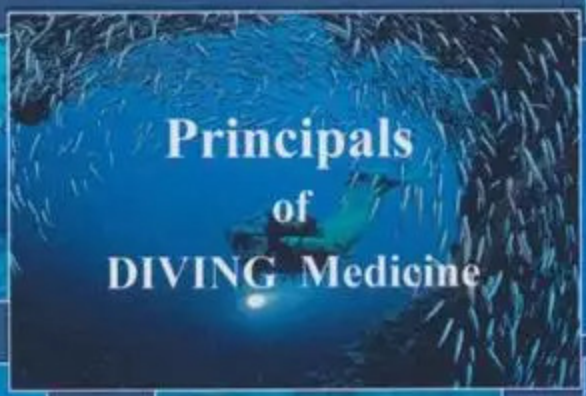
بازینه
موسسه فرهنگی انتشاراتی

اصول طب غواصی

دانشجویان پزشکی، مربیان ارشد غواصی

تالیف: دکتر علی تارات



به نام خداوند پاکی‌ها و مهربانی‌ها

اصول طب غواصی

تالیف: دکتر علی تارات

پازینه یادآور پاکیهاست

موسسه فرهنگی انتشاراتی پازینه
میدان انقلاب، اول خیابان کارگر جنوبی، بن بست گشتاسب، شماره ۴ طبقه همکف
تلفکس: ۶۶۹۶۱۵۲۲ و ۷-۶۶۹۷۵۲۴۶ تلفن همراه: ۰۹۱۲- ۱۰۵۴۰۹۸
www.pazinehpress.ir www.pazine.ir
Info@pazine.ir
چاپ اول : ۱۳۹۳
نام کتاب :اصول طب غواصی
ناشر: پازینه
مؤلف:دکتر علی تارات
صفحه آرا: سولماز بهرامی
لیتوگرافی: نقش آفرین
چاپ و صحافی: سپید
شمارگان : ۱۰۰۰
قیمت:۳۵۰۰۰۰ ریال
شابک: ۵-۰۸۲-۱۸۰-۶۰۰-۹۷۸

سرشناسه: دکتر تارات، علی
عنوان و نام پدیدآور: اصول طب غواصی/تالیف دکتر علی تارات.
مشخصات نشر: تهران: پازینه، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری: ۶۴۰ ص.
شابک : ۵-۰۸۲-۱۸۰-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی: فیپا
موضوع: پزشکی زیر دریا
رده بندی کنگره: RC۱۰۲۰/ت۲الف۶ ۱۳۹۳
رده بندی دیویی: ۶۱۶/۹۸۰۲۲
شماره کتابشناسی ملی: ۳۴۹۶۵۸۴

تمامی حقوق این اثر محفوظ است

هرگونه استفاده تجاری و بازرگانی از این کتاب اعم از بازنویسی، خلاصه سازی، تصویر برداری، فرهنگ الکترونیکی، لوح فشرده و استفاده در شبکه های الکترونیکی و بزرگ راههای اینترنتی و اینترانتی و نظایر آن و بطور کلی هر نوع تکثیر کلی و یا جزئی ممنوع و قابل پیگرد قضایی است.

به یاد شهیدان مفقودالاثر غواص دفاع مقدس

سپاس و ستایش بیکران بر حضرت حق که به قلم قسم یاد کرده و بنده ناچیز را این فرصت رخصت فرمود تا اثر حاضر را به رشته تحریر در آورده. به شکرانه توفیق الهی، این مجموعه ارزنده که نخستین بار در میهن اسلامی ایران، منتشر می گردد به شهیدان والامقام مفقودالاثر غواص دفاع مقدس تقدیم می کنم.
باشد که خدای تبارک و تعالی به این بهانه مرا با این شهیدان محشور فرماید. انشاالله.

والعاقبه للمتقین
علی تارات

فهرست مطالب

پیش گفتارمولف	Editor pro-word	۳۵
مقدمه	Editor Introduetion	۳۶
۱. تاریخچه غواصی	**Diving History**	۳۷
لوله تنفس	Snorkeling	۴۰
کلاه سی ب	Siebe Hamlet	۴۱
اسکوبا	SCUBA (Self-Container Under Water Breathing Apparatus)	۴۲
مدار بسته غواصی تنفس	Closed Circuit Rebreathing	۴۲
غواصی اشباع	Saturation Diving	۴۴
متدهای غواصی		۴۶
۲. اصول فیزیک سیالات در غواصی	**Hydrostatic principle in Diving Physics**	۴۷
۱. فشار	Pressure	۴۹
۲. فشار غواصی	Diving Pressure	۵۰
۳. فشار اتمسفر	Atmospheric Pressure	۵۱
۴. فشار مطلق	Absolute pressure	۵۲
۵. مقیاس فشار	Pressure Measurement	۵۳
۶. فشار جزئی	Partial Pressure	۵۳
۷. قوانین گاز	Gas Law	۵۴
۸. اثر دما یا قانون چارلی	Temperature Effect (Charlie' s Law)	۵۸
۹. معادله جهانی گازها	Universal Gas Equation	۶۰
۱۰. قانون دالتون	Dalton Law	۶۱
۱۱. قانون هنری	Henry Law	۶۳
۱۲. انتشار گازها	Gas Diffusion	۶۵
۱۳. گازهای مهم مربوط به غواصی	Gases of Important in Divers	۶۶
۱۴. هوا	Air	۶۶
۱۵. اکسیژن O_2	O xygen	۶۷
۱۶. نیتروژنN_2	Nitrogen	۶۸
۱۷. گاز دی اکسید کربن	"Carbon-Dioxide CO_2"	۶۹
۱۸. منواکسید کربن	"Carbon Monoxide–CO"	۷۰
۱۹. هلیوم	"Helium–HE"	۷۰

۰۲. هیدروژن	Hydrogen-H۲	۷۰
۲۳. گازهای بی اثر	Inert Gas	۷۱
۲۴. نئون Ne		۷۱
۲۵. آرگون Ar		۷۱
۲۶. رادون Rn		۷۱
۲۷. زنون Xe		۷۱
۲۸. گازهای نفتی	"Oil Gas"	۷۱
۲۹. شناوری در فیزیک	Buoyancy	۷۱
۳۰. چگالی	Density	۷۲
۳۱. وزن مخصوص	Specific Gravity	۷۲
۳۲. قانون ارشمیدوس	Archimedes Principle	۷۳
۳۳. اثرات فیزیکی محیط زیست	Physical Efects Of Environment	۷۶
۳۴. درجه حرارت	Environmental Temperature	۷۶
۳۵. نور و رنگ	Light &Color	۷۷
۳۶. صدا	Sound	۸۰
۳۷. ارتفاع	Altitude	۸۱
۳. فیزیولوژی در غواصی متابولیسم	**Diving Physiology**	۸۳
۱.متابولیسم	Metabolism	۸۵
۲. نیاز به انرژی	The Need for Energy	۸۵
۳. تنفس	Respiration	۸۶
۴. ساختار تشریح	Anatomical Structure	۸۶
۵. عملکرد تنفسی	Respiratory Function	۹۱
۶. جذب و از دست دادن گازز	Gas Uptake and Loss	۹۲
۷. کیسه هوایی	Alveoli	۹۳
۸. کنترل تنفسی	Respiration Control	۹۴
۹. محرک تنفسی	Respiratory Stimulus	۹۵
۱۰. استعمال دخانیات	Smoking	۹۷
۱۱. سیستم قلبی – عروقی	Cardiovascular System	۹۷
۱۲. خون	Blood	۹۷

۱۳. قلب	Heart	۱۰۰
۱۴. گردش خون	Circulation	۱۰۳
۱۵. گوش	Ear	۱۰۴
۱۶. اجزای گوش	Ear Structure	۱۰۴
۱۷. گوش چگونه عمل می‌کند	How Ear Work	۱۰۵
۱۸. تعادل و جهت‌یابی	Equalization & Oreintation	۱۰۵
۱۹. یکسان سازی فشار گوش‌ها در غواصی	Diving Pressure Equalization	۱۰۶
۲۰. غواصی هوای فشرده	Compressed-Air Diving	۱۰۷
۲۱. مقاومت در برابر تنفس	Resistance to Breathing	۱۰۷
۲۲. مصرف هوا	Air Consumption	۱۰۸
۲۳. کاهش عمدی تنفس	Skip Breathing	۱۰۸
۲۴. فشار گاز	Gas Pressures	۱۰۹
۲۵. اثرات پاتوفیزیولوژیک فشار	Pathophysiologic Effect of Pressure	۱۰۹
۲۶. آسیب حاصل از فشار	Barotrauma Injury	۱۱۰
۲۷. اثرات فیزیولوژیک گازهای رایج غواصی	Physiologic Efects Of Diving Gas	۱۱۱
۲۸. مسمویت زایی اکسیژن	Oxygen Toxicity	۱۱۲
۲۹. مکانیزم	Mechanism	۱۱۲
۳۰. مسمومیت زایی اکسیژن در ریه	Pulmonary O۲ Toxicity	۱۱۲
۳۱. مسمومیت زایی اکسیژن مغزی	Cerebral O۲ Toxicity	۱۱۳
۳۲. مسمومیت زایی دی اکسید کربن	CO۲ Toxicity	۱۱۵
۳۳. مسمویت زایی مونوکسید کربن	CO- Toxicity	۱۱۶
۳۴. اثرات حاد استنشاق مونوکسید کربن	Acute CO Inhalation Effects	۱۱۷
۳۵. خواب شیمیاییی نیتروژن	Nitrogen Narcosis	۱۱۸
۳۶. هلیم و دیگر گازهای بی‌اثر	Hellium & Other Inert Gas	۱۲۰
۳۷. هیدروژن	Hydrogen	۱۲۱
۳۸. اثرات فیزیولوژیک فشار بر سیندرم عصبی فشار بالا	High Pressure Nervous Syndrome , HPNS	۱۲۱
۳۹. فیزیولوژی بیماری برداشت فشار	Decompression Physiology and Susceptibility	۱۲۲
۴۰. جذب گاز	Gas Uptake	۱۲۲
۴۱. حذف گاز	Gas Elimination	۱۲۳

۴۲. اشباع	Saturation	۱۲۳
۴۳. تشکیل حباب	Bubble Formation	۱۲۴
۴۴. نمودارهای غواصی	Dive Profiles	۱۲۵
۴۵. عوامل فیزیولژیک مؤثر بر بروز بیماری تقلیل فشار	Factorys Influencing DCS	۱۲۶
۴۶. □ عمق/ مدت زمان غواصی	Depth/duration	۱۲۷
۴۷. خصوصیت افراد	Individuals	۱۲۷
۴۸. سازگاری	Adaptation	۱۲۷
۴۹. سن	Age	۱۲۷
۵۰. چاقی	Obesity	۱۲۷
۵۱. ناتوانی	Debilitation	۱۲۷
۵۲. جراحت	Injury	۱۲۷
۵۳. سابقه	History Of DCS	۱۲۸
۵۴. PFO باز ماندن دریچه گرد	Patent Foramen Ovale	۱۲۸
۵۵. سرما	Cold	۱۲۸
۵۶. الکل و سایر داروهای مخدر	Alcohol and other drugs	۱۲۸
۵۷. تمرین	Exercise	۱۲۸
۵۸. آمادگی جسمانی	Physical Fitness	۱۲۹
۵۹. جنس	Gender	۱۲۹
۶۰. مشخصات غواصی	Dive profile	۱۲۹
۶۱. صعود سریع	Rapid ascents	۱۲۹
۶۲. صعودهای متعدد	Multiple ascent	۱۳۰
۶۳. غواصی های مکرر	Repetitive dives	۱۳۰
۶۴. پروفایل های غواصی وارونه	Reverse Dive Profiles	۱۳۰
۶۵. پرواز پس از غواصی	Flying after diving	۱۳۰
۶۶. تاثیر چندفاکتور	Multi-Factorial Effect	۱۳۱
۴. حبس نفس در غواصی	**Breath Holding diving**	۱۳۵
۱. حوادث و مرگ و میر	Accidents and Deaths	۱۳۶
۲. فشار ریه	Pulmpnary Squeeze	۱۳۵
۳. باروترومای ریوی نزول	Lung Squeeze(Pulmonary Barotrauma of Descent	۱۳۵

۴. غوطه وری	Immersion	۱۳۷
۵. رفلکس غوّاصی	Reflex Dive	۱۳۸
۶. مرگ خاموش	Hypoxic Blackout	۱۳۸
۷. هیپوکسی خاموش به علت هیپرونتیلاسیون	Hypoxic Blackout due to	۱۳۸
(گرفتن جانشین سریع نفس عمیق) و حبس نفس	Hyperventilation and Breath-holding	۱۳۸
۸. هیپوکسی خاموش به علت هیپرونتیلاسیون	Hyperventilation Hypoxia	۱۳۸
۹. هیپوکسی خاموش به علت هیپوکسی صعود	Hypoxic Blackout due to Hypoxia of Ascent	۱۳۹
۱۰. هیپوکسی خاموشی – پیشگیری	Hypoxic Blackout – Prevention	۱۴۰
۱۱. غوّاصی با خرطوم	Snorkel Diving	۱۴۰
۱۲. فهرست پزشکی برای غوّاصی با لوله تنفس:	Medical Checklist For SnorKellers	۱۴۱
۵ .تجهیزات	**Diving Equipment**	۱۴۳
۱. وسایل و تجهیزات غوّاصی آزاد	Free Diving Equipment	۱۴۵
۲. ماسک	Mask	۱۴۵
۳. ماسک‌هایی از جنس سیلیکون	Silicone Mask	۱۴۷
۴. خرطوم غواصی	Snorkel	۱۴۸
۵. باله	Flippers- Fins	۱۵۰
۶. لباس غوّاصی باز	Wet Suit	۱۵۱
۷. کمربند وزن	Weight Belt	۱۵۲
۸. چاقوی غوّاصی	Diving Knife	۱۵۴
۹. تفنگ نیزه‌ای	Spear Guns	۱۵۵
۱۰. گاز فشرده شده تجهیزات غوّاصی	Compressed Gas Diving Equipmen	۱۵۶
۱۱. اسکوبا	SCUBA	۱۵۶
۱۲. شیر سیلندر	Cylinder Valve	۱۵۹
۱۳. شلنگ دو قلوی scuba	Twin Hose Scuba	۱۵۹
۱۴. دستگاه تغذیه از سطح وکمپرسور هوکا	Okah and SSBA	۱۶۰
۱۵. لباس یا کلاه HARD استاندارد	Standard Dress or Hard Hat	۱۶۲
۱۶. مدار بسته و نیمه بسته	Closed and Semi-closed Circuit	۱۶۳
۱۷. دستگاه تنفس مدار بسته	Rebreathing Apparatus	۱۶۳
۱. وسایل و تجهیزات فرعی غوّاصی	Ancillary Diving Equipment	۱۶۴

۲. جبران کننده شناوری (جلیقه نجات)	Buoyancy Compensator	۱۶۴
۴. فشارسنج	Contents Gauge	۱۶۶
۵. منبع جایگزین هوا	Alternate Air Source	۱۶۷
۶. ساعت غوّاصی	Diving Watch	۱۶۷
۷. عمق‌سنج	Depth Gauge	۱۶۸
۸. قطب نما	Compass	۱۶۹
۹. دستگاه اندازه گیری برداشت فشار	Decompression Meters (D.C.M)	۱۶۹
۱۰. سیستم‌های مخابراتی	Communication Systems	۱۶۹
۱۱. کمک‌های تشخیص سطح	Surface detection Aids	۱۶۹
۶ . محیط‌های غواصی	**Diving Environments**	۱۷۱
۱. جنبش آب	Water Movements	۱۷۵
۲. جریان جزر و مدی	Tidal Currents	۱۷۵
۳. موج	Surge	۱۷۷
۴. موج ساحلی	Surf	۱۷۸
۵. در تله افتادن	Entrapment	۱۷۸
۶. اشنه دریایی	Kelp	۱۷۸
۷. محیط‌های محصور	Enclosed Environments	۱۷۹
۸. غارها	Caves	۱۷۹
۹. لاشه کشتی‌ها	wrecks	۱۸۰
۱۰. غوّاصی یخ	Ice diving	۱۸۰
۱۱. واریانس‌های محیط زیست	Enviromental Variants	۱۸۱
۱۲. آب سرد	Cold Water	۱۸۱
۱۳. غوّاصی در شب	Night Diving	۱۸۱
۱۴. غوّاصی عمیق	Deep Diving	۱۸۲
۱۵. غوّاصی در ارتفاع	Altitude Diving	۱۸۲
۱۶.پرواز پس از غوّاصی	Flying after Diving	۱۸۴
۱۷. غواصی در آب شیرین و سده	Diving in Freshwater and	۱۸۴
۱۸. نتیجه	Conclusion	۱۸۵

۷. تکنیک غواصی	**Technical Diving**	۱۸۷
۱. تعریف غواصی فنی	Definition	۱۹۱
۲. پیچیدگی وسایل و تجهیزات	Equipment Complexity	۱۹۲
۳. مفروضات فیزیولوژیکی	Physiological Assumptions	۱۹۳
۴. محیط	Environments	۱۹۴
۵. حوادث و پیامدهای نجات	Accident & Rescue Implications	۱۹۴
۶. تغییرات وسایل و تجهیزات	Equipment Complexity	۱۹۵
۷. هوای غنی شده از اکسیژن	Oxygen Enriched Air (Nitrox(EANx))	۱۹۵
۸. معادل فشار N۲ = EAD	Nitrox (EANx) Replaces Air. Same Equipment	۱۹۶
۹. غواصی با گاز هلیم .	Highrisk, Helium Diving	۱۹۹
۱۰. غواصی مدار بسته	Re-Breathers or Circuit Sets	۲۰۲
۱۱. Rebreather نیمه بسته...	Semi- circuit Rebreather system .	۲۰۵
۱۲. افزایش فشار(ریکامپرسون) درمانی اکسیژن آب	In – Water Recompression Therapy	۲۰۵
۱۳. نتیجه گیری.	Conclusion	۲۰۶
۸. اختلالات استرس – وحشت و خستگی	**Stress Disorders Panic & Fatigue**	۲۰۷
۱. مقدمه	Introduction	۲۰۷
۲. عوامل شخصیت	Personality Factors	۲۰۷
۳. پاسخ استرس	Stress Responses	۲۰۸
۴. وحشت	Panic	۲۰۹
۵. خطرات زیست محیطی	Environmental Hazards	۲۱۱
۶. برسی یک موردی	Case history	۲۱۲
۷. پیشگیری	Prevention	۲۱۳
۸. خستگی	Fatigue	۲۱۳
۹. شخصیت فردی	Personal	۲۱۴
۱۰. تجهیزات	Equipment	۲۱۴
۱۱. محیط	Environment	۲۱۴
۹. غواصان زن	The Female Diver	۲۱۵
۱. تاریخچه زنان در غواصی	History of Women in Diving	۲۱۷
۲. آموزش اسکوبا	Scuba Training	۲۱۸

۳. تفاوت های تشریحی	Anatomical Differences	۲۱۹
۴. فعالیت غواصی	Diving Activity	۲۲۰
۵. تغییرات حرارتی	Thermal Variations	۲۲۰
۶. قاعدگی زنان (عادت ماهانه)	Menstruation	۲۲۰
۷. داروی خوراکی ضد بارداری («قرص»)	Oral Contraceptives	۲۲۱
۸. بیماری کاهش فشار	Decompresion Sickness DCS	۲۲۱
۹. حاملگی	pregnancy	۲۲۳
۱۰. اثرات حاملگی	Maternal Effects	۲۲۳
۱۱. استفراغ	Vomiting	۲۲۳
۱۲. باروتروما باروتروما(صدمات در اثر فشار)	Barotrauma	۲۲۳
۱۳. عملکرد تنفسی	Respiratory function	۲۲۳
۱۴. بیماری تقلیل ناگهانی فشار	Decompression sickness	۲۲۳
۱۵. عفونت	Infection	۲۲۳
۱۶. اثرات روی نوزاد	Effects on the Baby	۲۲۴
۱۷. رُشد جنین	Development of the fetus	۲۲۴
۱۸. هیپوکسی	Hypoxia	۲۲۴
۱۹. اکسیژن درمانی با فشار بالا	Hyperbaric oxygen	۲۲۴
۱۰. بیماری کاهش فشار	Decompression sickness	۲۲۵
۱۱. داده های انسان	Human Data	۲۲۵
۱۲. حرف آخر	The Bottom Line	۲۲۶
۹. بیماری‌های خاص غواصی (مرتبط با بیماری‌های فشار)	**Pressure related Diving Disorders**	۲۲۷
باروتروما(صدمات در اثر فشار) گوش	**Ear Barotrauma**	۲۲۹
۱. آناتومی گوش	Anatomy Of The Hearing	۲۲۹
۲. مکانیزم شنوایی	The Mechanism Of Hearing	۲۳۰
۳. باروتروما(صدمات در اثر فشار) گوش خارجی	External Ear Barotrauma	۲۳۱
۴. باروتروما(صدمات در اثر فشار) گوش میانی هنگام نزول	Middle Ear Barotrauma	۲۳۳
۵. تظاهرات بالینی	Clinical Features	۲۳۵
۶. درمان	Treatment	۲۳۷
۷. پیشگیری از باروتروما(صدمات در اثر فشار)	Prevention Of Barotrauma	۲۳۸

۸. یکسان سازی فشار گوش	Equalization	۲۳۸
۹. عفونت راههای تنفسی فوقانی	Upper respiratory tract infections (URTIs)	۲۳۹
۱۰. مانور والسالوا	Valsalva maneuver	۲۳۹
۱۱. مانور تویبین	Toynbee maneuver	۲۴۰
۱۲. سایر مانورها	Others	۲۴۰
۱۳. تکنیک غواصی	Diving Technique	۲۴۰
۱۴. تجویز دارو	Medication	۲۴۲
۱۵. باروتروما(صدمات در اثر فشار) گوش میانی هنگام صعود	Middle Ear Barotrauma Of Ascent	۲۴۴
۱۶. سرگیجهٔ ، فشار معکوس	Alternobaric Vertigo, Reverse Squeeze	۲۴۴
۱۷. ویژگیهای بالینی	Clinical Features	۲۴۴
۱۸. کمکهای اولیه	First–Aid	۲۴۴
۱۹. درمان	Treatment	۲۴۴
۲۰. باروتروما(صدمات در اثر فشار) گوش داخلی	Inner Ear Barotrauma	۲۴۵
۲۱. فیستول دریچهٔ گرد (یا «نشت»)	Round window fistula (or “leak)	۲۴۵
۲۲. سایر آسیب شناسی	Other pathology	۲۴۶
۲۳. ویژگیهای بالینی	Clinical Features	۲۴۶
۲۴. درمان	Treatment	۲۴۷
۲۵. فیستول دریچه گرد	Round window fistula	۲۴۷
۲۶. آسیب حلزون گوش	Cochlea damage	۲۴۸
۱۱. باروتروما(صدمات در اثر فشار) سینوسی	**Barotrauma SINUS**	۲۴۹
۱. آناتومی سینوس	Anatomy Of The Sinuses	۲۵۱
۲. مکانیزم باروتروما(صدمات در اثر فشار) سینوس	The Mechanism of Sinus Barotrauma	۲۵۲
۳. ویژگیهای بالینی	Clinical Features	۲۵۳
۴. باروتروما(صدمات در اثر فشار) سینوس نزول	Sinus Barotrauma of Descent	۲۵۳
۵. باروتروما(صدمات در اثر فشار) سینوس صعود	Sinus Barotrauma of Ascent	۲۵۴
۶. درمان	Treatment	۲۵۴
۷. پیشگیری	Prevention	۲۵۵

۱۱. باروتروما(صدمات در اثر فشار) ریوی	**Pulmonary Barotrauma**	۲۵۷
۱. باروتروما ریوی	Lung Barotrauma	۲۵۹
۲. باروتروما(صدمات در اثر فشار) ریوی صعود	Ascent Pulmonary Barotrauma	۲۵۹
۳. ترکیدن ریه	Burst Lung	۲۵۹
۴.ویژگی های بالینی باروتروما(صدمات در اثر فشار) ریوی	Clinical Features of Pulmonary Barotrauma	۲۶۰
۵. آسیب بافت ریه	Lung Tissue Injury	۲۶۱
۶. ویژگیهای بالینی	Clinical features	۲۶۱
۷. درمان	Treatment	۲۶۱
۸. آمفیزم جراحی	Surgical Emphysema	۲۶۱
۹. ویژگیهای بالینی	Clinical features	۲۶۲
۱۰. درمان	Treatment	۲۶۲
۱۱. پنوموتراکس	Pneumothorax	۲۶۲
۱۲. ویژگیهای بالینی	Clinical features	۲۶۴
۱۳. درمان	Treatment	۲۶۵
۱۴. آمبولی هوا	Air Embolism	۲۶۵
۱۵. ویژگیهای بالینی	Clinical Features	۲۶۶
۱۶. درمان	Treatment	۲۶۶
۱۷. عوامل مستعدکننده پارگی ریه	Predisposing Factors	۲۶۷
۱۸. حبس نفس	Breath-holding	۲۶۷
۱۹. تله¬ افتادگی هوا	Air Trapping	۲۶۸
۲۰. اختلالات انطباق ریه	Disorders of lung compliance	۲۶۸
۲۱. صعود سریع	Rapid Ascents	۲۶۸
۲۲. صعودهای اضطراری	Emergency ascents	۲۶۹
۲۳. آموزش صعود آزاد (یا آموزش صعود اضطراری شنا)	Free ascent training	۲۶۹
۲۴. فرار زیردریایی	Submarine escape	۲۷۰
۲۵. تنفس با غواص همراه	Buddy Breathing	۲۷۰
۲۶. پیشگیری از باروتروما ریوی حاصل از صعود	Prevention of Pulmonary Barotrauma of Ascent	۲۷۱
۲۷. صلاحیت پزشکی	Medical fitness	۲۷۱
۲۸. تکنیک های غواصی	Diving techniques	۲۷۱

۲۹.وضعیت خروج هوا (OOA) و کمبود هوا (LOA)	Out of Air (OOA) and Low on Air (LOA) Situation	۲۷۴
۳۰. باروتروما(صدمات در اثر فشار) ریوی حاصل از نزول	Pumonary Barotrauma of Descent	۲۷۴
۳۱. فشار ریه	Lung Squeeze	۲۷۴
۱۲. سایر موارد باروتروما(صدمات در اثر فشار)		۲۷۵
۱. موارد دیگری از باروتروما	Other Barotraumas	۲۷۷
۲. باروتروما(صدمات در اثر فشار) صورت حین غواصی	Facial Barotrauma Of Descent	۲۷۷
۳. فشار ماسک	Mask Squeeze	۲۷۷
۴. باروتروما(صدمات در اثر فشار) پوست در طی نزول	Skin Barotrauma of Descent	۲۷۹
۵. باروتروما(صدمات در اثر فشار) بدن در طی نزول	Body Barotrauma of Descent	۲۷۹
۶. باروتروما(صدمات در اثر فشار) لباس در صعود	Suit Barotrauma of Descent	۲۸۰
۸. باروتروما(صدمات در اثر فشار) مربوط به معده و روده(گوارش)	Gastrointestinal Barptrauma	۲۸۰
۹. باروتروما(صدمات در اثر فشار) دندان	Dental Barotrauma	۲۸۱
۱۳. فیزیولوژی و نظریه ها	**Decompression Theores**	۲۸۳
نظریه کاهش فشار	Decompression physiology	۲۸۵
فیریولوژی کاهش فشار و حساسیت	Gas Absorbtion	۲۸۵
جذب گاز	Gas Exhustion	۲۸۵
حذف گاز	Saturation	۲۸۷
اشباع	bubble Formation	۲۸۷
تشکیل حباب	Diving Tables	۲۸۸
نمودارهای غواصی		۲۸۹
عوامل موثر بر بروز بیماری تقلیل فشار	Factors That In floent DCS	۲۹۰
عمق (مدت زمان) غواصی	Deph/duration	۲۹۰
خصوصیات افراد	Individuals	۲۹۰
سازگاری	Adaptation	۲۹۰
سن	Age	۲۹۱
چاقی	Obesity	۲۹۱
ناتوانی	Debilitation	۲۹۱
جراحت	Injury	۲۹۱
بیماری تقلیل فشار	(DCS)	۲۹۱

دریچه گرد بازمانده	Patent Foramon Ovale (PFO)	۲۹۱
سرما	cold	۲۹۱
الکل و سایر داروهای مخدر	Alcohol and other drugs	۲۹۲
تمرین	Exercise	۲۹۲
آمادگی جسمانی	Physical Fitness	۲۹۳
جنس	Gender	۲۹۳
مشخصات غواصی	Dive profile	۲۹۳
صعودهای متعدد	Multiple ascents	۲۹۳
غواصی های تکراری	Repetitive dives	۲۹۴
پروفایل های غواصی	Reverse Dive Profiles	۲۹۴
پرواز پس از غواصی	Flying after diving	۲۹۴
تاثیر چند فاکتور	Multi- Factorial Effect	۲۹۴
۱۳ . جداول و روش‌های تقلیل فشار	**Decompression Tables & Meters**	۲۹۷
جدول کاهش فشار و مقیاس اندازه گیری	Decopression tables and meassurement	۲۹۹
اندازه گیری تقلیل فشار	Decompression meters(DCM)	۳۰۲
مدلهای مکانیکی انتقال گاز	Mechanical models of gas transfer	۳۰۳
مدلهای الکترونیکی جداول موجود	Electronic models of existing tables	۳۰۳
کامپیوترهای تقلیل ناگهانی فشار	Decompression Computers (DC)	۳۰۳
معایب کامپیوترهای غواصی	Disadvantages of decompression meters	۳۰۴
پیشنهادات ایمنی (ده فرمان DC)	Safety suggestions (the DC Ten Commandments)	۳۰۵
۱۵. بیماری‌های تقلیل ناگهانی فشار بالینی	**Decompression Sickness Clinical Features**	۳۰۷
۱. بیماریهای حاد تقلیل فشار	Acute Decompression Illness	۳۰۹
۲. طبقه بندی علائم	Classification of Symptoms	۳۰۹
۳. شروع علائم	Onset of Symptoms	۳۱۰
۴. بیماری تقلیل ناگهانی فشار، اسکلتی- عضلانی، خمیدگی	Joint Pain Musculo-Skeletal DCS- (BENDS)	۳۱۰
۵. بیماری تقلیل ناگهانی فشار، عصب	Neurological DCS	۳۱۱
۶. حس ها	The Senses	۳۱۱
۷. حرکت	Movement	۳۱۱
۸. عملکرد عالی مغز	Higher function of the brain	۳۱۲

۹. دستگاه عصبی خودمختار	Autonomic functions	۳۱۲
۱۰. بیماری تقلیل ناگهانی فشار، گوش داخلی	Inner Ear DCS	۳۱۲
۱۱. بیماری تقلیل ناگهانی فشار، ریوی یا ریه	Lungs or Pulmonary DCS	۳۱۳
۱۲. بیماری تقلیل ناگهانی فشار، قلب یا قلبی	Heart or Cardiac DCS	۳۱۳
۱۳. بیماری تقلیل ناگهانی فشار،گوارش	Gastrointesinal DCS	۳۱۴
۱۴. بروزبیماری تقلیل ناگهانی فشار، پوست	Skin Manifestations of DCS	۳۱۴
۱۵. علائم عمومی بیماری تقلیل ناگهانی فشار	General Symptoms of DCS	۳۱۴
۱۶. نشانه های تأخیر بیماری تقلیل ناگهانی فشار	Delayed Symptoms of DCS	۳۱۴
۱۷. بررسی علائم	Evolution of Symptoms	۳۱۵
۱۶. درمان بیماری تقلیل ناگهانی فشار	**Decompression Sickness Treatment**	۳۱۷
۱. کمک های اولیه	First Aid	۳۱۹
۲. مشاوره تخصصی	Expert advice	۳۱۹
۳. اکسیژن درمانی	Oxygen therapy	۳۱۹
۴. موقعیت و حالت استراحت بیمار	Position and rest	۳۲۰
۵. جایگزینی مایعات	Fluid replacement	۳۲۱
۶. داروها	Drugs	۳۲۲
۷. انتقال بیمار مبتلا به بیماری تقلیل ناگهانی فشار	Transport of Patient With DCS	۳۲۲
۸. خطرات افزایش فشار(ریکامپرسون) درمانی	Hazards of therapeutic recompression	۳۲۴
۹. پیشگیری از بیماری تقلیل ناگهانی فشار	Prevention of DCS	۳۲۴
۱۰. عوامل ناشناخته	Fudge factors	۳۲۵
۱۱. عمق و زمان دقیق	Accurate depth & time	۳۲۵
۱۲. غواصی بدون نیاز به تقلیل فشار	No-decompression Diving	۳۲۵
۱۳. امتیاز صعود آهسته	Slow ascent rates	۳۲۵
۱۴. توقف های معمول تقلیل ناگهانی فشار	Routine decompression stops	۳۲۶
۱۵. برنامه ریزی غواصی	Dive planning	۳۲۶
۱۶. محدودیت پس از غواصی	Post-dive restrictions	۳۲۶
۱۷. کامپیوترهای غواصی	Dive computers	۳۲۶
۱۷. دستور عمل غواصی اشباع	**Saturation laws**	۳۲۷
علت	Cause	۳۲۹

طبقه بندی نکروز استخوان	Classification of Bone Nercrosis	۳۳۱
ضایعات نوع A	Type A lesions	۳۳۱
ضایعات نوع B	Type B lesions	۳۳۱
۱۸. خواب نیتروژن	**Nitrogen Narcosis**	۳۳۵
۱. حالت بی حسی و خواب آلودگی نیتروژن NARCS	Rapure of The Deep	۳۳۷
۲. مسمومیت با هوای فشرده	Compressed Air Intoxication	۳۳۷
۳. علل نیتروژن خواب	Causes of Nitrogen Narosis	۳۳۸
۴. ویژگیهای بالینی	Clinical Features	۳۳۸
۵. جداول قانون مارتینی	Martini's Law – Tables	۳۳۹
۶. پیشگیری	Prevention	۳۴۰
۵. درمان	Treatment	۳۴۱
۱۹. سندرم عصبی با فشار بالا HPNS		۳۴۳
سندرم فشار عصبی بالا، ، لرزش هلیم	High Pressure Nervous Syndrome, HPNS, Helium Tremor	۳۴۵
۱. ویژگی بالینی	Clinical Features	۳۴۶
۲. درمان و پیشگیری	Treatment And Prevention	۳۴۶
۲۰. هیپوکسی	**Hypoxia**	۳۴۷
۱. طبقه بندی هیپوکسی	Classification of Hypoxia	۳۴۹
۲. هیپوکسیک هیپوکسی	Hypoxic Hypoxia	۳۴۹
۳. هیپوکسی راکد (ایستا)	Stagnant Hypoxia	۳۵۰
۴. هیپوکسی به دلیل کم خونی	Anaemic Hypoxia	۳۵۰
۵. هیپوکسی به دلیل مسمومیت سلولی	Histotoxic Hypoxia	۳۵۰
۶. هیپوکسی در غواصی حبس نفس	Hypoxia in Breathhold Diving	۳۵۰
۷. هیپوکسی به دلیل صعود	Hypoxia of Ascent	۳۵۱
۸. هیپوکسی در گاز فشرده غواصی	Hypoxia in Compressed Gas Diving	۳۵۱
۹. تجهیزات تنفس بسته	Rebreathing Equipments	۳۵۱
۱۰. هیپوکسی رقیق شدگی	dilution hypoxia	۳۵۱
۱۱. انوکسی (کمبود شدید اکسیژن)	Anoxia	۳۵۲
۱۲. ویژگی های بالینی	Clinical Features	۳۵۲
۱۳. درمان	Treatment	۳۵۲

۱۴. پیشگیری	Prevention	۳۵۳
۲۱. مسمومیت با اکسیژن	**Oxygen Toxicity**	۳۵۵
۱. مکانیزم	Mechanism	۳۵۷
۲. پیش بینی سمیت اکسیژن	Prediction of O_2 Toxicity	۳۵۸
۳. علت سمیت اکسیژن	Causes of O_2 Toxicity	۳۵۹
۴. ویژگیهای بالینی	Clinical Features	۳۵۹
۵. اثرات مغزی	Cerebral Effects	۳۵۹
۶. اثرات ریوی	Pulmonary Effects	۳۶۰
۷. درمان	Treatment	۳۶۰
۱۰. نتیجه گیری	Conclusions	۳۶۱
۲۲. مشکلات دی‌اکسیدکربن	**Carbon Dioxide Problems**	۳۶۳
۱. کمبود دی اکسیدکربن	Carbon Dioxide Insufficiency	۳۶۵
۲. ویژگیهای بالینی	Clinical Features	۳۶۵
۳. درمان	Treatment	۳۶۶
۴. تشخیص های جایگزین	Alternative Diagnosis	۳۶۶
۵. سمیت دی اکسیدکربن	Carbon Dioxide Toxicity	۳۶۶
۶. هیپرکاپنی	Hypercapnea	۳۶۶
۷. علل مسمومیت با گاز CO_2	Causes of CO_2 Toxicity	۳۶۷
۸. تجهیزات تنفس بسته	Rebreathing equipment	۳۶۷
۹.مشکلات کلاه غواصی	Diving helmet problems	۳۶۷
۱۰. اتاق ها و زیستگاهها	Chambers and habitats	۳۶۷
۱۱. اسکوبا	SCUBA	۳۶۷
۱۲. ویژگی های بالینی	Clinical Features	۳۶۷
۱۳. درمان	Treatment	۳۶۸
۲۳. مسمومیت با مونوکسیدکربن	**Carbon Monoxide Toxicity**	۳۶۹
۱. مسمومیت با گاز مونوکسید کربن	Carbon Monoxide Toxicity	۳۷۱
۲. ویژگیهای بالینی	Clinical Features	۳۷۲
۳. درمان	Treatment	۳۷۳
۴. پیشگیری	Prevention	۳۷۴

۵. آلودگی مستقیم با Co از طریق اگزوز موتور بنزینی	Direct contamination by CO from gasoline engine exhausts	۳۷۴
۶.آلودگی هوایی غواصی بوسیله روان کننده های نامناسب	Contamination produced by the breakdown of unsuitable lubricants	۳۷۴
۷. آلودگی هوای تنفسی بوسیله عوامل محیطی (گازهای محیطی)	The intake of polluted atmospheric air to fill air cylinders.	۳۷۴
۲۴. تنفس گاز آلوده	**Contamination Breathing Gas**	۳۷۵
۱. آماد ه سازی هوای فشرده	Preparation of Compressed Air	۳۷۷
۲. استانداردهای خلوص گاز	Gas Purity Standards	۳۷۸
۳. علایم بالینی مسمومیت با مونوکسیدکربن	Clinical Features of Copoisening	۳۷۹
۴. درمان	Treatment	۳۷۹
۵. پیشگیری	Prevention	۳۸۰
۲۵. سندرم غرق شدگی	**Drowning Syndrome**	۳۸۱
۱. سندرم غرق شدگی	Drowning Syndrome	۳۸۳
۲. مدیریت غرق‌شدگی	"Drowning Management"	
۳. تعاریف و اصطلاحات	Definition and Terminology	
۴. مفاهیم عمومی	Issues General	
۵. پاتوفیزیولوژی غرق‌شدگی	Drowning Pathophysiology	۳۸۳
کاهش ظرفیت ریوی	Total Lung Capacity"	
فزایش مناطق دارای نسبت تهویه به خون رسانی V/Q صفر یا بسیار پائین	V/Q mismatch	
آتلکتازی	Atelectasis	
اسپاسم برونش	Bronchial Constriction	
ویژگی های بالینی	Clinical Features	
طبقه‌بندی	Grading	
درمان	Treatment	
۶. نجات و احیا در آب	In Water Rescue Resuscitation	۳۸۵
احیای اولیه در خشکی	BLS- Land Basic Life Support	
اصول درمان غرق‌شدگی	Principle of Treatment	
روشهای اکسیژن درمانی	oxygen Administration Methods	

هیپوکسمی و هیپوکسی	Hypoxemia and Hypoxia
۱۸. انواع هیپوکسمی	Hypoxemia Types
۱۹. هیپوکسی هایپوکسمیک	(Hypoxemic Hypoxemia)
۲۰. هیپوکسی رکودی	(Stagnate Hypoxemia)
۲۱. هیپوکسی انمیک	(Anemic Hypoxia)
۲۲. هیپوکسی در اثرمسمومیت بافتی	(Histotoxic Hypoxia)
۲۳. هیپوکسی ناشی از کاهش P۵۰	P ۵۰Deficiancy induced Hypoxia
۲۴. هیپوکسی ناشی از افزایش نیاز	Increased Demand Hypoxia
۲۵. اکسیژن درمانی	Oxygen Therapy
۲۶. ملاحظات بالینی در اکسیژن تراپی	Clinical Feature of Oxygen Therapy
۲۷. عوارض اکسیژن تراپی	Side Effect of Oxygen Therapy
۲۸. هیپونتیلاسیون ناشی از تجویز اکسیژن	O_2 Induce Hypo ventilation
۲۹. مسمومیت اکسیژن	Oxygen Toxicity
۳۰. صدمات چشمی	Optic Injury
۳۱. آتلکتازی جذبی	(Absorption Atelectasis)
۳۲. مسمومیت با اکسیژن در فشار یک اتمسفر	Normobarric oxygen Toxicity
۳۳. سیستم های تجویز اکسیژن با جریان کم	(low flow system)
۳۴. میزان جریان اکسیژن(لیتر در دقیقه).	Oxygen Flow / min
۳۵. کانولای بینی یا سوند بینی	Nasal Cannula or Catheter
۳۶. مزایا	Benefits
۳۷. معایب	Disadvantages
۳۸. ماسک ساده صورت	(Simple Mask)
۳۹. تجویز FiO۲ اضافی	Excessive FiO۲ Administration
۴۰. ماسک ذخیره کننده اکسیژن	Reserved Oxygen Mask
۴۱. ماسکهای بااستنشاق مجدد بخشی از هوای بازدمی	(Partial Rebreathing Mask)
۴۲. ماسک های بدون استنشاق مجدد بازدمی	(Non Rebreathing Mask)
۴۳. چادر صورت	(face tent)
۴۴. چادر اکسیژن	(oxygen tent)

۴۵. قطعه تی	T-Piece
۴۶. تجویز اکسیژن از طریق ترانس تراکیال	Trans tracheal O_2 Administration
۴۷. سیستم های با جریان بالای اکسیژن	High Flow System (Venture Mask)
۴۸. ماسک و نچوری	Venture Mask
۵۰. مراقبت‌های بخش اورژانس:	Emergency Room Care
۵۱. مراقبت‌های ICU	ICU Care
۵۲. دستگاه گردش خون:	"Blood Circulation System"
۵۳. دستگاه عصبی:	"CNS Consequence"
۵۴. پیشگیری	Prevention
۵۵. عوارض نامعلوم:	"Miscellaneous Sequels"
۵۶. بروز سندرم پاسخ التهابی سیستیک(SIRS)	(Systemic Immune Response Syndrome)
۵۷. سپسیس وانعقاد داخل عروق منتشر	Sepsis & Disseminated Intravsscularlar Consumption DIC
۵۸. نارسایی حاد کلیوی ARF	Acute Renal Failure
۵۹. عوارض دستگاه عصبی مغزی مرکزی	«CNS Consequence»
۶۰. راهکارهای جلوگیری از غرق‌شدگی:	«Drowning Prevention»
۶۱. اصول درمان غرق‌شدگی:	**Drowning Management"**
۶۲. تعاریف و اصطلاحات	Definition and Terminology
۶۳. پاتوفیزیولوژی غرق‌شدگی	Drowning Pathophysiology
۶۴. نجات و احیا در آب	In-Water Resuscitation
۶۵ – احیای اولیه در خشکی	(BLS) "Land Basic Life Support"
۶۶. مراقبت‌های پیشرفته پیش از بیمارستان	Pre-Hospital Advance Cares
۶۷. تأکید مداوم بر کیفیت بالای CPR	Hi-Quality Continuous CPR
۶۸. راهنمای AHA ۲۰۱۰	AHA Guide line 2010
۶۹. مراقبت‌های بخش اورژانس	EMS- Cares
۷۰. مراقبت‌های ICU	ICU- Cares
۷۱. دستگاه گردش خون	Blood Circulation System
۷۲. دستگاه عصبی	CNS
۷۳. عوارض نامعلوم	Miscellaneous Sequels
۷۴. راهکارهای جلوگیری از غرق‌شدگی	Drowling Prevention

۲۶. سندرم آسپیراسیون آب نمک	**Salt Water Aspiration Syndrome**	۳۹۳
۱. ویژگیهای بالینی	Clinical Features	۳۹۵
۲. درمان	Trearment	۳۹۶
۳. پیشگیری	Prevention	۳۹۶
۲۷. سرما وهیپوترمی	**Cold & Hypothermia**	۳۹۷
۱. تعریف	Definition	۳۹۹
۲. ویژگی های بالینی	Clinical Features	۴۰۰
۳. درمان و کمک های اولیه	First Aid Treatment	۴۰۱
۴. پیشگیری	Prevention	۴۰۲
۵. سایر واکنش ها نسبت به سرما	Other Reaction to Cold	۴۰۳
۶. پاسخ های غیرارادی	Reflex Responses	۴۰۳
۷. خارش یا کهیر سرد	Cold urticaria	۴۰۳
۸. درد گوش و سینوس	Sinus and Ear Pain	۴۰۳
۲۸. عفونت‌های عمومی	**General Infections**	۴۰۵
۱. ساییدگی ها و بریدگی های آلوده	Abrasions Infected Cuts	
۲. جراحات مرجانی	Coral Cuts	
۳. عفونت های گوش	Ear Infections	
۴. اوتیت خارجی غواصان (اوتیت گرمسیری)	Swimmer’s or Tropical Ear	
۵. عفونت گوش میانی	Middle ear infection	
۶. عفونت های عمومی	General Infections	۴۰۷
۷. Vibrio و سایر موجودات آبزی	Vibrio and other Aquatic Organisms	۴۰۷
۸. امراض غواصانِ key west scuba	Key West Scuba Divers Disease	۴۰۷
۹. (منتژیت آمیبی) نگلریا	Naegleria (Amoebic Meningitis)	۴۰۸
۱۰. سینوزیت	Sinusitis	۴۰۸
۱۱. خارش شناگر	Swimmer's ITCH	۴۰۹
۱۲. گرانولومای استخر شنا	Swimming Pool Granuloma	۴۱۰
۱۳. عفونت های قارچی تنیایی یا پای ورزشکاران	Tinea Pedis- “TINEA” or Athlete's Foot	۴۱۰
۱۴. تنیا ورسی کالر	Tinea Versicolor	۴۱۰
۱۵. ایدز	HIV/AIDS	۴۱۰

۱۶. انتقال جنسی	Sexual	۴۱۱
۱۷. خون	Blood	۴۱۱
۱۸. احیا	Resuscitation	۴۱۱
۱۹. به اشتراک گذاری تجهیزات	Sharing equipment	۴۱۱
۲۰. اچ آی وی مثبت یا غواص آلوده به ایدز	The HIV positive or AIDS infected diver	۴۱۲
۲۱. هپاتیت	Hepatitis	۴۱۳
۲۲. عفونتها در محیط های پرفشار	Infection in Hyperbaric Environments	۴۱۳
۲۹. حیوانات خطرناک دریایی	**Dangerous Marine Animals**	۴۱۵
۱. کوسه ماهی	Shark	۴۱۷
۲. پیشگیری	Prevention	۴۲۰
۳. چتر ستاره دریایی یا زنبور دریایی	Box Jellyfish or Sea Wasp	۴۲۰
۴. گزیدگی سایر ستاره های دریایی	Other Jellyfish Sting	۴۲۳
۵. سندرم Irukandji	Irukandji syndrom	۴۲۴
۶. صدف مخروطی شکل سمی	Venomous Cone Shells	۴۲۵
۷. اختاپوس آبی حلقه دار (هشت پا)	Blue Ringed Octopus	۴۲۶
۸. مار دریایی	Sea Snake	۴۲۷
۹. سنگ ماهی	Stonefish	۴۲۸
۱۰. سایر عقرب ماهیها	Other Scorpion Fish	۴۲۹
۱۱. نوعی ماهی پهن برقی	Stingray	۴۳۰
۱۲. سایر حیوانات دریایی	Other Marine Animals	۴۳۱
۱۳. بانداژ فشار+ تکنیک	Imobilization and Dressing	۴۳۲
۳۰. کاهش شنوایی	**Hearing loss**	۴۳۳
۱. کاهش شنوایی رسانا (انتقالی)	Conductive Hearing loss	۴۳۵
۲. انسداد گوش خارجی	External Ear Obstruction	۴۳۵
۳. آسیب پرده صماخ	Tympanic Membrane Damage	۴۳۶
۴. اختلالات گوش میانی کاهش شنوایی مربوط به عوامل	Middle Ear Disorders	۴۳۷
۵. عصبی حسی	Sensorineural Hearing loss	۴۳۷
۶. ناشنوایی ناشی از صدا	Noise Induced Deafness	۴۳۷
۷. باروتروما(صدمات در اثر فشار) گوش داخلی	Barotrauma Inner-Ear	۴۳۸

۸. بیماری تقلیل ناگهانی فشار	Decompression Sickness	۴۳۸
۹. بازنگری در از دست دادن شنوایی	Overview of Hearing loss	۴۳۹
۳۱. عدم توانایی در جهت یابی	**Disorientation**	۴۴۱
۱. سرگیجه	Vertigo or Dizziness	۴۴۳
۲. عملکرد سیستم دهلیزی (وستیبولار)	Function of the Vestibular System	۴۴۴
۳. سیستم سه لوله ارتباط دهنده داخلی	A system of three interconnecting tubes.	۴۴۴
۴. (کانال های نیم دایره ای)	semi-circular canal$_s$	۴۴۵
۵. علل سرگیجه	Causes of Vertigo	۴۴۵
۶. تحریک نابرابر سیستم دهلیزی	Unequal Vestibular Stimulation	۴۴۶
۷. پاسخ وستیبولار به عدم تعادل	Unequal Vestibular Response	۴۴۷
۸. علل دیگر سرگیجه	Other Causes of Vertigo	۴۴۷
۸. پیشگیری	Prevention	۴۴۸
۹. نتیجه گیری	Conclusions	۴۴۹
۳۲. بیماری‌های متفرقه	**Miscellaneous Disorders**	۴۵۱
۱. ادم ریوی،	Pulmonary Oedema	۴۵۲
۲. لنزهای تماسی	Contact Lenses	۴۵۲
۳. گرفتگی‌های عضلانی	Muscular Cramps	۴۵۳
۴. مشکلات گوش	Ear Problems	۴۵۳
۵. موم گوش	Wax (Cerumen)	۴۵۳
۶. سردرد	Headache	۴۵۳
۷. آفتاب سوختگی	Sunburn	۴۵۶
۸. دریا زدگی	Seasickness	۴۵۷
۹. آرتروز مفصل فکی	Temporo-Mandibular Arthritis	۴۵۸
۱۰. انفجار	EXPLOSIONS	۴۵۸
۳۳. بیهوشی در غواصان	**Unconsciousness in Divers**	۴۶۱
۱. علل از دست دادنِ هوشیاری	Causes of loss of Consciousness	۴۶۳
۲. هیپوکسی	Hypoxia	۴۶۴
۳. هیپوکسی در حین غواصی حبس نفس	Hypoxia During Breath Hold Diving	۴۶۵
۴. هیپوکسی صعود	Hypoxia of ascent	۴۶۵

۵. نزدیک غرق شدن	Near Drowing	۴۶۵
۶. سرما یا هیپوترمی	Cold or Hypothermia	۴۶۵
۷. صدمات حیوانات دریایی	Marine Animal Injuries	۴۶۶
۸. بیماری تقلیل ناگهانی فشار	Decompression Sickness	۴۶۶
۹. آمبولی هوا به دلیل باروترومای ریوی در حین صعود	Air Embolism Pulmonary Barotrauma of Ascent	۴۶۶
۱۰. مسمومیت با مونواکسیدکربن	Carbon Monoxide Toxicity	۴۶۷
۱۱. سمیت اکسیژن	Oxygen Toxicity	۴۶۷
۱۲. شرایط عمومی پزشکی	General Medical Conditions	۴۶۷
۱۳. درمان نجات و کمک های اولیه	Rescue And First Aid Treatment	۴۶۸
۳۴. چرا غواصان می‌میرند	**Why Divers Die**	۴۶۹
۱. مقدمه	Introduction	۴۷۱
۲. شواهد آماری	Statistical Evidence	۴۷۱
۳. باز نگری	Overview	۴۷۲
۴. عوامل دخیل	Contributing Factors	۴۷۳
۵. تکنیکهای غواصی	Diving Techniques	۴۷۴
۶. تغذیه نامناسب هوا	Inadequate Air Supply	۴۷۴
۷. شناوری	Buoyancy	۴۷۵
۸. فرار از وزن	Ditching of Weights	۴۷۶
۹. سیستم غواصی گروهی	Buddy Diving System	۴۷۷
۱۰. نجات غواص همراه	Buddy rescue	۴۷۸
۱۱. تنفس غواص همراه (اعضاء گروه غواصی)	Buddy breathing	۴۷۸
۱۲. عوامل انسانی، پزشکی	Human Medical Factors	۴۷۹
۱۳. وحشت	Panic	۴۷۹
۱۴. خستگی	Fatigue	۴۷۹
۱۵. آسپیراسیون آب نمک	Salt Water Aspiration	۴۸۰
۱۶. باروترومای صدمات در اثر فشار ریوی	Pulmonary Barotrauma	۴۸۰
۱۷. سندرم مرگ ناگهانی قلبی	Cardiac Sudden Death Syndrome	۴۸۰
۱۸. تنگی نفس (آسم)	Asthma	۴۸۱
۱۹. استفراغ	Vomiting	۴۸۲

۲۰. خواب نیتروژن	Nitrogen Narcosis	۴۸۲
۲۱. بیماری های تنفسی	Respiratory Disease	۴۸۲
۲۲. مواد مخدر	Drugs	۴۸۲
۲۳. بیماری تقلیل ناگهانی فشار	Decompression Sickness	۴۸۲
۲۴. مشکلات وسایل و تجهیزات	Equipment Problems	۴۸۳
۲۵. تنظیم کننده	Regulator	۴۸۳
۲۶. باله پا	Fins	۴۸۳
۲۷. جبران کنندهٔ شناوری (متعادل کننده شناوری)	Buoyancy Compensator	۴۸۳
۲۸. سیلندر اسکوبا	Scuba Cylinder	۴۸۴
۲۹. سایر مشکلاتِ تجهیزات غواصی	Other Equipment Problems	۴۸۴
۳۰. مشکلات محیط زیست	Environmental Problems	۴۸۴
۳۱. مرگ در نزدیکی سطح	Deaths near the Surface	۴۸۴
۳۲. آب متلاطم (سفید)	Turbulent (White) Water	۴۸۴
۳۳. عمق	Depth	۴۸۵
۳۴. سایر مشکلات زیست محیطی	Other Environmental Problems	۴۸۵
۳۵. مرگ غواصان حرفه ای	Deaths in Professional Divers	۴۸۵
۳۶. عوامل مهم در مرگ ومیر غواصی تفریحی	recreational diving fatalities	۴۸۷
۳۷. پیشگیری	Prevention	۴۸۷
۳۵. فوریتهای پزشکی غواصی	Diving Emergeney Response	۴۸۹
۱. بیماری های غواصی بدون نیاز به کپسول هیپرباریک	Non-Recom pression Diving Disease	۴۹۱
۲. کمبود اکسیژن	Hypoxia /Anoxia	۴۹۲
۳. علل هیپوکسی	Etiology	۴۹۲
۴. علائم و نشانه ها	Sign and Symptoms	۴۹۲
۵. درمان هیپوکسی	treatment	۴۹۴
۶. مسمومیت با اکسیژن	Oxygen Toxicity	۴۹۵
۷. علائم مسمومیت با اکسیژن	Signs and Symptoms	۴۹۵
۸. پیشگیری	Prevention	۴۹۶
۹. مسمومیت ریوی بااکسیژن	Oxygen Pulmonary Toxicity	
۱۰. مسمومیت مغزی با اکسیژن	Brain Oxygen Toxicity	۴۹۷

۱۱. علائم و نشانه ها	Signs and Symptomps	۴۹۷
۱۲. پیشگیری	Prevention	۴۹۸
۱۳. درمان	Treatment	۴۹۹
۱۴. مسمومیت با دی اکسید کربن	Co_2 Toxicity	۵۰۰
۱۵. علل اتیولوژی	Etiology	۵۰۰
۱۶. علام و نشانه ها	Sign and Symptoms	۵۰۰
۱۷. درمان	Treatment	۵۰۱
۱۸ .کمبود دی اکسید کربن (هیپوکاپنی)	Hypocapnia	۵۰۱
۱۹. علل	Etiology	۵۰۱
۲۰. علائم و نشانه ها	Sign and Symptoms	۵۰۲
۲۱. درمان	Treatment	۵۰۲
۲۲. تخدیر ازت	Nitrogen Narcosis	۵۰۲
۲۳. علائم و نشانه ها	Sign and Symptoms	۵۰۳
۲۴. پیشگیری	Prevention	۵۰۴
۲۵. درمان	Treatment	۵۰۴
۲۶. کوکتل سودولایم	Koctel Sod lime	۵۰۴
۲۷. پیشگیری	Prevention	۵۰۵
۲۸. درمان	Treatment	۵۰۵
۲۹. بارورتروماهای ناشی از فشار (فشردگی)	Compression Barotrauma	۵۰۵
۳۰. درمان	Treatment	۵۰۶
۳۶- بازنگری احیاء	Resucitation Overweiv	۵۱۱
۱- تاکید مداوم بر کیفیت	Intensive Continiovs Quality	۵۱۳
۲- تغییر A-B-C به C-A-B	Change A-B-C To C-A-B	۵۱۳
۳- دلایل بالینی	Clinical Reseons	۵۱۴
۴- مراقبت های ICU	Icu Care	۵۱۷
۵- دستگاه گردش خون	Circulation	۵۱۸
۶- دستگاه عصبی	Centeral Nervous System	۵۱۸
۷- عوارض نامعلوم	Micellanous Factors	۵۱۹
۸- راهکارهای جلوگیری از غرق شدگی	Drowning Prevention	۵۱۹

۹. عوارض و سوانح غواصی که احتیاج به کپسول هایپرباریک برای درمان دارند	Recompression Related Diving Disorder	۵۲۰
۱۰. مقدمه	Introduction	۵۲۱
۱۱. اساس فیزیولوژیک	“Physiological Base”	۵۲۱
۱۲. روش تجویز	“Method of Administration”	۵۲۳
۱۳. روشهای درمانی	HBOTTherapeutic Modes	۵۲۳
۴۱. بیماری تقلیل فشار غواصان	Diver decompression Disease	۵۲۳
۱۵. درمان قدم اول	First-line Treatment HBOT	۵۲۳
۱۶. آمبولی گاز سرخرگی	AGE	۵۲۴
۱۷. بیماریهای فرورفتن	Descend Disease	۵۲۵
۱۸.بیماری تقلیل فشار نوع یک	DCS-Type I	۵۲۶
۴۱. بیماری تقلیل فشار نوع دوم بیماری تقلیل ناگهانی فشار	DCS-Type II	۵۲۶
۴۲. اثرات دیرهنگام و طویل مدت بیماری تقلیل ناگهانی فشار:		۵۲۷
۴۳. سندرم عصبی تحت فشار بالا(HPNS)	High Pressure Nervous Syndrane	۵۲۸
۳۷. سندرم مرگ ناگهانی	**Sudden CardiacDeath**	۵۳۱
۱. آریتمی قلبی	Cardiac Arrhythmias	۵۳۳
۲. پاتولوژی	PATHOLOGY	۵۳۳
۳. بیماری عروق کرونر قلب	Coronary Artery Disease	۵۳۳
۴. بیماری عضله قلب	Heart Muscle Disease	۵۳۴
۵. تمرین	Exercise	۵۳۴
۶. عوامل روانی و شخصیت	Psychological and Personality Factors	۵۳۵
۷. سرما	Cold	۵۳۵
۸. رفلکسهای غواصی	Reflexes Associated with Diving	۵۳۶
۹. سندرم سینوس کاروتید	Carotid Sinus Syndrome	۵۳۷
۱۰. قرار گرفتن در معرض فشار بالا	Hyperbaric Exposure	۵۳۸
۱۱. غوص در آب	Immersion	۵۳۸
۱۲. آسپیراسیون	Aspiration	۵۳۸
۱۳. اثرات مواد مخدر	Drug Effects	۵۳۸
۱۴. بیماری عروق کرونر یا CAD	Coronary artery disease or CAD	۵۳۸
۱۵. میوکاردیت	Myocarditis	۵۳۹

۱۶. پیشگیری	Prevention	۵۳۹
۳۸. اختلالات روانی	**Psychological Disorders**	۵۴۱
۱. ویژگیهای روانی غواصانِ موفق	Psychological Traits of Successful Divers	۵۴۳
۲. حالت های اضطراب	Anxiety States	۵۴۳
۳. وحشت	Panic	۵۴۴
۴. اختلالات روانی ناشی از علل پزشکی	Psychological Disturbances due to Medical Causes	۵۴۴
۵. جنون	Dementia	۵۴۵
۳۹. مواد مخدر و غواصی	**Drugs and Diving**	۵۴۵
۱. دارودرمانی	Treatment Drugs	۵۵۷
۲. داروهای قلبی و فشارخون	Cardiac and Blood Pressure Medications	۵۵۹
۳. داروهای روانگردان	Psychotropic Drugs	۵۶۰
۴. آنتی هیستامین ها	Antihistamines	۵۶۱
۵. آنتی بیوتیک ها	Antibiotics	۵۶۲
۶. داروهای ضد درد	Analgesics	۵۶۳
۷. انسولین و داروهای ضد دیابت	Insulin and Anti–diabetic Agents	۵۶۳
۸. گشاد کننده های راه های هوایی	Bronchodilators	۵۶۳
۹. داروهای ضدبارداری بصورت کاشتی	Implanted Drug Delivery Systems	۵۶۴
۱۰. داروهای پیشگیری کننده	Prophylactic Drugs	۵۶۴
۱۱. استاتین ها	Statins	۵۶۵
۱۲. قرص های ضد بارداری–	"Oral Contraceptives — the “Pill	۵۶۵
۱۳. داروهای ضد دریازدگی	Anti–Sea Sickness Drugs	۵۶۵
۱۴. داروهای ضد مالاریا	Antimalarial Drugs	۵۶۵
۱۵. الکل	Alcohol	۵۶۶
۱۶. دخانیات	Tobacco	۵۶۶
۱۷. ماری جوانا– حشیش	"Marijuana — Cannabis or “pot	۵۶۷
۱۸. کوکائین ("Coke") و سایر محرکها	Cocaine (“coke”) and Other Stimulants	۵۶۷
۱۹. کافئین	Caffeine	۵۶۷
۲۰. مخدرها، مسکن ها	Narcotics	۵۶۷
۲۱. مشکلات مربوط به سینوس و گوش	Sinus and Ear Problems	۵۶۸

۲۲. داروهای مورد استفاده در بیماری تقلیل ناگهانی فشار	Medication for use in Decompression Sickness	۵۶۹
۴۰. معاینات پزشکی برای غواصان	**Medical Examinations for Divers**	۵۷۱
۱. معاینات پزشکی غواصان سال ۲۰۰۸ (AM۱)	Medical Fxamination for Divers 2008 (AM_1)	۵۷۲
۲. معاینات اولیه	Initial P/E	۵۷۴
۳. گواهی سلامت پزشکی	Approved Medical Examiner of Divers(AMED)	۵۷۵
۴. ملاحظات کلی در معاینات پزشکی غواصان	General Aspect of Medical Examinations of Divers	۵۷۵
۵. غواص از کارفتاده	Disable Divers	۵۷۶
۶. روانشناسی	Psychology	۵۷۷
۷. سن	Age	۵۷۷
۸. حرفه	Occupation	۵۷۷
۹. تجویز دارو	Medication	۵۷۸
۱۰. قلب	Heart	۵۷۸
۱۱. چاقی	Obesity	۵۷۸
۱۲. ریه	Lungs	۵۷۸
۱۳. گوش، بینی و گلو	Ear, Nose and Teroat	۵۷۹
۱۴. چشم	Eyes	۵۷۹
۱۵. مغز	Brain	۵۸۰
۱۶. شرایط عمومی	General Conditions	۵۸۰
۱۷. صلاحیت فیزیکی (آمادگی جسمانی)	Physical Fitness	۵۸۰
۱۸. فُرمِ معاینات پزشکی	Medical Examination Format	۵۸۳
۴۱. کیت کمک‌های اولیه	**First – AID KIT**	۵۸۵
۱. موضوعات مربوط به کمکهای اولیه	First-AID Materials	۵۸۶
۲. وسایل و تجهیزات احیا	Resuscitation Equipments	۵۸۶
۳. تجویز دارو برای مشکلات غواصی	Medications for Diving Problems	۵۸۷
۴. داروهای عمومی	General Medications	۵۸۷
۵. آموزش	Training	۵۸۷
۶. اطلاعات پزشکی	Nedical Information	۵۸۷
۷. تصادف غواصی	Diving Accident	۵۸۷
۸. (چک لیست)	Chek list	۵۸۷

۴۲. تکنیک‌های اکسیژن درمانی	**Oxygen Therapy Techniques**	۵۹۱
۱. وسایل و تجهیزات اکسیژن تنفسی	Oxygen Breathing Equipments	۵۹۲
۲. سیستم های جریان ثابت	Constant Flow Systems	۵۹۳
۳. سیستم های غلظت بالای اکسیژن	High Concentration Oxygen systems	۵۹۳
۴. دریچه های تغذیه	Demand Valves	۵۹۴
۵. سیستم تنفس دوباره	Rebreathing System	۵۹۴
۶. متمرکزکنندهٔ اکسیژن PSA	PSA Oxygen Concentrator	۵۹۴
۷. کیسه، شیرتغذیه، ماسک دستگاه تنفس مصنوعی	Bag–Valve–Mask Respirator	۵۹۵
۸. سیستم های مختلف	Multiple Systems	۵۹۶
۹. اطلاعات عمومی	General Information	۵۹۶
۱۰. مسمومیت با اکسیژن	Oxygen Toxicity	۵۹۶
۱۱. موارد غیرمجاز اکسیژن درمانی	Contraindications to O۲ Therapy	۵۹۶
۱۲. اثرهای تجویز اکسیژن	Practicalities of O۲ Administration	۵۹۸
۱۳. پیشرفتهای اخیر دردرمان بااکسیژن در فشارمحیطی بالا	Recent Advances in HBOT	۵۹۸
۱۴. مقدمه	Introduction	۵۹۸
۱۵. روش تجویز	“Method of Administration”	۶۰۱
۱۶. روشهای درمانی HBOT	HBOT Therapeutic Modes	۶۰۲
۱۷. مسمومیت حاد با سیانیدها	Cyanide Toxicity	۶۱۱
۱۸. زخمهای تروماتیک	Traumatic Wound	۶۱۱
۱۹. عفونتهای کلاستریدیا در زخمها ی دیابتی	Clostridia Diabetic Infection	۶۱۱
۲۰. عفونتهای نکروز شونده بافتهای نرم	Soft Tissue Necrosis	۶۱۱
۲۱. نکروز استخوان فک	Mandibular Bone Necrosis	۶۱۱
۲۲. التهاب مثانه در اثر اشعه درمانی	Radiotherapy Induce Cystitis	۶۱۱
۲۳. التهاب روده در اثر اشعه درمانی	Radiotherapy Induce IBD	۶۱۱
۲۴. زخمهای دیابتی با طبقه بندی واگنر درجه سه به بالا	Wagner G۳ Diabetic Wound	۶۱۱
۲۵. اثرات سمی /عوارض	Side-Effect & Toxicity	۶۱۵
۲۶. موارد منع مصرف مطلق در HBOT	Absolute Contraindication of HBOT	۶۱۵
۲۷. موارد منع نسبی برای HBOT	Relative Contraindication of HBIT	۶۱۶
۲۸. مکانیزم اثر درمانی HBOT	HBOT Mechanismof Treatment	۶۱۹

۲۹. تاثیر HBOT بر بهبود زخم	HBOT Effects on Wound Healing	۶۱۹
۳۰. زخمهای عفونی	“Infected Wound”	۶۲۰
۳۱. زخمهای ترومایی	“Trauma Wound”	۶۲۲
۳۲. سندرم کامپارتمان	“Compartment Syndrome”	۶۲۳
۳۳. گرافت و فلاپ پوستی	“Skin Grafts and Flaps”	۶۲۳
۳۴. سوختگیهای حرارتی	Thermal Burn	۶۲۴
۳۵. مصرف HBOT در سرطان ها	HBOT in Cancers	۶۲۵
۳۶.HBOT در ناشنوایی ناگهانی	Sudden Hearing Loss	۶۲۷
۳۷.HBOT در کم خونی	HBOT in Anemia	۶۲۸
۳۸. نتایج بالینی و حدود تحقیقات	Clinical Trials & Research Area	۶۲۹

پیش گفتار مولف

قریب سه چهارم مساحت سیاره نیلگون زمین را آب فراگرفته است. اقیانوس ها، منشاء و تداوم بخش حیات تمام گونه ها هستند و حتی جانوران و گیاهان آبزی بسیار متنوع تر از اکوسیستم های خاکی دارند که شناخت دقیق آنها می تواند کمک شایانی در حوزه تامین غذا و دارویی و.... داشته باشد.

انسان در طول تاریخ، به اقیانوسها به عنوان یک منبع لایظال غذا و ارزان ترین روش حمل و نقل نگاه کرده که این موضوع، اکوسیستم های آبی را مورد تغییرات تدریجی و عمیقی قرار داده است.

با گرم شدن کره زمین، اولین نشانه های خطر را میتوان در اکوسیستمهای میکروسکوپی و ماکروسکوپی مشاهده کرد، و همین مهم نظر بشریت را به جهان آبی، که از آن تغذیه می کند جلب کرده است.

با شروع بحران انرژی در دنیا و محدود بودن منابع فسیلی در مناطق خشک کره زمین، بیشتر کشورهای پیشرفته جهان از جمله ایران مجبور به اکتشاف، استخراج و بهره برداری از منابع فسیلی در آب های مرزی و فرامرزی خود شده اند. طبیعی است که قسمتی از این فعالیت ها باید از طریق علم غواصی انجام گیرد. بخصوص که برخی از این فعالیت ها باید با قضاوت انسانی باشد که تنها از عهده یک دستگاه روباتیک(Rov) بر نمی آید

طبیعی است که غواصی صنعتی- علمی از جمله علومی است که در حوزه انرژی در جهان دسترسی اطلاعاتی محدودی دارد و کلیه کشورها با تحقیقات وسیع روی بیماریهای غواصی صنعتی تمرکز کرده و حاصل این تحقیقات منشاء بوجود آمدن علم طب هیپروباریک شد.

در ده سال گذشته با تکامل علم طب هیپر باریک (فشار بیش از یک اتمسفر) و کمک صنعت فرا پیشرفت قرن ۲۱، پیشرفت های شگرفی در حوزه طب هایپرباریک و طب غواصی رخ داده است که منشاء اغلب تحقیقات نظامی است لذا در صنعت غواصی اغلب کشور های دنیا تمایلی به انتقال اطلاعات و تجهیزات پیشرفته به کشور های دیگر بخصوص کشور های حوزه خلیج فارس را ندارند. ایران اسلامی، در شمال و جنوب دارای دریا است و منابع فسیلی عظیم و بی نظیر در آنها وجود دارد که باید مورد اکتشاف، استخراج و بهره برداری قرار گیرد.

لذا صنعت غواصی با توجه به موقعیت جغرافیایی ایران باید از پیشرفته ترین تجهیزات و کارآمدترین پرسنل عملیاتی، ناظرین HSE و پزشکان متخصص هایپرباریک برخوردار باشد تا بتواند از منابع ملی کشور عزیزمان بیشترین و بهترین بهره برداری کند.

با توجه به کمبود کتابی در این حوزه به صورت جامع که در بر گیرنده کلیه موضوعات در غواصی علمی, قوانین پروژه های غواصی و طب هیپرباریک باشد وجود نداشت. این حقیر برآن شدم تا کتابی در خصوص طب غواصی و مبانی طب هیپرباریک را جمع آوری و تدوین کنم.

امید است این کتاب به عنوان قدم اول از طرف اساتید و پیشکسوتان غواصی ایران و پزشکان محترم تلقی گردد تابا انجام تحقیقات علمی در این حوزه بتوانیم به بالاترین جایگاه علمی جهان در این علم و مصارف طب هیپرباریک در دنیا برسیم و در این راه امیدوارم مرا از انتقادات و اصلاحات سازنده خود بی نصیب نگذارید انشاالله

ومن الله التوفیق

دکتر علی تارات

مقدمه :

بدن انسان در شرایط فشار یک اتمسفر خلق شده است و هرگونه تغییردر فشار محیطی به نوعی یک پدیده غیر فیزیولوژیک و در شرایط شدیدتر پاتولوژیک تلقی میگردد.

در کوهنوردان حرفه ایی و یا در پرسنل حوزه هوا و فضا نیز شرایط کم شدن فشار محیطی و گرانش، موجب صدماتی می توانند باشند .

در کارگران تونل و غواصان، مسئله افزایش فشار محیطی می تواند به دلایل مختلف، متابولیسم سلولی را تغییر دهد . افزایش نیتروژن درون سلولی و افزایش فشار که می تواند بر کلیه فعالیتهای آنزیمی سلولی تغییر ایجاد کند مسئله ای است که در حوزه طب هایپرباریک به آن پرداخته میشود .

اگر چه افزایش اکسیژن رسانی بافتی به طرق گوناگون در شرایط هیپرباریک رخ میدهد ولی بسیاری از جنبه های ریزسلولی این مبحث در پس پرده ایی از ابهام است که تحقیقات خاص خود را طلب میکند .

در حال حاضر طب اکسیژن درمانی با فشار بالا HBOT (Hyperbaric Oxygen Therapy) تا سال ۲۰۱۳ از طرف FDA برای ۱۴ بیماری متفاوت، تاییدیه درمان گرفته است . با تغییر تکنولوژی، انتظار داریم که کپسولهای هایپرباریک ایمن ،سبک و ارزان بزودی در اختیار اکثر مناطق دنیا و بخصوص کشورهای درحال توسعه مانند ایران قرار گیرد ومصرف روزافرونی پیدا کند .

امید است دردهه آینده، طب HBOT با کمک صنعت نانو، به کپسولهای نسل جدید مجهز گردد تا امکان تحقیقات گسترده جهانی را فراهم کند.

هم اکنون در اکثر کشورهای پیشرفته، بخش HBOT در اکثر بیمارستانهای اورژانس جهان بطور ثابت یا متحرک (زمینی – دریایی – هوایی) وجود دارد و مصارف گسترده ایی در بیماریهای اورژانس ایفا میکند.

طبیعی است هر بیماری با علت هیپوکسی، کاندید مناسبی برای درمان با HBOT باشد و جدیداً تحقیقات گسترده ایی در حوزه ایسکمی قلبی و ایسکمی مغزی، در حوزه HBOT انجام شده است .

اینجانب با داشتن سابقه هفت سال مطا لعه در حوزه غواصی و طب آن و گذراندن دورهای درون و برون مرزی غواصی و دوره AMED در مرکز HBOT در دانشگاه ملی سنگاپور بخش SHUMCEو عضو رسمی SPUMS پزشکان زیر آب اقیانوسیه جنوبی و عضو کوچکی از انجمن صنفی غواصان ایران، امیدوارم بتوانم درجمع آوری اطلاعات مورد نیاز دراین حوزه، بصورت کتاب، کمک کوچکی در پیش برد علم اکسیژن درمانی در فشار بالا واستفاده هم زمان از انواع خون مصنوعی برای درمان بیماریهای حاد ایسکمیک انجام دهم .

در آخر خواهشمندم کلیه اساتید وصاحبان نظر مرا از انتقادهای سازنده خود بی نصیب نگذارند .

فصل یک

تاریخچه غواصی

Diving History

از آنجایی که بشر در کنار دریا سکونت داشته، قطعاً شنا و غواصی با روش حبس نفس، به گذشته بسیار دور برمی‌گردد. قدیمی‌ترین اسناد تاریخی موجود مربوط به قرن پنجم قبل از میلاد مسیح است. زمانی که سردار یونانی Scyllus و دخترش Cyame در یک جنگ، به کمک غواصان، لنگر کشتی[۱] را که در طوفان گیر کرده‌بود، آزاد کردند. مدارکی موجود است که در سال ۳۳۲ پیش از میلاد، غواصان سپاه Tyre طناب‌های لنگر کشتی‌های اسکندر مقدونی را بریدند. از قرن ۱۹، غواصی یک تخصص نظامی و صنعتی به شمار می‌رود که در بسیاری از موارد، دور از چشم ناظران و اجرای مقررات مکتوب انجام گرفته است.

پروژه‌های غواصی بصورت سنتی، دریافتن مروارید محرمانه تلقی می‌شد، ولی امروزه در اکتشاف‌های باستان‌شناسی، نفتی یا معدنی در مناطق دور از ساحل (Off Shore) و حتی در تحقیقات اکولوژیک، آبزیان دریایی، شناورسازی کشتی‌ها، زیردریایی‌ها و هواپیماهای نظامی یک امر ضروری و کاملاً وابسته به تکنولوژی است. لذا غواصی در دو جنبه تجهیزات مدرن و طب غواصی گسترش علمی وسیعی پیدا کرده است که در این کتاب سعی داریم بطور خلاصه به تمام جنبه‌های این علم بپردازیم.

مورخان قادر به شناسایی اولین غواصان نمی‌باشند. شاید تکنیک‌هایی که آنها بکار برده‌اند مشابه با تکنیک‌های غواصان بومی مروارید و اسفنج باشد. آنها ممکن است از کمربند وزنی استفاده کرده باشند تا از نزول سریع اطمینان حاصل کنند اما بعید است که آنها بتوانند در عمق بیش از ۳۰ متر غواصی کنند و یا بیش از ۲ دقیقه زیر آب بمانند. پس از آن، غواصی به جهت مقاصد نظامی (مانند از بین بردن کابل‌های لنگر کشتی‌ها، پیشرفت سریع دفاع و غیره) و برای کار امداد و نجات بکار گرفته شده است. در جنگ‌های نیروی دریایی بین ۱۸۰۰ سال قبل از میلاد و ۴۰۰ سال بعد از میلاد، غواصان بخش بزرگی را تشکیل دادند. گفته شده است که اسکندر کبیر با استفاده از

---

۱ Xerxes

زنگ غواصی[1] عملیات نظامی خود را انجام می داد. (حدود ۳۳۰ قبل از میلاد) اما جزئیات کمی درباره آن وجود دارد و برخی از داستان‌ها خیالی هستند.

این صنعت از طریق غواصی در قرن ۱۹ و ۲۰ تکامل یافته است و شامل امداد و نجات ,غواصی صدف، گسترش اکتشاف، غواصی عمیق، سکوهای نفتی در سواحل دور، آبزیان، اکولوژی می‌باشد و برای شما از همه مهمتر غواصی تفریحی است.

تاریخچه غواصی در دو جهت تکامل یافته است:

اول، توسعه تجهیزات غواصی که در این فصل شرح داده شده است.

دوم، شناخت فیزیولوژی غواصی و طب غواصی که در بقیه این متن شرح داده شده است.

شکل ۱,۱

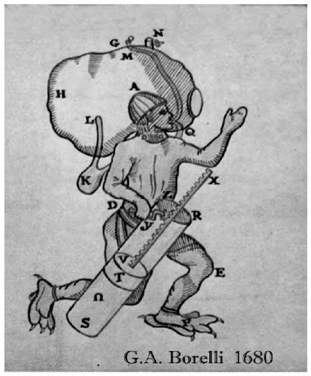
لوله تنفس Snorkeling

مورخ رومی به نام Pliny کاربرد اولیه سطح عرضه تنفس هوا توسط غواصان را در AD۷۷ ثبت کرده است، هنگامی که لوله تنفس غواص به سطح متصل می‌شود. این مطلب احتمالاً نشان دهنده تولید اولیه «لوله مخصوص تنفس در زیر آب (Usnorkeling) است. در عمق بسیار کم از این لوله تنفسی استفاده شده بود، چرا که عضلات تنفسی انسان نمی‌تواند هوا را دور از سطح – حداکثر نیم متر بیرون کشد. به علت حجم بیش از حد لوله تنفس، عمق غواصی نیز محدود می‌شود. لئوناردو داوینچی طرح‌های متعددی را برای وسایل غواصی و زیردریایی‌ها آماده کرد. بسیاری از نمودارهای hood غواصان را می‌توان در متون دیگر تاریخی از سال ۱۵۰۰ میلادی به بعد کشف کرد، اما بسیاری از این تجهیزات را نمی‌توان در عمق بیشتر از چند پا به کار برد. با این حال آنها به میل خود سوگند یاد می‌کنند که در زیر آب به مدت طولانی باقی بمانند.

در سال ۱۶۸۰ Borelli ایتالیایی مجموعه تجهیزات غواصی را ارائه داد، او ادعا کرد که این وسیله یک دستگاه همراه Self-Contained غواصی است. هرچند آن ایده غیرعملی بود اما یک پدیده انقلابی را در آن زمان به وجود آورد. علی‌رغم اینکه بسیاری از تجهیزات غواصی ابتدایی بود و به ندرت به قدر کافی عمل می‌کرد، زنگ غواصی با موفقیت از قرن ۱۷ به بعد مورد استفاده قرار گرفت.

---

۱ (Bell diving)

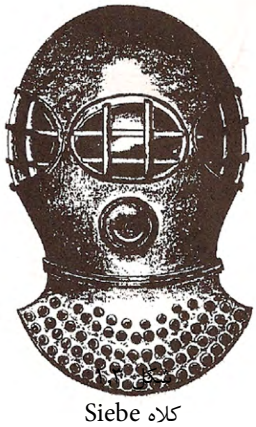


شکل ۱,۲

غواصی با کلاه (شبیه یک سطل رو به بالاست که سر غواص را محصور می‌کند) تدریجاً یک روش پذیرفته شده‌ای است. کلاه دارای هوایی است که پایین‌تر از سطح، تلمبه می‌شود در نتیجه با پیشرفت پمپ‌های کار آمد هوا در حوالی سال ۱۸۰۰ میلادی پیشرفته تر شدند. عمل دم توسط غواص انجام می‌شود تا فشار هوا پایین آید. پیشرفت این تجهیزات باعث می‌شود که غواصی در مدت طولانی و در اعماق آب میسر، شده به این ترتیب بسیاری از مشکلات فیزیولوژیکی ناشی از محیط زیست زیر دریا برطرف شود.

کلاه Siebe

در آگوست سال ۱۸۳۷ فردی بنامAugustus Seibe اولین لباس غواصی را طراحی کرد که در واقع یک کلاه غواصیHelmet بود که از طریق یک لوله و کمپرسور هوا از سطح تغذیه می‌شد و لباس غواص نیز دارای هوا بود. کلاه با یک پیچ محکم و سفت و پر از هوا به یک لباس مناسب و انعطاف‌پذیر بسته می‌شود و آن شیر غواص را محصور ساخته و کاملاً از هوا پر می‌شود.



کلاه Siebe

غواصی اسکوبا SCUBA (Self-Container Under Water Breathing Apparatus)

در سال ۱۸۶۳ مردان فرانسوی Rouguayrol، Denayrouze، اولین رگلاتور تنفسی[۱] را که شامل کپسول‌های هوایی فشرده بود، طراحی کردند. با فقدان کمپرسورها و مخازن هوای خیلی قوی، پیشرفت منابع هوایی خود به خود (Self-Contained) کند می‌شود. از آن موقع به این شیوه غواصی(**SCUBA**) گفته شد.

در سال۱۹۴۳ Coustean و Gagnan اولین تجهیزات پیشرفته هوایی را که یک Demand-Regulator بود را به کپسول هوای فشرده نصب کردند و پایه‌گذار تجهیزات پیشرفته در غواصیSCUBA شدند. این تجهیزات در سال ۱۹۵۰ در استرالیا با نام تجاری Propoise به تولید انبوه تجاری رسید.

مدار بسته غواصی **Closed Circuit Rebreathing** Diving

قبل از آن در سال ۱۹۴۱ یک ایتالیایی بنامGilbralter غواصی نوع تنفس مجدد در مدار بسته[۲] را طراحی کرده بود که با مقاصد نظامی در نیروی دریایی مورد استفاده قرار می‌گرفت.

این روش در سال۱۹۷۳ توسط فردی به نام H. A Fleuss با استفاده از مکانیزم گردش بسته هوا[۳] که بوسیله سود سوزآور (Caustic potash) باعث جذبCo۲ (دی اکسید کربن) از هوای بازدمی می‌گردد، تکمیل شد.

در این روشClosed Scuba که اغلب مصارف نظامی دارد هیچ حباب هوایی به سطح نمی‌آید و هوای بازدمی، دوباره تنفس[۴] می‌شود.

شکل ۱,۴
لباس غواصی سال ۱۸۶۳ Rouguayrol، Denayrouze

۱ Self-Container
۲ Closed Circuit Rebreathing
۳ Closed-Circuit
۴ Rebreathing Mode

غواصان در اواخر دهه ۱۸۰۰ قادر بودند تا به عمق بیش از ۵۰ متر برسند اما اثرات بیماری Decompression (یا Bend) نگرانی‌های فراوانی را به وجود آورد و صدمات زیادی به غواصان وارد کرد.

Paul Bend، دانشمند فرانسوی اولین کسی بود که بیماریهای ناشی از تشکیل حباب‌های نیتروژن در بدن را شرح داد و ایده صعود آهسته به سطح را ارائه داد. این ایده تا اوایل قرن بیستم وجود نداشت تا اینکه دکتر J. S. Haldane جداول ریاضی Decompression را به‌طور رضایت بخشی ارائه داد تا به مشکل فیزیولوژیکی غواصی عمیق غلبه کند. اولین جداول موفق بر این فرضیه استوار بود که بیماری Decompression می‌تواند با کاهش کم فشار ۲:۱ بین ایستگاه‌ها متوقف شود.

این جداول بازتاب یک مدل ریاضی از عملکرد گازهای بی‌اثر در بدن بود تا پیشروی جداول موجود Decompression باشد. بعدها مشاهدات نشان داد که این جداول به طور نادرست در بسیاری از موارد به کار برده شده اما جداول اولیه و نسخه‌های بعدی اصلاح شد و از پیشرفت حوادث بسیاری از غواصان جلوگیری کرد. غواصی پژوهش این قرن است و به بهبود تجهیزات غواص منجر می‌شود و از سال ۱۹۴۰ استفاده از این تجهیزات تا حد زیادی پیشرفت کرده است.

این طرح توسط Cousteau و Gagnan در سال ۱۹۴۳ ارائه و قوانین هوای مناسب غواصی تدوین شد و از سیلندرهای فرسوده هوای فشرده در گذشته به Scuba مدرن امروزی تبدیل شد.

تجهیزات Scuba امروزه با رگلاتور فشار بالا در سیلندر و یک شیلنگ تکی در سوپاپ دهانی بکار برده می‌شود، تجهیزات Scuba در استرالیا اختراع شد و توسط یک مهندس به نام Ted Eldred در اویل ۱۹۵۰ تحت علامت تجاری Porpoise به بازار عرضه شد.

دستگاه مداربسته[۱] که مورد استفاده قرار گرفت یعنی دستگاه حاوی مخلوط اکسیژن یا اکسیژن – نیتروژن، هستند. از زمانی که دستگاه‌های اولیه توسط غواصان نیروی دریایی ایتالیا در حملاتشان به ناوگان کشتیرانی در تنگه جبل‌الطارق در سال ۱۹۴۱ به کار برده شد این تجهیزات به طور قابل ملاحظه‌ای بهبود یافت. با پیدایش غواصی عمیق، انتخاب گاز به یک مشکل عمده‌ای تبدیل شد و به همین دلیل سیستم‌های مدار بسته پیشرفت کردند.

"Jim" one-atmosphere diving suit

۱ Rebreathing system

غواصی در عمق بیش از ۱۰۰ متر نه تنها احتیاج به سیستم های تنفس مجدد در مدار بسته یا نیمه بسته[۱] دارد، بلکه محتاج مخلوط گازهای بی‌اثر دیگر مثل هلیون یا هیدروژن با اکسیژن است. زیرا غلطت نیتروژن خون در این عمق به حالت اشباع در می‌آید و مستی نیتروژن[۲] با درجات خطرناک ظاهر می‌شود. اگرچه این گازها هم مشکلات خاص فیزیولوژیکی را ایجاد می‌کنند ولی تا به حال هیچ مخلوط گازی ایده‌آلی برای غواصی در عمق زیاد و به مدت طولانی کشف نشده است.

در اواخر ۱۸۰۰ میلادی، غواصان به عمق ۵۰ متر رسیدند، ولی مقدار زیادی دچار بیماری تقلیل فشار (DCS) که اصطلاحاًBend نامیده می‌شد، گردیدند.

دانشمند فرانسوی بنام Paul Bend برای اولین بار فرضیه انحلال گاز نیتروژن در خون بیماران Bend را تدوین کرد. در این فرضیه اصول جدول صعودی بر این مبنا بود که نباید نسبت فشار در ایست‌های ایمنی از نسبت ۲:۱ کمتر باشد.

این اصل به عنوان قانون پایه ایجاد جداول برداشت فشار Decompression مورد استفاده قرار گرفت، زیرا نمودار یک مدل ریاضی از رفتار گازهای بی‌اثر (Inert Gas) در بدن است و اگرچه بعداً ثابت شد این الگوی کاملی نیست، ولی تئوری انحلال گاز نیتروژن در بیماران Bend پایه‌ریزی شد.

نیتروژن در عمق به علت اثر مخدّرش، تا حد زیادی با گازهای دیگر مثل هلیوم و هیدوژن جایگزین می شود. استفاده از این گازها بدون عوارض نیست – مثل همه گازها مشکلات فیزیولوژی خاصی را به وجود می‌آورند و هنوز گاز مخلوط ایده‌آل وجود ندارند.

غواصی اشباع (Saturation Diving)

کشف قوانین غواصی اشباع به معنای انحلال اشباع شده گازهای بی‌اثر در خون غواصانی که در عمق صد متر یا بیشتر فعایت می‌کنند یک تحول با ارزشی در این صنعت بود. زیرا در غواصی اشباع محدودیت زمانی فعالیت برداشته شده و نحوه صعود نیز ارتباط چندانی به مدت زمان غواصی نخواهد داشت.

به منظور کاهش خطرات غواصی در عمق زیاد، لباس‌های سبک و مقاومی از آلومینیم طراحی شده که درون آنها در هر عمقی فقط یک اتمسفر فشار وجود دارد و(ADS)[۳] نامیده می‌شوند. در این لباسها، مناطق فلزی و بازوهای مکانیکی به جای دست عمل می‌کنند و از طریق سطح تغذیه می‌شوند. در عین اینکه محدودیت زمانی برای فعالیت ندارند ولی عمق مجاز آنها بستگی به مقاومت آلیاژ لباس دارد و این لباس‌ها در سال‌های اخیر با تکنولوژی نانو پیشرفت‌های قابل توجهی داشته‌اند.

با ظهور غواصی اشباع، ایمنی غواصی و کار در عمق زیاد و غواصی در مدت زمان طولانی کاملاً متحول شده است و این از لحاظ اقتصادی کاری با ارزش است. این سیستم بر این اساس پایه‌ریزی شده که به این موضوع پی ببریم چه مقدار از بدن غواص با گاز بی‌اثر تنفسی، اشباع شده است. البته نباید توجه داشت که غواص چه مدت در این

---

۱ (Semi- circuit Rebreathing Apparatus)

۲ (Nitrigen Narcosis)

۳ One-Atmosphere Diving Suits

عمق قرار گرفته است. از اینرو هر چقدر او در عمق بیشتری قرار گیرد مدت زمان Decompression طولانی‌تر نمی‌شود. در حال حاضر این عملکرد برای بیشتر عملیات‌ها، در مدت زمان طولانی و عمق بیش از ۱۰۰ متر به تصویب رسیده است. برای کاهش خطرات غواصی در عمق آب یک لباس غواصی مناسب (ADS) از آلیاژهای بسیار سبک وزن و محکم برای بازدیدکنندگان به نمایش گذاشته شده است.

این لباس‌ها به بند بند مفاصل ثابت می‌شوند و از اهرم‌های مکانیکی یا پنجه برای "دست" استفاده می‌کنند. حتی برخی از آنها تحرک و نیروی محرکه دارند اما همه به امکانات پشتیبانی "نجات" نیاز دارند. آنها به دستگاه Rebreathing مجهز می‌شوند و اغلب در اعماق ۲۰۰ الی ۳۰۰ متری استفاده می‌شوند. اگرچه تا حدی دستگاه بزرگ می‌باشد و به بالابرنده در سطح نیاز دارد غواصان می‌توانند با آخرین مدل لباس غواصی یک حرکت معقولانه‌ای را در عمق انجام دهند. این لباس‌ها نیز برای کار بازرسی مفید هستند. اگرچه بسیاری از این بازرسی‌ها در حال حاضر توسط وسایل نقلیه کنترل از راه دور (ROV)[۱] و بدون سرنشین با نظارت می پردازد.

شکل ۱,۶ نیروی دریایی سلطنتی استرالیا
صدور ویزای تیم غواصی، سال ۱۹۵۵ با تجهیزات تنفس اکسیژن و پوشیدن لباس مشهور "مرگ سرد و مرطوب"

۱ Remote operating Vehicle

متدهای غواصی **Diving modes**

از انجا یی که محیط اب یک محیط کاملا بی رحم و نامناسب برای کار است و افزایش عمق غواصی باعث افزایش فشار در گازهای خونی میگردد،متدهای غواصی کاملا وابسته به تجهیزات است که عبارتند از:

۱- غواصی حبس نفس **breath-hold diving**

این نوع غواصی اغلب به مدت حداکثر دو دقیقه و تا عمق(sea water foot)۴۵swf انجام میشود که به ۱۲ متر هم میرسد

۲- غواصی اسکوبا **Scuba**

که حد اکثر در عمق ۱۳۰swf نزدیک به ۳۰ متر و اغلب کمتر از ۴۵ دقیقه است

۳- غواصی با تغذیه هوا از سطح **(SSBA surface supply)**[۱]

که حد اکثر در عمق ۱۸۰swf نزدیک به ۵۳ متر و با مدت زمان طولانی تر میتواند انجام شود.
در قوانین غواصی تجاری در امریکا این روش تا عمق ۲۲۰swf مجاز است.

۴- غواصی اکسیژن-هلیوم با تغذیه هوا از سطح **oxygen-helium surface supply Diving**

بدونbell diving حد اکثر تا عمق ۳۰۰swf وبه مدت طولانی قابل انجام است.

۵- عملیات غواصی به منظور بررسیهای اکولوزیک **Echologic(seinetific) Diving**

حداکثر تا عمق ۵۲۰swf قابل اجراست.

۶- عملیات غواصی اشباع **saturated Diving**

غواصی اشباع با تجهیزات خاص حداکثر تا عمق ۵۱۰ swf قابل انجام است.

۷- غواصی با لباس یک اتمسفری **One-ATA suit(ADS)**

زرهی با فشار(one-atmosphere diving)یک اتمسفر میتواند به عمق ۱۴۴۰swf برسد.
زیر دریایی های تحقیقاتی میتوانند تا عمق ۳۵۸۰۰swf هم برسند.اگرچه امروزه تجهیزات و تکنولوژی زیر دریایی های تحقیقاتی بسیارپیشرفته تری ابداع شده اند وتا عمق ۱۱ کیلومتری اب رسیده اند.

۱ Surface supply Breathing Aparatous

فصل دو

اصول فیزیک سیالات در غواصی

Hydrostatic principle in Diving Physics

برای درک مشکلات جسمانی و فیزیولوژیکی و مقابله غواص با آن، یادآوری تعدادی از قوانین اصلی فیزیکی در طبیعت مفید خواهد بود.

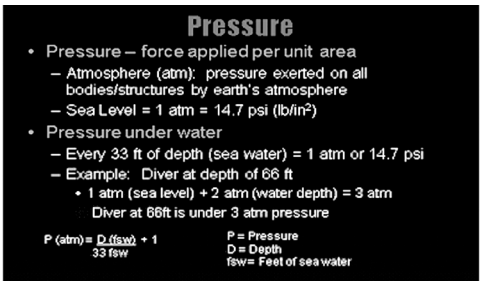
فشار PRESSURE

برخی از خطرات مهم فیزیکی به اثرات فشار مرتبط است. فشار به عنوان نیروی در واحد سطح تعریف شده است. به عنوان مثال:

$$\text{فشار} = \frac{\text{نیرو}}{\text{سطح}}$$

اگر نیرویی در سطح دو برابر پخش شود فشار نصف شده است.

اگر نیرو به سطح وسیعتری وارد شود فشار کمتر می‌شود و بالعکس. فشار هوای اتمسفر زمین در سطح دریا حدود ۷۶۰ میلی‌متر جیوه است که در سیستمST معادل ۱۰۶/۳ کیلو پاسکال یا 10^5 پاسکال است. یک پاسکال معادل یک نیوتن بر اینچ مربع است. در غواصی، فشار[1] با فشار مطلق[2] کمی متفاوت است که میتواند ناشی از اختلاف جرم حجمی آب منطقه یا ارتفاع از سطح فرضی دریا باشد.



شکل ۱-۲

فشار حقیقی در آب شور و آب شیرین و دما و ارتفاع یک ناحیه به ناحیه دیگر فرق می‌کند. به هر حال به ازای افزایش هر ۱۰/۱۱۳ متر عمق آب شور و ۱۰/۳۸ متر آب شیرین، فشار یک اتمسفر بالا می‌رود.

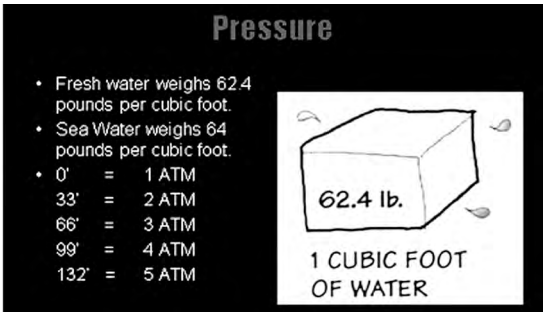
---

۱ GAUGE

۲ ABSOLUTE

به عنوان مثال، این فرمول توضیح می‌دهد که چرا لاستیک‌های پهن برای غواصی در کنار ساحل بهتر می‌باشند. وزن وسیله (نیرو) هنگامیکه بیش از حد در یک منطقه وسیع پخش شود فشار کمتری را روی ماسه ایجاد می‌کند. احتمال ندارد که این وسیله نسبت به وسایل لاستیکی باریک در شن و ماسه فرو رود.

اثر پاشنه stilleto روی عرشه قایق چوبی سبک



شکل ۱-۲

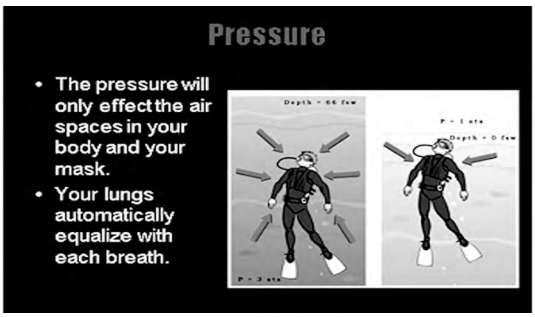
گازها فشار دارند زیرا آن‌ها از تعداد زیادی مولکول‌های سریع ساخته شده‌اند. و هرچه تعداد آنها بیشتر و حرکت آنها سریعتر باشد فشار بیشتر است.

فشار بر غواص Diving Pressure

عملکرد فشار بر روی غواص غوطه ور به دو شکل تفسیم بندی می‌شود:

۱- جو بالای آب که فشار اتمسفریک Atmospheric Pressure نامیده می‌شود.

۲- وزن آبی که بالای سر غواص است فشارهیدرواستاتیک Hydrostatic Pressure نامیده می‌شود.



شکل۲-۲

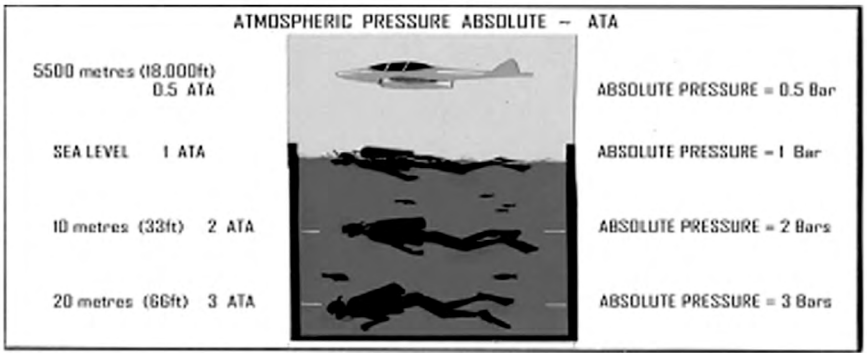
فشارسنج‌های غواصان تنها با خواندن فشار هیدرواستاتیک کالیبره می‌شوند (عمق آب) به طوریکه آنها در سطح دریا عدد صفر را نشان میدهند . فشارسنج‌ها یک اتمسفرفشارهوای بالاتر از سر غواص‌ها را نمی‌خوانند لذا «فشارسنج» همیشه یک اتمسفر کمتر از فشار واقعی یا «فشار مطلق» است.
اکنون ما آن را به دقت شرح خواهیم داد.

فشار اتمسفر Atmospheric Pressure

اتمسفر بالای زمین تقریباً ۱۵۰ کیلومتر ارتفاع دارد. اگرچه هوا بسیار سبک است این مقدار از هوا وزن قابل توجهی دارد و فشار قابل توجهی را روی سطح زمین ایجاد می کند. فشار جوی در سطح دریا به شکل «یک اتمسفر» یا «یک بار» نشان داده می‌شود.
این همان۱,۱,۳Kpa کیلوپاسکال ،۱ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع، ۷۶۰ میلی‌متر جیوه، ۱۴۰۷ psi است. در ارتفاعات بالاتر فشار اتمسفر کاهش می‌یابد و عاملی است که اثر قابل توجهی را روی غواصی در دریاچه‌های بالای کوه به جا می‌گذارد. (فصل ۶ را نگاه کنید).

ATA ~ فشار مطلق اتمسفر

۰/۵ بار= فشار مطلق	۰/۵ ATA	۵۵۰۰(Ft۱۸۰۰۰۰) متر
۱ بار= فشار مطلق	۱ ATA	SEALEVEL
۲ بار= فشار مطلق	۲ ATA	۱۰ متر
۳ بار= فشار مطلق	۳ ATA	۲۰ متر



شکل ۲-۲

فشار اتمسفری و هیدروستاتیکی (عمق) افزایش یافته است و در نتیجه به فشار مطلق تبدیل شده است.
آب نسبت به هوا بسیار متراکم‌تر است و عمق ۱۰متری (یا ۳۳ فوت) از آب دریا همان فشار را نشان می‌دهد (وزن) که به صورت کل ۱۴۰ کیلومتر هوای اتمسفر می تواند ایجاد کند یعنی ATA ۱.
به واسطه هر ۱۰ متر اضافی که غواص پایین می‌رود آب فشار بیشتری را اعمال می‌کند که معادل با اتمسفر است.

شکل ۴-۲

واحدهای متداول فشار (حدود)

1 ATMOSPHERE =	10 metres sea water
=	33 feet sea water
=	34 feet fresh water
=	1 kg/cm^2
=	14.7 lbs/in^2, psi
=	1 bar
=	101.3 kilopascals, kPa
=	760 millimetres mercury, mm Hg.

جدول ۱-۲

۱ اتمسفر = ۱۰ متر آب دریا =ـ۳۳ فوت آب دریا = ۳۴ فوت آب شیرین

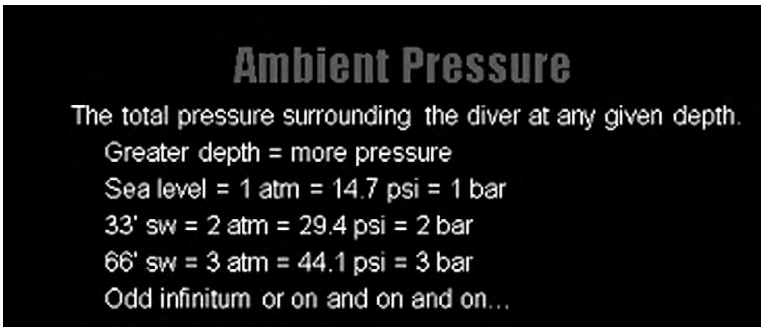
فشار مطلق **Absolute pressure**

در عمق اعمال فشار کل بر روی غواص، با توجه به فشار اتمسفر صورت می‌گیرد و عملکرد آن بر روی سطح آب (فشار اتمسفری)، مطابق فشار ناشی از عمق آب (فشار هیدرواستاتیکی) است.

ABSOLUTE PRESSURE	GAUGE PRESSURE	DEPTH of SEAWATER
1 ATA	0 ATG	Surface
2 ATA	1 ATG	10 metres (33ft)
3 ATA	2 ATG	20 metres (66ft)
4 ATA	3 ATG	30 metres (99ft)

جدول ۲-۲

فشار کل بر روی غواص فشار مطلق نامیده می‌شود. این فشار اغلب بر حسب اتمسفر بیان می‌شود و «جو مطلق» یا "ATA" نامیده می‌شود.



شکل ۵-۲

برای محاسبه فشار مطلق و عملکرد آن روی غواص در عمق معین و در شرایط اتمسفری، عمق بر حسب ۱۰ متر تقسیم می‌شود (از آنجا که هر ۱۰ متر آب دریا، یک اتمسفر فشار) و یک فشار اتمسفری می‌افزاید (فشار اتمسفر بالاتر از آب).

به عنوان مثال، فشار مطلق در ۴۰ متر $\{۴۰ \div ۱۰\} + ۱ = ۵$ ATA است.

به عنوان مثال فشار مطلق در ۹۹ فوت مساوی با $\frac{۹۹}{۳۳} + ۱ = ۴$ ATA است.

مقیاس فشار **Pressure Majurement**

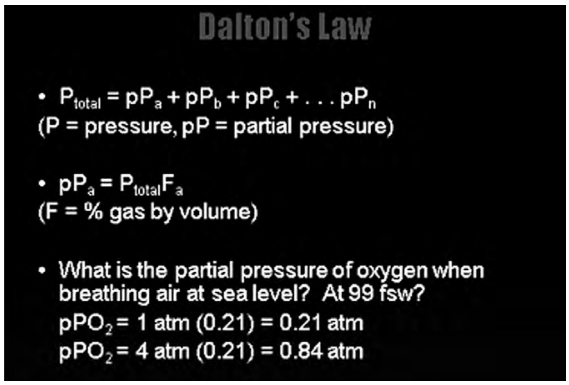
همانطوریکه در بالا ذکر شد، فشار هیدرواستاتیک در غواصی عموماً توسط فشار یا عمق‌سنج اندازه‌گیری می‌شود. چنین مقیاسی به طور معمول در لیست فشار صفر سطح دریا گذاشته می‌شود و به این علت فشار جو (۱ ATA) نادیده گرفته می‌شود.

فشارسنج با معیار ۱۰ متر عمق آب دریا ثبت می‌شود در نتیجه با مقیاس جو (۱ ATG) یا واحد معادل آن یکی خواهد شد.

فشارسنج با افزودن یک فشار اتمسفر به فشار مطلق تبدیل می‌شود.

فشار جزئی Partial pressure

در یک مخلوطی از گازها، کل فشار ارائه شده توسط هر یک از گازها، فشار جزئی آن گاز نامیده می‌شود (قسمتی از خود فشار). فشار جزئی ارائه شده توسط هر گاز متناسب با درصد مخلوط خود اوست. هر گاز به همان نسبت به فشار کل مخلوط کمک می‌کند و به همان اندازه در ترکیب مخلوط سهم دارد.

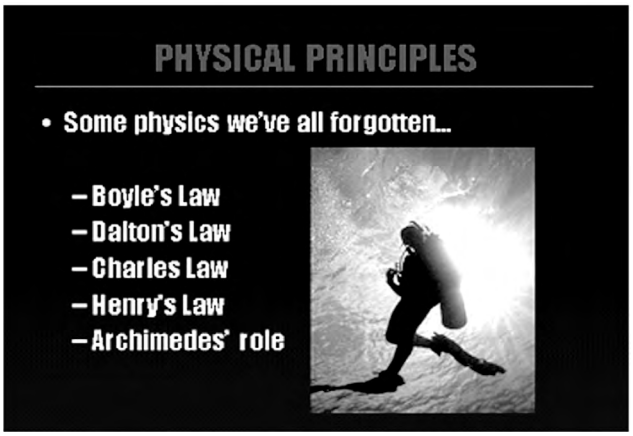


شکل ۶-۲

به عنوان مثال، هوا در یک ATA شامل ۲۱درصد اکسیژن می‌باشد از این رو فشار جزئی اکسیژن ATA ۰/۲۱ است و هوا در ATA ۱ شامل ۷۸درصد نیتروژن می‌باشد از این رو فشار جزئی نیتروژن ATA ۰/۷۸ است.

قوانین گاز: Gas Roles

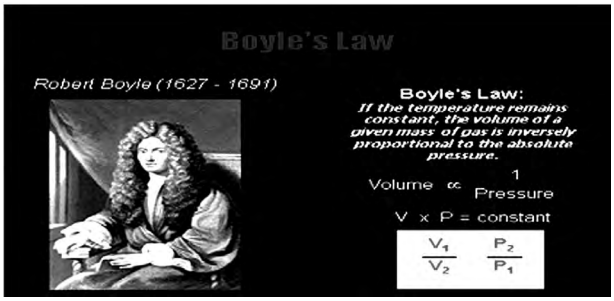
حرکت گازها در طبیعت و در غواصی با توجه به قوانین مختلف است. آگاهی از این قوانین برای غواصی مهم است زیرا آنها مدت زمان تغذیه هوا و نوع گاز را تحت تأثیر قرار می‌دهند که برخی از اندام‌ها نظیر گوش‌ها، سینوس‌ها و ریه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند آنها در غواصی باعث بیماری‌های مختلفی می‌شوند.



شکل ۷-۲

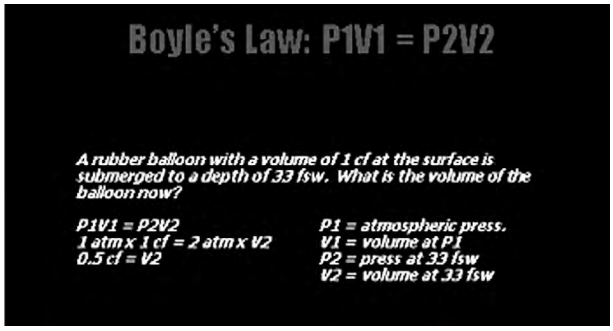
قانون بویل (Boyle): Boyle laws

این قانون رابطه بین فشار و حجم را تعریف می‌کند. این قانون بیان می‌کند که حجم گاز به دست آمده با فشار مطلق نسبت عکس دارد و بالعکس (در صورتیکه درجه حرارت ثابت باقی بماند).



شکل ۸-۲

به سادگی شرح داده می‌شود که برای یک مقدار معینی از گاز اگر فشار افزایش یابد به همان نسبت حجم کاهش می‌یابد و بالعکس. این بدان معنی است که اگر فشار دو برابر شود حجم نصف می‌شود و بالعکس.
طبق قانون ریاضی:

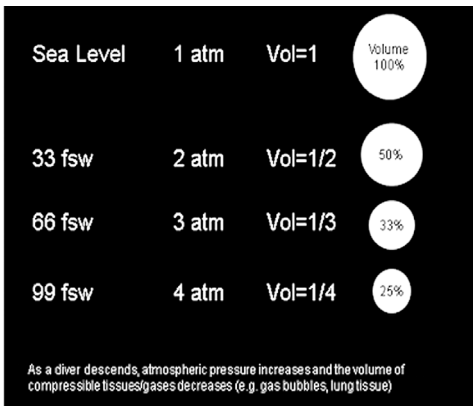


شکل ۹-۲

چنین بر می‌آید که برای مقدار مشخصی از گاز، حجم در فشار ضرب می‌شود و همواره مقدار ثابتی دارد. برای مثال: $P \times V$ مقداری ثابت است.
بنابراین اگر نمونه‌ای از گاز، حجم اصلی V_1 و فشار اصلی را دارا باشد، فشار یا حجم تغییر می‌یابد، حجم جدید V_2 و فشار جدید P_2 خواهد شد.

$$P_1 \times V1 = P_2 \times V2$$

این قانون به راحتی می‌تواند توسط یک پیستون و سیلندر مثل پمپ دوچرخه نشان داده شود. اگر پیستون به نیمه راه سیلندر فشار داده شود و از فرار گاز جلوگیری شود، فشار در سیلندر به اندازه دو برابر خواهد شد. کمپرسورها به این روش کار می‌کنند که ۲۰۰۰ لیتر هوا یا لیترهای بیشتری از هوا را به سیلندر Scuba می‌فشارند –



شکل ۱۰-۲

به عنوان مثال:

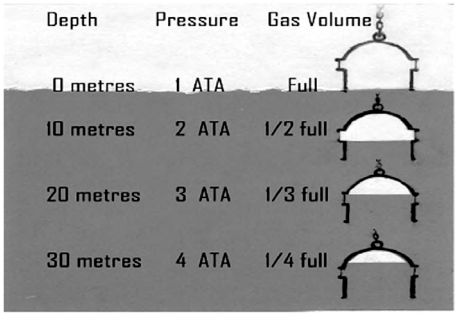
اگر یک کیسه ۶ لیتری در سطح (۱ ATA) پر شود و به عمق ۲۰ متری (۳ ATA) برده شود، حجم با ضریب ۳ لیتر به ۲ لیتر کاهش می‌یابد.

$$P_1 \times V1 = P_2 \times V2$$

۱×۶=۳×۲

حجم گاز	فشار(ATA)	عمق (متر)
کامل	۱	۰
کامل ۱/۲	۲	۱۰
کامل ۱/۳	۳	۲۰
کامل ۱/۴	۴	۳۰

جدول ۳-۲



شکل ۱۱-۲

در همین راستا اگر یک غواص نفس خود را در سطح نگه دارد و به عمق ۲۰ متری (۳ ATA) نزول کند، حجم هوا در ریه‌هایش ممکن است از ۶ لیتر به ۲ لیتر کاهش یابد.
قفسه سینه و ریه‌ها با انقباض، بهتر از انبساط کنار می‌آیند.
مشکلات صعود: به طور متوسط ریه‌های غواص مرد ممکن است در حدود ۶ لیتر گاز را در خود جای دهد. اگر یک غواص نفس کامل را در عمق ۲۰ متر (۳ ATA) در غواصی Scuba خود نگه دارد و به سطح باز گردد بدون اینکه عمل دم را انجام دهد (۱ ATA)، حجم گاز در ریه‌هایش از ۶ لیتر ظرفیت کل ریه به ۱۸ لیتر افزایش می‌یابد .

۱۸ = (لیتر ۳×۶)

با این روش می‌توان آن را به آسانی محاسبه نمود:

$$P_1 \times V1 = P_2 \times V2$$

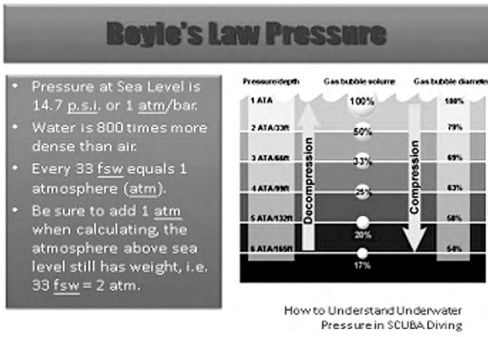
P_1=۳ ATA V_1=۶ لیتر P_2=۱ ATA

V_2= ?

$$V2 = P_1 \times V1 / P_2$$

V۲=۱۸ لیتر

ریه‌هایی که ۱۸ لیتر منبسط شده‌اند، بنابراین فراتر از حجم ریه هاست و باعث پارگی یا ترکیدن ریه می شود. (Barotrauma ریوی حاصل از صعود)
قانون Boyle این است که بزرگترین تغییرات حجم در نزدیک سطح رخ می دهد. این بدان معنی است که بزرگترین خطر Barotraumas نزدیک سطح است.



شکل ۱۲-۲

در این جدول نمودار تغییرات را در حجم گاز نشان می‌دهد که با تغییر فشار در عمق‌های مختلف به وجود آمده است. توجه کنید که حداکثر تغییر حجم نزدیک سطح است.
برای مثال اگر غواص حداکثر ۴ لیتر هوا را در ریه‌های خود، در عمق ۴۰ متری داشته باشد (۵ ATA) و به ارتفاع ۱۰ متری بدون باز دم صعود کند (به ۴ ATA)، حجم در ریه‌ها به ۵ لیتر افزایش می‌یابد.

$$P_1 \times V1 = P_2 \times V2$$

$$۵ \times ۴ = ۴ \times V2$$

$$V2 = ۵ \text{ لیتر}$$

بعضی از مردم احتمالاً می‌توانند با این انبساط، ریه خود را وفق دهند بدون اینکه آسیبی به ریه‌هایشان برسد اگر همان غواص در عمق ۱۰ متری شروع به غواصی کند (۲ ATA) و سپس به ارتفاع ۱۰ متری سطح صعود کند (فاصله صعود مشابه قبل باشد)، بدون بیرون دادن هوا (دم) فشار از ۲ ATA به ۱ ATA تغییر خواهد یافت.

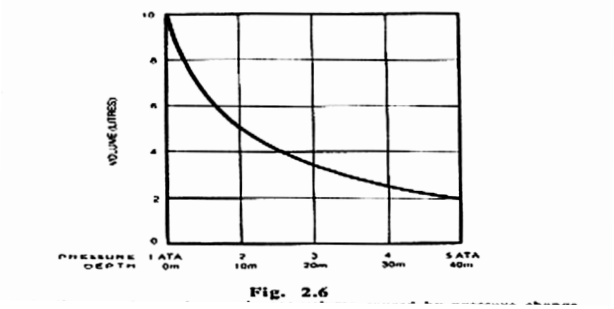


Fig. 2.6

This diagram shows changes in gas volume caused by pressure change at various depths. Note that maximal volume change is near the surface

شکل ۱۳-۲

هوا در ریه‌ها از ۴ لیتر به ۸ لیتر گسترش می‌یابد. این امر باعث پارگی ریه غواص می‌شود. اگرچه غواص همان فاصله‌های صعود، تغییر حجم را نشان می‌دهد از این رو خطر (در پاسخ به قانون Boyle) در نزدیک سطح بسیار زیادتر است.

بسیاری از غواصان از این امر آگاه نیستند و باورهای غلطی دارند که اگر آنها غواصی خود را در عمق کم انجام دهند آنها خطر Barotrauma را به حداقل خواهند رساند.

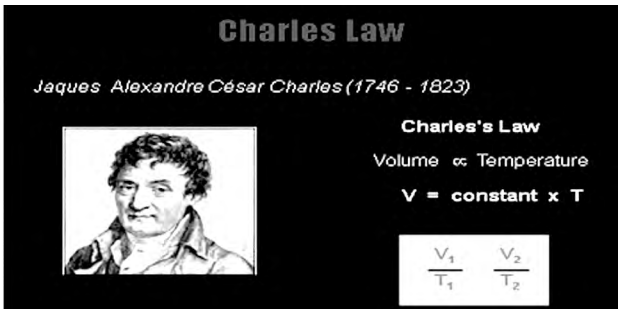
Bouyancy Compensators به همین نحو با تغییرات عمق در پاسخ به قانون Boyle تحت تأثیر قرار می‌گیرند به علاوه (لباس‌های غواصی مرطوب)[1] خاصیت شناوری و ویژگی عایق‌بندی خود را در عمق از دست می‌دهند.

اثر دما یا قانون کارل TEMPERATURE EFFECT (CHARLIE' S LAW)

اکثر غواصان میدانند که کمپرسور تراکم هوا در حین کار و فشردن گاز گرم میشود. در قانون چارلز کارل، اگر فشار ثابت باشد، حجم در اثر بالا رفتن دما، افزایش می‌یابد رابطه ریاضی به شکل زیر است:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \text{etc} \qquad \text{یا} \qquad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

۱ Wet Suits



شکل ۱۴-۲

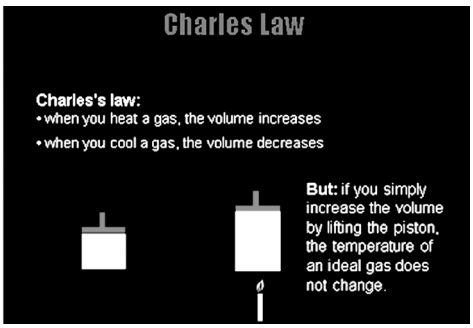
طبق این قانون جرم‌حجمی یک گاز با دمای مطلق آن (دمای محیط بر اساس درجه سیلسیوس بعلاوه عدد ۲۷۳) رابطه عکس دارد. دمای مطلق عبارت است از:

$$T_c^{o} = T_k^{o} + ۲۷۳$$

این قانون نشان می‌دهد که اگر فشار ثابت بماند، حجم انبوه گاز مستقیماً با دمای مطلق متفاوت است (دمای مطلق با افزایش ۲۷۳ درجه سانتیگراد بدست می‌آید). به عبارت دیگر اگر گاز در فشار ثابت گرم شود آن گاز منبسط می‌شود و اگر گاز در فشار ثابت

شکل ۱۵-۲

قوانین چارلز و بویل را می‌توان به قانون عمومی گاز ترکیب تبدیل کرد $\frac{PV}{T}$ ثابت است، بر اساس قوانین که برای مقدار مشخصی از گاز، فشار در حجم ضرب می‌شود و تقسیم بر درجه حرارت می‌شود و همان مقدار به‌دست می‌آید پس اگر یکی از این عوامل تغییر یابد آن بر روی دو عامل دیگر تأثیر می‌گذارد.



شکل ۱۶-۲

معادله جهانی گازها UNIVERSAL GAS EQUATION

در گازهای ایده آل و بی‌اثر قانون جهانی گازها را با رابطه کلی زیر نشان میدهند:

$$\frac{P_1 V_1}{T_2} = \frac{P_2 V_2}{T_1} = \text{ETC}$$

ارائه و تفهیم این فرمول به غواصان از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است زیرا براساس این فرمول توجیه بسیاری از صدمات ناشی از فشار[1] در افزایش عمق[2] و کاهش عمق[3] قابل توجیه‌اند.

قوانین چارلز و بویل با هم ترکیب میشوند که به صورت زیر در می‌آیند:

$$\frac{PV}{T} = \text{ETC}$$

این فرمول نشان میدهد که اگر گاز فشرده شود(P↑)، Tدما افزایش می‌یابد.

قایق‌های بادی غواصان را نباید با حداکثر فشار پر کرد، زیرا امکان انفجار این قایق‌ها در زیر نور آفتاب وجود دارد. در شرایطی که فشار به سرعت کم میشود(P↓) دمای گاز به همان سرعت (T↓) کاهش می‌یابد در زمانیکه کپسولهایSCUBA با فشار بالایی پرشوند و غواص به دلیل تحرک فیزیکی زیاد یا حالت پانیک دچار تنفس‌های شدید و سریع شود، ریگلاتر غواصی یخ میزند و درست کار نمی‌کند در این مواقع غواص باید با حفظ آرامش خود چند دقیقه صبر کند تا ریگلاتر دوباره به کار افتد.

اگر یک نمونه گاز با $\frac{P_1 V_1}{T_1}$ به یکی از این عوامل تغییر کند، مجموعه جدید از مقادیر $\frac{P_2 V_2}{T_2}$ به خارج قسمت همان جواب ضرب خواهد شد.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

شکل ۱۷-۲

به روش دیگر: اگر گاز فشرده شود حجم آن کاهش می‌یابد و آن گرم‌تر می‌شود. اگر گاز گرم شود و حجم آن ثابت باشد فشار افزایش می‌یابد. به همین نحو قایق‌های غواصی قابل باد، اغلب با حداکثر فشار پر می‌شوند و سپس در نور آفتاب رها می‌شوند. در نتیجه درجه حرارت بالا می‌رود، فشار هوای موجود به تدریج افزایش می‌یابد و سپس به طور ناگهانی کاهش می‌یابد – هنگامی که حجم افزایش می‌یابد قایق منفجر شدن است و اگر این امکان وجود داشته

---

۱ BAROTRAUMA

۲ DESCEND

۳ ASCENT

باشد که گاز به سرعت منبسط شود، سرد می‌شود. خنک کردن گاز منبسط شده، هوا را فشرده می‌کند، در نتیجه آن گاز از سیلندر Scuba تنفس می‌شود و می‌تواند به انجماد رگلاتور در طول مدت غواصی در آب سرد منجر شود.
مسئله: اگر درجه حرارت سیلندر Scuba، ۳۷ درجه سانتیگراد باشد بعد از مدتی از کمپرسور قطع می‌شود. فشارسنج آن ۱۹۹ بار خوانده می‌شود ATG بعد از اینکه آن به ۱۷۰ درجه سانتیگراد می‌رسد چه مقدار فشار را نشان می‌دهد؟

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

در حال حاضر به دلیل اینکه V_1 و V_2 یکسان هستند (حجم سیلندر بدون تغییر می‌ماند) و معادله را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

و این می‌تواند به صورت زیر مرتب شود:

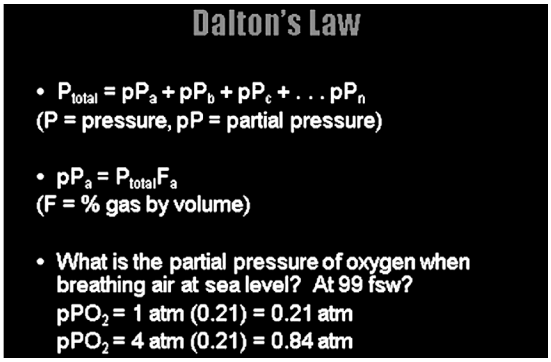
$$\frac{P_1 T_2}{T_1} = P_2$$

جایگزینی ارقام: توجه داشته باشید که فشار سیلندر در ATG یک اتمسفر است تا ATA تشکیل شود به علاوه درجه حرارت باید با افزایش ۲۷۳ درجه به فشار مطلق تبدیل شود.

$$P_2 = \frac{(۲۷۳+۱۷)\times(۱۹۹+۱)}{۳۷۳+۳۷} = ۱۸۷ \quad ATA$$

قانون دالتون DALTON LAW

همراه با مخلوطی از گازها، فشار کل اعمال شده توسط مخلوط به‌دست آمده برابر با و مجموع فشارها است که توسط هریک از گازها نشان داده می‌شود .



شکل ۱۸-۲

در یک مخلوط گازی متشکل از گاز، فشار کل برابر است با مجموع فشار جزئی هریک از گازها در آن مخلوط که رابطه ریاضی آن بصورت زیر است:

$$\Sigma P = P_1 + P_2 + \ldots\ldots + P_N$$

با افزایش فشار، فشار جزئی هریک از گازهای تنفسی به همان میزان افزایش می‌یابد. در فشار یک اتمسفر (۱ATA)، فشار جزئی اکسیژن معادل ۰/۲۱ است که ۲۱٪ هوا را تشکیل میدهد و فشار جزئی نیتروژن معادل ۰/۷۸ اتمسفر است که ۷۸٪ هوا را تشکیل میدهد.

فشار جزئی هر گاز، معادل درصد تشکیل‌دهنده آن گاز در مخلوط است. در غواصی ایجاد ترکیب گازهای تنفسی مناسب، امر حیاتی است که بر اساس عمق و مدت عملیات توسط پزشک غواص محاسبه میگردد، چرا که تنفس اکسیژن با فشار جزئی بیش از ۱/۸ اتمسفر می‌تواند باعث تشنج شود به عنوان مثال:

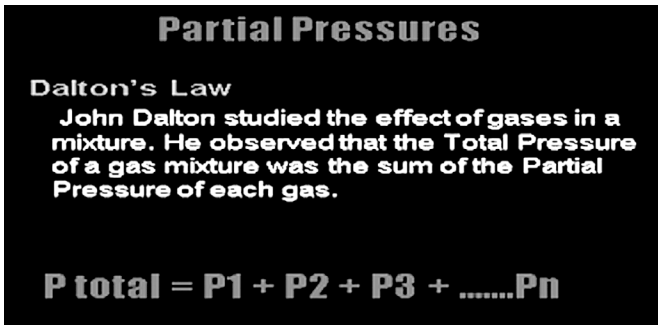
این سئوال مطرح می‌شود که آیا زمانی‌که تنفس بیش از ۱/۸ ATA باشد O_2 اکسیژن آیا آن برای تنفس مخلوط O_2 ۵۰درصد و N_2 ۵۰درصد در عمق ۳۰ متر (۴ ATA) بی‌خطر خواهد بود.

فشار جزئی O_2 = ۵۰درصد × ۴ ATA = ۲ ATA

ترکیب اکسیژن – نیتروژن به طور نهفته در این عمق سمی خواهد شد.

در این فشار جزئی، اکسیژن می تواند ظرف کمتر از ۲۰ دقیقه باعث تشنج شود و در غواصی، تشنج تقریباً معادل مرگ قطعی است.

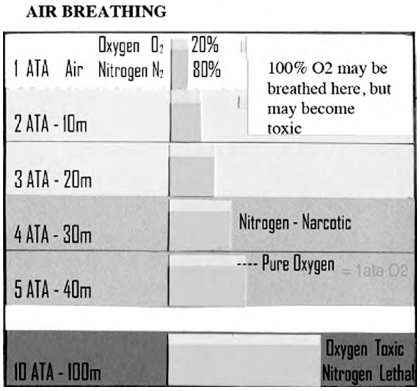
ترکیب گازهای تنفسی غواص بر اساس تجهیزات، عمق، دمای محیط، مدت غواصی محاسبه می‌شود و تنها پزشک غواص می تواند پس از پر شدن کپسول دوباره آن را چک کند.



شکل ۱۹-۲

همانطور که فشار افزایش می‌یابد (با فرود در زیر آب) فشار جزئی هریک از گازهای سازنده افزایش می‌یابد.

به عنوان مثال اگر هوا به طور تقریبی حاوی ۲۱درصد اکسیژن (O_2) و ۷۸٪ نیتروژن (N_2) باشد آنگاه الگوی هوا در فشار به‌دست آمده O_2 خواهد بود که ۲۱٪کل فشار را تشکیل می‌دهد و N_2 در حدود ۷۸٪ کل فشار را داراست.

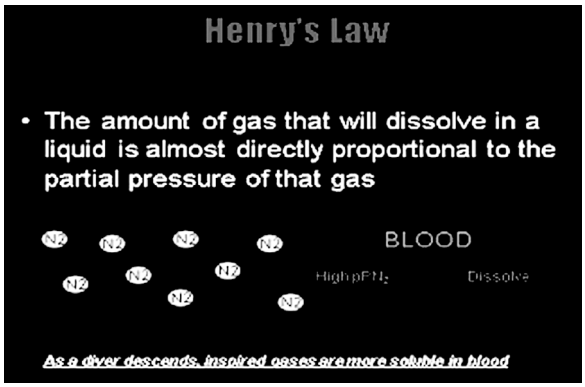


شکل ۲۰-۲

در فشار جوی، فشار جزئی O_2 در هوا ۲۱ به ۱۰۰ از ۱ ATA است که مساوی با ۰/۲۱ ATA می‌باشد در حالی‌که فشار جزئی N_2 برابر ۷۸ به ۱۰۰ از ATA است و مساوی با ۰/۷۸ ATA می‌باشد.
برای محاسبه فشار جزئی یک گاز، درصدی از گاز توسط فشار مطلق ضرب می‌شود. این قانون زمانی حائز اهمیت است که به اثر سمی گازها در عمق توجه شود یا از O_2 برای اهداف درمانی استفاده شود.

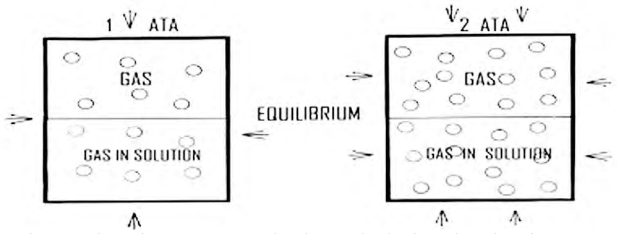
قانون هنری Henry Law

این قانون توصیف انحلال گاز در مایع است و مقدار گاز حل شده در مایع را بر حسب درجه حرارت معین نشان می‌دهد که با فشار جزئی گاز در تماس با مایع متناسب است.



شکل ۲۱-۲

این بدان معنی است که اگر فشار گاز در یک مایع افزایش یابد بنابراین مقدار بیشتری از گاز در مایع حل خواهد شد.



This diagram shows how more gas molecules are disolved in a liguid ax the prexaure of the gas expored to the liquid is increased from۱to۲ATA

شکل ۲۲-۲

این نمودار نشان می‌دهد که چگونه با افزایش فشار گاز مقدار بیشتر مولکول‌های گاز در مایع حل می‌شود و به صورت فشار گاز در مایع پدیدار می‌شوند و از ۱ به ۲ ATA افزایش می‌یابند. هر زمان که یک نوشیدنی گازدار باز شود نمونه‌ای از این قانون دیده می‌شود. در طی تولید این نوشیدنی‌ها، کربن‌دی‌اکسید در مایع تحت فشار حل می‌شود و درب بطری فشار را حفظ می‌کند. هنگامی‌که بطری باز شود و فشار آزاد شود گاز زیادی از محلول به شکل حباب‌هایی آزاد می‌شود.

در سطح دریا (۱ ATA) بدن انسان به طور تقریبی یک لیتر از N_2 را در بافت‌ها حل می‌کند. هرگاه غواص هوای فشرده شده را در عمق تنفس کند بیشتر N_2 در بدن حل می‌شود که باعث خواب نیتروژنی می شود.. این حالت بی‌حسی و خواب آلودگی ناشی از نیتروژن است. تحت شرایط خاص، زمانیکه غواص به سطح باز گردد، N_2 می‌تواند به شکل حباب‌هایی از محلول خون و مایعات بدن خارج شود. این حباب‌ها باعث آسیب بافت می‌شود و پایه و اساس بیماری تقلیل فشار غواصان می‌باشد (bends)

شکل ۲۳-۲

این قانون میزان انحلال یک گاز در یک مایع را بر اساس فشار جزئی آن گاز مشخص می‌سازد در صورتی که فشار جزئی یک گاز افزایش یابد، میزان انحلال گاز در مایع افزایش می‌یابد. در تمام بدن انسان یک لیتر گاز نیتروژن بصورت حل شده وجود دارد که این مقدار در سطح دریا (معادل یک اتمسفر) بر اساس فشار جزئی نیتروژن ۰/۷۸ اتمسفر است.

با افزایش عمق، فشار جزئی نیتروژن افزایش‌یافته و براساس قانون هنری، میزان بیشتری در خون و بافتها حل

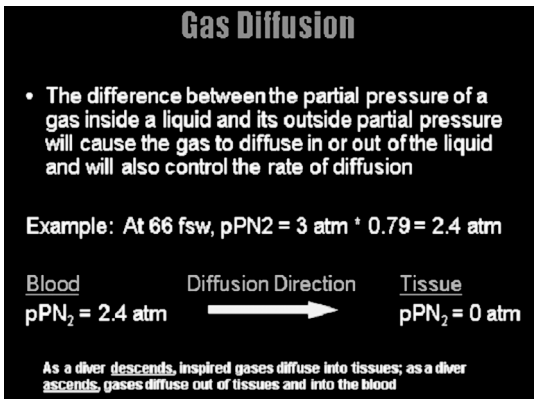
میگردد. این امر باعث نوعی مستی خواب‌آلودگی میگردد که بنامNitrogen Narcosis شناخته می‌شود.
برعکس، در زمان بازگشت به سطح، اگر قوانین صعود و ایست های ایمنی[۱] رعایت نشود گاز نیتروژن حل‌شده در بافتها بصورت حبابهای نیتروژن (N۲ Bable) در می‌آیند و می‌توانند علائم سندرم کاهش فشار یا DCS[2] را ایجاد کند و روند توزیع گاز نیتروژن در بدن را Diffusion گازی می‌گویند.
انتشار گاز نیتروژن در تمام بافتهای بدن از طریق عبور از غشاهای ریوی و سلولی صورت می‌گیرد و باعث افزایش نیتروژن محلول در خون، پلاسما، آب میان‌بافتی و حتی سطح سلول میگردد و تنها راه خروج این گاز، دفع ریوی آن است که مستلزم زمان و کاهش تدریجی فشار محیطی است، این موضوع باید جدی گرفته شود.
تمام قوانین(Ascend) صعود بر اساس عمق، دمای محیط، مدت غواصی و نوع گاز تنفسی تعداد و مدت(ایست های ایمنی)[۳] را مشخص می کند. این امر امروزه بر اساس دستور العمل کامپیوتر غواصی[۴] بصورت اتوماتیک به غواص دیکته میشود و گزارش سرعت صعود غواص را نیز در حافظه کامپیوتر ثبت میکند در صورتی که غواص به هشدارهای کامپیوتر مچی خود توجه نکند و با سرعت بیش از حدمجاز صعود کند، از لحاظ قانونی تنها خودش مقصر است و حتی بیمه غواصی نیز به او تعلق نخواهد گرفت. اصولاً در صنعت غواصی، دانستن اصول فیزیک و فیزیولوژی بدن درفشار بالا یک اصل ضروری است کلیه غواصان باید دوره‌های نظری فوق را بگذرانند و کتباً در Log Book آنها ذکر شود.
در هر حادثه، سوپروایزر غواص و ناظرینHSE موظف به بررسی مسئله صعود و گزارش صدمات وارده هستند در هرحال، این موضوع از طریق هیأت مدیره غواصیDCB[5] بررسی و در صورت نیاز تصمیم نهایی گرفته میشود.
غواصانی که رفتار پرخطر دارند، نه تنها جان خود را بلکه جان تک تک افراد تیم غواصی را به خطر می‌اندازند و این افراد با گزارش سوپروایزر غواصی می‌توانند برای مدتی و یا همیشه از غواصی منع شوند.

انتشار گازها Gas Diffusion

روند توزیع گاز انتشار نامیده می‌شود. این عمل سبب تسریع تصادفی جنبش مولکول‌های گاز به تمام نقاط بدن است. مولکول‌های گاز که تنها گروه‌های کوچک یا منفرد اتم‌ها می‌باشند، به راحتی می‌توانند از طریق غشاهای باریک مویرگ‌های خونی یا دیواره‌های سلولی انتشار یابند. این فرآیند اجازه می‌دهد گازهای O_2 و سایر گازها از ریه‌ها به خون و بافت‌ها عبور کنند و سپس از بدن خارج شوند.

---

۱ Safety Stop
۲ Decompression Sickness or Syndrome
۳ Safety Stop
٤ Diving Computer
٥ (Diving Committee Board)



شکل ۲۴-۲

گازهای مهم در غواصی GASES OF IMPORTANT IN DIVERS

هوا Air

هوای تنفسی، مخلوطی از ۲۱٪ اکسیژن،۸۷درصد نیتروژن، ۴٪ (هلیوم) دی اکسید کربن و مقادیر بسیار ناچیزی از سایر گازهای بی‌اثر مانند (نئونNE، آرگونAR، زنونXE، هیدروژنH_2 و هلیوم He) می‌باشد که در شرایط غیر استاندارد، کپسولهای هوایSCUBA می‌توانند دارای گردو غبار، نفت یا هیدروکربن‌ها، بخار آب و منواکسید کربن (CO) باشند در خون این گازها با افزایش فشار در عمق به راحتی حل میشوند و بعضاً به راحتی از طریق ریه دفع نمی‌شوند لذا کمپرسورهای پرکننده کپسولهایSCUBA باید دارای استانداردهای خاص باشند (در بخش استانداردهای تجهیزاتی به آن اشاره خواهد شد).

عدم رعایت این استانداردها می‌تواند خطرات جانی زیادی برای غواص با تیم غواصی ایجاد کند و بررسی این موارد به عهده سوپروایزر غواصی و ناظرین HSE است.

گازهای نادر مانند نئون (Ne)، آرگون (Ar) و زنون (Xe) و هیدروژن (H_2)، تنها به مقدار بسیار کمی وجود دارد.

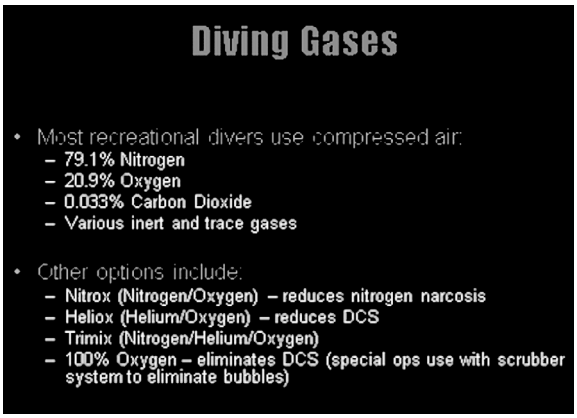
ترکیب تقریبی هوا به صورت زیر می‌باشد:

۲۱درصد - (O_2) اکسیژن

۷۸درصد (N_2) نیتروژن

۰/۰۴درصد (CO_2) دی اکسید کربن

کمتر از ۱درصد > سایر گازها



شکل ۲۵-۲

برخی از کمپرسورهای معیوب هوا در مخازن Scuba پر می کنند و برخی از مواد افزودنی آزاد با هوای فشرده مخلوط می‌شوند مانند: گرد و غبار، روغن، هیدروکربن‌ها، زنگ، بخارآب و منوکسیدکربن (CO).

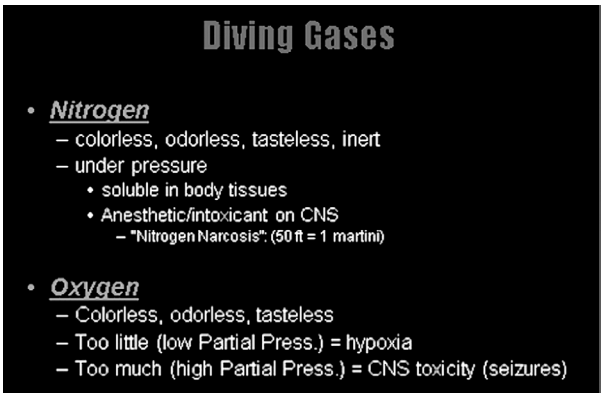
اکسیژن **OXYGEN-O_2**

این گاز بی رنگ، بی بو، بی مزه که حدود ۲۱٪ هوای تنفسی را تشکیل میدهد دارای فشار جزئی معادل ۰/۲۱ اتمسفر(ATA) در سطح دریاست، اندکی بیشتر از این مسمومیت و اندکی کمتر از این هیپوکسی ایجاد میکند که هر دو حالت کاملاًخطرنا هستند.

مقدار بیشتری از این گاز سبب سمی شدن O_2 می‌شود و مقدار کمتر این گاز زندگی را به خطر می اندازد. به این خاطر، بیشتر مخلوط گاز استنشاق شده توسط غواصان در اعماق حاوی یک گاز بی‌اثر می‌باشد که معمولاً N_2 یا هلیوم است و با اکسیژن ترکیب می‌شوند تا اطمینان حاصل شود که ترکیب O_2 در فشار جزئی نزدیک به (ATA ۰/۴۰ – ۰/۶) حفظ می‌شود. ولی فشار مورد کاربرد ۲ اتمسفر ATA است.

اصولاً در طب غواصی مخلوط گازها را طوری انتخاب میکنیم که از گازهای بی اثر نیتروژن (N_2)و هلیوم (HE) با اکسیژن به‌گونه ترکیب شوند که در عمق مورد نظر فشار جزئی اکسیژن حدود ATM ۰/۲ بماند اگرچه محدوده (۰/۴۰ – ۰/۱۶ اتمسفر) نیز برای ترکیب اکسیژن کاملاً مجاز است.

اکسیژن یک گاز قابل اشتعال و انفجار است، لذا غواصان همیشه باید مراقب کپسولهای اکسیژن با فشار بالا باشند اگرچه یکی از عوارض بسیار نادر اتاقهای فشار هم اشتعال است که باید با رعایت استانداردهای ملزوم از خطر آن دوری کرد.

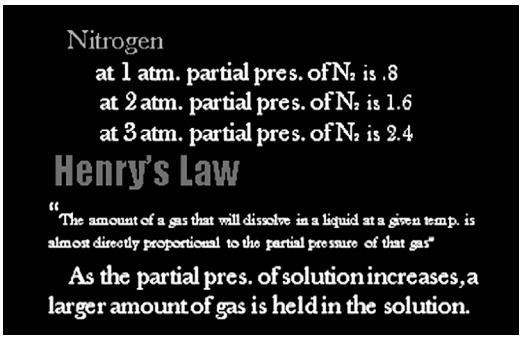


شکل ۲۶-۲

O_2 شدیداً به احتراق کمک می‌کند و معمولاً باعث می‌شود که مواد اصلی غیرقابل اشتعال به صورت درخشان بسوزند (نظیر اشغال کننده‌های اتاق Recompression غواصان باید از ویژگی‌های بالقوه گاز قابل انفجار و قابل اشتعال اکسیژن آگاه باشند به طوریکه آنها ممکن است در کمک‌های اولیه از آن استفاده کنند.

نیتروژن NITROGEN-N_2

این گاز جزء اصلی تشکیل دهنده هواست همچنین بی‌رنگ، بی‌بو و بی‌مزه است. N_2 به خوبی در مایعات بدن و بافت‌ها حل می‌شود .



شکل ۲۷-۲

این گاز که حدود ۷۹درصد هوای تنفسی را تشکیل میدهد و دارای فشار جزئی معادل ۰/۷۹ اتمسفر در سطح دریاست. این گاز توانایی انحلال در خون، مایع میان بافتی، سلولها و اصولاً تمام بافتهای بدن را دارد.

این گاز عمده‌ترین گاز بی‌اثر[۱] هواست که هیچ اثری بر متابولیسم بدن در فشار یک اتمسفر ندارد ولی بر اساس قانون هنری، با افزایش عمق، این گاز از فاز گازی به فاز مایع انحلال می یابد و سریعترین اثر آن بر سیستم عصبی مرکزی[۲] است که باعث به‌وجود امدن خواب آلودگی و علائم شبیه مستی با الکل اتیلیک می‌شود که در این علم به‌نام مستی نیتروژن[۳] شناخته میشود. این حالت در عملیات دقیق نظامی (مثلاً خنثی‌سازی مین‌ها یا استفاده مواد منفجره برای تخریب) می‌تواند کاملاً خطرناک باشد ضمن اینکه این مستی می‌تواند چنان شدید گردد که جهت‌یابی، عمق سنجی و رعایت استانداردهای صعود مثلاً رعایت ایستهای ایمنی Safety Stops دچار اختلال گردند و قطعاً غواص مستعد هرگونه خطر بخصوص بیماری تقلیل فشار (DCS)خواهد بود.

بر اساس قانون پاسکال[۴] فشار اعمال شده در هر نقطه یک مایع بطور یکنواخت در تمام جهات انتقال می‌یابد در مورد ارگانهایی که فضای خالی ندارند، فشار آنجا با فشار محیط برابر خواهد بود ولی در ارگانهایی که توخالی هستند و اصطلاحاً بنام Gas – Filled Comportments معروفند (اجزاء قابل پرشدن با گاز) که مهمترین آنها شش‌ها "Lung" گوش میانی "Midle Ear"سیستم گوارش (GIT)می‌باشند.

با افزایش فشار محیطی طبق قانون هنری فشار جزئی نیتروژن در این ارگانها بالا میرود و از فاز گاز به فاز مایع وارد میشوند، این ارگانها می‌توانند در هنگام صعود، گاز نیتروژن را بطور ناگهانی وارد خون کنند که نتیجه آن تشکیل حبابهای نیتروژن[۵] است این حبابها بر اساس اندازه و مکانشان می‌توانند ایجاد علائم

---

۱ Inert gas

۲ CNS(CeneralNeruous System)

۳ Nitrogen noreosis

٤ Paskal

۵ N_2-Babble

آمبولی گازی حاد "Acute Gas Emboli" نمایند در شرایطی که این حبابها وارد سرخرگها شوند (مثل افرادی که دارای شنت راست به چپ[۱] هستند یک سکته حاد مغزی یا قلبی نیز قابل تصور است ولی اغلب موارد ورود گاز نیتروژن به سیستم سیاهرگی است که می تواند علائم سندرم تقلیل فشار (DCS) را کاملا توجیه و ایجاد کند.
خداوند گاز نیتروژن را برای جلوگیری از انفجار و آتش سوزی O_2 اکسیژن در هوا قرار داده است!!!
در مواردی بر اساس عمق غواصی و دمای محیط و مدت زمان مورد نیاز برای انجام پروژه، پزشک غواص مخلوطی از گازهای اکسیژن و نیتروژن با نسبتهای متفاوت را پیشنهاد میکند که اصطلاحاً بهنام مخلوطNitrox یاHelox (اکسیژن، هلیوم) معروفند این مبحث یک امر تخصصی است و بر اساس این قانون، سوپروایزر غواص موظف است طبق دستور کتبی پزشک غواص، مخازن را پر کند (با دادن اطلاعات صحیح به پزشک).
روشهای غواصی گازی Mixed-Gas با هدف کاهش خطرDCS و نارکوسیس و افزایش مدت غواصی طراحی شده‌اند که در فصلهای بعد به تفصیل توضیح داده میشوند.

گاز دی اکسید کربن "CARBON-DIOXIDE CO_2"

این گاز همچنین بی‌رنگ و بی‌بو است و گفته می‌شود که بی‌مزه است. با وجود این، اگر یک غواص مقداری از گاز CO_2 را تنفس کند (البته از طریق جلیقه‌ای که خاصیت شناوری دارد و از کارتریج CO_2 پر شده است) غواص تشخیص می‌دهد که طعم این گاز به علت تشکیل اسیدکربنیک در آب، تند و زننده است.
CO_2 یک محصول جانبی از متابولیسم سلولی است و ما به طور تقریبی ۵درصد گاز CO_2 را در بازدم (Expiration) خارج می‌سازیم. اگر یک غواص مقدار از گاز خارج شده‌اش را با استفاده از تجهیزات تنفسی معیوب دوباره تنفس کند یا لوله تنفسی بیش از حد طولانی باشد گاز CO_2 در بدن تجمع خواهد یافت و به مسمومیت منجر می‌شود. در فصلهای بعد با جزئیات بحث شده است.
در صورتی که غواص به دلیل اختلال عملکرد رگلاتور[۲] گازهای بازدمی خود را تنفس کند یا دارایSnorkel طولانی تا سطح باشد امکان تجمع گاز در خون، بافتها و سلولها پیش می‌آید که در طب غواصی بنام اسیدوز تنفسی[۳] شناخته میشود این مبحث مفصلاً در بخش بعدی توضیح داده خواهد شد.

---

۱ (Right to left shunt)
۲ دستگاه تنظیم فشار دهانی
۳ "Respiration Acidosis"

Fig. 2.12
شکل ۲۸-۲

منواکسید کربن CO **CARBON MONOXIDE**

این گاز بی‌بو، بی‌مزه و بی‌رنگ است قدرت واکنش آن به هموگلوبینHBو میوگلوبینMB بدن ۲۰۰ برابر اکسیژن است و با ترکیب آن و تشکیلHB-CO نقل و انتقالO_2 وCO_2 به شدت کم می شود در هوای تنفسی مقادیر بسیار ناچیزی ازCO وجود دارد مگر در کلان‌شهرها، ولی اگر غواص کپسولهایش از هوای آلوده پرشده باشد یا در غواصی تغذیه هوا از سطح، آلودگیCO در ماشین آلات وجود داشته باشد، غواص به سرعت دچار خواب آلودگی و مرگ خاموش در زیر آب می‌شود.

این گاز نمی‌تواند توسط غواص تشخیص داده شود و مقدار بسیار کم آن می‌تواند باعث از دست دادن هوشیاری یا مرگ غواص شود.

معمولاً به صورت محصول احتراق ناقص ترکیبات حاوی کربن تولید می‌شود و این گاز جزء اصلی احتراق داخلی اگزوز موتور و دود سیگار است.

اگر هوا در سیلندرهای Scuba یا توسط تغذیه از سطح Surface Supply به غواصان عرضه شود هوا با گاز مونوکسیدکربن آلوده می‌شود و ممکن است نتایج مرگباری را به همراه داشته باشد.

هلیوم **"HELIUM-HE"**

این گاز بی‌رنگ، بی‌بو و بی‌مزه و بسیار سبک و گران قیمت است. این گاز از منابع زیرزمینی گاز طبیعی موجود در شمال آمریکا و جاهای دیگر بدست می‌آید.

این گاز برای رقیق کردن O_2 در مخلوط گاز تنفسی و در عمق زیاد استفاده می‌شود زیرا کمتر سبب بی‌حالی و خواب (Narcosis) می‌شود (به عنوان مثال، Heliox ممکن است O_2 ۱۰درصد + He ۹۰٪ را تشکیل دهد یا شامل هر نسبت دیگری باشد).

با توجه چگالی بسیار کم هلیوم، این گاز به آسانی از طریق سوراخ‌های کوچک لوله‌ها و دریچه‌ها فرار می‌کند و حفظ کردن آن دشوار است. همچنین یک هادی بسیار مؤثر گرما می‌باشد وباعث مشکلات جدی با (پایین آمدن

برگشت پذیر درجه حرارت)[۱] می‌شود.
چگالی پایین هلیوم فرآیند طبیعی تولید گشتاری غواص را تغییر می‌دهد زمانی‌که غواص این گاز را تنفس کند گفتار او شبیه اردک میشود که اصطلاحاً بنام صدای دائل داک "Donald Duck" می‌شود.

هیدروژن "HYDROGEN-H_2"

این گاز بسیار سبک وزن است که می‌تواند جایگزین N_2 شود تا بی‌حالی و بی‌حسی را در عمق کاهش دهد. متأسفانه این گاز می‌تواند به طور انفجاری با O_2 ترکیب شود گاهی اوقات این گاز با درصد بسیار پایین O_2، در عمق زیاد توسط غواصان حرفه‌ای استفاده می‌شود. این گاز با هلیوم مشکلات بسیار زیادی را ایجاد می‌کند.

گازهای بی اثر "INERT GAS"

گازهایی هستند که در متابولیسم بدن انسان بی‌اثرند لذا این گازها در غواصان تفریحی هیچ ارزشی ندارند. این گازها جمعاً کمتر از ۱درصد هوای تنفسی را تشکیل می دهند و شامل نئون[۲]، آرگون[۳]، رادون[۴] و زنون[۵] هستند.
نئون Ne آرگون Ar
رادون Rn زنون Xe
اینها بیشتر گازهای بی‌اثر بیولوژیکی ای هستند که تنها به مقدار بسیار کم در جو وجود دارند. این گازها برای غواصانی که تفریحی کار می‌کنند اهمیتی ندارند.

گازهای نفت "OIL GAS"

منشاء این گازها که اغلب هیدروکربنهای طویل یا متوسط زنجیره ای هستند، معمولاً از روغن‌کاری پیستونهای کمپرسورهای متراکم کننده هوا یا تغذیه از سطح نشأت میگرند مقدار مجاز این هیدروکربنها و تأثیرات آنها را در فصلهای بعد شرح میدهیم.
بخارات نفتی و هیدروکربن‌ها، به علت نیاز به روغن‌کاری در کمپرسورها تولید می‌شوند و ممکن است منبع هوای آلوده کنند. فصل ۲۴ را مشاهده کنید

شناوری Bouyancy

این نکته حائز اهمیت است که غواصان به درک عوامل مؤثر شناوری بپردازند. این عوامل عبارت اند از:

---

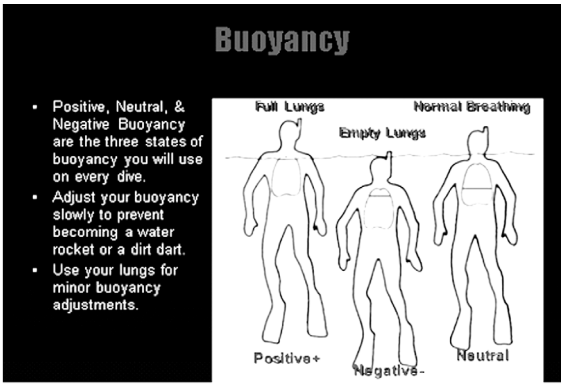
۱ Hypothermia
۲ NE
۳ AR
٤ RN
٥ XN

چگالی Density

چگالی به عنوان جرم در واحد حجم تعریف شده است (چگالی = جرم تقسیم بر حجم)
برای اهداف ما جرم می‌تواند با همان وزن در نظر گرفته شود بنابراین چگالی آن معادل وزن در واحد حجم است.
در صورتیکه ماده حجم یکسان و وزن بیشتری داشته باشد ماده چگال تشکیل می‌شود.
سعی کنید یک سطل آب و سپس یک سطل سرب را بلند کنید تا این مطلب را به خوبی دریابید.

وزن مخصوص Specific Gravity (S.G)

وزن مخصوص (S.G) یک ماده، چگالی یک ماده یا عبارتست از نسبت وزن در واحد حجم به وزن در واحد کیلوگرم سرب دارای وزن مخصوص ۱۳/۵ است بنابراین ۱۳/۵ برابر چگالیتر از آب است.
به عنوان مثال، یک لیتر از آب یک کیلوگرم وزن دارد در حالی‌که همان حجم سرب ۱۳/۵ کیلوگرم وزن دارد.
مفهوم وزن خاص مهم است زیرا وزن مخصوص ماده تعیین خواهد کرد که آیا این ماده در آب شناور است یا در آب فرو می‌رود.
مواد با وزن مخصوص بزرگتر از یک (یعنی چگال‌تر از آب) در آب فرو خواهند رفت.
سرب با وزن مخصوص ۱۳/۵ شناور نیست در حالیکه نفت با وزن مخصوص ۰/۸ به راحتی شناور است و لکه نفتی را تولید می‌کند



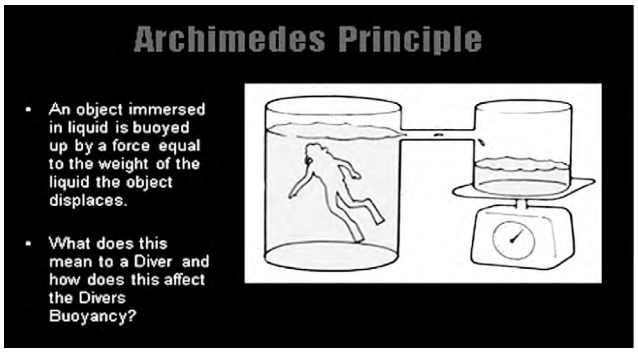
شکل ۲۹-۲

بدن انسان دارای یک وزن مخصوص کمی بیشتر از یک می‌باشد که به محتوای آن بستگی دارد (چربی وزن مخصوص کمتری از یک دارد و استخوان بزرگتر از یک می‌باشند) اما محتوای هوای ریه‌های Bouyancy مناسبی را فراهم می‌سازد تا اجازه دهد اکثر مردم شناور بمانند.

شکل ۳۰-۲

قانون ارشمیدس "ARCHIMEDES PRINCIPLE"

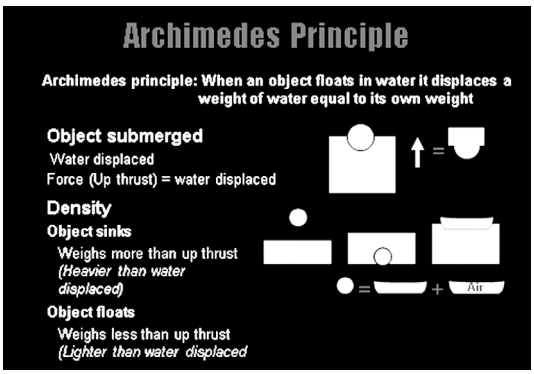
در یونان باستان ارشمیدس (ظاهراً در حالی‌که خود را در حمام می‌شست) کشف کرد که وقتی جسم در سیال غوطه‌ور می‌شود به نظر سبک‌تر است و از دست دادن ظاهر وزن (Bouyancy) با وزن آب برابر است و توسط دستگاه شناوری Bc قابل کنترل است.



شکل ۳۱-۲

بسته به اینکه آیا وزن انتقال مایع بیشتر، برابر یا کمتر از وزن جسم دارد، یک جسم در سیال غوطه‌ور یا شناور خواهد شد و آن معلق باقی می‌ماند یا در آب فرو می‌رود. حتی یک شئ که غرق می‌شود هنوز هم سبک‌تر از جسمی ظاهر می‌شود که خارج از سیال است.

آب دریا چگال‌تر از آب شیرین است به دلیل اینکه دارای نمک است بنابراین وزن بیشتری از آب دریا توسط جسم جایگزین خواهد شد. بنابراین اجسام در آب دریا شناورتر از آب شیرین می‌باشند.



شکل ۳۲-۲

هوای در شکم و دستگاه شناور سازی Bouyancy Compensator و لباس غواصی به Bouyancy کمک می‌کند متأسفانه هوا در این محفظه‌ها درحجم مختلف و در پاسخ به تغییرات فشار با عمق‌های مختلف متفاوت است ایجاد تنظیمات Bouyancy معلق سازی پایدار ضروری می‌باشد. این تنظیمات معمولاً با افزایش هوا یا رهایی آن از موازنه‌کننده‌های Bouyancy غواص انجام می‌شود (جبران خاصیت شناوری غواص)

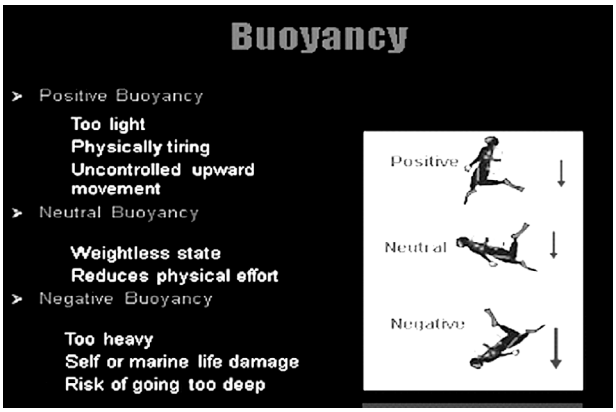
غواصان با استانداردهای قابل توجهی در آب فرو می‌روند تا شناوری Bouyancy خودشان را تغییر دهند این امر به آنها کمک می‌کند تا در آب غوطه‌ور شوند و با توجه به عمق صعود کنند یا در شرایط اضطراری شناور بمانند.

در این قانون تاریخی مشخص میشود که هر جسم غوطه‌ور در یک سیال به اندازه حجم مایع جابه جاشده ضربدر جرم‌حجمی مایع از وزن مجموع آن کاسته میشود.

لذا یک غواص معادل حجم بدنش ضربدر جرم‌حجمی آبی که در آن قرار دارد (آب شور یا شیرین متفاوت‌اند) از وزن بدنش کاسته میشود رعایت و محاسبه این قانون برای ایجاد حالت شناوری صفر یا طبیعی NATURALBUOYONEY[1] بسیار مهم است.

کمربندهای غواصی جهت ایجاد یک شناوری صفر توسط سوپروایزر غواصی و نوع لباس غواص محاسبه و بسته میشوند اگرچه لباسهای دو لایهDOUBLE JACKET[2] با افزایش یا کاهش هوای بین دولایه شناوری را متعادل میکند که احتیاج به آموزش خاص و کسب مدرک این دوره را دارد چرا که در حالتی که شناوری مثبت است POSITIVE BOUYANCY غواص بدون اراده به سطح نزدیک می‌شود و در فعالیتهای نظامی بسیار خطرناک است در شرایط شناوری منفی غواص بدون اراده به عمقش اضافه میشود و در صورت حادث شدن NITROGEN-NARCOSIS عدم آگاهی به فشارسنج و عمق‌سنج میتواند یک سیکل معیوب و نهایتاً باتررومهای شدید ایجاد کند.

۱
۲



شکل ۳۳-۲

در غواصی درک صحیح عوامل موثر بر ایجاد شناوری طبیعی یک نکته بسیار مهم است لذا درک صحیح قانون ارشمیدس بر اساس درک چگالی یا جرم‌حجمی سیالات و میزان نیروی شناوری وارد شده بر حجم (در بسیاری موارد و تجهیزات همراه غواص خود حجم زیادی دارند که از وزن کل غواص کم میکند) بناشده‌است.

جرم‌حجمی یا وزن مخصوصSG (Specify gravity) را برای آب مقطر معادل یک گرم برسانتی‌مترمکعب یا یک کیلوگرم بر لیتر در نظر می گیرند.

$$P = \frac{M}{V} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}}$$

مثلا سرب با جرم‌حجمی ۱۳/۵، وزنش ۱۳/۵ برابر آب هم حجم خودش است.

اینکه یک جسم در آب فرو میرود یا؟ به جرم‌حجمی آن برمی‌گردد اگر باشد جسم در آب فرو میرود و اگر باشد جسم در سطح آب غوطه‌ور میگردد.

جرم‌حجمی بدن انسان به طور متوسط کمی بیش از یک است ولی اینSG کاملاً وابسته به میزان بافت چربی بدن و حجم ششهاست در شرایط ارادی با افزایش حجم ششها می توان شناوری مثبت و غوطه‌وری در سطح آب را تجربه کرد ولی در غواصی آنچه مهم است شناوری صفر یا بی وزنی در غوطه وری است این نکته در تمام مراحل انجام یک عملیات غواصی و میزان انرژی به کار برده شده موثر است.

اصولاً آب دریا نسبت به آب شیرین و آب مقطر دارایSG بیشتری است هر چقدر میزان شوری و املاح آب بیشتر باشد جرم‌حجمی آن بیشتر و در نتیجه نیروی غوطه‌وری آن بیشتر می‌گردد.

میزان هوای موجود در احشای شکمی و حجم چربی موجود و تجهیزات همراه همه روی شناوری غواص موثرند و ایجاد یک شناوری صفر برای رعایت ایست های ایمنی[۱] از اهمیت بالای برخوردار است چرا که گاهی غواص در عمق های مشخصی بر اساس دستور کامپیوتر غواصی نیاز به ایست و توقف در یک عمق خاص دارد که شناوری مثبت یا منفی باعث صدمات باروتروماییی یا سندرم تقلیل فشار(DSC) گردد.

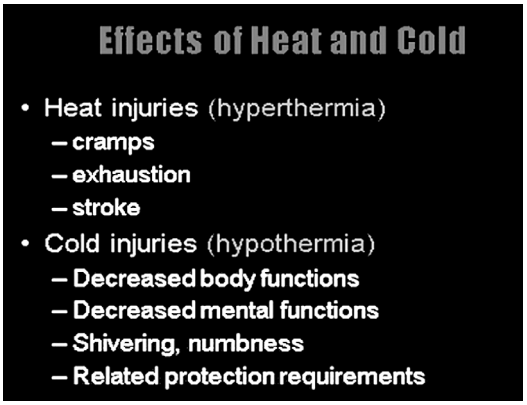
۱ Safety Stop

اثرات فیزیکی محیط زیست PHYSICAL EFFECTS OF ENVIRONMENT

درجه حرارت Enviromental Temperture

دمای متوسط بدن ۳۷° و دمای متوسط آبهای اقیانونس حدود ۲۰°-۱۲°درجه سانتی گراد است ضمن اینکه دمای آبها با افزایش عمق کاهش می‌یابد ولی لایه‌هایی از آب در اقیانوس دارای دمای متفاوتی هستند که جریانهای آب اقیانوسی را باعث می‌شوند و بنام لایه‌های (Thermoclines) معروف اند. عبور جریانهای آب سرد باعث ایجاد یک تفاوت دمایی (Tempresure Gradient) بین بدن غواص و محیط اطراف می‌شود. بدلیل بالا بودن ظرفیت گرمایی ویژه آب، هدایت حرارتی سریع اتفاق می‌افتد و غواص دچار هیپوترمی می‌گردد در عمل برای جلوگیری از این حادثه لباسهای wet suitدوجداره که بین آنها هوا قرار می‌گیرد و استفاده از یک Rubber Skin در انواع Dry Suit مانع یخ زدن غواص در جریانهای آب سرد می‌گردند.

حرارت بدن شکلی از انرژی است که سطحی از آن می‌تواند با اندازه‌گیری درجه حرارت بدن تخمین زده شود.



شکل ۳۴-۲

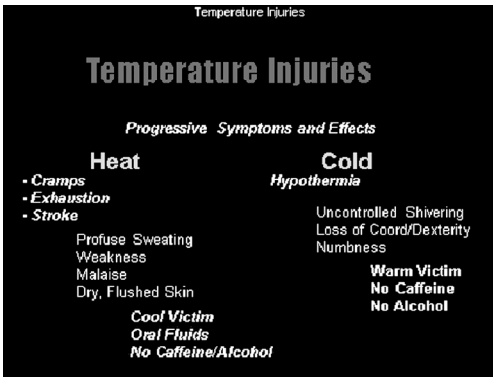
در انرژی گرمایی از نواحی درجه حرارت بالا به نواحی درجه حرارت پایین جریان می‌یابد. انتقال حرارت مهم است تا هدایت حرارتی در غواص انجام شود (یا انتقال حرارت با تماس مستقیم) این حالت ممکن است باعث (درجه حرارت پایین بدن)[۱] شود.

معمولاً درجه حرارت آب با عمق کاهش می‌یابد اما درجه حرارت در لایه‌های آب ممکن است متفاوت باشد (Thermoclines). که اصطلاحاً بنام ترموکلاین معروف است.

آب سرد، gradient درجه حرارت را ایجاد می‌کند که در طول آن گرما از بدن عبور می‌کند که حاصل از دست دادن حرارت مداوم درون آب است. این فرآیند با ظرفیت بالای آب به هدایت و جذب گرما کمک می‌کند.

---

۱ hypothermia



شکل ۳۵-۲

از آنجایی‌که حفظ دمای طبیعی بدن برای عملکرد فیزیولوژیکی ضروری است اولین گام برای غواص به حداقل رساندن گرمای از دست رفته می‌باشد. این امر ممکن است با قرار دادن یک لایه‌ای از هوا (هادی ضعیف گرما) بین غواص و آب انجام شود.

نور و رنگ LIGHT & COLOR

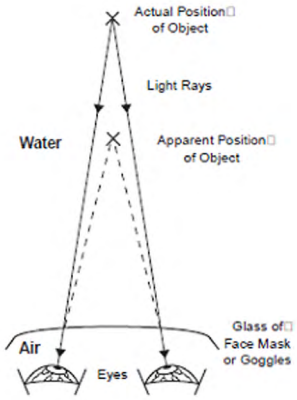
دید در زیر آب تحت تأثیر ماسکی که غواص از آن استفاده می‌کند، جذب نور به وسیله آب، شدت نور تیرگی آب قرار می‌گیرد که بستگی به مقدار ماده و معلق در آن دارد. نگاه کردن از میان ماسک غواصی یا کلاه ایمنی غواصی اشیا را در زیر آب ۲۵ تا ۳۵٪ بزرگنمایی می‌کند و بنابراین باعث می‌شود که آنها نزدیکتر به نظر برسند. این جابجایی تصویر نتیجه تفرق یا رفراکسیون نور وقتی از آب از میان ماده ماسک گذشته و به گاز می‌رسد می‌باشد و می‌تواند غواصان مبتدی و تازه‌کار را به اشتباه بیندازد. ماسک یا کلاه ایمنی همچنین دید محیطی غواص را تا ۵۰ درصد محدود می‌کند. ماسک‌ها با نواحی دید بزرگتر میدان دید را افزایش می‌دهند.

Stereoacuity یا ادراک در عمق، توانایی تعیین فاصله نسبی بین اشیاء نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد. این به خصوص در آب شفاف و تمیز مشهود است و با کاهش شفافیت نور در آب و افزایش اغتشاش و بی‌نظمی بدتر می‌شود. کاهش Contrast در زیر آب، حتی در آب شفاف در دیدن پدیده نقش دارد. جذب نور بر روی دید در زیر آب با کاهش نور موجود تأثیر دارد. در آب شفاف فقط حدود ۲۰٪ نور برخوردی به عمق ۳۳ فوت (۱۰ متر) نفوذ می‌کند. نور موجود همچنین با کاهش زاویه برخوردی نور خورشید به سطح آب کاهش می‌یابد و وقتی خورشید به افق نزدیک می‌شود و نور بیشتری منعکس می‌گردد. به هرحال در آب شفاف با زاویه بالای خورشید، نور سودمند ممکن است در عمق ۱۹۸ تا ۲۹۷ فوت (۶۰-۹۰ متر) یافت شود.

با افزایش اغتشاش و بی‌نظمی، نفوذ نور کاهش می‌یابد. در بسیاری رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و بنادر، ممکن است نور قابل استفاده وجود نداشته باشد حتی در چندین فوت سطح. تغییرات در درک رنگ روی می‌دهد چون آب به طور اختصاصی طول موج‌های بسیار کوتاه و بسیار بلند نور را جذب می‌کند. در اعماق نسبتاً کم، طیف قرمز – نارنجی از بین می‌رود و اکثر اشیاء سبز – آبی بنظر می‌رسند. برای مثال در عمق حدود ۱۰ فوت، خون بیشتر سبز بنظر می‌رسد تا قرمز. اگر یک منبع نور زیر آب بکار رود، بهرحال رنگ بنظر طبیعی می‌رسند.

دید در محیط‌های خشک زیاد تغییر نمی‌کند. تنها مشکل مربوط به دیدی که ممکن است در غواصی‌های مکرر یا اشباع طولانی روی دهد از بین رفتن جزئی شدت دید و تمایل به esophoria می‌باشد.

شکل ۲-۳۰ تصاویر در زیر آب بسمت غواص جابجا می‌شوند. موقعیت ظاهری نزدیکتر بعلت رفراکسیون (تفرق) پرتوهای نور وقتی آنها از میان آب، ماده مربوط به ماسک صورت و گاز داخل ماسک عبور می‌کنند می‌باشد.



شکل ۲-۳۶

شکست نور در عبور از محیط با ضریب شکست، متفاوت است که اغلب دانسیته غیر یکسان دارند که به آن انعکاس یا (REFLECTION) گویند ضریب شکست (REFLECTIVE INDEX) در آب، در شیشه ماسک غواصی، هوای پشت شیشه و چشم غواص کاملاًمتفاوت است، لذا در غواصی دید به دلیل کمبود نور، آلودگی هوا، اختلالات انکساری چشم غواص می‌تواند شدیداً تحت تاثیر قرار گیرد حداقل این ضریب حدود ۲۵٪ است که غواص اجسام را نزدیکتر و بزرگتر می‌بیند ولی اگر غواص دارای اختلالات انکساری چشم باشد این وضعیت تشدید می‌گرددمگر غواصانی که نوع دوربینی (HYPEROPIA) معادل ۲۵٪ را دارند که عملاًزیر آب این مشکل حل می‌شود برای غواصان تازه کار اختلالات در تشخیص مسافت و سایز اجسام یک معضل است و حتی این اختلال در غواصان با تجربه نیز دیده می‌شود.

نور خورشید مجموعه‌ای از هفت رنگ می‌باشد که توسط انسان قابل تشخیص است که به دلیل اختلاف در طول موج و فرکانس آنهاست طول موج قرمز در عمق یک متری جذب می‌شود، طول موج نارنجی در عمق پنج متری، زرد در عمق ده متری رنگ سبز و آبی به بیشتر از ده متر می‌رسند و این تنها دلیلی است که اشیاء در عمق حدود ۱۵-۱۰ متری به رنگ آبی و سبز دیده می‌شوند.

باقیمانده جلبکها و میکرو ارگانیسم ها در کنار ساحل وجود دارند که زرد هستند ولی در برخورد با نور خورشید و جذب طیف آبی، سبز رنگ به نظر می‌رسند ولی در نزدیک OFSHORE (۱۰۰ تا ۲۰۰ متری ساحل) بدلیل نفوذ طیف آبی، اغلب آبی رنگ هستند و در دوربینهای عمیق، بیشتر نورها و اجسام، آبی و سبز دیده می‌شوند رنگ ماهی‌ها و مرجان ها اغلب به صورت سبز آبی دیده می‌شود.

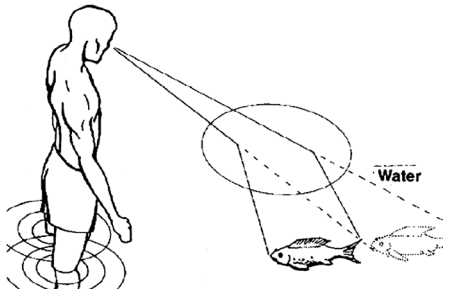
بنا به دلایل ایمنی بهتر است که لباس و تجهیزات غواصی به رنگ‌هایی طراحی شوند که اختفای بیشتری را ایجاد سازند مثلاًرنگ قرمز در سطح کاملا دیده می‌شوند و رنگ سیاه به دلیل جذب نور قرمز و ایجاد نوعی سایه از طرف

غواصان تیم بهتر قابل شناسایی است و برعکس به دلیل تمام طیفهای خود، یک رنگ مخفی به حساب می‌آید ضمن اینکه بسیاری بر این باورند که اغلب ماهی‌ها به خصوص کوسه‌ها توانایی دیدن رنگ سیاه را ندارند اگرچه بوی خون و ادرار خیلی سریع باعث تحریک و حمله این حیوانات خواهد شد.

موادی که نور را انتقال می‌دهند تمایل اندکی به تغییر مسیر اشعه نور دارند که از بین آنها عبور می‌کند. این پروسه انکسار نامیده می‌شود (شکست نور). درجه‌ای که این کار صورت می‌گیرد ضریب شکست نامیده می‌شود. هر زمانی که نور از یک رابط بین مواد با شاخص‌های انکساری متفاوت عبور کند خود مسیر خم می‌شود.

هنگامی که یک غواص اشیاء زیر آب را نظاره کند نور باید از طریق آب به شیشه ماسک صورت منتقل شود و هوا در ماسک قبل از آن به چشمان او برسد. اشعه‌های نور در هریک از این واسطه‌ها شکسته می‌شوند و تغییر شکل آنها باعث می‌شود که اجسام بزرگتر به نظر برسند و به ۲۵٪ نزدیک‌تر شوند.

تا زمانیکه غواص با این تغییر سازگار شود این تغییر ممکن است تشخیص سایز و مسافت جسم را مشکل سازد. این کار در عمل باعث به وجود آمدن مشکلاتی می‌شود، نمونه‌های ساده نظیر ماهیگیری



شکل ۳۷-۲

ماهی نزدیک تر به نظر می‌رسد چرا که اشعه نور به واسطه هوا / آب شکسته می‌شود. دید شفاف چشم بستگی زیادی به شکست پرتوهای نور دارد تا بین هوای جلو چشم و قرنیه عبور کند (سطح روشن متقابل چشم). اگر چشم‌ها در زیر آب بدون ماسک صورت باز شوند عدم وجود این واسطه‌های هوا / قرنیه باعث تاری دید می‌شود.

آب، رنگ‌ها را با درجات مختلف جذب می‌کند. در آب تمیز اقیانوسی، رنگ قرمز در عمق یک متری جذب می‌شود، رنگ نارنجی در عمق ۵ متری، زرد در عمق ۱۰ متری و رنگ سبز و آبی در عمق بیشتر ظاهر می‌شود. این مسئله شرح می‌دهد که چرا بسیاری از چیزها صرف نظر از رنگشان در سطح آب، با سایه‌های رنگی آبی یا سبز در اعماق بیش از ۱۰ متر ظاهر می‌شوند. اشعه‌های نور توسط ذرات ریز آب شکسته (Refrraction) می‌شوند و سایه‌هایی را می‌سازد که کمتر قابل تشخیص‌اند و به وضوح توانایی دید را با مسافت زیاد کاهش می‌دهند.

آب نزدیک ساحل معمولاً حاوی ترکیبات مایل به زرد و حاصل از خرابی رنگ سبز است که اغلب رنگ‌های بیشتری را به جز رنگ سبز جذب می‌کند. در نتیجه آب تمیز اقیانوس به نظر می‌رسد که آبی باشد در حالیکه در نزدیک ساحل Inshore یا در نزدیک (خلیج) آب سطح، سبز به نظر می‌رسد.

از آنجاییکه عمق آب اساساً توسط نور آبی و سبز روشن می‌شود رنگ مرجان‌ها و ماهی در این اعماق با درخشش

کمتری دیده می‌شوند مگر اینکه توسط چراغ قوه یا فلش دوربین روشن شوند.
بنابه دلایل ایمنی بهتر است که غواص از تجهیزات و لوازم غواصی رنگ شده استفاده کند. با این حال، جذب نور در زیر آب باید هنگام انتخاب این رنگ‌ها در نظر گرفته شود. به عنوان مثال، رنگ قرمز به راحتی در سطح آب قابل رؤیت است رنگ سیاه در عمق به دلیل جذب قابل توجهی از نور قرمز در آن طرف آب دیده می‌شود.
رنگ نارنجی فلورسنت یا رنگ زرد یا fabric بهتر دیده می‌شود زیرا اجسام فلورسنت به طور فعال نور را از خود ساطع می‌سازد و مقایسه خوبی را در برابر موجودات آبزی نشان می‌دهد.

صدا SOUND

امواج صوتی در سطح آب- هوا[1] منعکس می شوند و لذا فریاد زدن از بیرون آب هیچ ثمری نداشته و عملاًتوسط غواص شنیده نمی‌شود.
در زیر آب به دلیل بالا بودن چگالی، امواج صوتی سریعتر از هوا حرکت می کنند و لذا تعیین مکان تولید صدا[2] در آب تقریباًغیر ممکن است.
تمام غواصان تجربه شنیدن صدای موتور قایقها را در زیر آب دارند، و می دانند که فاصله و مسیر حرکت قایق را از طریق شنیدن صدا در آب نمی توان تشخیص داد.
بلکه ناشی از تغییراتی در رسانایی در گوش میانی به دلیل افزایش دانسیته گاز است و با کاهش فشار قضیه برعکس می‌شود. این هم در مورد محیط‌های نیتروژن-اکسیژن و هم در مورد محیط‌های هلیم-اکسیژن صادق است.
شنوایی در زیر آب وضعیت کاملاً متفاوتی است. چون دانسیته‌های بافتهای بدن انسان و آب مشابه هستند سر غوطه‌ور در آب نسبت به انرژی صدا «شفاف» است. علاوه بر این، آب در کانال گوش خارجی ارتعاشات ایجاد شده در پرده صماخ را مرطوب می‌کند. بنابراین شنوایی در زیر آب بیشتر از طریق هدایت استخوان روی می‌دهد تا از طریق گوش میانی و با ۵۰ تا ۷۵٪ کاهش در آستانه شنوایی تعیین محل صدا در زیر آب مشکل است و صدا در آب نسبت به هوا سریع تر حرکت می‌کند و اختلاف در زمانی را که در آن صدا به هر گوش می‌رسد کاهش می‌دهد. بدون این اختلاف، تعیین موقعیت اغلب می‌تواند غیرممکن باشد.
قابل فهم بودن صحبت در غواصی یک مشکل است. در آب صحبت کردن با یکدیگر بدون وسیله ارتباطی برای غواصان مشکل است چون برای انتقال صدا در زیر اب فقط به وسیله صوت نیاز به انرژی بسیار زیادی است. غواصانی که کلاههای ایمنی سخت و محکمی می‌پوشند می‌توانند بوسیله لمس کردن کلاه‌ها با یکدیگر صحبت کنند به گونه‌ای که صدا مستقیماً از طریق یک کلاه ایمنی به کلاه ایمنی دیگر انتقال می‌یابد. در حالیکه قابل فهم بودن و وضوح سخن زمانی که دانسیته مخلوط نیتروژن-اکسیژن افزایش می‌یابد کاهش می‌یابد، سخن گفتن اغلب در مخلوط گازهای هلیم-اکسیژن به کار می‌رود غیرممکن است چون هلیم رزنانس ساختارهای ایجاد کننده صوت و حفره‌های پرشده از گاز را تغییر داده و از این رو تا حد زیادی طنین صدا را تغییر می‌دهد. این باعث ایجاد صدای تودماغی می‌شود که به آن به عنوان صحبت کردن «داتلدداکی» اشاره می‌شود. اکثر غواصان اشباعی در می‌یابند

---

۱ "AIR-WATER INTERFACE"
۲ LOCALIZATION

که درک آنها از چنین صدایی بعد از چند روز تحت فشار قرار گرفتن بهبود می‌یابد اما هنوز هم ضعیف است. از دست دادن دائمی شنوایی مشکل رایجی بین غواصان در گذشته بود که به خاطر سطوح بالای سرو صدا Noise در کلاه‌های ایمنی و محفظه‌ها بودند. اگرچه غواصانی که کلاه سخت[۱] می‌پوشند هنوز هم ممکن است به این مشکل دچار شوند اما تجهیزات غواصی جدیدتر بی‌صدا تر هستند و از دست‌دادن شنوایی دیگر متداول نیست. اگر یک محفظه تراکم دارای صدا خفه‌کن برای سیستم‌های اگزوز (خروجی) و تراکم نباشد، غواصان داخل محفظه و اپراتورها باید از حفاظت شنوایی فردی برای پیشگیری از کَر شدن دائمی و موقتی استفاده کنند. یک ردیاب صوتی (سونار) از سیگنالهای صدای انتشار یافته در آب برای جنبه‌های خاصی از عملیات استفاده می‌کند (یعنی سونار فعال) استانداردهایی برای عملیات غواصی نزدیک منابع سونار فعال در دستورالعمل NAVSEA سری ۳۱۵۰,۲ تعریف می‌شوند. قرار گرفتن در معرض سونار می‌تواند اثرات شنوایی و غیرشنوایی ایجاد کند. قرارگرفتن در معرض فشار صدای بالا در آب مشابه قرار گرفتن در معرض نویز بالا در هواست و باعث تغییر آستانه موقتی یا کری حسی عصبی می‌شود. اینکه کاهش شنوایی موقتی باشد و یا دائمی بستگی به سطح فشار صدا و فرکانس سیگنال سونار دارد. اگر سیگنال سونار[۲] در رِنج نزدیکی تقویت نشود خطر کمی وجود دارد چون غواصی که در ناحیه منبع سونار شنا می‌کند می‌تواند سیگنال را بشنود یا احساس کند و از منطقه خطر دور بماند. گزارش شده که غواصانی که در معرض سونار قرار می‌گیرند ارتعاشات (در بخش‌هایی از بدن یا کل آن) سرگیجه، استفراغ، ناراحتی عمومی، گیجی و سردرگمی، کاهش توانایی برای تمرکز، خستگی و درد مفاصل را احساس می‌کنند. ارتعاش پدیده‌ای مکانیکی است در حالیکه سرگیجه و تهوع و استفراغ و ناراحتی اثراتی را روی سیستم دهلیزی نشان می‌دهند. به طور مشابه تهوع و استفراغ و سرگیجه گاهاً در بیمارانی با علائم یا نشانه‌های دهلیزی ایجاد شده به وسیله سرو صدا Noise بلند به نام (پدیده TULLION) نامیده می‌شوند. ترکیب سردرگمی و گیجی، کاهش تمرکز و خستگی مشابه، نشانه‌های دیده شده در بیماری حرکتی است و احتمالاً حاصل از شبیه‌سازی صدای سیستم دهلیزی است. علت درد مفصل مشخص نیست. پیروی از استانداردهای انتشار یافته بین المللی در مورد میزان در معرض قرارگیری باید باعث پیشگیری از این علائم گردد.

ارتفاع "ALTITUDE"

در ارتفاع که فشار اتمسفری کمتر از یک اتمسفر می شود، خطرات خاصی غواص را تهدید می کند مثلاًتجهیزات غواصی مثل عقربه فشارسنج دقیق نیست و قواعد غواصی باید تغییر کند تا احتمال باروتروما‌ی ریوی و سندرم تقلیل فشار "DCS" زیاد نشود.

این موضوع در فصلهای بعدی دقیقتر توضیح داده می شود.

اگر نشان داده شود که ارتفاع کمتر از (ATA ۱) است اثرات گوناگون آن ممکن است زندگی غواص را به مخاطره اندازد.

برخی از تجهیزات ممکن است تحت تأثیر قرار گیرند به عنوان مثال، فشارسنج و یا نمودارهای غواصی که بایداصلاح شود تا از Barotrauma ریوی و بیماری Decompression جلوگیری شود (به فصل ۶ رجوع شود).

۱ HARD HAT

۲ موج مکانیکی، صدای خشن

فصل سه

فیزیولوژی در غواصی

فیزیولوژی PHYSIOLOGY

درک اصلی فیزیولوژی بدن به درک اثرات فیزیولوژیکی غواص و کاربرد طب غواصی کمک می‌کند. سیستم قلبی و عروقی و تنفسی در اینجا شرح داده می‌شود در حالی‌که فیزیولوژی برخی از اندام‌های دیگر مانند گوش در فصل‌های خاص آورده شده است.

اکثر قسمتهای تحت تأثیر غواصی اسکوبا شامل سیستم قلبی-عروقی (گردش خون) و سیستم تنفسی (ریوی) گوش‌ها و سینوس‌هاست. مقدمه‌ای که در مورد فیزیولوژی غواصی اسکوبا بیان نموده اند و این موضوعات را تعریف می‌کند. توجه خاص به قلب، PATENT FOREMEN OVALE, FOSSA OVALS، ریه‌ها، تنفس، آلوئلیALVEOLI، گوش‌ها، سینوس‌ها و یکسان‌سازی می‌شود.

سیستم قلبی-عروقی (گردش خون) و سیستم تنفسی دو سیستم در بدن انسان هستند که بسیار حیاتی و مهم می‌باشند. آنها به طور پیوسته جریانی از مواد مغذی از (سیستم گوارش) و گازهای حل شده را در اختیار بدن قرار داده و از دفع محصولات زائد بدن مراقبت می‌کند. اختلال در این سیستم باعث آسیب جدی و دائمی به بدن در عرض چند دقیقه می‌شود و از تمام سیستم بدن این دو سیستم بیشتر تحت تأثیر محیط زیرآب در هنگام غواصی هستند.

متابولیسم METABOLISM

نیاز به انرژی The Need for Energy

انرژی نیاز اصلی برای همه فرایندهای زندگی است. این انرژی برای رشد، ترمیم، حرکت و تمام عوامل فعال بدن مورد نیاز است. سوخت این انرژی ناشی از ترکیبات کربنی است که در مولکول‌های پیچیده مواد غذایی یکی می‌شوند. این انرژی به صورت بیوشیمیایی در دستگاه گوارش به ترکیبات شیمیایی ساده تبدیل می‌شود که توسط

جریان خون در سلول‌ها جذب می‌شوند.

هر بخش از بدن به طور ثابت نیاز به اکسیژن برای آنچه که متابولیسم اکسید کننده نامیده می‌شود ضروری است: اکسیداسیون مواد غذایی به منظور تأمین انرژی مورد نیاز برای زندگی. تمام سلولهای بدن لازم است و نیاز به اکسیژن دارند. به خصوص مغز نسبت به کمبود اکسیژن بسیار حساس است. بعد از ۲ تا ۶ دقیقه نرسیدن اکسیژن به مغز، به طور دائمی آسیب می‌بینند. دی‌اکسید کربن که به عنوان محصولات زائد از متابولیسم به دست می‌آید باید دفع شود. سیستم قلبی عروقی مراقب گردش خون و انتقال مواد مغذی، اکسیژن، و دی‌اکسید کربن می‌باشد و اساساً شامل قلب، سرخرگها، سیاهرگها و مویرگ‌هاست.

در اینجا، آنها بیشتر تحت فرآیند بیوشیمیایی قرار می‌گیرند تا در نهایت کربن با اکسیژن ترکیب شود و دی‌اکسیدکربن را تشکیل دهند و انرژی آزاد شود.

این شبیه شکل انرژی است که در موتور خودرو و یا آتش‌سوزی گرفته می‌شود در اینجا کربن در سوخت یا چوب با O_2 ترکیب می‌شود تا انرژی تولید شود. فرآیندهای بدن تنها تحت شرایط سخت اکسیژن موجود، درجه حرارت و اسیدیته عمل می‌کند.

بدن به وسایلی نیاز دارد که مواد غذایی را به سلول‌ها انتقال دهد و این کار با تحویل O_2 و حذف CO_2 انجام می‌شود. انتقال در سیستم عروقی توسط خون انجام می‌گیرد. این سیستم شامل شریان‌هایی است که خون را به بافت‌ها می‌برد و شبکه گسترده‌ایی از مویرگ‌های میکروسکپی خود را به کل سلول‌های بدن می‌رسانند و سیاهرگ‌های خون را به قلب باز می‌گردانند.

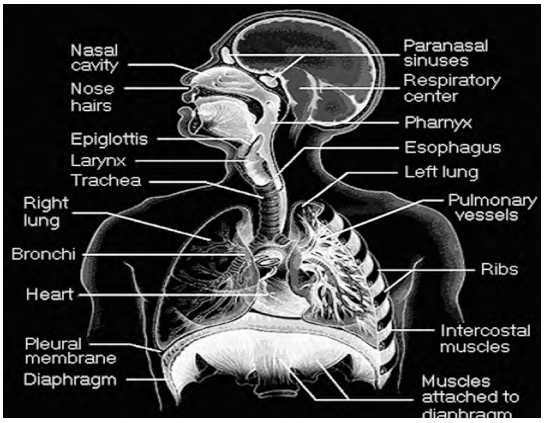
خون از طریق رگ‌های خونی توسط پمپ عضلانی – قلبی گردش می‌کند و کل سیستم، یک سیستم قلبی – عروقی نامیده میشود. این سیستم O_2 را از ریه‌ها به سلول‌ها می‌آورد و CO_2 را از طریق سیستم تنفسی حذف می‌کند.

اگر زمان کافی برای مطالعه این فصل وجود نداشته باشد و خواننده برای شروع غواصی عجله داشته باشد مطالعه این فصل به تأخیر افتد.

تنفس RESPIRATION

ساختار تشریح Anatomical Structure

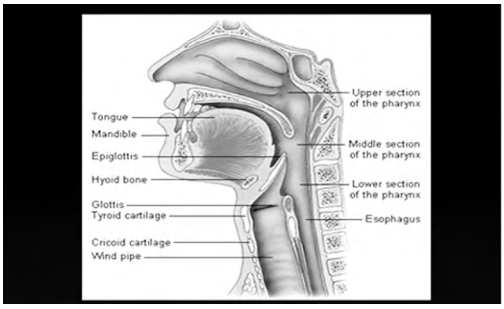
دستگاه تنفس از دهان و بینی آغاز می‌شود و در کیسه‌های هوایی میکروسکوپی ریه‌ها به پایان می‌رسد که alveoli نامیده می‌شود. بینی جدا از کار تزئینی‌اش تنفس ما را گرم و مرطوب می‌سازد. همچنین ذرات استنشاق شده را فیلتر می‌کند.



شکل ۱-۳

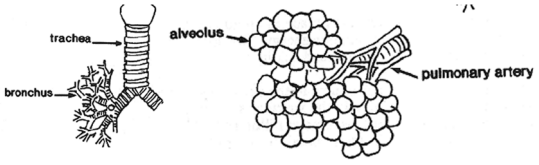
اگر بینی تنفس را از طریق دهان یا لوله مخصوص تنفس در زیر آب یا رگلاتور Scuba عبور دهد ریه‌ها با هوای تصفیه نشده، خشک و سرد می‌شود.

پس از عبور از طریق دهان یا بینی هوا وارد گلو می‌شود جایی‌که حنجره (جعبه صدا) واقع شده است. حنجره را به عنوان «سیب آدم» می‌شناسند. حنجره همچنین صدای گفتاری را تولید می‌کند و به محافظت ریه‌ها از استنشاق مواد خارجی کمک می‌کند.



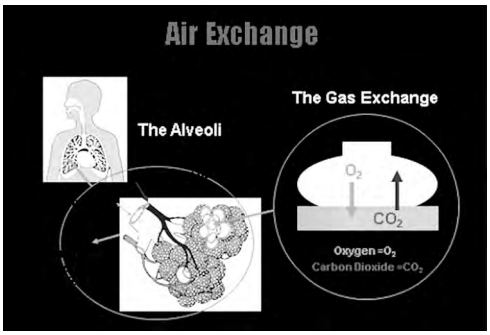
شکل ۲-۳

هنگامی‌که آب دریا از طریق لوله مخصوص تنفس یا رگلاتور Scuba وارد حنجره شود دریچه کوچک باز و بسته می‌شود که اپی‌گلوت نامیده می‌شود و تارهای صوتی به منظور پیشگیری از ورود مواد خارجی به ریه‌ها جلوگیری می‌کنند. اگر هرگونه موادی در این ساختار عبور کند باعث سرفه می‌شود و با لمس مواد خارجی در داخل راه‌های هوایی ممکن است سرفه ایجاد شود، واکنش انجام می‌شود تا مواد استنشاق شده خارج شود.



شکل ۳-۳

درخت نای و برونش‌ها را نشان می‌دهد که در alveoli پایان می‌یابد. رابطه بین برونش‌ها، alveoli و شاخه‌هایی از شریان ریوی دیده می‌شود.



شکل ۴-۳

در زیر حنجره، هوا از طریق یک لوله به نام نای عبور می‌کند. این لوله به اندازه ضخامت لوله مخصوص تنفس در زیر آب است و به طور متوسط شاخه‌های درون قفسه سینه به دو لوله تقسیم می‌شود یکی از آنها نایژه است که به ریه‌ها منتهی می‌شود. وقتی که هوا عبور داده می‌شود سلول‌های پوشش داده شده با موهای میکروسکپی (cilia) به صف می‌شوند و ترشح مخاطی به آرامی به سمت بالا و به سمت حنجره حرکت می‌کند. تکه‌های کوچک مواد خارجی مثل گرد و غبار در نهایت راه خود را به حنجره حرکت می‌کند. با لایه مخاطی سپس سرفه یا بلع انجام می‌شود. مژه‌ها ممکن است با سیگار کشیدن و یا عفونت آسیب ببینندو این عمل باعث نگهداری مواد مخاطی و استنشاقی می‌شود و ممکن است به تدریج راه‌های هوایی بسته شود.

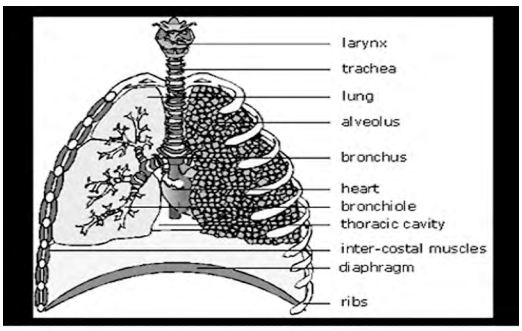
ریه‌ها از بافت الاستیک تشکیل شده‌اند. هر ریه بوسیله دو غشاء احاطه شده که PLEURA نامیده می‌شود. غشای داخلی ریه را پوشش می‌دهد و غشای خارجی حفره قفسه سینه را می‌پوشاند. فضای بین غشاها حفره PLEURAL نامیده می‌شود و با لایه نازکی از مایع پر می‌شود.

مثل مایع پری‌کاردیال در قلب، این مایع PLEURAL به عنوان یک روانساز عمل می‌کند و باعث حرکت بدون اصطکاک ریه‌ها طی تنفس می‌شود.

مقدار هوایی که طی تنفس نرمال دم و بازدم می‌شود حجم جزر و مدّی نامیده می‌شود. حداکثر حجمی که می‌تواند بعد از بازدم کامل استنشاق شود حجم حیاتی نامیده می‌شود. مقدار هوایی که در ریه‌ها بعد از بازدم کامل باقی می‌ماند حجم باقی مانده نامیده می‌شود.

فضای هوای مرده بخشی از حجم جذر و مدی است که در تبادل گازها شرکت نمی‌کنند یعنی هوایی که به شش‌ها نمی‌رسد (در دهان، بینی، سینوسها، نای، و نایژه باقی می‌ماند) این هوای دارای سطح پایین اکسیژن و سطح بالای دی‌اکسید کربن است. وقتی غواصی از رگلاتور استفاده می‌کند، فضای هوای مرده به وسیله حجم مرحله ثانویه رگلاتور بزرگتر می‌شود.

نایژه بارها و بارها به طور تصاعدی به گذرگاه‌های کوچکتر تقسیم می‌شود که شبیه به شاخه‌های یک درخت شبیه است. این گذرگاه‌ها، ماهیچه‌ها را با انقباض یا انبساط در دیواره‌هایشان احاطه می‌کنند و قطر راه هوایی‌شان می‌تواند متفاوت باشد.



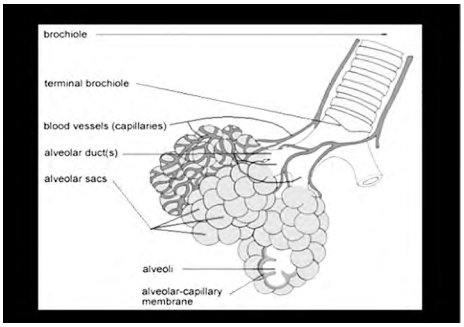
شکل ۵-۳

در آسم، عضلات نایژه‌های کوچک فوق‌العاده حساس و فعال و بیش از اندازه باریک می‌شوند و راه هوایی را مسدود می‌سازند. این اتفاق در پاسخ به ورزش، آلرژی، سرما، عفونت، اضطراب، سیگار کشیدن یا سایر استنشاقات مثل استنشاق آب دریا روی می‌دهد. گاهی اوقات سلول‌ها جدار این معابر مخاطی را بیش از حد ضخیم می‌سازند. ترکیبی از این عوامل باعث باریک شدن راه هوایی می‌شود که پیامدهای جدی را برای غواص به همراه دارد.

شاخه‌های کوچک انتهای نایژه در خوشه‌هایی از کیسه‌های هوایی میکروسکپی alveoli نامیده می‌شود. تعداد گسترده‌ای از alveoliها به دو ارگان اسفنجی شکل ریه‌ها، دسته می‌شوند در حدود سیصد میلیون alveoli در ریه‌ها وجود دارند و سطح ترکیب همه alveoliها در ریه‌ها برابر با نیمی از زمین تنیس است. alveoliها با لبه نازکی از مواد سیال پوشانده می‌شوند که حاوی مواد شوینده به نام سورفکتانت می‌باشند. این لایه‌ها به صورت عمل مرطوب کننده عمل می‌کند تا از سقوط کشش سطحی alveoli جلوگیری کند.

پوشش سورفاکتانت alveoli در بیماری یا استنشاق آب می‌تواند خطرناک باشد و به ترکیدگی ریه‌ها منجر شود و مشکلات تنفسی جدی را به وجود آورد.

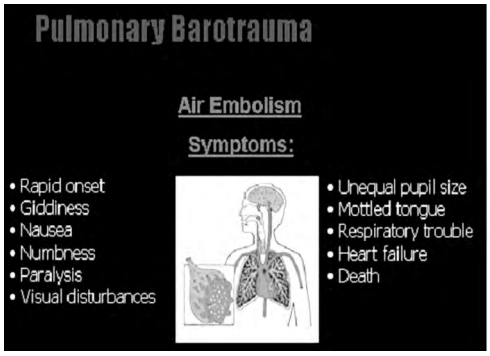
هر alveolus توسط شبکه‌ای از مویرگ‌های خونی احاطه می‌شود. مویرگ‌های خونی، خون را با هوا وارد alveolus می‌کنند که تنها با دیواره‌های نازک میکروسکپی alveolus و مویرگی از یکدیگر جدا می‌شوند.



شکل ۶-۳

این نمودار یک alveolus را با شبکه احاطه کننده مویرگ‌ها نشان می‌دهد:

اگر دیواه ر یک حفره کوچک (alveolus) پاره شود در نتیجه آن ممکن است (انفجار ریوی)[۱] شود سپس هوا قادر است از alveolus وارد جریان خون شود که در اینجا ممکن است باعث مسدود شدن فاصله رگ‌ها شود نظیر انسدادی که در رگ‌های مغز به وجود می‌آید که به آن آمبولی هوا[۲] گویند.



شکل ۷-۳

ریه‌ها یک حفره‌ای به اندازه یک توپ فوتبال را در هر طرف قفسه سینه اشغال می‌کنند. ریه تحت پوشش غشای نازک به نام پرده جنب قرار می‌گیرد که در داخل قفسه سینه قرار دارد و دیواره آن با یک غشاء مشابه پوشیده می‌شود. بین دو لایه جنب فضای باریک وجود دارد که دارای مقدار کوچکی مایع روان‌کننده برای به حداقل رساندن اصطکاک است در نتیجه ریه‌ها گسترش داده می‌شوند و در طول تنفس منقبض می‌شوند. اگر سطح خارجی ریه پاره شود در نتیجه ممکن است Barotrauma ریوی رخ دهد سپس هوا می‌تواند وارد فضای Pleural شود و باعث متلاشی شدن ریه شود این اختلال Pneumothorax نامیده می‌شود.

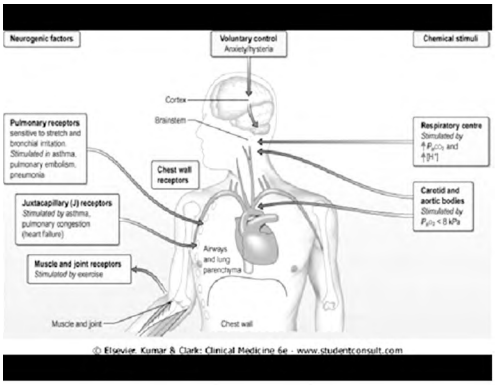
دیواره قفسه سینه که محصور ریه‌هاست از دنده‌ها و دیواره‌های عضلانی ساخته شده است و به عنوان عضلات بین دنده‌ای شناخته شده است. در قاعده حفره قفسه سینه، عضله‌ای به شکل گنبد بزرگ و نازک قرار دارد که دیافراگم نامیده می‌شود. هنگامی که دیافراگم منقبض می‌شود آن مسطح می‌شود مانند: اثر کاهش فشار در حفره قفسه سینه و افزایش حجم ریه‌ها، فشار کاهش یافته و هوا را از طریق راههای هوایی به ریه‌ها می‌کشاند.

در حالت استراحت انقباض دیافراگم روش اصلی استنشاق است. این کار به انقباض ماهیچه‌ها، بین دنده‌ها کمک می‌کند، چرخش دنده به سمت بالا و بیرون قفسه سینه انجام شود و به گسترش حفره قفسه سینه و کاهش فشار در قفسه سینه کمک می‌کند هنگامی‌که تنفس زیادی مورد نیاز باشد یک گروهی از ماهیچه‌های گردن که به قفسه صدری چسبیده شده، به تنفس کمک می‌کنند.

---

۱ Lung Burst

۲ air-embolism

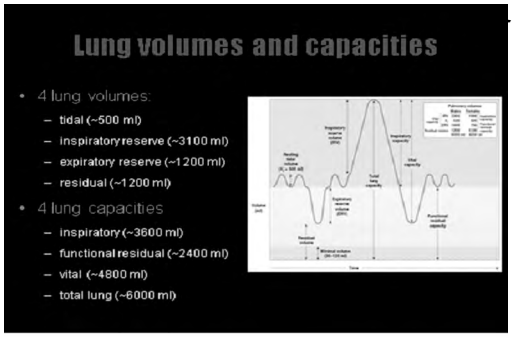


شکل ۸-۳

در پایان استنشاق، قابلیت ارتجاعی ریه‌ها و قفسه صدری باعث می‌شود که دیواره ریه‌ها و قفسه سینه منقبض شود و بازدم صورت گیرد. با تنفس آرام نیاز به تلاش‌های عضلانی نیست. با تنفس سنگین بازدم می‌تواند به عضلات شکمی و قفسه سینه کمک کند.

عملکرد تنفسی RESPIRATORY FUNCTION

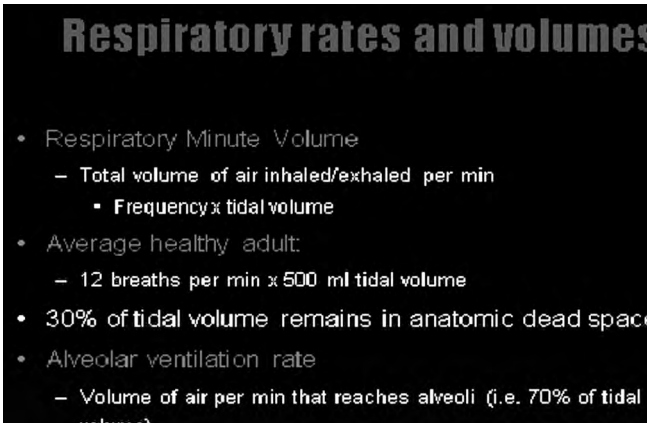
در طول تنفس آرام در مردان بزرگسال در حدود ۵۰۰ میلی لیتر از هوا جابجا می‌شود و هوا در داخل و خارج دستگاه تنفسی با هر نفس



شکل ۹-۳

حجم در هر تنفس «حجم جزر و مدی» نامیده می‌شود . در تمرینات سنگین حجم جزر و مدی می‌تواند ۱۰ برابر افزایش یابد و به ۵ لیتر برسد.

کل مقدار هوایی در ریه‌های (کل ظرفیت ریه یا Tlc) مردان بزرگسال در حدود ۶ لیتر است. تنها حدود ۱۰ درصد هوا در قفسه سینه با هر نفس در طول مدت تنفس آرام رد و بدل می‌شود. ظرفیت حیاتی (VC) حداکثر حجمی است که می‌تواند در یک نفس خارج شود و حجم بازدم اجباری ($FEV_{1.0}$) حداکثر حجمی است که می‌تواند بازدم در یک ثانیه باشد.



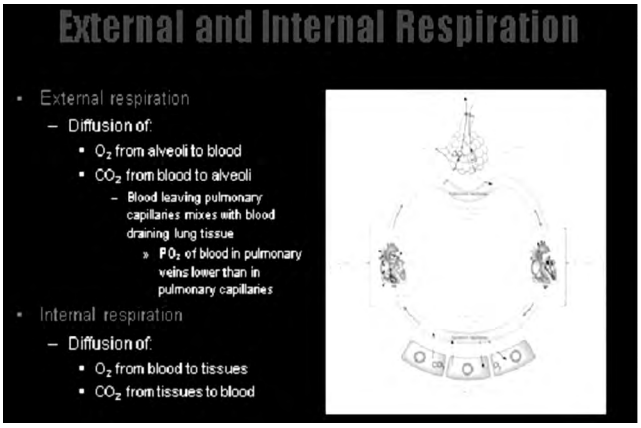
شکل ۱۰-۳

جریان هوا از طریق راه‌های تنفسی و در مراحل مختلف تنفسی تعییر می‌کند. جریان هوا از طریق استنشاق در میانه راه به اوج خود می‌رسد – و در طول مدت تنفس آرام، این جریان به حداکثر می‌رسد و میزان آن تقریباً ۳۰ لیتر در دقیقه است. این امر موجب می‌شود که مقدار آن در طول تمرین از ۶۰۰ به ۷۰۰ لیتر در دقیقه افزایش یابد. هر سیستم تنفسی (مانند لوله مخصوص تنفسی در زیر آب یا سوپاپ مطالبه شده) که غواص از آن استفاده می‌کند باید گنجایش جابجایی این جریان بزرگ هوا را داشته باشد بدون اینکه مقاومت قابل توجهی صورت گیرد. اگر این اتفاق صورت نگیرد، سپس غواص باید تلاش بیشتری را در طول مدت تنفس اعمال کند تا بر این مقاومت غلبه کند. هنگامی که غواص هوای فشرده شده را در عمق تنفس کند این مشکل ایجاد می‌شود زیرا تراکم افزایش گاز بیشتر خواهد شد زیرا در تجهیزات غواصی و ریه‌های غواص مقاومت در برابر جریان هوا صورت می‌گیرد.

جذب گاز و از دست دادن Gas Uptake and Loss

هوایی که حاوی حدود ۲۱٪ اکسیژن (O_2) و ۷۸٪ نیتروژن (N_2) می‌باشد، در alveoli استنشاق می‌شود در اینجا مقدار آن با خون موجود در مویرگ‌های خونی مقایسه می‌شود.

این خون نسبت به هوای داخل alveolus حاوی پایین‌ترین فشار جزئی O_2 و بالاترین فشار جزئی CO_2 می‌باشد از این رو خون در هنگام بازگشت از بدن اکسیژن را مصرف و CO_2 را تولید می‌کند، در نتیجه، اختلاف فشار باعث می‌شود که O_2 از alveoli به خون و CO_2 از خون به alveoli منتشر شود، در اینجا، گاز از ریه خارج می‌شود.



شکل ۱۱-۳

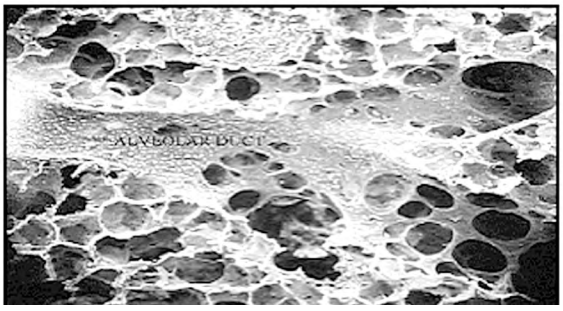
از آنجاییکه N_2 در خون و alveoli به تعادل می‌رسد حرکت خاصی را انجام نمی‌دهد به جز زمانی‌که غواص حین غواصی در معرض ارتفاع و یا تنفس گازهای متفاوت قرار گیرد.

اگر غواص ۷۸درصد نیتروژن هوا یا سایر گازهای بی‌اثر مانند هلیوم را تنفس کند(درحالیکه او در آب فرو می‌رود یا در زیر آب باقی می‌ماند) این گاز بی‌اثر از alveoli به خون عبور خواهد کرد چرا که فشار جزئی گاز در ریه‌ها افزایش می‌یابد و این حالت زمانی رخ می‌دهد که غواص پایین‌تر می‌رود.

در هنگام صعود، فشار جزئی گاز بی‌اثر در ریه‌ها کاهش خواهد یافت و این باعث می‌شود که گاز بی‌اثر از خون (بازگشت از بافت) به alveoli انتقال یابد و به خروج گاز از ریه منجر شود.

کیسه هوایی Alveoli

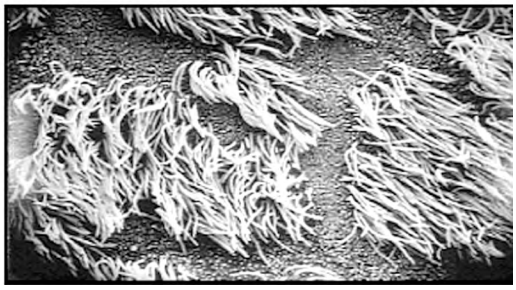
Alveoli فضاهای کوچک هوا (که شبیه خوشه انگور است) می‌باشد که بوسیله شبکه‌ای از مویرگ‌های کوچک احاطه شده است. این مویرگ‌ها از alveoli فقط بوسیله غشاء نازک نفوذپذیر گاز جدا می‌شوند. این غشای ضخیم سلولی غشای مویرگی alveoli نامیده می‌شود.



شکل ۱۲-۳

گازها (اکسیژن، دی‌اکسید کربن و نیتروژن) از طریق این غشا بین alveoli و خون به وسیله فرآیندی که انتشار نامیده می‌شود مبادله می‌شوند. انتشار از غلظت بالا به غلظت پایین جریان می‌یابد. انتشار در صورتی متوقف می‌شود که فشار جزئی گاز در دو طرف مساوی باشد.

شاخه‌ای شدن در ریه‌ها و تبدیل شدن به alveoli متعدد منجر به ایجاد ناحیه تماسی بزرگی (۱۰۰m۲) بین alveoli (که معمولاً قطرش ۱۰۰ میکرومتر است) و مویرگ‌ها می‌شود. به هرحال فقط ۱۰ درصد تنفس شده مورد استفاده قرار می‌گیرد و باعث می‌شود ۹۰ درصد اکسیژن در هنگام بازدم از بدن خارج شود.



شکل ۱۳-۳

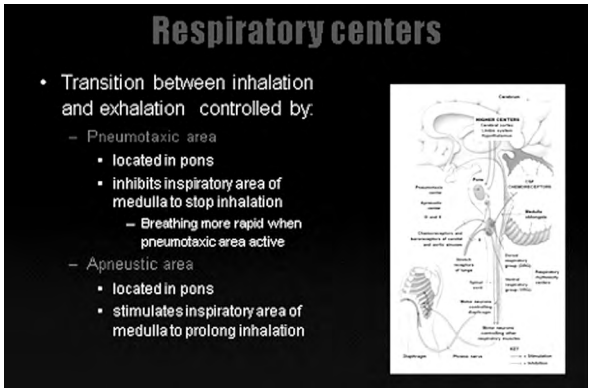
سطح داخلی alveoli با ماده‌ای که سورنکتانت نامیده می‌شود پوشانده می‌شود. این سورنکتانت کشش سطحی alveoli را افزایش داده از این رو، تمایل آن را به از بین رفتن کاهش می‌دهد. اگر سورنکتانت تجزیه شده باشد، مثلاً در مورد نیمه غرق شدن در دریا، alveoli از بین خواهد رفت. این ممکن است به کاهش سطح موثر برای تبادل گاز شود و در مورد نیمه غرق شدن به خفگی ثانویه منجر شود. سطح داخلی نای و نایژه پر از سلولهایی است که دارای بدنه‌های مو مانند نازکی هستند که cilia نامیده می‌شود. Cilia با مخاط ایجاد شده به وسیله غدد پوشانده می‌شود. Cilia به عنوان یک فیلتر هوا عمل می‌کند. ذرات خارجی مثل گرد و غبار به دام می‌افتند. مخاط و ذرات به وسیله حرکت cilia به سمت بالا حرکت می‌کنند. این مخاط و ذرات در حلق پایان می‌پذیرند جایی که آنها بعداً از بین می‌روند. Cilia وقتی در معرض تماس با نیکوتین قرار می‌گیرد آسیب می‌بیند یا غیرفعال می‌شود. این باعث سرفه کردن سیگاری‌ها (سیگاری‌های معمولی تا سیگاری‌های شدید) به منظور خلاص‌شدن از مخاط و ذرات خارجی می‌شود. ایجاد مخاط در شش‌ها ممکن است منجر به دام‌افتادن گاز در ریه‌های غواص شود.

هنگام غواصی این ممکن است منجر به ایجاد باروتروما‌ی ریه شود.

کنترل تنفسی RESPIRATION CONTROL

فشار جزئی CO_2 و O_2 در خون در محدوده‌های بسیار دقیق با یک سیستم کنترل حساس حفظ می‌شود. سنسورهایی در مغز وجود دارند که تغییرات کوچک در CO_2 خود را تشخیص می‌دهند.

اگر این افزایش رخ دهد سپس حسگر باعث تحریک مرکز تنفسی در داخل مغز می‌شود که به تنفس سریعتر و عمیق‌تر منجر می‌شود تا CO_2 بیشتری را حذف کند.



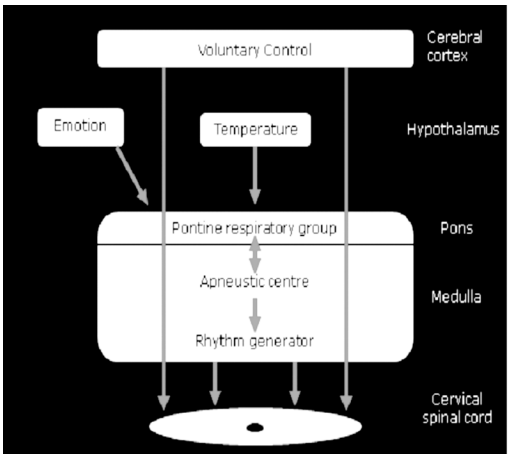
شکل ۱۴-۳

هنگامی که یک غواص Snorkel نفس خود را نگه دارد سطح CO_2 در خون او افزاش می‌یابد . این کار سبب تحریک تنفسی می‌شود و غواص را وادار می‌سازد تا نفس خود را امیدوارانه نگه دارد در مدت زمانی‌که او مجبور است تا به سطح باز گردد.

سنسورهای مربوط به فشار اکسیژن خون در شریان‌های کاروتید می‌باشند و در مغز ذخیره می‌شوند. کاهش سطح اکسیژن خون نیز به تحریک تنفسی منجر می‌شود اما این اثر به طور قدرتمند باعث تغییرات CO_2 نمی‌شوند.

محرک تنفسی

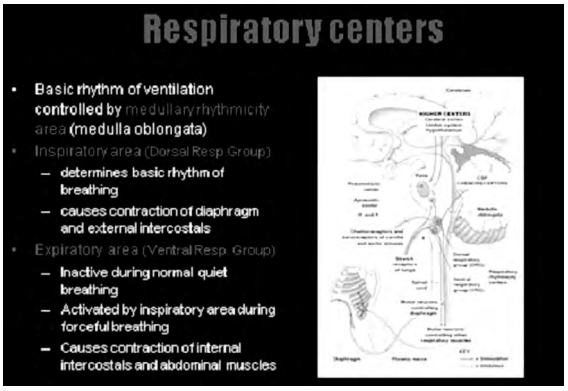
وقتی مراکز تنفسی رفلکس در مغز سطح بالای دی‌اکسید کربن را در خون آشکار می‌سازد، آنها تنفس را شبیه‌سازی می‌کنند. در زمان استراحت میزان تنفس حدود ۱۰ تا ۲۰ بار در دقیقه است.



شکل ۱۵-۳

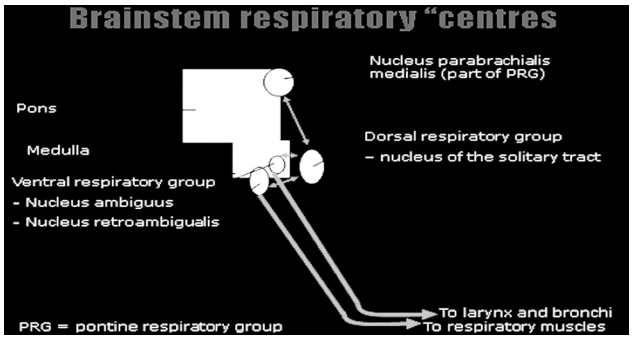
به خاطر افزایش سطح دی‌اکسید کربن این میزان افزایش می‌یابد تا زمانی که به سطح نرمال برسد. اگرچه

گیرنده‌های شیمیایی محیط سطح اکسیژن را کنترل می‌کنند اما این سطح بالای دی‌اکسید کربن است که تنفس را هدف قرار می‌دهد



شکل ۱۶-۳

اگر سطح اکسیژن پایین باشد اما مراکز تنفسی فراوانی بیش از حد دی‌اکسیدکربن را آشکار نسازند این امکان وجود دارد که تنفس تحریک نشود. این چیزی است که در مورد بیهوشی موقت در آب کم عمق روی می‌دهد.



شکل ۱۷-۳

محرک از مراکز تنفسی رفلکس به دیافراگم می‌رسد.که ماهیچه بزرگی بین حفره سینه و حفره شکمی است. ماهیچه به سمت پایین منقبض شده و حجم حفره سینه را افزایش می‌دهد (یعنی حجم ریه) این فشار را در ریه‌ها کاهش داده باعث می‌شود هوا جریان یابد (بنابراین فشار را در ریه و فشار محیطی را یکسان سازی می‌کند) هوا از طریق دهان و بینی وارد بدن می‌شود و در امتداد سینوس‌ها به حلق (راه ورود مشترک هوا و غذا) جریان می‌یابد تا زمانی که به اپی‌گلوت و دریچه بین نای که به ریه‌ها (sophagus که به معده منتهی می‌شود) می‌رسد. از اینجا هوا از طریق حنجره (جعبه هوا) به نای (لوله هوا) می‌رسد.

زیر sternum (استخوان سینه) نای به ساقه اصلی راست و چپ نایژه تقسیم شده و به ریه راست منتهی می‌شود. نای و نایژه شامل تعدادی حلقه‌های نیمه مدوّر cartilaginous هستند که از بین رفتن نای و نایژه جلوگیری می‌کنند. نایژه ساقه اصلی راست عریض‌تر و کوتاهتر از نایژه و ساقه اصلی چپ است. در ریه‌ها نایژه به ورودی‌های

کوچکتر هوا، bronchioles تبدیل می‌شود که نهایتاً به alveoli می‌رسد.

استعمال دخانیات Smoking

عادت هوشمندانه رول کردن تنباکو در یک لوله کاغذ، به آتش کشیدن آن و استنشاق دود، مخلوط گاز تنفس و روند جریان خون را در چند نقطه خراب می‌کند.

به علاوه فرد را مستعد ابتلا به سرطان ریه و آمفیزم می‌کند، tars مضر دود، در برونش رسوب می‌کند و ناراحتی مزمنی، تنگی برونش را ایجاد می‌کند و سبب بیرون‌ریزی مزمن مخاط می‌شود. سرانجام این علائم در برونشیت مزمن ظاهر می‌شود. tar نیز می تواند اثر سمی بر مژه ها داشته باشد، مغزه‌ها از مخاط بالایی تا راه هوایی در حنجره هدایت شده‌اند و به نگهداری مخاط قدیمی در ریه‌ها منجر می‌شوند (بوی نفس)

سرانجام سموم مختلف در دود باعث تخریب دیوارهای alveolar و موجب تولید حفره در ریه‌ها و نابودی شکل و فرم ریه می‌شود در نتیجه این بیماری آمیفیزم نامیده می‌شود.

این بیماری همراه با انسداد راه‌های هوایی باعث می‌شود که غواص سیگاری از لحاظ فیزیکی تناسب اندام کمتری داشته باشد و مسئول به دام انداختن هوا در ریه‌ها و Barotrauma ریوی است (فصل ۱۱ را مشاهده کنید).

مونوکسیدکربن ناشی از دود، ظرفیت خون را برای حمل O_2 کاهش می‌دهد در نتیجه اکسیژن بافت‌ها را کاهش می‌دهد.

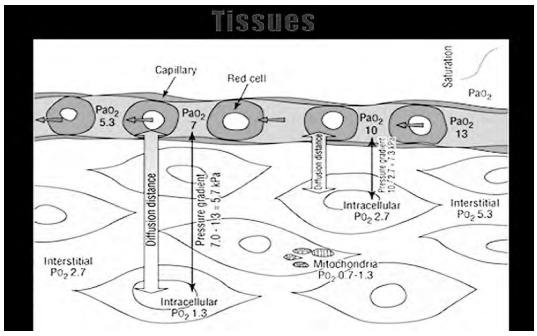
برخی از ترکیبات شیمیایی دود وارد جریان خون می‌شوند و تغییراتی در دیواره‌های رگ‌های خونی ایجاد می‌کنند، رگ‌هایی که به قلب، مغز و اعضای بدن وارد می‌شوند.

سرانجام این رگ‌ها مسدود می‌شوند. در اواخر عمر این تغییرات باعث حملات قلبی، سکته مغزی و بیماری عروقی محیطی (gangrene) می‌شوند.

سیستم قلبی – عروقی CARDIOVASCULAR SYSTEM

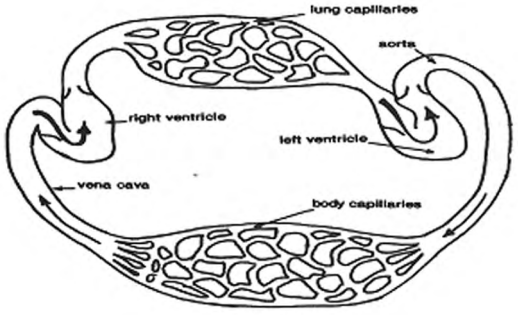
خون BLOOD

سرخرگ‌ها خون را از قلب می‌گیرند. سیاهرگ‌ها خون را به قلب باز می‌گردانند. بنابراین خون شریانی (همانطور که از میان ریه‌ها عبور می‌کند اکسیژن (O_2) را جذب می‌کند) به قلب پمپ می‌شود و به تمام سلول‌های بدن توسط (سیستم مویرگی) نزدیک می‌شود. در اینجا، اکسیژن در داخل سلول‌ها نفوذ می‌کنند و CO_2 از سلول‌های درون خون خارج می‌شود.



شکل ۱۸-۳

خون، O_2 و CO_2 را انتقال می‌دهد. اکسیژن عمدتاً توسط آهن حمل می‌شود و شامل ترکیبی است که هموگلوبین (Hb) نامیده می‌شود و در گلبول‌های قرمز ۱۰۰ میلی لیتر خون موجود است و تقریباً ۲۰ میلی لیتر O_2 را جابه‌جا می‌کند. اگر سلول‌های قرمز خون حذف شوند، پلاسمای خون (بخشی از مایع خون) تنها ۰/۳ میلی لیتر از O_2 را در هر ۱۰۰ میلی لیتر از خون جابه‌جا می‌کندو یک قطره خون تقریباً دارای ۳۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ میلیون سلول قرمز است. هنگامی‌که خون قلب را ترک می‌کند وارد بافت‌ها می‌شود سرخرگ، هموگلوبین تقریباً ۱۰۰٪ اکسیژن‌دار می‌شود. رنگ این خون، قرمز روشن است. اگر به هر دلیل، خون سرخرگ، اکسیژن کافی نداشته باشد این باعث می‌شود که رنگ پوست و زبان (cyanosis) آبی رنگ شود و به شکل hypoxia (کمبود اکسیژن در بدن) دیده شود. (فصل ۲۰ را مشاهده کنید)

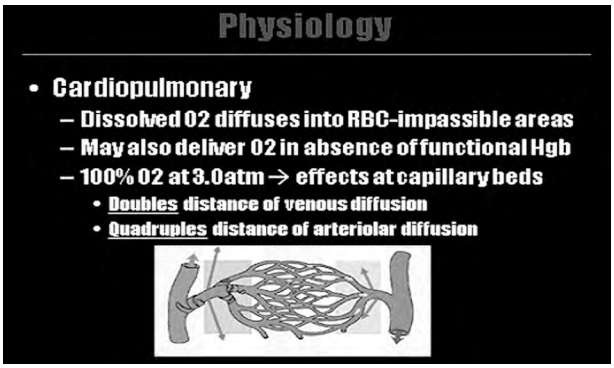


شکل ۱۹-۳

نمودار، رابطه بین گردش خون را نشان می‌دهد که در سمت راست و چپ (بطن ها) قلب تولید شده است.

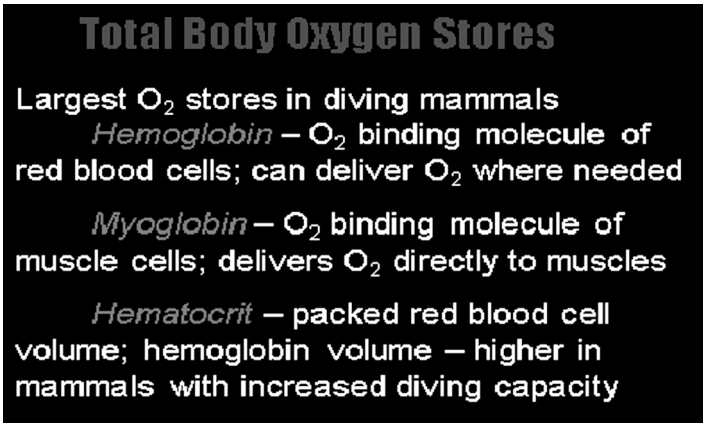
در خون وریدی، هموگلوبین در سلول‌های قرمز خون به قلب باز می‌گردد که هنوز ۷۵٪ بار اکسیژن به آن متصل است. بنابراین رنگ آن بیشتر مایل به آبی است.

بافت‌ها تنها به ۲۵درصد اکسیژن نیاز دارند که این اکسیژن به سرخرگ حمل می‌شود. منبع ذخیره اکسیژن اجازه می‌دهد که اکسیژن در حین ورزش و یا در نگهداشتن نفس استفاده شود.



شکل ۲۰-۳

CO_2 از طریق خون وریدی بافت‌های بدن جابجا می‌شود و به ریه‌ها باز می‌گردد. بعضی از آن در پلاسمای خون حل می‌شود و برخی از آن به پروتئین مولکول‌های هموگلوبین محدود می‌شود. اگرچه CO_2 حل شده در خون به شکل اسیدکربنیک است، اسیدیته خون، از افزایش بیش از حد سطح سیستم ترکیبات حائل جلوگیری می‌کند. این موضوع ممکن است به افزایش ظرفیت حمل O_2 خون با استفاده از اکسیژن پرفشار کمک کند. در اتاقک‌های Recompression افزایش مقدار O_2 می‌تواند از لحاظ فیزیکی در پلاسما حل شود حتی اگر هموگلبین کاملاً با O_2 اشباع شود.



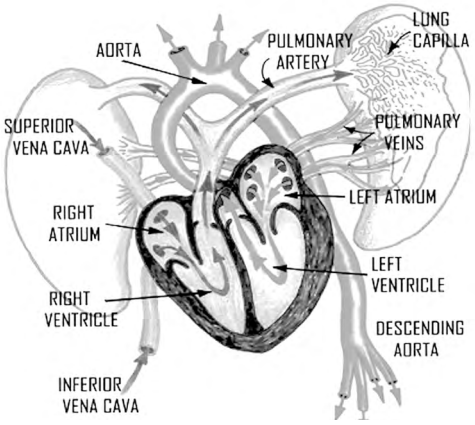
شکل ۲۱-۳

خون غنی از اکسیژن که از سیستم تنفس (ریه‌ها) می‌آید وارد قلب در طرف چپ (دهلیز چپ) می‌شود. قلب این خون را (از طریق بطن چپ) به آئورت، سرخرگ اصلی در بدن پمپاژ می‌کند. از طریق سیستمی از شاخه‌ها، درخت عروقی، خون به مویرگها در همه جای بدن می‌رسد. در اینجا انتقال گازها و مواد مغذی به بافت بدن (سلولها) روی می‌دهد. مواد زاید و دی‌اکسید کربن که از سلولها می‌آیند وارد جریان خون می‌شوند. مویرگها جمع شده تبدیل به سیاه رگهای کوچکی می‌شوند که venule نامیده می‌شوند. Venuleها در کنار هم به سیاهرگها بزرگتر تبدیل

می‌شوند که خون بدون اکسیژن را حمل نموده و نهایتاً به طرف راست (دهلیز راست) قلب می‌رساند.
این طرف قلب خون را (از طریق بطن راست) به قسمت ریوی بدن پمپاژ می‌کند. این قسمت از بالاتنه بدن به سرخرگها ریوی تبدیل می‌شود که به ریه‌ها می‌رسند. ریه‌ها خون دارای اکسیژن را مجدداً تأمین می‌کند. از ریه‌ها خون غنی از اکسیژن به طرف چپ (دهلیز چپ) قلب از طریق سیاهرگهای ریوی برای چرخه بعدی جریان می‌یابد.

قلب **Heart**

قلب یک عضو ماهیچه‌ای توخالی است که در mediastinum فضایی در سینه بین شش‌ها قرار دارد. قلب پشت sternum (استخوان سینه) قرار دارد. قلب در طرف چپ sternum و آن در طرف راست آن قرار دارد. قلب پمپی است که حدود ۷۰ بار در دقیقه در بزرگسالان می‌زند قلب ۶ لیتر خون را در هر دقیقه در حال استراحت پمپاژ می‌کند. این مقدار بسته به مقدار کاری که فرد صاحب قلب انجام می‌دهد دو برابر یا سه برابر می‌شود. قلب از دو پمپ ساخته شده است.**طرف راست و چپ قلب:**



شکل ۲۲-۳

طرف چپ قلب خون غنی از اکسیژن را از ریه‌ها (مدار ریوی) به بدن (مدار سیستمیک) پمپاژ می‌کند. طرف راست خون بدون اکسیژن را از بدن به ریه‌ها پمپاژ می‌کند. هر پمپ شامل دو محفظه است: دهلیز که در آن خون وارد قلب می‌شود و مرحله بطنی که از آن خون از قلب خارج می‌شود.
خون می‌تواند از دهلیز به داخل بطن از طریق دریچه دهلیزی بطنی یک راهه جریان یابد. دریچه از زبانه‌ها یا لبه‌هایی درست شده که leaflet یا cusps نامیده می‌شوند. طرف راست قلب حاوی دریچه‌ای است که دارای سه cusps است و از این رو، دریچه سه لختی نامیده می‌شود. طرف چپ قلب حاوی دریچه‌ای است که دارای دو cusps است. این دریچه دو لختی نامیده می‌شود. چون شکل آن شبیه شکل یک کلاه اسقفی است دریچه دولختی دریچه میترال نیز نامیده می‌شود.
هر دهلیز دارای لبه‌ای است که auricle نامیده می‌شود. Auricle به عنوان مخزن عمل می‌کند و وقتی دهلیز با خون پر می‌شود منبسط می‌گردد (معمولاً در مورد لغات atriuma و auricle تردید وجود دارد اغلب دهلیز

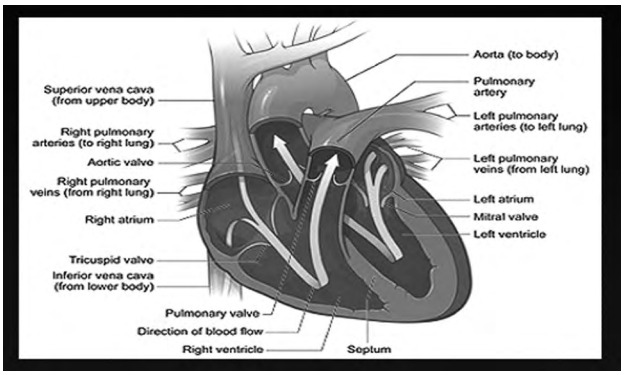
auricle نیز نامیده می‌شود. به هرحال آنها بخش‌های مختلف قلب هستند)

در جنین ریه‌ها عمل نمی‌کنند. بیشترین مقدار خون از کنار ریه‌ها به وسیله یک سوراخ طبیعی، foramen ovale ، بین دهلیز چپ و راست عبور می‌کند. در زمان تولد، فشار در دهلیز چپ کمی بیشتر می‌شود باعث می‌شود که دریچه لختی روی سوراخ بسته شود. در سال اول، این سوراخ به طور کامل بسته می‌شود. ساختار باقی مانده دریچه fossa ovalis نامیده می‌شود. در حدود ۳۰ درصد افراد forman ovale به طور کامل بسته نشده است. این forman ovale آشکار (PFO) نامیده می‌شود. به هرصورت چون فشار در دهلیز چپ کمی بیش از فشار در دهلیز راست است، دریچه لختی بسته باقی می‌ماند و از جریان خون جلوگیری می‌کند. تحت شرایط خاص (تنفس اجباری، مانور valsalva، سرفه کردن، نگه‌داشتن تنفس) فشار در دهلیز راست ممکن است افزایش یابد و باعث شود مقداری خون از دهلیز راست به چپ جریان یابد. تحت شرایط نرمال این مشکل را به وجود نمی‌آورد. به هرحال در این غواصان این نشانه وجود دارد که حبابهای گاز بی‌صدا از دهلیز راست به دهلیز چپ جریان یافته و از کنار شش‌ها عبور می‌کنند. این خون از تبادل گاز بی‌نصیب باقی می‌ماند و احتمال خطر بیماری تقلیل فشار افزایش می‌یابد. اثر PFO بر روی احتمال خطر بیماری تقلیل فشار بسیار زیاد تخمین زده نمی‌شود. بهرحال اعداد حقیقی ارائه نمی‌شوند. با توجه به دیگر فاکتورهای احتمال خطر مثل غواصی زیر ۳۰ متر ما می‌توانیم اثر PFO را نادیده بگیریم.

قلب بوسیله یک کیسه از جنس همبند نازک بنام پری‌کاردیوم احاطه می‌شود. پری‌کاردیوم از دو بخش ساخته شده است: بخش خارجی، فیبرو پری‌کاردیوم، که سخت و سفت است و بخش داخلی، سروزپری‌کاردیوم که متشکل از دولایه است (لایه parietal و لایه visceral و حفره پری‌کاردیال را در برمی‌گیرد. این حفره بافیلم روان‌کننده‌ای از مایع (مایع پری‌کاردیال) پر می‌شود. به این خاطر قلب می‌تواند مستقل از بافت اطراف خود و بدون ایجاد اصطحکاک حرکت کند.

قلب در عمل از دو پمپ مجزا تشکیل شده است که با دو جریان متمایز حفظ می‌شود. سمت راست قلب خون وریدی را از بدن دریافت می‌کند و این خون را از طریق ریه‌ها پمپ می‌کند تا O_2 را جذب و CO_2 را حذف کند. سمت چپ قلب، خون شریانی اکسیژن‌دار را از ریه‌ها دریافت و به کل بدن پمپ می‌کند. قلب اساساً یک پمپ دومرحله‌ای است که برخلاف آن یک کمپرسور دومرحله‌ای نیست.

قلب خون را با فشار پمپ می‌کند و یک دیواره نازک ماهیچه‌ای دارد. و خون را از رگ در فشار پایین دریافت می‌کند. هنگامی که منقبض می‌شود خون را به مرحله دوم یا فشار بالا حرکت می‌دهد – دیواره نسبتاً ضخیم‌تر و بطن قوی‌تر می‌شود.

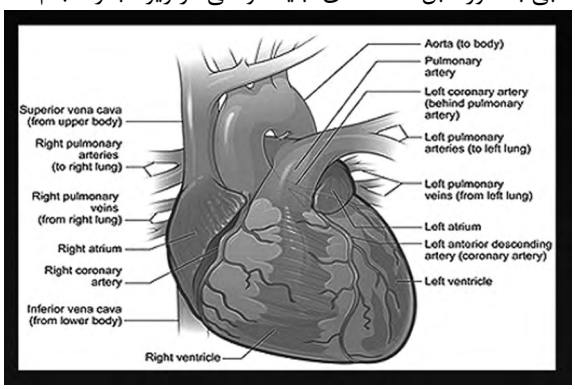


شکل ۲۴-۳

هنگامی‌که انقباض صورت می‌گیرد قلب خون را به طرف سرخرگ‌ها پمپ می‌کند. گاهی اوقات انقباض ممکن است با سوراخ‌های بین دو طرف راست و چپ قلب انجام شود (Foramen، نقص Septal (تیغه ، دیوار)، Ovale (گرد) را ثبت کرد).

در بدن غواصان این امکان وجود دارد که حباب‌ها از سیستم وریدی به شریانی عبور کنند که باعث بروز جدی بیماری Decompression غواصی می‌شود.

افراد مبتلا به اختلالات قلبی به طور قابل ملاحظه‌ای نباید غواصی در زیر آب را انجام دهند.



شکل ۲۵-۳

قلب با وجود عضلانی بودنش به تغذیه خون خودش نیاز دارد. این کار توسط عروق کرونری شریان‌ها صورت می‌گیرد که در آئورت از شریان اصلی بدن سرچشمه گرفته است.

هرگونه انسداد سرخرگ‌های کرونری باعث حمله قلبی – عروقی کرونر می‌شود و به قلب آسیب می‌رساند. بخشی از انسداد عروق کرونر ممکن است باعث آنژین صدری شود (که باعث درد و ناراحتی می‌شود و از نارسایی O_2 در عضله قلب حاصل می‌شود) زیرا دریافت منبع خون کافی نیست. از آنجایی‌که حمله قلبی خارج از شوخی می‌تواند سرعت غواصی را می تواند کم کند، این موضوع برای غواصان حائز اهمیت است که معاینات پزشکی ماهرانه‌ای روی آنها انجام شود برای اینکه این مشکلات از بین برود این کار به غواصان کمک می‌کند تا در مواقع بیماری قلبی،

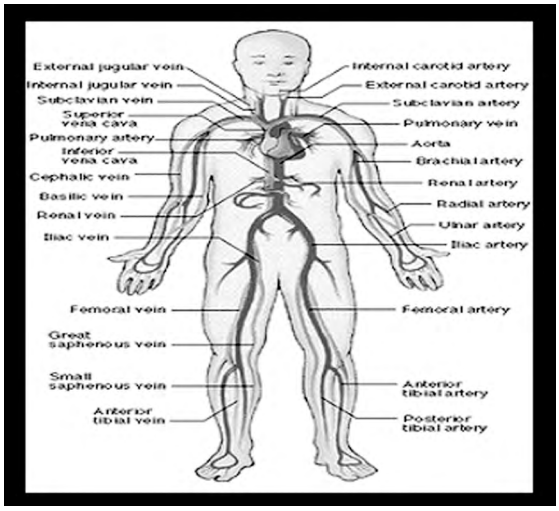
خود را آماده سازند (بیماری عروق کرونر)

در زمان استراحت، ۵ لیتر خون در هر دقیقه از قلب خارج می‌شود. قلب به طور قابل توجهی این مقدار خون را ذخیره کرده است و در صورت نیاز آن را به بافت می‌رساند و با افزایش سرعت و قدرت انقباض می‌تواند این خروجی را چندین برابر افزایش دهد.

این نمودار برش کناری قلب را نشان می‌دهد و آن را ترسیم می‌کند و جریان خون را از حفره‌های وریدی از طریق اتاق‌های قلب و گردش خون در ریه‌ها به آئورت را نشان می‌دهد.

گردش خون Circulation

جریان خون قلب ضرباندار است و فشار خون بسته به مرحله انقباض قلب متفاوت است. فشار خون بالا در طول انقباض قلب، فشار خون سیستولیک نامیده می‌شود و طبیعی آن در حدود ۱۰۰ الی ۱۴۰ میلی‌متر جیوه است(mmHg).



شکل ۲۶-۳

وقتی‌که قلب در حال انقباض نباشد فشار خون دیاستولیک است و مقدار طبیعی آن در حدود ۶۰ الی ۹۰ میلی‌متر جیوه است. فشار خون به طور نرمال به عنوان سیستولیک – دیاستولیک ثبت می‌شود – به عنوان مثال ۱۳۰/۹۰.

رگ‌های خونی می‌توانند قطر داخلی خود را تحت کنترل سیستم عصبی تغییر دهند. این کار اجازه می‌دهد تا برخی از تغییرات در جریان خون قسمت‌هایی از بدن صورت گیرد که به شرایط خاصی بستگی دارد.

به عنوان مثال، در هنگام ورزش، عروق خونی گشاد می‌شوند و این فرایند اجازه می‌دهد تا جریان خون بیشتری به عضلات برسد در حالی‌که در شرایط سرد، رگ‌های خونی پوست انقباض و جریان خون در پوست کاهش می‌یابد (ظاهر رنگ پریده) بنابراین گرما به حداقل می‌رسد یا از دست می‌رود.

انقباض یا انبساط عروق خونی نیز تحت تأثیر فشار خون قرار دارند. فشار خون بیش از حد بالا (hypertension) در نهایت می‌تواند به رگ‌های خونی آسیب رساند و فشار بیش از حد بر روی قلب وارد شد. فشار خون بالا به درمان نیاز دارد و اغلب با داروهایی تنظیم می‌شوند که رگ‌های خونی را گشاد کنند.

فشار خون به طور ثابت با یک سنجش پیچیده و مکانیزم باز خورد حفظ Feed Back می‌شود. تغییرات در فشار خون افراد با فعالیت بدنی و یا ثابت ماندن در حالت Reclining ایجاد می‌شود و به سرعت با تغییرات قطر دیواره‌های رگ‌های خونی جبران می‌شود.

هنگامی که یک شخص در موقعیت (Reclining) باشد فشار خون به آسانی حفظ می‌شود در نتیجه اثر جاذبه با انقباض رگ‌های خونی مغایرت پیدا نمی‌کند. هنگامی‌که در این موقعیت بایستد فشار خون بالا افت می‌کند. گاهی اوقات حتی در افراد نرمال قلب و رگ‌های خونی نمی‌توانند به قدر کافی و با سرعت تمام این حالت را جبران کنند و می‌تواند به غش[۱] و یا بی‌حالی[۲] منجر شوند. این فرایند به عنوان سنکوپ یا افت فشار خون[۳] نامیده شده است.

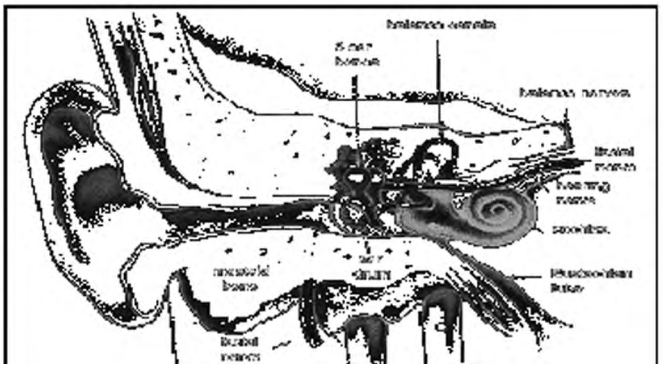
سیستم قلبی عروقی بر اساس تغییرات در حجم خون حائز اهمیت است مانند خونریزی‌های شدید خون از طریق رگ‌های خونی به اندام‌های حیاتی مانند قلب و مغز انتقال می‌یابد.

در barotrauma ریوی اگر هوا از طریق ریه‌ها عبور کند امکان دسترسی به خون وجود دارد و هوا وارد خون می‌شود. حباب‌های هوا ممکن است به اندام‌های حیاتی نظیر مغز و قلب فرستاده شوند و آنها جریان خون خود را مسدود کرده و به آسیب‌های جدی (آمبولی هوا) منجر شوند. حباب‌های گاز نیز ممکن است توسط جریان خون منتقل شود و بیماری تقلیل فشار Decompression را ایجاد سازند.

گوش EAR

یکی از بخش‌های بدن که تحت تأثیر فشار قرار می‌گیرد گوش است. اکثر آسیب‌های غواصی به این عضو وارد می‌شود. بنابراین بیایید بیشتر به این قضیه بپردازیم.

.



شکل ۲۷-۳

اجزای گوش EAR STRUCTURE

شکل ۲۷-۳ ، گوش را نشان می‌دهد. گوش خارجی یا داخلی شامل (pinna) auricle و کانال شنوایی است که به پرده صماخ و پرده گوش منتهی می‌شود. فضای پر شده با هوای پشت پرده گوش، گوش میانی نامیده می‌شود.

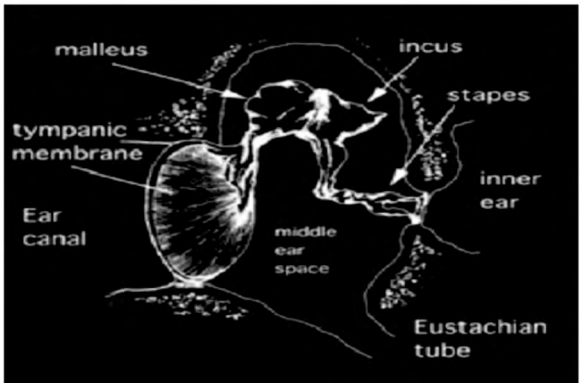
---

۱ Uncomcious

۲ Lethargy

۳ Postural

پرده گوش یک مانع سخت برای آب و برای هوا بین گوش خارجی و گوش میانی را تشکیل می‌دهد. در گوش میانی سه ossicle یا استخوان گوش قرار دارد: (چکش)[۱]، anvil(incus) و Stirrup(stapes). گوش داخلی شامل کانالهای نیمه حلقوی و حلزون گوش و لابیرنت یا سیستم دهلیزی است.



شکل ۲۸-۳

گوش چگونه عمل می‌کند؟ **HOW WORKS EAR**

موج‌های صدا (در آب یا هوا) بوسیله گوش خارجی گرفته می‌شوند و آن‌ها را از طریق کانال شنوایی به پرده گوش می‌رساند. این ارتعاش تشدید می‌شود و به وسیله استخوان‌های گوش به روزنه بیضی حلزون گوش انتقال می‌یابد. روزنه بیضوی به سمت داخلی و خارجی خم می‌شود. حلزون گوش با مایعی که پری‌لنف نامیده می‌شود پر می‌شود. قسمت داخلی حلزون گوش با چیزهای مو مانندی (سلولهای مویی) پوشیده شده که به وسیله مایع ارتعاش حرکت می‌کنند. این حرکت به سیگنالهای الکتریکی انتقال می‌یابد که عصب شنوایی را به سمت مغز دنبال می‌کنند. قرار گرفتن در معرض صداهای زیاد (صنعتی) به مدت طولانی به این چیزهای مو مانند آسیب زده و منجر به کَری می‌شود.

حرکت به داخل/خارج روزنه بیضوی با حرکت روزنه گرد جبران می‌شود. چون مایع تراکم ناپذیر است، حرکت رو به داخل روزنه بیضی باید به وسیله حرکت روبه خارج روزنه گرد جبران شود.

تعادل و جهت‌یابی **EQUALIZATION& ORIENTATION**

کانالهای نیمه حلقوی به حلزون گوش از طریق سیستم پری‌لنفاتیک اتصال می‌یابند. کانالها نقشی را در فرایند شنوایی بازی نمی‌کنند. به هرحال کانالها تعادل و احساس جهت‌یابی را کنترل می‌کنند. سه کانال وجود دارد که هر کدام بر دو تای دیگر عمودند. به این روش، هر کانال نسبت به حرکت یکی از جهت‌های سه بعدی حساس است. هنگام حرکت مایع سر از طریق یک یا چند کانال چریان می‌یابد. حرکت مایع به وسیله مغز به حس حرکت و جهت‌یابی تعبیر می‌شود.

---

۱ malleus

یکسان سازی فشار گوش‌ها در غواصی DIVING PRESSURE EQUALIZATION

گوش میانی به وسیله هوا پر می‌شود. فشار در گوش میانی مساوی فشار گوش خارجی است که به وسیله یک لوله اتصال دهنده یعنی شیپور استاش نگه داشته می‌شود. شیپور استاش گوش میانی را به حفره بینی اتصال می‌دهد. به طور نرمال شیپور استاش بسته است. به هرحال هنگام بلعیدن یا حرکت آرواره شیپور استاش به مدت کوتاهی باز می‌شود. هنگام سرماخوردگی، این لوله ممکن است با مخاط پر شود و از یکسان‌سازی فشار در گوش و محیط جلوگیری کند. گوش خارجی تحت تأثیر تغییرات فشار قرار نمی‌گیرد چون بر روی محیط، باز است. گوش داخلی نیز چنین نیست چون پری‌لنف تراکم‌ناپذیر است.

تغییرات فشار هوای بالای آب کوچک و آهسته اند یکسان‌سازی هنگام بلع روی می‌دهد. طی پایین رفتن در آب به هرحال غواص مجبور به یکسان‌سازی است. پایین رفتن فقط به عمق ۱ متر منجر به افزایش ناراحتی حاصل از فشار هیدروستاتیک می‌شود. غواص با استفاده از مانورهای تساوی فشار valsalva و frenzel باحرکت دادن آرواره فشار را یکسان‌سازی می‌کند. هوا از طریق شیپور استاش به گوش میانی وارد می‌شود و فشار را در هر دو طرف پرده گوش یکسان‌سازی می‌کند.

در هر دو تکنیک valsalva و frenzel غواص هوا را به وسیله گرفتن و مسدود کردن بینی وارد می‌کند. این گاز بافت اطراف شیپور استاش را شل و راحت می کند و هوا را از طریق شیپور استاش به طور همزمان جابجا می کند. در تکنیک valsalva غواص از دیافراگم خود استفاده می‌کند و سعی می‌کند با بینی بسته هوا را خارج کند. در تکنیک frenzel غواص از ماهیچه‌های گلوی خود برای متراکم کردن هوا از طریق بینی بسته استفاده می‌کند. روش -fren zel احتمال پارگی روزنه گرد را به حداقل می‌رساند. غواصان مبتدی معمولاً با یادگیری تکنیک valsalva کار را آغاز می‌کنند چون یادگیری تکنیک frenzel زمان زیادی را به خود اختصاص می‌دهد. غواصان با تجربه به هرحال استفاده از تکنیک frenzel را توجیح می دهند.

غواص می‌داند چگونه یکسان سازی فشار را انجام دهد اما مشکلاتی در رابطه با این تکنیک‌ها ممکن است از علت‌های زیر نشأت گیرد.

۱- تغییرات متعدد سریع عمق ممکن است ماهیچه‌های گلو را خسته کند.

۲- آلرژی یا سرماخوردگی ممکن است به تشکیل مخاط در شیپور استاش یا از بین رفتن غشاهای مخاطی که از جریان یافتن هوا از میان شیپور استاش جلوگیری می‌کنند منجر شود.

۳- (لباس گردنی محکم یا ماسک تمام صورت) ممکن است شیپور استاش را مسدود کند.

(seal متراکم کردن گلو به وسیله تجهیزات).

۴- تأخیر یکسان‌سازی ممکن است باعث اختلاف فشار بسیار بزرگ بین هوا در گوش میانی و گلو شود. این شیپور استاش را بسته و یکسان‌سازی را غیرممکن می‌سازد (غواص باید چند متر بالا بیاید تا زمانی که قادر به یکسان‌سازی باشد)

مشکلاتی در رابطه با یکسان‌سازی فشار ممکن است باعث فشرده شدن گوش میانی شود. هوا درهرحال انبساط در هنگام بالا آمدن در گوش میانی لوله استاش را باز کرده و به داخل حفره بینی جریان می‌یابد. معمولاً این صداهای «بامب» سریع و ملایمی را ایجاد می‌کند. معمولاً غواص با توجه به یکسان‌سازی فشار گوش‌ها در هنگام بالا آمدن نباید کاری انجام دهد.

غواصی با هوای فشرده COMPRESSED-AIR DIVING

Scuba آزادی نسبتاً زیادی را به غواص می‌دهد اما محدودیت‌های خود را دارد. Scuba همه مشکلات نهفته غواصی آزاد را داراست اما با تمام این اوصاف، مشکلات خاص فیزیولوژی خود را دارد.

مقاومت در برابر تنفس Resistance to Breathing

محدودیت اصلی در غواصی با Scuba با مقاومت در برابر تنفس آغاز می‌شود. در طی اعمال فشار زیاد، غواص می‌تواند در هر دقیقه بیش از ۷۰ لیتر هوا را در سطح مصرف کند اما سرعت جریان در غوص در طول استنشاق سه برابر این مقدار است. برخی از تنظیم کننده‌ها ممکن است برای انتقال گاز در این میزان دچار مشکل شوند در حالیکه آنها به طور قابل توجهی مقاومت در برابر تنفس را ایجاد می‌کنند.

این مشکل در عمق زیاد بیشتر می‌شود زیرا فشار زیاد، چگالی گاز استنشاقی را افزایش می‌دهد به ویژه در اعماق بیش از ۳۰ متر هنگامی که هوا تنفس می‌شود.

همین اثر در عمق حدود ۲۰۰ متر دیده می‌شود زمانی که مخلوط هلیم/ O_2 (heliox) را تنفس می‌کنند ، چرا که heliox چگالی کمتری نسبت به هوا دارد.

SCUBA SWIM	SPEED*	OXYGEN CONSUMPTION	RESPIRATORY MINUTE VOLUME
Slow scuba swim	0.5 knots	0.8 litres / minute	18 litres / minute
Average scuba swim	0.8 knots	1.5 litres / minute	28 litres / minute
Fast scuba swim	1.0 knots	1.8 litres / minute	40 litres / minute
Maximum scuba swim	1.3 knots	3–4 litres / minute	70–100 litres / minute

*. a knot is equal to 1 nautical mile per hour, or 1.85 km / hr

جدول۱-۳ یک گره برابر با یک مایل دریایی در ساعت، یا ۱/۸۵ کیلومتر در ساعت

زمانی‌که غواص به عمق مورد نظر می‌رسد احتمالاً در برابر تنفس مقاومت نشان می‌دهد. حجم تنفس و میزان مصرف اکسیژن غواص را می‌توان از جدول زیر به دست آورد.

حجم تنفس در دقیقه	مصرف اکسیژن	سرعت *	شنای Scuba
۸۱ لیتر / دقیقه	۰/۸ لیتر / دقیقه	۰/۵ گره	شنای Scuba آهسته
۸۲ لیتر / دقیقه	۱/۵ لیتر / دقیقه	۰/۸ گره	شنای Scuba متوسط
۰۴ لیتر / دقیقه	۱/۸ لیتر / دقیقه	۱/۰ گره	شنای Scuba سریع
۰۰۱-۰۷ لیتر / دقیقه	۴-۳ لیتر / دقیقه	۱/۳ گره	شنای Scuba حداکثر

مصرف هوا **Air Consumption**

عملاً مصرف اکسیژن همان مقدار تعیین شده و لازم برای تمرین و عملیات است خواه در سطح آب انجام شود یا در عمق زیر آب صورت گیرد. از آنجایی‌که در اعماق هوای فشرده تنفس می‌شود نسبت به آنچه که مورد نیاز غواصی است O_2 بیشتری عرضه خواهد شد حجم واقعی گاز استنشاق شده در هر عمق همان مقداری خواهد بود که در سطح تنفس می‌شود. اما از آنجایی‌که تنفس گاز در عمق تحت فشار زیاد صورت می‌گیرد، حجم تنفس نیز بیشتر خواهد بود.

به عنوان مثال، در طول مدتی که غواص تلاش زیادی را انجام می‌دهد ممکن است ۷۰ لیتر هوا را در هر دقیقه در سطح مصرف کند. اگر او مقدار معادل تلاشش را در عمق ۲۰ متری انجام دهد (۳ ATA)، او هنوز هم ۷۰ لیتر هوا را در هر دقیقه از تنظیم کننده Scuba در عمق ۲۰ متری دریافت می‌کند اما این معادل فرمول زیر است

۲۱۰ لیتر در دقیقه یا فشار در سطح جو = (اتمسفر) ۳ × (لیتر) ۷۰

بنابراین پایداری عرضه هوا با عمق کاهش می‌یابد. هنگامی که شرایط خاص ظاهر شود، تنظیم کننده ممکن است قادر به برآوردن نیازهای تنفسی غواصی نباشد. تحت این شرایط ممکن است غواص از تغذیه هوای نامناسب آگاه باشد و این امر باعث ترس و وحشت او شود یا اقدام خطرناک دیگری را انجام دهد، مثل صعود سریع.

پرش (بالا و پایین رفتن) تنفس **Skip Breathing**

احتمال دارد که غواص Scuba مصرف هوای خود را به حداقل برساند و عمداً سرعت تنفسی خود را کاهش دهد. این الگوی تنفسی به طور بدیهی به ذخیره O_2 محدود می‌شود و اکسیژن در ریه‌ها و هموگلبین غواص ذخیره خواهد شد و منجر به بازگشت CO_2 و acidosis (فشار خون در اشخاص مبتلا به بیماری قند) می‌شود.

در صورت فقدان تغذیه هوا و نیز افزایش احتمال barotrauma ریوی ایمنی غواصی کم می‌شود و تنها افرادی‌که تحت این شرایط به غواصی ادامه دهند تمایل زیادی به خودکشی دارند.

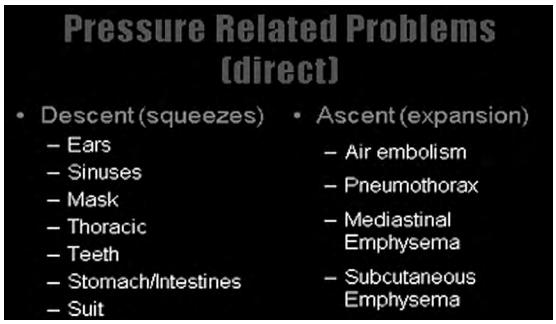
به علاوه، زیادی CO_2 به صورت یک ماده مخدّر عمل می‌کند بنابراین غواص ممکن است در تصمیم‌گیری دچار اشتباه شود.

سایر اثرات فیزیولوژیکی روی غواص **Scuba Other Effects on a Scuba Diver**

فشار گاز **Gas Pressures**

از آنجا که افزایش فشار بر روی غواص باعث بالا رفتن فشار جزئی نیتروژن می‌شود، حالت بی‌حسی و خواب آلودگی (Narks) در غواص ایجاد می‌شود.

کلاً فشار بالای O_2 ممکن است در بسیاری از شرایط خاص مسمومیت با اکسیژن را تولید کند. در بدن غواصان گاز خارج شده از محلول ممکن است باعث بیماری Decompression و یا Dysbaric-Osteonecrosis (یا پوسیدگی استخوان شود).



شکل ۲۹-۳

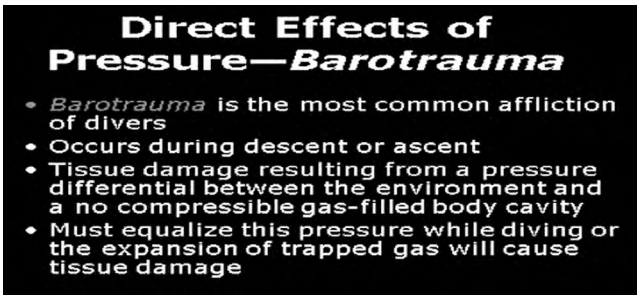
Hyperventilation نگه‌داشتن نفس، رفلکس‌های غواصی و اثرات غوطه‌وری ممکن است همگی تحریک‌کننده باشند اثر دهید راسیون غوطه‌وری در تشدید بیماری Decompression اهمیت دارد.

شکل ۳۰-۳

بسیاری از مشکلات مهم آسیب‌شناختی مربوط به غواصی Scuba در این متن بیان می‌شود. آنها عبارت اند از barotraumas باروتروموای ریوی، بیماری Decompression تنفسی (فصل ۱۵ را ببینید)، سمی بودن (مسمومیت با) اکسیژن، تنفس گاز آلوده (فصل ۲۴ راببینید)، سندرم غرق شدن، ادم Oedema ریوی غواصان Scuba

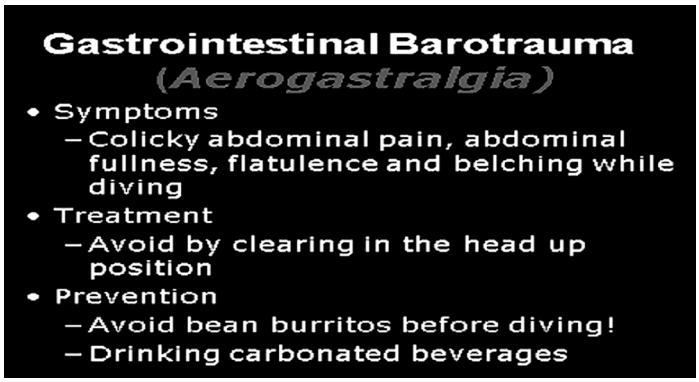
اثرات پاتوفیزیولوژیک فشار: (آسیب حاصل از فشار Barotrauma)

باروتروما به آسیب حاصل از تغییراتی در فشار اشاره دارد. باروتروما می‌تواند هنگام صعود یا فرود روی دهد زمانیکه حفره پر شده اند.



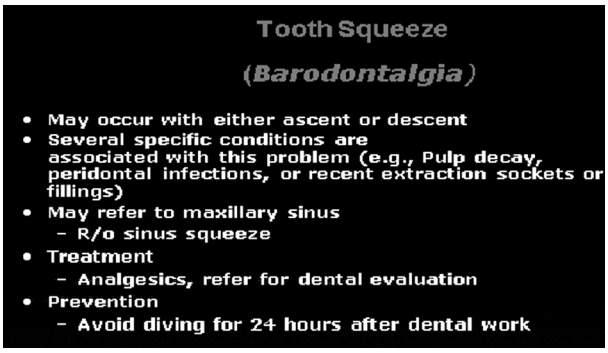
شکل ۳۱-۳

اغلب هر حفره پر شده با گاز در بدن می‌تواند تحت تأثیر باروتروما قرار گیرد. برای مثال باروترومای معده روده‌ای می‌تواند در صورتی روی دهد که گاز بلعیده شود.



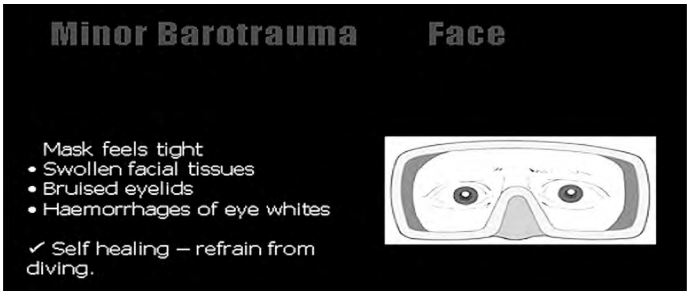
شکل ۳۲-۳

گاز طی بالا رفتن (صعود) انبساط خواهد یافت و باعث ناراحتی شکمی، گرفتگی عضلانی، flatus یا بادگلو می‌شود. معمولاً نیازی به درمان نیست چون گاز طی مدت کوتاهی خارج می‌شود اما موارد متعدد پارگی روده‌ای بعد از تقلیل فشار نیاز به توجه و مراقبت اضطراری داشته‌اند.



شکل ۳۳-۳

حفره‌هایی دندانی که در بدن کمتر مشهودند باعث ایجاد پوسیدگیهای دندان و ژنژیویت می‌شوند که همچنین می‌توانند پر از گاز شوند. باروترومای دندانی که اغلب به آن به عنوان aerodontalgia اشاره می‌شود – در نتیجه عفونت لثه یا پر کردگی‌های پوسیده شده – می‌تواند هم به‌هنگام بالارفتن و هم پایین آمدن (صعود و فرود) روی دهد. هنگام پایین آمدن یک فاصله هوا می‌تواند با بافت لثه یا خون پر شود و ممکن است درد به وجود آید. پایین آمدن همچنین ممکن است باعث از بین رفتن پرکردگی دندان شود. اگر گاز زیر پرکردگی دندان در هنگام غواصی به دام افتاده باشد، تغییر فشار طی بالارفتن ممکن است باعث منفجر شدن دیواره‌های حفره شود. به باروترومایی که با افزایش فشار روی می‌دهد تحت عنوان (فشار دادن یا فشردن)[۱] نامیده می‌شود. برای مثال، فشردن لباس در لباس خیس یا در لباس خشک با ذخیره ناکافی گاز برای منبسط نگه‌داشتن آن روی می‌دهد. در کل ممکن است نشانه‌هایی وجود نداشته باشد یا غواص ممکن است متوجه نیشگون گرفتن یا اذیت شدن پوست خود شود. هنگام درآوردن لباس غواصی، wheal‌های خطی نامنظم یا acchymos ها ممکن است در جایی مشاهده شوند که پوست در لایه‌های ماده لباس غواصی فشرده شده است. فشردن ماسک در صورتی روی می‌دهد که غواص نتواند فشار را در ماسک هنگام پایین رفتن یکنواخت سازد. فضای داخل ماسک در معرض یک خلأ نسبی است و پوست زیر ماسک پف کرده و متورم می‌گردد و ممکن است خون ریزش کوچکی نشان دهد. فشردن ماسک اطراف چشم‌ها و در conjuctivae متداول تر است. یک فشردن شدید، Mask sqoeeze کل ناحیه اطراف ماسک را کبود خواهد کرد.



شکل ۳۴-۳

۱ squeeze

اثرات فیزیولوژیک گازهای رایج غواصی

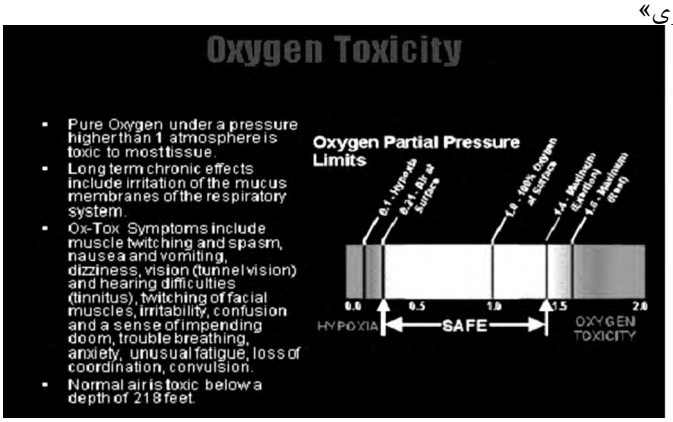
PHYSIOLOGIC EFFECTS OF DIVING GAS

گازهای به کار رفته در غواصی باید عاری از آلاینده ها باشند. بخش کوچکی از آلاینده ها باعث افزایش سمی بودن در فشار بارومتریک بالا می شوند چون فشارهای جزئی با عمق افزایش می یابند که این به وسیله قانون دالتون بیان شده است. استانداردهای کنونی نیروی دریایی ایالات متحده برای خلوص هوا، اکسیژن، نیتروژن و هلیم در دفترچه راهنمای غواصی نیروی دریایی ایالات متحده یافت می شوند. گازهای تنفسی که این استانداردها را برآورده نمی سازند برای غواصی به کار نمی روند. این بخش، مرتبط با شرایط پاتولوژیک در ارتباط با گازهای تنفسی رایج و بعضی از آلاینده های رایج مثل CO_2 و COاست.

مسمویت زایی اکسیژن OXYGEN TOXICITY

مکانیزم MECHANISM

پاتوفیزیولوژی تمام گازهای فعال از نظر متابولیکی (O_2 , CO۲ , CO) بستگی به فشار جزئی انها دارند نه به درصد آن گاز در مخلوط تنفسی. برای مثال در ۱atm، مخلوط حاوی اکسیژن ٪۵ با زندگی سازگار نیست اما در ۵atm به طور کامل مناسب است. تنفس فشارهای جزئی بالای اکسیژن می تواند باعث دو نوع مسمومیت‌زایی شود: «ریوی و مغزی»



شکل ۳۵-۳

مسمومیت ریوی با اکسیژن Pulmonary O_2 TOXICITY

میزان سمی بودن اکسیژن ریوی نخستین بار به وسیله lorrain-smith در سال ۱۸۹۹ درنتیجه تنفس اکسیژن خالص در سطح دریا به مدت طولانی (معمولاً ۲ تا ۳ روز) بیان شد. ما می دانیم که مسمومیت با اکسیژن می تواند در فشارهای جزئی اکسیژن استنشاق شده (Pio۲) ۵ تا ۶atm ویا در فشارهای بالاتر روی دهد. به طور بالینی بیماران نخست نشانه های (برونشیت نای)[۱] مثل سوختن نای و سرفه بعد از استنشاق عمیق را گزارش می کنند. اگر استنشاق اکسیژن ادامه یابد، تنگی نفس حقیقی روی خواهد داد.

۱ tracheobronchitis

علامت قابل اندازه‌گیری مسمومیت زایی اکسیژن ریوی کاهش ظرفیت استنشاقی و افزایش حجم باقی‌مانده است. پاتوفیزیولوژی شامل ضخیم‌شدگی‌اند و اندوتلیوم، تکثیر سلولها، از دست رفتن سورنکانت، اگزودا، خونریزی و سفت‌شدگی بافت ریوی است. حتی اگر بیمار اکسیژن خالص تنفس کند، باز علت مرگ خفگی است. اگرچه مسمومیت‌زایی اکسیژن ریوی یک مسئله غیرمعمولی است اما محتوای گاز باید به دقت در عواضی اشباع برنامه‌ریی شود جایی که در آن غواصان در معرض Pio۲. در محدوده ۰/۴ تا ۰/۵ ATA. به مدت چند روز قرار می گیرند. مسمومیت زایی اکسیژن ریوی همچنین می تواند در درمان افزایش فشار طولانی برای بیماری تقلیل فشار غواصان DCS ها یا CAGE آمبولی گازی در شریانهای مغزی روی دهد. وقتی این اتفاق می افتد، Pio۲ باید به میزان حداقل تا ۰,۵ ATA. کاهش یابد تا بهبود میسر گردد. اثر قرارگرفتن در معرض اکسیژن بر روی ظرفیت حیاتی ریوی FVC می تواند اثر شدیدی بگذارد- که می تواند به وسیله دُز مسمومیت‌زایی ریوی واحد (UPTD) ارزیابی شود که براساس اندازه‌گیری تجربی تغییرات در ظرفیت حیاتی در سوژه های انسانی است. این مفهوم هیچگونه اختلالی را در عملکرد ریه فرض نمی کند وقتی که اکسیژن تنفسی در فشار جزئی ۰,۵ ATA. یا کمتر است. نتایج چنین محاسباتی نباید چیزی بیش از یک راهنما برای اثرات ریوی در نظر گرفته شود چون تفاوتهای فردی فاحشی وجود دارد اما آن به عنوان راهنمایی برای محدودکردن تنفس اکسیژن به مدت طولانی در فشارهای جزئی بالاتر از ۰/۵ ATA. سودمند است.

مسمومیت مغزی با اکسیژن Cerebral O_2 TOXICITY

مسمومیت زایی اکسیژن مغزی به وسیله Paul Bert در سال ۱۸۷۸ کشف شد و به خاطر شروع سریع به آن به عنوان مسمومیت حادّ اکسیژن اشاره می شود. مسمومیت‌زایی حاد تنها زمانی روی می دهد که اکسیژن تنفسی تحت فشار در Pio۲ بزرگتر از ۱.۳atm روی دهد برخلاف ۱/۶ atm طی غواصی با گاز مخلوط. اولین علامت اغلب تشنج صرع بزرگ یا Grand mal است. دیگر نشانه های مسمومیت با اکسیژن سیستم عصبی مرکزی (CNS) شامل انقباض ناگهانی ماهیچه اطراف دهان یا اطراف دیواره شکمی، تهوع، سرگیجه، بینایی کانونی و اضطراب است اما این ها نادرند و نمی توان به آنها برای تشخیص تکیه کرد. درمان هایی برای مسمومیت زدایی اکسیژن CNS جداکردن بیمار از منبع اکسیژن سطح بالا است. به ندرت تشنج طی چند دقیقه بعد از متوقف ساختن تنفس اکسیژن می تواند رخ دهد و معمولاً تشنج قطع می شود.

این موارد به عنوان (off effect) شناخته می شود و دارای هیچگونه توضیح پذیرفته شده ای نیست اما ممکن است منتها درجه فرایندی را نشان دهد که طی تنفس اکسیژن آغاز شده است. چون مسمومیت زایی اکسیژن به دُز یا میزان تنفس فرد مربوط است اکسیژن می تواند به طوی ایمنی تا زمانیکه عمق و زمان محدود می شود به کار رود، این اجازه استفاده از اکسیژن در فشار جزئی بیش از ۱atm را برای کاهش جذب گاز بی‌اثر در عمق می دهد، هم برای تشریع حذف گاز بی‌اثر طی تقلیل فشار و هم برای درمان با افزایش فشار. دوره نهفته قبل از شروع نشانه ها می تواند با تنفس دوره ای گاز با فشار جزئی اکسیژن کاهش یافته طولانی شود. بنابراین جداول درمان در ۶۰fsw از دوره‌های ۲۰ دقیقه ای تنفس اکسیژن، جدا شده به وسیله وقفه های ۵ دقیقه ای هوا استفاده می کند. تعدادی از عوامل بر روی حساسیت نسبت به مسمومیت زایی اکسیژن تاثیر می گذارند. این عوامل در بین

افراد و در بین همان افراد از روزی به روز دیگر فرق می کنند. تضمینی وجود ندارد که کسی که امروز نسبت به اکسیژن تشنج نداشته باشد فردا نیز نداشته باشد. غوطه‌وری و ورزش دوره نهفته را کاهش می دهد و این احتمال خطر غواص را در مقایسه با احتمال خطر غواصی که در یک محفظه خشک (دارای فشار بالا) در حال استراحت است افزایش می دهد. افزایش دی اکسید کربن استنشاقی یا دی اکسید کربن سرخرگی دوره نهفتگی را کاهش می دهد و افراد مستعد به حفظ دی اکسید کربن ممکن است در معرض خطر بالاتری باشند. وسایل مدرن تنفس زیرآب (UBA) دارای مقاومت تنفسی کمتر و فضای مرده کمتری نسبت به UBA های قدیمی هستند، اما کار سنگین در عمق زیاد به نظر می رسد که باعث ماندگاری دی اکسید کربن و بالقوه سازی مسمومیت با اکسیژن گردد. افزایش دانسیته گاز همچنین تهویه را کاهش می دهد و می تواند منجر به ماندگاری دی اکسید کربن گردد. مکانیسمی که به وسیله آن اکسیژن باعث این اختلالات مغزی و ریوی می شود هنوز درک نشده است قابل قبول‌ترین توضیح این است که Reactive Oxygen spices گونه های اکسیژن واکنشگر مثل سوپراکسید، رادیکالهای هیدروکسیل و هیدروژن پراکسید تولید می شوند و ممکن است با متابولیسم سلولی و فعالیت الکتریکی تداخل پیدا کنند. اکسیژن می تواند بسیاری از آنزیم ها و مسیرهای متابولیک را غیرفعال کند درحالیکه آنزیم ها حاوی یک گروه سولفوهیدریل[1] هستند که به خصوص حساس می باشد. این متعجب کننده است که زمان لازم برای تاثیر این تغییرات در آزمایشگاه طولانی تر از زمان مورد نیاز برای ایجاد تشنج در حیوانات سالم است اگرچه فشار جزئی کردن در بافت درون تنی پائین تر از Pio۲ است.

احتمال دیگر تشکیل پراکسیداسیون لیپیدو فشار آوردن بر سیستم prostaglandin I_2 پروستاگلیندین I_2 است که سیستم thromboxan O_2 را سالم و دست نخورده باقی می گذارد. پراکسیداسیون لیپید می تواند بر روی عملکرد غشای سلولی اثر گذاشته و باعث کاهش جذب گلوتامات، افزایش ماندگاری پتاسیم، کاهش حمل سدیم فعال و غیر فعالسازی پمپ، سدیم- پتاسیم آدنوزین تری فسفاتاز شود.

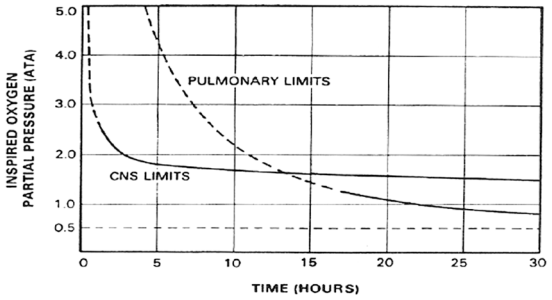
در بافت ریه کاهش هایی در میزان جذب سروتونین و نوراپی نفرین؛ عملکرد اندوتلیوم مویرگی ریوی و bradykinin, prostagandin E_2 و متابولیسم angiotensin روی دهد. دیگر اثرات غیر بیوشیمیایی اکسیژن شامل کاهش در اثر vasoconstriction در جریان خون پیرامونی، کاهش ظرفیت حمل دی اکسید کربن به وسیله هموگلوبین و افزایش شکنندگی سلول قرمز خونی هستند، اما این تغییرات مهم عموماً باعث نگرانی نمی شوند. احتمال سمی بودن اکسیژن بالینی به طور معقولانه ای در صورتی پائین است که حدود زمان- عمق در کتابچه راهنمای نیروی دریایی ایالات متحده مشاهده گردد. در غواصی تفریحی هوا قرارگرفتن در معرض اکسیژن به حد کافی برای ایجاد مسمومیت زایی CNS یا ریوی بالا نیست اما استفاده اخیر از مخلوط های اکسیژن-نیتروژن با اکسیژن بیش از ۲۱درصد (نیتروکس، هوای غنی شده) به وسیله غواصان تفریحی منجر به تعدادی از مسمومیت با اکسیژن CNS و مرگ و میر شده است. دفترچه راهنمای غواصی نیروی دریایی ایالات متحده همچنین اجازه گشت تفریحی تا عمق ۱۵/۱msw(sofsw) معادل ۵۰ fsw را طی غواصی با اکسیژن ۱۰۰درصد می دهد اما فقط بمدت ۵ دقیقه وتنها تحت شرایط بیان شده در زیر:

حداکثر زمان غواصی نباید از ۲۴۰ دقیقه تجاوز کند.

---

۱ Sulfu Hydril (SH)

فقط اجازه یک بار گشت تفریحی داده می شود.
غواص باید در پایان گشت تفریحی به عمق ۲۰fsw یا کمتر بازگردد.
گشت تفریحی باید از ۱۵دقیقه در ۲۱ تا ۴۰fsw یا ۵ دقیقه در ۴۱ تا ۵۰.fsw بیشتر نشود.



جدول ۱-۳۰ حدود قرارگیری در معرض اکسیژن

UBA (UBA MK۱۶) گاز مخلوط مدار بسته نیروی دریایی ایالات متحده برای کنترل فشار جزئی اکسیژن تا .۷atm طراحی می شود. سمی بودن اکسیژن CNS در این سطح مشکل به شمار نمی رود. طی غواصی اشباع، نیروی دریایی ایالات متحده فشار جزئی اکسیژن را در محفظه در حد .۴ تا .۴satm نگه می دارد، برای گشت های تفریحی غواصی، فشار جزئی مجاز .۴ تا ۱.۲atm است.

توجه! فشار جزئی و حدود عمق-زمان ارائه شده در اینجا در معرض تغییرند. خوانندگان باید به آخرین استانداردهای مناسب برای عملیات غواصی مراجعه کنند. علاوه بر این، اگر غواصی تحت شرایطی به غیر از مجوز نیروی دریایی ایالات متحده انجام شود (یعنی آژانس دولتی دیگر یا یک دولت خارجی) حدود متفاوتی ممکن است مورد استفاده قرار گیرد. غواصان آمریکایی ممکن است از غواصی تحت رویه هایی به غیر از آنچه به وسیله نیروی دریایی ایالات متحده مشخص شده منع شوند.

TABLE 30-1
SINGLE_DEPTH OXYGEN EXPOSURE LIMITS
LIMITS

DEPTH (F s w)	Maximum Oxygen Time (min)
20	240
30	80
35	25
40	15
50	10

Reporoduced from US Department of the Navy. US Navy Diuins Manual Vol.2 Washington, DC: DN; 1991 . NAVSEA 0994- LP- 001 -9020. Rev 3

شکل ۳۶-۳

مسمومیت با دی اکسید کربن CO_2 TOXICITY

اثرات افزایش دی اکسید کربن شامل نفس نفس زدن، dyspnea، سختی تنفس، تپش قلب، سردرد، گیجی و منگی قابل تبدیل به سردرگمی ذهنی و بیهوشی Disorientation است. مثل گازهای دیگر اثرات وابسته به فشار

جزئی گازند نه درصد آن. افزایش سطحی دی اکسید کربن و مسمومیت زایی آن می تواند به علت شرایط زیر باشد:
افزایش دی اکسید کربن در گاز تنفسی ناشی از تراکم گاز آلوده شده در دستگاه تنفسی مدار باز یا خرابی جاذب دی اکسید کربن در یک دستگاه مدار بسته است.
کم نفس کشیدن دلب خواهی (غواص نفس خود را بعد از دَم یا skip breathe برای افزایش مدت زمان ذخیره گاز مدار باز نگه می دارد.
افزایش فشار جزئی اکسیژن که پاسخ تهویه ای به دی اکسید کربن را کاهش می دهد.
افزایش مقاومت تنفسی، درونی (شش های غواصی) یا بیرونی (دستگاه تنفسی)، مورد دوم شایعتر از مورد اول است.
افزایش مقاومت تنفسی پاسخ تهویه ای به دی اکسید کربن بالا رفته را کاهش می دهد.

TABLE 30-2
ACUTE EFFECTS OF INCREASED INSPIRED CARBON DIOXIDE

Carbon Dioxide (%,SLE)	Effects
0–3	No adverse effects
~ 5	Mild hyperventilation
5–10	Shortness of breath, panting, confusion, drowsiness
10–20	Extreme respiratory distress, unconsciousness, muscle twitching and spasms, convulsions, death

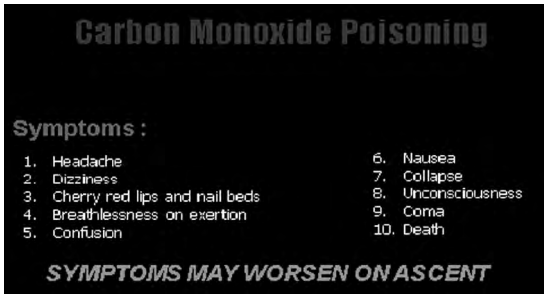
*SLE: sea-level equivalent; increasing pressure causes increasing partial pressure and therefore the physiological effect of gas, although the percentage remains constant

اثرات	دی اکسید کربن
اثرات بدی ندارد	۰-۳
نفس نفس زدن ملایم	تقریبا ۵
کوتاه شدن نفس، نفس‌نفس زدن و گیجی و منگی	۵-۱۰
ناراحتی شدید تنفسی، بیهوشی، انقباض و گرفتگی عضله، تشنج و مرگ	۱۰-۱۲

جدول ۴-۳

مسمویت با مونوکسید کربن CO- TOXICITY

اثرات سمی حاد مونوکسید کربن در عمق بستگی به فشار جزئی آن دارد و در عمق درست مثل سطح دریاست.
فشار مطلق اثری روی پیوند مونوکسید کربن به هموگلوبین یا بر روی نشانه‌ها ندارد اما افزایش فشار جزئی اکسیژن در عمق پیوند مونوکسید کربن به هموگلوبین را کاهش می‌دهد.
آلودگی مونوکسید کربنی هوای متراکم نادر است اما در صورت وقوع توان حمل اکسیژن هموگلوبین را کاهش می‌دهد. اما در صورت وقوع بسیار خطرناک است.



شکل ۳۷-۳

متداول ترین منبع آلودگی کمپرسور هوایی است که ورودی آن نزدیک خروجی یک موتور احتراق داخلی، شاید موتور کمپرسور هوایی قرار داشته باشد. کمپرسورهای روغنکاری شده و نیز همچنین منبع بالقوه مونوکسید کربن هستند. مقدار کمی از مونوکسید کربن طی متابولیسم هموگلوبین تولید می‌شود و سیگاری‌ها حتی مقادیر بیشتری را برای ۲۴ ساعت اولی که در یک محفظه محبوس هستند بیرون می‌دهند. این مقادیر مونوکسید کربن می‌تواند در یک غواصی اشباعی تجمع یابد. آلودگی هوای تنفسی با مونوکسید کربن از هر منبع از اشباع نرمال هموگلوبین با اکسیژن جلوگیری می‌کند.

وقتی مونوکسید کربن به میوگلوبین و همینطور به هموگلوبین می‌چسبد، غلظتهای کربوکسی هموگلوبین همیشه استنشاق شده و فعالیت فیزیکی نیز دارای اهمیت است. قرارگرفتن یک فرد در حال استراحت در معرض سطح بالایی از مونوکسید کربن ممکن است سطح خونی پایین‌تری نسبت به قرارگرفتن یک فرد در حال کار بمدت طولانی در معرض غلظت نسبتاً پایین مونوکسید کربن استنشاق شده ایجاد کند.

اثرات حاد استنشاق مونوکسید کربن Acute CO Inhalation Effects

Concentration of CO in Breathing Gas	% Carboxy-haemoglobin	Effects on a Diver
400 parts per million (ppm)	7.2%	Nil or slight
800 ppm	14.4%	headaches dizziness, nausea breathlessness with exertion
1600 ppm	29.0%	confusion, vomiting, collapse,
3200 ppm	58.0%	paralysis, or loss of consciousness
4000 ppm	72.0%	coma
4500 ppm	87.0%	death

جدول ۲-۳ سطوح کربوکسی هموگلوبین مرتبط با نشانه‌ها را فهرست می‌کند.

* اثرات (درصد) COHb مشهود نیست، سیگاری‌های شدید اغلب به این سطح می‌رسند. تغییرات مهم در دید و شناخت به وسیله آزمایش هوشمندی اثبات شده است.<۱۰

سردرد ملایم ممکن است وجود داشته باشد. گاهی اوقات سرخ شدن پوست به چشم می‌خورد.

۱- ۲۰-۱۰٪ با غلظت

۲- سردرد و تپش قلب ۳۰-۲۰٪

۳- ضعف، تهوع، استفراغ، خواب‌آلودگی، سرگیجه و تعرق و کدر شدن دید ۴۰-۳۰٪

۴- بیهوشی، تنفس Stokes- cheyne، تشنج، کما، مرگ>۴۰٪

* COHb: هموگلوبین به شکل کربوکسی هموگلوبین در خون سرخرگی باعث کاهش میزان اکس هموگلوبین Hbo_2 چون مونوکسید کربن و اکسیژن برای سایت‌های اتصال بر روی هموگلوبین با هم رقابت می‌کنند، تنفس اکسیژن بخصوص با فشار افزایش یافته ، درمان موثری برای مسمومیت با مونوکسید کربن است. نیمه عمر گاز منواکسیدکربن ۴ تا ۵ ساعت تنفس هوای اتاق در حال استراحت است اما به ۴۰ تا ۸۰ دقیقه تنفس اکسیژن ۱۰۰ درصد در سطح دریا و به ۲۰ دقیقه تنفس در ۳ ata کاهش می‌یابد. سرعتی که در آن مونوکسید کربن از مونوگلوبین و بخش‌های سلولی حذف می‌شود معلوم نیست.

خواب شیمیاییی نیتروژن

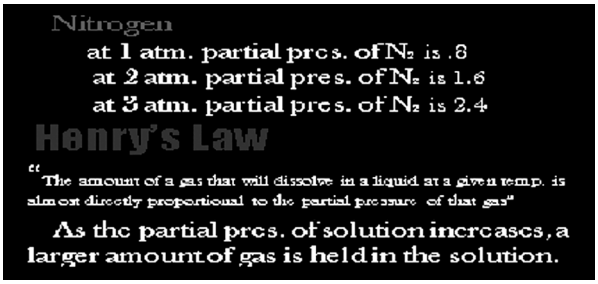
NITROGEN NARCOSIS

یا

COMPRESSED AIR INTOXICATION

RAPTURE OF THE DEEP, INERT GAS NARCOSIS, NARCS

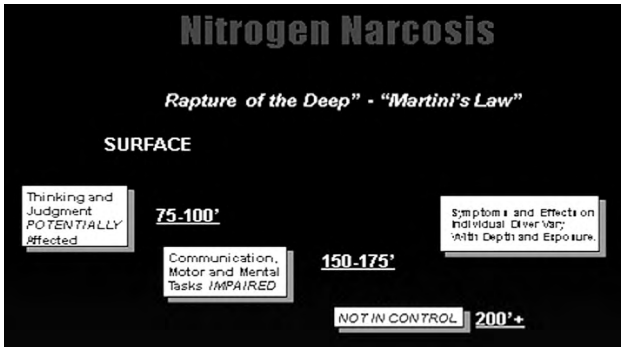
خواب شیمیایی نیتروژن (نشئگی عمق) مسمویتی است که وقتی غواص پایین می‌رود و فشار جزئی نیتروژن افزایش می‌یابد ایجاد می‌شود.



شکل ۳۸-۳

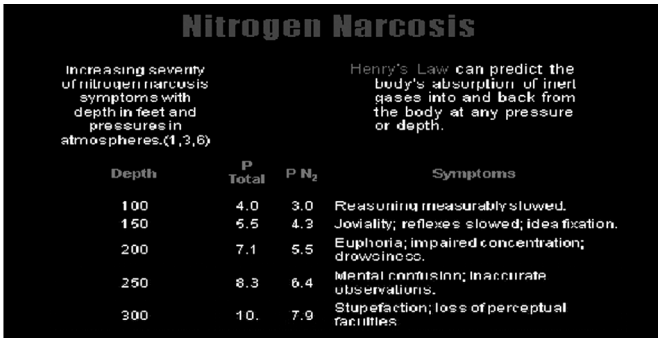
بسته به حساسیت فردی، حد ۱ تا ۲ata افزایش فشار هوا معادل یک gin martini است که **«قانون martini»** نامیده می‌شود.

در حالیکه شاید مطلقاً صحیح نباشد، این تغییرات که درعمق ۱۰۰fsw -۵۰۰ آغاز می‌شود و شامل افزایش زمان واکنش، کاهش چالاکی دست و اختلال در استدلال هستند. در ۱۰۰ تا ۱۵۰ fsw به اکثر غواصان حالت منگی دست می‌دهد و در عمق بیش از ۱۵۰ fsw نشانه‌ها پیشرفت کرده و به شادی و سرخوشی، پرگویی، سرگیجه و عدم کنترل خنده، از دست دادن تمرکز و اشتباه در انجام کارهای ذهنی ساده و عملی تبدیل می‌شود.



شکل ۳۹-۳

علائم و نشانه‌های دیگر شامل بی‌حسی محیطی و گزگز کردن بدن وکاهش توجه به دستورات (دستور است) ایمنی شخص است که به خصوص برای غواصان در اب خطرناک است.



شکل ۴۰-۳

پاسخ‌ها به سیگنالها و محرکهای دیگر بسیار کم است در ۳۰۰fsw افسردگی ذهنی، عدم تفکر واضح و اختلال در هماهنگی عصبی ماهیچه‌ای روی می‌دهد. در ۳۵۰ fsw بسیاری از غواصان هشیاری خود را از دست می‌دهند. خواب شیمیایی شدید ممکن است باعث فراموشی کوتاه یا طویل مدت (فراموشی) شود که چندین ساعت طول می‌کشد. خواب آلودگی بعد از غواصی شایع است. عواملی که خواب شیمیایی نیتروژن را حادتر می‌کنند بی‌تجربگی، اضطراب و هیجان، خستگی و افزایش استنشاق دی‌اکسید کربن است. عوامل بهبود دهنده شامل تجربه، میل شدید و دل مشغولی به یک کار است. مدارک و شواهد برای سازگاری خواب شیمیایی با در معرض قرارگیری مکرر محدود و بحث برانگیز است.

چون خواب شیمیایی تهدید برای ایمنی غواص به شمار می‌رود اکثر آژانس‌ها غواصی هوایی با دستگاه‌های تنفس زیرآبی مستقل (اسکوبا) را به حدود ۱۰ fsw و با غواصی هوایی غیرمستقل با کلاه ایمنی را به حدود ۱۶۵ تا ۱۸۰ fsw محدود می‌کند.

شکل ۴۱-۳

مکانیسم خواب شیمیایی نیتروژن که مشابه بیهوشی است هنوز تحت مطالعه است. نیرو و توان anesthetic رابطه‌ای با نسبت قابل حل بودن گاز در آب روغن و همینطور با اثرات آن روی کشش سطح Surface tenssion را نشان می‌دهد. قبلاً تصور می‌شد که اینها علت تورم شغاهای سلولی بودند از این رو بر روی انتقال یون تأثیر می‌گذاشتند. این با عدم ایجاد خواب شیمیایی از هلیم با قابلیت حل پایین آن و کشش سطحی پایین سازگار است. مطالعات اخیر از طرف دیگر، بر روی آزاد شدن ناقل عصبی در سایت‌های پیش سیناپسی و پس‌سیناپسی به عنوان سایت‌های فعالی برای فعالیت anesthetic بیهوشی- متمرکز بوده است.

هلیم و دیگر گازهای بی‌اثر HELLIUM & OTHER INERT GAS

اگرچه گازهای بی اثر (گروه صفر در جدول تناوبی عناصر شیمیایی) از نظر شیمیایی بی‌اثر هستند اما از نظر فیزیولوژیکی فعال اند. جانشینی هلیم با نیتروژن در گاز تنفسی دارای چهار اثر مهم است. اولین اثر تأثیر آن بر روی خراب است. دوم عدم ایجاد خواب شیمیایی است و سوم کاهش کار تنفسی به خاطر پایین‌تر بودن دانسیته هلیم است. این مورد و عدم ایجاد خواب شیمیایی هلیم را در اعماقی بیش از ۱۵۰ fsw سودمند می‌سازد.

اثر چهارم، اتلاف حرارت از طریق پوست و شش به خاطر بالا بودن ظرفیت حرارتی و رسانایی هلیم است. هم پوست و هم گاز تنفسی باید طی غواصی با هلیم – اکسیژن برای پیشگیری از hypothermia (پایین آمدن دمای بدن) حرارت داده شوند. آب داغ معمولاً برای این منظور به کار می‌رود Hypothermia همچنین می‌تواند در یک محفظه خشک پر شده با اکسیژن – هلیم در صورتی به کار رود که دما بالاتر از سطح نرمال برای دانسیته گاز افزایش می‌یابد.

از میان دیگر گازهای نجیب، گاز نئون در آزمایشات غواصی عمیق به کار رفته است اما برای عملیات‌های غواصی به کار نمی‌رود چون گران است و دانسیته آن بالاتر از هلیم (یا هیدروژن) است که باعث سختی تنفس می‌شود. ارگو ن، گزنون و کریپتون در ۱ata خواب‌آورند و بنابراین برای غواصی مناسب نمی‌باشند. آرگون به خاطر خواص عایق‌کنندگی بالا گاهی اوقات برای پرکردن لباس‌های غواصی خشک به کار می‌رود.

هیدروژن **HYDROGEN**

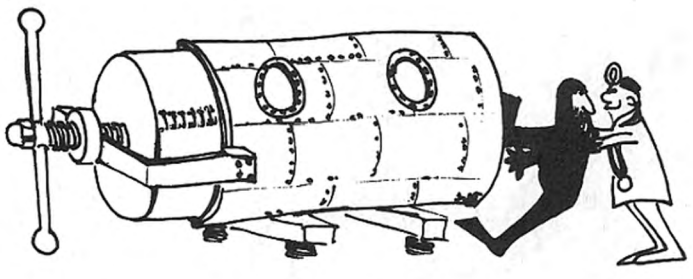
علاقه به غواصی و بحث هیدروژن دوباره به وجود آمده است چون پیشرفتهای مهندسی در جابجایی هیدروژن- اکسیژن خطر انفجار را کاهش داده است. چنین تکنیک‌هایی این مزیت را دارد که هیدروژن در صورت مخلوط شدن با اکسیژن کمتر از ۵/۵ ٪ نمی‌تواند محترق شود. هیدروژن ارزان و به راحتی در دسترس است و دانسیته آن نسبت به نیتروژن پایین‌تر بوده، کمتر خواب‌آور است. خواص تقلیل فشار هیدروژن به نظر می‌رسد که بین خواص تقلیل فشار هلیم و نیتروژن باشد.

اثرات فیزیولوژیک فشار بر سندرم عصبی فشار بالا :

,HIGH PRESSURE NERVOUS SYNDROME, HPNS

HELIUM TREMORS

چون هلیم باعث خواب شیمیایی (نارکوز) نمی‌شود، گاز مورد انتخاب برای غواصی‌های عمیق‌تر از ۱۵۰ تا ۱۸۰ fsw است. بهرحال اثری که سندرم عصبی فشار بالا (HPNS) نامیده می‌شود در اعماق بیش از ۶۰۰ fsw آغاز می‌شود. HPNS بوسیله تحریک‌پذیری بالا مشخص می‌شود که شامل رعشه، خواب سبک، از دست دادن اشتها و روان پریشی در اعماق بیش از ۲۰۰۰fsw است. این باور وجود داشت که HPNS در اثر هلیم به تنهایی است (تشنج هلیم) که می‌تواند در اعماق بیش از ۱۰۰۰ fsw ضعیف کننده باشد.



شکل ۴۲-۳

استفاده از نیتروژن در گازهای تنفسی برای غواصی در عمیق زیاد بد و نامطلوب است چون دانسیته بالای آن مقاومت تنفسی را اعمال می‌کندو بنابراین ظرفیت تمرین را کاهش می‌دهد. تا ۲۰bar هیدروژن برای کاهش HPNS و مقاومت تنفسی در عمق ثبت شده ۲۳۴۳fsw به کار رفته است. اما خواب شیمیایی هیدروژن که شاید به وسیله HPNS تشدید شده باشد به نظر می‌رسد که یک عامل محدود کننده باشد. HPNS و ظرفیت پایین تمرین به خصوص با UBA، حداکثر عمق کاری عملی را به حدود ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰fsw محدود می‌کند.

فیزیولوژی بیماری برداشت فشار Decompression

DECOMPRESSION PHYSIOLOGY and SUSCEPTIBILITY

بیماری تقلیل فشار ناگهانی Decompression (DCS) بیماری ناشی از اثرات خروج گاز از محلول میباشد و حبابهایی را در بدن غواصی تشکیل می‌دهد. این بیماری به واسطهٔ قانون هنری پس از غواصی ظاهر می‌شود. درک نظریهٔ رفع فشار بسیار سخت است به طوری که غواص معمولی ممکن است به راحتی از این فصل بگذرد و غواص مایل نباشد به طور تکنیکی غواصی کند.

گاز اصلی تشکیل دهنده حبابها در غواصان تفریحی نیتروژن N_2 می باشد، چرا که این غواصان تقریباً همیشه هوا را تنفس می کنند با این حال، غواصان همان اصول را در مورد سایر گازها بی اثر به کار می برند، مانند گاز هلیم(He) که توسط غواصان و فنی زیاد تنفس می شود.

جذب گاز GAS UPTAKE

زمانیکه غواص هوا را از طریق تجهیزات Scuba در عمق تنفس کند، N_2 با افزایش فشار جزئی تنفس میشود. از آنجاییکه گاز از مناطقی با غلظت بالا به مناطقی با غلظت پایین تر نفوذ میکند، N_2 از طریق خون ریه ها جذب میشود و در سراسر بدن به داخل بافتها منتقل میشود. در عمق زیاد، با افزایش فشار جزئی N_2 مقدار زیادی از ان جذب میشود. در اوایل قرن ۲۰، Haldane مفهوم decompression (تقلیل فشار) را به کار برد.

سرعت توزیع N_2 در بافتها به جریان خون بافت بستگی دارد. بافتها به سوخت وساز فراوان نیاز دارند. مانند مغز، قلب، کلیه ها و کبد که خون پمپ شده بیشتری را از قلب دریافت میکنند. بعلاوه آنها بیشترین N_2 موجود در خون را دریافت میکنند و جذب N_2 سریع خواهد بود. چنین بافتهایی به دلیل جذب سریع N_2 موجود در خون، «بافتهای مقاوم» Resistance Tissue نامیده میشوند.

زیرا خون بلافاصله از طریق ریه عبور میکند و با هرگونه تغییر در فشار نسبی N_2 استنشاقی به تعادل میرسد و خون سریعتر به همه بافتهای بدن میرسد. سایر بافتها مانند رباطها، تاندونها و چربیها، با جریان خون نسبتاً ضعیف، N_2 کمتری را جذب میکنند. این بافتها، «slow tissues» نامیده میشوند. بین دو بافت، بافتهایی با جریان خون متوسط وجود دارد: مثل ماهیچه ها.

برخی از اندامهای بدن مثل ستون فقرات، شامل هر دو اجزاء بافت slowو fast هستند. سرعت جذب N_2 در بافت تصاعدی است، و به مقدار جذب گاز موجود در بافت بستگی دارد و میزان آن متفاوت است . هنگامیکه بافت، گاز را جذب میکند به دلیل کاهش فشار نسبی شیب، جذب N_2 کند میشود.

پر شدن سیلندر Scuba نمونه هایی از پروسه تصاعدی است. هنگامی که سیلندر خالی به منبع فشار بالا متصل میشود، سیلندر در اغاز به سرعت پر میشود اما جریان گاز اُفت میکند در نتیجه فشار در سیلندر افزایش یافته و دسترسی به آن از طریق منبع گاز صورت میگیرد.

ابتدا جذب گاز در هر بافت به سرعت انجام میشود اما با گذشت زمان کند میشود. از این رو، گاز ممکن است برای مدت زمان طولانی در یک بافت جذب شود و بافت کاملاً از گاز اشباع شود. اما بافت‌های مقاوم زودتر از بافتهای کند، اشباع میشوند.

از آنجا که جذب تصاعدی گاز[۱] زمان طولانی تری را صرف میکند تا به اتمام برسد، حتی اگر به سرعت آغاز شود، مفهوم بافت «half times» زمان میانه در مورد آن به کار برده میشود تا بافتها با یکدیگر مقایسه شوند. مدت زمان جذب گاز در بافت برای رسیدن به سطح اشباع نیم ساعت است. بافت مقاوم ممکن است در عرض نیم ساعت یا چند دقیقه گاز را جذب کند، در حالیکه بافت ضعیف نیم ساعت طول میکشد تا بدواً گاز را جذب کند.

حذف گاز GAS ELIMINATION

نیتروژن N_2 ، برعکس فرایند جذب حذف میشود. زمانیکه غواص صعود میکند، فشار نسبی N_2 در هوای تنفسی او کاهش مییابد و این مسئله باعث میشود خون N_2 را در ریه ها رها سازد. کاهش N_2 سطح خون باعث پراکندگی N_2 خون موجود در بافتها میشود. بافتهای مقاوم به طور طبیعی، N_2 را سریعتر از بافتهای ضعیف تخلیه میسازند. از لحاظ تئوری، بافتها باید N_2 را به طور تصاعدی از دست بدهند، و بسیاری از جداول decompression براساس این فرضیه محاسبه شده است. در ابتدا، مقدار زیادی از N_2 از بین میرود و این روند با گذشت زمان کند میشود، و حتی ممکن است ۲۴ ساعت یا بیشتر به طول انجامد تا کُل N_2 جذب شده در حین غواصی از بدن خارج شود.
غواصی مجدد در زمان حذف N_2 به این معنی است که غواص، غواصی دوم خود را با حفظ N_2 در همان بافتها آغاز میکند. جداول decompression (تقلیل فشار) طوری طراحی شده است که این مورد را نشان بدهد و به صورت جداول غواصی تکراری به ثبت رسیده است. اگر در طول رفع فشار «decompression» گردش خون درون بافت کاهش یابد، حذف گاز کمتر صورت میگیرد، و احتمالا حباب تشکیل میشود.
حتی در هنگام غواصیهای عادی و سُنتی، عملا حبابهای N_2 در خون و بافتها تشکیل میشوند و با حذف N_2 مداخله میکنند. پس از چند غواصی تخمین زده شده است که حدود ۵درصد از N_2 جذب شده از طریق بافتهای بدن حبابهایی را تشکیل میدهند که این حبابها سرانجام به decompression (بیماری تقلیل فشار)تبدیل میشوند. این حبابها اغلب «حبابهای خاموش» نامیده میشوند، زیرا آنها معمولاً هیچ علامتی ندارند.
با این حال، آنها در غواصیهای مکرر و در صورت نیاز به decompression (بیماری تقلیل فشار) و غیر قابل پیش‌بینی میباشند. مدت زمان زیادی لازم است تا حبابهای گاز موجود در بافتها نسبت به حبابهای گاز موجود در محلول حذف شوند.

فصل ۲-۱۳

اشباع SATURATION

هنگامیکه حین غواصی بافتها در معرض افزایش فشار نسبی گاز بی اثر قرار گیرند، آنها برطبق قانون هنری گاز محلول را جذب میکنند. با این حال، مقدار محدودی از گاز درون بافت حل میشود و فشار نسبی گاز از این طریق نشان داده میشود (یعنی عمق غواصی).
هنگامیکه این مقدار گاز به بافت منتقل شود به اصطلاح اشباع نامیده میشود. به طور طبیعی، اندامهای ما با N_2

---

۱. The exponential uptake = جذب تصاعدی
Slow tissues = بافتهای ضعیف
Fast tissues = بافتهای مقاوم وتغیر ناپذیر

فشار اتمسفر اشباع میشود و حدوداً حاوی یک لیتر از محلول N_2 است. اگر غواص به عمق ۲۰ متری (ATA۳) نزول کند و به مدت یک روز یا بیشتر در زیر آب بماند، بدن او تا حد امکان مقدار زیادی از N_2 را در آن فشار جذب میکند سپس در آن عمق اشباع میشود. اینک بدن او دارای ۳ لیتر محلول N_2 است.

هنگامیکه در عمق معین بدن با گاز بی اثر اشباع شود، صرف نظر از اینکه چه مدت زمانی را در عمق سپری کرده باشد گاز بی اثر بیشتری را جذب نخواهد کرد. در نتیجه، یکبار دیگر بدن غواص اشباع میشودو decompression مورد نیاز با گذشت زمان افزایش نمییابد. هنگامیکه غواص برای مدت زمان بسیار طولانی در عمق نگه داشته شود (روز، هفته، ماه) اکونومی زمان، در غواصی اشباع مورد سوءاستفاده قرار میگیرد اما پس از آن تنها همان decompression (تقلیل فشار) طولانی مورد نیاز است.

تشکیل حباب BUBBLE FORMATION

فرایند تشکیل حباب را میتوان به آسانی با باز کردن دَرب بطری آبجو (و یا شامپاین، بسته به سلیقه و درآمد) نشان داد. CO_2 نوشیدنیهای گازدار، در فشار زیاد مایع حل میشود، و سپس با بستن درب بطری درون نوشیدنی حفظ میشود. وقتیکه درب بطری باز میشود، فشار بیش از حد مایع اتمسفری میشود و فشار جزئی CO_2 در محلول بیش از حد خطرناک میشود، و حبابهایی را ایجاد می‌سازد.

اگر فشار به آرامی کاهش یابد (decompressed)، حباب ایجاد نمیشود. در طی صعود، فشار اطراف غواص (فشار محیط زیست) Ambient pressure کاهش مییابد. در نهایت، فشار N_2 محلول در بافتها ممکن است بیشتر از فشار محیط باشد. بنابراین به اصطلاح گفته میشود که بافت باید super saturated (فرا اشباه) شود.

بافتها قادرند تا میزان خاصی از super saturation (فرا اشباه) گاز را تحمل کنند[۱]. با وجود این، Haldane توصیف کرد که اگر فشار N_2 در بافتها، بیش از فشار زیست محیطی باشد این مقدار فشارخطرناک است. بنابراین، احتمالاً حباب تشکیل میشود.اختلاف فشار مورد نیاز به خاطر متغیرهای موجود در بافتهاست اما این اختلاف فشار در اکثر غواصیهای Scuba برابر یا بیش از ۲:۱ است (یعنی فشار نسبی گاز بی‌اثر موجود در بافتها نباید بیش از دو برابر فشار محیط زیست باشد).

این موضوع بیان میکند که چرا DCS تحت شرایط غواصی تفریحی و پس از غواصی انفرادی تا عمق کمتر از ۱۰ متر اتفاق نمی افتد- فشار در عمق ۱۰ متری ATA۲ است، در حالیکه فشار در سطح آب ATA۱ میباشد. یعنی نسبت ۲ به ۱.

حبابهای گاز در بافت و خون باعث بیماری DCS میشوند. مکانیسم دقیق تشکیل حباب پیچیده است. این احتمال وجود دارد که فضاهای میکروسکوپی گاز Bobble-Nucleous (هسته حباب) در همهٔ مایعات بدن وجود داشته باشد و اینکه یک هسته را برای تشکیل حباب در طی Decompression (تقلیل فشار) بوجود اورد.

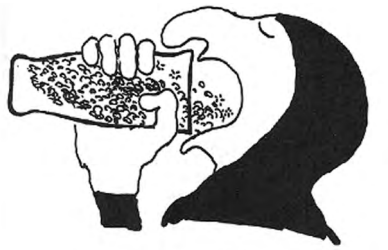
حبابها در بافت بدن ازجمله خون تشکیل میشوند. فشار درون هر حباب همان فشار زیست محیطی است (تا زمانیکه حباب در بافت موجود باشد بافت بدن انقباض یا انبساط خواهد یافت) و در صورت تغییر فشار اندازهٔ حباب با قانون بویل تغییر خواهد کرد.

---

۱ super saturation = فوق اشباع

در شروع BTF ، فشار N_2 در بافتها اشباع میشود (بزرگتر از فشار محیط) به طوری که گرادیان انتشار فوری N_2 (تحت فشار) مشاهده میشود درنتیجه به حبابهای موجود (یا هسته) نفوذ میکند و باعث انتشار آنها میشود. در صورتیکه غواص هوا را تنفس کند، عمدتاً حبابهای DCS حاوی N_2 را تنفس کرده است اما سایر گازها نیز در بافتها موجود میباشند، از جمله دی اکسیدکربن (CO_2)، اکسیژن (O_2) و بخارآب. به علاوه آنها در بافت پراکنده میشوند. هنگامیکه یک حباب تشکیل شود، عملکردش به عوامل مختلف بستگی دارد.

هرگونه افزایش فشار مانند غواصی یا recompression فشار گذاری دوباره اندازه حباب را کاهش خواهد داد در صورتیکه هرگونه کاهش فشار مانند صعود در آب، کوهها و یا هواپیما اندازه حباب را افزایش خواهد داد. حباب در هر بافت رشد میکند تا زمانیکه N_2 مازاد در آن بافت حذف شود. به محض اینکه این رویداد رخ دهد (که ممکن است ساعتها یا روزها به طول انجامد)، اندازهٔ حباب کوچک میشود اما ممکن است ساعتها، روزها یا هفته ها طول بکشد تا ناپدید شود. در این میان، حباب میتواند به بافتهای اطراف آسیب برساند.



شکل۴۳-۳

شواهد خوبی وجود دارد که نشان میدهد حبابها اغلب در بافتها و خون غواصان تفریحی، پس از غواصی روزمره بدون decompression (تقلیل فشار) تشکیل میشوند. حتی زمانیکه به درستی از جداول استفاده شود. این حبابها معمولاً علائمی را بروز نمیدهند اما مطمئناً باعث شک و تردید اعتبار جداول میشوند. آسیب بافت بدن از طریق حباب انجام میشود و از عوامل متعددی به وجود میآید. حبابهای موجود در خون و رگهای خونی اندامهای حیاتی مانند مغز را مسدود میسازند، و تشکیل حبابها در بافتها ممکن است روی رگهای خونی و مویرگها فشار وارد کند و باعث انسداد جریان خون شود. همچنین حبابهای موجود در خون میتوانند روند لخته شدن را تحریک کنند و باعث لخته شدن خون درون رگها شوند، و جریان خون در اندامهای حیاتی را مسدود کرده و باقیمانده خون را لخته سازند. فشار حباب برروی اعصابِ مغز، ستون فقرات (نخاع) و سایر بافتها ممکن است با عملکرد دستگاه عصبی تداخل کند.

نمودارهای غواصی DIVE PROFILES

نوع غواصی تأثیر قابل توجهی بر روی حبابها میگذارد در اینکه کجا و چه زمانی تشکیل شوند. غواصی در عمق کم (یعنی عمیق تر از ۳۰ متر) منجر به تشکیل حبابها در بافتهای مقاوم (مثل: خون، مغز و نخاع) میشود، در حالیکه غواصی در عمق زیاد، منجر به تولید حبابها در بافتهای ضعیف(مثل مفاصل) میشود. غواصی در عمق زیاد باعث میشود حبابها در همه جا تشکیل شوند.

پراکندگی حبابها به خاطر موارد زیر میباشد:

- در غواصیهای کوتاه مدت، تنها بافتهای مقاوم N_2 را به شکل حبابهایی حین صعود جذب میکنند
- پس از غواصیهای کم عمق، بافتهای مقاوم (fast tissues)[1] N_2 نسبتاً مازاد خود را حذف میکنند قبل از اینکه اختلاف فشار خطرناکی ایجاد شود.

لذا در غواصیهای کم عمق و کوتاه مدت میتوان دید که چرا صعود آرام حائز اهمیت است. صعود آهسته تر، ریه زمان طولانی تری را برای از بین بردن N_2 بافتهای مقاوم صرف میکند قبل از اینکه دیفرانسیل فشار بحرانی N_2 زیاد شود.

آداب و رسوم غواصی سُنتی باوری نادرست است چرا که غواص با استفاده از یک مخزن تک نفره ۲۰۰۰ لیتری (۷۲ فوت مکعب) نمیتواند DCS را نشان دهد. تغذیهٔ هوای موجود در جداول صحیح غواصی ذکر شده است تا غواص با خاطری آسوده به غواصی ادامه دهد. این قضیه، درست در اعماق بسیار کم اتفاق می افتد و حتی پس از آن تا حدودی درست است. بعنوان مثال برای غواصی در عمق ۲۰ متری، پایداری به طور متوسط ممکن است در حدود ۳۰ دقیقه باشد که در آن زمان بدون فشار رخ میدهد و توسط اکثر جداول نشان داده شده است. همانطور که قبلاً ذکر شده، غواصی در عمق بیش از ۱۰ متر میتواند DCS را ایجاد کند.

در مورد غواصیهای عمیق باورهای غلطی وجود دارد. به عنوان مثال، یک مخزن تک نفره ۲۰۰۰ لیتری مدت زمان ۱۰ دقیقه را برای غواصی در عمق ۵۰ متر در نظر میگیرد. با توجه به بیشتر جداول decompression، تقلیل فشار ۱۰ دقیقه غواصی در عمق ۵۰ متر، به ۱۰ دقیقه decompression نیاز خواهد داشت- اما در اینجا هیچ هوایی برای تکمیل توقف باقی نخواهد ماند. حتی اگر هوای کافی موجود باشد، خطر ابتلای به بیماری DCS در این عمق زیاد است، با وجود این، جداول به درستی دنبال میشوند.

عوامل فیزیولژیک مؤثر بر بروز بیماری FACTORS INFLUENCING DCS

سندرم تقلیل فشار یا DCS غیر قابل پیش بینی است. به طور کلی، هر چیزی که باعث افزایش جریان خون به اندام شود، سرعت بارگیری N_2 را افزایش خواهد داد. هر چیزی که با جریان خون یک اندام تداخل یابد، ظرفیت بار به خارج از N_2 را کاهش خواهد داد. این تغییرات ممکن است عوامل مستعدکننده را شرح دهد که باعث افزایش احتمالی DCS (بیماری decompression) میشود.

۱. fast tissues = بافتهای تغییرناپذیر، مقاوم

عمق/ مدت زمان غواصی **Depth/duration**

غواصی در عمق بیش از ۱۰ متر میتواند باعث بیماری decompression (DCS) شود، هرچند به صورت کلی ظاهر شود ، هر چه غواصی عمیق تر انجام شود، خطر نیز بیشتر خواهد شد. هر چقدر غواصی طولانی تر باشد گاز بیشتری جذب میشود (تا اشباع). در نتیجه علائم بیشتری ازDCS ظاهر میشود.

خصوصیت افراد **Individuals**

به نظر میرسد برخی از افراد نسبت به دیگران، بیشتر در معرض بیماری DCS قراردارند. حتی یک فرد ممکن است مستعد ابتلا به این بیماری باشد که در زمانهای مختلف علائم ان متفاوت است. DCS بعد از عملیات غواصی پیشرفت میکند، این بیماری به راحتی در عملیاتهای قبلی مشاهده شده است. به رغم غواصی محافظه کارانه، افراد اغلب دچار بیماری DCS میشوند.

سازگاری **Adaptation**

تکرار غواصی در اعماق یکسان طی یک دوره از زمان، خطر بروز DCS را کاهش میدهد. کاهش DCS ممکن است به علت حذف هسته حباب باشد. غواص بعد از ۲ هفته وقفه به غواصی باز میگردد.

سن **Age**

غواصان مُسن تر، بیشتر مستعد بیماری DCS میباشند. عامل سن احتمالاً پس از ۳ دهه نقش خود را ایفا میکند.

چاقی **Obesity**

ظاهراً چاقی عامل ابتلا به بیماری DCS است و احتمالاً به دلیل افزایش حلالیت N_2 (۵:۱-۴) در چربی است که با آب مقایسه شده است. چاقی به افرادی با شاخص BMI > ۲۵ مربوط میشود.

ناتوانی **Debilitation**

عواملی از قبیل کم شدن آب بدن، خستگی، خُماری باعث بیحالی و ناتوانی غواص میشود. این عوامل باعث بروز بیماری DCS میشود.

جراحت **Injury**

بیماری DCS ، سیستم اسکلتی- ماهیچه ای و مفاصل را درگیر میسازد و به احتمال زیاد با کبودی، فشار یا جراحات مزمن همراه میباشد.

DCSسابقه تقلیل فشار **HISTORY OF DCS**

اگر حوادث قبلی مربوط به بیماری DCS مجدداً در غواصی تکرار شود و به بافت آسیب رساند (به شکل DCS عصبی)، صدمات بعدی را مهیا ساخته و شخص را مستعد بیماری میسازد.

بیماری باز ماندن دریچه گرد **Patent Foramen Ovale (PFO)**

یکی از دلایلی که باعث میشود برخی افراد، حساسیت زیادی به بیماری DCS نشان دهند، سوراخ کوچکی است که در قلب خود دارند. وقتیکه ما جنین بودیم، همگی در قلبمان یک سوراخ داشتیم.

بقایای این سوراخ در قلب یک سوم افراد باقیمانده است، آن Patent Foramen Ovale ، یا PFO نامیده میشود. این افراد حساسیت زیادی به بیماری DCS دارند، به احتمال زیاد، دلیل آن این است که حبابها به طور طبیعی در ریه ها به تله می افتند بدون اینکه علائم عبور از طریق سوراخ ایجاد شود، حبابها با عبور از فیلتر ریه، به سایر نقاط بدن میرسند، و در آنجا علائم مهمی را از خود بروز میدهند. با وجود این، نتایج نشان میدهد خطر ناشی از PFO به اندازه کافی بزرگ نیست ولی لازم است همه غواصان مورد آزمایش قرار گیرند.

سرما **COLD**

به احتمال زیاد، غواصی در شرایط سرما، بیماری DCS را ایجاد میکند، به ویژه هنگامی که غواص از لباس غواصی نامناسب استفاده کرده باشد. دقیق تر بگوییم، سرما در طول غواصی، مانع جذب گاز بی اثر میشود (به دلیل محدودیت گردش خون)، اما باعث جذب N_2 در مایعات بدن میشود- در حالیکه سرما در طول decompression، مانع انتشار گازهای بی اثر میشود. از لحاظ تئوری، بهتر است سرما حین غواصی و گرما هنگام decompression وجود داشته باشد مگر اینکه حباب تشکیل شود.بنابراین گرمایش حلالیت گاز را کاهش داده و رشد حبابها و بیماری DCS را افزایش میدهد. رابطه بین رویارویی با سرما و بیماری DCS پیچیده و ستیزه جویانه است. سرمای محیط در حین Decompression و پس از غواصی باعث انقباض ثانویه رگهای خونی و تشکیل حبابهای بیشتری می شود. دوش آب گرم نیز به افزایش تشکیل حباب و بیماری DCS کمک میکند.

الکل و سایر داروهای مخدر **Alcohol and other drugs**

مشاهده شده است غواصانی که بیش از حد مشروبات الکلی مصرف و یا از مواد مخدر و داروهای دیگری استفاده میکنند، بیشتر در معرض ابتلا به بیماری DCS قرار میگیرند. بخصوص اگر الکل را شب قبل از غواصی مصرف کرده باشند، اثر آن به دلیل کاهش آب بدن یا اتساع رگهای عروقی ظاهر خواهد شد، درنتیجه جذب N_2 افزایش مییابد.

تمرین **Exercise**

احتمالاً فعالیت بدنی شدید حین غواصی به جذب N_2 کمک میکند و آن را در جریان خون ماهیچه ها افزایش میدهد، درنتیجه جذب گاز افزایش مییابد و بیماری DCS تشدید می شود.

تمرین اهسته در طولdecompression، با افزایش گردش خون بافتها همراه است و احتمالاً به حذف گاز نیتروژن کمک میکند. تمرین شدید باعث میشود بیماری DCS در سیستم عضلانی اسکلتی تظاهر پیدا کند و علائم آن پس از بازگشت غواص به سطح ظاهر میشود، احتمالاً با تشکیل حباب، بیماری پیشرفت می‌کند.

در ساعت اولیه پس از غواصی، به ویژه زمانیکه جذب N_2 بیشتر میشود، غواص باید به آرامی استراحت کند تا N_2 زیادتری حذف شود.

شکل ۴۴-۳

آمادگی جسمانی **Physical Fitness**

غواصی که به لحاظ فیزیکی دارای آمادگی جسمانی مناسبی نیست مستعد ابتلا به بیماری DCS است، شاید به این دلیل که انرژی بیشتری را مصرف میکند و شدید شدن جریان خون همان پیامد را به دنبال دارد، درنتیجهN_2 بیشتری در خون حمل میشود.

جنس **Gender**

پروفایلهای خاص غواصی نشان میدهد که زنان بیشتر دچار بیماری DCS میشوند و شواهد زیادی در این خصوص وجود دارد. تفاوتهای نامحسوسی در فیزیولوژی و ساخت بدن وجود دارد که این موضوع را اثبات میکند. پس از آزمایشات فراوان بر روی مردان، کاربرد رایج جداول Decompression مورد ارزیابی قرار گرفت و تدوین شده است.

مشخصات غواصی **Dive profile**

غواصیهای عمیق (عمق بیش از ۱۸ متر)، غواصیهای طولانی مدت، غواصیهای Decompression و غواصیهایی بدون محدودیت (براساس جداول در RN)، به شدت بیماری DCS را بروز میدهند.

صعود سریع **Rapid ascent**

صعود سریع باعث میشود تا زمان کافی برای حذف N_2 از بافتهای مقاوم وجود نداشته باشد، در نتیجه این پدیده تشکیل حباب را تقویت میکند.

صعودهای متعدد **Multiple ascent**

صعودهای متعدد در غواصی به decompression های متعدد می انجامد، و اغلب مُختص صعودهای سریع است. احتمالاً حبابهایی در خون وجود دارند (حبابهای بافت مقاوم) که حین صعود تشکیل می‌شوند.

حبابها ممکن است به قدر کافی در ریه فیلتر نشوند، و از کنار بافتها عبور کنند، و یا حین نزول دوم یا پس از آن

از لحاظ سایز کوچک شوند در این صورت، آنها از طریق فیلتر ریوی به بافتها نفوذ میکنند. در نتیجه بیماری DCS سریعتر بروز میکند.

غواصیهای تکراری **Repeatitive dives**

غواصی تکراری با ذخیره N_2 اغاز میشود که از غواصی قبلی نشات گرفته است. از اینرو تشکیل حباب پس از غواصیهای روزمره اَمری بدیهی است و غواصی تکراری اغلب با غواصی آغاز میشود، که در آن غواص حبابهای N_2 را از عملیات قبلی با خود حمل میکند. این حبابها با جذب N_2 حین غواصیهای بعدی تشکیل میشوند، و احتمالا بیماری DCS را ظاهرمی سازند. همچنین با غواصی‌های مکرر اثرات فیزیولوژیکی باقیمانده از غواصی قبلی ظاهر میشود، و بروز بیماری decompression افزایش مییابد.

این اثرات فیزیولوژیکی عبارت اند از: کاهش درجه حرارت بدن، کم آبی ناشی از غوطه وری و فعالیت فیزیکی شدید.

پروفایلهای غواصی وارونه **Reverse Dive Profiles**

هنگامیکه غواصی در چند مرحله انجام میشود به غواصان توصیه میشود که اولین غواصی عمیق خود را، بعد از غواصیهای مکرر انجام دهند و به تدریج عمق غواصی را کم کنند.اگر این روند طی نشود، بیماری DCS رخ میدهد.

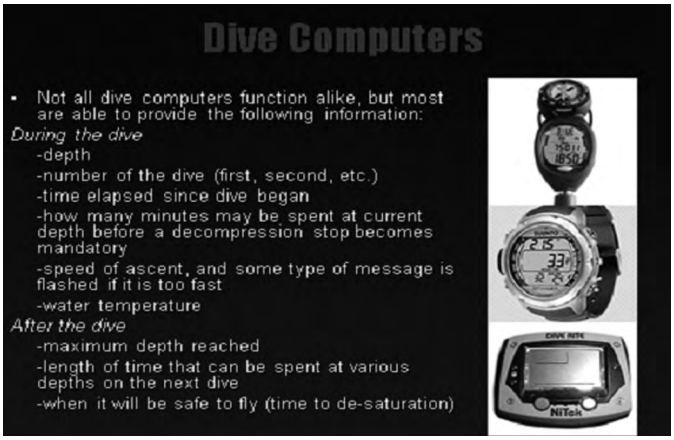
پرواز پس از غواصی **Flying after diving**

ما به وضوح می بینیم که غواصان ظرف چند ساعت پس از غواصی پرواز میکنند و بعد از غواصی وشروع تعطیلات به خانه هایشان باز میگردند (گاهی اوقات به معنای واقعی کلمه).

خطوط هوایی بین المللی در ارتفاع حدود ۲۰۰۰ متری (ft۶۵۰۰)، بالاتر از سطح دریا تحت فشارقرار دارند. و این بدان معنی است که کاهش فشار بر روی غواص حدود ۲۵درصد است و با افزایش درجه فوق اشباع $N_۲$ و با افزایش اندازه هر کدام از حبابها در ارتباط است درنتیجه غواص ممکن است حامل $N_۲$ باشد. افزایش خطرناک اندازه حبابها برای تحریک بروز علائم کافی است.

کامپیوترهای غواصی **Decompression meters/computers/ کامپیوترها Decompressio meters**

با وجود کامپیوترها برخی نظریه ها بی اعتباراند. (این کامپیوترها با عملکرد غواصی و تجربه decompression در جداول اختلاف دارند).



شکل ۴۵-۳

این نظریه ها ممکن است براساس مدت زمان طولانی غواصی شکل گرفته باشد، یعنی مدت زمانی را که غواص در زیر آب حین غواصی صرف کرده است- و مدت زمانی را که غواص برای درمان در اتاق recompression سپری کرده است. اگر غواص زنده بماند، هر دو مورد را میتوان در Log Book او مشاهده کرد.

تاثیر چندفاکتور Multi-Factorial Effect

اغلب بیش از یک عامل، خطر ابتلا به DCS را افزایش میدهد. بنابراین در یک مجموعهٔ بزرگ غواصی واقع در کشور استرالیا، بیش از نیمی از موارد افراد درگیر در غواصیهای متعدد و غواصیهای عمیق (عمق بیش از ۳۰ متر) ظرف ۸ ساعت الکل مصرف کرده بودند. ۲۰ درصد دیگر، با قرار گرفتن در معرض حمل و نقل هوایی دچار این بیماری شدند. بنابراین، حداقل این دو عامل در افزایش بروز بیماری DCS مؤثر است.

فصل چهار

حبس نفس در غواصی

Breath Holding diving

نگهداشتن نفس در غواصی BREATH-HOLD DIVING

بی پرده بگوییم، نگهداشتن نفس یا لوله مخصوص تنفس Snorkle در زیر آب شرط لازم و کافی برای غواصی موفق است. در نتیجه غواص می‌تواند در محیط آبی راحت‌تر تنفس کند و به تدریج شنا کردن و مهارت Snorkel-ing را یاد بگیرد ممکن است تا غواص به مکان لازم برسد حتی اگر غواص از مجموعه Scuba خسته شود ایمنی لازم باقی می‌ماند.

نوعی از Snorkeling غوّاصی آزاد شامل موارد و اهداف زیر می‌باشد:

به کارگیری از نیزه ماهی، اکتشافات طولانی در زیر آب، بازیابی تجهیزات، کنترل لنگر و بسیاری از فعالیت‌های دیگر.

Snorkeling غوّاصی آزاد کار سختی نیست زیرا غوّاص نفس خود را به مدت یک دقیقه یا بیشتر نگه می‌دارد. این امر امکان پذیر است چرا که در ریه‌ها (هنگامی که ریه‌هاپر می‌شود در حدود ۱ لیتر O_2 وجود دارد)، هموگلوبین خون و میوگلوبین ماهیچه‌ها ذخیره (اکسیژن) وجود دارد.

غوّاص قادر است با این ذخایر نفس خود را برای مدتی نگه دارد بدون اینکه سطح O_2 خون به طور خطرناکی کم شود. اگر سطح اکسیژن خون به پایین‌تر از میزان خود برسد، یعنی پایین‌تر از مرز فشار جزئی اکسیژن خون (در حدود ۳۰ میلی لیتر کمتر از حد نرمال) عملکرد مغز مختل می‌شود و این حالت باعث از دست رفتن آگاهی می‌شود. در این مرحله، قلب نیز به طور جدی از O_2خالی می‌شود و آسیب قلبی و یا اختلالات ریتمی ظاهر می‌شود.

در طول مدتی که نفس حفظ می‌شود اکسیژن مصرف شده و دی‌اکسیدکربن تولید می‌شود و سطح خون از O_2 کاهش یافته و دی‌اکسیدکربن بالا می‌رود. هر دو عامل ممکن است تنفس را تحریک کند امّا نقش دی‌اکسیدکربن مهم‌تر است. قبل از اینکه سطح O_2 شریانی به مقدار خطرناک برسد غوّاص تمایل زیادی دارد تا به تنفس ادامه دهد او به نقطه شکست می‌رسد.اگر او نتواند در زمان معین به سطح برسد ممکن است نفسش در زیر آب بند آید و در نهایت ممکن است مقاومت خود را از دست بدهد.

حبس نفس می‌تواند به طور قابل توجهی با تجربه و اراده به دست آید امّا نقطه شکست سرانجام حاصل می‌شود. برای اینکه مردم از نگهداشتن تنفس (حبس نفس) به مدت طولانی در زیر آب آگاهی یابند این مکانیزم یک روش مناسب برای حفظ ایمنی است.

حوادث و مرگ و میر ACCIDENTS and DEATHS

غوّاصان با حبس نفس از مشکلات بخصوصی رنج می‌برند که نظیر مشکلات غوّاصان Scuba است. البته به جز کسانی که گاز متراکم را استنشاق می‌کنند. مشکلات شایع عبارت اند از خطرات زیست محیطی، بعضی از نقص تجهیزات و بیماری‌های شایع پزشکی مانند Barotraumas،باروتروماها صدمات حیوانات دریایی، عفونت‌ها، هیپوترمی، هراس و خستگی، اختلالات قلبی و سندروم غرق شدن. این موضوعات در فصل‌های مربوط به طب غوّاصی Scuba مورد بحث قرار می‌گیرند.

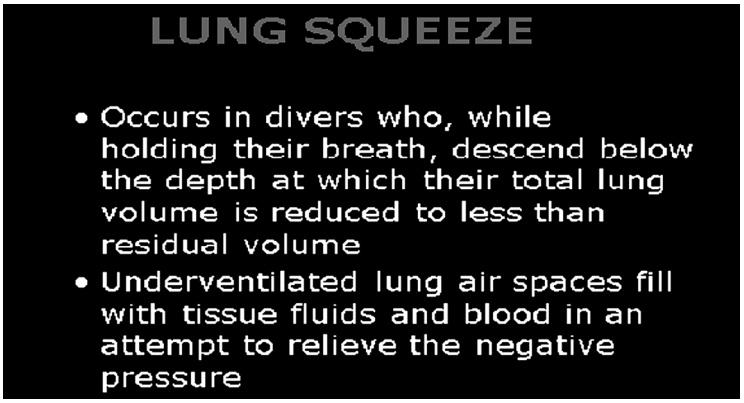
در کشور استرالیا مجموعه‌ای از مرگ و میرهای شنا با خرطوم Snorkeling ناشی از موارد زیر است مانند غرق‌شدگی (۴۵٪)، امراض قلبی (۳۰درصد) و از دست رفتن بینایی (۲۰٪) این موارد حائز اهمیت می‌باشند.

دو مورد اول، اساساً در [۱](محیط آبزی) نامناسب گردشگران مسن دیده می‌شود و مورد آخری در محیط آبزی مناسب رخ می‌دهند و افراد جوانتر و غوّاصان آزاد با تجربه با این مشکل روبه‌رو می‌شوند. زمانیکه غوّاص روی سطح قرار می‌گیرد، به طور حتم در معرض آفتاب سوختگی، آسیب قایق و جریان‌های جزر و مدی قرار می‌گیرد.سایر مشکلات مربوط به حبس نفس غوّاص در اینجا مورد بحث قرار می‌گیرد.

فشار ریه PULMONARY SQUEEZE

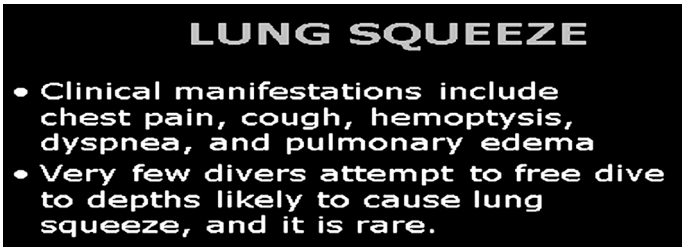
(باروترومای ریوی نزول) Lung Squeeze(Pulmonary Barotrauma of Descent)

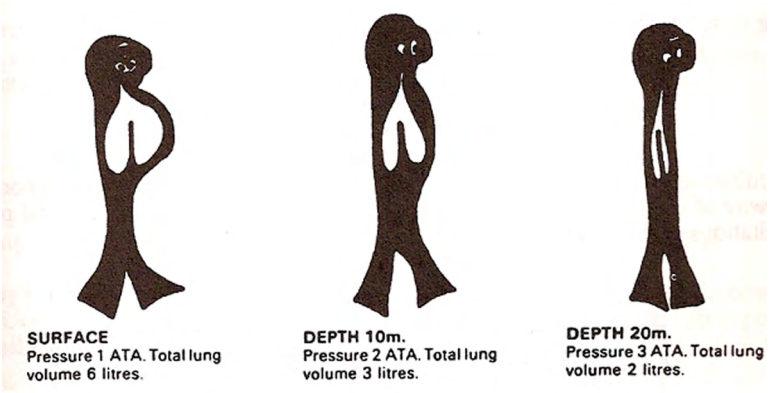
با حبس نفس حین غوّاصی، و با افزایش فشار آب قفسه سینه و ریه‌ها متراکم می‌شوند. هنگامی‌که هوا در ریه‌ها فشرده شود، حجم ریه تاحدی با انبساط احتقان رگ‌های خونی ریه جایگزین می‌شود.



۱ aquatically

با این مکانیزم به ریه آسیب وارد می‌شود که به این حالت فشار به ریه و Barotrauma ریوی نزول گویند ولی شایع نیست.





شکل ۱-۴
(به قانون بویل در فصل ۲ نگاه گنید)

از لحاظ تئوری عمق امن برای اکثر غوّاصان باید حدود ۳۰ متر (ATA ۴) باشد امّا احتمالاً این نوع غوّاصی در بین افراد منحصر به فرد متفاوت است، در حال حاضر، حفظ نفس در غوّاصی‌های عمیق تر نیز انجام می‌شود یعنی عمق متجاوز از ۲۰ متر

غوطه وری Immersion

طبیعتاً غوّاص با شناوری صفر از عوارض اصلی اثرات جاذبه و تغییرات فیزیولوژی را در بدن تولید می‌کند.
بازگشت جریان خون به قلب و ریه‌ها تشدید می‌یابد. بدن این عملکرد را به عنوان حجم اضافه خون تفسیر می‌کند و با افزایش ادرار همراه است. (بنابراین بدن ممکن است دچار کم آبی[۱] شود).
بدن با قرار گرفتن در آب سرد رفلکس‌های زیادی را از خود نشان می‌دهد، از جمله تمایل به ادرار کردن. تنظیم درجه حرارت بدن سخت‌تر می شود. اختلاف فشار ممکن است عملکرد ریه را با موقعیت ارتفاع فشاری یا عمودی تحت تأثیر قرار دهد.

۱ "dehydration"

فرایندهای جهت‌دهی فضایی (مکانی) مختل می‌شوند. تروما (زخم) به شکل آسیب فیزیکی ناشی از حرکت آب، عفونت‌های دریایی، حیوانات دریایی خطرناک، بارو، غرق شدگی و غیره ظاهر می‌شود و در فصل‌های مجزا هر کدام از این عوامل مورد بررسی قرار می‌گیرند.

رفلکس غوّاصی Dive Reflex

پستانداران آبزی رفلکسی را به نمایش می‌گذارند که به عنوان رفلکس غواصی "dive reflex" شناخته شده است. رفلکس غوّاصی به شکل عمیقی با کند شدن قلب و تغییر مسیر جریان خون از عضلات و اندام‌های غیر ضروری همراه است تا خون بهتری را برای قلب و مغز تأمین کند. این روش برای submersions رفتن زیر آب به مدت طولانی‌تر امکان‌پذیر است. این رفلکسی تا حد کمی در انسان‌ها وجود دارد و با فرو بردن صورت یا سر در آب سرد می‌تواند تولید شود.

کند شدن قلب و رفلکسی آن توسط پزشکان مورد بررسی قرار می‌گیرد اختلالات خاص قلبی مربوط به تعداد سریع ضربان قلب درمان شود. همچنین این معالجه را می‌توان در بینظمی قلبی دنبال کرد.

احتمالاً رفلکس‌های مضر دیگری نیز می‌تواند با سرما، valsalvas، حبس نفس و غیره ایجاد شود.

مرگ خاموش Hypoxic Blackout

فقدان هوشیاری به دلیل عرضه ناکافی O_2 به مغز است و معمولاً بدون هیچ‌گونه هشدار ظاهر می‌شود. در زیر آب، فرایند به استنشاق آب و غرق‌شدگی منجر می‌شود. این علت شایع مرگ و میر در میان غوّاصان حبس نفس است. گاهی اوقات، غوّاص به سطح می‌رسد و هنوز زنده است امّا در حالت تقریباً بیهوش قرار دارد و با برخی آسیب‌های مغزی مواجه است. به این مورد Loss of Motor control (LMC) (از دست دادن موتور کنترل) گویند و باعث بی‌ثباتی و clumsiness می‌شود. به‌علاوه ممکن است پس از نجات غوّاص این امر رخ دهد در حالیکه او بیهوش یا نیمه بیهوش است. در زمان‌های دیگر، این امر ممکن است به زوال عقل، اختلال عضلانی شدید، آسیب بینایی یا تشنج و صرع منجر شود. دو نمونه اصلی هیپوکسی خاموش وجود دارد هرچند آنها می‌توانند با یکدیگر رخ دهند.

A-Hypoxic Blackout due to Hyperventilation and Breath-holding

A-هیپوکسی خاموش به علت هیپرونتیلاسیون و حبس نفس

برخی افراد می‌خواهند مکانیسم‌های ایمنی را به رخ بکشند اینها قریب به اتفاق قربانیان این رقابت اند. و ممکن است برای شنا یا ماندن در زیر آب تا حد امکان تلاش کنند (مانند شنا در طول استخر شنا، یا تحت تأثیر قرار دادن همکاران خود). نقطه شکست می‌تواند با هیپرونتیلاسیون قبل از غوّاصی به تأخیر افتد.

هیپرونتیلاسیون دی اکسید کربن ریه و دی اکسید کربن شریانی را کاهش می‌دهند به طوریکه زمان طولانی‌تری را می تواند غواصی کند تا سطح اکسیژن خون به نقطه شکست در طول عملیات غوّاصی برسد.

در حین تأخیر ممکن است سطح O_2 خون پایین آید که این مقدار اکسیژن برای حفظ هوشیاری غوّاصی ضروری است و غوّاص ممکن است بدون هیچ اخطاری بیهوش شود. این مورد یکی از دلایل هیپوکسی خاموش است. این

وضعیت می‌تواند در هر عمقی رخ دهد از جمله در عمق یک متری استخر.
برخی از غوّاصان توانسته‌اند با استفاده از این روش نفس خود را برای دوره‌های تکمیلی غوّاصی نگهدارند تا زمانی که بدن آنها به استاندارد لازم برسد یعنی از لحاظ فیریکی بدن خود را دریابند.

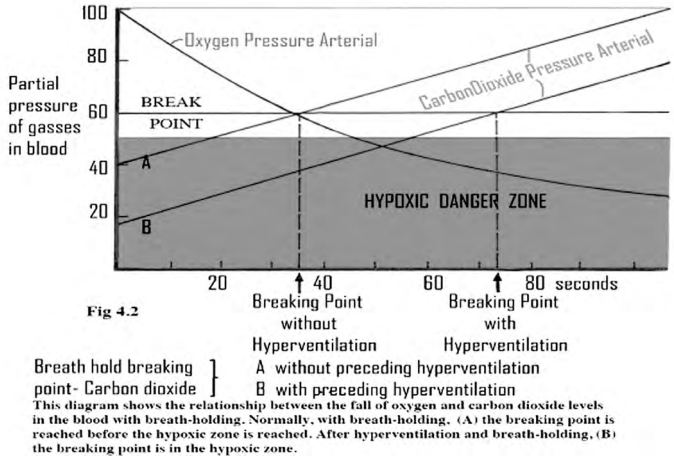


Fig 4.2
This diagram shows the relationship between the fall of oxygen and carbon dioxide levels in the blood with breath-holding. Normally, with breath-holding, (A) the breaking point is reached before the hypoxic zone is reached. After hyperventilation and breath-holding, (B) the breaking point is in the hypoxic zone.

این نمودار رابطه بین سقوط اکسیژن و سطح دی‌اکسیدکربن در خون را در غواصی حبس نفس نشان می‌دهد، معمولاً حبس نفس (.A) نقطه شکست قبل از نقطه هیپوکسی امتداد دارد. پس از هیپرونتیلاسیون و حبس نفس، (.B) نقطه شکست در منطقه هیپوکسی است.

B- هیپوکسی خاموش به علت هیپوکسی صعود (کمبود اکسیژن در بافت‌های بدن)

B. Hypoxic Blackout due to Hypoxia of Ascent

اکثر غوّاصان باید در طول غوّاصی حبس نفس breath-hold به این نکته توجه کنند که اغلب تمایل به نفس کشیدن با عمق کاهش می‌یابد. این امر احتمالاً به علت فشار جزئی O_2 در ریه‌هامی‌باشد که به صورت فشرده افزایش می‌یابد. افزایش متقابلی در فشار جزئی O_2 خون وجود دارد که محرک هیپوکسی در تنفس را کاهش می‌دهد. با این حال، غوّاص صعود می‌کند و ریه‌هایش منبسط خواهد شد و فشار ناچیز O_2 در آنها به طور مشابه کاهش خواهد یافت. این عمل کاهش ناگهانی فشار جزئی O_2 را در خون ایجاد می‌کند. فشار جزئی O_2 ممکن است در آستانه سقوط قرار گیرد باعث بیهوشی در طول صعود یا بلافاصله پس از صعود شود. این پدیده هیپوکسی صعود نامیده می‌شود. حتی این عمل ممکن است پس از رسیدن غوّاص به سطح رخ دهد زمانی که او اولین تنفس را آغاز می‌کند و علت آن تأخیر بین دریافت تنفس و رسیدن دوباره اکسیژن ذخیره شده به مغز می‌باشد.
برخی از غوّاصان به ویژه کسانی‌که ماهیگیر یا عکاس هستند یا به دلایل گوناگون نفس خود را به مدت طولانی نگه می‌دارند، نه تنها هیپر ونتیلاسیون اولیه را دارند بلکه پس از فرو رفتن در عمق پس از مدتی احساس می‌کنند که به تنفس نیاز دارند (نقطه شکست). Beak point

اینها در معرض خطر هیپر ونتیلاسیون و حبس نفس قرار دارند و همچنین به هیپوکسی صعود دچار می‌شوند. مرگ در غوّاصان حبس نفس امری شایع است که به صورت بیهوشی بدون اخطار رخ می‌دهد.

– پیشگیری از هیپوکسی خاموشی **Hypoxic Blackout – Prevention**

آیا هیپر ونتیلاسیون قبل از حبس نفس انجام نمی‌شود؟
آیا غوّاصی عمیق انجام نمی‌شود؟
از تمرین بیش از حداجتناب شود.
اجتناب از رفتار رقابتی و در نتیجه فعایت‌های فوق
از شناوری در نزدیک سطح اطمینان حاصل شود
غوّاصی با یک دوست یا ناظر ایمنی / امدادگر
آموزش غوّاصان حبس نفس از این خطر (خطر ناشی از هیپوکسی)

غوّاصی با لوله تنفس **Snorkel Diving**

همه مشکلات مربوط به غوّاصی حبس نفس با غواصی لوله تنفس (Snorkel) نیز رخ می‌دهد غوّاصی حبس نفس با یک Snorkel انجام می‌شود در طول مدتی که غواصی روی سطح قرار دارد و سرش را در آب فرو می‌برد با این حال غوّاصی Snorkel محدودیت فیزیولوژیکی و فیزیکی متفاوتی دارد که به دلیل ساختار Snorkel می‌باشد. لوله مخصوص تنفسی در زیر آب یک روشی مناسب برای بدست آوردن هواست.

فهرست پزشکی برای غوّاصی با لوله تنفس:

FOR SNORKELLERS MEDICAL CHECKLIST

آیا تا به حال هر یک از شرایط پزشکی زیر را داشته اید:

هریک از امراض قلبی – عروقی؟		
(قلب، فشار خون، خون و غیره)	بله	خیر
هرگونه بیماری ریه؟	بله	خیر
(آسم، خس خس، پنوموتوراکسی، سل و غیره)	بله	خیر
هریک از حالت‌های صرع، تشنج و یا blackouts؟	بله	خیر
هرگونه بیماری جدی (مانند دیابت)؟	بله	خیر
بیماری جدی گوش، سینوس یا بیماری چشم؟	بله	خیر
هر بیماری عصبی یا روانی؟	بله	خیر
در طی ماه گذشته آیا هر یک از موارد زیر را داشته اید و با آن روبه‌رو شده‌اید؟	بله	خیر
عملیات، بیماری، درمان؟	بله	خیر
داروها یا مواد مخدر؟	بله	خیر
آیا همسر شما حامله است؟	بله	خیر
آیا شما می‌توانید در عمق ۵۰ متر بدون کمک شنا کنید؟	بله	خیر
آیا شما می‌توانید در عمق ۲۰ متر در ۵ دقیقه یا کمتر شنا کنید؟	بله	خیر

نام: تاریخ تولد:

آدرس:

(اگر سن داوطلب زیر ۱۶ سال باشد، سرپرست امضا کند)

توجه: اگر داوطلب جواب‌های سمت چپ ستون را نشان دهد سپس تحقیق یا تمرین قبل از Snorkelling انجام شود.

فصل پنج

تجهیزات غواصی

TNEMPIUQE GNIVID

این فصل به موضوعاتی می‌پردازد که اصول عملی و محدودیت‌های برخی از تجهیزات غوّاصی را شرح می‌دهند و در حال حاضر، در تجهیزات غوّاصی آزاد و غوّاصی scuba استفاده میشوند.

وسایل و تجهیزات غوّاصی آزاد FREE DIVING EQUIPMENT

ماسک Mask

دلیل اینکه ما به غوّاصی می‌پردازیم این است که جهان درونی و جذاب زیر آب را مشاهده کنیم. متأسفانه چشمان طوری طراحی شده است تا از طریق هوا چیزهایی را ببیند. در آب تیرگی و کج شدگی اشیاء را می‌بینیم اشیائی که تا حدی بزرگ شده اند.

دومین دلیل این است که چرا غوّاصان چیزهایی را که می‌بینند اغراق می‌کنند مثلاً اندازه و سایز ماهی‌ها. ماهیگیران چیزهایی را که در سطح می‌گیرند مورد بررسی قرار می‌دهند و آنها دلیلی دروغ گفتن خود ندارند.

روش لازم برای جبران تغییر شکل اشیا در مقابل هوا یا آب این است که یک فضایی را در مقابل چشمان خود ایجاد کنیم. این کار را می‌توان با لنزهای تماس هوای پر شده، عینک شنا یا ماسک صورت انجام داد.

انواع ماسک‌های صورت در بازار وجود دارد که نشان می‌دهد ماسک ایده‌آل هنوز برای اشکال مختلف صورت طراحی نشده است. ماسک باید چشم و بینی را به جز دهان پوشش دهد. پوشش ماسک بر روی بینی اجازه می‌دهد تا غوّاص هوا را به درون ماسک وارد سازد تا تغییرات را در فشار آب جبران سازد، و این عمل از فشره شدن ماسک صورت جلوگیری می‌کند.

به‌علاوه، توانایی خروج هوای درون ماسک امری ضروری است تا اینکه ماسک صورت امواج آب شفاف شود. ماسک باید طوری شکل داده شود که انگشتان غوّاص بتواند به آن برسد و سوراخ‌های بینی غوّاص را ببندد تا equalising مساوی سازی فشار گوش را آسانتر سازد.

در حالت ایده‌آل، ماسک باید حجم کوچکی از هوا را داشته باشد به طوریکه برای مساوی کردن فشار آب در طول غوّاصی breath-hold تلاش زیادی صورت نگیرد. ماسک صورت باید نزدیک به چشم‌ها باشد، تا زمینه دید را به حداکثر برساند. ماسک صورت باید به بینی بچسبد. پلاستیک شفاف یا پانل‌های شیشه‌ای جانبی نیز احتمالاً می‌تواند به این کار کمک کند.

به طور کلی، اگرچه این تنظیم باعث بهبود دید محیطی می‌شود امّا بخشی از بینی هنوز چشم انداز پایین را محدود می‌کند –

برخی از ماسک‌های صورت زیر سطح آب به یک مسیر خروجی بخار یا دریچه "پاکسازی"مجهز می‌شوند تا به این ماسک باعث می‌شود تا پاکسازی انجام شود اگر سوپاپ به درستی عمل نکند این قطعه می‌تواند منبع مزاحمی از نشت آب به درون ماسک باشد و آب از این طریق به ماسک نفوذ کند.

راه دیگر نشت آب به درون ماسک، سبیل یا ریش است اگر ریش یا سبیل از قبل مرطوب شده باشند باید سریعاً خشک شوند تا آب به درون آن نفوذ نکند.

بدنه ماسک ممکن است از جنس پلاستیک، لاستیک یا سیلیکون ساخته شده باشد.

مواد اولیه ماسک باید به قدر کافی سفت و محکم باشد تا شکل اولیه ماسک حفظ شود امّا لبه نرم flanged (یا skirt) ماسک باید با طرح صورت مطابقت داشته باشد و روی صورت سفت و محکم قرار گیرد تا مانع دخول آب شود.

اگر ماسک بیش از حد سفت و سخت باشد با تغییرات فشار آب سازگاری ندارد و صورت غواص فشار زیادی را متحمل می‌شود.

ماسک‌هایی که از لاستیک سیلیکون ساخته شده‌اند قابل دسترس هستند. و استفاده از جنس لاستیکی یا پلاستیکی ضد آلرژی برای غوّاصان امری ضروری است.

Mask, snorkel and fins – basic free diving equipment

شکل ۱-۵

ماسک لوله مخصوص تنفس در زیر آب (Snorkel) و باله‌ها مبنای تجهیزات غوّاصی آزاد می‌باشد.

صفحه دید ماسک می‌تواند از شیشه یا پلاستیک ساخته شده باشد.

ماسک‌ها مانند شیشه جلوی اتومبیل باید از شیشه ایمنی[1] ساخته شده باشد در نتیجه، این صفحه از متلاشی شدن و صدمه به صورت و چشم جلوگیری می‌کند. هنگامی که شیشه ماسک به هر دلیلی بشکند به جای تراشه‌ها تیز به مکعب‌های کوچکتر خرد می‌شود.

شکل ۲-۵

ماسک‌هایی از جنس سیلیکون

ماسکی را می‌توان انتخاب کرد که با صورت تناسب داشته باشد و به آرامی، هوا از طریق بینی استنشاق شود. ماسکی که به اندازه کافی سفت باشد تا روی صورت بچسبد بدون اینکه هوا به درون آن رخنه کند و ماسک از روی صورت سقوط نکند. ماسک باید به درستی مهر و موم شود بدون اینکه تسمه (بند) ماسک را تحت فشار زیاد قرار دهد. تسمه بعضی از ماسک‌ها، تا پشت سر ادامه دارند تا به ناحیه تحت فشار کمک کنند و اگر این تسمه‌ها باریک باشند امنیت کمتری دارند و زود پاره می‌شوند.

Diving masks with corrective lenses incorporated into or glued onto the faceplate

شکل ۳-۵

آیا می‌توانید زیر آب را به آسانی ببینید؟

ماسک‌های غوّاصی همراه با لنزهای اصلاح کننده با یکدیگر و یا به صفحه فلزی متصل می‌شوند غوّاصانی که نزدیک‌بین هستند ممکن است از لنزهای نرم یا لنزهای اتصال پنجره‌دار استفاده کنند یا لنزهایی را به کار برند که

۱ "temperd"

به طور قرینه اصلاح شده و در داخل صفحه فلزی ماسک جاسازی شده اند.
در حال حاضر، لنزهایی با ضریب شکست متفاوت قابل دسترس می‌باشند که مستقیماً درون برخی ماسک‌ها چفت شده و جایگزین لنزهای blank (خالی) می‌شوند. "oldies" کسانی هستند که نیاز به عینک دارند تا مقیاس‌سنج خودشان را بخوانند و حیوانات آبزی[1] و گیاهان را ببینند آنها ممکن است یک لنزهای ساده را به صفحه فلزی ماسک بچسبانند این لنز در قسمت پایین و در یک سمت به تنهایی قرار گرفته است.

لوله غواصی Snorkel

خرطوم غواصی یا Snorkel به غوّاص اجازه می‌دهد تا در حالت شناوری و به صورت غوطه‌ور در آب به راحتی تنفس کندزمانیکه غوّاص سرش را برای تنفس بچرخاند مثل شناگرها دید او از جهان زیر آب مختل می‌شود به‌علاوه، این وسیله می‌تواند قبل یا بعد از غوّاصی scuba در طول مدت غوّاصی روی سطح آب مورد استفاده قرار گیرد تا هوای فشرده حفظ شود یا به حالت ایمنی باز گردد بدون اینکه به سیلندر scuba تکیه کند زیرا سیلندرscuba ممکن است تقریباً خالی باشد.
به خاطر قدرت محدود ماهیچه‌های تنفسی و اثر فشار آب تنفس از طریق (Snorkel) لوله مخصوص تنفسی در زیر آب در عمق بیش از ۵۰ سانتی متر انجام نمی‌شود.
طول Snorkel باید کافی باشد تا غوّاص امکان شنا کردن به سمت پایین را داشته باشد و به اطراف خود نگاه کند و در سرتاسر آب متلاطم شنا کند بدون اینکه آب درون Snorkel نفوذ کند.
Snorkel نباید بیش از حد دراز باشد چون مقاومت تنفس و هوای تنفسی را افزایش می‌دهند "فضای ساکن" طول مطلوب لوله حدود ۳۵-۳۰ سانتی متر می‌باشد. Snorkel باید قطر زیادی داشته باشد تا مقاومت تنفسی کاهش یابد امّا نباید نسبتاً پهن باشد تا فضای بیش از حد ساکنی را ایجاد کند.
قطر داخلی مناسب است و در حدود ۲-۱/۵ سانتی متر می‌باشد. و حداقل زاویه را دارد و منحنی شکل می‌باشد و فضای داخلی آن باید صاف باشد.
لوله موجدار و یا زاویه‌های نوک تیز مقاومت تنفس را افزایش می‌دهند. گاهی اوقات، دهانه‌های لوله طوری ساخته شده است تا روی یک محور بچرخد و کشیدگی سخت آن روی دهان به حداقل برسد و به راحتی روی دهان نگه داشته شود. ثانیاً می‌تواند به فرد کمک کند تا قطعه دهانی لوله را گاز بگیرد.

A range of snorkels. Some of these have «purge» valves for eliminating water

شکل ۴-۵

۱ miniscule

طیف وسیعی از Snorkelها. برخی از این لوله‌های سوپاپ دار "پاکسازی" دارند که برای حذف آب استفاده می‌شوند. مقاومت تنفسی در Snorkel معیوب معمولاً در تنفس آرام مورد توجه نمی‌باشد، ممکن است امّا زمانی‌که به Snorkel نیاز باشد غوّاص را از تمرین با ظرفیت بالا باز دارد.

به طور میانگین تنفس سنگین با اضطراب حاصل از تنفس عمیق و طولانی (هیپرونتیلاسیون) یا با شنا در عمق بزرگتر از یک گروه ظاهر می‌شود که در اینصورت Snorkelها ظرفیت تنفس غوّاصان را در سطح آب محدود می‌سازند.

چندین دستگاه عجیب و غریب اختراع شده است تا از ورود آب به درون لوله تنفسی حین غوّاصی جلوگیری کند. این دستگاه معمولاً اشیا شناور مثل توپ میز تنیس یا چوب پنبه را در زمان شناوری به کار می‌برند که شناورند زمانیکه در آب فرو روند انتهای Snorkelرا مسدود می‌سازند.

لازم است که یک شکل خمیده u زائد در Snorkel ایجاد کرد که باعث افزایش مقاومت شود. این تجهیزات غیر قابل اطمینان و غیر ضروری می‌باشند و اغلب اشیا دیگر را می‌گیرند.

غوّاصان یادمی‌گیرند تا پس از بازگشت به سطح با برگرداندن سر خود به اطراف لوله تنفس تکان دهند و با دمیدن سخت و سریع آب را از Snorkel خارج سازند.

در حال حاضر، Snorkel ها به دریچه پاکسازی کوچکی نزدیک قطعه دهانی مجهز می‌شوند و اجازه می‌دهند که بیشتر از همه آب به صورت خودکار از لوله مخصوص تنفس (Snorkel) خارج شود.

لازم است مقداری از آب توسط لوله Snorkelخارج شده و حجم آن کاهش یابد و این کار توسط غوّاص انجام می‌شود بنابراین غوّاص باید تلاش زیادی کند. به‌علاوه، این لوله منبع نهفته نشت آب است.

اگر لوله Snorkel بیش از حد استفاده شود یا محکم به دهان کیپ شود گاهی بعد از یک غوّاصی طولانی مدت، فک را زخم می‌کند.

باله Fins (Flippers)

به طور قابل ملاحظه‌ای استفاده از باله‌ها باعث بهبود بهره‌وری شنای غوّاص می‌شود. انواع مختلفی از این باله‌ها وجود دارند که قابل دسترس می‌باشند. باله دارای دو سبک اصلی است که برای پا مناسب می‌باشد – یکی از آنها کفش یکپارچه از باله است (enelosed heel) و دیگری کفش نیمه متصل و تسمه پاشنه (پاشنه باز) می‌باشد که اجازه می‌دهد تا غوّاص چکمه neoprene بپوشد.

هنگامیکه غوّاص روی صخره‌های دریایی قدم می‌زند و پوشش گرمایی پایش را از دست می‌دهد می‌تواند این پوتین‌ها را برای محافظت از پاهایش به کار برد.

تیغه‌های باله در اندازه و استحکام متفاوت است و بعضی از آنها منافذ و سوراخهایی دارند (برای انجام کارهای مخاطره آمیز) مطالعات گوناگون بر روی انواع باله‌ها نشان داده است که همه آنها برای همه غوّاصان ایده‌آل نمی‌باشند. باله‌ها با تیغه‌های سفت و محکم باعث می‌شوند تا عملیات به شکل سخت تری و با فشار بیشتری انجام شود امّا نیاز به قدرت بیشتری است و مانور هم مشکل‌تر می‌شود. گرفتگی عضلات از باله‌های نامناسب و بزرگ ایجاد می‌شود. به طور کلی، برای اکثر غوّاصان تفرحی باله‌های با اندازه متوسط و انعطاف پذیری معمولی مناسب

می‌باشد. روش استفاده از باله مهم است. به طور سنتی ضربه لگدزنی با پای راست به شکل محدود آموزش داده شده است. ضربه با لگد زنی زیاد شکل نامطلوب با استفاده از زانونی خم شده کارایی بیشتری دارد. این ضربه ناشی از هدایت مستقیم نیروی فشار باله در طول مسیر حرکت غوّاص است. مبتدی‌ها ممکن است نیاز به مربی داشته باشند تا از حرکت نامشخص دوچرخه جلوگیری شود، این حرکت به صورت یک ضربه در شنا بی اثر است.

باله، به شکل کفش اغلب می‌توانند باعث تاول و خراش‌هایی ("زخم باله") در پا یا قوزک پا شود بخصوص مناطقی که در اطراف باله لبه اتصالات کفش قرار دارند.

این زخم‌ها را می‌توان با استفاده از جوراب‌های ساق کوتاه کاهش داد تا غوّاص به باله‌های مخصوص عادت کند. اتصال صحیح باله‌ها امری ضروری است. اگر بیش از حد شل باشند از دست دادن آنها زندگی غوّاص را به مخاطره می‌اندازد. اگر محکم بسته شوند باعث گرفتگی عضلات و صدمه به باله می‌شوند. غوّاصان مبتدی و ناشی به خاطر نیروی محرکه تمایل زیادی دارند که به حرکات دست تکیه کنند این کار در زیر آب مؤثر نیست و آنها باید یاد بگیرند که نیروی محرکه باله را به کار اندازند.

شکل ۵-۵

لباس غوّاصی تو (خیس) **Wet Suit**

لباس غوّاصی محافظت، ایمنی و راحتی غوّاص را فراهم می‌سازد. آن از لاستیک[1] ساخته شده است و دارای حباب‌های ریز هوا می‌باشد تاعایق حرارتی خوبی را فراهم سازد به‌علاوه، این لباس بدن غوّاص را از خاراندن کف خراش و گزش حیوانات محافظت می‌کند.

در سطح و در آب کم عمق این لباس‌ها شناوری زیادی را ایجاد می‌کنند برای غلبه بر این اثر (شناوری) و سپس برای غلبه بر غوطه‌وری، وزن لوازم جانبی معمولاً کانی است. با این حال، در عمق، حباب‌های هوا در لباس غوّاصی فشرده می‌شوند (قانون Boyles را به یاد داشته باشید) در حالیکه ضخامت شناوری و خواص عایقی لباس کاهش می‌یابد.

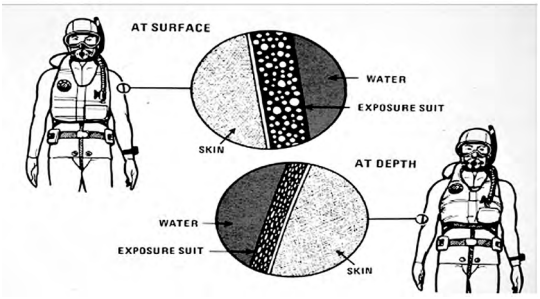
تغییرات رانش در اعماق مختلف ممکن است با استفاده از جبران کننده رانش Bouyancy Compens ator BC) خنثی شود.

پوشیدن لباس نامناسب غوّاصی می‌تواند در بعضی از نواحی بدن به خصوص در اطراف گردن، بازو، زیر بغل سایش

---

۱ neoprene

وخراشهایی را ایجاد کند به‌علاوه، wetsuit بیش از حد تنگ می‌تواند عروق خونی را در مغز فشرده سازد به خصوص اگر تنگی لباس در ناحیه گردن باشد که این امر باعث سرگیجه و غش در غوّاصان می‌شود. سفتی در اطراف قفسه سینه ممکن است باعث مشکلاتی در تنفس شود. zippers (زیپ لباس غوّاصی) امکان دسترسی آسانتر و خروج را فراهم می‌سازد امّا به نشت آب درون لباس کمک می‌کند و قابلیت گرمایی را کاهش می‌دهد.



شکل ۶-۵

نوعی لباس غوّاصی وجود دارد که حاوی محفظه گازی قابل تورم است و می‌تواند تا حدی بر این مشکلات فائق آید. این لباس می‌تواند به صورت دهانی یا به طور مستقیم از مخزن scuba متورم شود. مراقب باشید که (بیرون دادن گاز)[۱] در صعود لازم است به جهت اینکه از سرعت بیش از حد صعود با این لباس جلوگیری شود زیرا که گازها منبسط می‌شوند.

آنها نسخه مدرن لباس سنتی می‌باشند "لباس غوّاصی خشک". دومی در آبهای سردتر استفاده می‌شود هنگامی‌که یک لایه‌ای از گاز بین لباس rubberised و دارای پوشش لاستیکی و زیرپوش عایق تزریق شود.

یک سیلندر گاز هوا را به این فضا می‌افزاید البته در طول مدت نزول این اتفاق رخ می‌دهد و هوا در طول مدت صعود استنشاق می‌شود تا خاصیت شناوری خنثی حفظ شود.

به دلیل مشکلات زیاد رانش، لازم است برای استفاده از لباس‌های غوّاصی خشک آموزش ویژه‌ای ارائه شود. که به لباس غوّاصی "blow up" مربوط است. ادرار درdry suits مشکل‌ساز می‌باشد و سوپاپP اجازه می‌دهد که غوّاص به درون اقیانوس ادرار کند این می‌تواند یک علل نادر باشد امّا بازگشت جریان آب دریا، هوا و عفونت‌ها در دستگاه ادراری[۲] مشکلات زیادی ایجاد می کنند.

لباس‌های ترکیبی (دوگانه) مناسبی وجود دارند که ویژگی‌های هر دو لباس خشک و مرطوب را دارند. و برخی از آنها شامل مایعات و جامدات قابل انعطاف هستند که جایگزین فضاهای گاز می‌شوند و از اثرات رانش (شناوری) متغیر در عمق آب جلوگیری می‌کنند.

---

۱ ventilation

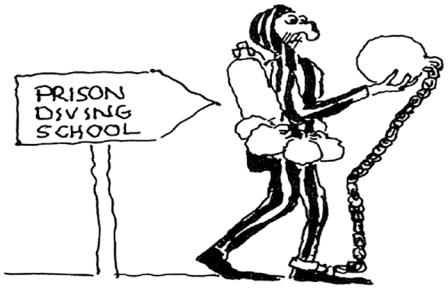
۲ genitourinary systeme

کمربند وزن Weight Belt

کمبربند وزنی برای جبران شناوری بدن در آب، لباس غوّاصی و اقلام دیگری از تجهیزات استفاده می‌شود. به عنوان مثال، غوّاص باید وزن کافی را به کار ببرد تا خاصیت شناوری خنثی در سطح (بدون تکیه بر جلیقه رانش) یا در عمق کم در حدود ۵-۳ متر ایجاد شود یعنی جایی‌که توقف ایمنی اغلب نشان داده می‌شود. مقدار صحیح وزن با آزمون و خطا مشخص می‌شود و این را باید در عمق کم آب انجام داد. هر قدر که غوّاص نزول می‌کند، فشردگی wet suit زیاد می‌شود و این مسئله باعث می‌شود که غوّاص خاصیت شناوری کمتری داشته باشد. این اثر را می‌توان با استفاده از جبران کننده شناوری جلیقه نجات (B.C) به تعادل رساند.

یک غوّاص بدون wet suit معمولا به وزنه کمتر از ۲ کیلوگرم (۵ پوند) نیاز دارد و همیشه بسیاری از غوّاصان به وزنه نیاز ندارند. غوّاص با پوشیدن لباس غوّاصی ممکن است برای هر ۱ میلی متر ضخامت wet suitبه ۱ کیلوگرم وزنه نیاز داشته باشد به اضافه ۱ کیلوگرم وزنه برای چکمه neoprene یا کلاه.

غوّاصان بی‌تجربه نسبت به غوّاصان باتجربه تمایل زیادی دارند تا از وزنه بیشتر استفاده کنند بنابراین بیشتر در معرض خطر مشکلات شناوری قرار دارند.



شکل ۷-۵

اتصال آگاهانه ۱۰ کیلوگرم وزنه سربی، به air breathing موجود در آب بستگی دارد. وگرنه خاصیت شناوری به طور خنثی از بین می‌رود و آشکارا ایمنی به خطر می‌افتد. این عمل ممکن است به نزول غوّاص کمک کند امّا ممکن است توانایی رفتن به سطح آب را مختل سازد "lead poising" یک عامل مشترکی است که مرگ غوّاص scuba را مکرراً ایجاد می‌کند.

بیشتر وزنه‌ها به اشکال سربی تولید شده‌اند و از میان آنها تسمه کشیده می‌شود. گاهی اوقات برای راحتی، تسمه‌ها منحنی می‌شوند و برخی از تسمه‌های جدیدتر با قسمت‌های zippered یکی می‌شوند که با گلوله‌های سربی پر شده‌اند به خاطر اینکه با بدن غوّاص تناسب بهتری داشته باشند. معمولاً وزنه‌ها در اندازه‌های ۱ یا ۲ یا ۳ کیلوگرمی فروخته می‌شوند.

شکل ۸-۵

سنگین شدن بیش از حد غوّاص یکی از عمده‌ترین خطرهای مشترک غوّاصان امروزی است.

شکل ۹-۵

نشستن روی لبه بالایی دیوار کشتی با کمربند وزنی، زندگی را به مخاطره می‌اندازد.

کمربند وزنی باید سریعاً به سگک آزاد کننده مجهز شده باشد که ترجیحاً یکی از آنها از scuba جدا شود و شیر آزاد کننده را مهار کند. در غوّاصی اشباع و در غوّاصی غار برای استفاده از این تجهیزات استثناهایی وجود دارد چرا که در این نوع از غوّاصی‌ها صعود ناگهانی به دلیل آزاد شدن غیر عمدی کمربند وزنی می‌تواند عواقب فاجعه باری را به دنبال داشته باشد.

شیر قلاب (سگک)[۱] باید به آسانی با حس لامسه غوّاص شناسایی شود و در نهایت از شیر مهارکننده متفاوت باشد کمربند وزنی باید محکم در اطراف کمر بسته شود.

اگر این کار صورت نگیرد فشردگی لباس غوّاصی در عمق ممکن است منجر به شل شدن آن و چرخش در اطراف بدن شود و با سگک یا شیر غیر قابل دسترس است.

برخی از تسمه‌های جدید بدون توجه به عمق آب از مواد الاستیک ساخته شده اند.

---

۱ buckle

در بخش قابل توجهی از حوادث غوّاصی، غوّاص در آزاد سازی کمربند وزنی در مواقع اضطراری شکست می‌خورد. آموزش غوّاصان امری ضروری است تا اطمینان حاصل شود که رها سازی کمربند وزنی در مواقع اضطراری صورت می گیرد. هنگام فرار از کمربند وزنی، غوّاص باید سگک را با یک دست آزاد کرده و با دست دیگر کمربند را به آسانی از بدن دور کند قبل از اینکه آن را رها سازد – در غیر این صورت، امکان پیچ خوردن (گیر کردن) با دیگر تجهیزات وجود دارد.

قلاب نشدن کمربند وزنی لزوماً باعث سقوط غوّاص نمی‌شود. اتصال وزنه به غوّاص با استفاده از طناب یا سگک کمربند معمولی صورت می‌گیرد که نمی‌تواند به سرعت رها شود گاهی اوقات، قلاب محکم ثابت می‌شود.

کمربند وزنی همیشه باید آخرین فقره از تجهیزاتی باشد که قبل از ورود غوّاص به آب به کار برده می‌شود و در وهله اول قبل از خروج از آب جدا می‌شود.

بنابراین غوّاص با تجهیزات ناقص احتمالاً هنگام سقوط در آب بیشتر شناور می‌ماند و غرق نمی‌شود، اگر به این توصیه عمل کند.

چاقوی غوّاصی Diving Knife

بر خلاف تصویر مشهور هالیوود چاقوی غوّاص در مبارزه با حمله کوسه‌ها امری بی فایده است. با این حال، چاقوی غوّاصی یکی از اقلام ضروری تجهیزات ایمنی است که می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد تا غوّاص از گرفتاری و آشفتگی در مواردی مانند طناب، اشنه[1] دریایی و تورهای ماهیگیری و دام‌ها نجات یابد. قیچی ممکن است اینکار مؤثرتر باشد. اگر چه تیغه‌های استیلی ضد زنگ در برابر زنگ‌زدگی مقاومت می‌کنند استیل‌هایی با کیفیت نامرغوب از زنگ‌زدگی محفوظ نمی‌مانند و تیزی شان را از دست می‌دهند. چاقو باید قوی ساخته شود و از اندازه معقول برخوردار باشد.

این چاقو باید همراه غوّاص باشد و در مکانی قرار داده شود که مانعی را ایجاد نکند (به عنوان مثال: سطح داخلی ساق پا یا بازو) و به آسانی در دسترس باشد. این چاقو نباید به هر فقره از تجهیزات متصل شود از جمله کمربند وزنی یا scuba، چون ممکن است در مواقع اضطراری جدا شود و غوّاص بتواند از آن استفاده کند.

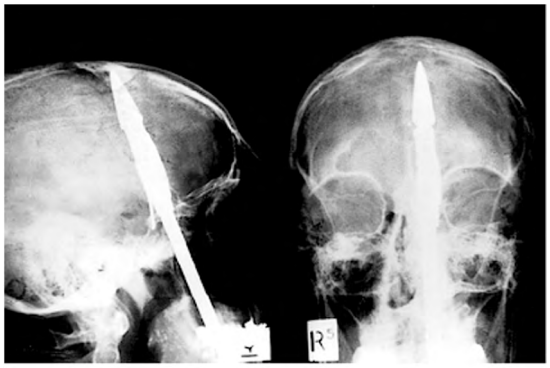
---

۱ نوعی جلبک دریایی

تفنگ نیزه‌ای Spear Guns

برخی از اقلام با ارزش و گران قیمت در تجهیزات غوّاصی وجود دارند که در موارد خاص از آنها استفاده می‌شود امّا با مشکلات اجتناب ناپذیری همراه هستند، یکی از این اقلام تفنگ نیزه‌ای است که جزء تجهیزات مشترک در غوّاصی می‌باشد.

مؤلف سابقه دار از حمل کردن این تجهیزات توسط غوّاصان ترسیده است به محض اینکه کسی را با این وسیله مشاهده کند از آب خارج می‌شود گاهی اوقات این وسیله به دیگر غوّاصان آسیب می‌رساند و گاهی هم به خود ماهیگیر نیزه آسیب می‌رساند.



مورد دوم در شکل ۱۱-۵ نشان داده شده است او قصد داشت نیزه‌اش را پرتاب کند امّا نیزه به کام نرم، عصب چشم، سینوس‌ها و بخش قدامی جلو مغز آسیب رساند که به شکل مفتول سفید در عکس اشعه X دیده شده است او تفنگ نیزه را با خود حمل کرده و این جزء تجهیزات غوّاصی است که کاربرد مهمی نداشت.

گاز فشرده شده تجهیزات غوّاص COMPRESSED GAS DIVING EQUIPMEN

اجازه استفاده از این دستگاه به غوّاصانی داده شده است که در زیر آب آزادی بیش از حدی دارند و ظرفیت لازم را دارند که به اعماق برود. و در مدت طولانی در آنجا بمانند.

با صراحت، می‌توان گفت صحبت کردن اصطلاح "scuba" به همه قسمت‌های دستگاه تنفس[۱] قابل حمل در زیر آب اشاره می‌کند، امّا این روزها این دستگاه تنها به تجهیزات تنفسی قابل حمل مدار باز محدود می‌شود (در ابتدا، دستگاه تنفسی اکسیژن نامیده شده)

با استفاده از این تجهیزات غوّاص می‌تواند هوای فشرده شده را از طریق سیلندر حمل کرده و در پشت خود قرار دهد و سپس هوای فشرده را به درون آب ببرد.

سایر تجهیزاتی که توسط غوّاصان استفاده می‌شود شامل موارد زیر است: دستگاه تنفس تغذیه هوای فشرده سطح (SSBA یا Hookah) و دستگاه تنفسی مجدد (مدار بسته یا نیمه بسته)[۲]."مدار بسته" و دستگاه تنفسی

---

۱ self contained rebreathing-apparatus

۲ closed or semi-closed Rebreathing Appratous

rebreathing"مدار نیمه بسته" به غوّاص اجازه می‌دهد تا برخی از گازهای خارج شده خود را دوباره تنفسی کند. این دستگاه شامل یک ماده شیمیایی"scrubber" یا جاذب است تا دی اکسید کربن بازدم را جذب کند. با استفاده از بازدم مجدد گاز، تغذیه گاز از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه است. نیز انتشار حباب به داخل آب را به حداقل می‌رساند آنها برای عملیات نظامی، فنی و بازرگانی مزایای فراوانی دارند.

اسکوبا SCUBA

دو شکل اصلی این سیستم وجود دارد – سیستم شیلنگ دو قلو و نوع تک شیلنگ در حال حاضر سیستم شیلنگ دوقلو به ندرت استفاده می‌شود.

دستگاه تک شیلنگ از هوای فشرده موجود در سیلندر فولادی یا سیلندر آلومینیومی (مخزن scuba) تغذیه می‌کند.

این دستگاه معمولاً با فشار ۲۰۰-۱۵۰ بار (psi ۳۰۰۰-۲۲۵۰) پر می‌شود.

در اروپا، برخی از سیستم‌های پیشرفته استقامت دستگاه را با استفاده از فشار سیلندر در حدود ۳۰۰ بار (psi ۴۵۰۰) بهبود داده اند.

سیلندرهای جدید از مواد آلیاژ مخلوط ساخته شده است که فشار بیشتری را تحمل می کند، آنها کوچکتر و سبک‌ترند در بسیاری از کشورها، قوانینی لازم است که تمام سیلندرها را به صورت بصری و هیدرواستاتیکی، هر ۲-۱ سال آزمایش کنند.

شیر سیلندر به شیر مکانیکی مجهز شده است و اتصالات مربوطه به گردن سیلندر کشیده شده است. استانداردها مستلزم اتصال "burst-disk" به این دریچه می‌باشند قبل از اینکه سیلندر در حوادث فشار بالا بترکد این اتصالات باید قطع شود.

"مرحله اول" کاهش فشار رگلاتور متصل به سیلندر می‌باشد، معمولاً با screwon جهانی استاندارد سازی می‌شوند. این رگلاتور فشار گاز سیلندر را از ۲۰۰-۱۵۰ بار به فشار متوسط ۱۰-۷ بار (psi ۱۵۰-۱۰۰) کاهش می‌دهد.

در بالا فشار محلی و تغذیه هوا وجود دارد و این فشار بیشتر در شیلنگ هوایی وجود دارد که از شانه غوّاص عبور می‌کند.

بنابراین رگلاتور مرحله اول برای تنظیم فشار شیلنگ هوا و فشار آب در عمق طراحی شده است جایی‌که غوّاص در "فشار محیط زیست یا محیط" شنا می‌کند. رگلاتور به طور خودکار فشار دیفرانسیلی حاصل از تغییر عمق را برای غوّاص حفظ می‌کند. فصل ۹-۵

تغذیه هوا، سیلندر، مخزن

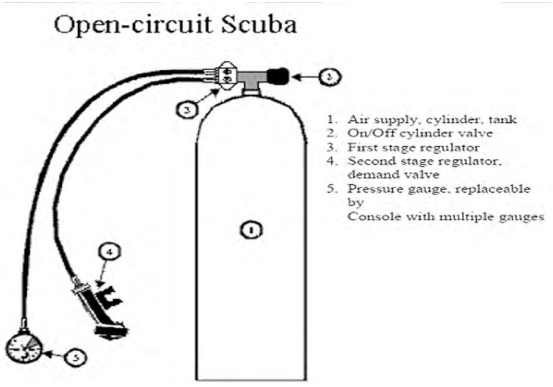
روشن / خاموش بودن شیر سیلندر

مرحله رگلاتور اول

مرحله رگلاتور دوم

فشارسنج، قابل تعویض با

کنسول همراه مقیاس‌های گوناگون



A basic scuba set, without harness, console, octopus reg. or buoyancy compensator

شکل ۱۲-۵

مجموعه اصلی scuba بدون شیر مهار کننده، کنسول، رگلاتور octopus. یا متعادل کننده غوطه وری (جبران کننده شناوری)

شیلنگ هوا، یک لوله انعطاف پذیر با قطر کوچک است که از مواد مقاوم در برابر فشار هوا ساخته شده است که حامل هوا از مرحله اول رگلاتور به مرحله دوم رگلاتور (یا دریچه تقاضا) می‌باشد در اینجا هوای تغذیه شده از طریق عامل دهانی به غوّاص داده می شود.

با استنشاق دیافراگم حرکت می‌کند تا شیر رگلاتور تقاضا باز شود و هوا در فشار محیطی از طریق شیلنگ به غوّاص انتقال می‌یابد.

غوّاص مستقیماً هوا را به داخل آب[۱] می‌فرستد که این کار از طریق یک یا چند دریچه یک طرفه انجام می‌شود که در این صورت، باید از ورود آب به شیر تقاضا در طول استنشاق جلوگیری شود.

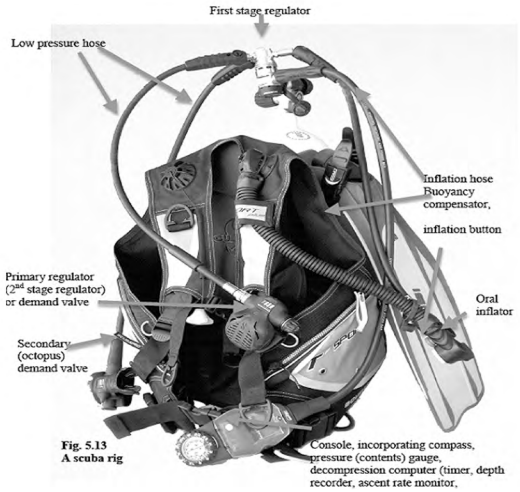
این امر بسیار مهم است که تغذیه هوا برای غوّاص متفاوت نباشد زمانی‌که سیلندر خالی می‌شود در غیر اینصورت این کار تنفس را مشکل می‌سازد چون فشار مخزن افت می‌کند. رگلاتورهای مدرن مرحله اول، اصلاح شده مدلهای قدیمی‌ترند.

مرحله اول تنظیم کننده‌های مدرن در مدل‌های قبلی اصلاح شده‌اند و ثبت چنین دستگاههایی به عنوان "دریچه‌های متوازن کننده" این مشکل را تا حدی کاهش می‌دهند. در اکثر تجهیزات لازم است غوّاص هنگام تنفس فشار منحنی کمی در قسمت دهانه ماسک ایجاد کند مکانیزم شیر تقاضا فعال شود این فشار منفی باید به حداقل برسد یا تنفس خسته کننده به حداقل برسد.

رگلاتور که تنفس در سطح را آسان می‌سازد، لزوماً نمی‌تواند در عمق جریان زیاد گاز را به غوّاص عرضه کند. قادر به تحویل جریان زیاد گاز در عمق نمی‌باشد. هنگام انتخاب رگلاتور غوّاصان باید آنها را آزمایش کنند.

---

۱ exhale



شکل ۱۳-۵
کنسول، ترکیب قطب نما،

فشارسنج (محتوی) کپسول را نشان می دهد
کامپیوتر غواصی (تایمر، عمق، ضبط، مانیتور میزان صعود)
شیلنگ فشار پایین
رگلاتور مرحله اول (رگلاتور مرحله دوم یا شیر تقاضا)
دوم (اختاپوس/ هشت پا)
شیر تقاضا Demand Vaeve
شیلنگ تورم
رانش
دکمه جبران تورم یا Buoyancy Compensator(BC)

غوّاصان هنوز هم در به دست آوردن تغذیه کافی هوا و تنفس مناسب با مشکلات فراوانی مواجه هسسند که تحت شرایط زیر بیان می‌شوند:

سیلندر کم فشار (قابل مشاهده در مقیاس سنج) ۵۰>بار
شیرسیلندر به طور کامل باز نشود
عدم تناسب در تنظیم کننده‌های مرحله اول یا دوم (طراحی ضعیف یا نگهداری نامناسب)
افزایش تنفس (اعمال فشار، هیپرونتیلاسیون، خاصیت شناوری منفی و غیره)
در اعماق بیشتر جایی‌که هوای تنفسی بسیار فشرده است (متراکم) ۳۰>متر

غوّاص با تقاضای دیگری در خصوص تغذیه هوا مواجه شود (تورم جبران کننده رانش، رگلاتور هشت پا و غیره)

برخی از دریچه‌های تقاضا حجیم و کاملاً سنگین می‌باشند که به فشار پی‌درپی نیش و فک نیاز دارند تا دهانه را

حفظ کنند. این فرایند می‌تواند به اسپاسم دردناک عضلات فک و اختلال در مفصل فک منجر شود (گیجگاهی – فک پایین) .

دهانه‌های پلاستیکی نرم و قابل انعطاف در بازار موجود می‌باشند که به طور یکسان کل دندان را می‌پوشانند. دهانه silastic سیلیکونی نرم، ممکن است با ارزش‌تر باشد. lugs متصل به دهانه طوری طراحی شده‌اند تا دهان را کمی باز و در یک موقعیت راحت قرار دهند تا شیرهای درخواست هوا به درستی حفظ شود و در دهان قرار گیرد.

شیر سیلندر **Cylinder Valve**

خروجی گاز سیلندر در رگلاتور (تنظیم کننده هوا) با فشار بالای سوپاپ یا شیر آب کنترل می‌شود. اگر مخزن بیش از حد تحت فشار قرار گیرد ممکن است باعث انفجار خازن شود و در نتیجه با پایین آوردن فشار در دریچه‌های سیلندر scuba می‌توان خطر انفجار را به حداقل رساند.

مشکل عمومی غوّاصان زمانی است که آنها دریچه را برای بررسی فشار مخزن باز می‌کنند سپس آن را می‌بندند تا از کاهش فشار هوا در مسیر محل غوّاصی جلوگیری کنند.

فشار بالا در لوله‌های آب و غیره باقی می‌ماند و فشارسنج به طور کامل "full" خوانده می‌شود. گاز کافی در شیلنگ وجود دارد تا به غوّاص اجازه دهد که در صورت نزول در آب یک یا دو بار تنفس کند. غوّاص تغذیه گار را به طور ناگهانی از دست می‌دهد و سپس فشارسنج به صورت صفر خوانده می‌شود و صعود سریع همراه با دستپاچگی ضروری و خطرناک است.

شیلنگ دو قلوی اسکوبا **Twin Hose Scuba**

یک شیلنگ دوگانه یا دو قلو، هر دو مرحله اول و دوم را دارد که باعث کاهش فشار در شیر می‌شود و به یک شیلنگ واحدی تبدیل می‌شود که به میله سیلندر متصل است.

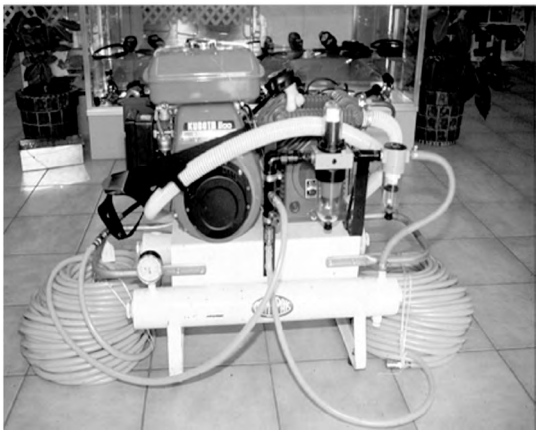
هوا توسط شیلنگ مکش به دهان غوّاص منتقل می‌شود و با یک فشار برابر در محیط آب خارج می‌شود. شیلنگ خروجی هوای استنشاقی در رگلاتور را خارج می‌سازد برای اینکه هوا در آب آزاد شود.

از آنجایی که غوّاصان حباب‌های گاز را خارج می‌سازند این حباب‌ها در پشت رگلاتور (تنظیم کننده هوا) منتشر می‌شوند و باعث اختلال بینایی در غوّاصان نمی‌شود.دستگاه شیلنگ دوقلو دو عیب بزرگ دارد یکی اینکه شیلنگ هوای موجدار در حدود ۳-۲/۵ سانتی متر قطر دارد و برای پاکسازی سیستم بسیار سخت می‌باشد و دیگر اینکه این دستگاه امروزه به ندرت استفاده می‌شود به جز توسط عکاسان و در مکان‌هایی که ممکن است رگلاتور یخ بزنند. شلنگ دوقلو بسیار مستعدنابودی و نشتی می‌باشند.

دستگاه تغذیه از سطح وکمپرسور هوکا **HOOKAH and SSBA**

هوا توسط یک شیلنگ از سطح به غوّاص تغذیه می‌شود که این امر می‌تواند از طریق یک کمپرسور (واحد hookah) یا از یک سیلندر و یا گروهی از سیلندرها (دستگاه تنفس تغذیه سطح SSBA-) صورت گیرد. هوای SSBA به طور مستقیم در شیر تقاضا عرضه می‌شود در فشاری که به صورت دستی از پیش تعیین شده است

و با توجه به عمقی که غوّاص در آنجا مشغول عملیات است.
مرحله اول، تنظیم شیر (رگلاتور) است که در سیلندر سطح واقع شده است و می‌تواند با توجه به عمق غوّاصی تنظیم شود. این سیستم می‌تواند مدت زمان تقریباً نامحدودی را در غوّاصی امکان‌پذیر سازد، اگر عمق و زمان غوّاصی کنترل نشود خطر بیماری تقلیل فشار غواصان decompression ایجاد می‌شود.



A hookah compressor and motor with capacity for two divers
شکل ۱۴-۵

یک کمپرسور hookah و موتوری با ظرفیت ۲ غوّاص در شکل ۱۵-۵ تغذیه هوای سطح اگر فشار گاز در شیلنگ سطح به علت پارگی آن، نقص کمپرسور یا سیلندر خالی کم شود، افت فشار به سرعت در میان دستگاه تنفس غوّاص و محل نقص دیده می‌شود. مگر در مواردی که شیر بدون بازگشت[۱] درون لوله تغذیه گاز، نزدیک غوّاص قرار داده شود این افت فشار با بازگشت غوّاص به سطح و از طریق شیلنگ هوا در بخش‌هایی از بدنش ایجاد می‌شود.
معمولاً واحد سطح hookah شامل مخزن کوچک تحت فشار می‌باشد و در صورت نقص کمپرسور به عنوان تغذیه اضطراری تنفسی به کار برده می‌شود.
بسیاری از غوّاصان در زیر آب سیلندرهای کوچکی از هوای فشرده را با خود حمل می‌کنند (بطری‌های pony و یا بطری‌های bail-out) که قادر هستند در صورت از کار افتادن تغذیه اصلی هوا به صورت دستی عمل کنند.

۱ non-return valve

شکل ۵-۱۵

استانداردهای لباس یا کلاه سخت **STANDARD DRESS or HARD HAT**

این نمونه از تجهیزات سنتی هوای متراکم را به کار می‌برد که از طریق شیلنگ انعطاف پذیر به فلز برنجی سفت یا کلاه خود مسی فرستاده می‌شود و معمولاً به لباس غوّاصی خشک و سنگین معروف است. عمق غوّاصی فشار هوای فرستاده شده را تعیین می‌کند. جریان مداوم هوا به حد کافی به کلاه غوّاص عرضه می‌شود تا اکسیژن مورد نیاز غوّاص فراهم شود و گازهای خارج شده را دفع کند.

در ابتدا کمپرسورهای پرقدرت دستی به کار برده شدند، بعدها با کمپرسورهای موتوردار جایگزین گردیدند مخزن سیلندرهای هوای فشرده شده نیز می‌تواند به عنوان SSBA مورد استفاده قرار گیرد.

این سیستم بزرگ است و به وزنه‌های سربی سنگین نیاز دارد (معمولاً چکمه‌ها و Corsets های سینه) تا شناوری کلاه و لباس غوّاصی را جبران کندو عدم تغذیه گاز تا جلوگیری از سرعت نزول غوّاص یا فقدان تغذیه‌ها (در فقدان شیر بدون بازگشت) می‌تواند باعث فشرده شدن هوا در کلاه شود و این امر باعث barotrauma سر یا بدن می‌شود.

A «hard hat» or
.standard dress rig

شکل ۱۶-۵

کلاه سخت و یا لباس استاندارد Hard Hat or Standard suit

یک نوع مدرن این سیستم امروزه در غوّاصی عمیق استفاده می‌شود. این کلاه به صورت کوچکتر و سبکتر مورد استفاده قرار می‌گیرد و از کلاه fibreglass یا آلومینیوم یا ماسک متصل به لباس غوّاصی خشک یا گرم و مرطوب ساخته شده است که با این تجهیزات،غوّاص قادر است تا در آب شنا کند و به طور آزادانه حرکت کند.

طناب تترینگ tethering ممکن است به سطح یا غوّاصی به وسیله بل یا ناقوس[۱] کشیده شود. غوّاص معمولاً مخلوطی از گازی را تنفس می‌کند که شامل هلیم می‌باشد تا ازحالت بی حسی و خواب آلودگی نیتروژن[۲] جلوگیری شود

۱ Bell Diving

۲ narcosis

A modern professional diving mask in rear
with Standard Dress helmet in the foreground
شکل ۱۷-۵

ماسک مدرن و حرفه‌ای غوّاصی در تصویر پشتی همراه با کلاه لباس استاندارد در منظره جلو عکس

دستگاه تنفس مدار بسته و نیمه بسته
Closed and Semi-closed Circuit REBREATHING APPARATUS REBREATHING

با استفاده از این تجهیزات برخی یا همه غوّاصان، گاز خارج شده را از طریق جاذب دی‌اکسیدکربن (scrubber) عبور می‌دهند و سپس آن را از طریق کیسه تنفسی[۱] دوباره تنفس می‌کنند این‌کار مصرف را به حداقل می‌رساند، حباب‌های کمتری را تولید می‌کند و این امر را میسر می‌سازد تا سیلندرهای کوچکتر برای مدت زمان غوّاصی مورد استفاده قرار گیرد.

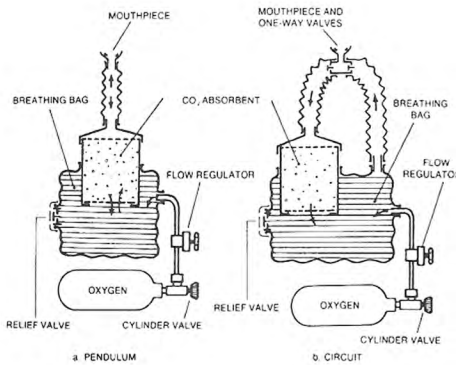
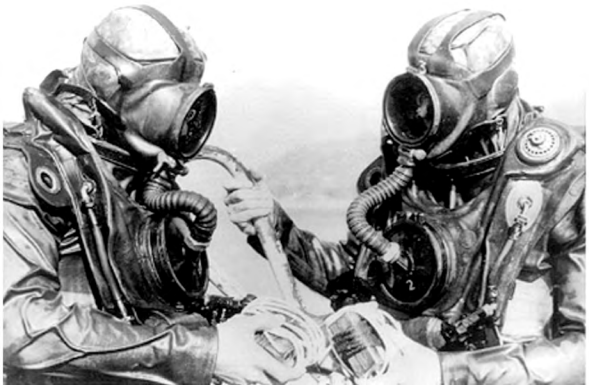


Diagram of two types of closed circuit oxygen rebreathing sets
شکل ۱۸-۵

۱ counterlung

تصویر دو نوع از مجموعه مدار بسته rebreathing اکسیژن نشان داده شده است.
سیستم نظامی ۱۰۰درصد اکسیژن را مجدداً تنفس می‌کند خطر سمیت اکسیژن وجود دارد لذا این مجموعه‌ها عمق واقعی را در حدود ۹ متر نشان می‌دهند برخی از این مجموعه‌ها یک سیستم تقاضا دارند که در آن گاز به طور خودکار تغذیه می‌شوند زمانی‌که حجم در counterlung کاهش می‌یابد. برخی دیگر از مجموعه‌ها تغذیه گاز عملکرد خود را دارند و گاز بیش از حد خارج می‌سازند.
مخلوط گاز سیستم‌های مدار بسته[1] در عملیات فنی و عمیق غوّاصی استفاده می‌شود. امّا برای استفاده افراد بی‌تجربه توصیه نمی‌شوند و باید با دقت فراوان به غوّاصان آموزش داده شوند.



شکل ۱۹-۵
غوّاص نظامی تجهیزات rebreathing اکسیژن را می‌پوشد.

وسایل و تجهیزات فرعی غوّاصی ANCILLARY DIVING EQUIPMENT

,Buoyancy Compensator

جبران کننده شناوری (جلیقه نجات) Buoyancy Vest, B.C

جلیقه شناوری در آب، B.C و Vestاین دستگاه در اصل به عنوان یک جلیقه نجات پیشرفته اختراع شد تا شناور فوری برای غوّاص در سطح باشد. ارزش آن در توان تغییرات خاصیت شناوری است که به علت فشرده‌سازی لباس (wetsuit) غوّاصی در عمق آب می‌باشد و آنها پی بردند که این جلیقه اصلاح شده تا محتوای گاز را در طول غوّاصی تغییر دهد و با توجه به شناوری در آب این جلیقه مورد نیاز می‌باشد.
به‌علاوه آن، در زمان‌های گوناگون یک B.C.D یا B.C.V نام گرفت (وسیله جبران کننده شناوری یا جلیقه) یا A.B.I.J (جلیقه نجات تنظیم کننده شناوری)
ویژگی‌های مطلوب هنگامیکه جلیقه باد می‌شود، شناوری مثبت جلیقه نجات باید کافی باشد تا خاصیت شناوری منفی وزن غوطه وری غوّاص و تجهیزاتش جبران شود. این جلیقه به غوّاص بیهوش کمک می‌کند تا صورتش از

---

۱ rebreathing

آب بیرون بماند.

B.C باید با استفاده از دهان پر شوند و نیز به صورت دستی با گاز سیلندر هوای فشرده پر شوند . آخرین B.Cهای مدرن معمولاً شکل کمکی"تغذیه مستقیم فشار کم" مرحله اول می‌باشند، یا کاهش دهنده سوپاپ هستند «تغذیه مستقیم فشار پایین» این تغذیه مستقیم scuba، اجازه می‌دهد تا B.C با استفاده از هوای مخزن scubaپر شود. به خصوص اگر هوا نیز برای تنفس مورد نیاز باشد. در حالت ایده‌آل باید تغذیه اضطراری مجزای از گاز پر شده وجود داشته باشد که می‌تواند کارتریج cartridge دی‌اکسیدکربن یا یک بطری کوچکی از هوای فشرده باشد.

اگر cartridge دی‌اکسیدکربن استفاده شود غوّاص باید بتواند کاملاً جلیقه نجات را در عمق باد کند، که معمولاً به حداقل ۲۰ گرم ظرفیت نیاز دارد. cartridge دی‌اکسیدکربن دستگاه را راه اندازی می‌کند و به خصوص آن را در معرض فشار تدریجی قرار می‌دهد و باید به طور منظم نگهداری و قبل از هر عملیات بررسی شود.

ضامن‌هایی که عمل این cartridge را انجام می‌دهند مانع انسداد عبور هوا می‌شوند که به طور تصادفی جلیقه را باد می‌کنند. این عمل می‌تواند عواقب خطرناکی را در غوّاصی غار، اشباع، غوّاصی‌های decompression و شرایط دیگر به دنبال داشته باشد.

برخی از B.Cها مجهز به یک بطری کوچک هوای فشرده برای تورم اضطراری جلیقه این بطری با شیر دوار فعال می‌شود که به طور تصادفی باز نمی‌شود. بطری نیز می‌تواند به عنوان منبع اضطراری برای چند بار تنفس هوا به کار گرفته شود اگر دریچه تقاضای تغییر یافته به جلیقه مجهز شود معمولاً این بطری‌ها درست قبل از اتصال به جلیقه نجات از سیلندر اصلی گاز پر می‌شوند.

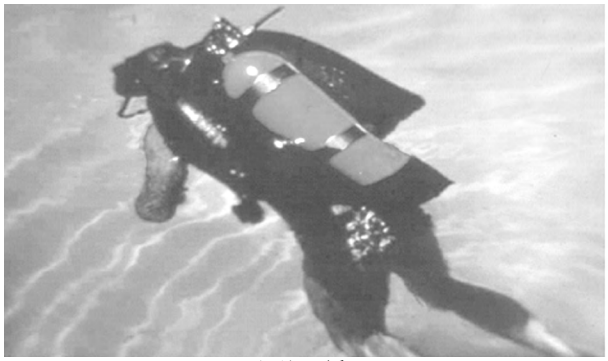
B.Cباید شیر کمکی فشار داشته باشد تا از پارگی ناشی از تورم در هنگام صعود جلوگیری کند. همچنین باید به راحتی شیر آزادسازی هوا قابل دسترس باشد تا گاز سریع‌تر انتشار یابد. خط تغذیه مستقیم scuba نیز باید به راحتی عمل کند «سریع آزاد شود» و به جلیقه نجات متصل باشد. در پایان، اگر دریچه تورم[1] باعث تورم بیش از اندازه جلیقه نجات شود باید آن را از طریق دریچه dump رها ساخت.

B.C باید طوری طراحی شود که هنگام باد شدن بر روی گلو سوار نشود . این عمل به طور سنتی با اتصال به یک تسمه دو شاخه و یا با اتصال به شیر مهار scuba انجام شده است. B.Cها به طور فزاینده بسیار پیچیده و پرهزینه می‌باشند و ممکن است به اشتباهات غوّاصی کمک کنند بنابراین صدماتی را ایجاد می‌کنند B.C باد کردن جلیقه نجات به تمرین مکرر نیاز دارد.

جلیقه نجات (B.Cها) که به کوله‌پشتی مخزن scuba متصل شده است در سالهای اخیربه عنوان یک B.Cها بسیار راحت و مناسب شناخته می شود و به قفسه سینه فشار نمی‌آورند و بسیاری از تسمه‌های مربوط به مهار سنتی مخزن scuba را حذف می‌کنند.

---

۱ inflator



شکل ۲۰-۵

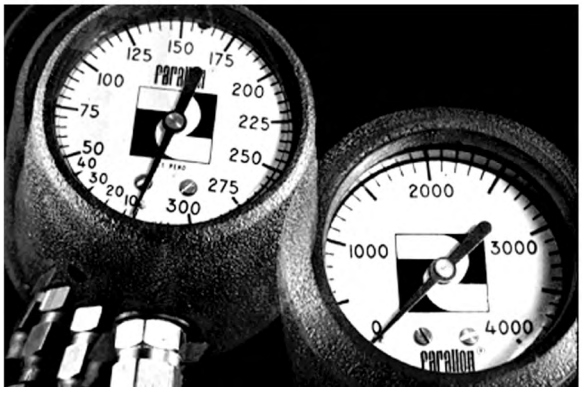
این نوع از جلیقه نجات را شما نمی‌خواهید. یک علت آن این است که ناخودآگاه صورت غوّاص را در آب فرو می‌برد.

فشارسنج **Contents Gauge**

لازم است تا حجم هوای مخزن scuba در طول مدت غوّاصی با فشارسنج نشان داده شود فشارسنج ذخیره هوای مناسب را نمایش می‌دهند و در مواقع اضطراری استفاده می‌شود.

فشار مشاهده شده در فشارسنج، هوای موجود را تخمین می‌زند زیرا فشار واقعی تنها برای غوّاصی هوا از طریق رگلاتور مورد نیاز است. بنابراین چیزی شبیه به ۴۰ بار باید از خواندن کسر شود تا باقی مانده هوای موجود برای غوّاصی محاسبه شود.

شیرهای reserveجایگزین کافی و مناسبی برای فشارسنج نیستند از آنجایی که آنها ممکن است قبل از غوّاصی یا در حین غوّاصی سهواً باز شوند، بارها مشاهده شده است که آنها تحت شرایط عملیاتی نشت کرده یا خراب شده اند. برای به دست آوردن حداکثر میانگین فشارسنج، غوّاص باید غالباً به فشارسنج مراجعه کند و باید از مقدار هوای موجود آگاه باشد البته مقدار هوایی که در طول مدت غوّاصی در عمق مصرف کرده است.



شکل ۲۱-۵

عمق و فشارسنج (به ترتیب در عمق آب [feet] و psig کالیبره شده است.)

منبع جایگزین هوا Alternate Air Source

رگلاتور هشت پا مرحله دوم شیر تقاضا که می‌تواند توسط غوّاص در صورت نقص شیر اصلی تقاضا مورد استفاده قرار گیرد یا اینکه ممکن است توسط غوّاص دیگری استفاده شود که تجهیزاتش دچار نقص و یا تخلیه هوا شده است.

شیلنگ اختاپوس یا رگلاتور دوم نسبت به رگلاتور اول طولانی‌تر است به طوریکه می‌توان آن را به آسانی توسط غوّاص (خارج از هوا، کم در هوا)[1] استفاده کرد.

این تسهیلات نیاز بدن را از طریق تنفس با شیر تقاضای منفرد حذف می‌کند که این امر می‌تواند در شرایط استرس بالا و یا در بین غوّاصان بی تجربه سخت و خطرناک باشد.

بدیهی است دو غوّاص با استفاده از همان سیستم scuba نصف استقامت مخزن را خواهند داشت. یک جایگزین وجود دارد تا یک دستگاه اضطراری کامل و مجزایی را حمل کند "یدکی هوا" که با تغذیه کافی هوا برای رسیدن به سطح است. با یک مخزن فشار پایین در عمق آب، ممکن است هوای نامناسب موجود باشد یا به طور همزمان استفاده شود. سایر منابع جایگزین هوا شامل سیلندرهای دوقلوی scuba است (تنظیم کننده‌های مستقل) و هوا از طریق منبع B.C تغذیه می‌شود.

A Spare Air unit

شکل ۲۲-۵ واحد یدکی هوا

۱ OOA / LOA

ساعت غوّاصی Diving Watch

یک ساعت ضد آب، دقیق، معتبر با تایمر غوّاصی یکی از قطعات ضروری تجهیزات غوّاصی scubaمی‌باشد برای اینکه نیازهای decompression محاسبه شود.

دستگاه باید شامل وسایلی باشد که گذشت زمان را محاسبه کند. چرخش روی صفحه ساعت یک روش ساده و مشهور برای دستیابی به این موضوع است. حتماً لازم نیست که غوّاصان این وسیله را به همراه داشته باشند. امّا برای غوّاصانی که ساعت‌های صفحه سیاه را به دست می‌کنند یک روش سنتی است. ساعت‌های دیجیتالی با شمارنده زمان طی شده نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. تایمرهای الکترونیکی غوّاصی که به صورت خودکار بعد از نزول غوّاصی به عمق راه اندازه می‌شوند نه تنها ممکن است مدت زمان غوّاصی را ثبت کنند بلکه زمان بین غوّاصی‌ها را (فاصله سطح) Surface Interval ثبت می‌کنند.

عمق‌سنج Depth Gauge

برای غوّاصscuba این امر ضروری است تا غواص عمقی را که در آن قرار دارد به درستی بشناسد به طوریکه فشار مورد نیاز بتواند محاسبه شود. عمق‌سنج باید به راحتی تحت همه شرایط قابل رؤیت باشد و به راحتی خوانده شود. انواع مختلفی از عمق‌سنج وجود دارد که در حال حاضر در دسترس می‌باشد. ساده‌ترین نوع آن با استفاده از لوله مویین پر از هوا به کار برده می‌شود. همانطور که هوا در لوله در طول مدت نزول فشرده می‌شود، آب وارد لوله مویین می‌شود و موقعیت آب در رابطه با مقیاس درجه بندی عمق را نشان می‌دهد.

این نوع عمق‌سنج در اعماق پایین در حدود ۱۰ متر بسیار دقیق می‌باشد امّا در عمق بیش از ۲۰ متر نامناسب می‌باشد، به علت اینکه انحرافات مقیاس کوچک روی عمق‌سنج در این اعماق نشان داده می‌شود.

Bourdon tube gauge شامل یک لوله نازک مسی منحنی شکل است که اندکی راست می‌شود در نتیجه فشار آب افزایش می‌یابد و هوای درون لوله متراکم می‌شود. حرکت لوله با یک سیستم دنده زیاد می‌شود و سوزنی را در وسط درجه‌بندی حرکت می‌دهد. این نوع از عمق‌سنج ممکن است به دلایل زیر نادرست خوانده شود: انسداد دریچه با آب داخل شده، تکرار آسیب مکانیکی و قرار گرفتن در معرض ارتفاع .

نوع دیگری از عمق‌سنج وجود دارد که دارای یک دیافراگم قابل انعطاف است و به شکل مدرج به ثبت رسیده است. دیافراگم، یک سوزن را از طریق یک سیستم چرخ دنده‌ای بزرگ حرکت می‌دهد. این نوع عمق‌سنج دارای مزیت نسبتاً ساده و قابل اطمینان می‌باشد. تکنولوژی مدرن پردازشگر میکرو، عمق‌سنج دیجیتالی را تولید کرده است که با استفاده از یک ترانسفورماتور فشار عمق را نشان می‌دهد. این نوع از مقیاس‌سنج‌ها بستگی به باتری دارند که به اندازه کافی شارژ شوند و مانع از دخول آب برای انجام عملیات ایمن باشند و از ورود آب جلوگیری کنند و برای انجام عملیات مطمئن باشند.

دستگاهی است که حداکثر عمق بدست آمده را ثبت می‌کند (نمایش دهنده حداکثر عمق یا MDI[1]) و به غوّاص توصیه می‌شود که ممکن است در بزرگترین عمق بدست آمده (در عمق زیاد) در طول مدت غوّاصی دچار شکست شود. این دانش در محاسبه فشار مورد نیاز ضروری می‌باشد برای اطمینان از دقت عمق‌سنج آن را باید دوباره کالیبره کرد.

۱ Multiple Depth Indicator

برخی از عمق‌سنج‌ها یک عمق‌سنج باریک و ظریفی را ثبت می‌کنند، این گونه عمق‌سنج‌ها بررسی کلی با عمق‌سنج مویین ترکیب می‌شوند کالیبراسیون در عمق کم را نشان می‌دهد. اغلب عمق‌سنج‌ها در کنسول‌ها[1] موجود می‌باشند که شامل ابزار اندازه‌گیری محتوای سیلند تایمرها و قطب نماهاست.

قطب نما Compass

دست کم یکی از نمونه‌های تصدیق شده تجهیزات غوّاصی قطب نما است تا اینکه شخص برای جهت‌یابی در زیر آب و یا روی سطح به آن نیاز پیدا کند.

دستگاه اندازه گیری برداشت فشار Decompression Meters (D.C.M)

دستگاه فشارسنج یا کامپیوتر یک مدل مکانیکی و یا الکترونیکی است که جذب گاز بی اثر و حذف آن را در بدن غوّاص نشان می‌دهد. کامپیوترهای غوّاص (D.C.M یا D.C[2]) بر اساس نظریه‌هایdecompressionپایه‌ریزی می‌شوند (یا اصولی که بر روی جداول نشان داده شده است) امّا اغلب برخی از فاکتورهای ایمنی را حذف می‌کنند که در جداول معتبر گنجانده شده است. و برای غوّاصانی استفاده می‌شود که هر دو نوع غوّاصی یعنی غوّاصی تکراری و غوّاصی در چندین سطح را محاسبه می کند البته به شیوه‌ای بسیار بسیار کنترل پذیرتر از جداول رسمی decompression انجام می‌شود.

بیشتر مقیاس‌های (Meter) فعلی نیز متشکل از دستگاه‌های دقیق ثبت زمان، عمق، میزان صعود، محتوای سیلندر و حتی درجه حرارت آب است. برخی از آنها قابلیت‌های خروج چاپی یا اتصالات به کامپیوتر را نشان می‌دهند. متر قادر است نمایش‌های گرافیکی دقیقی از نمودار غوّاصی نشان دهد و برای پزشکان غوّاصی مفید است تا بیماری decompression را درمان کنند و مکانی را نشان می‌دهند که غوّاص به اشتباه رفته است. متأسفانه گاهی اوقات کامپیوتر غوّاصی اشتباه می کند نه غوّاص.

سیستم‌های مخابراتی Communication Systems

سیستم ایمنی buddy غوّاصی با همراه به این مسئله بستگی دارد که دو غوّاص با یکدیگر ارتباط دائمی داشته باشند. غوّاصانی که برقراری ارتباط پایدار ندارند در واقع در همان اقیانوس تنها غوّاصی می‌کنند و ممکن است به دوستان خود در مواقع اضطراری کمک کنند. حتی هنگامیکه نجات شخص ثالث در اغلب موارد نیاز باشد.

کمک‌های تشخیص از سطح Surface detection Aids

اهداف از طبقه‌بندی تجهیزات شخصی عبارت اند از:

به قایق پشتیبانی اجازه می‌دهد که غوّاصان سطح را در طول یا پس از غوّاصی نظارت و مشاهده می کنند.

جلوگیری از اصابت غوّاص به ترافیک قایق.

نشانه گذاری موقعیت غوّاص هنگامیکه غوّاص دستخوش پیشامد شود.

---

۱ consoles

۲ Diving Computer

کمک به خدمات نجات از طریق قایق نجات و هلیکوپترها برای مکان‌یابی غوّاص و غریق.

An inflatable safety sausage or «divers condom».
شکل ۲۳-۵

یک susage ایمنی متورم شونده یا condom غوّاصان سطح برای تشخیص کمکهای نجات عبارت اند از
چوب براق – برای غوّاصی در شب
سوت – ارزان فقط توسط بقیه همراهان به دور از سرو صدای موتور شنیده می‌شود.
مشعل – چراغ قوه – اگر در دریا بعد از شب سقوط کند
نور چراغ قوه – نیاز به باتری‌های با دوام – طولانی مدت دارد.
سوت با فرکانس بالا – گران قیمت امّا مؤثر
رنگ نارنجی – دید غوّاص را از هلیکوپترهای جستجوگر افزایش می‌دهد.
آینه مانند یک دیسک فشرده استفاده می‌شود تا نور خورشید یا نورافکن را منعکس کند
روشنایی خیره کننده‌های آتش بازی با رنگ نارنجی یا قرمز – برای روشنایی نا منظم و قایق‌های نجات
موقعی اضطراری – با نمایش چراغ دریایی نجات (EPIRB)
یک سوت ممکن است در سطح آب با ارزش باشد و برای جلب کمک از خدمه کشتی به سایر غوّاصان مورد استفاده قرار گیرد.
۲ متر لوله پلاستیکی نارنجی می‌تواند توسط scuba یا دهان متورم شود که این با ارزش است و به عنوان susage ایمنی علامت‌دار نامیده می‌شود. اگر عمودی باشد به آسانی از روی قایق دیده می‌شود. هنگامی که در سطح آب به صورت پهن و مسطح قرار گیرد هواپیما می‌تواند آن را به آسانی تشخیص دهد به‌علاوه آن را به عنوان Diver's Condom (کاندوم غواصان) نیز می نامند.
زیر آب غوّاص می‌تواند با انواع دستگاههای انتقال و homing تماس بگیرد. نورها در شب ارزش واقعی دارند، اگر دید خوب باشد –

اکثر غوّاصان نزدیک به هم غوّاصی کنند و تنها با برقراری ارتباط بصری به یکدیگر تکیه می‌کنند. تغییرات مانند این است که یک غوّاص راهنمای غوّاص دیگر باشد و یا با گروه دیگر غوّاصی کند، این امر به یک سیستم دوستانه ضدو نقیض تبدیل می‌شود – در نتیجه مسئولیت بارز و کاملی برای هر غوّاص مشخص نمی‌شود.

buddy-line یک جفت از غوّاصان را در تماس نزدیک نگه می‌دارد. buddy line مرکب از یک طناب کوتاه ۴-۲ مترطول دارد و ترجیحا خط شناوری است که با یک بند مجزا به بازوی هر غوّاص وصل می‌شود.

انجام اقدامات اورژانس از جمله احیای قبلی- ریوی پایه (BLS) برای غواصان صدمه دیده یک امر حیاتی است و البته بر روحیه دیگر غواصان نیز اثر مثبتی خواهد گذاشت.

در اغلب موارد طناب همراه (Buddy line) باید حفظ شود و تا سر حد امکان غواصان همراه باید از پشتیبانی یکدیگر برخوردار باشند مگر در مواردی که مثلاً حمله یک کوسه به غواص همراه مسلم شده باشدو یا در شرایطی که گیر افتادن Trapping یک غواص مثلاً در غواصی غار باعث مرگ غواص دوم هم می شود می توان طناب همراه را پاره کرد تا مانع از مرگ هردو غواص شد.

فصل شش

محیط های غواصی

DIVING ENVIRONMENTS

هنگامی غوّاص مشتاق است با توجه به آموزش‌های رسمی غوّاصی کند که او معمولاً در محیط دلپذیر کنترل شده قرار گیرد. او در آن محیط برای غوّاصی آموزش داده می‌شود - و نه در محیط‌های دیگر. او اغلب هیچ تعریفی از خطرات ناشی از محیط‌های دیگر را حس نمی‌کند. او ممکن است متعاقباً با این خطرات برخورد کند بدون اینکه از عواقب ناشی از فعالیت‌هایش آگاه باشد و این زمانی است که خیلی دیر شده است.
مطالعه این فصل ممکن است او را با برخی از مشکلات آشنا کند و او می‌تواند با آنها روبه‌رو و بر آنها غلبه کند. غواصان حرفه ایی نیاز به آموزش تخصصی و نظارت دارد.
ما تنها یک بازبینی مختصری را ارائه می‌دهیم. مرجع باید به کتابچه‌های راهنمای غوّاصی و متون تخصصی مراجعه شود.

جنبش آب WATER MOVEMENTS

جریان جزر و مدی Tidal Currents

جریان امواج مختلف معمولاً در خلیج‌ها و محل‌های از اقیانوس توسط غوّاصان تجربه می‌شود. برای یک مدت کوتاه وپشت سرهم غوّاص می‌تواند در حدود ۱/۵ گره را مدیریت کند امّا سرعت تأیید شده در حدود ۱/۲ گره حداکثر سرعتی است که یک غوّاص ماهر می‌تواند به آن برسد. برای غوّاص نسبتاً جریان کمتر از نیم گره قابل قبول است. مشکلات ناشی از جریان را می‌توان با یک برنامه صحیح در غوّاصی کاهش داد.
اولاً غوّاص باید آگاه باشد که جریان‌های خاص وجود دارد، یک عامل در هر غوّاصی برنامه‌ریزی مکان غوّاصی است. در زمان‌های دیگر، آنها ممکن است توسط نمودار جزر و مد پیش بینی شوند. این اطلاعات از غوّاصان محلی و یا مقامات دریایی بهتر به دست می‌آید.

این جریان جزر و مد گاهی اوقات با نحوه عملکرد قایق غوّاصی در لنگرگاه مشخص می‌شود که معمولاً به جریان جزر و مد اشاره دارد.

یک گره = یک گره دریای= یک مایل در ساعت=۱/۸۵ کیلومتر در ساعت

قانون Half Tank بهترین روش این است که طرحی را برای شنا حین جزر و مد برای نیمه اول غوّاصی مطرح کنیم و با استفاده از این قانون جسم شناور درون قایق طی نیمه دوم شناور بماند.

بهترین زمان برای غوّاصی مناطق جزر و مد برای هر دو مرحله آسان و آشکار است و معمولاً در آب پایدار (ساکن) بین جزر و مد انجام می‌شود. به عنوان مثال، اگر هوا با فشار ۲۰۰ ATA یا (نوار) در سیلندر scuba وجود داشته باشد، ۴۰ ATA در صورت پیشبرد فشار رگلاتور مورد نیاز است. و این سیلندر ۱۶۰ ATA است.

۸۰ ATA می‌تواند برای شنا در جزر و مد مورد استفاده قرار گیرد و اینکه ۸۰ ATA برای شناوری در محلهای ایست ایمنی قایق باقی می‌ماند.

anchor-line به عنوان یک مزیت استفاده می‌شود. نسبت ،به شنا، این کار خیلی ساده‌تر است و باعث سریع در عملیات می‌شود بر خلاف جریان فعلی که با کشیدن طناب یا زنجیر همراه است.

اگر طناب آزادانه به (طناب لنگر)[۱] در سطح آب وصل شده باشد و در سرتاسر اطراف قایق حرکت کند غوّاصان می‌توانند وارد آب شوند و خود را روی سطح نگه دارند و از آن استفاده کنند برای اینکه خود را به خط لنگر بکشند.

با استفاده از anchor-line غوّاصان می‌توانند خود را به پایین آب ۲ متری ته دریا بکشانند که در آنجا جریان آب قوی نیست. اجتناب از شنا کردن بر روی لنگر و یا لنگر خارج شده از آب می‌تواند باعث سرگردانی و یا بلند شدن قایق شود و به غوّاص آسیب برساند.

شنا کردن در اطراف لنگر باعث می‌شود که غوّاص امنیت لنگر را قبل از ادامه جریان جزرو مد بررسی کند.

باید طناب دیگری (خط شناور)[۲] از پشت قایق برای ۵۰ متر یا بیشتر رانده شود. این طناب باید در فواصل منظم که توسط شناورها و یا ظروف پلاستیکی شناور پشتیبانی شود. این Line نام خود را با این عنوان (Saving-The sinners) به دست آورده است.

یک روش دیگری که در مکان‌هایی با جریان‌های قوی استفاده می‌شود(غوّاص راندگی)[۳] است. به خاطر جریان‌های سریع همه تجهیزات باید به صورت پایدار و محکم وصل شده و خطرات محیطی را پیش‌بینی کنند.

شناور یدک باید کشیده شود تا موقعیت غوّاص را علامت‌گذاری کند و امکان فرستادن سیگنال‌ها را به قایق نجات فراهم سازد. قایق نجات یا قایق مسافری باید غوّاصان را به محیط دیگری ببرد تا بهبود یابند. هر قایق باید یک (محافظ پروانه)[۴] داشته باشد تا از آن برای نجات غوّاصان در مواقع اضطراری استفاده شود.

---

۱ anchor-line

۲ Jesus line

۳ drift diving

٤ propeller guard

شناوری غوّاصان یا (شناور پلاستیکی متورم فلورسنت بلند)[۱] یک کمک مفیدی برای غوّاصان از دست رفته در اقیانوس یا (غوّاص راندگی)[۲] می‌باشد و این شناوری می‌تواند برای یک کیلومتر یا بیشتر دیده شود. سوت را می‌توان برای جلب توجه استفاده کرد امّا شنیدن آن با صدای موتور و صدای اقیانوس سخت است.

به معنای دیگر، قایقران‌ها با بوق‌های فشار پایین جلب توجه می‌کنند (با > ۱۰۰ dB برای تلفن‌های موبایل، برای <۱ km) سیگنال آینه‌ها (اگر خورشیدی بدرخشد و برای بسیاری از افراد بر اساس کیلومتر محاسبه می‌شود) و روشنایی خیره کننده سیگار ضد آب (به مدت یک دقیقه یا بیشتر قابل مشاهده است و تا ده کیلومتر دیده می‌شود). EPIRB و دیگر دستگاه‌های الکترونیکی وسایل علامت دار هستند و سیگنال‌های اضطراری را به وسایل حمل و نقل تجاری ارسال می‌دارند از جمله هواپیما، در کیلومترهای بسیار زیاد.

موج Surge

در آب کم عمق غوّاص تحت تأثیر امواج قرار می‌گیرد و موج خروشان برای شنا کردن بیش از حد قوی می‌باشد و غوّاص ممکن است با این حادثه مواجه شود. این بهترین اقدام برای مطالب زیر است (مبارزه با امواج) در مدتی که امواج زیان آور وجود دارند غوّاص کف خود را با موج سازگار سازد. یک غوّاص در مبارزه با امواج پر قدرت می‌تواند از جنبش‌های خشونت‌آمیز جلوگیری کند این موج‌ها می‌تواند به او آسیب برسانند زمانیکه او با صخره‌ها برخورد می‌کند و حتی ممکن است از شدت ترس از پا درآید.

موج ساحلی Surf

ورود به موج ساحلی بدون روش مناسب می‌تواند خطرناک باشد. غوّاص کاملاً مجهز، کاملاً آسیب پذیری است. در که می‌تواند به سرعت او را از تجهیزات ضروری محروم سازد.

روش توصیه شده برای ورود به موج ساحلی این است که بعد از کنترل همه تجهیزات از جمله باله‌ها، غوّاص به آب نزدیک شده و وارونه قرار گیرد. باله‌ها و ماسک باید به صورت پادار و محکم متصل شوند چونکه غوّاصان به راحتی آنها را از دست می‌دهند و رگلاتور با گیره به جلیقه نجات متصل می‌شود و به آسانی قابل دسترسی می‌باشد. غوّاص امواج پیشرونده را در بالای شانه‌هایش مشاهده می‌کند در حالیکه رفقای خود را نمی‌بیند، غوّاص باید در آب فرو رفته و شنا کند در حالیکه تنفس از رگلاتور انجام می‌گیرد. پس از عبور از خط شکسته امواج، صعود باعث می‌شود که غوّاص با دوستان خود مجدداً ارتباط برقرار سازد. فرایند مخالف و با استفاده از امواج دریافتی انجام می‌شود تا به غوّاص کمک کند که به سمت ساحل پیش رود.

در تله افتادن ENTRAPMENT

انواع طناب‌ها، سیم‌ها، تورهای ماهیگیری، شبکه‌ها، اشنه دریایی و موارد دیگر به راحتی می‌توانند غوّاص را به دام اندازند.

---

۱ safety suasage

۲ drift dive

در دام افتادگی entrapment این نوع تله‌گذاری را می‌توان با ارزیابی آرام موقعیت و یک چاقوی تیز مورد برسی قرار داد. برخی از غوّاصان ترجیح می‌دهند تا از قیچی (شبیه سیم بر) به جای چاقو استفاده کنند، به طوریکه آنها در برش مؤثرتر هستند

اشنه دریایی Kelp

این یک جلبک دریایی عظیم‌الجثه است که در جنگل‌ها در عمق ۳۰ متر رشد می‌کند و به سطح می‌رسد. این نوع جلبک یک تنه بلند دارد و با frond های نزدیک سطح شاخه‌دار می‌شود. این جلبک دریایی آب‌های سردتر را اشغال می‌کند و آن را جذاب نشان می‌دهد امّا به طور بالقوه به عنوان محیط غوّاصی خطرناک است.

غوّاص می‌تواند به راحتی گرفتار شود و در اشنه دریایی به ویژه در نزدیکی سطح غرق شود که در آنجا frond ها ضخیم تر هستند و تکنیک‌های خاص غوّاصی برای غوّاصی امن در اشنه دریایی موجود می‌باشد.

غوّاصان در به حداقل رساندن این آسیب کمک کننده اند، کارهایی که باعث به دام افتادن آنها می‌شود و با گذاشتن چاقو در داخل ساق پا با استفاده از قلاب متصل به flosh سیم اضطراری نجات با تجهیزات خارج شده نوار، خود را نجات می‌دهند. سیلندر scubaمی‌تواند با "وارونه" باشد تا گرفتاری مربوط به رگلاتور را کم کند. آب در فوت اول وارد می‌شود و تلاشی صورت می‌گیرد تا او را به سمت سوراخی در frondهای اشنه دریایی هل دهد و از طریق آن غوّاص عبور کند. غوّاصان باید از پیچ و تاب اشنه دریایی جلوگیری کنند. یک غوّاص خوب در محیطی که اشنه دریایی، زیاد است یک غوّاصی کند است در حالیکه در آن منطقه به پایین اشنه نزدیک می‌شویم احتمال گرفتاری به حداقل می‌رسد.

حائز اهمیت است که با اندوخته فراوان از هوا، غوّاص به سطح باز گردد و اطمینان حاصل شود که عبور از طریق اشنه دریایی دقیق و بی عجله صورت گرفته است. اگر گرفتار شدید مراقب باشید که چه موقع ساقه‌های اشنه را با قطر مشابه شیلنگ رگلاتور قطع کنید .

محیط‌های محصور Enclosed Environments

غوّاصی در غارها، لاشه کشتی‌ها، زیر یخ به صورت بالقوه محیط‌های خطرناکی می‌باشند که بدون آموزش خاص و برنامه‌ریزی نباید به آن وارد شد. رئوس مطالب زیر به هیچ وجه جامع نمی‌باشد. آموزش تخصصی و تجهیزات ویژه مورد نیاز می‌باشند.

غارها Caves

اگر تجهیزات خراب شود و یا موارد اضطراری پیش آیدغوّاص در غار معمولاً به صورت مستقیم قادر به بازگشت به سطح نمی‌باشد حتی بدون این مشکلات غوّاص به راحتی گم می‌شود و قادر نیست سطح آب را پیدا کند قبل از اینکه تغذیه هوا تمام شود. مشکلات اصلی - وحشت، از دست دادن دید و مشکلات جهت یابی است.

سقف غار ممکن است فرو بریزد. غارها معمولاً تاریک هستند و با گل و لای خوب پوشانده می‌شوند که در آن غوّاص به آسانی درون ابر کدر با باله‌ها حرکت می‌کنند. این حرکت با باله‌های کوچک، حرکت‌های آهسته را به وجود

می‌آورد و غوّاص از غوّاصی در کف و سقف غار دوری می‌کند.
با گل ولای، منابع درخشان مصنوعی یا طبیعی بی ارزش می‌شوند و نور به پشت غوّاص منعکس می‌شود. در غوّاصی غار همه وسایل ضروری و چراغها دو برابر می‌شوند. یک قطب نماالزامی‌است.
غوّاصان غار یک مخزن یدکی و رگلاتور متصل به لوله چند شاخه، همراه با رگلاتور یدکی در شلنگ طولانی را حمل می‌کنند بنابراین مخزن یدکی می‌تواند توسط غوّاص دیگر با عبور از گذرگاه باریک در صورت لزوم استفاده شود.
تجهیزات اضطراری جداگانه تغذیه هوا توصیه می‌شود. احتمالاً امن‌ترین تجهیزات غوّاصی در غارها استفاده می‌شود اگر غارها عمیق نباشند و فاصله نفوذ (مسافت کاوش) طولانی نباشد، این امر پشتیبان سطح است. سپس مسیر بازگشت با شیلنگی تعقیب می‌شود که نزدیک سطح قرار دارد.
بازگشت به ورودی غار توسط یک خط مشخص شده است خطی که از یک حلقه و توسط سرپرست غوّاص کشیده شده است. leader اول از همه حرکت می‌کند و غوّاص سرپرست (leader) را تا غار همراهی می‌کند.

شکل ۱-۶

این روش اجازه می‌دهد که راه خروجی با پیروی از خط و به دور از (سرپرست)[1] دنبال شود. گذرگاه عمودی در سطح توسط یک shot line سنگین‌تر علامت‌گذاری می‌شود و احتمال آن نیست که غوّاص هنگام صعود با عجله مواجه شود.

لاشه کشتی‌ها wrecks

نجات کشتی غرق شده Wreck diving در بسیاری از مسائل و مشکلات cave diving سهیم است (نیاز به آماده‌سازی مشابه و اقدامات احتیاطی دارد) و همچنین برخی از مشکلات منحصر به فرد را نشان می‌دهد.
در بسیاری از مناطق، لاشه کشتی‌ها، پایدار و عمیق هستند و خطر ابتلا به بیماری decompression و خواب‌آلودگی با گاز نیتروژن را و به طور کلی خطرات را افزایش می‌دهند.
کشتی در آب فرو رفته Wreckها غالباً حاوی محموله شیمیایی یا فیزیکی ناپایدار، مواد منفجره و ordinance،

۱ leader

مواد شیمیایی سمی و حیوانات دریایی خطرناک می‌باشند. گل و لای عمیق و مزاحم در یک لاشه کشتی[۱] و لبه‌های تیز فلز دندانه‌دار ناوبری را خراب می‌کند و عبور از طریق دخمه پر پیچ و خم نردبان‌ها و معابر دشوار می‌شود.
یک قطب نما ممکن است به شکل یک فلز در wreckها لاشه کشتی‌ها کمک کمی باشد و اغلب به دلیل وجود میلانهای مغناطیسی درست کار نکند.

غوّاصی یخ Ice diving

غوّاصی در زیر یخ به تجهیزات خاص و دانش لازم نیاز دارد. این نوع غوّاصی در بسیاری از خطرات و اقدامات احتیاطی [۲]سهیم است امّا در شرایط یخ زدگی پیچیدگی فراوانی وجود دارد.غوّاص در زیر یخ به تله می‌افتد و این می‌تواند یک تجربه هشدار دهنده باشد در اینصورت رگلاتور عمل نمی‌کند.
نباید روی رگلاتورهای تخصصی ice diving اتکا کرد که در آن آب با نفت، الکل و یا هوا جایگزین می‌شود همچنین این رگلاتور در سطح یخ می‌زند در حالیکه می‌توان از تنظیم کننده‌های هشت پا با تنفس زیاد استفاده کرد.
به‌علاوه باید به فرایند خروجی توجه شود مانند چاله‌ای که به سرعت دچار یخ زدگی می‌شوند ice-over . همچنین ممکن است برای سطوح حساس حفاظت لازم باشد چون ممکن است غوّاصان در معرض باد و درجه حرارت بسیار سردتر قرار گیرند نسبت به کسانی‌که تنها در صفر درجه سانتی گراد غوّاصی می‌کنند.

(فاکتورهای بیومحیطی) واریانس‌های محیط زیست ENVIRONMENTAL VARIANTS

آب سرد Cold Water

این عامل می‌تواند عملکرد غوّاص و تجهیزات او را مختل سازد. غوّاصی در آب سرد به عایق بندی[۳] با کیفیت و ضخیم[۴] همراه با دستکش، چکمه و کلاه نیاز دارد.زمانیکه لایه عایق هوا با عمق آب فشرده می‌شود لباس غوّاصی متأسفانه کارایی خود را از دست می‌دهد.
اثر خنک کننده هوای فشرده در رگلاتور گسترش می‌یابد و به درجه حرارت پایین آب افزوده شده و باعث انجماد رگلاتور می‌شود و این امر یک مشکل است.

غوّاصی در شب Night Diving

غوّاصی در شب برای همه افراد نیست. این کار ترس واقعی را برای برخی از غوّاصانی ایجاد می‌کند که کاملاً غوّاصی راحتی را در روز انجام می‌دهند. از آنجا که خطرات ناشی از اضطراب و وحشت وجود دارد، باید از غوّاصی در شب اجتناب شود البته غوّاصانی که مضطرب[۵] هستند یا در محیط احساس اضطراب بیش از حدی دارند باید از این غوّاصی اجتناب کنند. عدم بینایی می‌تواند باعث سردرگمی و باعث تخیل زیاد شود چراغ‌ها به خوبی در بالای خط

۱ wreck
۲ cave diving
۳ wet suit
٤ dry suit
٥ claustrophobic

بارگیری کشتی باید بر روی قایق نمایش داده شوند.
چراغ قوه‌ها نباید به طور مستقیم به صورت غوّاص بدرخشد – این عمل باعث می‌شود که غوّاص موقتاً کور شود (دید غوّاص را در شب از بین می‌برد) امّا آنها ممکن است با چراغ قوه دست خود هدایت شوند و خود را نجات دهند.
مشکلات اختلال دید به وجود می‌آید. بینایی وابسته به نور مصنوعی است که بسیار محدود شده است و می‌تواند به راحتی به شکست منجر شود. این مسئله برای غوّاص شب مهم است تا به تنهایی قادر به یافتن و استفاده از اقلام تجهیزات غوّاصی باشد. تشخیص و نجات غوّاصانی که دچار مشکلات بزرگی شده‌اند و همچنین غوّاصانی که در فاصله دور غوّاصی می‌کنند کار بسیار دشواری است.
در غواصی شب، به همراه داشتن یک منور مثلاً از نوع سیالوم Cyalume که نوعی منور شیمیایی است که می تواند به مخزن هوا متصل شده و ایجاد یک علامت یا سیگنال اضطراری می کند.

غوّاصی عمیق Deep Diving

غوّاصی عمیق‌تر از ۳۰ متر مشکلات را افزایش می‌دهد و احتمالاً در این خصوص با پاسخ‌های نامناسب روبه‌رو می‌شویم. دوام تغذیه هوای scuba به شدت در اعماق محدود می‌شود در حالیکه decompression مورد نیاز تقریباً به صورت آشکار افزایش می‌یابد و زمانیکه غوّاص با نقصان احتیاطی ایمنی ذخیره هوا روبه‌رو شود، موقعیت اضطراری به وجود می‌آید.
توقف برداشت فشار decompression حتی برای غوّاصی‌های کوتاه مدت در اعماق بیش از ۴۰ متر الزامی است و برای این منظور به تأمین هوای اضافی نیاز می‌باشد.
متأسفانه جداول برداشت فشار decompression حتی اگر به دقت دنبال شوند، در نتیجه افزایش عمق، اعتبار کمتری دارند و احتمال بیماری جدی برداشت فشار decompression حتی پس از فرو رفتن بدون خطا افزایش می‌یابد.
خواب نیتروژن می‌تواند در عمق کمتر از ۳۰ متر (حدود۱۰۰ پا) رخ دهد و در صورت افزایش عمق، به تدریج قضاوت، توجه، آگاهی و پاسخ مناسب نیز مختل می‌شود.
در اعماق بیش از ۴۵ متر (۱۵۰ ft) ثبات روانی، شناخت و قضاوت به طور جدی دچار اختلال می‌شود.
مدیریت تجهیزات در این اعماق، مشکل‌تر می‌شوند. تنفس از طریق رگلاتور سخت‌تر می‌شود. جبران کننده شناوری برای باد شدن بسیار طولانی‌تر عمل می‌کند و بیشتر از تغذیه محدود هوا استفاده می‌کند. در صورتیکه غوّاص در آب سرد و عمیق انجام شود، فشردگی لباس غوّاصی خاصیت عایق بندی‌اش را در همان زمان از دست می‌دهد.
این فشرده سازی نیز به تدریج شناوری را کاهش می‌دهد. محیط فراتر از ۳۰ متر تاریک، بی رنگ، سرد و نسبتاً، عاری از حیات دریایی (اگرچه ماهی و کوسه‌ها اغلب بزرگترند) و مملو از خطرات فیزیولژیکی می‌باشند.
به‌رغم این موارد، برخی از غوّاصان تفریحی مجبورند تا این تجربه را به دست آورند.
مؤلفان توصیه می‌کنند که با در نظر گرفتن خطرات زیاد و از غوّاصی منحصر به اعماق زیاد جلوگیری کنند و

غوّاصی تفریحی را مورد توجه قرار دهند. غوّاصی تفریحی در عمق ۳۰ متر (۱۰۰فوت) را به عنوان حداکثر عمق امن توصیه شده مدنظر قرار دهند.
غوّاصی‌های بدون حادثه و فراتر از این عمق اغلب احساس کاذبی را برای غوّاصان ایجاد می‌کنند – این حس زمانی خراب می‌شود که یک یا چند اشتباه رخ دهد. این حالت موقعی پیش می‌آید که اثرات خواب آلودگی و بی حسی نیتروژن در حال ظاهر شدن است.

غوّاصی در ارتفاع Altitude Diving

غوّاصی در آبهای بالاتر از سطح دریا به عنوان مثال (دریاچه، کوه یا سد) بعضی از خطرات نهفته را آشکار می‌کند آنها با درجه حرارت سرمای هوا در ارتفاعات و مشکلات شناوری با آب سرد مرتبط می‌باشند.
سایر تغییرات در ارتفاعات به وجود می‌آیند که بسیار با اهمیت می‌باشند، امّا بلافاصله آشکار نمی‌شوند.
به غوّاصی در دریاچه کوه‌ها توجه کنید که در آن فشار اتمسفری در سطح دریا به نصف می‌رسد (این در ارتفاع حدود ۶۰۰۰ متر یا ۱۸۰۰۰ فوت ارتفاعاتفاق می افتد، امّا محاسبات آن به آسانی انجام می‌شود).
فشار در سطح دریاچه فشار ATA ۰/۵ است. فرض بر این است که دریاچه دارای آب شور است (آب شیرین اندکی رقیق است و فشار کمتری را در عمق به دست آمده اعمال می‌کند).
۱۰ متر از آب هنوز هم فشار معادل ATA ۱ را اعمال خواهد کرد.
بنابراین فشار در عمق ۵ متری ATA ۱ خواهد بود که متشکل از ATA ۰/۵فشار هیدروستانیک می‌باشد و فشار اتمسفر و یک ATA ۰/۵ خواهد شد و گیج فشار ATA ۰/۵ با اتمسفر نشان داده می‌شود.
در نتیجه فشار در عمق ۱۰ متر معادل ATA ۱/۵ خواهد شد. از آنجایی که فشار در عمق به دست آمده دریاچه کوه کمتر از اقیانوس است، شخص ممکن است در ابتدا فکر کند که این امر امنیتی برای او ایجاد خواهد کرد. با این حال تفاوت مهم این است که غوّاص درون دریاچه به فشار پایین‌تر از سطح باز گردد.
این مورد می‌تواند با مراجعه با یکی از فرضیه‌های Haldane نشان داده شود. او نشان داد که غوّاص می‌تواند زمان نامحدودی را در عمق ۱۰ متر (ATA ۲)صرف کند و با سطح (ATA ۱) باز گردد بدون اینکه بیماری تقلیل فشار decompression گسترش یابد. به عبارت دیگر، یک غوّاص می‌تواند، با نیمی از فشار اصلی باز گردد (به عنوان مثال ۲ نسبت به ۱) بدون اینکه حباب‌های نیتروژن در بافت‌های او گسترش پیدا کند.
در دریاچه کوه‌ها، به خاطر اینکه فشار سطح تنها نیمی از فشار سطح دریا (ATA ۰/۵) است، غوّاص لازم است تا در عمق ۵ متری غوّاصی کند (ATA ۱) و به سطح باز گردد تا به همان ضریب ۲:۱ (امن) منظور همان No-Decompression Limit است برسد. منظور همان غوّاصی در عمق ۱۰ متر، ضریب decompression تقلیل فشار (امن) را افزایش می‌دهد. این باعث می‌شود که جداول غوّاصی مربوط به ارتفاع سطح دریا بدون اطمینان طراحی شوند مگر اینکه اصلاحات قابل توجهی به وجود آید.
decompression تقلیل فشار در ارتفاع با مشکلات فراوانی رو به روست و برآورد عمق پیچیده‌تر می‌شود. ابزار اندازه‌گیری الکترونیکی باید برای ارتفاع کالیبره شود. عمق‌سنج مکانیکی مربوط به سطح دریا به احتمال زیاد در ارتفاع نادرست و نامطمئن است. ابزار اندازه‌گیری به سادگی فشار را اندازه‌گیری می‌کند و این فشار را در عمق آب ثبت می‌کند.

از آنجایی که فشار در سطح دریاچه ATA ۰/۵ است (نیمی از سطح دریا)، فشارسنج مکانیزم خود را سریع آغاز می‌کند و احتمالاً سوزن را خم و سعی می‌کند تا عقربه دستگاه اندازه گیری را به نقطه صفر برساند و عمق منفی را ثبت و تفسیر کند.
دستگاه اندازه‌گیری (gauge) فشار ممکن است تنها در عمق آب و بعد از بازگشت به ATA ۱ اندازه گیری را آغاز کند. این امر در دریاچه کوه اتفاق نخواهد افتاد تا زمانیکه فشار آب و فشار اتمسفر به ATA ۱ افزایش یابد – عمق در حدود ۵ متر نشانگر خوبی نیست.
حتی عمق سنج مویرگی کالیبره شده در سطح دریا، به طور درستی خوانده نمی‌شود. در سطح دریا، هوا نسبت به آب ارتباط مویرگی دارد و نیمی از راه را به صورت مویرگی در ۱۰ متر طی می‌کند چون فشار دو برابر فشار موجود در سطح است.
فشار سطح دریاچه کوه در حدود ATA ۰/۵ است و دو برابر فشار سطحی خواهد بود که در حدود عمق ۵ متری با آن مواجه خواهیم شد. پس سنجش مویرگی به عمق ۱۰ متر خواهد رسید و در عمق ۵ متری علامت دار می‌شود پایین‌ترین سطح فشار نیز بدان معنی است که تغییرات حجم گاز با عمق متفاوت است. گاز در ریه‌های غوّاص در حجم بین ۵ متر و سطح دریاچه دو برابر خواهد شد در عوض بین ۱۰ متر و سطح نیز به همان شکلی است که در اقیانوس رخ می‌دهد.
در صورتیکه بخواهیم ریسک خطر ابتلا به barotrauma باروتروما افزایش پیدا نکند بنابراین لازم است تا سرعت صعود غواص کاهش پیدا کند.
وسعت گاز در جلیقه شناور نیز با نزدیک شدن به سطح دریاچه بیشتر خواهد شد که می‌تواند به تغییرات غیر منتظره شناوری منجر شود.
Hyperventilation (تنفس عمیق و طولانی) احتمالاً بیشتر در ارتفاع صورت می‌گیرد زیرا هوا رقیق است وتنفس بیش از حد توسط رگلاتور بیشتر انجام می‌شود.

پرواز پس از غوّاصی Flying after Diving

پرواز بعد از غوّاصی باعث به وجود آمدن برخی از مشکلات مشابه با غوّاص ارتفاع می‌شود. جداول decompression با این فرض محاسبه می‌شود که غوّاص به فشار ATA ۱ بازگردانده شود.
در پرواز به دلیل کاهش فشار کابین و محیط اطراف، احتمال تشکیل حبابهای نیتروِنی که هنوز در بافتهای غواص به صورت محلول وجود دارند افزایش می یابد به همین دلیل باید از قوانین Hse درباره عدم مجوز پرواز برای غواصان بین ۷۲-۱۲ ساعت بعد از آخرین غواصی کاملاً باید رعایت شود. طبیعی است در غوصهای عمیق تر و طولانی تر مدت زمانی که باید قبل از پرواز سپری گردد طولانی است.

غواصی در آب شیرین و سدها Diving in Freshwater and Dams

شناوری (Buoyancy) در آب شیرین کمتر از آب شور است. برآورد عمق و محاسبات آن به طور یکسان مختل می‌شود (۱۰ متر از آب دریا = ۱۰/۳ متر از آب شیرین).

اغلب آب شیرین آرام است، بنابراین Thermoclinesهای مهم را توسعه می‌دهد.
برخی از جریانهای آب شیرین ممکن است مشکلاتی را ایجاد سازند. آلودگی فاضلاب و آلودگی شیمیایی میتواند یک مشکل عمده باشد، و برخی از ارگانیسمهای مخصوص آب شیرین بسیار خطرناک میباشند (به عنوان مثال Naegleria باعث بیماری آنسفالومیلیت آمیبی می‌شود).
سدها با جریان زیرزمینی، مشکلات خاصی را به وجود میآورند. اگر قسمتی از بدن با این روزنهٔ خروجی پوشش داده شود غواص ممکن است از فشار شیب غافل باشد.
چنین شیبی، غواص را خسته میکند و ممکن است به او صدمات عجیب و غریب وارد سازد و از طریق باز شدن سد، این صدمات به غواص تحمیل می‌شود.

نتیجه Conclusion

ما در این فصل، برخی از مشکلات غواصی در محیطهای مختلف عملیاتی را مورد بررسی قرار داده‌ایم و تنها برخی از اقدامات لازم صورت میگیرد که میتواند باعث کاهش خطرات شود.
امید است خواننده هروقت که به غواصی دعوت می‌شود این اطلاعات را مرور کند تا در فعالیتهای مختلف غواصی شرکت کند چرا که او آموزش لازم غواصی را دیده است. بنابراین او ممکن است به انجام آموزش ویژه و مناسب برنامه‌های غواصی تشویق شود.

فصل هفت

تکنیک غواصی

اختلالات استرس، وحشت و خستگی

STRESS DISORDERS, PANIC & FATIGUE

غواصی فنی Occuptional Diving

اکثر غواصان تفریحی اسکوبا scuba ، از هوای فشردهٔ داخلی سیلندر تکی استفاده میکنند، که با یک رگلاتور تک شیلنگ همراه است و آن را در عمق ۳۰ تا ۴۰ متری استفاده میکنند، و از قرار گرفتن در مرحلهٔ ایست تقلیل فشار اجتناب میکنند، (هر چند به طور معمول عمقِ بیش از ۱۲ متر برای غواصی مکان مطمئنی نیست و ایمنی به خطر می‌افتد.

غواصی فنی، اصطلاحی است که برای غواصی گسترده‌تر استفاده می‌شود و آنرا توصیف می‌کند، که تنها در مدار باز یا هوای فشرده مورد استفاده قرار می‌گیرد. هدف از غواصی فنی انجام عملیات مختلف مدت زمان زیاد یا عمق زیاد آن است.

ساده‌ترین روش، استفاده از گازهای مختلف در سیلندر scuba است. سپس گازهای مختلف در چند سیلندر استفاده می‌شوند. و گاز کمتر از بین برود، تجهیزات تنفسی پیچیده می‌توانند به آن اضافه شوند.

تجهیزات پیچیده، دارای مزایایی می‌باشند، اما با خطرات زیادی همراه هستند.

فعالیت غواصی فنی، پیچیده‌تر و خطرناکتر از غواصی تفریحی است و به تجهیزات گران قیمت و آموزش وسیع نیاز دارد- به این دلیل، که آن در صنعت غواصی به کار برده می‌شود.

بسیاری از حوادث غواصی و مرگ‌ومیرهای مربوط به آن، در غواصی تفریحی scuba رخ می‌دهد، که به خاطر بیماری تقلیل فشار decompression نمی‌باشد. درواقع علل عمدهٔ آن عبارت‌اند از: محیط اقیانوس، پاسخهای استرس‌زا روی فرد، نقص تجهیزات با استفادهٔ نادرست از آنها است،

تکنیکهای غواصی فنی کم نمیشوند و اغلب این خطرات را افزایش میدهند. پیچیدگی و تازگی (نوظهور بودن) غواصی فنی بسیاری از غواصان ثابت قدم را جذب کرده است، که اساساً مردان جذب این نوع از غواصی می‌شوند. احتمالاً عنصر خطر و avant guarde و نوع ترکیب فعالیت، یک چالش کُشنده‌ای را نشان می‌دهد، و تجارب غواصی

و هیجان را گسترش می‌دهد. روشها و عملکردهایی را به کار میبرد که باعث کاهش ایمنی می‌شود، اما معمولاً با اعتماد به نفس کامل در مهارتها و تجهیزاتش، به این نوع غواصی می‌پردازد.
تعداد قابل شماری از کارشناسان رده بالای غواصی فنی، بر اثر انجام این فعالیت فوت کرده‌اند و مرگ آنها باعث شده است که بسیاری از جوانان و غواصان بی‌تجربه در این زمینه احتیاط کنند.

تعریف

1. DIVE PROTOCOLS, PROFILES and GAS MIXTURES
2. EQUIPMENT COMPLEXITY
3. PHYSIOLOGICAL ASSUMPTION
   — EAD / 0_2 / $C0_2$ / INERT GAS TRANSFER
4. ENVIRONMENTS
5. ACCIDENT & RESCUE IMPLICATIONS

شکل ۱-۷

۱- استفاده از گازهای دیگر نسبت به هوای فشرده
به عنوان مثال: اکسیژن
(هوای غنی شده از اکسیژن)[1]
(هلیم و اکسیژن)[2](هلیم، نیتروژن و اکسیژن)[3]
۲- غواصی decompression
۳- عمق غواصی (بیشتر از ۴۰ متر)
۴- تجهیزات احیا

غواصی فنی به غواصی در عمق زیاد اشاره میکند، زیرا که غواصان تفریحی scuba در عمقِ مجاز شنا میکنند. غواصی فنی شامل تمدید مدت زمان غواصی در هر عمق، و خود عمق (بیش از ۳۰ تا ۴۰ متر) است، در این نوع غواصی، مخلوط گاز تغییر مییابد تا مورد استفادهٔ غواص قرار گیرد، یا انواع مختلفِ تجهیزات غواصی بکار گرفته می‌شود.
زمانیکه در مورد غواصی فنی بحث می‌شود، این مسئله حائز اهمیت است که غواص بتواند تشخیص دهد خطرات از چه نوعی میباشند، چرا که در یکی از موارد بالا، مفهوم خطرِ نسبی از خطر کم یا خطر زیاد متفاوت است (در مقایسه با غواصی تفریحی)، از جمله تجهیزات rebreathing (تنفس دوباره) غواصان در غواصیهای decompression و غواصی عمیق، تنها از هوای فشرده استفاده میکنند، درحالیکه هوای فشرده خطرات زیادی را به دنبال دارد و تقریباً در فصلهای قبلی مورد بحث قرار گرفته است.

1 NITROX
2 HELIOX
3 TRIMIX

هنگامیکه مخلوط گاز از هوای معمولی منحرف شود سایر خطرات غواصی افزایش مییابد و با پیچیدگی تجهیزات این خطرات نمایان می‌شود.

درصورتیکه غواصان به جای هوا در سیلندر scuba، از ۳۲٪ اکسیژن و ۶۸٪ نیتروژن استفاده کنند، که حداکثر عمق ۴۰ متر و مشخصات متعارف هوا بدون نیاز به تقلیل فشار decompression باشد آنها نسبت به غواصی تفریحی scuba، خطرات کمتری را متحمل می‌شوند.

غواصی فنی

1. DIVE PROTOCOLS, PROFILES and GAS MIXTURES
2. EQUIPMENT COMPLEXITY
3. PHYSIOLOGICAL ASSUMPTION
   — EAD / O_2 / CO_2 / INERT GAS TRANSFER
4. ENVIRONMENTS
5. ACCIDENT & RESCUE IMPLICATIONS

شکل ۲-۷

۱- پروتکلهای غواصی، نمودارها و مخلوط گازها

۲- پیچیدگی وسایل و تجهیزات

۳- فرضیه فیزیولوژیکی

- انتقال گازهای بی‌اثر EAD / O_2 / CO_2

۴- محیط

۵- پیامدهای حوادث و نجات

۱- پروتکلهای غواصی، مشخصات و مخلوط گازها

غواص از لحاظ علمی تلاش میکند تا مخلوط گاز ایده‌آل را برای صعود و نزول (ترکیبات گاز در سفر دریایی) انتخاب کند یعنی مخلوط پایینی از گاز نیتروژن و مرحله‌بندی ایست تقلیل فشار decompression (معمولاً اکسیژن یا مخلوط زیاد اکسیژن).

ساده‌ترین شکل غواصی فنی این است که غواص بتواند ترکیبی از ۳۲٪ یا ۴۰٪ اکسیژن (O_2) را درون نیتروژن تنفس کند. با افزایش اکسیژن، نیتروژن کمتری در گاز وجود دارد. این بدان معناست که لزومی ندارد که ایست تقلیل فشار decompression وجود داشته باشد (و حالت خواب‌آلودگی و بیحسی گاز نیتروژن کمتر رخ می‌دهد).

در این نوع غواصی خطر مسمومیت با گاز اکسیژن باید توسط غواص مدنظر قرار گرفته شود.

استفاده از مخلوط گاز غنی شدهٔ اکسیژن، محدودیت‌هایی را برای غواص حرفه‌ای در منطقه کم‌عمق ایجاد می‌سازد

که این مخلوط را میتوان با گاز فشردهٔ منطقه عمیق مقایسه کرد. یکسری از مخلوط گاز در سیلندرهای جداگانه با تقلیلِ درصدی از اکسیژن باعث می‌شود که غواص فنی به منطقه عمیق‌تر آب دست یابد. جایگزینی هلیم (He) به جای N_2 یا جانشینی آن به جای Heliox (He/O_2) یا Trimix ($N_2/He/O_2$) باعث می‌شود که غواص فنی بیشتر نزول کند، درحالیکه از بیحالی و بیحسی نیتروژن اجتناب می‌شود یا مقدار آن کاهش می‌یابد. در طی صعود، تغییراتِ مخلوط گاز، تا نزدیک شدن به سطح معکوس می‌شود و این وضعیت زمانی رخ می‌دهد که درصد زیادتری از اکسیژن تنفس شود و حذف گاز خنثی (He یا N_2) سریعتر صورت گیرد.

در عین حال، با استفاده از تجهیزاتِ مدار باز و چندین گاز مخلوط، غواصیِ در عمق بیش از ۱۰۰ متر به راحتی انجام می‌شود.

استفاده از تجهیزات rebreathing تنفس دوباره خطرات بالقوه را فوق‌العاده افزایش می‌دهد، درحالیکه تلاشهای زیادی برای کنترل و نظارت بر گازهای استنشاقی و ایست تقلیل فشار decompression مورد نیاز صورت میگیرد.

۲- پیچیدگی وسایل و تجهیزات

غواصی فنی شامل، تجهیزات پیچیده‌تر است که از آن برای تولید، تهیه و تحویل گازهای مختلف تنفسی به غیر از هوا استفاده می‌شود. با افزایش پیچیدگی تجهیزات، احتمال خطای انسانی در تمام این ۳ مرحله وجود دارد. جابه‌جا کردن مخلوط گازهای تنفسی با درصد زیادتری از اکسیژن طبیعی به معنای خطر بیشتر آتشسوزی و انفجار است. مخلوط گاز ممکن است به شکل (نرمال) با مخلوط اکسیژن یا نیتروژن در هوا سازگار نباشد و گرمای تولید شده حین فشرده سازی[۱] باید مناسب باشد. اگرچه خطر آتش‌سوزی و انفجار امری شایع نیست، اما انفجار مربوط به درصد بالای اکسیژن بسیار مُخرب است.

مشکلات و اشتباهات زیادی با استفاده از گازهای مختلف و تجهیزات پیچیده ایجاد می‌شود.

- مخلوط کردن، برچسب‌گذاری و حمل و نقل گاز
- جابه‌جایی آن در محل غواصی
- تجزیه تحلیل گازها و تأئید این که آنها برای غواصی مناسب هستند.
- انتخاب گازهای مناسب حین غواصی
- گازهای مختلف به سیلندرهای مختلف به اضافهٔ اتصالات گوناگون نیاز دارند: یعنی اتصالات چندراهه (manifolds)، حلقه‌های O، مقیاسسنج، لوله‌های فشار بالا، و اغلب تنظیم کننده‌های جداگانه هستند.

به دلیل افزایش پیچیدگی تجهیزات، به کارگیری مخلوط چند گاز و افزایش امکانات پشتیبانی، هزینه‌های اولیه بسیار سنگینی برای راه‌اندازی، تعمیر و نگهداری این تجهیزات وجود دارد.

۳- مفروضات فیزیولوژیکی

---

۱ «compression»

در مورد برخی از مفروضات فیزیولوژیکی، شک و تردید نسبتاً زیادی وجود دارد، فرضیاتی که بر پایهٔ غواصی فنی پی‌ریزی شده است. این ادعا وجود دارد که محاسبهٔ فرمولِ عمق هوا (EAD)[۱] را می‌توان برای تعیین نفوذ گوناگون مخلوط گاز بر روی غواص بکار برد، و این فرمول برای هر دو بیماری یعنی بیحالی و بیحسی ناشی از گاز نیتروژن و بیماری تقلیل فشار decompression (DCS) استفاده شده است. درحقیقت، هیچ شاهد خوبی وجود ندارد که مفهوم کاملاً دقیق EAD را نشان دهد. تمرین غواصی در نیروی دریایی به شدت کنترل شده و اطمینان‌بخش است و بر این امر دلالت دارد که مفهوم EAD یک فرضیهٔ معتبر تقریبی است.

غواصان با استفاده از جدول EAD، مخلوطِ فشردهٔ N_2/O_2 را به‌کار میبرند. این فرمول محاسبهٔ واقعی فشار جزئی N_2 برای غواصی است و از این فرمول، عمقِ غواصی هوا محاسبه می‌شود که همان فشار N_2 است. بنابراین، از فشار هوای غواص کاسته می‌شود گواینکه او غواصی هوا را در عمق محاسبه شده، EAD انجام داده است.

بنابراین، غواص ۴۰ درصد اکسیژن را در عمق ۳۰ متری (N_2 از ۴ATA=۲.۴ATA از ۶۰٪) تنفس میکند که EAD عمق ۲۰ متر را داراست (N_2 از ۳ATA=۲.۴ATA از ۸۰٪). بنابراین، پس از این غواصی، decompression غواص ما مثل این این است که او در عمق ۲۰ متر هوا غواصی کرده است.

غواصی که از گاز اکسیژن غنی شده است، برای غواصی در همان عمق یا همان مدت زمان، کمتر در معرض خطر بیماری decompression (DCS) و حالت بیحسی و خواب‌آلودگی ناشی از گاز N_2 قرار می‌گیرد و نسبت به غواص تنفس کنندهٔ هوا، بیشتر در معرض خطر سمیت اکسیژن قرار دارد.

مفاهیم فیزیولوژیکی مختلفی دربارهٔ تنفس اکسیژن در فشارهای مختلف جزئی وجود دارد.

با توجه به فعل و انفعالات فیزیولوژیکی متعدد گازها، اطلاعات واقعی اندکی موجود می باشد. سرعت انتقال گازهای بی‌اثر بینِ گازهای تنفسی در ریه‌ها، بافتهای بدن و فشارهای گاز (از جمله فشار حبابها) متفاوت است، یعنی هر دو مورد: گاز و عمق.

بنابراین، انتخاب مخلوط متفاوت گاز وجود دارد که به احتمال زیاد انتقال گازهای بی‌اثر را در بسیاری جهات تحت تأثیر قرار می‌دهد، بنابراین فرمول پیچیده‌تر را میتوان از فرمول ساده استنباط کرد. حتی با وجود اطلاعات گسترده در خصوص غواصی هوا در عمق ۴۰ متری، بسیاری از حوادث بیماری تقلیل فشار decompression غیرقابل توصیف است.

افزایش تخیلات از عمق زیاد و طول مدت غواصی، مخلوط چند گاز، و مدل‌سازی کامپیوتری، باعث عدم اطمینان در غواصی فنی است. غواصان فنی باید از منبع و اعتبار برنامه‌های decompression سؤال کنند و آنها تشویق می‌شوند تا از این برنامه‌ها استفاده کنند. برخی از آنها برنامهٔ خود را تغییر داده‌اند تا بروز بیماری DCS را کاهش دهند. عدم کنترل آزمایشات باعث شده است که بین مُروجین پروتکلهای decompression در شرکت داروسازی مقیاسهای انجام شود و بازاریابی دارو بدون آزمایش آن صورت گیرد و سپس انتظار میرود که مصرف کنندگان، مقدار صحیح تجویز دارو را تعیین کنند.

---

۱ End Air Demand

۴- محیط

هدف اصلیِ غواصی فنی، گسترش محیطهایی است که غواصی در آنجا انجام می‌شود. غواصی فنی معمولاً با افزایش خطرات مربوط به چنین محیطهایی همراه است. با جایگزینی گاز هلیم در غواصی عمیق، حالت بیحسی و خواب‌آلودگی ناشی از گاز نیتروژن N_2 کاهش می‌یابد. سایر مشکلات با غواصی عمیق وخیم‌تر می‌شود.

نه تنها عمق و طولِ مدت غواصی میتواند تمدید شود بلکه محیط واقعی غواصی نیز می‌تواند گسترش یابد. به این خاطر است که بسیاری از غواصان نجات کشتی غرق شده wreck و غواصان Cave (غار) این فعالیت را پذیرفته‌اند.

۵- حوادث و پیامدهای نجات

بنابر دلایل بالا، غواص اغلب با پوشیدن مقدار زیادی از تجهیزات پیچیده غواصی حاوی مخلوط گاز، دچار گیجی و سردرگمی می‌شود، (به خصوص هنگامیکه مشکلات حین غواصی ایجاد شود. به احتمال زیاد، مشکلات مربوط به تجهیزات پیچیده‌تر می‌شود. این مشکلات عبارت‌اند از: شناوری و قرار گرفتن در معرض خطرات. هنگامیکه مرز بین عمق «امن» و عمق سمیت اکسیژن بسیار کم شود، کنترل عمق به نظم و انظباط و مهارت بیشتری نیاز دارد. به خاطر تجهیزات مختلف و گازها، و توسعهٔ محیط‌ها، باید اقداماتی برای مدیریت حوادث و نجات صورت گیرد تا مشکلات خاص برطرف شود- مثل اِشکال در حذف دندهٔ سنگین و دست و پاگیر.

با متنوع شدنِ سیستم معمولی Scuba ، قیمتهای مختلفی برای پرداخت آن در نظر گرفته می‌شود، و احتمال اصلاح کمکهای اولیه و روشهای درمانی وجود دارد.

فشار اکسیژن

1. CNS AND RESP. TOXICITY
2. EFFECT ON RECOMPRESSION THERAPY
3. ? NITROGEN NARCOSIS & DCS
4. MIXING & HANDLING DANGER
5. HYPOXIC MIXTURES
6. CO2 BUILD UP
7. EQUIPMENT CHANGES

جدول ۳-۷

۱- مسمومیت CNS سیستم عصبی مرکزی و RESP ریوی
۲- اثر درمان با Recompression دوباره فشار گذاری
۳- بیحالی ناشی از گاز نیتروژن و DCS و بیماری تقلیل فشار
۴- مخلوط گازها و خطرات ناشی از آن
۵- مخلوطهای Hypoxic هیپوکسیک
۶- ایجاد CO_2
۷- تغییرات وسایل و تجهیزات

هنگامیکه غواصی با هوای فشرده و در محدودهٔ غواصی تفریحی صورت گیرد، نگرانی در مورد سمیت اکسیژن کمتر است. سمی شدن سیستم عصبی با اکسیژن تنفسی تقریباً غیرممکن است.

بعید است که قرار گرفتن در معرض اکسیژن، به میزان قابل توجهی درمان درباره افزایش فشار recompression را تحت تأثیر قرار دهد و ممکن است برای حوادث recompression مورد نیاز باشد. در مورد غواصی فنی، هیچ اظهار نظری وجود ندارد. این تصور ایجاد شده بود که اکسیژن، به موجب جایگزینی‌اش به جای نیتروژن، تا حدی شدت بیحالی و بیحسی ناشی از نیتروژن و بیماری تقلیل فشار decompression را کاهش می‌دهد. با اینکه احتمالاً، در تئوری، شواهد تجربی اندکی موجود است، این امر نشان می‌دهد که اکسیژن ممکن است درواقع به بهبودی حالت بیحسی و خواب‌آلودگی ناشی از گاز نیتروژن کمک کند و این احتمال وجود دارد که O_2 به بیماری DCS کمک نماید. این تئوری پیشنهاد شده اما ثابت نشده است.

مخلوط نامناسب گاز میتواند در فشار اکسیژن ایجاد شود، فشاری که بالاتر و پایین‌تر از حد در نظر گرفته شده است. بعلاوه، سطح بالاتری از اکسیژن احتمالاً با حمل و نقل دی‌اکسیدکربن خون مداخله میکند. این مطلب به دی‌اکسیدکربن و سمیت اکسیژن، حالت بیحسی و خواب‌آلودگی ناشی از گاز نیتروژن و احتمالاً بیماری تقلیل فشار decompression اشاره دارد. مخلوطی که در آن گاز اکسیژن استفاده شده است یا اکسیژن به هوا یا سایر گازها اضافه شده است زیرا میتواند خطراتی را ایجاد سازد. اکسیژن خطر آتشسوزی و انفجار را افزایش می‌دهد. برخی از غواصان مشاهده کرده‌اند که اکسیژن فساد مواد نرم را تسریع میسازد، مثل حلقه‌های O_2، و سایر موادی که در تجهیزات غواصی به کار می‌روند. همچنین آن باعث خوردگی سیلندر می‌شود و زنگ‌زدگی را تسریع می‌سازد.

هوای غنی شده از اکسیژن NITROXEANx

CONFUSION of TERMINOLOGY and JARGON ——— SPECIFY or DIE		
40/60 = 40% O2 (EUROPE) or 60% O2 (USA)		
NOAA 36% + 32% O2	–	max. 1.6 ATA O2 pressure
NURC, NC	–	max. 1.45 ATA "
SWEDEN	–	max. 1.4 ATA "
DAN (R. VANN)	–	max. 1.2 ATA "
BUT O2 TOX = ?CNS, ?RESP, ?CO2. Specify which.		
"EAD" = EQUIVALENT N_2 PRESSURE		

جدول ۴-۷

فشار $ATAO_2$ ۱/۶حداکثر – اکسیژن ٪۳۲ + ٪۳۶ NOAA

فشار $ATAO_2$ ۱/۴۵ حداکثر – NC و NURC

فشار $ATAO_2$ ۱/۴ حداکثر – سوئد

فشار $ATAO_2$ ۱/۲ حداکثر – DAN (R.VANN)

مشخص کنید کدام یک باعث مسمومیت می‌شود. O_2 ؟ = اما مسمومیت , CNS ؟ RESP ؟ . Co_2

در حال حاضر، بخش عمدهای از غواصی فنی اجرا شده است که شامل استفاده از مخلوط اکسیژن یا نیتروژن است که در آن غلظت اکسیژن بیشتر از هوای فشرده است. تحت این شرایط، بسیار حائز اهمیت است که دقیقاً مشخص کنید چه مقدار اکسیژن استفاده می‌شود.

اصطلاحاتی مثل ۶۰-۴۰ یا ۴۰-۶۰ نه تنها گیج کننده است بلکه اغلب گمراه کننده است.

در اروپا ۶۰-۴۰ به اکسیژن ۴۰٪ اشاره دارد، درحالیکه در ایالت متحده آمریکا این مفهوم بیشتر به ۴۰٪ نیتروژن اشاره میکند.

درصد واقعی اکسیژن در غواصی فنی مورد استفاده قرار میگیرد و در کشورها و مؤسسات مختلف متفاوت است اما NOAA در ایالت متحده آمریکا، ۳۲٪ اکسیژن را انتخاب کرده است و ۳۶٪ اکسیژن را به عنوان ۲ مخلوط عمده در نظر گرفته است. درصد واقعی را نباید به ۱ Nitrox یا ۲ Nitrox نسبت داد، که این امر نیز میتواند گمراه کننده باشد.

NITROX (EANx) REPLACES AIR. SAME EQUIPMENT (Same Profile as AIR DIVE). RANGE 15 – 40 metres depth.
ADVANTAGES
1. LESS DCS
2. ? LESS NITROGEN NARCOSIS
3. ? LESS POST DIVE FATIGUE
DISADVANTAGES
1. GAS MIXING PROBLEMS
2. LESS MAX DEPTH (O2 TOXICITY)
3. ? DETERIORATION OF DIVE EQUIPMENT
4. ? MORE CO2 RETENTION

جدول ۵-۷

EAN_x به هوای غنی شده (nitrox) با درصدی از اکسیژن =x اشاره دارد. بنابراین EAN_{32} به معنی ۳۲٪ اکسیژن است و به معنای ۳۲٪ نیتروژن نیست. به این اصطلاحات فنی نامأنوس تکیه نکنید. مخلوط دقیق را به طور کامل مشخص کنید.

به واسطهٔ سمیت اکسیژن، غواصی EAN_x محدودهٔ عمق امن را نشان می‌دهد و هوای این محدوده کم است. فشار اکسیژن قابل قبول از نظر مقامات مختلف متفاوت است، و در بسیاری از موارد سردرگمی بین سمیت اکسیژن سیستم عصبی (که می‌تواند تهوع، استفراغ، تشنج و غیره را ایجاد کند) و سمیت اکسیژن تنفسی به وجود میآید که تنها با قرار گرفتن در معرض اکسیژن به مدت طولانی رخ می‌دهد. بعلاوه بسیاری از فشارهای ذکر شده در متن به فشار اکسیژن اشاره دارد و در بسیاری از تجهیزات rebreathing تنفس دوباره مشاهده شده است، زمانیکه سطح دی‌اکسیدکربن اندازه‌گیری نشده و به طور قابل توجهی علت واقعی علائم است. بسیاری از کارهایی که در طول جنگ جهانی و پس از آن انجام شده است در اندازه‌گیری میزان دی‌اکسیدکربن با شکست روبه‌رو شده و در مورد حد اکسیژن بی‌خطری سؤالاتی وجود دارد. (میزان مناسب اکسیژن که باید از آن در غواصی استفاده شود و بی‌ضرر است)

NOAA نشان می‌دهد که فشار ماکزیمم اکسیژن قابل قبول ۱/۶ ATA است. مرکز ملی تحقیقات زیر آب در کارولینای شمالی ۱/۴۵ ATA را توصیه می‌کند. مقامات سوئدی ۱/۴ ATA توصیه می‌کنند و دکتر ریچارد Vann و شبکه هشدار غواصان ۱/۲ ATA را پیشنهاد کرده‌اند. مزایای غواصی EAN_x عبارت‌اند از کاهش احتمالی شیوع بیماری تقلیل فشار decompression و احتمال کاهش بیحسی و خواب‌آلودگی نیتروژن.

NITROx [EAN_x] جایگزین هوا می‌باشد. همان وسایل و تجهیزات

(همان profile بعنوان غواصی هوا). محدودهٔ ۴۰-۱۵ متر عمق

مزیتها

۱- DCS سندرم تقلیل فشار کمتر

۲- Narcosis خواب نیتروژنی کمتر است

۳- خستگی کمتر در مکان غواصی

معایب

۱- مشکلات مخلوط گاز

۲- مسمومیت با اکسیژن در عمق

۳- خراب شدن وسایل و تجهیزات غواصی

۴- حفظ و نگهداری بیشتر گاز CO_2افزایش احتمال به هیپوکسی

احتمال دارد که با استفاده از EAN_x ، مزیتهای ممکن، با معایب نسبتاً کم، تحت شرایط خاص به‌دست آید. در این نوع غواصی فنی، مخلوط Nitrox ، معمولاً ۳۲٪ یا ۳۶٪ اکسیژن، به جای هوا استفاده شود، اما تجهیزات مشابه و همان پروفیل مجاز تقلیل فشار decompression در عمق ۱۵ تا ۴۰ متری استفاده می‌شود.

سرانجام با کاهش مناسب عمق، سایر غواصان از اکسیژن ۴۰٪-۲۴ درصد استفاده می‌کنند.

ادعا شده است که تجهیزات غواصی با استفاده از مخلوط زیاد گاز اکسیژن خراب می‌شود، اما این قضیه تأئید نشده است. اعتقاد بر این است که haloflurocarbon حلقه‌های O_2 (به عنوان مثال viton) احتمالاً کمتر اکسیده می‌شوند و نقطهٔ اِشتعال بالاتری دارند، درنتیجه غواصان فنی ترجیح میدهند که از آنها استفاده کنند.

این احتمال وجود دارد، که به دلیل سطوح بالاتر اکسیژن استنشاقی، حفظ و نگهداری دی‌اکسیدکربن همزمان صورت گیرد، و مسیرهای مشترک و رقابتی برای انتقال و حمل و نقل این گازها پایه‌ریزی شود.

خطر زیاد غواصی با Nitrox High risk nitrox Diving

NITROX (EANx) REPLACES AIR – PROFILE AS FOR E.A.D.
ADVANTAGES RANGE 15 – 40 metres
1. INCREASED DURATION of NO-DECO DIVE
or LESS DECO STOPS
or GREATER DURATION/DEPTH of DIVE for SAME DECO
2. DECO VALUE – IF AIR STOPS FOLLOWED (LESS N_2)
DISADVANTAGES
1. GAS MIXING, HANDLING & CORRECT USAGE
2. MAX DEPTH LIMITED (O_2 TOXICITY)
3. ?ALTERATION OF DCS & RECOMPRESSION THERAPY
4. ? DYSBARIC OSTEONECROSIS (SLOW TISSUES AFFECTED BY LONGER DIVES)

جدول ۶-۷

Nitrox (EAN_x) جایگزین سیستمهای تهویه- مشخصات مربوط به E.A.D

مزیتها Advantages

دامنهٔ عمق ۴۰-۱۵ متری

۱- افزایش مدت زمان غواصی بدون نیاز به تقلیل فشار decompression

یا توقف کمتر DECO

یا مدت زمان بیشتر/ عمق غواصی برای همان DECO

۲- مقدار DECO - اگر هوا متوقف شود به دنبال آن (N_2 کمتر) ایجاد می‌شود

معایب Disadvantages

۱- مخلوط گاز، حمل و مصرف صحیح آن و رعایت استانداردها

۲- محدودیت حداکثر عمق (سمیت O_2) مشخص نمودن زمان و عمق غواصی در جهت کاهش مسمومیت با اکسیژن

۳- تغییرات DCS سندرم تقلیل فشار و درمان Recompression افزایش دوباره فشار

۴- DYSBARIC OSTEONECROSIS (بافتها به آرامی با غواصیهای طولانی مدت تحت تأثیر قرار میگیرد)

در این نوع غواصی (EANx)، مشخصات غواصی اصلاح می‌شود تا اکسیژن بیشتر، سطوح نیتروژن پایین‌تر منظور شود و براساسِ محاسبات EAD یا مشابه آن پایه‌ریزی شود. بنابراین، غواص مدت زمان غواصی خود را بدون decompression افزایش می‌دهد و توقف فشارِ مورد نیاز را کاهش می‌دهد یا مدت زمان غواصی و عمق غواصی را برای رفع فشار همزمان افزایش می‌دهد.

آیا این محاسبات تحتِ هر شرایطی قابل توجیه است، و هنوز هم نشان داده می‌شود.

اگر به دفعات «توقف هوا» در طول مدت decompression انجام شود، احتمالاً تنها مزیت واقعی ایمنیِ این نوع

غواصی مشخص می‌شود.

امکانِ افزایش خطر ابتلا به بیماری decompression وجود دارد که به خاطر اثرات اکسیژن است و به این اختلالات کمک میکند یا به دلیل استفاده از الگوریتمهای تست نشده در پروفیلهای تجاری nitrox decompression است. به احتمال زیاد، غواص در حال «bend» سندرم تقلیل فشار، با داشتن دوز بالاتر اکسیژن به آسیب تنفسی حین recompression درمانی کمک می‌کند البته این آسیب بیشتر از مواقعی است که او از دوستانش برای تنفس کمک می‌گیرد.

به احتمال زیاد بافتهای ضعیف‌تر تحت تأثیر قرار می‌گیرند، و این مسئله باید در طی درمان recompression پی‌درپی در نظر گرفته شود و امکان افزایش حساسیت به dysbaric osteonecrosis باید مورد توجه قرار گیرد.

ریسک زیاد (غواصی پُرخطر)، غواصی با گاز هلیم High-resk Hellium (HE) Diving

LESS DENSE, LESS SOLUBLE, FASTER DIFFUSION, HEAT CONDUCTIVITY

ADVANTAGES
1. LESS NARCOSIS – GREATER DEPTH
2. LESS BREATHING RESISTANCE – GREATER DEPTH
3. REDUCED CO2 RETENTION
4. LESS DECO (for LONGER DIVES)

DISADVANTAGES
1. DEEPER DIVING
2. MORE DECO (for SHORT DIVES)
3. HEAT LOSS (ENVIRONMENT, ? RESPIRATORY)
4. VOICE DISTORTION 5. MIXING 6. HPNS

جدول ۷-۷

کمتر متراکم، کمتر محلول، نفوذ سریع‌تر، هدایت حرارتی

مزایا Advantages

۱- حالت بیحسی و خواب‌آلودگی کمتر- عمق بیشتر

۲- مقاومت در برابر تنفس کمتر- عمق بیشتر

۳- کاهش حفظ CO_2

۴- DECO کمتر (برای غواصی‌های طولانی‌تر)

معایب Disadvantages

۱- غواصی عمیقتر

۲- DECO بیشتر (برای غواصیهای کوتاه مدت)

۳- از دست دادن حرارت

۴- اختلال صدا

۵- مخلوط گازها و تظاهرات بالینی چندگانه

۶- HPNS سندرم فشار بالای عصبی High-pressure Nervous syndrome

بدن به شکلهای مختلفی از گاز هلیم و نیتروژن استفاده می‌کند. هر دو گاز بی‌اثر هستند، اما هلیم بسیار رقیق است و نیز نسبت به نیتروژن در برخی از بافتهای بدن کمتر محلول است. با این حال، سرعت انتشار آن بسیار زیاد است و ضریب هدایت گرمایی بسیار بالایی دارد. مزیت واقعی آن در مقایسه با نیتروژن آن است که حوادث مربوط به narcosis نیتروژن را کاهش می‌دهد. برای غواصی در عمق بیش از ۳۰ تا ۴۰ متر، خطر ناشی از بیحالی ازت کاهش مییابد، هنگامیکه هلیم جایگزین نیتروژن شود. درنتیجه تمایل زیادی وجود دارد که از این گاز در غواصی‌های عمیق‌تر استفاده شود. یک عامل اضافی، کاهش مقاومت تنفسی است که به علت کاهش چگالی آن می‌باشد، شاید این گاز کمتر recompression مورد نیاز را برای غواصی‌های طولانی‌تر نیاز دارد، اما ممکن است برای غواصی‌های کوتاه‌تر نیاز به decompression بیشتری وجود داشته باشد. بسیاری از جداول هلیم و Trimix decompression نسبت به جداول هوا اعتبار کمتری دارند و در اینجا مشکل عمده در رابطه با غواصی هلیم نهفته است. مشکل پیچیده و بغرنج این است که غواصان در مناطق عمیق‌تر با گاز هلیم و Trimix غواصی میکنند به جای اینکه از هوای فشرده استفاده کنند، و به همین دلیل است که آنها در معرض تمام مسائل مربوط به عمق قرار میگیرند. (به جز بیحالی ناشی از گاز نیتروژن و مقاومت در برابر تنفس). خطر سندرم تقلیل فشار DCS و barotrauma باروتروما وخیمتر می‌شود. مشکلات زیست محیطی مربوط به عمق شامل این موارد است: دید ضعیف، مشکلات مربوط به شناوری، مصرف بیش از حد گاز، عوامل استرس‌زا، افزایش مشکلات مربوط به کمک‌های اولیه، نجات و احیا.

بعلاوه، حرارت بیشتر رسانا به واسطهٔ گاز هلیم از دست میرود، گرچه در مورد از دست رفتن حرارت تنفسی سؤالاتی وجود دارد. Heliox گازی است که در تنفس سردتر حس می‌شود و در محیط هلیم حرارت با سرعت بیشتری از دست میرود. بعلاوه با افزایش عمق، از دست رفتنِ گرما بیشتر و اوضاع وخیم‌تر می‌شود.

درک امواج صدا میتواند باعث مشکلات ارتباطی شود. زیرا هلیوم بر تارهای صوتی تاثیر شدیدی دارد. در اعماق بیشتر، سندرم عصبی فشار بالا (HPNS) ایجاد می‌شود. مشکلاتی همراه با تنفس گازهای مخلوط وجود دارد، با توجه به مطالبی که در بالا ذکر شد، این مشکلات نیز با مصرف گاز هلیم به وجود میآید و با تراکم‌پذیری گاز هلیم شرایط بغرنج می‌شود، و خطر صعود با کم شدنِ فشار اکسیژن رخ می‌دهد.

مقایسه این وضعیت با شرایط غواصان صنعتی مناطق عمیق قابل ملاحظه است. این کارشناسان معمولاً به تغذیهٔ سطحی گاز، face mask ماسک صورت کامل، سیستم‌های ارتباطی، غواص آماده به کار، زنگ wet bell، اتاق recompression واقع در محل نیاز دارند.

تجربه نشان داده است که برای غواصی به این موارد نیاز است. افراد آماتور و بدون تعلیم، به این تجهیزات نیاز ندارند.

ریسک بسیار بالا، RE-BREATHING یا مجموعه گردش مدار بسته

تجهیزات تنفس دوباره Rebreathing بیش از یک قرن مورد استفاده قرار گرفته است و در بسیاری از موارد باعث مرگ و بیهوشی غواصان شده است. با وجود مکانیزم‌های الکترونیکی اخیر، مشکلات اساسی تجهیزات Rebreathing باقی می‌ماند. ارزش تجهیزات rebreathing به دلیل تولید حبابهای کمتر و بنابراین شرایط غواصی

آرام‌تر است. از این تجهیزات در عملیات مخفی نظامی و عکاسی دریایی استفاده می‌شود. بعلاوه، این تجهیزات با گاز مقرون به صرفه است، زیرا گاز از طریق تجهیزات غواصی، در مدار دوباره به جریان می‌افتد.

نقطه‌ضعف آن این است که اساساً در تمام انواع rebreathing ها، نقصِ سیستم جذب کنندهٔ دی‌اکسیدکربن وجود دارد و به طور مؤثر تحت هر شرایط غواصی کار نمی‌کند.

اوایل، قوطی‌های اشک‌آور جاذب برای حداکثر اعمال فشار نامناسب بودند. جای تعجب است که چگونه برخی تولیدکنندگان توانسته‌اند آن را اصلاح کنند و آنها را به صورت قوطیهای جاذبِ دی‌اکسیدکربن در مجموعه‌های بسیار پیشرفته بسازند. بعلاوه، همیشه جذب دی‌اکسیدکربن قابل اعتماد نیست و اغلب در راندمان کار متفاوت است و هر مجموعه‌ای از سیستم جاذب این گاز به آزمایش و تست نیاز دارد. استفاده از این جاذب برای فردِ غواص امکانپذیر نیست. حمل و ذخیرهٔ این جاذب ممکن است راندمان را پایین آورد و براساس نوع رطوبتی که ممکن است رخ دهد، جاذب درجه‌بندی خواهد شد.

هنگامیکه غواصی در آب دریا انجام می‌شود، شوری هیپرتونیک وارد سیستم می‌شود و راندمان را کاهش می‌دهد. هنگامیکه خودِ جاذب با دی‌اکسیدکربن ترکیب شود، آب را بعنوان یک محصول تولید میکند که میتواند در بهره‌وری مؤثر باشد. سیستم نگه دارنده آب در برخی از مجموعه‌ها طراحی شده است.

REBREATHERS

REBREATHERS

ADVANTAGES
SILENT, ECONOMICAL, +/- MAGNETIC

DISADVANTAGES

1. CO2 TOXICITY
2. DILUTION HYPOXIA, HYPEROXIA
3. CAUSTIC COCKTAIL
4. INITIAL and MAINTENANCE EXPENSE

OXYGEN RE-BREATHERS :
DEPTH LIMIT 8 – 9metres

CONSTANT FLOW, O2 = FLOW vs. ENERGY

OXYGEN MONITORS = FAILURE. DCS?

جدول ۶-۷

مزایا Adventages

صامت و بی‌صدا، اقتصادی، +/- با خاصیت مغناطیسی

معایب Disadvantages

۱- سمیت CO_2

۲- حلال رقیق کننده هیپوکسی، استنشاقی

۳- مواد سوزانندهٔ کوکتل

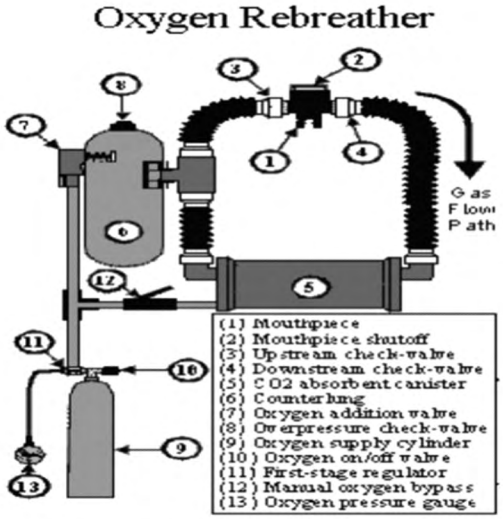
۴- هزینه اولیه و نگهداری

Re-BREATHER های اکسیژندار

محدودیت عمق ۹-۸ متر

جریان ثابت، O_2 = جریان در مقابل انرژی

مانیتور اکسیژن = نقص و عیب باعث DCS می شود.



شکل ۱-۷

جاذب دی‌اکسیدکربن باید به درستی در قوطی گاز اشک‌آور بسته‌بندی شود. اینکار به مهارت و آموزش نیزا دارد. چگالی (تراکم) جاذب CO_2 راندمان را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

بعلاوه، حرارت پایین‌تر، بازده و راندمانِ جاذب را کاهش می‌دهد. برخی از جاذبها ممکن است دوباره بسته‌بندی شوند. اغلبِ قوطیهای جاذب به خوبی در شرایط الکتریکی مناسب کار میکنند اما زمانیکه فشار اِعمال شود، قوطی جاذب درنهایت دچار نقص خواهد شد، به خصوص اگر به دفعات از آن استفاده شود.

ادعای تولیدکنندگان راجع به مدت زمانِ اَمن جذب دی‌اکسیدکربن در تجهیزات غواصی معمولاً بسیار خوشبینانه است و در جاییکه غواص تحت فشار شدید قرار دارد، در شرایط اضطراری نمی‌توان آن را بکار بُرد (مثل زمانیکه شنا برخلاف جریان آب صورت گیرد، یا تلاش برای عملیات نجات با دو همکار انجام شود- حتی برای نجات در سطح آب)

هنگامیکه آب به مجموعهٔ rebreathing برسد، ممکن است برخی مواد قلیایی را از جاذب جمع‌آوری کند و به دهان غواص وارد شده و درنهایت به ریه‌های او برسد و این مسئله بسیار ناخوشایند است که به آن کوکتل مواد سوزاننده گویند.

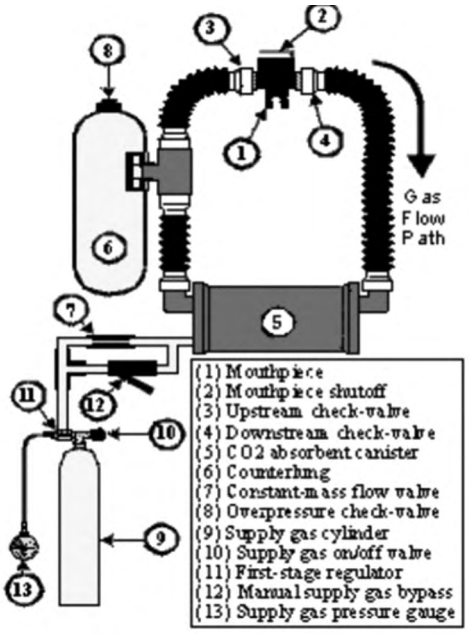
مجموعه rebreathing می‌تواند باعث رقیق شدنِ اکسیژن تنفسی و هیپوکسی شود چون معمولاً با روش نادرست بکار می رود و در «پاکسازی مجموعه» cleaning system گازهای بی‌اثر نقصی وجود دارد. هنگامیکه تغذیهٔ گاز درخواست شود، احتمال نقص مجموعه در مقایسه با مجموعه‌های جریان ثابت قدیمی‌تر بیشتر است. اگر مقدار کمی از گاز خنثی در سیلندر گاز موجود باشد این حادثه رخ می‌دهد، به خصوص تا زمانیکه مقدار قابل توجهی گاز نیتروژن با هلیم وجود داشته باشد از جمله، با nitrox ، heliox یا غواصی Trimix.

گاز خنثی ممکن است مخلوط نادرستی را به وجود آورد که باعث نشت یا انسداد جریان یا فشار ضعیفِ سیلندر شود. حتی این فرآیند می‌تواند در دستگاه اکسیژن خالص رخ دهد، به ویژه آنهاییکه از آن تغذیه می‌کنند. گاهی اوقات هیپوکسی تنها در حین صعود مورد توجه قرار خواهد گرفت.

درصد کمتر اکسیژن در عمق، ممکن است به طور خطرناکی با فشار جزئی اکسیژن پایین، نزدیک به سطح تبدیل شود.

هنگامیکه امداد و نجات مورد نیاز باشد، rebreather ها به پروتکلهای تخصصی غواصی نیاز دارند.

درست نیست که قطعهٔ دهانی حذف شود و با وسایل دیگر جایگزین شود. برای هر نوع rebreather ، غواص باید تمرینات لازم را دیده باشد. مشکلات مخلوط گاز و حمل و نقل آن، نیز به مشکلات این تجهیزات مربوط است.



شکل ۲.۴۳

تنفس دوباره در سیستم نیمه بسته Semi-closed Rebreathing system

rebreather های اکسیژنی، مجموعه‌های مداربسته هستند، و در حداکثر عمق حدود ۸ تا ۹ متر به کار برده می‌شوند، و معمولاً مُختص غواصان تخصصی نیروی دریایی میباشند. در بسیاری از موارد، آنها به مرگ و بیهوشی افراد منجر می‌شوند. گاهی اوقات عکاسان از این تجهیزات استفاده میکنند، اما آنها از این تجهیزات به طور نادرست استفاده میکنند. تمرین نجات همراه، اغلب مورد نیاز است و عکاسان دریایی، عکاس جانوران گروهی نیستند. برخی از مجموعه‌های rebreathing دارای جریان ثابت گاز Nitrox ، heliox یا Trimix می‌باشند. آنها معمولاً مجموعهٔ مدار نیمه بسته را انتخاب می‌کنند. با این مجموعه سطح اکسیژن کیسهٔ تنفسی یا لولهٔ تنفسی ممکن است با توجه به ۲ عامل عمده متفاوت باشد. اولاً، جریان اکسیژن به داخل مجموعه نفوذ می‌کند، ثانیاً مقداری از اکسیژن مجموعه از دست میرود. میزان اکسیژن تنفسی میتواند یک مقدار متغیر باشد و باید قبل از غواصی تعیین شده باشد. عوامل مربوط به تعیین اکسیژن تنفسی عبارت‌اند از:

- حجم و مخلوطی از گازهای دریافتی
- انرژی مورد استفاده در سوخت‌وساز بدن (مصرف اکسیژن)
- حجم و مخلوطی از گازهای آزاد شده به شکل حباب (به عنوان مثال با صعود)

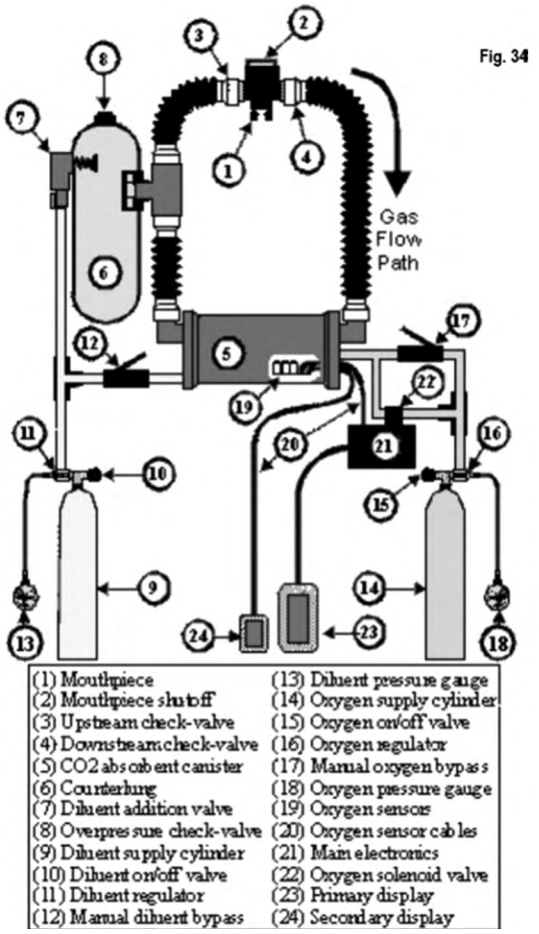
تعامل بین ورودی و خروجی اکسیژن در درصد متغیر اکسیژن بدست می‌آید و صعود یا نزول با فشار اکسیژن تعیین می‌شود. به ویژه این مجموعه باعث رقیق‌سازی هیپوکسی که ناشی از صعود است، می شود.

همانطور که هیپوکسی معمولاً بدون اخطار قبلی، باعث بیهوشی می‌شود، استفاده از تجهیزات جریان ثابت rebreathing نیز غیرعقلانی است.

به فشار سیلندر توجه دقیق داشته باشید و از جریان مناسب گاز اطمینان حاصل نمائید و قبل از صعود آن را با گاز تازه جایگزین کنید (a "flush Thru") که این امر ضروری است.

دستگاههای مدار بستهٔ گران‌تر از مجموعه های rebreathing گاز تشکیل شده است و از analyzer ها و solenoid ها برای اندازه‌گیری و کنترل فشار اکسیژن حین غواصی استفاده میکند، و سیستم پشتیبان اکسیژن یا گاز رقیق شده (نیتروژن- هلیم- مخلوط آن) را به آن اضافه می‌کند- تا اطمینان حاصل شود که فشار جزئی اکسیژن در محدودهٔ خاص باقی مانده است. این تجهیزات بسیار گران است و اغلب قابل اعتماد نیست و فقط باید افرادی از آن استفاده کنند که به آن ایمان دارند.

هر کسی که از rebreather استفاده می‌کند باید از خطر بسیار جدی بیهوشی مطلع باشد. بدون face mask کامل، این مشکل معمولاً به مرگ و غرق شدن منجر خواهد شد.



شکل۳-۷ (Rebreather مداربسته)

نتیجه گیری Conclusion

در درک مفاهیم کلی غواصی فنی، مشکلات اندکی وجود دارد، غواصی فنی از مخلوط گازهای متفاوت، و تجهیزات و مختلف استفاده میکند، گسترش وسعت آن فراتر از غواصی تفریحی است.

قوانین آن نسبتاً ساده ولی اجرای آن بسیار خطرناک است.

شاید مهم‌ترین چیز در مورد غواصی فنی این است که بپذیریم اکثریت مرگ‌ومیرهای غواصی در غواصی تفریحی رخ می‌دهد به این خاطر که وضعیت غواصان با استفاده از تجهیزات پیچیده‌تر در محیط‌های خطرناک‌تر بدتر خواهد شد.

لذا غواصی فنی، با ماهیت بسیار متفاوتش، نسبت به غواصی تفریحی معمولی، خطرات بیشتری خواهد داشت و

سایر عوامل خطرناک نیز به صورت دائمی وجود دارد. حد خطا و اشتباه در این نوع از غواصی خیلی کمتر است، و بنابراین، در غواصی فنی باید از غواصان باتجربه و بزرگ و تعلیم دیده استفاده شود. و باید به انتخاب تجهیزات، تعمیر و نگهداری و به‌کارگیری آنها، دقت نمود.

طرفداران غواصی فنی تمایل دارند که روی جنبه‌های خاص ایمنی تأکید شود، که در مقایسه با سایر موارد ذکر شدهٔ بی‌اهمیت هستند. برای غلبه بر مشکلات بالقوهٔ مربوط به تجهیزات، غواصان فنی ممکن است به وسواس دچار شوند.

آنها بر اهمیت بیماری decompression و مزایای فیزیولوژیکی اکسیژن تأکید خواهند داشت، اما ممکن است علل شایع مرگ‌ومیرهای غواصی مانند تنفس گاز، مشکلات غوطه وری، پاسخ به استرس و غیره را نادیده بگیرند. مربیان در این زمینه باتجربه، ماهر، بسیار مناسب خواهند بود و کارآفرینی اغلب غواصان با مشخصات بالا انجام می‌شود. این غواصی اتفاقی نیست. غواصان این رشته از کار خود لذت میبرند، افرادی آرام می‌باشند، آزادانه می‌جنگند، و بدون زحمت غواصی می‌کنند، بمانند.

اختلالات استرس، وحشت و خستگی

مقدمه INTRODUCTION

وسایل و تجهیزات غواصی سال ۱۹۵۰ و دهه ۱۹۶۰، اغلب ساده بود و غواصان تا حدی از مشکلات ایجادشده توسط این تجهیزات و محیط متأثر شدند. غواصی آسان، امن یا راحت نبود .

غواصانی که زنده ماندند افراد با استعدادی بودند که خود را به خوبی با محیط وفق دادند. آنها «مردم آب» بودند.

ورود بیشتر تجهیزات کاربر سند و استناد از آنها توسط غواصان باعث شده که غواصانی که از این وسایل استفاده میکنند، کمتر دچار تغییرات فیزیولوژیکی بدن می‌شوند. این غواصان ممکن است بیشتر به اختلالات استرس مبتلا شوند زمانیکه آنها با برخی از جنبه‌های ترسناک دنیای دریایی روبه‌رو شوند.

برخی از عوامل، توانایی غواصان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و غواص باید بتواند با تجهیزات غواصی حریفِ این عوامل شود و محیط اطراف را مورد بررسی قرار دهد.

عوامل شخصیت PERSONALITY FACTORS

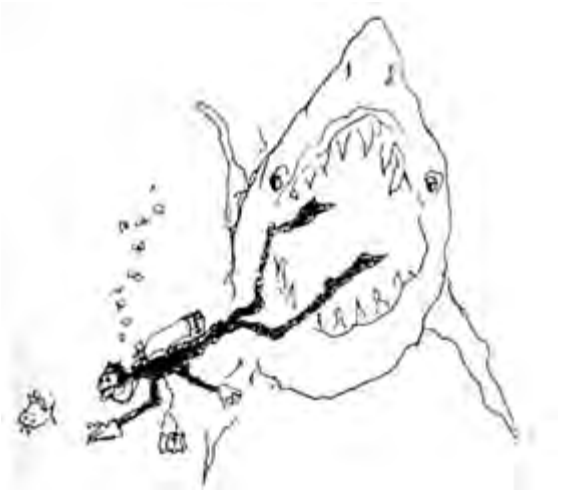
در غواصی Scuba برخی از شخصیتها نسبت به سایرین متفاوت است. غواصی نظامی به استانداردهای سخت روحی و جسمی نیاز دارد و به طور کلی در حدود ۵۰ ٪ با شکست مواجه می‌شود.

این امر محققان را وادار ساخت تا ویژگیهای شخصیتی کارآموزان موفق را جستجو کنند و با تلاش و کوشش هرچه تمامتر افراد نامناسب را در غواصی حذف کنند.

درکُل، غواصان موفق نظامی، از لحاظ روانی باثبات بودند، و دلواپس پیرامون خطرات ناشی از غواصی نبودند، آنان افرادی باهوش، اهل عمل، از لحاظ فیزیکی مناسب، دارای اعتماد به نفس کافی، شناگران ماهر، توانا و بی‌پروا در محیطهای آبی بودند.

درخصوص ویژگیهایی که موفقیت و ایمنی غواصان تفریحی را مشخص میکند اطلاعات کمی در دسترس میباشد.

درحالیکه مقررات سخت نظامی، احتمالاً برای غواص ضروری نمیباشد. به نظر می‌رسد که ویژگیهای مشابه بین غواصان هر دو گروه یکسان خواهد بود.



شکل ۷.۱

اگرچه میزان عدم موفقیت بالا در دوره‌های غواصی نظامی و تجاری وجود دارد، میزان شکست در بسیاری از دوره‌های غواصی تفریحی به صفر میرسد. بسیاری از استانداردهای غواصی حرفه ای ممکن است بدلیل تجاری نادیده گرفته شود.

بین ۵ تا ۱۰٪ مرگ‌ومیرها در غواصان تفریحی رخ می‌دهد مادامی که آنها تحت آموزش باشند. احتمالاً این رویداد حاصل دسته‌بندی افراد نامناسب است که به شیوهای پُرخطر آموزش دیده‌اند. این مسئله برای کارآموز، امری غیرعادی است تا بپذیرد که برای غواصی یا برای سازمانهای غواصی مناسب نمیباشد، او باید بپذیرد که آموزش لازم را ندیده است و هنوز نمیتواند به غواصی ادامه دهد.

پاسخ استرس STRESS RESPONSES

همهٔ ما به تهدیدهای محیط، به طور اتوماتیک‌وار پاسخ میدهیم. این شامل فعالیت سیستم عصبی است که بدن را برای مقابله با چالش یا فرار آماده میسازد- بنابراین پاسخ به اصلاح «جنگ یا گریز» نامیده می‌شود.

هنگامیکه این پاسخ فرستاده می‌شود، سیستم عصبی سمپاتیک آدرنالین را در بدن آزاد میسازد که باعث تحریک قلب، افزایش جریان خون در ماهیچه‌ها، اخطار مغز، افزایش تنفس می‌شود. به‌عنوان مثال، وقتی یک شخص به طور ناگهانی با یک مهاجم مواجه می‌شود به طور اتوماتیک‌وار به مبارزه یا فرار میپردازد. اگر غارتگر مسلح باشد، قربانی معمولاً معقولانه و بی‌سروصدا از پول دست میکشد. و این یک تصمیم مناسب برای بقا و بی‌اعتنایی به پاسخ خودکار است. منطق میتواند بر احساسات سوار شود.

هنگامیکه برخی از غواصان دچار استرس می‌شوند برای بقا و زنده ماندن شیوه‌های نادرستی را در پیش میگیرند. پاسخهای استرس ناخودآگاه خطرناک هستند:

* وحشت- واکنش استرس روانی با اضطراب بیش از حد مشخص می‌شود.
* خستگی- پاسخ فیزیکی استرس به فشار اعمال شده است.
* سندرم مرگ ناگهانی- پاسخ کشندهٔ قلبی به استرس است.

شکل ۲-۷

وحشت **PANIC**

هراس و وحشت احتمالاً شایعترین عامل مرگ‌ومیر در غواصی تفریحی است. مطالعات مربوط به وحشت (Panic) نشان می‌دهد که Panic به‌عنوان یک عامل مرگ و میر در غواصی Scuba حدود ٪۸۰-۴۰ شناخته شده است. وحشت یک پاسخ شدید و نامناسب به تهدید واقعی یا مجازی است. کنترل رفتاری از دست میرود. برخی از خوانندگان این را تجربه کرده‌اند یا به آن نزدیک شده‌اند. هراس و وحشت در بعضی از موقعیتهای واقعی زندگی وجود دارد.

در ادامه، دلواپسی زیاد یک غواص او را دچار اضطراب میکند. همانطور که وحشت ایجاد می‌شود، ظرفیت تفکر عقلانی و حل مشکل رو به کاهش میگذارد. ذهن غواص بیشتر و بیشتر محدود می‌شود و سرانجام ممکن است تنها بر روی یک هدف متمرکز شود به‌عنوان مثال، او با محرومیت از سایر عوامل حیاتی به سطح میرسد مانند: عمل باز دم در طول صعود.

شکل ۳-۷

عواملی وجود دارند که میتوانند تعادل عاطفی غواص را مُختل سازند و او را دچار اضطراب کنند. برخی از این عوامل تأثیرگذار به شرح زیر جدول بندی می‌شوند

Personal Factors

Fatigue
Physical unfitness or disability
Previous medical disorders
Seasickness and/or vomiting
Alcohol or drugs
Inexperience
Inadequate dive plan
Dangerous techniques e.g. buddy breathing, free ascents
Psychological problems e.g. excessive general anxiety, phobias
Sensory deprivation – night diving, blue orb syndrome, solo diving
Vertigo and/or disorientation

Equipment Problems

Buoyancy
Snorkel
Face Mask
Weight Belt
Wet Suit
Scuba Cylinder
Regulator
Low or Out-of-Air Situations

Other Equipment faults
Excessive reliance on equipment e.g. B.C.s
Loss of equipment e.g. face mask or fins
Excess weights
Entrapment in lines, nets, harness etc.

مشکلات تجهیزات	عوامل شخصی
شناوری Snorkel ماسک صورت کمربند وزنی لباس غواصی سیلندر Scuba رگلاتور شرایط بدون هوا سایر معایب تجهیزات تکیه بیش ازحد به تجهیزات بعنوان مثل S.C.B از دست دادن تجهیزات بعنوان مثال: ماسک صورت یا باله ها وزن اضافی (به تله افتادن) در خطوط، شبکه ها، مهار آن و غیره	- خستگی - عدم تناسب فیزیکی یا ناتوانی - سابقه بیماری قبلی - دریازدگی و یا استفراغ - الکل یا داروها - عدم تجربه - تکنیک های خطرناک بعنوان مثال: Buddy breathing صعود آزاد - مشکلات روانی بعنوان مثال: دلواپسی عمومی زیاد، ترس غیرطبیعی - محرومیت حسی- غواصی در شب سندرم گوی آبی، به طور انفرادی غواصی کردن - سرگیجه و یا سردرگمی

خطرات زیست محیطی **Environmental Hazards**

* جریانات جزر و مدی
* مشکلات ورودی یا خروجی
* درجه سفیدی آب بعنوان مثال خیزاب کنار دریا
* اشنه دریایی
* غار، لاشه‌های کشتی
* آب سرد و یخ
* غواصی در عمق-
  بی‌حسی نیتروژنی
  سرعت مصرف هوا
  کاهش شناوری در آب
* حیوانات دریایی خطرناک
* وضوح ضعیف دید
* غواصی در شب

* مواد منفجره
* حوادث مربوط به قایق

صحنه زیر را در نظر بگیرید که از تعدادی مرگ‌ومیرهای غواصی جمع‌آوری شده است، تا برخی از عوامل مؤثر در مرگ‌ومیر را نشان دهد این عوامل به ترس و وحشت مربوط می‌شوند.

بررسی یک موردی Case history

اخیراً، Harry یک غواص واجد شرایط بود که تجهیزاتی را برای غواصی در اقیانوس آزاد و در یک منطقه ناآشنا قرض گرفته بود. لباس غواصی او در اطراف قفسه سینه کمی سفت و محکم بود و تنفس او را سخت میکرد.

او تصمیم گرفت از دو وزن اضافی بر روی کمربند وزنی[۱] خود استفاده کند تا به نزول او در محیط اقیانوس کمک کند، که تا حدی برای او بیگانه بود. او در غواصی اقیانوس آزاد بی‌تجربه بود و شرایط مرزی را در نظر گرفت بنابراین او احساس کرد که کمی در غواصی مضطرب است. دوستانش نسبت به او تجربه زیادتری داشتند و او نسبت به دوستانش از تواناییهای خود در تأمین هوا به مدت طولانی مطمئن نبود. روی هم رفته، او نمیخواست که ابتدای کار هوا را به آخر برساند و دوستانش را مجبور کند که زمان غواصی را کوتاه سازند.

او یک کمی نگران شد. به نظر میرسید که آنها مسیر طولانی‌تری را از قایق غواصی و ساحل شنا گردند. اما او نمیخواست دوستانش را با صعود ناراحت و یا به زحمت اندازد، او مسافتش را از ساحل چک کرد و در خصوص تأمین هوای تنفسی رفقایش سئوالاتی را پرسید.

او نمیتوانست تصور کند که چقدر اکسیژن مصرف کرده است. احساس کرد که احتمالاً اکسیژن کافی را ندارد.

کمی دلواپس شد و سرعت تنفس‌هایش افزایش یافت. آیا این دلواپسی تنها به خاطر مقاومت رگلاتورش بود یا او از تنفس هوا خسته شده بود. او دریچه ذخیره‌هایش را فعال کرد.

تا شاید فعالیت دریچه محدودیت جریان گاز را بهبود بخشد، اما اینگونه نشد.

جریان جزرومد باعث کند شدن در برگشت آن غواصی در این شرایط خطر افزایش یافت.

او امیدوار بود که همراهان وی نیز از تنفس هوا خسته شوند همانطور که این حالت در او ظاهر شده بود. خیلی مضطرب بود. قلب او تند میزد و سرعت تنفسی او زیاد شد. تنفس هوای کافی از شیر تقاضا مشکلتر شده بود. او تصمیم گرفت هرچه سریعتر به سطح بازگردد. به‌رغم سرعت صعود، به نظر نمیرسید که او هوا را از طریق شیر تقاضا[۲] تنفس کند. او باید گاز را خارج میساخت.

او دیگر این عمل را تا سطح انجام نداد و با دهان تنفس کرد (نفس نفس میزد). ماسک صورت و شیر تقاضا را خارج ساخت و با دهان تنفس کرد. آب متلاطم بود و موجها صورت او را شستشو می‌دادند. او با باله های خود به سختی لگد میزد تا به سطح برسد.

موج چهره او را شستشو داد و او آب را استنشاق کرد و شروع به سرفه کرد. این یک مبارزه واقعی برای ماندن در سطح بود. او خسته شده بود. تعجب کرد که چگونه میتواند به مدت طولانی خود را در این وضعیت نگه دارد. او

---

۱ Weight belt

۲ demand valve

سعی کرد تا سر خود را بالای امواج نگه دارد، اما نمیتوانست.
دوستانش متوجه شدند که گُم شده البته پس از اینکه یک جستجوی مختصری را در سطح انجام دادند. Harry هیچ کجا دیده نمیشد. سازمان امداد و نجات بعداً بدن او را در پایین یافتند و فوراً او را به سطح آوردند. کمربند وزنی او هنوز بسته بود و جلیقه نجات او بود. هوای کافی در سیلندر او موجود بود و آزمایش دریچه تقاضا[1] نشان میداد که عملکرد آن طبیعی است، ولی نشان داد که مقاومت عادی دریچه با جریان گاز بالاست. گزارش کالبدشکافی اینگونه قرائت شد که او «غرق شده».
علت واقعی «مرگ ناشی از هراس» بود.
داستان بالا برخی از عوامل را نشان می‌دهد که اضطراب را ایجاد میکنند و به وحشت منجر می‌شوند و پاسخهای غیر منطقی را از جانب غواص وحشتزده نشان می‌دهد. پاسخ منطقی مناسب میتواند این وضعیت را برطرف ساخته و یا مانع ایجاد آن شود و میتواند از اقدامات فاجعه‌آمیز جلوگیری کند.

پیشگیری Prevention

اگر دلواپسی، عامل افزایش مهمی در اضطراب باشد، کاهش دلواپسی ضربه متقابل و مؤثری به اضطراب است. مؤثرترین راه برای کاهش دلواپسی، اعتماد به نفس است و آشنایی با آن یک وظیفه است. این امر با دانش، آموزش و تمرین مکرر غواصی و ایمنی انجام می‌شود.
یک نمونهٔ بسیار خوب آن در آموزش خلبانان خطوط هوایی تجاری دیده شده است. آنها باید در ماه چند ساعت به طور اجباری پرواز کنند. آنها ساعتهای زیادی را برای تمرین مهارتهای اضطراری در یک پرواز شبیه‌سازی شده صرف میکنند. معمولاً عملکرد مناسب و آرام این متخصصان در مواقع اضطراری، دلیل موفقیت این فرضیه است.
یکی دیگر از معیارهای مهم پیشگیری است غواص، باید محدودیتهای خود را بشناسد و در حیطهٔ آن غواصی کند. غواص ممکن است در یک موقعیت غواصی راحت، با اعتماد به نفس، شایسته باشد اما در یکی از این موقعیتها اینگونه نباشد.
در ابتدا، به او اجازه میدهند که در یک محیط امنی غواصی کند.
به احتمال زیاد، هنگامی که غواص توانایی خود را گسترش دهد، و تجربیاتش افزایش پیدا کند کمتر دچار اختلالات هراس می شود به خصوص اگر غواصی بدون آموزش مناسب و نظارت کافی انجام شود، هراس بیشتر می‌شود.

خستگی FATIGUE

مطالعات مربوط به مرگ غواص تفریحی نشان می‌دهد که خستگی در ۲۸٪ موارد عامل مرگ‌ومیر است. این خستگی از ترکیب عوامل زیر ایجاد می‌شود مانند: عوامل جسمانی، خستگی ناشی از لوازم و تجهیزات و عوامل محیطی.

جسمانی Personal

سطح بالای آمادگی جسمانی، عامل مهم بقا در غواصی است. حتی آب بدون تلاطم میتواند موقعیت غواصی را به

---

۱ demand valve

مخاطره بی‌اندازد و به دلیل شرایط پیش‌بینی نشده مانند: جریان جزرومد، اقدامات امداد و نجات و غیره حداکثر فشار فیزیکی لازم باید اعمال شود.

با تقلای شدید حین غواصی، خستگی و خونسردی مرتبط با آن، دیر یا زود بر غواص مستولی خواهد شد و بدن او را خسته میسازد. و این خستگی دیر یا زود توسط غواصان مضطرب یا عصبی تجربه می‌شود.

به‌عنوان یک قانون کلی، غواصان Scuba باید بتوانند تا عمق ۲۰۰ متری در کمتر از ۵ دقیقه بدون تجهیزات شنا کنند.

غواص سالم در این ۴ دقیقه غواصی را تکمیل میکند و یک غواص نالایق ممکن است در بیش از ۵ دقیقه غواصی کند.

تجهیزات Equipment

بخش عمده‌ای از تجهیزات و وسایل غواص، جبران کنندهٔ رانش، مخزن، ماسک صورت و لباس غواصی است که هر یک مقاومت را در شنا افزایش داده و یا حرکت را محدود میسازند. وزن بیش از حد، باعث فعالیت شدیدتر شنا می‌شود.

حتی بهترین رگلاتورها هم، مقاومت محسوسی را در برابر جریان هوا با سرعت بسیار بالا از خود نشان میدهند و به طور قابل توجهی تنفس را محدود میسازند.

محیط Environment

یک غواص کاملاً مجهز نمیتواند برای مدت طولانی در مقابل جریان بیش از حد ۱/۸ گره شنا کند لذا شرایط دما، سرعت آب،عمق،زمان کف از عوامل محیطی تعیین کننده است.

فصل هشت

غـواصـان زن

THE FEMALE DIVER

تا سال ۱۹۶۰، غواصی تقریباً به طور انحصاری در حیطهٔ جنس مذکر بود، از آن به بعد، تعداد غواصان زن برای لذت بردن از این ورزش بیشتر شد و زنان ثابت کردند که در هر موردی با غواصان مرد برابرند.
با وجود این، زنان با مردان برابر نیستند و عواقب این تفاوت در فعالیتهای غواصی دیده می‌شود.

تاریخچه زنان در غواصی **History of Women in Diving**

احتمالاً معروفترین گروههای غواصِ زن، غواصان Ama shell ژاپن و کُره هستند. در ابتدا مردان به کار غواصی مشغول بودند، اما این‌کار بعدها توسط زنان صورت گرفت چرا که آنها نسبت به سرما تحمل بیشتری داشتند- مردان تنها در فصل تابستان غواصی میکردند در حالیکه زنان میتوانستند در تمام طول سال غواصی کنند.
غواصان زن ژاپنی و کُره‌ای (Ama) برخی از سازگاریهای فیزیولوژیکی فوق العادهای داشتند. در طول ماههای زمستان آنها سرعت سوخت و ساز خود را تا ۳۰درصد افزایش دادند، این روش به آنها کمک کرد تا گرمای درونی بیشتری را تولید کنند. همچنین جریان خون پوست آنها تا ۳۰درصد کاهش یافت. و مانع از دست رفتن حرارت بدن شد
حجم چربی در زیر پوست آنها افزایش یافته بود. هر دو تغییرات محدودیت در غواصی را بهبود بخشید. تعداد بیشماری از زنان با شخصیتهای معروف در غواصی فعالیت کردند.
در استرالیا، والری تیلور و اِوا cropp نیز به دلیل کار برجسته در غواصی معروف شدند. در آمریکا اِجین کلارک به دلیل کار درخشانی که در این حرفه انجام داد، به‌عنوان «بانوی کوسه» معروف شد.
در سال ۱۹۶۹، سیلویا Earle اولین زنی بود که در کل تیم زنان aquanauts، غواصی را در مکان بومی‌اش Tektite تجربه کرد. تا سالهای اخیر، آموزش غواصی تقریباً به طور انحصاری تحت تصرف جنس مرد بود. بسیاری از این مدرسان نقش «سوپرمَن» را داشتند و تجربهٔ آنها از دانششان بیشتر بود. در سال‌های اخیر، زنان به مدرسان

غواصی تفریحی تبدیل شدند و ثابت کردند که سخت‌کوش و بسیار شایسته می‌باشند. آمارهای موجود در غواصی نشان می‌دهد که زنان ۳۴درصد از کارآموزان را تشکیل میدهند اما تنها ۱۰ تا ۲۰ ٪ از مرگ ومیرها را شامل می‌شوند. (بسته به نظرسنجی)

آموزش Scuba **Scuba Training**

در جوامع غربی، زنان معمولاً از نظر هنروری کمتر مورد توجه قرار میگیرند و از لحاظ ریاضی نسبت به مردان ماهرتر میباشند. این تعصب و تبعیض در برخورد با دوره‌های آموزش غواص منعکس می‌شود.

در بسیاری از موارد، زنان توسط مدرسان و همکاران مرد به معنای واقعی پشتیبانی می‌شوند.

تا همین اواخر، عدم جسارت و ابراز وجود تعدادی از زنان باعث شده است تا آنها از پرسش برخی سئوالاتِ در ذهنشان خودداری کنند، سؤالاتی که ساده و بی‌تکلف است و آنها نمیتوانند با استادان خود مطرح کنند.

زنان اغلب در حین غواصی برای پاسخ به سؤالاتشان به جای مربی به دوست مرد یا همکار خود مراجعه میکنند. اطلاعاتی که آنها همیشه دریافت میکنند دقیق نیست. و این امر باعث می شود که غواصان زن برای تجهیز کردن خود نیازمند به یک کمکی داشته باشند.

غواص زن تجهیزاتش را جمع‌آوری میکند و با همکار مرد آن را کنترل میکند، و همکار او کسی که تجهیزات را در آب حمل کرده و به داخل یا خارج کردن تجهیزات درون آب کمک میکند.

رفتار کلیشه‌ای و قدیمی زن در نقش وابسته به مرد میتواند در تمرین غواصی مشکلاتی را به وجود آورد. بنابراین در اختیار گرفتن مردان و زنان با یکدیگر برای آموزش اصلی ممکن است نامناسب باشد، این عقیده و طرز فکر چند سال پیش توسط PADI نشان داده شد و همهٔ غواصان زن، آن را بسیار تایید کردند.

شکل ۱.۸

تفاوتهای تشریحی Anatomical Differences

زنان به‌عنوان «جنس مؤنث ضعیف» توصیف شده‌اند. در حالیکه عموماً این موضوع درست است که به طور میانگین زنان از لحاظ فیزیکی نسبت به مردان ضعیفتر میباشند، اما تفاوت زیادی در عملکرد آنها به ورزشهای آبی وجود ندارد.

به‌عنوان مثال، در بازیهای المپیک سال ۱۹۸۸ تنها۱۰ تا ۱۲ درصد اختلاف در مدت زمان شنا بین مردان و زنان وجود داشت. براساس همان اندازهٔ فیزیکی، مردان نسبت به زنان به طور متوسط از قدرت فیزیکی بیشتری برخوردارند. به این خاطر است که مردان در هر قسمت از بدن خود یک توده بزرگ عضلانی دارند. تفاوت ناچیز قدرت در محیط آبی کم وزن، اهمیت کمتری دارد.

از لحاظ فیزیکی بدن زن کوچکتر است و از لحاظ فعالیت فیزیکی به اکسیژن کمتری نیاز دارد و دی‌اکسیدکربن کمتری تولید میکند. زنان با ریه‌های کوچکتر کمتر نفس میکشند. بنابراین، آنان اغلب نسبت به همکار مرد غواص، هوای کمتری را در ریه‌ها نگه میدارند و میتوانند سیلندر Scuba کوچکتر و سبکتری را در زیر آب استفاده کنند. این مسئله می‌تواند نقطه ضعف ظاهری کاهش سایز و قدرت بدنی زنان را جبران کند.

به دلیل تفاوت در شکل بدن، زنان دارای تجهیزات مختلفی هستند که براساس نیازمندیهای آنها طراحی شده است. این تجهیزات در کشورهای محروم به سختی فراهم می‌شود و اغلب شامل لباس غواصی در سایز مناسب، باله، چکمه، دستکش میباشد.

براساس سایز مردان، تجهیزات ساخته شده دارای مشکلات خاصی است، به خصوص ماسک صورت که ممکن است به خوبی مناسب نباشد و سیلندرهای بزرگ Scuba که به طور غیرضروری بزرگ یا سنگین هستند. کوله‌پشتی میتواند بیش از حد بلند باشد و کمربند وزنی را بپوشاند و این امر میتواند آزادسازی کمربند را در مواقع اضطراری دچار مشکل سازد. جبران کننده‌های شناوری (BC) در سایز بزرگ، برای مردان طراحی شده است و ممکن است رانش و شناوری بیش از حدی را ایجاد سازد و زنان آن را به سختی میکشند.

فعالیت غواصی Diving Activity

این نقل‌قول حکایت میکند که مردان به غواصی عمیق‌تر، طولانی‌تر، مکرر و تعامل در صعود سریع‌تر تمایل دارند. اینکه آیا این مطلب درست است یا نه، ناشناخته است، اما در بررسی و نظرسنجی کلی اپیدمیولوژی نشان داده شده است که مردان نسبت به زنان در فعالیتهایشان قطعاً ریسک بیشتری را میپذیرند،تحقیقات نشان می دهد روی هم رفته غواصان مرد مستعدتر به صدمات و خطرات غواصی نسبت به غواصان زن برخوردار باشند.

در یک تحقیق نشان داده شده که زنان عمدتاً بین ۴۰ m-۱۹ غواصی میکنند و بسیار کمتر از ۶۰ m-۴۱ یا بیشتر از ۶۰m شنا میکنند.

زنان و دختران جوان نسبت به زنان مُسن‌تر در اعماق مختلف و مناطق عمیق‌تر غواصی میکنند.

تغییرات حرارتی Thermal Variations

زنان بهتر از همکاران مرد خود ایزوله می‌شوند. آنها در زیر پوستشان یک لایه چربی دارند که حدود ۲۵درصد بیشتر

از مردان است. اندام آنها بهتر میتواند جریان خون را منقبض کند و گرمای کمتری را از دست دهد. این عوامل باعث می‌شود تا زنان گرمای بدن خود را به طور مؤثر در محیط آب سرد حفظ کنند، مادامی که شناوری طبیعی حفظ شود آنها به شکل بهتری شنا میکنند.

متأسفانه زنان تمایل دارند تا خود را کمتر در معرض درجه حرارت طاقت فرسای محیط قرار دهند، پس هنگامیکه در معرض سرما قرار گیرند نمیتوانند به خوبی خود را با محیط وفق دهند و در مراحل اولیه شنا، به این وضعیت واکنش بیشتری نشان میدهند.

قاعدگی زنان (عادت ماهانه) Menstruation

در غواصی، برخی از زنان توانایی خود را درک میکنند و با اطمینان به غواصی میپردازند در حالیکه حین شنا ممکن است سیکل قاعدگی خراب شود و فعالیت غواصی Scuba چرخهٔ قاعدگی را تغییر دهد. به لحاظ آماری دلایلی وجود دارد که براساس آن ثابت شده بیشتر حوادث مربوط به غواصی مکرر حول و حوش زمان قاعدگی رخ می‌دهد. در طول عادت ماهانه، احتمال دارد که زن به طور متوسط ۵۰-۱۵۰ cc خون و باقیماندهٔ بافت سلولی را از دست بدهد. برخی از پیامدهای جسمانی و فیزیولوژیکی ناشی از قاعدگی مورد بحث قرار خواهد گرفت، اما معمولاً هیچ دلیلی وجود ندارد که چرا زنان نباید در دوران قاعدگی غواصی کنند.

برای آسودگی و راحتی، امروزه بسیاری از زنان ترجیح میدهند که حفاظ داخلی بپوشند از جمله: تامپون‌ها که بهتر از Pad های قاعدگی است.

در روزهای اولیه قاعدگی، برخی از نگرانیها به این خاطر است که خون از دست رفته ممکن است باعث جلب توجه کوسه ها شود. درواقع، زنها نسبت به مردان، کمتر با حمله کوسه ها مواجه می‌شوند. این علت ممکن است مربوط به روش مختلف غواصی آنها باشد یا اینکه خون haemolysed دافع کوسه است.

معمولاً تغییرات هورمونی قبل و بعد از قاعدگی باعث جمع شدن مایعات و تورم می‌شود. یک فرضیه این است که تغییرات هورمونی باعث پیشرفت سندرم تقلیل فشار DCS می‌شود و بررسی دیگر نشان می‌دهد که به احتمال زیاد DCS در چرخه قاعدگی رخ می‌دهد. هنوز این فرضیه برای غواصان تأیید نشده است. سه خط برای تأیید این فرضیه‌ها اطلاعات اندکی موجود است، اما این مسئله حائز اهمیت است که زنان باید در زمان قاعدگی عاقلانه رفتار کنند و تحت شرایط decompression با احتیاط بیشتری عمل کنند.

برخی از زنان هنگام قاعدگی با مشکلات مهم روانی و جسمی روبه‌رو هستند، این علائم با درد شکمی، گرفتگی عضلانی، سردرد، تهوع و استفراغ همراه میباشد، این علائم ممکن است توانایی غواصی آنها را مُختل سازد.

زنانی که از مشکلات شدید این حالت رنج میبرند، به آنها توصیه می‌شود که در این زمان از غواصی خودداری کنند. اختلالات روانی مرتبط با پیش از قاعدگی، می تواند تنش و اضطراب ایجاد میکند و گاهی اوقات ممکن است آنها از غواصی در طول این زمان خودداری کنند.

احتمالاً برخی از افراد مبتلا به میگرن، در طول دورهٔ قاعدگی دچار این عوارض می‌شوند. مسائل مربوط به میگرن بیشتر در فصل ۳۲ مورد بحث قرار میگیرد و به افراد توصیه می‌شود که این مسئله را دنبال کنند. به طور پی‌درپی، قرار گرفتن در محیطهای فشار بالا، هیچ اثر قابل توجهی بر روی تنظیم هورمون، تخمک‌گذاری یا قاعدگی ندارد.

داروی خوراکی ضد بارداری («قرص») Oral Contraceptives ("the "Pill)

عواقب فیزیولوژیکی و روانی قرصهای هورمونی ممکن است مشابه مواردی باشد که تحت عنوان «عادت ماهیانه» در بالا ذکر شد. از نظر تئوری، افزایش اثرات انعقاد خون بدلیل مصرف قرص، می تواند عاملی برای تشدید SCD باشد. در عمل، این موضوع مشاهده نشده است. هیچ ارتباطی بین پیشرفت DCS و مصرف قرصهای خوراکی ضدبارداری، وجود ندارد. برای لغو مصرف قرصهای خوراکی ضد بارداری در تیم زنان، این مسئله محتاطانه بررسی شد مخصوصاً زنانی که غواصی طولانی اشباع را در طول مدت tektite در پروژه شماره ۲ بعهده میگرفتند. با این حال، عدم حضور مردان باعث شد که این تصمیم بدون مشکل انجام شود.

سندرم تقلیل فشار (DCS) Decompression Sickness (DCS)

مطالعات متعدد صورت گرفت که، افزایش بروز DCS را در زنان نشان دهد. مطالعه و بررسی زنان غواص نشان داد که آنان سه برابر مردان دچار بیماری DCS می‌شوند.

به‌عنوان مثال، در برنامه فضایی به نظر میرسد که زنان نسبت به مردان، مستعد ابتلا به بیماری DCS ارتفاع هستند و پیشرفت این بیماری در آنان بسیار جدی است.

مطالعات غواصان زن نشان داد که کسانیکه غواصی (مشخصات معکوس)[1] را انجام داده‌اند، نسبت به افرادیکه در ابتدای کار به غواصی عمیق پرداخته‌اند بیشتر دچار بیماری DCS شده‌اند. تعداد زیادی از موارد مربوط به DCS نشان می‌دهد که مردان نسبت به زنان در غواصی عمیق (تقریباً ۳۰ متر) بیشتر دچار این بیماری می‌شوند و این حالت ممکن است حین غواصی و هنگام صعود رخ دهد.

شواهد زیاد تأئید کنندهٔ این مطلب است که، میزان بروز DCS در میان زنان نیز افزایش چشمگیری داشته است. احتمالاً توضیحات زیادی در این خصوص وجود دارد.

اغلب زنان در غواصی نسبت به مردان شایستگی کمتری دارند و عدم آمادگی جسمانی آنها را به بیماری DCS مستعد می کند. براساس وزن بدست آمده، زنان معمولاً نسبت به مردان مقدار بیشتری چربی زیرپوستی (۱۰٪) دارند، و چربی بدن برای جذب نیتروژن ۵-۴ برابر ظرفیت دارد. بافت چربی برای جذب و دفع نیتروژن کندتر عمل میکند.

مطالعات مربوط به پروفایلهای خاص غواصی (غواصیهای طولانی)، نشان می‌دهد که نیتروژن بیشتری جدب می‌شود و ابتلا به DCS بیشتر در زنان صورت میگیرد، چرا که توزیع گوناگون چربی بین دو جنس مذکر و مؤنث متفاوت است. جداول decompression نیروی دریایی براساس آمادگی جسمانی، سلامتی غواصان مرد جوان طراحی و آزمایش شده بود. جداول باید برای زنان در نظر گرفته شده و با قاطعیت در مورد آن اقدام شود.

به دلیل خطرات موجود، عاقلانه است که از جداول غواصی استفاده شود و برای زنان فاکتورهای ایمنی زیادی در نظر گرفته شود. به عنوان مثال: کاهش مدت زمان مجاز برای هر عمق یا کاهش فشار هوا در مدت زمان غواصی برنامه‌های کامپیوتری decompression باید براساس تنظیمات محافظه‌کارانه‌تر صورت گیرد.

مشکل جدید decompression با کاشت سینه مصنوعی پدید آمده است. با این حال، ایمپلنتهای پر از سیلیکون،

---

۱ reverse profile

نیتروژن را در حین غواصی جذب میکنند و رشد ۴ درصدی مقدار این ایمپلنتها در بعضی از پروفایلهای غواصی ثبت شده است که معمولاً توسط غواصان زن ورزشکار استفاده می‌شود. احتمالاً بروز decompression به خاطر مشکل ایمپلنتها نیست. ضمناً اگر این زنان در غواصی اشباع شرکت میکردند، عامل بالقوهای برای تغییر حجم ریه به وجود میآمد که به آسیب یا پارگی ایمپلنت در طول یا پس از صعود کمک میکرد.

در تعدادی از گزارشات مربوط به Oedema ادم ریوی غواصان Scuba، مشخص شد که زنان میتوانند بر سایر بیماریها غلبه کنند. برخی دیگر از گزارشات، افزایش حساسیت به dysbaric osteonecrosis را نشان داده است. خطر نسبی مسمومیت زنان با اکسیژن با مردان مقایسه شد و این خطر ۶/۱ برابر سمیت ریوی و ۹/۲ برابر سمیت سیستم عصبی را نشان داد.

وحشت یک مشکل شایع و جدی در میان غواصان باتجربه است.

مطالعه استادان و مدرسان غواصی نشان داد که مدرسان زن و اساتید غواصی علائم مربوط به بیماری سینوس و گوش را در زنان بیشتر از مردان گزارش کردند.

حاملگی PREGNANCY

در رابطه با حاملگی بحثهای زیادی صورت گرفته است که آیا زنان باردار می توانند غواصی کنند؟ یا خیر؟ این سئوال به این خاطر مطرح می‌شود که اکثر غواصان زن در گروه سنی مختلف حامله هستند.

جدال بر سر این موضوع است که بین محدود کردن آزادی فردی و خطرات فراوان (که به طور کامل ارزیابی نشده است) روی کودک متولد نشده تناقض وجود دارد. یا خیر؟

مشکلات نهفته غواصی در طور مدت حاملگی عبارت‌اند از:

اثرات حاملگی Maternal Effects

استفراغ Vomiting

در ماه‌های دوم و سوم بارداری بسیاری از زنان مُستعد ابتلا به استفراغ هستند- اغلب به عنوان «بیماری صبحگاهی» آشکار می‌شود. آنها در شرایط خاص بیشتر در معرض ابتلا به دریازدگی و تهوع و استفراغ در زیر آب میباشند. استفراغ حوادث جدی غواصی را به دنبال دارد و اتفاق بل القوه کشنده است.

باروتروما Barotrauma

از ماه چهارم حاملگی به بعد، نگهداری و حفظ مایعات و ورم مخاط دستگاه تنفسی باعث می‌شود تا تعادل سینوس و گوش مُختل شده و فرد دچار باروتروما شود.

عملکرد تنفسی Respiratory function

با نزدیک شدن به ماه‌های آخر حاملگی عملکرد تنفسی دچار اختلال می‌شود. مقاومت در برابر جریان هوای ریه‌ها افزایش مییابد. چون بچه به قفسه سینه فشار وارد میکند درنتیجه ظرفیت تنفس محدود می‌شود.

این عملکرد توانایی زن باردار را برای انجام فعالیت شدید مُختل میکند، فعالیتهایی که ممکن است در مواقع اضطراری مورد نیاز باشد، و شاید به هیپوکسی یا barotrauma ریوی مُنجر شود.

بیماری کاهش فشار Decompression sickness

در دوران بارداری تغییرات عمدهٔ حجم و گردش خون دیده می‌شود. این تغییرات ممکن است جذب و توزیع نیتروژن را افزایش دهد و احتمالاً زن حامله را مستعد ابتلا به بیماری DCS میکند.

عفونت Infection

چنین ادعا شده است که افزایش خطر ابتلا به عفونت واژن در زنان حامله حین غواصی وجود دارد. در مراحل بارداری برخی از زنان دچار تراوش جزئی کیسهٔ آمونیوتیک می‌شوند، احتمال عفونت مایع آمونیوتیک وجود دارد از طریق موجوداتی که در آب هستند، قبل از اینکه کودک متولد شود یا مستقیماً بعد از تولد کودک این موجودات ریز به رحم وارد می‌شوند و باعث عفونت های غیر طبیعی بعد از زایمان می شوند.

اثرات روی نوزاد Effects on the Baby

جَنین به طور غیرعادی، در حال رشد میباشد و در معرض خطر برخی از عوامل فیزیولوژیکی مرتبط با غواصی است. در مرحلهٔ اول، DCS خطر نهفته است، اما هیپراکسی، هیپوکسی، هایپرکاپنی و افزایش فشار نیتروژن نیز ممکن است روی جنین تاثیراتی بگذارد که تاکنون زیاد مورد مطالعه نبوده است.

رُشد جنین Development of the foetus

رشد جنین با یک موجود تک سلولی آغاز می‌شود و تا بعد از ماه چهارم کوچکتر از موش است. حباب‌های کوچک، میتوانند اثرات فاجعه‌باری را به همراه داشته باشند مثل حبابهایی که در حین DCS ایجاد می‌شوند.

گردش خون جَنین منحصر به فرد و حیاتی است. بازگشت خون وریدی غواص بزرگسال از طریق مویرگهای ریه صورت میگیرد، این مویرگها حبابهای تشکیل شده حین صعود یا پس از آن را فیلتر میکند. در بدن جنین، خون با عبور از ریه (از آنجاییکه لازم نیست جنین تنفس کند) مستقیماً به بطن چپ قلب وارد می‌شود بدون اینکه تصفیه از طریق شبکهٔ مویرگی انجام شود.

حتی اگر در بافتها یک حباب تشکیل شود، وریدهای جنینی آن را مستقیماً به جریان خون شریانی منتقل خواهد کرد، و در جایی از بدن آمبولی رخ می‌دهد.

مطالعه نشان داد که غواصی در عمق بیش از ۳۰ متر در ۳ ماهه اول، با خطر ۱۶درصد ابتلا به ناهنجاری جنینی همراه است، اما تعداد آن بسیار کم بود. سایر مطالعات اطلاعات ضد و نقیضی را نشان داده است.

هیپوکسی Hypoxia

هیپوکسی پیامد بسیاری از حوادث غیر کَشندهٔ غواصی است، که احتمالاً با آسپراسیون آب نمک یا near drowning ایجاد می‌شود. در این وضعیت، غواص باردار نه تنها خودش را در معرض hypoxia قرار خواهد داد بلکه جنین خود را به این بیماری مبتلا خواهد ساخت.

اکسیژن درمانی با فشار بالا Hyperbaric oxygen[1]

احتمالاً در دو موقعیت متفاوت، غواصان در معرض hyperbaric oxygen قرار گرفته‌اند. در عمق آب، آنها به سادگی هوای فشرده را تنفس میکنند، و بخش زیادی از اکسیژن فشرده را استنشاق میکنند. بعلاوه اگر غواصان دچار DCS یا آمبولیِ هوا شوند، آنها باید تحت درمان با اکسیژن هیبرباریک قرار گیرند. برخی از بافتهای جنینی به فشار نسبتاً زیاد اکسیژن حساس هستند. مراقبتهای زیادی از نوزادان نارس صورت گرفته است تا از تجویز غلظت زیاد اکسیژن جلوگیری شود چرا که خطر retrolental Fibropalsid را به همراه دارد و باعث کوری می‌شود. چشم نوزاد متولد نشده شاید حتی به فشار نسبتاً زیاد اکسیژن حساس باشد.

گردش خون جنین دارای یک کانال است[2]، این کانال باعث می‌شود خون از ریه عبور کند. این کانال پس از تولد بسته می‌شود و تحت تأثیر فشار نسبتاً زیاد اکسیژن خون قرار میگیرد. در صورتیکه جنین در معرض hyperbaric oxygen قرار گیرد خطر بسته شدن پیش از موعد کانال و سایر شنت ها وجود دارد، و این اتفاق زمانی رخ می‌دهد که مادر تحت درمان قرار گیرد.

بیماری کاهش فشار Decompression sickness

همانطور که قبلاً اشاره شد، زنان ممکن است به بیماری DCS حساسیت زیادی نشان دهند و عقیده بر این است که خانمهای باردار حتی بیشتر در معرض این خطر قرار میگیرند.

این تئوری براساس مطالعات Doppler شکل گرفته است، زمانیکه غواصان در برنامهٔ روزمرهٔ خود بدون کاهش فشار غواصی کنند، بارش حبابها به طور منظم در رگهای آنان صورت میگیرد.

این حبابها معمولاً هیچ علائمی ندارند. آزمایشات انجام شده روی حیوانات باردار نشان می‌دهد که جنین نسبت به مادر به تشکیل حباب مقاوم‌تر است، اما این حبابها میتواند پس از چند دوره غواصی تشکیل شود، به ویژه کسانی که در عمق بیش از ۲۰ متر غواصی میکنند.

از آنجاییکه گردش خون جنین منحصر به فرد است حتی تعداد کم حباب در گردش خون جنین میتواند عواقب فاجعه‌باری به همراه داشته باشد. آزمایشات انجام شده روی حیوانات باردار، نتایج ضد و نقیضی را نشان داده است. مطالعه روی گوسفند حامله (که جفت آنها شبیه به جفت انسان است) نشان داد که حبابها در گردش خون جنین گسترش داده شده است. حتی پس از غواصی در عمق کمتر از ۳۰ متر (۱۰۰ فوت) نیز حبابها دیده می‌شوند، و در نیروی دریایی ایالت متحده، هیچ محدودیتی در کاهش فشار وجود ندارد.

۱- hyperbaric (این اصطلاح در مواردی به‌کار میرود که یک گاز تحت فشاری بیش از فشار جو قرار گیرد و یا وزن مخصوص بیش از حد طبیعی پیدا کند).

۲ The ductus arteriosus

هنگامیکه آسیب‌پذیری جنین را نسبت به هر حباب بررسی کنیم، نتایج ناگواری را مشاهده خواهیم کرد. سایر مطالعات افزیش میزان بروز سقط جنین، نقص در هنگام تولد و تولد زودهنگام در حیوانات باردار را بعد از کاهش فشار نشان می‌دهد. در برخی مطالعات نشان داده شده است که قرار گرفتن در معرض اکسیژن پرفشار باعث بروز نقص عضو و مرگ می‌شود.

داده‌های انسان Human Data

غواصان زن ژاپنی، Ama ، اغلب تا اواخر بارداری غواصی میکردند، و هنگامیکه آنها را با زنان همان منطقه مقایسه کردند، از روی نتایج دریافتند که ۴۴ ٪ آنها زایمان زودهنگام داشتند و بچه‌های ناقص‌الخلقه به دنیا آوردند. سایر مطالعات تاریخ مدرن روز Ama نشان می‌دهد که کسانیکه تحت چنین شرایط استرس‌زایی قرار نگرفته‌اند به این مسئله واکنش نشان نمیدهند (یعنی بچه‌های ناقص الخلقه ندارند).

مارگارت بولتون از دانشگاه فلوریدا یک نظرسنجی را روی ۲۰۸ زن انجام داد، به خصوص کسانیکه در دوران بارداری غواصی کرده‌اند.

او فهمید که افزایش بروز سقط جنین، تولد زودهنگام، وزن کم هنگام تولد و مرگ‌ومیر نوزادان در ماه اول اتفاق میافتد. او گزارش کرد از ۲۴ زنی که در عمق ۳۰ متر (۱۰۰ فوت) یا بیشتر غواصی کرده‌اند، سه تای آنها بچه‌هایی با نقص مادرزادی به دنیا آوردند. نقص مادرزادی با بروز ۱ به ۵۰ در کل جمعیت مقایسه شده است. یکی از نوزادان یک دست نداشت که این مسئله یک اختلال بسیار نادر است.

گزارش منتشر شده در استرالیا، بروز چند ناهنجاری عجیب و غریب را پس از غواصی نشان داد، این گزارش اشاره کرد که اثرات و چهارچوب زمان آسیب‌پذیر ممکن است شبیه ناهنجاری مادرزادی باشد که از مصرف مواد مخدر، تالیدومید[1]، در هنگام بارداری انجام می‌شود.

نتایج قطعی این مطالعات یا سایر مطالعات به‌دست آمده از دیگران، سخت است زیرا تعداد بسیار کمی از اطلاعات به لحاظ آماری تأیید شده است و یا عطف به ماسبق شده است. با این حال، بسیاری از آنها با مطالعات حیوانات ثابت می‌شوند.

حرف آخر The Bottom Line

شواهد قابل توجهی وجود دارد که نشان دهندهٔ آن است غواصی در طول بارداری برای جنین مضر می‌باشد. به طور کلی، این نظریه پذیرفته شده است که در دوران بارداری از خوردن داروهای غیرضروری، الکل و سیگار باید اجتناب شود زیرا مصرف اینها خطراتی را برای جنین به همراه دارد.

مدارک و شواهد در جوامع غربی نشان می‌دهد که غواصان زن این محدودیت فوق را پذیرفته‌اند.

یک مسئله قابل توجه این است، زنانی که حین بارداری به غواصی ادامه میدهند، جنین آنها زنده خواهد ماند و با هر نقصی متولد خواهد شد، این زنان هنگامیکه تصمیم به غواصی میگیرند با هیچکس مشورت نمیکنند و به غواصی ادامه میدهند که این کار نتایج فاجعه‌باری را به بار خواهد آورد.

---

۱ Thalidomide

فصل نه

بیماری‌های خاص غواصی

(مرتبط با بیماری‌های فشار)

Pressure related Diving Disorders

باروتروموای گوش EAR BAROTRAUMA

آناتومی گوش ANATOMY OF THE EAR

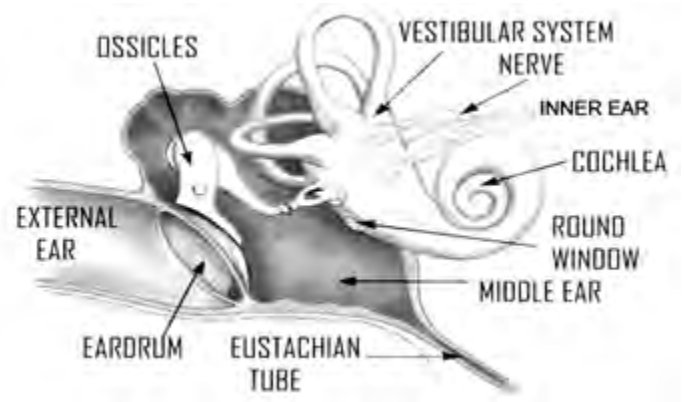
گوش از لحاظ آناتومی به گوش بیرونی (خارجی)، میانی و داخلی تقسیم شده است.

گوش بیرونی شامل بخش قابل مشاهده‌ای از لاله گوش و کانال گوش خارجی است.

دهلیز گوش خارجی[۱]، امواج صدا را جمع‌آوری میکند و آنها را به کانال گوش و بر روی طبل گوش منعکس میکند.

گوش میانی یک حفره‌ای به اندازهٔ نخودفرنگی است که در بخش استخوانیِ جامد جمجمه محصور شده است.

گوش میانی توسط طبل نازک کاغذی شکل از گوش خارجی جدا شده است. ساختارهای مختلفی وجود دارد که به فضای گوش میانی باز می‌شود.



شکل ۱.۹

۱ Pinna

شیپوراوستاش **Eustachian Tube**

گوش میانی را به گلو متصل میکند، و ورود هوا به حفرهٔ گوش میانی را مُیسر میسازد.

سینوس ماستوییید **Mastoid sinus**

نیز از گوش میانی خارج می‌شود. دو دهانه در سطح استخوان داخلی فضای گوش میانی وجود دارد که به نام پنجره‌های گرد و بیضی معروف‌اند و این نام به خاطر شکل آنهاست. این دهانه‌ها گوش میانی را به گوش داخلی متصل میکند.

پنجره بیضی شکل غشاء سختی است که به انتهای یکی از سه استخوانهای گوش میانی[۱] ، متصل است در حالیکه پنجره گرد توسط یک پوست نازک و ظریف بسته شده است.

طبل گوش (پرده صماغ)، با سه استخوانچهٔ گوش کوچک یا ossicles - malleus ، incus و stapes به پنجره بیضی شکل متصل شده است. این زنجیره استخوانی که با چشم غیر مسلح به سختی قابل رویت است، ارتعاشات صوتی را از طبل گوش به گوش درونی انتقال می‌دهد.

گوش میانی با گوش خارجی و داخلی ارتباط برقرار میکند و انتقال صدا از گوش خارجی به گوش داخلی صورت میگیرد. گوش داخلی شامل ارگانهای شنوایی و تعادل میباشد. گوش داخلی کاملاً در استخوان محصور شده و با مایع سیال پُر شده است. اندام شنوایی (حلزون) ساختار مارپیچی شکل دارد و حاوی مایعی است که سلولهای عصبی را احاطه کرده و آنها را به ارتعاش صدا حساس میسازد.

یک سیستمی از ۳ کانال نیم‌دایرهای نیز با این مایع پُر شده است، و این اندام تعادلی به وضعیت سر و حرکت حساس است. این اندام تعادلی سیستم وستیبولار[۲] نامیده می‌شود.

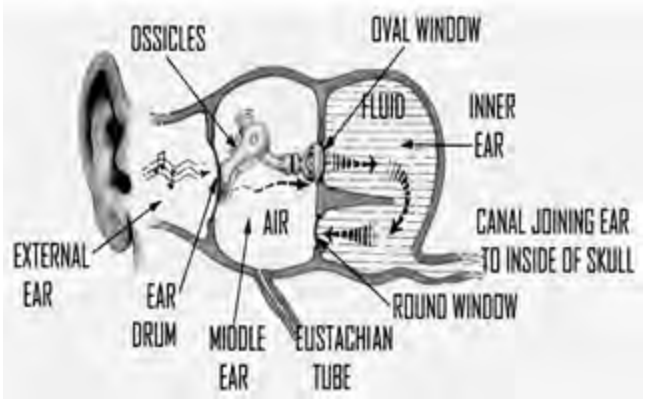
مکانیزم شنوایی **THE MECHANISM OF HEARING**

سیستم شنوایی با یک روش هوشمندانه کار میکند. لرزش صدا، توسط دهلیز گوش خارجی دریافت و سپس منعکس شده و به سمت پایین کانال گوش راهنمایی میگردد در حالیکه ارتعاش آن باعث می‌شود که طبل گوش در پایان کانال گوش به لرزش درآید.

---

۱ Ossicles

۲ vestibular Apparatus



Middle ear communicates with external and inner ear
Transmitting sound from the exterior to the inner ear
شکل ۲.۹

این ارتعاشات ارسال شده توسط سیستم زنجیره استخوانی اهرمها در پنجره بیضی شکل بزرگ‌نمایی می‌شوند. درنتیجه گوش بیرونی (هوا) و گوش میانی، امواج صدا را به گوش داخلی هدایت میکنند.

آسیب به گوش خارجی و میانی، مانع هدایت امواج صوتی به گوش درونی می‌شود و بنابراین باعث ناشنوایی امواج رسانا می‌گردد. آسیب به گوش خارجی و میانی فرکانس پایین صدا را تحت تأثیر قرار می‌دهد (آنها معمولاً با گفتگو فرکانس هایی را در محدوده، ۴۰۰۰-۲۵۰ هرتز به کار می برند).

در پنجره بیضی شکل، امواج صوتی به امواج فشار در سیال روغنی حلزون تبدیل می‌شوند. از آنجایی‌که سیال تراکم‌ناپذیر است، ارتعاشات درونی و بیرونی پنجره بیضی به واسطهٔ پنجرهٔ گرد جبران می‌شود و به ترتیب بیرون و درون گوش متورم می‌شوند.

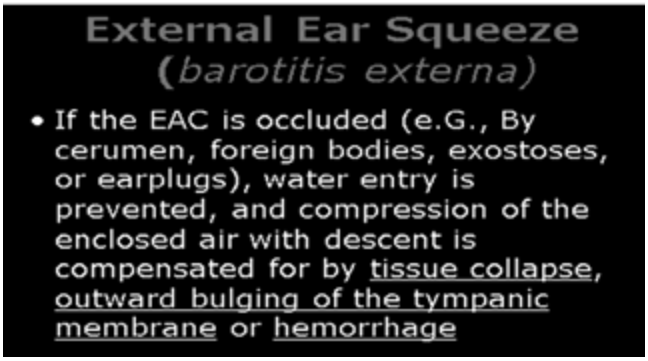
حلزون گوش طوری تنظیم شده است که ارتعاشات فرکانس‌های مختلف از طریق آن منتقل می‌شود و در مناطق خاص طنین‌انداز می‌گردد، و اجازه می‌دهد تا گوش بین فرکانس‌های مختلف صدا فرق بگذارد.

این فیبرهای عصبی حسی در داخل گوش تحریک می‌شوند و هنگامیکه به مغز میرسند، این جنبشها[1] بعنوان صدا شناخته می‌شوند. آسیب به این سیستم باعث ناشنوایی حسی عصبی می‌شود.

بارو‌ترومای گوش خارجی (فشار گوش خارجی) External Ear BAROTRAUMA (EXTERNAL EAR SQUEEZE)

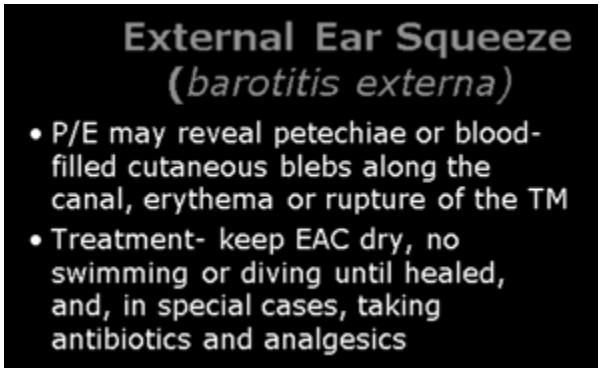
اگر کانال گوش خارجی مسدود شود، گاز محصور شده فشرده خواهد شد و به همین ترتیب، حین نزول حجم گاز کاهش مییابد. (قانون بویل)

۱ impulses



مسدود شدن گوش خارجی باعث تورم بیرونی پرده صماخ یا (طبل گوش) می‌شود و باعث متورم شدن و کبودی غشای پوست کانال گوش می‌گردد.

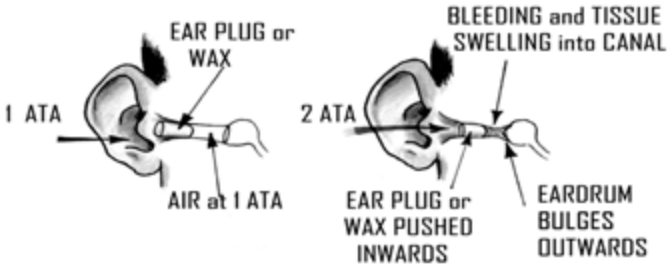
انسداد کانال گوش از طریق سفت شدن اتصالات کلاه، موم در گوشها، رشد استخوانی[۱] در گوش و یا محافظ های گوش انجام می‌شود. از آنجا که این وضعیت میتواند در عمق کمتر از ۲ متر ایجاد شود، محافظ های گوش[۲] در هر نوع از غواصی نباید استفاده شوند.



علائم عبارت‌اند از: ناراحتی و درد در هنگام نزول، خونریزی از گوش خارجی و سایر اثرات فشار باروتروما در گوش میانی، مثل دشواری در یکسان سازی فشار گوش میانی در هنگام نزول.

۱ (exostoses) bony growths

۲ ear plugs

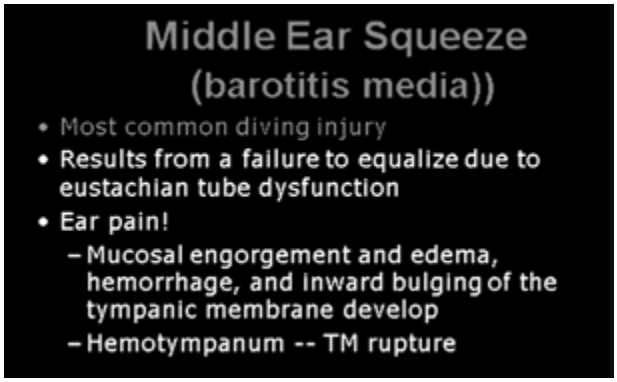


شکل ۳.۹

باروتروما گوش میانی هنگام نزول MIDDLE EAR BAROTRAUMA OF DESCENT

(فشار گوش میانی ، AEROTITS MEDIA)

حین نزول خطر اصلی باروتروما گوش میانی وجود دارد، و محل شایع آن در گوش میانی است. حدود یک چهارم از کارآموزان غواصی به طور متفاوتی این را تجربه می کنند.

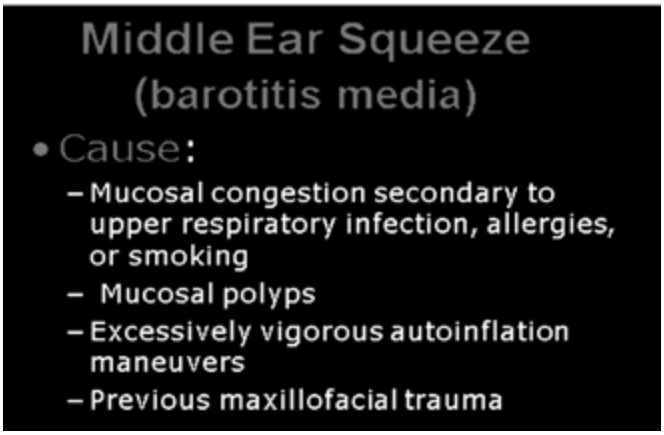


هنگامیکه غواص در آب فرو میرود، فشار آب اطراف او افزایش مییابد. این فشار به مایعات بدن و بافتهای اطراف فضای گوش میانی انتقال یافته و باعث فشرده‌سازی گاز در گوش میانی می‌شود (قانون بویل).

غواص از این احساس فشار آگاه است و به طور ارادی کاهش حجمِ گاز گوش میانی را توسط «یکسان سازی گوش» یا «پاکسازی»[۱] جبران میکند.

در این مانور، هوا لولهٔ Eustachian را پر میکند تا جانشین حجم گاز فشرده در فضای گوش میانی شود. راههای انجام این عمل بعداً توضیح داده می‌شود.

۱ «autoinflation»



اگر غواص در تعادل شکست بخورد، فشار آب به سمت طبل گوش درونی تحمیل خواهد شد، اگر فشار آب به داخل گوش میانی کشیده می‌شود احساس فشار با درد گوش افزایش مییابد. در عین حال، کاهش حجم گاز در گوش میانی با خون و مایعات بافت جبران می‌شود، مخاط[۱] فضای گوش میانی متورم می‌شود. درنهایت، عروق خونی بیش از حد گشاد شده، پاره می‌شوند، و رگهای درون طبل گوش و فضای گوش میانی خونریزی میکنند.

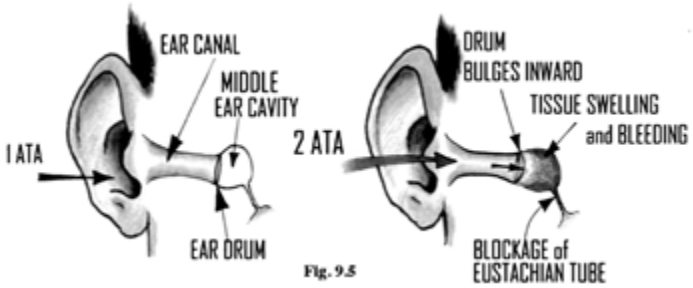
برطرف شدن آسیب بافت گوش چند روز یا چند هفته به طول میانجامد. گاهی اوقات، طبل گوش (پردهٔ صماخ) به خودی خود قطع یا پاره می‌شود. عمقی که در آن آسیب رخ می‌دهد، بستگی به اندازهٔ فضای گوش میانی و قابلیت انعطاف‌پذیری پرده صماغ گوش دارد. عمق این آسیب به طور معمول نزدیک ۲-۱ متر رسیده است. اگر غواص نتواند با مدت زمان لازم برای رسیدن به این عمق به تعادل برسد باروترومای گوش احتمالاً رخ می‌دهد.

اگر غواص بتواند گوش خود را در سطح به تعادل برساند، مشکلات شایع غواصی برطرف می‌شود، بیشتر مشکلات مربوط به تکنیک نادرست غواصی است.

---

۱ mucosa

شکل ۴.۹



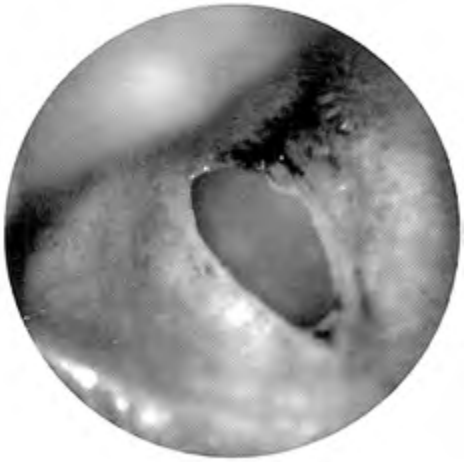
شکل ۵.۹

ویژگیهای بالینی **Clinical Features**

احساس فشار اولین علامت، آسیب به گوش است. حس فشار ممکن است به درد منجر شود که معمولاً شدید، تیز است و به سمت ناحیه مبتلا به درد متمرکز است. در صورت نزول غواص، حسِ درد افزایش مییابد، مگر اینکه او فضای گوش میانی خود را متعادل کند.

اگر غواص به نزول ادامه دهد، تا وقتیکه پردهٔ صماخ پاره شود، او به راحتی فشار یا درد را پس از احساس سرما در گوش خود تجربه خواهد کرد و این به خاطر آب دریاست که وارد فضای گوش میانی می‌شود، و باعث سرد شدن استخوان و بافتهای نزدیک اندام تعادل می‌کرد.

جریانات حرارتی ممکن است در داخل اندام تعادل تولید شود و باعث تحریک و سرگیجه شود. بعد از اینکه مایع در پایین لولهٔ Eustachian فضای گوش میانی جاری شد، مایع پردهٔ صماخ نیز ممکن است احساس شود و پایین گلو بچکد.



شکل ۶.۹

سوراخ بزرگ پرده صماخ گوش که در یک غواصی در عمق ۸ متری بدون یکسان سازی (برابری) مناسب ایجاد شده است.

هنگامیکه باروترومای گوش میانی، با پارگی پردهٔ صماخ همراه باشد، باعث dizziness می‌شود. این احساس، سرگیجه[۱] نامیده می‌شود. همچنین ممکن است با تهوع و استفراغ همراه باشد. استفراغ در زیر آب تغذیه هوا را مسدود میکند و به آسپیراسیون آب دریا (Vomitus) و غرق شدن منجر می‌شود.

حتی مقدار کم باروتروما بعد از غواصی باعث می‌شود که درد یا ناراحتی در ناحیهٔ گوش حس شود. اغلب احساس پُری یا («آب») در گوش وجود دارد و صداها ممکن است در ظاهر خفه شوند. شاید صداهای Cracking نیز شنیده شوند (به ویژه جوسدن، بلعیدن و یا حرکات فک)، و این صداها با حبابهای هوا در خون/ مخلوط مایعات بدن در گوش میانی شنیده می‌شوند. هنگامیکه گاز گوش میانی حین صعود افزایش یابد، گاهی اوقات خون از گوش میانی به سمت پایین لولهٔ Eustachian روان می‌شود (قانون بویل).

غواص ممکن است پس از رسیدن به سطح از خونریزی کم بینی خود مطلع شود، ظاهراً در همان ناحیه باروتروما صورت میگیرد یا خون در گلو جاری می‌شود.

نشانه‌های دیگر مربوط به باروتروما گوش عبارت‌اند از: صدای جیغ و فریاد (Squeaking) در طول یکسان‌سازی و یا احساس اکو[۲] و یا درد خفیف و حساسیت بیش از حد گوش/ منطقه ماستوئید پس از غواصی.

گاهی اوقات، غواص درد کمتری در ناحیهٔ گوش احساس میکند، با اینکه او درد زیادی ندارد امّا خطر باروترومای گوش بسیار جدی است. این غواصان همیشه با خطر جدی روبه‌رو هستند و آسیب‌پذیر می‌باشند، در نتیجه باروترومای گوش میانی معمولاً بدون هشدار رخ می‌دهد.

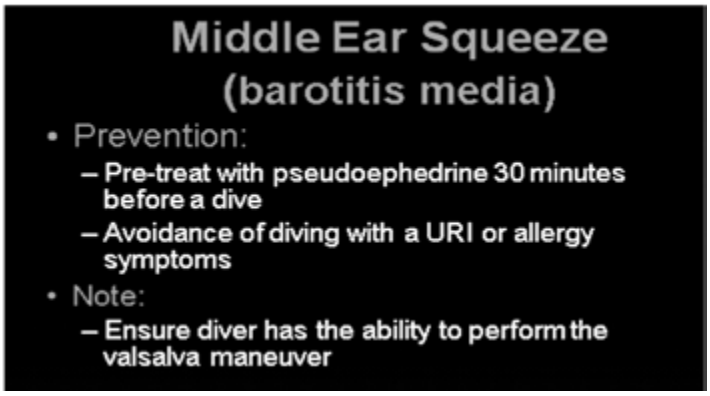
۱ vertigo

۲ echo

سایر افراد نیز میتوانند پس از قرار گرفتن در معرض فشار کم از آسیب جدی باروتروموای گوش رنج ببرند، بعنوان مثال، در استخر شنا به ویژه اگر غوطه‌وری و قرار گرفتن در معرض فشار در مدت چند دقیقه صورت گیرد. با پیشرفت آسیب‌شناسی گوش درونی در میبابیم که حقیقتاً مشکل جدی باروتروموای گوش میانی به علت خونریزی یا پارگی پنجره گرد و باعث از دست دادن دائمی شنوایی است.

درمان Treatment

غواصی که باروتروموای گوش میانی را تجربه کرده است، به معاینهٔ پزشک غواص نیاز دارد تا بیماری را تشخیص و عوارض آن را بررسی کند مثل پارگی پرده گوش و یا آسیب گوش داخلی
ارزیابی این موارد و مشاوره در پیشگیری مشکلات آینده، مهم است.



(آزمونهای شنوایی)[۱]، برای آزمایش آسیب و عملکرد گوش میانی و داخلی ضروری هستند. گاهی اوقات، ممکن است دکتر داروی ضد احتقان خوراکی و (یا اسپری بینی) تجویز کند تا به باز شدن لولهٔ شیپور[۲] کمک کند، در حالیکه آنتی‌بیوتیکها ممکن است به خاطر عفونت بینی یا گلو تجویز شوند، و یا عفونت در خون گسترش یابد و در حفرهٔ گوش میانی جمع شود.

این عوارض، معمولاً به صورت تکرار درد، چند روز یا چند ساعت بعد از باروتروما ظاهر می‌شود. قطره‌های گوش به گوش میانی نمیرسد و آنها بی‌اثر میباشند. اگر پرده گوش پاره شده باشد، استفاده از این قطره‌ها ممکن است مُضر باشد.

به محض اینکه عوارض خطرناک بیماری حذف شود، معمولاً درمان جدی ضروری نیست. به منظور آرامش و التیام گوش باید از غواصی، پرواز و یکسان سازی گوش میانی اجتناب شود تا باروتروما رفع شود. این کار معمولاً ۲-۱ روز تا ۲-۱ هفته طول میکشد.

طول مدت غواصی به شدت باروتروما بستگی دارد. غواص نباید به غواصی یا پرواز بازگردد مگر اینکه پزشک، مشکل

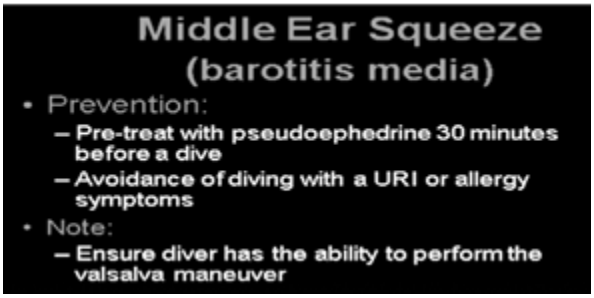
۱ Audiograms
۲ Eustachian

باروتروما را حل کند و قابلیت تعادل گوش را تأیید کند.
درک این مطلب که چرا باروتروما پیشرفت میکند امری ضروری می‌باشد تا از تکرار دوبارهٔ آن جلوگیری شود.
اگر پرده گوش سوراخ شود، درمان ممکن است ۳-۱ ماه به طول انجامد، هرچند بهبودی ممکن است بعد از چند روز ظاهر شود. در اوایل بازگشت به غواصی، این احتمال وجود دارد که زمینهٔ سوراخ شدن پرده گوش فراهم شود. گاهی اوقات طبل نمیتواند درمان شود و نیاز به جراحی «وصله زدن»[۱] یا «پیوند زدن»[۲] توسط متخصص دارد. پس از آن، اگر معالجه به طور کامل صورت گیرد و یکسان سازی اختیاری گوش به آسانی نشان داده شود، در آن صورت، با اجازه پزشک غواص ادامه به کار ممکن می شود.
با بازگشت این علائم، لازم است (شنوایی سنجی)[۳] تکرار شود تا متخصص تشخیص دهد که هیچ آسیبی به گوش داخلی نرسیده است. حدود نیمی از غواصان ممکن است آسیب‌شناسی ENT را انجام داده باشند که ممکن است توسط otologist درمان شده باشند، و نیمی از آنها به خاطر باریک شدن شیپور استاش مرزی و عدم تکنیکهای صحیح یکسان سازی بازگردانده می‌شوند (از غواصی منع می‌شوند). هر چند که هر دو گروه از یادگیری تکنیکهای درست « یکسان سازی‌پیش از غواصی» بهره برده اند.

PREVENTION OF BAROTRAUMA — پیشگیری از باروتروما

Equalisation — یکسان سازی فشار

یکسان سازی مناسب فشار، در فضای گوش میانی از باروترومای گوش میانی و داخلی جلوگیری خواهد کرد. هرگاه عمق آب افزایش یابد، یکسان سازی‌ضرورتاً باید انجام شود. قبل از اینکه هرگونه ناراحتی در گوش احساس شود، یکسان سازی باید بارها انجام شود. از آنجایی‌که بزرگترین تغییرات حجم در اینجا وجود دارد (که توسط قانون بویل توضیح داده می‌شود) لازم است تا برابری بیشتر صورت گیرد. همیشه باید برای اجتناب از آسیب جدی یکسان سازی‌آهسته انجام شود. تکنیک یکسان سازی‌گوش یک مهارت است که با تمرین بهبود می یابد.



۱ Patching
۲ grafting
۳ audiograms

برخی از غواصان میتوانند بدون هیچگونه تلاش یا فعالیت ظاهری یکسان سازی را برقرار سازند. عفونت دستگاه تنفسی فوقانی [۱]علت احتقان گلو و دهانه لوله استاش است و ایجاد یکسان سازی مشکل و یا غیر ممکن می شود. تب یونجه، آلرژیها، داروهای snorting یا سیگار کشیدن اثر مشابهی دارند. غواصی با این شرایط مخاطره‌آمیز است. انحراف تیغهٔ بینی نیز ممکن است شخص را به باروتروما‌ی گوش و همچنین باروتروما‌ی سینوس مبتلا سازد. چندین راه جدی و اختیاری برای یکسان سازی گوش میانی، قبل و حین نزول وجود دارد:

مانوروالسالوا **Valsalva manoeuvre**

این تکنیک اغلب در غواصی به کار برده می‌شود، زیرا که آسان و مؤثر است. غواص بینی خود را نگه میدارد، دهانش را میبندد و به آرامی در برابر بینی و دهان بسته میدمد.

این عمل فشار را در حلق بالا میبرد، و هوا را از شیپور استاش به داخل گوش میانی با قدرت میفرستد. پردهٔ صماخ گوش او صدای «pop» را میشنود.

اگر آنها، سروصدای زیادی را ایجاد کنند، لوله تا حدی مسدود می‌شود. اگر مواد آلوده در گلو وجود داشته باشد، هوا از لولهٔ استاش به گوش میانی فرستاده می‌شود و این عمل به عفونت منجر میگردد. این یکی از دلایلی است که به غواصان توصیه می‌شود در برابر عفونت دستگاه تنفسی فوقانی پیشگیری کنند.

شکل ۷-۹

با اتمام این مانور، باز شدن لولهٔ استاش به حرکت فک از یک سو به سوی دیگر کمک میکند یا درصورتی مانور انجام می‌شود که فک پایین روبه جلو بُرده شود. (تکنیک شماره ۱ Edmonds)

اِشکال تکنیک Valsalva این است که اگر با قدرت بیش از حد انجام شود احتمال دارد گوش داخلی آسیب ببیند. مِشکل دیگر این است که بینی باید با انگشتان دست محکم گرفته شود، اغلب این‌کار با کلاه غواصی حرفه‌ای و یا ماسکهای کامل صورت، انجام نمیشود و کار ساده‌ای نیست.

---

۱ $URTI_s$

مانورتوی بی The Toynbee manoeuvre

این مانور شامل گرفتن بینی و فرو بردن نفس است که به طور همزمان انجام می‌شود. این عمل معمولاً باعث می‌شود که لوله استاش لحظه‌ای باز بماند و اجازه می‌دهد که هوا به گوش میانی وارد یا خارج شود.
باز شدن لولهٔ استاش تنها به طور جزئی با این مانور صورت میگیرد، و این امر باعث فشار معکوس در حلق می‌شود. بنابراین، تنها مقدار بسیار کمی از هوا میتواند به فضای گوش میانی منتقل شود. در نتیجه، این مانور نسبت به مانور Valsalva به خوبی قابل اجرا نیست، اما توسط بسیاری از غواصان به طور موفقیت‌آمیزی استفاده می‌شود.

سایر مانورها Others manoeuvre

باز شدن ارادی لولهٔ استاش (به روش BTV) به طور دلخواه توسط بسیاری از غواصان باتجربه صورت میگیرد. آنها این‌کار را از طریق انقباض عضلات خاص گلویشان انجام میدهند. این تکنیک، با نگه داشتن بینی و بسته شدن دهان انجام می‌شود. آنها تلاش میکنند که حنجره (سیب آدم) را بالا نگه دارند، بنابراین Larynx را میتوان در اینه مشاهده کرد. اگر این فرایند با موفقیت انجام شود، صدای مختصری در هر دو گوش شنیده می‌شود. توضیح این تکنیک مشکل است، اما اگر غواصان بتوانند بر این تکنیک تسلط یابند یک روش مؤثر و کارآمدی است و نیروی کمتری درگیر آن می‌شود و مانور را بارها و بارها میتوان اجرا کرد.
اگر غواص با هرگونه مشکلی مواجه شود، تکنیک لوری[1] که شامل «بلعیدن و سپس ضربه در همان زمان» می باشد ترکیبی از یک (Toynbee + Valsalva) و یا تکنیک شماره ۲ ادموندز است.

تکنیک غواصی Diving Technique

هر کسی که دارای مشکلات یکسان سازی گوش میانی است، باید به آرامی روزی چند بار این روش را بر روی زمین انجام دهد. تمرین باعث بهبود عملکرد می‌شود و آن را کامل میسازد.
در مراحل اولیه، برخی از آنان ممکن است به داروی ضد احتقان بینی نیاز داشته باشند تا (یکسان سازی) تعادل گوش برقرار شود اما هنگام غواصی نباید از آنها استفاده شود.
هر غواصی که با باروتروما‌ی گوش میانی مشکل دارد، باید از تکنیکهای Valsalva ، Lowry ، یا Edmonds در تمرین استفاده کند، چونکه آنها با استفاده از این تکنیکها فشار مثبتی را در گوش میانی ایجاد میکنند. آنها نباید با تکنیکهای swallowing ، Toynbee یا BTV یا هر چیز دیگری تکیه کنند که حاصل آن فشار منفی در گوش میانی است، حتی اگر آنها لوله‌های استاش را باز کنند.
بسیاری از غواصان از کاهش شنوایی رنج میبرند زیرا آنها نمیتوانند گوش خود را به درستی (equalise) متعادل کنند.
روزی که غواصی تعیین شده است، غواص باید تأئید کند که قادر به equalise گوش خود است قبل از اینکه به عملیات غواصی بپردازد.
کلیه غواصان باید بلافاصله قبل از نزول، در سطح آب یکسان سازی کنند. این مؤید آن است که تعادل گوش

---

۱ Lowry

امکان‌پذیر است و بالون پرده صماخ گوش کمی به طرف بیرون متمایل می‌شود و این عمل فشار جزئی مثبتی را در گوش میانی ایجاد میکند و یک حد و حدودی را برای خطا در نظر میگیرد در صورتیکه غواص پریشان شود و در طول مدت نزول در عمق یک متری یکسان سازی را فراموش کند.

در صورتیکه غواص به نزول اقدام کند، باید در هر متر یا کمتر یکسان سازی شود، به طوریکه هیچ فشاری را احساس نکند. این فرایند یکسان سازی پیش از غواصی نامیده می‌شود تا وقتیکه حس فشار (درد واقعی) احساس شود، این روش تکنیک سیار مطمئن و امنی است. در این مرحله، مخاط گوش میانی متورم می‌شود و لولهٔ استاش را مسدود میسازد و یکسان سازی مشکل‌تر می‌شود.

غواص در عملیات غواصی باید تصمیم به ادامه یا ختم عملیات نماید، اگر انجام عملیات غواصی برای او یک مسئله مهمی است، بلافاصله یک کمی صعود کند و مانور یکسان سازی (equalisation) را تکرار کند.

غواص نباید به انجام غواصی «yo yo» پافشاری کند، یا در عمقی باقی بماند که در آنجا «احساس فشار» وجود دارد. این وضعیت مطلوبی نمیباشد. اگر گوش، به راحتی یکسان سازی نشود، در این صورت ختم عملیات در غواصی صورت می‌گیرد. اگر نزول ادامه یابد، (اثر قفل شدن) در شیپور استاش دیده می‌شود و غواص نمیتواند یکسان سازی کند و این مسئله باعث اختلاف فشار بین گوش میانی و گلو میشود. بنابراین، یکسان سازی غیرممکن است. نزول در «عمق ده فوت» تعادل گوش را به « یکسان سازی » به طور قابل توجهی آسانتر میکند، و بهتر است در لنگر کشتی یا Shot Line انجام شود.

نزول در «عمق ده فوت»، کنترل دقیق سرعت نزول و عمق غواصی را امکان‌پذیر میسازد، در حالیکه به غواص اجازه می‌دهد تا بر یکسان سازی تمرکز کند، بدون اینکه در شنا و کنترل عمق دچار حواس‌پرتی شود. در هنگام یکسان سازی ، غواص باید سَرش را به طور عمودی نگه دارد تا به عبور هوای بالای لوله استاش کمک کند. غواص تازه‌کاری که با گوشهای خود مشکل دارد، باید از ماسک صورت استفاده کند. این ماسک دسترسی آسان به بینی را میسر میسازد و از طریق آن مانورهای مختلف به آسانی انجام می‌شود. هنگامیکه یکسان سازی انجام می‌شود، اگر یک گوش دچار مشکل بیشتری شود، در آن هنگام، گوش را در سطح به یک طرف برگردانید. (و این عمل باعث می‌شود که شیپور استاش بیشتر عمودی شود، و هوا در زیر آب به سمت بالا عبور کند).

عمل جراحیِ صحیح انحراف سپتوم بینی، قطع مصرف سیگار، و درمان مناسب URIها و آلرژیها ممکن است برای کسانی لازم باشد که مستعد این عوامل میباشند.

درمان Medication

زمانیکه اختلالی در گوش، بینی یا گلو وجود داشته باشد، دارو به منظور تسهیل یکسان سازی (equalisation) مورد استفاده قرار میگیرد. اسپری‌های ضد احتقان موضعی بینی و قطره‌ها مانند فنیل آفرین و Oxymetazoline، مخاط بینی و لولهٔ استاش را کوچک میکنند، تراکم را کاهش میدهند و راه‌های هوایی را باز میکنند. برخی از داروهای خوراکی از قبیل پزودوآفدرین اثر مشابهی دارد.

تا موقعی که این داروها مصرف شوند، غواصی امکان‌پذیر میباشد در غیر اینصورت، امکان غواصی وجود نخواهد داشت، داروها به غواص کمک میکند تا عملیات غواصی را به خوبی انجام دهد.

مصرف زیاد دارو خطرات زیادی را به دنبال دارد که مستعد باروتروموای در حین صعود میباشد و به مراتب خطرناکتر از باروتروموای گوش هنگام نزول است. این داروها اغلب انسداد انتهای لوله استاش گلو را از بین میبرند، و همسان‌سازی را در طول نزول بهبود میبخشند. متأسفانه آنها انتهای لولهٔ استاش را در گوش میانی تحت تأثیر قرار نمیدهند، بنابراین نمیتوانند به انتشار گاز گوش میانی در هنگام صعود کمک کنند.

به‌علاوه داروی ضد احتقان ممکن است با وجود باروتروموای خفیف نزول، غواصی را امکان‌پذیر سازد، اما میتوان آن را در طول مدت غواصی از بین بُرد، در نتیجه انتهای لوله استاش حلق گرفتگی پیدا میکند و مانع خروج گاز از گوش میانی می‌شود.

چون این داروها، علائم و حالتهای بیماری را پنهان میکنند، در صورت مصرف آنها باید از غواصی جلوگیری شود، در صورت مصرف این داروها، به غواصان توصیه می‌شود که بهتر است از غواصی اجتناب کنند تا اینکه بخواهند به آن ادامه دهند.

باروتروما گوش میانی هنگام صعود MIDDLE EAR BAROTRAUMA OF ASCENT

سرگیجهٔ ، فشار معکوس Alternobaric (ALTERNOBARIC VERTIGO, REVERSE SQUEEZE)

این وضعیت به خودی خود نسبتاً نادر است، لیکن اغلب حاصل عارضهٔ باروتروموای گوش میانی ناشی از نزول غواصی و یا استفاده از داروهای ضد احتقان بینی میباشد. در طی صعود، هوا در فضای گوش میانی انبساط مییابد، و باید آزاد شود. به طور عادی هوا از پایین لوله استاش رها شده و به حلق وارد می‌شود بدون اینکه هیچگونه تلاش آگاهانه‌ای توسط غواص صورت گیرد. اگر بسیار هوشیار باشد ممکن است رهایی هوای گوش خود را احساس کرده و یا آن را بشنود.

گاهی اوقات، لولهٔ استاش ممکن است جریان هوا را با انبساط هوای بعدی مسدود سازد و در هنگام صعود احساس فشار در حفرهٔ گوش میانی را افزایش دهد. این فرایند موجب ورم پرده صماخ می‌شود و ممکن است آن را پاره کند. همچنین، ممکن است به گوش داخلی صدمه وارد سازد که منجر به از دست دادن شنوایی می‌شود. همچنین افزایش فشار در گوش میانی ممکن است باعث تحریک ارگان تعادل نزدیک به آن شود و سرگیجه و نشانه‌های مرتبط با آن را ایجاد کند.

ویژگیهای بالینی Clinical Features

همانطور که غواص صعود میکند، گاهی افزایش فشار و درد در گوش آسیب دیده احساس می‌شود. غالباً با سرگیجه و تهوع و استفراغ همراه است. غواص ممکن است پس از رسیدن به سطح، پُری یا کندی را در گوش خود احساس کند. وزوز گوش یا کاهش شنوایی آسیب جدی را نشان دهد (باروتروموای گوش میانی)

سرگیجه ممکن است تنها در عمق یک متری و یا پس از صعود ظاهر شود. بسیاری از این علائم میتوانند خطرناک باشند، و از صعود غواص جلوگیری کند.

کمکهای اولیه **First Aid**

اگر غواص با درد گوش یا سرگیجه در هنگام صعود مواجه شود، او باید کمی نزول کند تا عدم تعادل فشار را به حداقل برساند، و تلاش کند تا لولهٔ استاش را با نگه داشتن بینی و بلع باز نگه دارد، (Toynbee، یا مانور تساوی دیگر). در صورت موفقیت، این تکنیک، گوش میانی را با باز کردن لولهٔ استاش تا گلو یکسان سازی میکند و تورم در گوش میانی شخص مبتلا شده را تسکین میبخشد.

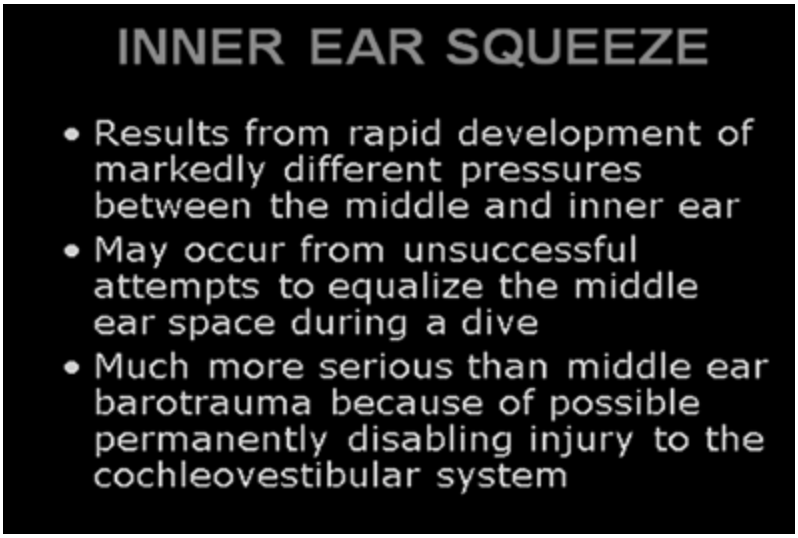
گوش خارجی با فشار در Tragus مسدود می‌شود (چین و چروک غضروف در جلو کانال گوش) و به طور ناگهانی به مایع داخل گوش فشار وارد می آورد، و گاهی اوقات، ممکن است به اجبار باعث باز شدن لوله استاش شود. اگر غواص با این مشکل مواجه شد، باید سعی کند هر یک از روشهای یکسان سازی را که قبلاً شرح داده شده است، را امتحان کرده و برای یک صعود تدریجی تلاش کند.

درمان **Treatment**

موارد ساده به سرعت حل و فصل می‌شود، اما پارگی پردهٔ صماخ یا آسیب گوش داخلی ممکن است به مراقبت تخصصی نیاز داشته باشد. برای تشخیص بیماری و مشاوره، همهٔ موارد مذکور به ارزیابی پزشک متخصص غواصی نیاز دارد. در صورت مشاهده عارضه باید از غواصی اجتناب شود.

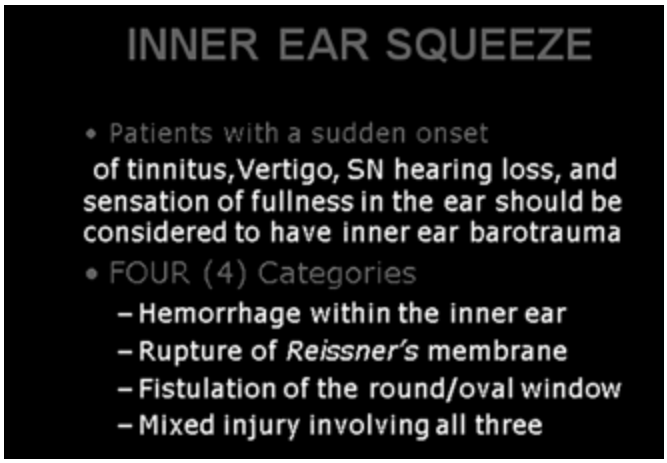
باروترمای گوش داخلی **INNER EAR BAROTRAUMA**

پیامد جدی باروتروما گوش، (شنوایی و تعادل اندام) آسیب گوش داخلی است. گوش داخلی به روشهای مختلف آسیب میبیند.



فیستول دریچهٔ گرد یا «نشت» "Round window fistula or (leak)

اگر غواص موفق نشود تا به اندازهٔ کافی گوش میانی رایکسان سازی کند، فشار آب، پردهٔ صماخ را متورم میسازد. از آنجا که پردهٔ گوش توسط زنجیرهٔ استخوانی به پنجرهٔ بیضی متصل میباشد، این پنجره به سمت داخل کشیده می‌شود و اطراف پنجره به سمت بیرون برآمده می‌کرد. اگر این حرکات بیش از حد باشد، انتهای کوچک استخوان از طریق پنجرهٔ بیضی تحت فشار قرار میگیرد و یا معمولاً دور پنجره ممکن است پاره شود. پس از صدمات وارده به گوش داخلی، دریچه ممکن است سوراخ شده و مایع درون گوش داخلی[۱] به گوش خارجی نشت کند.



فیستول دریچه گرد نیز ممکن است با مانور یکسان سازی قدرتمند گوش میانی در ارتباط باشد. افزایش فشار داخل عروقی سر با این مانور ارتباط دارد و ممکن است به مایع حلزون گوش منتقل شود، و باعث تورم و سپس پارگی دریچهٔ گرد، گردد.

به طور متناوب، جابه‌جایی ناگهانی پردهٔ گوش بعد از مانورهای یکسان سازی ، یک موج فشار را در مایع گوش داخلی ایجاد میکند که باعث پارگی دریچه گرد می‌شود.

نشت مایع، برای عملکرد صحیح حلزون بسیار مهم است و فقدان آن منجر به آسیب اندام شنوایی می‌شود. اگر فقدان مایع با جراحی پنجرهٔ گرد برطرف نشود، از دست دادن شدید و دائمی شنوایی را به همراه خواهد داشت. این مایع نیز اندام تعادلی را شستشو می‌دهد و همچنین آسیب به این اندام سرگیجه[۲] تهوع و استفراغ را به همراه دارد.

---

۱ Perilymph

۲ vertigo

آسیب شناسی های دیگر Other pathology

فقدان شنوای یا اختلال تعادل، بدون ارتباط با فیستول دریچهٔ گرد، با صدمهٔ مستقیم حلزون گوش و باروتروما گوش درونی ایجاد می‌شود. علت آن ممکن است خونریزی[1]، پارگی پردهٔ گوش داخلی، و یا ورود هوا به گوش داخلی باشد (از اطراف پنجره وارد می‌شود).

فقدان شنوایی ممکن است موقتی یا دائمی باشد و به شدت آسیب و مدیریت آن بستگی داشته باشد.

ویژگیهای بالینی Clinical Features

ویژگیهای اصلی باروتروما گوش داخلی عبارتند از:

- افراد مبتلا به وزوز گوش (زنگ یا وزوز سروصدا در گوش)

tinnitus (ringing or buzzing noises in the ears)

- از دست دادن شنوایی hearing loss
- سرگیجه (احساس کشیده شدن، چرخش، تکان دادن و یاعدم تعادل)

vertigo (a feeling of being pulled, rotation, rocking or unsteadiness)

- تهوع یا استفراغ nausea or vomiting
- به ندرت، (شنوایی دردناک) rarely, dysacusis (painful hearing)

یک یا چند علائم باید موجود باشد تا بیماری تشخیص داده شود. مایع ممکن است در گوش میانی دیده شود.

Tinnitus (وزوز گوش) زنگ، وزوز یا صدای موسیقی در گوش ممکن است وجود داشته باشد، و به دلیل آسیب یا تحریک سلولهای عصبی حلزون گوش، معمولاً زیاد رخ می دهد.

افت شنوایی به خاطر آسیب حلزون است. افت شنوایی ممکن است بهبود یابد یا در همان وضعیت بماند و یا وخیم‌تر شود. این نوعِ اُفت شنوایی (عصبی- حسی) به‌علت باروترومای گوش داخلی است (رسانا) و میتوان آنرا با سنجش شنوایی تشخیص داد.

سرگیجه، احساس چرخش یا کشیدگی به خاطر آسیب به اندام تعادلی است.

درمان Treatment

غواصی که با هر یک از این علائم روبه‌رو است، باید بیدرنگ توسط پزشک غواصی معاینه شود. در این فاصله، او باید از هرگونه فشار، یکسان سازی‌گوش میانی، قرار گرفتن در معرض ارتفاع یا غواصی، عطسه یا تنفس بینی اجتناب کند.

پزشک، گوش غواص را بررسی خواهد کرد و مجموعه‌هایی از آزمایشات شنوایی سنجی را برای شناسایی نقص شنوایی انجام خواهد داد. این علائم ممکن است در غواص پنهان بماند.

---

۱ bleeding

آزمون عملکرد اندام تعادلی[۱] ($ENG_ç$)[۲] بسیار ضروری میباشد. آسپرین، اسید نیکوتین (ویتامینها)، سایر داروهای گشادکنندهٔ رگها یا داروی ضد انعقاد نباید مصرف شوند.

در غواصی بعدی، پزشک متخصص باید به این مسئله توجه داشته باشد که اگر غواص دائماً دچار فقدان شنوایی، وزوز گوش و یا اختلال تعادل است در نتیجه این احتمال وجود دارد که حادثهٔ مهم باروتروما گوش درونی رخ دهد و اثرات فاجعه‌آمیز دائمی و جبران‌ناپذیری را ایجاد کند.

اگر غواص مجدداً به غواصی بازگردد، باید تکنیکهای صحیح یکسان سازی گوش میانی را آموزش ببیند و این مسئله امری ضروری است.

فیستول دریچه گرد Round window fistula

این بیماری معمولاً با مراقبت ویژه و استراحت مطلق در حالت نشسته برطرف می‌شود. برای اجتناب از امواج فشار در گوش میانی باید از فشار، عطسه، تنفس از راه بینی، فعالیت جنسی، سروصدا و یکسان سازی گوش میانی جلوگیری شود.

فیستول دریچه گرد، اغلب در مدت یک یا دو هفته با رژیم غذایی خودبه‌خود بهبود مییابد اما اگر فقدان شنوایی پیشرفت کند یا با سایر ویژگیها باقی بماند، ممکن است برای اصلاح سوراخ پنجرهٔ گرد (round window fistula) به عمل جراحی متوسل شویم. تنها یکبار فیستول پنجره گرد یا بیضی‌شکل یا حلزون آسیب دیده ترمیم می‌شود، در غیر اینصورت، آیندهٔ غواص در این ورزش غم‌انگیز است.

برای چند ماه از پرواز به طور جدی صرفنظر شود، تا عضو آسیب دیده کاملاً بهبود و یا عضو جراحی شده ترمیم یابد.

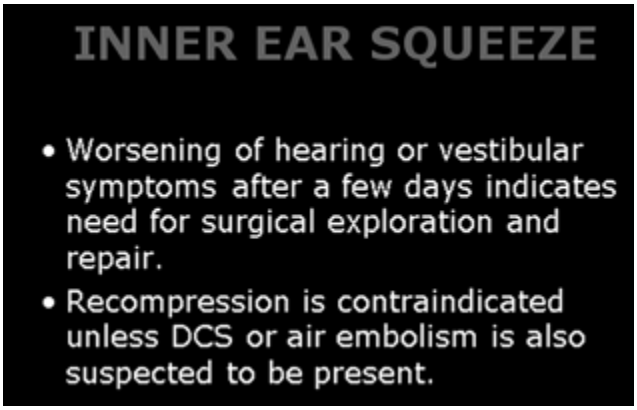
---

۱ Tests of balance organ function

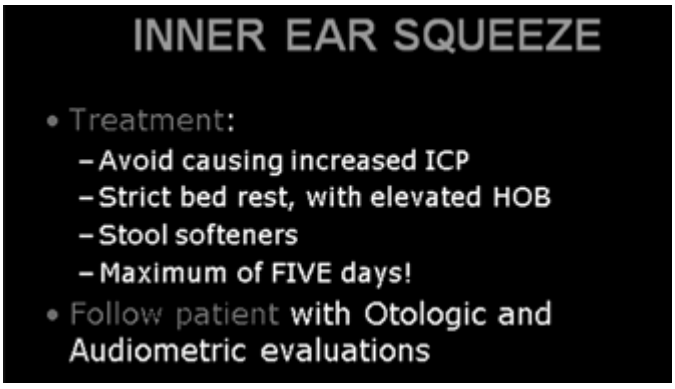
۲ Electronystagmography

آسیب حلزون گوش **Cochlea damage**

در صورت عدم وجود فیستول پنجره گرد، هیچ درمان خاصی برای این نوع آسیب وجود ندارد.



با استراحت در موقعیت سربالا، تکرار audiograms صدای صاف و اجتنا ب از اعمال فشار، یکسان سازی برقرار می‌شود، در صورت مواجه شدن با باروتروما (پرواز یا غواصی)، لازم است وضعیت غواص تثبیت شود.



فصل ده

باروتروما (صدمات در اثر فشار) سینوس

BAROTRAUMA OF THE SINUS

آناتومی سینوس‌ها ANATOMY OF THE SINUSES

سینوسها، حفره پُر از هوا هستند که درون جمجمه سر قرار دارند. به غیر از ایجاد ناراحتی برای غواصان، عملکرد دقیق آنها معلوم نیست.آنها توسط کانال به بینی وصل می‌شوند.

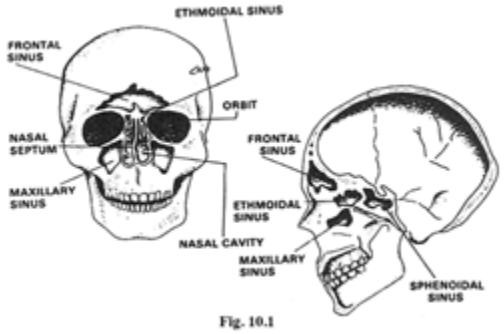
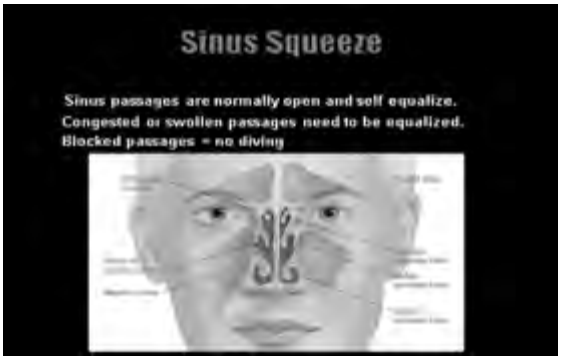


Fig. 10.1



چهار گروه اصلی سینوسها وجود دارند، که به سمت بینی باز می‌شوند:

* سینوسهای فک بالا در استخوانهای گونه (سینوس آرواره‌ای)
* سینوسهای جلویی در جمجمه بالای چشمها
* سینوسهای اتموئید[۱] در استخوان نازکی در قاعدهٔ بینی
* سینوسهای Sphenoidal واقع در درون بخش مرکزی جمجمه

همهٔ سینوسها توسط بافت نرم مخاطیِ ترشح کننده پوشانده می‌شوند، بافتی که با عروق خونیِ بسیار غنی تغذیه می‌شود. هر سینوس توسط روزنهٔ باریک خودش با بینی ارتباط دارد که Ostium نامیده می‌شود، و از این طریق سینوسها دائماً به فضای اتمسفر باز می‌شوند.

سینوس ماستوئید (پستانی) یا آنتریوم[۲] ساختار مشابهی دارند که به حفرهٔ گوش میانی باز می‌شوند. این سینوسها اغلب منعکس کنندهٔ آسیب‌شناسی گوش میانی میباشند.

مکانیزم باروتروموای سینوس THE MECHANISM OF SINUS BAROTRAUMA

همانطور که فشار آب در طول غواصی تغییر میکند، معمولاً سینوس‌ها به طور اتوماتیک‌وار توسطِ عبور آزاد گاز به داخل یا خارج از دهانی‌شان equalise می‌شوند. اگر این دهانه بسته شود، انسداد سینوس میتواند به خاطر احتقان باشد که با آلرژی، مصرف سیگار، عفونت دستگاه تنفسی یا استفاده بیش از حدِ داروهای ضد احتقان موضعی و سایر مواد مخدر تحریک می‌شود. علل دیگر انسداد ostia (دهانه ورودی سینوسها در درون بینی) سینوس، التهاب مزمن سینوس (سینوزیت)، التهاب بینی[۳] (رینیت) ، چین خوردگی لایه بافت (پولیپ) و شاخه‌هایی از مخاط است هنگام صعود، انبساط گاز در سینوس باعث می‌شود که خون و مایع بافت ناشی از باروتروموای «سینوس نزولی» به بینی یا پشت حلق بریزد، در نتیجه همان منطقهٔ آسیب دیدهٔ سینوس دچار خونریزی می‌شود.

همچنین این مسئله ممکن است باعث سوراخ شدن و یا تورم سینوس شود. اگر دهانهٔ سینوس در طی صعود مسدود شود، انبساط گاز در غشای سینوس برخلاف دیوار استخوانی‌اش رخ داده و باعث درد و آسیب این بافت ظریف و حساس می‌شود. این تورم باروتروما سینوس صعودی نامیده می‌شود. باروتروموای سینوس نزولی شایعتر از صعودی است اما آنها اغلب با یکدیگر رخ می دهند.

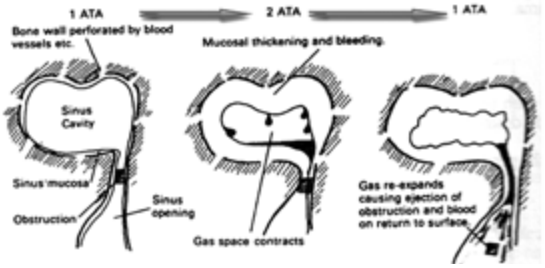
---

۱ Ethmoid

۲ antrum

۳ rhinitis

وقتیکه سینوس مسدود می‌شود، حین نزول، گاز در سینوس فشرده می‌شود (با توجه به قانون Boyles) و باعث باروترومای سینوس می‌گردد. با تورم مخاط سینوس حجم سینوس کاهش یافته، و از مایع بافت یا خون پُر می‌شود که تا حدی باعث پر شدن سینوس می‌گردد.



شکل ۲-۱۰

در صورت انسداد حفرهٔ سینوس روی سطح آب، با نزول به عمق ۱۰ متری و باعث باروترومای سینوسی می گردد که بهبود آن ممکن است چند روز یا چند هفته به‌طول انجامد و برای رشد باکتریهاست و عفونت سینوس را تشدید میسازد.

CLINICAL FEATURES — ویژگیهای بالینی

Sinus Barotrauma of Descent — باروتروماسینوس نزولی

این وضعیت معمولاً در دوران نزول با احساس فشار همراه است و با درد و رنج در ناحیهٔ سینوس آسیب دیده ظاهر می‌شود. این درد معمولاً بیش از اندازه بر روی چشمها (از جلو یا ethmoidal)، استخوان گونه (فک بالا) و یا در عمق جمجمه (اسفنوئید) احساس می‌شود و بستگی دارد که کدام ناحیه از سینوس درگیر این مسئله شده باشد. باروترومای سینوس آروارهای (فک بالا) نیز به صورت درد در دندانهای بالایی ظاهر می‌شود. درد ممکن است حین غواصی باقی بماند، چنانچه خون و ترشح مایعات اختلاف فشار را برابر سازند، و این درد کاهش پیدا می کند و این مسئله ممکن است دوباره تکرار شود در حین غواصی یا پس از آن، مقدار کمی خون از بینی خارج می‌شود که بطور شایعی با باروترومای سینوس همراه است. گاهی اوقات، ممکن است عصب فک بالا درگیر شود و گونه را

بیش از حد بی‌حس کند.

باروتروما سینوس صعود Sinus Barotrauma of Ascent

این بیماری با ناراحتی و درد در ناحیهٔ سینوس حین غواصی و بعد از صعود غواص ظاهر می‌شود. خون سینوس اغلب از طریق بینی خارج شده، یا غواص میتواند آن را تُف کند.

سردرد شدید تداوم مییابد یا ساعتها پس از غواصی ادامه دارد، که این حالت التهاب یا پیشرفت عفونت، بعنوان مثال (سینوزیت) یا آسیب بافت سینوس را نشان می‌دهد. به ندرت، دیوارهای استخوانی سینوس پاره می‌شود اما با انبساط گاز و عبور آن به داخل کاسهٔ چشم (آمفیزم مداری)، حفرهٔ مغز (pneumocephalus) یا مناطق دیگر باروترمای سینوس صعودی رخ داده است که باعث وجود هوا در ساختارهای جمجمه می گردد. بروز شدید هر کدام از این علائم باید به صورت سک اورژانس پزشکی دنبال شود و مورد درمان قرار گیرد.

درمان TREATMENT

موارد مشکوک باروترومای سینوسی همراه با سردرد بعد از غواصی به بررسی پزشکی نیاز دارد، زیرا بیماری کاهش فشار و بسیاری از بیماریهای دیگر نیز میتواند به صورت سردرد ظاهر شود.

معمولاً باروترومای سینوس بدون هیچ درمانی برطرف می‌شود. اگر داروهای ضد احتقان خوراکی یا موضعی بینی استفاده شود. خونریزی قابل توجهی درون سینوسها به سرعت رُخ می‌دهد. تشخیص این بیماری ممکن است از طریق اشعه x ، سیتیاسکن یا ترجیحاً ام‌آرآی سینوسها تأیید شود. اینکار باید به سرعت پس از غواصی انجام شود، که احتمالاً برای اثبات پاتولوژی (آسیب شناسی) ضروری است.

شکل ۳-۱۰

اشعه x سینوس، سطح مایع[1] این عکس سینوس سمت راست فک بالا را پس از باروترومای نزول نشان می‌دهد. حفرهٔ چپ سینوس شفاف است و تنها با هوا پُر شده است (سیاه)

افزایش درد در سینوزیت، با تب یا ضعف بعد از غواصی ظاهر می‌شود و عفونت را نشان می‌دهد که با داروهای ضد احتقان و آنتی‌بیوتیک‌ها درمان می‌شود.

۱ Air-fluid level

تا زمانیکه بیماری رفع شود غواصی و پرواز باید به حالت تعلیق درآید و معمولاً ۲ الی ۱۰ روز به طول میانجامد.

پیشگیری PREVENTION

فعالیت و تعادل مکرر گوش میانی، با استفاده از تکنیکهای فشار مثبت مانند Valsalva انجام می‌شود، این مانور به راندن هوا به داخل سینوسها در طول نزول کمک و از باروترومای نزول جلوگیری میکند.

یکسان سازی پیش از غواصی یک تکنیک قابل اجرا و خوبی است. در صورتیکه غواص دچار هرگونه عفونت دستگاه تنفس فوقانی شود، باید از غواصی اجتناب کند تا خطر باروتروما و عوارض عفونت را کاهش دهد.

سیگار کشیدن و آلرژی گرفتگی بینی (تب یونجه)[1] با انسداد سینوس همراه است و خطر ابتلا به باروترومای سینوس را افزایش می‌دهد. انحراف تیغهٔ بینی نیز ممکن است به پیشرفت بیماری باروترومای سینوس کمک کند و اگر چنین باشد میتوان آن را با عمل جراحی اصلاح کرد.

همهٔ بیماران مبتلا به سینوزیت مزمن باید از غواصی اجتناب کنند. اگر ostia باز باشد و پولیپ یا مانع دیگری وجود نداشته باشد، سینوسها ممکن است هوا را به خوبی مبادله کنند و آن را به داخل و خارج سینوسها «شستشو» انتقال دهند، درنتیجه غواص میتواند نزول یا صعود کند.

این روش درمانی به غواصان آزاد مربوط است. داروهای ضد احتقان بینی در مدت زمان غواصی استفاده می‌شوند و منجر به کاهش تراکم ostia سینوس (حداقل در پایه های بینی) می‌شوند، اما ممکن است از باروترومای سینوس ناشی از صعود جلوگیری نکنند. به همین دلیل باید از آنها اجتناب شود.

اصولاً غواص با داشتن عفونت راههای تنفسی نباید غواصی کند. (باروترومای سینوس صعود)

تکرار باروترومای جزئی سینوس میتواند حاصل پیشروی اثر زخم ostia باشد، و باعث انسداد و باروترومای مقاوم سینوس شود.

بنابراین غواص باید یکی از دو مورد را انتخاب کند، یا اینکه از غواصی دست بکشد و یا مشکل خود را با جراحی آندوسکوپی حل کند.

شکل ۴.۱۰

۱ hay fever

فصل یازده

باروتروما(صدمات در اثر فشار) ریوی

PULMONARY BAROTRAUMA

باروترومای ریوی LUNG BAROTRAUMA

باروترومای ریوی، آسیب ریه است که از تغییرات فشار (طبق قوانین Boyles را) ایجاد می‌شود. باروترومای ریوی میتواند در اثر صعود یا نزول رخ دهد. باروترومای صعود به غواصی scuba و باروترومای نزول به غواصی آزاد (نگهداشتن تنفس) مربوط است.

باروترومای ریوی صعود PULMONARY BAROTRAUMA OF ASCENT

«Burst ریه» ترکیدن ریه ("BURST LUNG")

ترکیدن ریه دومین علت شایع غرق‌شدگی است درنتیجه عامل مرگ‌ومیر غواصان جوان تفریحی Scuba به شمار میرود.

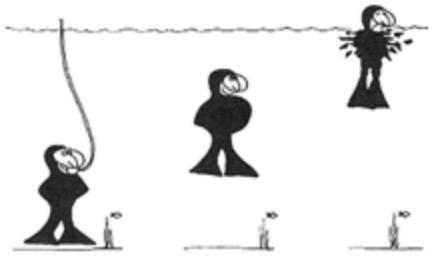
به طور نرمال ریه‌های مرد غواص ۶ لیتر هوا را درون خود جای می‌دهد. هوا در آلوئولها و راههای هوایی موجود میباشد. اگر غواص تنفس کاملی را در عمق ۲۰ متری (۶۶ فوت) بگیرد و سپس به سطح بازگردد، حجم ۶ لیتری به ۱۸ لیتر گسترش مییابد، چرا که فشار در عمق ۲۰ متری برابر با ATA۳ و در سطح برابر با ATA۱ میباشد.

در این وضعیت، برای جلوگیری از انبساط بیش از حد ریه‌ها، غواص باید ۱۲ لیتر از هوا را (با اندازه‌گیری در سطح) قبل یا در حین صعود خارج سازد. اگر او این هوا را خارج نسازد، انبساط گاز ریه‌های او را مانند بالون متورم میسازد (درصورتیکه آنها بیش از ۱۰ ٪ متورم شوند) احتمال پارگی ریه های طبیعی نیز امکان دارد.

هنگامیکه غواص به سطح نزدیک می‌شود، این انبساط ۱۰ درصدی میتواند با فشار بیش از حد ۸۰ میلی‌متر جیوه ایجاد شود که با اختلاف فشار بین عمق ۱ متری (کمتر از ۴ فوت) در سطح معادل است، و باروترومای ریوی را ایجاد میکند و این حادثه حتی ممکن است برای غواص scuba در استخر شنا نیز رخ دهد.

غواصان حتی در استخرهای کم عمق نیز باروترومای ریوی رخ می دهد و می تواند باعث مرگ غواص گردد. مثل

همهٔ باروتروماهای دیگر، این بیماری بیشتر در عمقهای سطحی ایجاد می‌شود تا عمقهای زیاد. با نزدیک شدن به سطح و دگرگونی عمق، حجم گاز تغییر بیشتری مییابد.



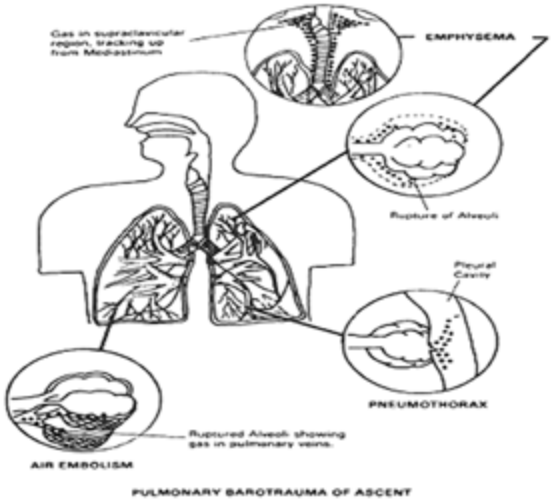
شکل ۱۱.۱

ویژگیهای بالینی باروترومای ریوی Clinical Features of Pulmonary Barotrauma

اگر پارگی ریه به علت انبساط بیش از حد حجم باشد، هر یک از چهار پیامد زیر یا همهٔ موارد رخ می‌دهد:

آسیب بافت ریه	Lung tissue damage
آمفیزم (گاز در بافتها)	Emphysema (gas in the tissue)
پنوموتوراکس (گاز در حفره قفسه سینه)	Pneumothorax (gas in the chest cavity)
آمبولی هوا (حبابهای گاز در خون)	Air embolism (gas bubbles in the blood)

باروترومای ریوی حاصل از صعود Pulmonary Barotrauma of Ascent



شکل ۱۱.۲

علائم بالینی گوناگون، پارگی ریه ناشی از صعود

The various clinical manifestations of a ruptured lung on ascent

آسیب بافت ریه

Lung Tissue Injury

اگر ریه‌ها بیش از حد متورم شوند، قسمت عمدهٔ بافت ریه آسیب میبیند و ساختار ریه به کل تخریب می‌شود. خونریزی، کبودی و تخریب کلی ریه‌ها باعث مشکلات تنفسی شدید می‌شود.

ویژگیهای بالینی

Clinical features

تنگی نفس، درد هنگام تنفس، سرفه، سرفه خونی و شوک جزء علائم اصلی میباشند. این علائم به سرعت باعث مرگ غواص می‌شوند.

درمان

Treatment

غواص باید مورد معاینه قرار گیرد و به محض بروز علائم باروترومای ریوی درمان شود. صرفاً بافت ریه آسیب میبیند و جدای از اقدامات اصلی احیا، کمکهای اولیهٔ خاصی را نمیتوان انجام داد. (به فصل ۴۰ و ۴۲ نگاه کنید). بیمار باید اکسیژن دریافت کند و بلافاصله به بیمارستان منتقل شود.

آمفیزم جراحی

Surgical Emphysema

پاره شدن alveoli باعث می‌شود تا گاز رها شود به بافتهای ریه برسد. هوا در امتداد بافت ریه به طرف تیغهٔ میانی قفسه سینه[۱] در خط میانی هدایت می‌شود. از اینجا هوا به گردن انتقال مییابد یا در موارد حاد در اطراف کیسه قلب (کیسه پریکاردیال) و یا حتی حفرهٔ شکمی دنبال می‌شود.

اگر غواص عملیات غواصی عمیق و طولانی را انجام دهد، و هنوز هم بار نیتروژنی در بافتهایش موجود باشد، نیتروژن در فضای هوا منتشر شده و چند ساعت بعد پخش می‌شود و با علائم زیادی بروز میکند.

۱- Mediastinum

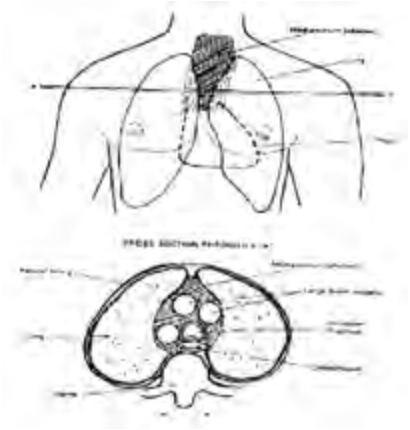
وجود هوا در بافتها باعث فشار و آسیب جدی، رگهای خونی، اعصاب، حنجره، یا مری می‌شود. در موارد شدید، هوا در قلب فشرده می‌شود و باعث عملکرد بدِ قلب می‌شود، در اینصورت، قلب نمیتواند به کار خود ادامه دهد.

ویژگیهای بالینی Clinical features

در صورتیکه هوا از طریق بافتها به آرامی انتقال یابد، زمان زیادی صرف می‌شود تا علائم ظاهر شود. هوا ممکن است در تیغه میانی و اطراف قلب باعث درد قفسه سینه و تنگی نفس شود. هوا در گلو باعث تغییرات صدا، (صدایی که آهنگ «tinny» یا «brassy» را ایجاد میکند) تنگی نفس و/ یا مشکلات بلع می‌شود.

حس ترق و تروق[۱] در زیر پوست اطراف گردن و به خصوص درست بالای تیغه های استخوانی (فضای فوق ترقوه) احساس می‌شود.

هوا مثل «حبابهای برنج در زیر پوست» یا «کاغذ سلوفان»، با فشار زیر دست احساس می‌شود. غواص ممکن است از احساس پُری در گلو شکایت کند.



شکل۱۱.۳

برش طولی، عرضی (تیغهٔ میانی وسط سینه)[۲] را در شکل مشاهده می کند تیغه در عمق قفسهٔ سینه میان ریه و بالای قلب قرار دارد و محل ارتباط آن را با بافتهای گردن میتوان دید.

درمان Treatment غواص

باید مورد معاینه قرار گیرد و به محض بروز علائم باروتروموای ریوی درمان شود. آمفیزم ریوی فقط به اکسیژن درمانی صد در صد پاسخ می‌دهد. جراحی یک شیب نفوذی را برای نیتروژن به وجود میآورد که در این صورت حبابهای هوا را حذف میکند.

---

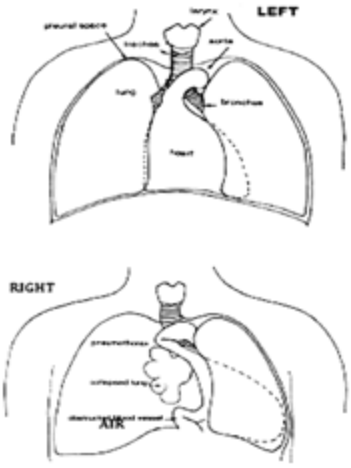
۱ crackling

۲ mediastinum

اگر درمان صورت نگیرد، بیماری به کُندی برطرف خواهد شد، اما بهبودی و درمان آن ممکن است روزهای زیادی به تأخیر افتد. جراحی آمفیزم را درمان می کند و مانع بشریت آن می گردد و اتاق فشار گذاری باعث کوچک شدن حبابها می گردد. اگر هوا تنفس شود، نیتروژن بیشتری در بافتها منتشر می‌شود، و آمفیزم جراحی حتی بدتر از زمانی است که غواص decompressed می‌شود.

پنوموتروراکس [۱]Pneumothorax

اگر ریه از سطح خارجی‌اش پاره شود، هوا به فضای [۲]Pleural (پردهٔ جنب بین ریه و دیوارهٔ قفسهٔ سینه) میرسد. خاصیت ارتجاعی ریه باعث می‌شود که مثل بالون ترکیده فرو ریزد و بافت ریه درون حفرهٔ قفسه سینه با کیسهٔ هوایی جایگزین شود.



شکل۱۱,۴

تصویر بالا قفسه سینهٔ طبیعی (همانطور که در اشعه ایکس دیده می‌شود) است و در زیر پنوموتروراکس ، با مچاله شدن ریه راست مشاهده می‌شود. هنگامیکه کیسهٔ هوایی در سمت راست با صعود بیشتر منبسط شود، قلب و سازه‌های خط میانی را به سمتِ چپ قفسهٔ سینه هل می‌دهد.

گاهی اوقات، یک سوپاپ مفید باعث می‌شود که هوا از راههای هوایی به قفسه سینه عبور کند اما از بازگشت آن جلوگیری میکند. چون هوا بیشتر و بیشتر جمع می‌شود، فشار در حفرهٔ قفسهٔ سینه بالا میرود و به جلوی قفسه سینه (از جمله قلب و ریه‌ها) در جهت مخالف فشار وارد میکند. به این عمل پنوموتروراکس[۳] فشاری گویند و اثر آن بر روی عملکرد قلب فاجعه‌آمیز است، اگر هوا آزاد نشود به سرعت فرد را میکشد.

۱- Pneumothorax = وجود هوای یا گاز در فضای پلور که میتواند به صورت خودبه‌خود (Spontaneous P.) و یا ناشی از تروما یا روند پاتولوژیک بوده و یا عمداً ایجاد شده باشد. (atypical P.)

۲- پردهٔ جنب = Pleural space غشای سروزی در ریه (risceral P.) و پوشانندهٔ جدارهای داخلی قفسه سینه (Parietal P.) این دو لایه یک فضای مجازی بین خود دارد که حفرهٔ پلور نامیده می‌شود. دو پلور راست و چپ کاملاً از یکدیگر مجزا هستند.

۳ Tension preumothorox

اگر پارگی ریه ر عمق رخ دهد، حین صعود هوا در حفرهٔ قفسهٔ سینه گسترش مییابد (قانون بویل) و باعث پنوموتروراکس فشاری می‌شود.
خونریزی ممکن است در پنوموتروراکس رخ دهد و به haemo-Pneumothorax مُنجر شود.

ویژگیهای بالینی Clinical features

پنوموتروراکس معمولاً با درد قفسهٔ سینه همراه است و اغلب با تنفس وخیم‌تر شده، باعث تنگی نفس می‌شود. تنفس سریع شده و ضربان قلب را افزایش می‌دهد. هنگامیکه دیافراگم به سمت روبه‌رو تحت فشار قرار گیرد، با پنوموتروراکس تنشی روبه‌رو می‌شود و نای با خارج شدن از جای خود احساس می‌شود. تنفس بیمار به طور فزاینده‌ای کوتاه می‌شود و بیمار دچار «سیانوز»[1] و شوک می‌شود.
هنگامیکه فشار خون افت میکند نبض به سختی احساس می‌شود. در موارد حاد ترکیدن ریه، پس از رسیدن غواص به سطح علائم پنوموتروراکس ظاهر می‌شود، اما در موارد خفیف‌تر، علائم پنوموتروراکس ممکن است برای ساعتها به تأخیر افتد. علائم با سرفه همراه است یا در هنگام قرار گرفتن در ارتفاع ظاهر می‌شود بعنوان مثال (دامنهٔ کوه، سفر در هواپیما، غواصی بیشتر)

شکل ۱۱.۵

تصویر اشعه ایکس از قفسه سینهٔ غواص پس از درد و ناراحتی ناشی از باروترومای ریوی صعود (در ریه راست پنوموتروراکس سمت راست.)
حفرهٔ قفسهٔ سینهٔ سمت راست «سیاه» به نظر میرسد زیرا با هوا پُر شده است و فروریختگی ریه (سفید) در نزدیک خط میانی مبهم دیده می‌شود.

درمان Treatment

پنوموتروراکس به فوریت پزشکی نیاز دارد. وسعت و پارگی ریه، به تشخیص بالینی نیاز دارد و با اشعه X قفسه سینه نشان داده می‌شود. در پنوموتروراکس شدید، با قرار دادن لوله داخل حریم هوایی جنب (Pleural) و اتصال آن به دریچهٔ یک طرفه مانند شیر Heimlich یا لولهٔ مخصوص تخلیه ترشحات زخم در زیر آب درمان می‌شود. این فرایند

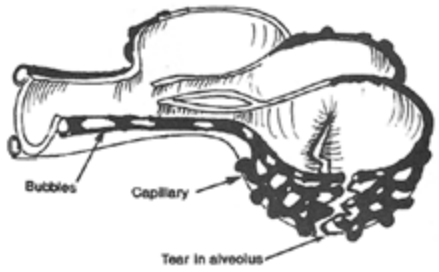
۱- cyanotic

باعث می‌شود هوا از پنوموتوروراکس خارج شود اما مانع بازگشت آن است. قرار دادن لوله‌ها در قفسهٔ سینه معمولاً فراتر از توانایی پرسنل ناکارآزموده است چون ساختارهای مهمی مثل قلب وجود دارد که در عمل آسیب میبینند. معمولاً پس از چند ساعت یا چند روز، پارگی ریه بهبود مییابد و ریه مجدداً متورم می‌شود. پنوموتوروراکس خفیف (کمتر از ۲۵ درصد پارگی ریه) با تنفس اکسیژن ۱۰۰درصد درمان می‌شود.

(تنش پنوموتوراکس[۱]) یک مورد اورژانس پزشکی است. فشار در پنوموتوروراکس باید با قرار دادن یک سوزن و یا لوله از طریق دیوارهٔ قفسهٔ سینه به پنوموتوروراکس برطرف شود. اگر غواص از وجود پنوموتوروراکس آگاه شود، او میتواند پزشک معالجش را در جریان این علائم قرار دهد تا پزشک متخصص او را درمان کند، درصورتیکه علائم بیماری در فرد ظاهر شود. پزشک ممکن است با قرار دادن یک سوزن درون فضای بین دنده‌ای «خط میانی استخوان ترقوه»، و یا فضای بین دنده‌ای ۶ و ۵ واقع در خط میانی زیر بغل هوا را آزاد سازد. هر دو مورد دارای عوارض نهفته هستند.

آمبولی هوا Air Embolism

هنگامیکه پارگی ریه اتفاق می‌افتد، پارگی در دیواره‌های alveoli (و مویرگهای آن) باعث می‌شود که هوا وارد گردش خون شود. هوای فشرده به سمت چپ قلب هدایت می‌شود که از آنجا به کل بدن وارد می‌شود، و از طریق گردش خون شریانی پمپ می‌شود.



شکل ۶.۱۱

نمودار alveolus پاره شده و عروق مویرگی باروترومای ریوی حاصل از صعود.

حبابهای هوا (آمبولی) وارد سیاهرگها «وریدها» می‌شود و از طریق خون به دهلیز چپ قلب باز می‌گردند.

حبابهای هوا رگهای خونی را در اندامهای حیاتی مانند قلب و مغز مسدود ساخته و به این اندامها آسیب میرساند و به اختلال عملکرد این اندامها، از کارافتادگی جدی و یا مرگ منجر می‌شود.

ویژگیهای بالینی Clinical features

ظهور علائم ناگهانی، معمولاً بلافاصله یا در عرض ۱۰ دقیقه پس از رسیدن غواص به سطح صورت می‌گیرد. حبابهای هوا در مغز ساکن می‌شوند و ممکن است باعث از دست رفتن هوشیاری، تعادل و یا گیجی شوند و الگوی

۱- Tension Pneumothorax

علائم شبیه به یک «سکته مغزی» است. به این عمل، آمبولی گاز شریانی مغزی یا CAGE[1] گویند.
غالباً علائمی در بخشهایی زیر مشاهده می‌شود.
اختلالات حسی مانند بی‌حسی یا سوزن سوزن شدن

disturbances of sensation such as numbness or tingling

اختلالات حرکت از جمله فلج یا ضعف

disturbances of movement including paralysis or weakness

اختلالات بینایی

disturbances of vision

اختلالات گفتاری

disturbances of speech

اختلال در تعادل یا هماهنگی

disturbances of balance or co-ordination

اختلال در عملکرد فکری

disturbances of intellectual function

محل سکونت حبابهای هوا در عروق کرونر است که با خون به قلب میرسد، و علائم آن شبیه به علائم حملهٔ قلبی است، این علائم شامل درد قفسه سینه، تنگی نفس و تپش قلب میباشد.
قرار گرفتن حبابهای هوا در گردش خون باعث سفید شدن پوست یا رنگ متمایل به ارغوانی[2] می‌شود.
اگر یک غواص، بعد از غواصی در عمق به سطح آب برسد و اختلالات عملکرد مغزی در او ایجاد شود، احتمال دارد که او دچار افزایش فشار مغز شده باشد.
نباید بلافاصله بین آمبولی هوا و بیماری فشار مغزی تمایز قائل شویم، در حال حاضر، هر دو مورد، بیماری رفع فشار حاد نام گرفته است.
خوشبختانه درمان اولیه برای هر دو مورد مشابه است.

درمان Treatment

آمبولی هوا باعث انسداد رگهای اصلی خون می‌شود، انسداد توسط حبابهای هوا صورت میگیرد و آمبولی خطر هیپوکسی را ایجاد میکند. درمان Recompression در یک محفظه اندازهٔ حبابها را کاهش می‌دهد و این امر باعث می‌شود تا آنها درون مویرگهای کوچکتر جریان پیدا کنند.
در نهایت، حبابها به سیستم وریدی منتقل می‌شوند، و در ریه به دام می‌اُفتند و چنانچه نیتروژن خون حذف شود حذف حبابها نیز صورت میگیرد. (اگر نیتروژن حذب شود حبابها نیز حذف می‌شوند)
غواصانی که پس از صعود آزاد یا در آموزش فرار از زیردریایی دچار آمبولی هوا می‌شوند، در همان نزدیکی یک اتاق recompression در دسترس میباشد، و بلافاصله آنها recompressed می‌شوند تا حبابهای هوا از اندازهٔ اصلی

۱ cerebral arterial gas embolisem
۲ marbling

خود کوچکتر شوند و به همین خاطر آسیب مغزی کاهش مییابد. عمق انتخاب شده به شدت بیماری بستگی دارد. اکسیژن فشار بالا برای کاهش حباب تجویز می‌شود. در غیر اینصورت فرد را باید بلافاصله به اتاق recompression منتقل کرد.

برخی اختلاف نظرها در مورد بهترین راه برای وضعیت بیمار وجود دارد. باید از غواصانی استفاده شود که تعلیم دیده باشند و بتوانند بیمار را در ۳۰ درجه پایین‌تر از افق خودش قرار دهند تا روند افزایش حبابها را دور از مغز نگه دارند. این عمل باعث مشکلاتی در روند احیا و حمل و نقل می‌شود، با این حال، افزایش فشار وریدی در سَر، (التهاب مغز[۱]) را بدتر میکند که با صدمهٔ بدنی همراه است. این روش دیگر توصیه نمیشود.

یک راه معقولانه این است که بیمار به صورت افقی، به پهلو خوابانده شود بدون اینکه زیر سر او بالش قرار گیرد (از لحاظ تئوری سمت چپ بهتر است اما خیلی مهم نیست).

در این روش، سر کمی پایین‌تر از قلب نگه داشته می‌شود. بیمار احتمالاً بیهوش یا خواب‌آلود است و این موقعیت، برای باز شدنِ راه هوایی او نیز عملی است. غالباً بیهوشی را موقعیت (کما[۲]) گویند. بیمار اجازهٔ نشستن و ایستادن را ندارد. برخی از گزارشات حاکی از وخیم شدن وضعیت غواص است که پس از نشستن او گاهی بعد از وقوع باروتروما رخ می‌دهد.

وضعیت وخیم او ممکن است به دلیل افزایش حبابهای درون مغز باشد. بیمار باید اکسیژن ۱۰۰درصد را تنفس بکند. پس از یک ساعت تنفس ۱۰۰٪ اکسیژن، موقعیت او تثبیت می‌شود و در یک وضعیت بهتری قرار میگیرد. اگر بیمار بیهوش است قبل از هر چیز، سه اقدام زیر باید صورت گیرد، باز کردن راه هوایی، تنفس و گردش خون (اقدامات احیا پایه ای A-B-C گویند).

اگر عوارض بیماری ظاهر شود عوارض دیگر ترکیدگی ریه، مانند Peneumothorax و یا آمفیزم، باید بلافاصله بررسی و درمان شود. درمان قطعیِ معالجهٔ recompression در اتاق مجهز به خوبی صورت میگیرد. انتقال فوری بیمار امری ضروری است تا صدمات مغزی یا صدمات وارده به دیگر اندامها به حداقل برسد. متأسفانه، حتی در بهترین امکانات، بهبود کامل همیشه امکان‌پذیر نیست.

عوامل مستعدکننده (پارگی ریه) Predisposing Factors

حبس نفس Breath-holding

این ممکن است به دلیل عدم آگاهی صحیح وحشت، نادانی، فراموشی و یا اسپاسم حنجره بعد از استنشاق آب باشد. (یک غواص ممکن است به این نکات توجه نداشته باشد). اولین قانون این است که هر غواص مشتاق Scuba باید یاد بگیرد که هوا را در طول صعود خارج سازد (حبابهای ضربه‌ای). در حین صعود حبس نفس میتواند به انبساط بیش از حد ریه‌ها و پارگی آنها منجر شود.

---

۱ Oedeam مغزی

۲ Coma Position

به دام افتادن هوا Air trapping

هر چیزی که مانع خروج همهٔ بخشهای هوای ریه یا قسمتی از آن شود به راحتی میتواند به باروتروما ریوی منجر شود. عوامل متعددی وجود دارند که به دام افتادن هوا کمک میکنند. انسداد برونش[۱] مکرراً به شکل آسم، برونشیت حاد و مزمن، عفونت دستگاه تنفسی پدیدار می‌شود. این انسداد ممکن است هوا را به ریه وارد سازد و از خروج آن جلوگیری کند، مثل شیر توپی عمل می‌کند.

بیماریهای دیگری که میتواند باعث این مسئله شود شامل موارد زیر است: سل (T.B)، تومورهای ریه، غدد Calcified، کیست در ریه یا آمفیزم. سیگار کشیدن زیاد ممکن است موجب انسداد plug مخاط شود.

اختلالات انطباق ریه Disorders of lung compliance

تطابق ریه، اندازهگیری توانایی کشش ریه است. در تحقیقات باروترومای ریوی غواصان نیروی دریایی مورد بررسی قرار گرفت. این مقاله راجع به افرادی بود که به درستی در حین صعود، عمل بازدم را انجام داده و قبلاً از لحاظ سلامت پزشکی تأئید شده بودند. مطالعات مربوط به تطابق ریه این غواصان نشان داد که ریه‌هایشان از حالت طبیعی خارج شده است «Stiff»، زمانیکه ریه‌هایشان بیش از حد منبسط شود، بنابراین آنها بیشتر در معرض ابتلا به پارگی ریه قرار میگیرند.

زخم یا التهاب ریه غواصان، ممکن است کاهش موضعی انطباق ریه را به دنبال داشته باشد که این امر شاید باعث کم شدن نیروها و پارگی در این ناحیه شود.

Fibrosis این ناحیه ممکن است بعد از امراض ریوی عفونی مانند التهاب سارکوئیدوز، سِل، آبسه ریه ظاهر شود.

در غواصی حبس نفس[۲] ، پارگی ریه گهگاه دیده می شود. این غواصان پنوموتوراکس و آمفیزم mediastinal را در طول نگهداری نفس در غواصی تجربهمی کنند- و پارگی ریه اتفاق می‌افتد هنگامیکه غواص نفس بسیار بزرگی را با فشار تنفسی بیش از حد نگه میدارد. در تحقیق نشان داده شد که این غواصان ریه‌های نسبتاً کوچک و حفرهٔ قفسه سینهٔ نسبتاً بزرگی دارند. گسترش کامل حفره قفسه سینه در این غواصان به گسترش بیش از حد ریه‌ها و پس از آن به پارگی ریه منجر می‌شود.

صعود سریع Rapid ascent

اگر هر یک از راه‌های هوایی تا حدی مسدود شوند مانع جریان هوا می‌شوند و ورود و خروج آن را محدود می‌سازند. این فرآیند با تغییرات زیاد حجم ریه همراه است که در طی صعود سریع رخ می‌دهد. این خطر را می‌توان با رعایت سرعت صعود کندتر از ۹ متر یا ۳۰ فوت در هر دقیقه کاهش داد که براساس آن جدیدترین جداول کاهش فشار طراحی شده است.

---

۱ bronchi

۲ breath-hold

سرعت صعود آرام (۹ متر یا ۳۰ فوت/ دقیقه، یا آهسته‌تر)، و از دفترچه راهنمای غواصی به شدت توسط نویسنده تاکید شده است. این سرعت صعود نیز ممکن است خطر جدی ابتلا به بیماری کاهش فشار را کاهش دهد. بنابراین مدت زمان غواصی باید کاهش یابد.

شکل ۱۱.۷

صعودهای اضطراری Emergency ascents

کمبود ناگهانی تغذیهٔ گاز، به ویژه در اعماق نسبتاً زیاد رخ می‌دهد، و این زنگ خطری برای غواص است حتی در مواقعی که او بسیار امیدوار غواصی میکند. صعود اضطراری پس از آن، اغلب با صعود سریع انجام میپذیرد.

حبس نفس، به دلیل اضطراب است با گسترش سریع گاز همراه میباشد و تا حد زیادی احتمال باروترومای ریوی را افزایش می‌دهد.

آموزش صعود آزاد Free ascent training

(یا آموزش صعود اضطراری شنا) ("or "Emergency swimming ascent training)

«صعود آزاد» مانوری است که در آن غواص، از طریق تجهیزات هوای فشرده تنفس میکند و نفس خود را نگه میدارد و سپس در هنگام بازگشت به سطح بدون تنفس بیشتر از تجهیزات غواصی استفاده می‌کند. به طور طبیعی، او باید نفس خود را بیرون دهد تا گاز منبسط شده تمام شود- اما او هنوز هم ممکن است با مشکلات زیادی در طی صعود مواجه شود.

اکثر غواصان، از عواقب ترس حبس نفس آگاه هستند و به بیرون دادن بیش از حد نفس تمایل دارند و آنها ممکن است قبل از رسیدن به سطح از تنفس خسته شوند.

در بسیاری از آموزش‌های صعود آزاد نیروی دریایی، باروترومای ریوی، سندروم استنشاق آب نمک و نزدیک به غرق‌شدگی دیده می‌شود، در این تمرینات بروز خطرات بسیار شایع است. بنابراین یک اتاق recompression و پزشک متخصص غواصی باید بلافاصله نزدیک محلِ تمرین صعود قابل دسترس باشد. شاید یه این خاطر که آنها ارزش کمتری دارند و نباید به غیرنظامیان همان استانداردها را تحمیل کنیم. مگر در مواردی که به دقت تحت نظارت قرار گیرند، به خصوص در اعماق بیشتر سرعت صعود معمولاً بیش از حد است، چونکه غواص میداند فقط یک ریه پُر از هوا دارد و باید خود را تا رسیدن به نزدیک سطح حفظ کند. هنگامیکه هوای فشرده را در عمق ۲۰ متری تنفس میکند، درواقع، او معادل ۳ ریهٔ پر از هوا دارد. سرعت بیش از حد صعود، علتِ گسترش سریع گاز

می‌باشد و اگر راههای هوایی تا حدی مسدود شود این عمل میتواند تا حدی خطرناک باشد.
این روش آموزش غیر مرسوم برای آمادهسازی غواصان است تا آنها بتوانند با وضعیت خروج هوا در طول روز مقابله کنند قبل از اینکه مقیاس‌سنج، تجهیزات هشت‌پا و تغذیه فوری هوا، مرسوم شود.
متأسفانه مرگومیرهای ناشی از این روش، این تمرین را قابل تردید ساخته است. بعلاوه، گرایش غواصان به تنفس بیش از حد قبل از شروع صعود، سبب شده که این روش خطرناکتر شود و به هیچ وجه شبیه به وضعیت اصلی ریه (خارج از هوا) نباشد، در آنجا فقدان هوا معمولاً پس از بازدم تشخیص داده می‌شود. به این ترتیب، ریه در وضعیت واقعی «خارج از هوا» به طور کامل متورم نمیشود. این وضعیت واقعی، معمولاً بدون هیچگونه قابلیتی در تنفس رخ می‌دهد، احتمالاً این وضعیت مطمئن‌ترین راه موجود است.

فرار از زیردریایی Submarine escape

رهایی از زیردریایی غرق شده معمولاً مستلزم صعود آزاد و سریع است که به کمک شناور انجام می‌شود. این تکنیک توسط بسیار، از ناوگانهای دریایی از عمق ۳۰-۲۰ متر صورت میگیرد، به ویژه، این روش باعث شده است که امکان فرار از زیردریایی آموزش داده شود (SETF). سرعتهای صعود بسیار سریع میباشند و به‌رغم آموزش خوب و آزمایشات اولیه پزشکی، باروترومای ریوی رخ می‌دهد.
تأکید بر روشهای فرار، چشم‌انداز خوش‌بینانه‌ای را از زیردریایی‌ها نشان می‌دهد چون زیردریاییها اغلب در اعماق آب به کار گرفته می‌شوند.

شکل ۱۱.۲ نیروی دریایی سلطنتی استرالیا S.E.T.F در استرالیای غربی

تنفس با همراه buddy breathing

هنگامیکه رگلاتور (تنظیم کننده هوا) غواص، دچار نقص شود و او نتواند به آسانی تنفس را انجام دهد و تلاش ناموفقی را در buddy breathing داشته باشد، یک رگلاتور انفرادی را با دوستان به اشتراک می‌گذارد، به خصوص در میزان صعود، این روش توسط غواص انجام می‌شود و صعود آزاد را به سطح انجام می‌دهد.
غواص ممکن است به استنشاق بیش از حد هوا قبل از تحویل رگلاتور تمایل داشته باشد و پس از آن نفس خود را در طی صعود نگه دارد، درحالیکه در انتظار بازگشت آن است. این شرایط، موجب باروترومای ریوی می‌شود. در

حال حاضر، بکار بردن رگلاتور هشت‌پا (رگلاتور یدکی با شیلنگ طویل‌تر) و یا سیستم دیگری از تغذیه هوا، تقریباً جهانی است، تا buddy breathing به آسانی و بی‌خطر انجام شود.

پیشگیری از بارورترومای ریوی حاصل از صعود

Prevention of Pulmonary Barotrauma of Ascent

صلاحیت پزشکی

Medical fitness

غواصان باید به دقت غربال شوند تا اطمینان حاصل شود که آنها هیچ مشکل تنفسی ندارند و خطر ابتلا به بارورترومای ریوی (آسم، فیبروز، کیست، پنوموتوراکس، عفونتها و غیره) وجود ندارد. غواصانی که ریه‌هایشان میترکد، احتمالاً در صورت زنده ماندن، بیماریشان عود میکند و سپس بیماری حادتر می‌شود- اغلب آنها با پیامدهای کشنده مواجه می‌شوند.

تکنیکهای غواصی

Diving techniques

به غواصان توصیه می‌شود تا از شرایطی اجتناب کنند که منجر به صعود اضطراری آزاد می‌شود. چنین شرایطی عبارت‌اند از: عمق بیشتر، کاهش تغذیه هوا، overweighting و یا شناوری بیش از حد در آب.

استفاده و نگهداری خوب تجهیزات غواصی با کیفیت عالی مثل (رگلاتور)، (فشارسنج[۱])، دستگاه تقطیر و منبع اضطراری هوا[۲] (برای اجتناب از نیاز به (buddy breathing) از اقدامات ضروری میباشد که به طور مشترک باید بین غواصان انجام شود.

هنگامیکه صعود نسبتاً جزئی در عمق کم آب صورت میگیرد، این مسئله برای غواصان Scuba حائز اهمیت است که به طور عادی همه دقت، نفس خود را نگه دارند، مادامیکه غواص نفسی خود را حبس کند عملکرد او باعث می‌شود تا فشار بیش از حدی (اتساع) به ریه‌هایش وارد شود و دچار بارورتروما ریوی شود.

تغییرات تنفس[۳] (کنترل یا کاهش) خطرناک است، به دلیل اینکه مدت زمانی تنفس را افزایش می‌دهد حبس نفس رخ داده است.

بارورترومای ریوی، یک عارضه شایع در آموزش صعود آزاد است (همچنین آموزش «صعود اضطراری شنا» نامیده می‌شود). نتیجهٔ این طبقه بندی « (فرار[۴]) و (بهبود[۵])» drill نامیده می‌شود.

هنگامیکه غواص پس از فرار از چرخ‌دندهٔ خود در پایین آب، به سطح بازمیگردد، در آنجا او صعود آزادی را انجام داده است. بزرگترین تغییرات حجم با توجه به قانون بویل در نزدیکی سطح انجام می‌شود به طوریکه صعود آزاد حتی در عمق کم آب بی‌خطر نیست.

مفهوم آموزش غواصان تازه‌کار در «صعود آزاد» روش مورد بحث است. بدیهی است که صعود آزاد برای تمام

---

۱ Contents gauge
۲ Octopus rig
۳ Skip
٤ ditch
٥ recovery

غواصان مطلوب است تا به قوانین ایمنی «صعود آزاد» در صورت نقص تجهیزات آشنا شوند. با این حال، اگر غواص پس از صعود آزاد دچار آمبولی جدی هوا شود، احتمالاً می‌میرد، مگر اینکه اتاق recompression با یک پزشک متخصص غواصی در محل موجود باشد. در آموزش غواصی تفریحی این تسهیلات به ندرت دیده می‌شود. حتی چند دقیقه تأخیر در سازماندهی recompression ، تأثیر منفی قابل توجهی روی پیامد درمان دارد.
مطالعات انجام شده بر روی کارآموزان فرار، از زیردریایی در سوئد، میزان بروز تقریباً ۴درصد از تغییرات (نوار مغز) EEG را در این غواصان نشان داده است و به این نکته اشاره دارد که صدمه به مغز، احتمالاً ناشی از آمبولی جزئی هوا میباشد. مطالعات صعود آزاد توسط کارآموزان نیروی دریایی ایالات متحده، بروز باروتروما ریوی یک در ۳۰۰۰ را نشان داده است.

وضعیت بدون هوا (OOA) و کمبود هوا (LOA)

Out of Air (OOA) and Low of Air (LOA) Situation

همهٔ غواصان Scuba باید با حداقل ATA۵۰ هوا در سطح باقی بمانند. در غیر اینصورت، عملکرد غواص به ارزیابی مجدد نیاز دارد. بسیاری از مشکلات OOA به علت عدم تطابق با این قاعده است.
بدون تغذیه هوا، هیپوکسی ظاهر می‌شود. هر بهانه‌ای برای اتمام هوا در زیر آب خطرناک است. متناوباً، شکست در رسیدن به سطح، به طور ثابت خطرناک است. بنابراین غواص باید یک روش برنامه‌ریزی شده‌ای «نجات» داشته باشد و این روش به صورت OOA بکار برده می‌شود تا غواص به سطح برسد.
در صعود شنای OOA تلاش زیادی صورت میگیرد، و غواص بیشتر با خطر بی‌هوشی مواجه است، بیهوشی ناشی از هیپوکسی وحشت و دی‌اکسیدکربن میباشد.
از دیدگاه غواص OOA، این روشی است که می‌تواند دنبال شود و به شرح زیر میباشد:
۱- اولین نشانهٔ مشکل تغذیهٔ هوا، علامت دادن به دوستان است.
اگر غواص دور شود، آیا به دنبال او نمی‌گردید، مگر اینکه او بسیار نزدیک باشد و یا او بین شما و سطح قرار گرفته باشد. هر تلاش غیر ضروری شما را از تغذیهٔ هوای محدود باز میدارد.
۲- صعود کنترل شده در سطح را آغاز کنید.
۳- مگر در فضای سربسته (لاشه کشتی، غار و غیره)، کمربند وزنی را رها ساخته- یا قلاب آن را باز کرده و آن را دور از بدن خود نگه دارید، به طوریکه در هنگام مشکلات زیاد، آن را به طور اتوماتیک‌وار خارج سازید.
۴- اگر همکار شما برای ارائه تغذیه هوا، با علامت به شما اشاره کند، در صورت وجود رگلاتور جداگانه رگلاتور خراب را جابه‌جا کرده و پیشنهاد او را بپذیرید. مگر اینکه شما در buddy breathing به خوبی آموزش دیده و مکرراً عملیات نجات را تمرین کرده باشید، وگرنه، این تمرین معمولاً با ارزش نیست درحالیکه به صعود مبادرت میکنید و رگلاتور منفردی را به اشتراک میگذارید.
۵- اگر تغذیه هوای ثانویه از طریق تجهیزات خودتان یا از رفقای‌تان موجود نباشد، بنابراین رگلاتور دهان‌تان را رها سازید، در آن صورت ممکن است هوای بیشتری موجود باشد به دلیل اینکه فشار محیط با صعود کاهش مییابد. بعلاوه، ممکن است احتمال آسپیراسیون آب نمک کاهش یابد.

۶- لازم است که بسته به نوع تجهیزات خود، جبران کنندهٔ شناوری (BC) را باد کنید اما این عمل نه به خاطر احتیاط بلکه به دلیل عرضهٔ نامناسب هوا انجام می‌شود.

تورم BC زمان زیادی را در عمق می‌گیرد و همچنین میتواند در صعود سریع دیده شود درنتیجه با صعود، BC گسترش مییابد. با آزادسازی وزنه اعتماد بیشتر و شناوری پایدار ایجاد می‌شود.

۷- در وضعیت OOA زمان کمی وجود دارد- اما زمان کافی است اگر وقت تلف نشود. گفتوگو در زیر آب مشکل و غیر ضروری است به ویژه باید اطمینان حاصل شود که غواص از حالت داروی مُخدر نجات یافته است، و آیا تغذیهٔ هوای او جبران می‌شود یا خیر.

تماس با هر فرد و ارزیابی وضعیت، افراد در رأس امور است. در بعضی شرایط لازم است یک صعود سریع انجام شود زیرا احتمال خطر بیماری کاهش فشار و باروتروما وجود دارد، به این خاطر باید از غرق‌شدگی حتمی جلوگیری شود.

اگر OOA به طور کامل انجام شود در صورت نیاز این روش، اغلب برای آزاد ساختن کمربند وزنی و صعود سریع به سطح، و بیرون دادن هوا ارجحیت دارد.

از نقطه نظر رفقا، محتاطانه است که:

۱- یک منبع ثانویه هوا را به غواص OOA برسانید. این کار معمولاً از طریق رگلاتور هشت‌پا و یا یک منبع جایگزین هوا انجام می‌شود. در وضعیت هراس، با دادن رگلاتور خودتان به غواص این کار را انجام دهید، زیرا این چیزی است که او بدست میآورد، چرا که رگلاتور را میبیند و عملکرد آن را میداند، و به شما می توانید تا یکی از رگلاتورهای کمکی را استفاده کنید.

۲- صعود غواص OOA را کنترل کنید، این امر به او کمک میکند تا خود را از کمربند وزنی رها سازد. ترجیح داده می‌شود که کمربند وزنی خودتان را رها نسازید چرا که ممکن است برای نزول بعدی ضروری باشد. در این صورت دوستان شما هم‌اکنون آماده OOA هستند، این شرایط برای او لازم نخواهد بود در صورت لزوم برای بدست آوردن شناوری مناسب، گاهی اوقات لازم است تا کمربند وزنی خود را جدا سازید.

۳- هنگامیکه شما در رسیدن به سطح، ایمنی را حفظ میکنید همان ایمنی را برای غواص OOA در نظر میگیرید. چنانچه، او هوشیاری‌اش را از CAGA[1] از دست بدهد، چند دقیقهٔ بعد او غرق می‌شود، هنگامی‌که شما در سطح هستید BC او با inflator button یا orally متورم می‌شود. این روش، خاصیت شناوری او را تضمین میکند و از اضطراب او میکاهد.

باروتروموای ریوی حاصل از نزول

PULMONARY BAROTRAUMA OF DESCENT

فشردگی ریه

LUNG SQUEEZE

خطر جزئی باروتروما ریوی حین نزول و صعود وجود دارد و این یک مکانیزم متفاوتی را ایجاد می‌سازد. یک غواص در هنگام نزول و در طی غواصی نفس خود را در سینه حبس میکند و هوا را در قفسه سینهٔ خود و ریه‌هایش نگه میدارد، برطبق قانون بویل آن را به تدریج باید خارج سازد. هنگامی‌که فشرده سازی گاز طولانی نباشد و یا کاهش

۱ Cerebral arterial Gass embolisem

بیشتر در حجم ریه اصلاح شده باشد، درنهایت حجم ریه وسعت مییابد و درعوض آن با پُرخونی رگهای خونی ریه‌ها جبران می‌شود. رگهای خونی ریه، برای متورم شدن توانایی محدودی دارند، انتظار میرود تا پاره شوند و از این حد فراتر روند و باعث خون‌ریزی ریوی شوند. هنگامیکه از تجهیزات و لباس استاندارد در نزول سریع استفاده شود، یا اُفت فشار گاز سطح تقاضا در غیاب شیر کارآمد بدون بازگشت انجام شود، این عمل موجب باروتروموای ریوی حاصل از نزول می‌شود.

هرگاه از سطح عرضه هوا استفاده شود از نظر تئوری باروتروموای ریوی رخ می‌دهد: به عنوان مثال در لباس استاندارد، تغذیه سطح از یک کمپرسور با مخازن هوای فشرده، یا پمپاژ تغذیه صورت گیرد.

احتمالاً این وضعیت به دلیل حبس نفس حین غواصی است، اما موارد کمتری راجعِ به این بیماری گزارش شده است و مستندات ضعیفی در مورد آنها وجود دارد.

شکل۹. ۱۱

فصل دوازده

سایر موارد باروتروما

(صدمات در اثر فشار)

BAROTRAUMA'S OTHER

هرجا که گاز محصور شده در فضای مجاور بافتها موجود باشد، باروترومابروز میکند. با نزول و انقباض فضای ریه، بافت پاره می‌شود و خون در فضای آن جاری میگردد (implosions)[۱]. با صعود و انبساط، فضای خارج ریه بافت پاره می‌شود(explosions)[۲]. به دلیل تغییرات گاز در نزدیک سطح، باروتروما در مناطق کم‌عمق نیز مشاهده می‌شود.
در داخل بدن یا بین بدن و تجهیزات غواصی فاصله‌هایی وجود دارد. آنها عبارت‌اند از:

- فشار صورت (ماسک)
- فشار پوست (لباس)
- فشار بدن (انفجار)
- باروتروماى گوارشی- روده‌ای
- باروتروماى دندانی

باروتروماى هایی که قبلاً مورد بحث قرار گرفت عبارت‌اند از باروتروماى ریه، گوش و سینوس

باروتروماى صورت حین غواصی (فشار ماسک)

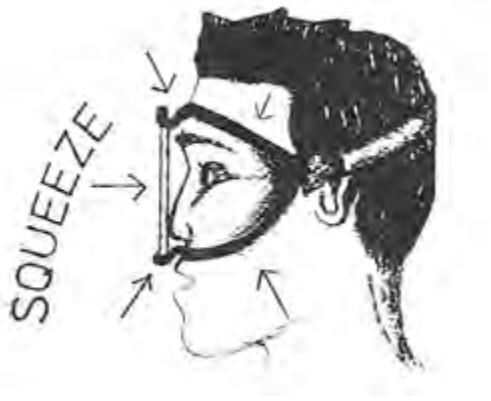
FACIAL BAROTRAUMA OF DESCENT (MASK SQUEEZE)

هنگام نزول فضای هوای داخل ماسک صورت فشرده می‌شود و با فشردگی ماسک صورت، انقباض در حجم فضای گاز شکل میگیرد و پس از آن پوست و چشم‌ها متورم می‌شود. این فرایند میتواند به خونریزی درون بافت نرم زیر پوست منجر شود و کبودی خاصی را در صورت و ناحیه زیر ماسک ایجاد کند. سفیدی چشمها ممکن است به شدت دچار «قرمزی چشم»[۳] شود. قرمزی چشم ممکن است ۳-۱ هفته طول بکشد تا کاملاً برطرف شود.

۱- انفجار داخل ریه
۲- انفجار خارج ریه
۳- hemorrhagic conjunctivitis

این بیماری به راحتی با خارج شدن ماسک صورت در طول مدت نزول برطرف می‌شود تا هماهنگی لازم بین ماسک و فشار آب صورت گیرد. در بیشتر موارد ماسک صورت پلاستیکی و سفت است و جایگزین ماسکهای پلاستیکی نرم شده است.

گسترش گاز به طور خودکار در اطراف لبهٔ ماسک صورت و در حین صعود صورت میگیرد. غواصان با استفاده از عینک شنا، خطر مشابه باروتروما را تاحدی کاهش میدهند که به بافتهای اطراف چشم مربوط می‌شود. در گذشته، از عینکهایی برای غواصی استفاده میشد، و این یک روش هماهنگ‌سازی[۱] فضای اطراف چشم بود.



شکل۲. ۱۲

شکل۳. ۱۲

باروتروما در نتیجهٔ غواصی با عینک- به خونریزی در داخل صلبیه یا سفیدهٔ (قطعات سفید) هر دو چشم توجه کنید. ماسکهای صورت میتوانند باعث خونریزیهای یکسان هر دو چشم شوند اما پس از آن بافتهای اطراف مربوط به عصب صورت نیز کبود می‌شوند.

۱- equalizing

باروتروما‌ی پوست در طی نزول (فشار لباس)

SKIN BAROTRAUMA OF DESCENT (SUIT SQUEEZE)

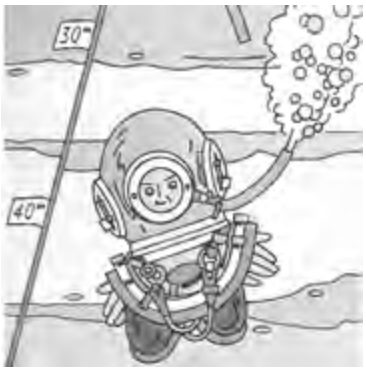
غواصان با استفاده از یک دست لباس غواصی خشک یا لباس غواصی مرطوب و گشاد این مشکل را تجربه میکنند. در طول نزول، کیس

جایی‌که لباس چین دارد، می تواند با افزایش فشار قیمتهایی از پوست غواص را دچار کبودی نماید. پس از رسیدن به سطح، غواص متوجه کبودی بیش از حد روی پوستش می‌شود که به این چینها مربوط است.

باروتروما‌ی بدن در طی نزول (فشار بدن)

BODY BAROTRAUMA OF DESCENT BODY SQUEEZE

با استفاده از کلاه فلزی سفت در غواصی استاندارد، امکان نزول غواص وجود دارد و فشار در شلنگ هوا با فشار محیط بالا نمیرود. اگر این اتفاق رخ دهد، بدن غواص ممکن است به کلاه ایمنی فشار وارد آورد و آن را خُرد کند. هنگامیکه شیر بدون برگشت (non-return) استفاده نمیشود (یا عمل نمیکند)، و تغذیه هوا با مشکل مواجه می‌شود، باروتروما پوست در عمق ثابت نیز رخ می‌دهد. تنها درمان برای این آسیب عجیب و غریب، شستن کلاه با مادهٔ ضدعفونی کنندهٔ است. حتی کلاههای پلاستیکی مدرن در غواصی عمیق و غواصی هلیوم استفاده می‌شود و میتواند از این بیماری را به وجود آورد.



شکل۳. ۱۲

باروتروموای لباس در صعود SUIT BAROTRAUMA OF ASCENT

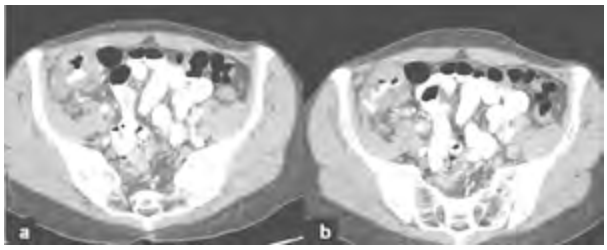
(«انفجار») ("BLOW UP")

با هر دو نوع لباس غواصی خشک یا استاندارد، گاز لباس میتواند با صعود افزایش یابد و باعث ایجاد عدم تعادل یا عدم توانایی در صحیح شنا گردد. یک چرخش نادرست ایجاد می‌شود که در آن ممکن است غواص به سطح پرت شود و در لباس باد شده مثل بالون زندانی شود.

شکل۳. ۱۲

باروتروموای مربوط به معده و روده (گوارش) GASTROINTESTINAL BAROTRAUMA

گاز به طور طبیعی در دستگاه معده و روده موجود است. این گاز گاهگاهی راه خود را به جو پیدا می‌کند، در نتیجه کسانیکه آلو، لوبیا پخته یا کلم مصرف میکنند خودشان این مسئله را تأئید خواهند کرد. هنگامیکه غواص گوشهای خود را equalises میکند، به خصوص اگر در موقعیت وارونه (سر به پایین) قرار گرفته باشد، در طول غواصی گاز ممکن است بلعیده شود. این گاز ممکن است در معده و دستگاه گوارش انباشته شود بدون اینکه در ابتدا باعث هرگونه ناراحتی غواص شود.

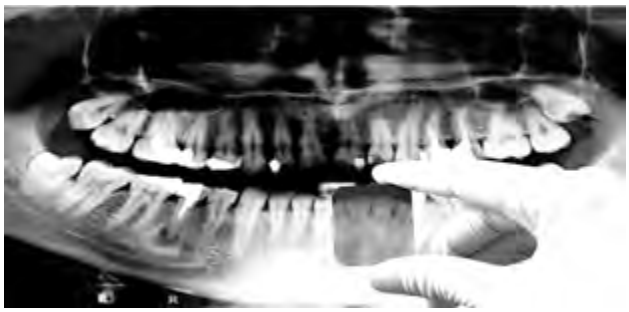


با این حال، در هنگام صعود، این گاز انباشته شده در حجم افزایش مییابد و میتواند باعث دل درد Colicky و درد شکمی، آروغ زدن و استفراغ شود.

موارد نادری از پارگی معده هم رخ داده است. به غواصان توصیه می‌شود که در موقعیت «سر پایین»، گوشهای خود را equalise نکنند. مصرف نوشابه های گازدار قبل از غواصی می تواند باعث بروز باروتروما‌ی گوارشی گردد. یک گزارشی سرگرم کننده حاکی از افتتاح مرکزی جدید پُرفشار بود که در آنجا شامپاین در عمق ۲۰ متری تست شد. سرنشینان مأیوس شدند از اینکه شامپاین بیمزه به نظر میرسید، اما آنها نوشیدنی را با رغبت خوردند، به هر حال، تست آن خوب بود. هنگامیکه گاز شامپاین از محلول خارج شد و در معدهٔ آنها گسترش یافت، ناراحتی آنها حین صعود باعث خجالتشان شد.

باروتروما‌ی دندان DENTAL BAROTRAUMA

این شکل غیرعادی باروتروما موجب شده است تا تبلیغات پُرشوری ایجاد شود، این کار باعث می‌شود برخی غواصان بر این باور باشند که آنها میتوانند بمبهای پنهانی را در آرواره خود قرار دهند. گاهی اوقات دندان پوسیده سوراخ می‌شود و هوا درون آن جمع می‌شود و این مسئله خرد شدن دندان حاوی سرب (imploding) در طی نزول منجر شود یا درد و رنجی را هنگام صعود به همراه داشته باشد (انفجار). ضمناً باروتروما دندان هنگامی رخ می‌دهد که دهان به قدر کافی باز شود تا هوا در هنگام نزول وارد دندان شود اما مقدار کمی از آن در صعود سریع از دهان خارج می‌شود.



با توجه به سن غواصان، آنها فضای کوچکی از هوا را در اطراف دندان‌هایشان ایجاد میکنند و درنتیجه این امر باعث دندان‌درد در هنگام نزول می‌شود. از آنجا که فضای هوا ثابت است، عمقی که در آن باروتروما رخ می‌دهد نیز دائمی است.

باروتروموای نهفته دندانی حین نزول یا صعود اهمیت چندانی ندارد. پتانسیل انفجاری این رخداد در طول نزول یا صعود مبالغه شده است. گاهی اوقات، غواصی چند روز پس از کشیدن دندان باعث ورود هوا به بافتهای حفرهٔ دندان می‌شود و فشار هوای مثبتی را با تنفس از طریق رگلاتور ایجاد میکند.

باروتروموای دندان در اثر ورود هوا به بافتهای اطراف صورت (آمفیزم بافت) ایجاد می انجامد. این قضیه خیلی جدی نیست و با تنفس ۱۰۰٪ اکسیژن برای چند ساعت برطرف می‌شود تا هوا از بین برود.

بعد از بیرون کشیدن دندان باید از غواصی اجتناب شود تا سوکت[۱] کیسه دندان التیام یابد و معمولاً درمان حدود یک هفته تا ده روز طول میکشد.

۱- Socket

فصل سیزده

فیزیولوژی نظریه بیماری تقلیل فشار

Physiology Decompression Syndrom

نظریه کاهش فشار

فیزیولوژی کاهش فشار و حساسیت

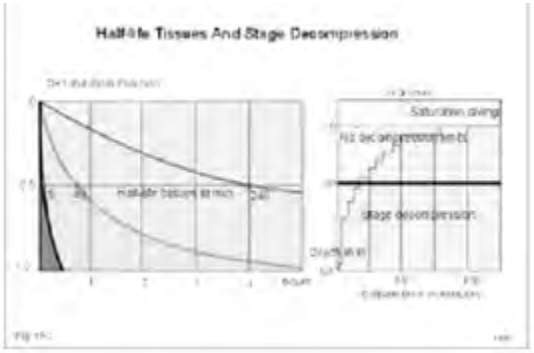
DECOMPRESSION PHYSIOLOGY an SUSCEPTIBILITY

بیماری کاهش فشار (بیماری تقلیل فشار(DCS)) بیماری ناشی از اثرات خروج گاز از محلول میباشد و حبابهایی را در بدن غواصی تشکیل می‌دهد. این بیماری به واسطهٔ قانون هنری پس از غواصی ظاهر می‌شود. درک نظریهٔ رفع فشار بسیار سخت است به طوریکه غواص معمولی ممکن است به راحتی از این فصل بگذرد و مایل نباشد به طور تکنیکی غواصی کند.

گاز اصلی تشکیل دهنده حبابها در غواصان تفریحی، نیتروژن N_2 میباشد، چرا که این غواصان تقریباً همیشه هوا تنفس میکنند. با این حال، غواصان همان اصول را در مورد سایر گازهای بی‌اثر به‌کار میبرند، مانند گاز هلیم (He) که توسط غواصان صنعتی و فنی زیاد تنفس میشود.

جذب گاز GAS UPTAKE

زمانی‌که غواص هوا را از طریق تجهیزات Scuba در عمق تنفس کند، N_2 با افزایش فشار جزئی تنفس میشود. از آنجاییکه گاز از مناطقی با غلظت بالا به مناطقی با غلظت پایین‌تر نفوذ میکند، N_2 از طریق خون ریه‌ها جذب میشود و در سراسر بدن به داخل بافتها منتقل می گردد. در عمق زیاد، با افزایش فشار جزئی N_2 مقدار زیادی از ان جذب میشود. در اوایل قرن ۲۰، Haldane مفهوم کاهش فشار را به‌کار برد.



سرعت توزیع N_2 در بافتها به جریان خون بافت بستگی دارد. بافتها به سوخت‌وساز فراوان نیاز دارند. مانند مغز، قلب، کلیه‌ها و کبد که خون پمپ شده بیشتری را از قلب دریافت میکنند. بعلاوه آنها بیشترین N_2 موجود را در خون دریافت میکنند و جذب N_2 سریع خواهد بود. چنین بافتهایی به دلیل جذب سریع N_2 موجود در خون، «بافتهای مقاوم» نامیده میشوند.

زیرا خون بلافاصله از طریق ریه عبور میکند و با هرگونه تغییر در فشار نسبی N_2 استنشاقی به تعادل رسیده و خون سریعتر به همه بافتهای بدن میرسد. سایر بافتها مانند رباطها، تاندونها و چربیها، با جریان خون نسبتاً ضعیف، N_2 کمتری را جذب میکنند. این بافتها، (بافتهای کند) «slow tissues » نامیده میشوند. بین دو بافت، بافتهایی با جریان خون متوسط وجود دارد: مثل ماهیچه‌ها.

برخی از اندامهای بدن مثل ستون فقرات، شامل هر دو اجزای بافت slowو fast هستند. سرعت جذب N_2 در بافت تصاعدی است، و به مقدار جذب گاز موجود در بافت بستگی دارد و میزان آن متفاوت است . هنگامیکه بافت، گاز را جذب میکند به دلیل کاهش فشار نسبی شیب، جذب N_2 کند میشود.

پر شدن سیلندر Scuba یک نمونه‌ای از پروسه تصاعدی است. هنگامی که سیلندر خالی به منبع فشار بالا متصل میشود، سیلندر در اغاز به سرعت پر میشود اما جریان گاز اُفت میکند در نتیجه فشار در سیلندر افزایش می یابد. ابتدا جذب گاز در هر بافت به سرعت انجام میشود اما با گذشت زمان کند می گردد. از اینرو، گاز ممکن است برای مدت زمان طولانی در یک بافت جذب شود و بافت کاملاً از گاز اشباع گردد. اما بافت‌های مقاوم زودتر از بافتهای کند، اشباع میشوند.

از آنجا که جذب تصاعدی گاز[۱] زمان طولانی‌تری را صرف میکند تا به اتمام برسد، حتی اگر به سرعت آغاز شود، مفهوم بافت «half times» در مورد آن بکار برده میشود تا بافتها با یکدیگر مقایسه شوند. مدت زمان جذب گاز در بافت برای رسیدن به سطح اشباع نیم ساعت است. بافت مقاوم ممکن است در عرض نیم ساعت یا چند دقیقه گاز را جذب کند، در حالیکه بافت ضعیف نیم ساعت طول میکشد تا گاز را جذب کند.

---

۱ . The exponential uptake = جذب تصاعدی
Slow tissues = بافتهای ضعیف
Fast tissues =بافتهای مقاوم وتغیر ناپذیر

حذف گاز GAS ELIMINATION

N_2 ، برعکس فرایند جذب حذف میشود. زمانیکه غواص صعود میکند، فشار نسبی N_2 در هوای تنفسی او کاهش مییابد و این مسئله باعث میشود خون N_2 را در ریهها رها سازد. کاهش N_2 سطح خون باعث پراکندگی N_2 خون موجود در بافتها میشود. بافتهای مقاوم به طور طبیعی، N_2 را سریعتر از بافتهای ضعیف تخلیه میسازند. از لحاظ تئوری، بافتها باید N_2 را به طور تصاعدی از دست بدهند، و بسیاری از جداول کاهش فشار براساس این فرضیه محاسبه شده است. در ابتدا مقدار زیادی از N_2 از بین میرود و این روند با گذشت زمان کند میشود، و حتی ممکن است ۲۴ ساعت یا بیشتر به طول انجامد تا کُل N_2 جذب شده در حین غواصی منتشر شود.

غواصی مجدد در زمان حذف N_2 به این معنی است که غواص، غواصی دوم خود را با حفظ N_2 در همان بافتها آغاز میکند. جداول کاهش فشار طوری طراحی شده است که این مورد را نشان بدهد و به صورت جداول غواصی تکراری به ثبت رسیده است. اگر در طول رفع فشار «decompression» گردش خون درون بافت کاهش یابد، حذف گاز کمتر صورت میگیرد، و احتمالا حباب تشکیل میشود.

حتی در هنگام غواصیهای عادی و سُنتی، عملا حبابهای N_2 در خون و بافتها تشکیل میشوند. پس از چند غواصی تخمین زده شده است که حدود ۵درصد از N جذب شده از طریق بافتهای بدن حبابهایی را تشکیل[۲] میدهند که این حبابها سرانجام به بیماری تقلیل فشار decompression تبدیل میشوند. این حبابها اغلب «حبابهای خاموش» نامیده میشوند، زیرا آنها معمولاً هیچ علامتی ندارند.

با این حال، آنها در غواصیهای مکرر و در صورت نیاز به کاهش فشار نفوذپذیر و غیر قابل پیشبینی میباشند. مدت زمان زیادی لازم است تا حبابهای گاز موجود در بافتها نسبت به حبابهای گاز موجود در محلول حذف شوند.

اشباع SATURATION

هنگامیکه حین غواصی بافتها در معرض افزایش فشار نسبی گاز ساکن قرار گیرند، آنها برطبق قانون هنری گاز را جذب میکنند. با این حال، مقدار محدودی از گاز درون بافت حل میشود و فشار نسبی گاز از این طریق نشان داده میشود (یعنی عمق غواصی).

زمانی که این مقدار گاز به بافت منتقل شود به اصطلاح اشباع نامیده میشود. به طور طبیعی اندامهای ما با N_2 فشار اتمسفر اشباع میشود و حدوداً حاوی یک لیتر از محلول N_2 است. اگر غواص به عمق ۲۰ متری (ATA۳) نزول کند و به مدت یک روز یا بیشتر در زیر آب بماند، بدن او تا حد امکان مقدار زیادی از N_2 را در آن فشار جذب میکند سپس در آن عمق اشباع میشود. اینک بدن او دارای ۳ لیتر محلول N_2 است.

هنگامیکه در عمق معین بدن با گاز بیاثر اشباع شود، صرف نظر از اینکه چه مدت زمانی را در عمق سپری کرده باشد گاز بیاثر بیشتری را جذب نخواهد کرد. در نتیجه، یکبار دیگر بدن غواص اشباع میشودو کاهش فشار مورد نیاز با گذشت زمان افزایش نمییابد.

تشکیل حباب BUBBLE FORMATION

فرآیند تشکیل حباب را میتوان به آسانی با باز کردن دَر بطری آبجو نشان داد. CO_2 نوشیدنیهای گازدار، در فشار زیاد در مایع حل میشود، و سپس با بستن درب بطری درون نوشیدنی حفظ گردد. وقتیکه درب بطری باز میشود، فشار بیش از حد گاز می‌شود و فشار جزئی CO_2 در محلول بیش از حد افزایش می یابد، و حبابهایی را ایجاد می‌سازد.

اگر فشار به آرامی کاهش یابد (decompressed)، حباب ایجاد نمیشود. در طی صعود، فشار اطراف غواص (فشار محیط زیست) کاهش مییابد. در نهایت، فشار N_2 محلول در بافتها ممکن است بیشتر از فشار محیط باشد. بنابراین به اصطلاح گفته میشود که بافت باید super saturated (فوق اشباع) شود.

بافتها قادرند تا میزان خاصی از super saturation گاز را تحمل کنند[1]. با وجود این، Haldane توصیف کرد که اگر فشار N_2 در بافتها، بیش از فشار زیست محیطی باشد این مقدار فشارخطرناک است. بنابراین، احتمالاً حباب تشکیل میشود.اختلاف فشار مورد نیاز به خاطر متغیرهای موجود در بافتهاست اما این اختلاف فشار در اکثر غواصیهای Scuba برابر است یا بیش از ۲:۱ است (یعنی فشار نسبی گاز بی‌اثر موجود در بافتها نباید بیش از دو برابر فشار محیط زیست باشد).

این موضوع بیان میکند که چرا بیماری تقلیل فشار(DCS) تحت شرایط غواصی تفریحی و پس از غواصی انفرادی تا عمق کمتر از ۱۰ متر اتفاق نمی‌افتد- فشار در عمق ۱۰ متری ATA۲ است، در حالیکه فشار در سطح آب ATA۱میباشد. یعنی نسبت ۲ به ۱.

حبابهای گاز در بافت و خون باعث بیماری تقلیل فشار(DCS) میشوند. مکانیسم دقیق تشکیل حباب پیچیده است. این احتمال وجود دارد که فضاهای میکروسکوپی گاز (هسته حباب) در همهٔ مایعات بدن وجود داشته باشد و اینکه یک هسته را برای تشکیل حباب در طی Decompression به‌وجود آورد.

حبابها در بافت بدن ازجمله خون تشکیل میشوند. فشار درون هر حباب همان فشار زیست محیطی است (تا زمانیکه حباب در بافت موجود باشد بافت بدن انقباض یا انبساط خواهد یافت) و در صورت تغییر فشار اندازهٔ حباب با قانون بویل کنترل میشود.

در شروع بیماری تقلیل فشار(DCS) ، فشار N_2 در بافتها اشباع میشود (بزرگتر از فشار محیط) بطوریکه گرادیان انتشار فوری N_2 (تحت فشار) مشاهده میشود درنتیجه به حبابهای موجود (یا هسته) نفوذ میکند و باعث انتشار آنها میشود. در صورتیکه غواص هوا را تنفس کند، عمدتاً حبابهای بیماری تقلیل فشار(DCS) حاوی N_2 را تنفس کرده است اما سایر گازها نیز در بافتها موجود میباشند، از جمله دی‌اکسیدکربن (CO_2)، اکسیژن (O_2) و بخارآب. بعلاوه آنها در بافت پراکنده میشوند. هنگامیکه یک حباب تشکیل شود، عمل‌کردش به عوامل مختلف بستگی دارد.

هرگونه افزایش فشار مانند غواصی یا recompression اندازه حباب را کاهش خواهد داد در صورتیکه هرگونه کاهش فشار مانند صعود در آب، کوهها و یا هواپیما اندازه حباب را افزایش خواهد داد. حباب در هر بافت رشد میکند تا زمانیکه N_2 مازاد در آن بافت حذف شود. به محض اینکه این رویداد رخ دهد (که ممکن است ساعتها یا روزها به طول انجامد)، اندازهٔ حباب کوچک میشود اما ممکن است ساعتها، روزها یا هفته‌ها طول بکشد تا ناپدید

---

۱ . super saturation = فوق اشباع

شود. در این میان، حباب میتواند به بافتهای اطراف آسیب برساند.

شکل ۱. ۱۳

شواهد خوبی وجود دارد که نشان میدهد حبابها اغلب در بافتها و خون غواصان تفریحی، پس از غواصی روزمره بدون کاهش فشار تشکیل میشوند. حتی زمانیکه به درستی از جداول استفاده شود. آسیب بافت بدن از طریق حباب انجام میشود و از عوامل متعددی به وجود میآید. حبابهای موجود در خون و رگهای خونی اندامهای حیاتی مانند مغز را مسدود میسازند، و تشکیل حبابها در بافتها ممکن است روی رگهای خونی و مویرگها فشار وارد کند و باعث انسداد جریان خون شود. همچنین حبابهای موجود در خون میتوانند روند لخته شدن را تحریک کنند و باعث لخته شدن خون درون رگها شوند، و جریان خون در اندامهای حیاتی را مسدود کرده و باقیمانده خون را لخته سازند. فشار حباب برروی اعصابِ مغز، ستون فقرات (نخاع) و سایر بافتها ممکن است با عملکرد دستگاه عصبی تداخل کند.

نمودارهای غواصی DIVE PROFILES

نوع غواصی تأثیر قابل توجهی بر روی حبابها میگذارد در اینکه کجا و چه زمانی تشکیل شوند. غواصی در عمق کم (یعنی عمیقتر از ۳۰ متر) منجر به تشکیل حبابها در بافتهای مقاوم (مثل: خون، مغز و نخاع) میشود، در حالیکه غواصی در عمق زیاد، منجر به تولید حبابها در بافتهای ضعیف(مثل مفاصل) میشود. غواصی در عمق زیاد باعث میشود حبابها در همه جا تشکیل شوند.

پراکندگی حبابها به خاطر موارد زیر میباشد:

* در غواصیهای کوتاه مدت، تنها بافتهای مقاوم، N_2 را به شکل حبابهایی حین صعود جذب میکنند.
* پس از غواصیهای کم عمق، بافتهای مقاوم (fast tissues)[۱] N_2 نسبتاً مازاد خود را حذف میکنند.

لذا در غواصی‌های کم عمق و کوتاه مدت میتوان دید که چرا صعود آرام حائز اهمیت است. صعود آهسته‌تر، زمان طولانی‌تری را برای از بین بردن N_2 بافتهای مقاوم ریه صرف میکند قبل از اینکه دیفرانسیل فشار بحرانی N_2 پیشرفت کند.

آداب و رسوم غواصی سُنتی یک باور نادرست است چرا که غواص با استفاده از یک مخزن تک نفره ۲۰۰۰ لیتری (۷۲ فوت مکعب) نمیتواند (بیماری تقلیل فشار(DCS)) را نشان دهد. تغذیهٔ هوای موجود در جداول صحیح غواصی ذکر شده است تا غواص با خاطری آسوده به غواصی ادامه دهد. این قضیه درست در اعماق بسیار کم اتفاق

۱. fast tissues = بافتهای تغییرناپذیر، مقاوم

می‌افتد و حتی پس از آن تا حدودی درست است. بعنوان مثال برای غواصی در عمق ۲۰ متری، پایداری به طور متوسط ممکن است در حدود ۳۰ دقیقه باشد که در آن زمان بدون فشار رخ میدهد و توسط اکثر جداول نشان داده شده است. همانطور که قبلاً ذکر شده است، غواصی در عمق بیش از ۱۰ متر میتواند بیماری تقلیل فشار(DCS) را ایجاد کند.

در مورد غواصی‌های عمیق باورهای غلطی وجود دارد. بعنوان مثال، یک مخزن تک نفره ۲۰۰۰ لیتری مدت زمان ۱۰ دقیقه را برای غواصی در عمق ۵۰ متر در نظر می‌گیرد. با توجه به بیشتر جداول کاهش فشار، ۱۰ دقیقه غواصی در عمق ۵۰ متر، به ۱۰ دقیقه کاهش فشار نیاز خواهد داشت- اما در اینجا هیچ هوایی برای تکمیل توقف باقی نخواهد ماند. حتی اگر هوای کافی موجود باشد، خطر ابتلای به بیماری تقلیل فشار(DCS) در این عمق زیاد است، با وجود این، هنوز از این جدول استفاده می شود.

عوامل مؤثر بر بروز بیماری تقلیل فشار(DCS) DCS FACTORS INFLUENCING

بیماری تقلیل فشار(DCS) غیر قابل پیش‌بینی است. به طور کلی، هر چیزی که باعث افزایش جریان خون به اندام شود، سرعت بارگیری N_2 را افزایش خواهد داد. هر چیزی که با جریان خون یک اندام تداخل یابد، ظرفیت N_2 را کاهش خواهد داد. این تغییرات ممکن است عوامل مستعدکننده را شرح دهد که باعث افزایش احتمالی بیماری تقلیل فشار(DCS) (بیماری کاهش فشار)میشود.

عمق/ مدت زمان غواصی Depth/duration

غواصی در عمق بیش از ۱۰ متر میتواند باعث بیماری کاهش فشار (DCS) شود، هر چه غواصی عمیق‌تر انجام شود، خطر نیز بیشتر خواهد شد. هر چقدر غواصی طولانی‌تر باشد گاز بیشتری جذب میشود (تا اشباع). در نتیجه علائم بیشتری ازبیماری تقلیل فشار(DCS) ظاهر میشود.

خصوصیت افراد Individuals

به نظر میرسد برخی از افراد نسبت به دیگران، بیشتر در معرض بیماری تقلیل فشار(DCS) قراردارند. حتی یک فرد ممکن است مستعد ابتلا به این بیماری باشد که در زمانهای مختلف علائم ان متفاوت است. بیماری تقلیل فشار(DCS) بعد از عملیات غواصی پیشرفت میکند، این بیماری به راحتی در عملیاتهای قبلی مشاهده شده است. به‌رغم غواصی محافظه‌کارانه، افراد اغلب دچار بیماری تقلیل فشار(DCS) می‌شوند.

سازگاری Adaptation

تکرار غواصی در اعماق یکسان طی یک دوره از زمان، خطر بروز بیماری تقلیل فشار(DCS) را کاهش میدهد. کاهش بیماری تقلیل فشار(DCS) ممکن است به علت حذف هسته حباب باشد. غواص بعد از ۲ هفته وقفه به غواصی باز میگردد.

سن Age

غواصان مُسن‌تر، بیشتر مستعد بیماری تقلیل فشار(DCS) میباشند. عامل سن احتمالاً پس از ۳ دهه نقش خود را ایفا میکند.

چاقی **Obesity**

ظاهراً چاقی عامل ابتلا به بیماری تقلیل فشار(DCS) است و احتمالاً به دلیل افزایش حلالیت N_2 (۵:۱-۴) در چربی است که با آب مقایسه شده است. چاقی به افرادی با شاخص BMI > ۲۵ مربوط میشود.

ناتوانی **Debilitation**

عواملی از قبیل کم شدن آب بدن، خستگی و خُماری باعث بیحالی و ناتوانی غواص میشود. این عوامل باعث بروز بیماری تقلیل فشار(DCS) میشود.

جراحت **Injury**

بیماری تقلیل فشار(DCS) ، سیستم اسکلتی- ماهیچه‌ای و مفاصل را درگیر میسازد و به احتمال زیاد با کبودی، احساس فشار یا جراحات مزمن همراه است.

بیماری تقلیل فشار(DCS) Decompression syndrom

اگر حوادث قبلی مربوط به بیماری تقلیل فشار(DCS) مجدداً در غواصی تکرار شود و به بافت آسیب رساند (به شکل بیماری تقلیل فشار(DCS))، شخص را مستعد بیماری DCS تقلیل فشار میسازد.

باز ماندن دریچه گرد در قلب **Patent Foramen Ovale (PFO)**

یکی از دلایلی که باعث میشود برخی افراد، حساسیت زیادی به بیماری تقلیل فشار(DCS) نشان دهند، سوراخ کوچکی است که در قلب خود دارند. وقتیکه ما جنین بودیم، همگی در قلبمان یک سوراخ داشتیم.

بقایای این سوراخ در قلب یک سوم افراد باقیمانده است و آن Patent Foramen Ovale ، یا PFO نامیده میشود. این افراد حساسیت زیادی به بیماری تقلیل فشار(DCS) دارند، به احتمال زیاد دلیل آن این است که حبابها به طور طبیعی در ریه‌ها به تله می‌افتند بدون اینکه علائم عبور از طریق سوراخ ایجاد شود، حبابها با عبور از فیلتر ریه، به سایر نقاط بدن میرسند، و در آنجا علائم مهمی را از خود بروز میدهند. با وجود این، نتایج نشان میدهد خطر ناشی از PFO به اندازه کافی بزرگ نیست ولی لازم است همه غواصان مورد آزمایش قرار گیرند.

سرما **Cold**

به احتمال زیاد، غواصی در شرایط سرما، بیماری تقلیل فشار(DCS) را ایجاد میکند، به ویژه هنگامی که غواص از لباس غواصی نامناسب استفاده کرده باشد. دقیقتر بگوییم، سرما در طول غواصی، مانع جذب گاز بی‌اثر می‌شود (به

دلیل محدودیت گردش خون)، اما باعث جذب N_2 در مایعات بدن میگردد- در حالیکه سرما در طول کاهش فشار، مانع انتشار گازهای بی‌اثر می‌شود. از لحاظ تئوری، بهتر است سرما حین غواصی و گرما هنگام کاهش فشار وجود داشته باشد مگر اینکه حباب تشکیل شود. نابراین گرمایش حلالیت گاز را کاهش داده و رشد حبابها و بیماری تقلیل فشار(DCS) را افزایش میدهد. رابطه بین رویارویی با سرما و بیماری تقلیل فشار(DCS) پیچیده است. سرمای محیط در حین کاهش فشار و پس از غواصی باعث انقباض ثانویه رگهای خونی و تشکیل حبابهای بیشتری می شود. دوش آب گرم نیز به افزایش تشکیل حباب و بیماری تقلیل فشار(DCS) کمک میکند.

الکل و سایر داروهای مخدر Alcohol and other drugs

مشاهده شده است غواصانی که بیش از حد مشروبات الکلی مصرف میکنند، یا از مواد مخدر و داروهای دیگری استفاده میکنند، بیشتر در معرض ابتلا به بیماری تقلیل فشار(DCS) قرار میگیرند. به‌خصوص اگر الکل را شب قبل از غواصی مصرف کرده باشند، به دلیل کاهش آب بدن یا اتساع رگهای عروقی دچار (سردرد ضرباندار «حالت خماری») می شوند، به این دلیل که جذب N_2 افزایش مییابد.

تمرین Exercise

احتمالاً فعالیت فیزیکی شدید حین غواصی به جذب N_2 کمک میکند و آن را در جریان خون ماهیچه ها افزایش میدهد، درنتیجه جذب گاز افزایش می یابد و بیماری تقلیل فشار(DCS) پیشرفت میکند.

فعالیت های فیزیکی کم در طول کاهش فشار، با افزایش گردش خون بافتها همراه است و احتمالاً به حذف N_2 کمک میکند. فعالیت های فیزیکی شدید باعث میشود بیماری تقلیل فشار (DCS) در سیستم عضلانی اسکلتی پیشرفت کند و علائم آن پس از بازگشت غواص به سطح ظاهر میشود، احتمالاً با تشکیل حباب، بیماری پیشرفت می‌کند.

در ساعت اولیه پس از غواصی، به ویژه زمانی‌که جذب N_2 بیشتر میشود، غواص باید به آرامی استراحت کند تا N_2 زیادتری حذف شود.

شکل۲. ۱۳

آمادگی جسمانی **Physical Fitness**

غواصی که به لحاظ فیزیکی دارای آمادگی جسمانی مناسبی نیست مستعد ابتلا به بیماری تقلیل فشار(DCS) است، شاید به این دلیل که انرژی بیشتری را مصرف میکند و شدید شدن جریان خون همان پیامد را به دنبال دارد، درنتیجه N_2 بیشتری در خون حمل میشود.

جنس **Gender**

پروفایل‌های خاص غواصی نشان میدهد که زنان بیشتر دچار بیماری تقلیل فشار(DCS) می‌شوند و شواهد زیادی در این خصوص وجود دارد. تفاوت‌های نامحسوسی در فیزیولوژی و ساخت بدن وجود دارد که این موضوع را اثبات میکند.

مشخصات غواصی **Dive profile**

غواصیهای عمیق (عمق بیش از ۱۸ متر)، غواصیهای طولانی مدت، غواصی‌های کاهش فشار و غواصی‌هایی بدون محدودیت (براساس جداول در RN)، به شدت بیماری تقلیل فشار(DCS) را بروز میدهند.

صعود سریع **Rapid ascents**

صعود سریع باعث می‌شود تا زمان کافی برای حذف N_2 از بافتهای مقاوم وجود نداشته باشد، در نتیجه این پدیده تشکیل حباب را تقویت میکند.

صعودهای متعدد **Multiple ascents**

صعودهای متعدد در غواصی به decompressionهای متعدد دلالت دارد، و اغلب مُختص صعودهای سریع است. احتمالاً حباب‌هایی در خون وجود دارند (حباب‌های بافت مقاوم) که حین صعود تشکیل می‌شوند.
حباب‌ها ممکن است به قدر کافی در ریه فیلتر نشوند، و از کنار بافت‌ها عبور کنند، و یا حین نزول دوم یا پس از آن از لحاظ سایز کوچک شوند در این صورت آنها از طریق فیلتر ریوی به بافتها نفوذ میکنند. در نتیجه بیماری تقلیل فشار(DCS) بروز میکند.

غواصیهای تکراری **Repetitive dives**

غواصی تکراری با ذخیره N_2 اغاز میشود که از غواصی قبلی نشات گرفته است. از اینرو تشکیل حباب پس از غواصیهای روزمره اَمری شایع است و غواصی تکراری اغلب با غواصی آغاز میشود، که در آن غواص حبابهای N_2 را از عملیات قبلی با خود حمل میکند. این حبابها با جذب N_2 حین غواصی‌های بعدی تشکیل میشوند، و احتمالا بیماری تقلیل فشار(DCS) را ظاهرمی سازند. همچنین با غواصی‌های مکرر اثرات فیزیولوژیکی باقیمانده از غواصی قبلی ظاهر میشود، و بروز بیماری کاهش فشار افزایش مییابد.
این اثرات فیزیولوژیکی عبارتند از: کاهش درجه حرارت بدن، کم‌آبی ناشی از غوطهوری و تمرین جدید.

پروفایلهای غواصی وارونه Reverse Dive Profiles

هنگامی‌که غواصی در چند مرحله انجام میشود به غواصان توصیه میشود که اولین غواصی عمیق خود را، بعد از غواصیهای مکرر انجام دهند و به تدریج عمق غواصی را زیاد کنند.اگر این روند طی نشود، بیماری تقلیل فشار(DCS) رخ میدهد.

پرواز پس از غواصی Flying after diving

در دوره ایی که هواپیما وجود دارد ما به وضوح می بینیم که غواصان ظرف چند ساعت پس از غواصی پرواز میکنند و بعد از غواصی وشروع تعطیلات به خانه‌هایشان باز میگردند.

خطوط هوایی بین‌المللی در ارتفاع حدود ۲۰۰۰ متری (ft۶۵۰۰)، بالاتر از سطح دریا تحت فشارقرار دارند. و این بدان معنی است که کاهش فشار بر روی غواص حدود ۲۵٪ است و با افزایش درجه فوق اشباع N_2 و با افزایش اندازه هر کدام از حبابها در ارتباط است درنتیجه غواص ممکن است حامل N_2 باشد. و این مسئله باعث می گردد که احتمالاً در حین پردازد دچار علائم DCS شود.

کامپیوترهای غواصی Decompression meters/computers

با وجود کامپیوترها برخی نظریه ها بی اعتباراند. (این کامپیوترها با عملکرد غواصی و تجربه کاهش فشار در جداول مخالف است) این نظریه‌ها ممکن است براساس مدت زمان طولانی غواصی شکل گرفته باشد، یعنی مدت زمانی را که غواص در زیر آب حین غواصی صرف کرده است- و مدت زمانی را که غواص برای درمان در اتاق recompression سپری کرده است. اگر غواص زنده بماند، هر دو مورد را باید در Log Book او گزارش کرد.

تاثیر چندفاکتور Multi-Factorial Effect

اغلب بیش از یک عامل خطر ابتلا به بیماری تقلیل فشار(DCS) را افزایش میدهد. بنابراین در یک مجموعهٔ بزرگ غواصی واقع در کشور استرالیا، بیش از نیمی از موارد افراد درگیر در غواصی‌های متعدد و غواصی‌های عمیق (عمق بیش از ۳۰ متر) ظرف ۸ ساعت الکل مصرف کرده بودند. ۲۰ ٪ دیگر، با قرار گرفتن در معرض حمل و نقل هوایی دچار این بیماری شدند. بنابراین، حداقل دو عامل در افزایش بروز بیماری تقلیل فشار(DCS) بسیار از این غواصان مؤثر است.

فصل چهارده

جداول و روش‌های

DECOMPRESSION

جداول روش‌های کاهش فشار TABLES & METERS DECOMPRESSION

جداول کاهش فشار و مقیاس اندازه‌گیری

بعد از شروع کار J.S.Haldane (فیزیولوژیست انگلیسی) در اوایل قرن گذشته ، جداول کاهش فشار براساس مدلهای ریاضی جذب و دفع گاز در بدن پایه‌ریزی شده است. او اعتقاد داشت (اشتباهاً) که میزان تصاعدی جذب و حذف گازها، برابر خواهد بود و اینکه بافت‌های بدن توانسته اند گرادیان فشار فوق اشباع هوا را برابر ۲:۱ تحمل کنند، بدون اینکه حباب تشکیل شود. او این عملکرد را بر روی بزغاله‌ها آزمایش کرد و به راحتی توانست بیشترین مدل حیوانی را برای غواص بسازد و با این کار توانست گرادیان را تعیین کند. بزغاله میتواند فشار ATA۲ هوا را در بافتهای خودش تحمل کند حتی زمانیکه فشار هوا در حدود ATA۱ باشد یا او میتواند از ۶ به ATA۳، از ۴ به ATA۲ و از ۲ به ATA۱ صعود کند بدون اینکه حباب تشکیل شود.

Haldane معادلات ریاضی را اختراع کرد -که بعدها بعنوان مدل یا الگوریتم نامیده شد- و با به کار بردن این معادلات وضعیت غواص را نشان داد و آن را وارد غواصی عملی ساخت. او ۵ فرضیه را مطرح کرد و آن را بر روی غواص پیاده ساخت به طوری‌که گرادیان فوق اشباع در هر یک از این ۵ معادله هرگز از ۲:۱ تجاوز نخواهد کرد. به محض اینکه معادله به آن ضریب برسد، غواص صعود خود را در این «مرحله» متوقف خواهد ساخت تا زمانیکه (off-gassed) به او اجازه داده شود به مرحلهٔ بعدی صعود کند. به این ترتیب تشکیل حباب توسط کاهش فشار اجتناب خواهد شد.

هرچند که معادلات Haldane توسط نیروی دریایی سلطنتی به مدت ۵۰ سال مورد استفاده قرار گرفت اما معلوم بود که برخی از توقف‌ها یا مرحله‌بندی‌های غواصی بیش از حد سُنتی و افراطی بود و فرضیات این روش کاملاً اشتباه بودند.

جداول تحسین‌برانگیز نیروی دریایی ایالات متحده بر پایه نظریه هالدین استوار است. این جداول عبارتند از: جذب تصاعدی و حذف گازهای بی‌اثر و گرادیانهای این جداول با آزمایشات تجربی و تجربه‌های عملی غواصی اصلاح شده‌است.

آنها تعداد بافتهای فرضی را تا ۶ برابر افزایش دادند (۵،۱۰،۲۰،۴۰،۸۰ و۱۲۰ دقیقه)و برای غلبه بر معایب ویژه جداول هالدین و ایجاد کاهش فشار مطمئن تلاشهای زیادی کردندواختلاف حداکثر نسبت فوق اشباع بی خطر را(اکنون ارزش M نامیده میشود) برای بافت‌های مختلف در اعماق گوناگون محاسبه کردند. بین سال‌های ۱۹۶۰ و ۲۰۰۰ پس از آزمایشات و بررسی های مختلف جداول تازه تأسیس کاهش فشار، مجموعه کاملی از نوآوریها و تغییرات صورت گرفت. دکتر Bruce Bassett (فیزیولوژیست نیروی هوایی آمریکا) به این نتیجه رسید که جداول نیرویی دریایی ایالات متحده وقوع بیش از ۶ درصد بیماری تقلیل فشار(DCS) را زمانیکه افراد در محدوده بدون کاهش فشار تحت فشار قرار گیرند، نشان می دهند.

Merrill Spencer در سیاتل، این شواهد را تأئید و آن را با نظارت گسترده داپتر پشتیبانی کرد. نتایج نشان میدهد که حبابها در بسیاری از غواصیهای عادی ایجاد میشوند واین مسئله بر کاهش فشار نامناسب دلالت دارد. بسیاری از افراد عیبهای یکسانی را مشاهده کردند، و برای کنار آمدن با اطلاعات جدید تلاش های زیادی را انجام دادند و جداول را براساس اصول هالدین اصلاح کردند. این جداول توسط Bassett Huggins ، NAUI ، PADI و سایرین تدوین شد.

تغییرات اصلی جهت بهبود ایمنی به قرار زیر میباشد:

- کاهش مدت زمان قابل قبول، بدون کاهش فشار نزدیک به ۱۰ تا ۲۰٪
- کاهش میزان صعود از ۱۸ متر در دقیقه به ۹ تا ۱۰ متر در دقیقه (حداقل در بالای ۳۰ متر)
- افزایش «توقف ایمنی» از ۳ تا ۵ دقیقه در عمق ۳ تا ۵ متری

یک کارشناس سوئیسی به نام پروفسور Buhlmann مدلی از کاهش فشار را اختراع کرد که شامل ۱۶ قسمت علمی است و به طور وسیع در حدود نیم ساعت انجام میشود. در ارتفاعات این جداول بیش از سایر جداول مورد ازمایش قرار گرفت و مفهوم غواصیهای مجدد را نیز تعمیم داد. بعدها نیروی دریایی ایالات متحده مدل E/L را پیشنهاد کرد که در ان جذب تصاعدی گاز و فقدان مدل خطی حذف گازانجام شد.

در انگلستان شخصی به نام Hempleman مردم را با مفهوم (slab diffusion) آشنا کرد که بعدها به شکل جداول PNPL/BSAC تکامل یافت. سیلندر بافت توسط شخصی بنام Hills در استرالیا استفاده شد. گروههای دیگر، وجود حباب یا تشکیل هسته حباب را پذیرفتند، آنها مفهوم گاز سُنتی را در محلول فوق اشباع را کنار گذاشتند، و گاز را به چنین روشی فشرده (decompressed)کردند آنقدر که حبابها در سطح قابل تحملی، حفظ شوند. گاهی اوقات اینها بعنوان «مدلهای حباب» نامیده میشوند.

Yount در هاوایی، جداولی را تدوین کرد. این جداول برای حفظ هسته گاز تشکیل یافته از حبابهای بزرگتر طراحی شد و گرادیان فشار مجاز در سراسر این هسته کمتر از ضریب فوق اشباع هالدین بود. بدین ترتیب مدت زمان فقدان کاهش فشار کمتر شد و توقف‌های کاهش فشار اولیه عمیق‌تر و میزان صعود کندتر شد. Weinke این مفاهیم را بیشتر در مورد کاهش گرادیان مُدل حباب ترویج داد و برخی از داده‌های غواصی را براساس این جداول

جمع‌آوری کرد.

کانادایی‌ها (DCIEM) انتقال گاز بین بافت‌های مجاور را بعنوان یک اصل کلی در نظر گرفتند و جدولی را ارائه دادند که به خوبی بررسی شده بود، و در میان جمعیت غواصان تفریحی سُنتی محبوب بود. هرچند در نظریه رفع فشار، این جداول با آزمایشات فراوان بشر در آب سرد و شرایط کاری سخت اصلاح شده بود، با Doppler (ultrasound) نیز تایید شد. تنها غواصی های بدون کاهش فشار، و غواصی‌ها ، محافظه‌کارانه تر از جداول نیروی دریایی ایالت متحده هستند و اغلب برای غواصی تفریحی توصیه میشوند.

روش دیگر، به جمع‌آوری تعداد زیادی از مدارک خوب پروفایلهای غواصی اختصاص دارد. برخی جداول صحیح و برخی نادرست می‌باشند و به کامپیوتراجازه میدهند تا جداول صحیح را بسازد. این راه‌کارها ادامه می‌یابدو نیروی دریایی ایالت متحده و DAN ، چنین تجزیه و تحلیل‌های آماری را بکار میبرند تا ریسک احتمالی بیماری تقلیل فشار(DCS) را با هر یک از مشخصات غواصی و غیره تعیین کنند، جداولی «احتمالی» که مفهوم ابتلا به بیماری تقلیل فشار(DCS) را از ۱درصد، ۲.۳درصد یا ۵درصد مشخص میکند و این ارقام به صورت تئوری استنتاج میشود. هنگامیکه جداول قراردادی با محدودیت دنبال شود (غواصی کاهش فشار، غواصی عمیق، غواصیهای نزدیک به فشار غیرمحدود)، وقوع ۵-۱درصد بیماری تقلیل فشار(DCS) غیر قابل قبول است. حتی غواصانی که به ظاهر بیمار نبودند، مطالعات Doppler (ultrasound) در طول مدت decompression حبابهایی را درون وریدهای بزرگ نشان داد. با این حال، در غواصی تفریحی و غواصی نیروی دریایی تنها ۱/۵,۰۰۰ تا ۱/۱۰,۰۰۰ افراد بروز بیماری تقلیل فشار(DCS) بالینی را نشان میدهند.

بعید است که مدل ریاضی کاملی از decompressing بدن انسان ساخته شود. اگر جریان خون در سایر مناطق افزایش یابد مویرگها پاره میشوند. حتی تحت شرایط عادی، جریان خون به برخی از مویرگهای خونی آسیب میرساند و بارها و بارها مویرگها را مسدود میسازد. در حین کاهش فشار، حذف نیتروژن عملاً از ناحیه مویرگهای بسته صورت میگیرد. هنگامیکه کاهش فشار پیشرفت کند، این ناحیه غلظت N_2 بسیار زیادی را نسبت به پیش‌بینی قبلی نشان میدهد. هیچ مدل ریاضی نمی‌تواند پدیده بیولوژیکی را مانند این مسئله پیش‌بینی کند.

هنگامیکه فردی، پیچیدگی های نامشخص انتقال گاز را از طریق طیف وسیعی از بافتهای مختلف بررسی کند، به‌درستی درمیابد که انحلال پذیری گوناگون گازها، تلورانس های گوناگون فوق اشباع، کمیت و مکان مختلف هسته، همگی در اعماق مختلف، مدت زمان ومیزان صعود متفاوت اند- در این زمان نمایش دقیق این مسئله با معادلات ریاضی، مدل‌ها و یا الگوریتم‌ها در این زمان غیرممکن است.

هر جدولی که مدت زمان طولانی تر غواصی در زیر آب و غواصی عمیق‌تر یا بیشتر را ارائه دهد، بروز بیماری decompression را نیز بیشتر نشان خواهد داد.

شایعه چشم پوشی قریب الوقوع از جداول "جدید" شایعه همیشگی است .مشکل در ساخت مدلهای ریاضی است که حقیقتاً فیزیولوژی کاهش فشار انسان را براساس این جداول، و مشکلات و هزینه آزمایش نشان میدهد و این امر باعث توسعه و اعتبار جداولی است که براساس آن، ساخت مدل‌های جدید غیرممکن میباشد. با این حال، جداول

براساس مدلهای بازسازی شده ریاضی، بارها ساخته میشوند و اغلب از جمع بندی تئوریهای decompression شکل میگیرند.

در اواخر قرن گذشته، غواصی تفریحی شامل غواصیهای تکراری و غواصی چند سطحی بود. این نوع غواصی، علاقه غواصان تفریحی، غواصی در تعطیلات، زندگی در کشتی، کاوش در تپه‌های دریایی و غواصی در اب را شامل میشد. این جداول به طور قابل توجهی در غواصیهای از پیش تعیین شده (designated-duration / single-depth) در نیروی دریایی و عملیات صنعتی گوناگون مصرف می شد. غواصان تفریحی، مدت زمان نسبتاً کمی رادر حداکثر عمق صرف می‌کنند.

تلاش‌هایی برای اصلاح نمودارهای مختلف غواصی صورت گرفت و نوآوری‌های مبتکرانه‌ای توسط Graver، Huggins، PADI RDP و Wheel غیره با موفقیت ارائه شد .

محصولات دیگر، مانند جداول Buhtmann به آسانی اصلاح شد تا تعداد بیشتری از متغیرها، با غواصی چندسطحی و غواصی تکراری را مورد ارزیابی قرار دهد و همه عوامل در آن لحاظ شده بود.

با این حال، جداول کاهش فشار غواصی در چند سطح بینهایت متغیر کاملاً براساس تئوری طراحی شده است. آزمایشات جامع و کافی برای نمایش قابلیت اطمینان این جداول وجود ندارد.

از لحاظ نظری و عملی، اغلب مقامات مسئول به غواصان توصیه میکنند تا به تدریج در قسمت کم‌عمق، غواصی کنند هنگامیکه غواصی تکراری یا غواصی چندسطحی انجام میشود. این جداول به صورت «پروفایل غواصی» نشان داده میشود. حدود یک دهه قبل، یک مبارزه انتخاباتی نابجای دانشگاهی صورت گرفت تا «پروفایلهای غواصی معکوس» پذیرفته شود، درصورتیکه آنها باید به تعهدات کاهش فشار عمل میکردند، شواهد تجربی و تجربه غواصی متعاقباً نشان داد که مفهوم سنتی «اولین غواصی عمیق» در هر دو غواصی، یعنی غواصی چند سطحی و غواصی تکراری صحیح میباشد.

اندازه گیری تقلیل فشار Decompression meters DCM

با توجه به مزیت غواصی multi-level (چندسطحی)، غواصی تکراری[۱] و غواصی در چند روز[۲]، استفاده و معرفی مناسب از دستگاه کاهش فشارسنج (DCM) و کامپیوترهای کاهش فشار (DC)،به کاهش تدریجی استفاده از جداول تازه تاسیس و پذیرش فناوری جدید روی آوردند.

این meters براساس سه اصول مختلف بنا نهاده شده است:

مدلهای مکانیکی انتقال گاز Mechanical models of gas transfer

در اوایل سال ۱۹۶۰، مقیاسهای اندازه‌گیری به جنبش گاز از طریق روزنه‌های کوچک متکی بود تا جذب و حذف نیتروژن را با قسمت‌هایی از بدن شبیه‌سازی کند. آنها به وضوح سادگی بیش از اندازه انتقال گاز را به غواصان مشخص کردند، اما یک واحد Ios متر، تنها برای غواصی‌های انفرادی در عمق کم و بدون کاهش فشار در عمق کمتر از ۲۴ متر نسبتاً ایمن بوده است.

۱- repetitive diving

۲- multi-day

مدلهای الکترونیکی جداول موجود Electronic models of existing tables

این دستگاه‌ها از سالهای ۱۹۷۰ ، عمق و زمان غواصی را ثبت می کردند، و این وسایل به یکی از جداول کاهش فشار موجود طراحی می‌شدند که عمق و زمان غواصی در حافظه‌اش ذخیره شده بود. حتی یکی از آنها در ساعت مچی تعبیه شد. ابداع کنندگان، غواص را از مشکل ضبط عمق و زمان، خواندن و یادآوری جداول، نجات دادند.
این نوع مقیاس سنجها ، خیلی محبوب نبودند زیرا آنها هیچگونه تذکری به کاهش فشار را در صورت نیاز به کاهش فشار نشان نمیدادند و با جداول قراردادی مشابه بودند، و برای خرید این دستگاهها هزینه هنگفتی صرف میشد تا غواص از مشکل به‌کارگیری جدول کاهش فشار نجات یابد.

کامپیوترهای کاهش فشار (DC) Decompression Computers (DC)

این مدلهای الکترونیکی بر پایه تئوری کاهش فشار بنا نهاده شده است. در سال ۱۹۷۰، ریزپردازنده‌های پیشرفته برای استفاده کامپیوتری در دنیای غواصی به وسیله (ایالات متحده آمریکا)[۱] و (سوئیس)[۲] ساخته شد. به جای دنبال کردن جداول و جمع آوری قطعی اطلاعات مربوط به عمق و مدت زمان غواصی و عوامل مربوط به ایمنی غواصان باید از (DC) کامپیوترهای تقلیل فشار استفاده میکردند، زیرا به‌کارگیری این جداول مستلزم تخمین های پیچیده بود، همچنین DC ها به مراتب در اندازه‌گیری و محاسباتشان دقیق‌تر بودند.
این بدان معنی است که آنها می‌توانند به دقت مسیر غواصی را ردیابی کرده و از الگوریتم‌ها استفاده کنند تا زمان واقعی جذب نیتروژن مشخص شود و کاهش فشار مورد نیاز با توجه به نظریه از پیش تعیین شده محاسبه گردد .
پس ایمنی (DC) کامپیوترهای تقلیل فشار به اعتبار تئوری بستگی دارد.
اگر غواصان بطور صحیح از (DC) کامپیوترهای تقلیل فشار ها استفاده کنند بسیار با ارزش هستند.
آنها نسبت به ابزارهای قدیمی، ابزارهای اندازه‌گیری دقیق‌تری دارند (عمق، مدت زمان) و این اطلاعات در کامپیوتر ذخیره میشود و معتبرتر از حافظهٔ تحت تاثیر نیتروژن غواصان است.
در ضمن همراه داشتن یک صعود سنج و زنگ خطر برای صعود سریع ارزشمند است.

شکل۱ .۱۴

۱- Edge
۲- Decobrain

این صعود سنج ها بر مبنای یکی از مدلهای ریاضی (نظریه ها) برنامه ریزی شده، که در آن جداول قراردادی بسیار مرسوم است (معمولاً نیروی دریایی ایالات متحده، یا جداول Buhlmann یا «bubble»)، و این وسایل برای محاسبات غواصی چندسطحی و تکراری‌در نظر گرفته میشود .

به دلیل اجتناب از جمع اوری اطلاعات ومشخصات دقیق جداول، غواصان از DC استفاده میکنند، زیرا (DC) کامپیوترهای تقلیل فشار ها معمولاً مدت زمان طولانی‌تر غواصی را ثبت کرده، انعطاف‌پذیری وکنترل در اعماق و غواصی‌های تکراری، سطح فواصل زمانی کوتاه‌تر و مسیر صحیح را نسبت به «جدول غواصی» امکانپذیر میسازند.

در حال حاضر بیش از ده‌ها الگوریتم مختلف وجود دارد که کاهش فشار را در کامپیوترها را مشخص میکند.

بسیاری از (DC) کامپیوترهای تقلیل فشار ها، محدودیتهای ارتفاع (پرواز) را بعد از غواصی نشان میدهند.

در حال حاضر، بیش از ۹۰درصد غواصان از (DC) کامپیوترهای تقلیل فشار به جای جداول کاهش فشار استفاده می‌کنند، و با توجه به درک ضعیف جداول، استفاده از (DC) کامپیوترهای تقلیل فشار روش بسیار مناسبی است.

این بدان معنی است که قطعاً زمانیکه حادثه‌ای رخ میدهد، پروفایل کاملی از غواصی را می‌توان بر روی کامپیوتر کپی کردو با نگاه به گذشته ان را تجزیه وتحلیل کرد.

معایب کامپیوترها Disadvantages of decompression meters/computers

دستگاههای الکترونیکهای پیشرفته، باتری‌ها و آب دریا گاهی اوقات با یکدیگر سازگار نیستند. برخی مواقع ماشین‌آلات و تکنولوژی به شکست منجر میشوند.

زمانیکه برای اولین بار هر یک از جداول رسمی Decompression بر طبق یک مدل نظری ساخته شد ، بشکل گسترده ای براساس آزمایش انسانی اصلاح شد.

بسیاری از (DC) کامپیوترهای تقلیل فشار های جدید، برای غواصی کوتاه مدت انفرادی و غواصی‌های کم‌عمق استفاده میشوند و نسبت به جداول دقیق تر می‌باشند. خطرات در غواصی طولانی‌تر، تکراری و یا عمیق‌تر افزایش می‌یابد.

با وجود این ، محبوبیت وسایل سنجش Decompression ادامه دارد. آنها برای مسئولیت شخصی بعنوان یک جایگزین تلقی میشوند و برای مشکلات سخت، راه‌حل‌های آسانی را ارائه می‌دهند(محاسبات کاهش فشار).

پیشنهادات ایمنی (ده فرمان DC) Safety suggestions (the DC Ten Commandments)

اگر شما بر (DC) کامپیوترهای تقلیل فشار ها متکی هستید، به توصیه‌های زیرعمل کنید:

۱- آیا ۲۴ ساعت قبل از به کار بردن (DC) کامپیوترهای تقلیل فشار غواصی انجام نمیشود؟

۲- اگر DCدر هر کجااستفاده شود، پس باید در تمام غواصیها نیز به کار برده شود.

۳- از تکمیل مستندات پروفیل غواصی و جزئیات مربوط به آن اطمینان حاصل نمایید.

۴- در غواصیهای چندسطحی، عمق باید به تدریج کم شود.

۵- غواصیهای تکراری (در همان روز) باید به تدریج کمتر شوند.

۶- غواصیهای تکراری باید فاصله سطحی را حداقل ۴-۲ ساعت حفظ کند (غواصیهایی با عمق بیشتر و طولانی‌تر)

۷- اگرغواصی درظرف چند روز پیاپی صورت گیرد، روز چهارم نباید غواصی انجام شود.
۸- توقف ایمنی کاهش فشار مازاد را برای ۵ دقیقه در عمق ۵ متر، افزایش دهید، و در صورت عملی شدن، در هر غواصی با عمق بیش از ۱۵ متر آن را اجرا سازید.
۹- آیا در صورت نیازبه کاهش فشار غواصی نمیکنید یا به طریقه کاهش فشار پیش می‌روید؟
در صورت امکان، از آن غواصیها دوری کنید.
۱۰- آیافکر نمیکنید که (DC) کامپیوترهای تقلیل فشار برای غواصی در ارتفاع یا قرار گرفتن در معرض ارتفاع (پرواز) دقیق باشد؟
(DC) کامپیوترهای تقلیل فشار ها ترجیحاً در عمق کمتر از ۳۰ متر و حداکثر در عمق کمتر از ۴۰ متر مورد استفاده قرار میگیرند.
افرادی که بیشتر در معرض بیماری تقلیل فشار(DCS) قرار دارند (سن،جنس ،امادگی جسمانی، مصرف دارو،صدمات،سابقه بیماری تقلیل فشار(DCS) و غیره) یا غواصیهای خطرناک تری را انجام میدهند (عمق، طول مدت، لزوم کاهش فشار، دما، جریان غواصی، غواصی تکراری، صعودهای متعدد و غیره) باید گزینه های بهتری را انتخاب کنند.

فصل پانزده

بیماری های تقلیل ناگهانی فشار بالینی

Decompression Sickness Clinical Features

بیماریهای حاد تقلیل فشار ACUTE DECOMPRESSION ILLNESS

این اصطلاح , بیماریهای حاد تقلیل فشار (ADI) به غواصان یا امدادگران آموزش داده شده، و انان قادر ند بین موارد بیماری تقلیل فشار[DCS و آمبولی هوا (باروترومای ریوی حاصل از صعود] تمایز قائل شوند.
گاهی اوقات تشخیص افتراقی بین آنها دشوار است، وبه ندرت ممکن است بیماری‌های مشترکی وجود داشته باشد. از آنجاییکه درمان بیماری تقلیل فشار(DCS) عصبی و آمبولی شریانی گاز از باروترومای ریوی، معمولاً یکسان است، فرق بین این بیماری‌ها در مراحل اولیه ضروری نیست و تا مدتی قابل تحمل است. در نهایت، مشاوره در برنامه‌ریزی آینده غواص، امری ضروری است، و باید به صورت خاص انجام شود.

طبقه‌بندی علائم CLASSIFICATION OF SYMPTOMS

در گذشته، طبقه‌بندی علائم برای توصیف بیماری کاهش فشار (DCS)، به شکل بیماری تقلیل فشار(DCS) نوع اول (اسکلتی ماهیچه‌ای یا مفصلی) یا نوع دوم (بیماری‌های جدی قلبی- ریوی و عصبی) به شکل سنتی انجام میشد.
در حال حاضر قرار بر این است که طبقه‌بندی ویژگی‌های بالینی با توجه به اعضای بدن و یا سیستم صورت گیرد، (به عنوان مثال بیماریهای عصبی، اسکلتی- ماهیچه ای و غیره).
شرط احتیاط آن است که با تشخیص نشانه‌ای از پیشرفت علائم (بعداً توصیف میشود)، در صورت بروز هر دو بیماری، معالجه صورت گیرد.

شروع علائم ONSET OF SYMPTOMS

ویژگی‌های بالینی بیماری تقلیل فشار(DCS) در طول صعود یا پس از آن دیده میشود. در اغلب موارد، علائم بیماری در ظرف ۶ ساعت پس از صعود مشاهده خواهد شد، و ۵۰ ٪ علائم در ساعت اولیه غواصی بروز خواهد کرد. تأخیر علائم در آغاز ۲۴ ساعت غواصی یا بیشتر از آن معمولا کمتر دیده شده است. غواصان اغلب، نشانه‌های واقعی بیماری خود را پنهان، یا آنها را توجیه می‌کنند.

در یکی از مجموعه‌های بزرگ غواصی تنها نیمی از غواصان ظرف ۱۲ ساعت پس از مشاهده پیشرفت اولیه علائم، درخواست کمک کردند. زمان شروع علائم تا حدی به نوع غواصی بستگی دارد. در موارد حاد، علائم ممکن است حین صعود یا در ایستگاه‌های کاهش فشار ظاهر شود.

به طور کلی، ظهور علائم سریع، بیماری تقلیل فشار(DCS) جدی‌تری را نشان میدهد. علائم ممکن است با قرار گرفتن در معرض ارتفاع (رانندگی در کوهها، سفر هوایی)، ورزش یا تنفس گازهای خاص بدتر شود. غواصان باید از عوارض جدی ناشی از پرواز پس از غواصی آگاه باشند.

درد مفصل JOINT PAIN

(بیماری تقلیل فشار(DCS) اسکلتی- عضلانی، خمیدگی[1])

(MUSCULO-SKELETAL DCS, BENDS)

درد در نزدیکی یکی از عضلات یا تاندونهای اطراف مفاصل ، شایع‌ترین ویژگی بارز بیماری تقلیل فشار(DCS) غواصیِ سطحی است. شانه اغلب تحت تأثیر قرار میگیرد در حالیکه آرنج، مچ دست، مفصل ران، زانو، مچ پا، همیشه تحت تأثیر درد قرار نمیگیرند.

این مسئله غیر عادی نیست زیرا که دو مفصل تحت تأثیر قرار میگیرندو معمولاً دو مفصل مجاور یکدیگرند بعنوان مثال شانه و آرنج در همان سمت قرار دارند. بسیار نادر است که چند مفصل تحت تأثیر یک الگوی متقارن قرار گیرند. علائم با ناراحتی یا احساس غیرعادی در مفصل یا نزدیک آن آغاز میشود. درد و علائم دیگر ممکن است بعد از دو یا چند ساعت ظاهر شود. درد معمولاً با یک درد دائمی (مثل دندان درد) آغاز میشود اما گاهی ممکن است با ضربان همراه باشد. غواص مفصل خود را درحالت خمیده نگه میدارد تا درد را کاهش دهد. حالت خمیدگی مطابق با وضعیت کارگران تونل است که به بیماری تقلیل فشار(DCS) در نزدیک مفصل ران مبتلا شده‌اند که به اصطلاح «bends» گفته میشود.

درد مفصل معمولاً با لمس کردن، حساس نمیشود اما حرکت آن ممکن است با درد بدتر شود. فشار از طریق "دستگاه فشار خون"[2] ،این درد را نشان دهد.

اگر معالجه صورت نگیرد، درد معمولاً تا چند روز ادامه دارد و با ناراحتی همراه است قبل از اینکه درد به آرامی فروکش کند. در موارد خفیف، درد کم و زودگذر ممکن است تنها ظرف چند ساعت آشکار شود ("niggles").

علائم اغلب در اطراف مفصلی ایجاد میشود که در معرض فشار غیرعادی یا کشیدگی حین غواصی و یا پس از آن

---

۱ BENDS

۲ Sphygmomanometer

قرار دارد یا مفصلی که دچار آسیب شدید و یا جدی شده است.
گاهی اوقات، ممکن است تشخیص بین بیماری تقلیل فشار(DCS) و علتهای دیگر درد مفصل نظیر کشیدگی، صدمه یا التهاب یک مفصل دشوار باشد. در شرایط اخیر، مفصل معمولاً با تماس دست حساس میشود و ممکن است قرمز و متورم شود. آرتریت کلی، غالباً دوجانبه و متقارن است و مفاصل کوچکتر را نیز درگیر میکند و اعمال فشار موضعی این درد را برطرف نمیسازد. این علائم در بیماری تقلیل فشار(DCS) غیرعادی میباشند.

> به طور کلی، هر درد در مفصل یا نزدیک آن بعد از غواصی با هوای متراکم در عمق بیش از ۱۰ متر(یا غواصی‌های کم‌عمق و تکراری یا طولانی) با DCS همراه است مگر اینکه عکس آن ثابت شود.

بیماری تقلیل فشار(DCS) سیستم اعصاب NEUROLOGICAL DCS

بیماری تقلیل فشار(DCS) میتواند مغز، ستون فقرات و یا عصبهای وابسته به آن را تحت تأثیر قرار دهد. ویژگیهای بالینی به اختلالِ فعالیت در سیستم عصبی، دخالت یک یا پنج عامل اصلی زیر مربوط میشوند:

- حس **sensation**
- حرکت (شامل تعادل و هماهنگی) **movement** (including balance and co-ordination)
- هوشیاری و عملکرد ذهنی **consciousness and intellectual functions**
- دستگاه عصبی خودکار **autonomic functions**
- واکنشهای غیرارادی (بعنوان مثال: حرکت تند و سریع، رفلکس سرفه)

reflexes (e.g. knee jerk, cough reflex)

از بین این پنج مورد، چهار مورد نخست برای تشخیص افراد عادی، آسانتر میباشند.

حس ها The Senses

این حسها شامل، حس بینایی، شنوایی، بویایی، چشایی و لامسه میباشند. بیحسی و سوزش از علائم شایع هستند (Paraesthesiae).

حرکت Movement

جنبش شامل توانایی حرکت هر عضله، قدرتِ حرکت و توانایی همبستگی آن میباشد.

عملکرد عالی مغز Higher function of the brain

عملکردهای مهم فکری، شامل آگاهی، جهت‌یابی (آگاهی از زمان، شخص و مکان)، تفکر، گفتار و حافظه میباشند. واکنشهای صرعی (تشنج) و گیجی امکان‌پذیر هستند.

دستگاه عصبی خودمختار Autonomic functions

تداخل این دستگاه با کنترل تنفس و عملکرد قلب ممکن است شوک و کولاپس را ایجاد سازد. مثانه و عملکرد بد روده ممکن است باعث ناراحتی شکمی و درد شود تا زمانیکه مثانه یا روده تخلیه شود.

در بیماری تقلیل فشار مغزی[1] حبابهای بیماری تقلیل فشاردر نزدیک یا داخل رگهای خونی قرار میگیرند و به مغز وارد می شوند و با انسداد جریان خون فشار مستقیمی را بر روی بافتهای عصبی ایجاد میکنند. هنگامیکه مغز آسیب ببیند، مانند هر بافت دیگری متورم میشود اما به دلیل اینکه در استخوان جامد جمجمه محدود میشود، فشار در جمجمه افزایش مییابد و باعث لطمه بیشتر جریان خون به دیگر بخشهای مغز میشود. تورم مغز (ورم مغزی) و نیز پیشرفت حبابهای نیتروژن، اغلب منجربه وخیم‌تر شدن مداوم این بیماری میشود.

شروع DCS مغزی، اغلب با سردرد همراه است- احتمالاً به خاطر تورم مغز است. بیحسی یا سوزن سوزن شدن (Paraesthesiae)، ضعف یا فلج تأثیرگذار بر اندام یا یک طرف بدن، Numbness or tingling، گیجی، از دست دادن هوشیاری یا تشنج ممکن است همگی نشاندهنده علائم این اختلال شدید باشند.

بخشی از مغز که مسئول هماهنگی (مخچه) است نیز ممکن است دچار اختلال شده و باعث عدم هماهنگی اندامها شود که به نام «staggers» شناخته میشود.

حس لامسه و اندامهای تعادل نیز میتوانند تحت تأثیر قرار گیرند...

بیماری تقلیل فشار ستون فقرات **SPINAL DCS**، با حبابهای بیماری تقلیل فشار(DCS) در خون و ریه‌ها ارتباط مشترکی دارد که معمولاً بعنوان «Chokes» شناخته شده است. همچنین بیماری تقلیل فشار(DCS) ستون فقرات با «girdle pains»- یا درد اطراف قفسه سینه یا شکم شناخته می شود. اختلال در حرکت از جمله ضعف یا فلج یا اختلال حسی مانند بیحسی یا سوزش نیز رایج است.

درگیری رشته های اعصاب اتونومیک مثانه و روده دفع ادرار را مشکل ساخته و به اتساع روده منجر میشود. فلج پایین تنهparaplegia یا quadriplegia (فلج هر چهار دست و پا) ممکن است دیده شود.

بیماری تقلیل فشار(DCS) گوش داخلی INNER EAR DCS

حلزون گوش (شنوایی) یا ارگانهای دهلیزی (تعادل) ممکن است درگیر بیماری تقلیل فشار(DCS) شوند . این نوع بیماری تقلیل فشار(DCS) معمولاً با غواصی عمیق، تنفس مخلوط هلیوم- اکسیژن رخ میدهد.

اُفت شنوایی، صدای زنگ در گوش (وزوز گوش)، و یا سرگیجه، تهوع و استفراغ ویژگیهای متداول این بیماری است. این وضعیت باید نسبت به سایر علائم اصلی باروتروماى گوش داخلی غواصان تشخیص افتراقی داده می شود.

بیماری تقلیل فشار ریوی LUNGS or PULMONARY DCS

حبابهای نیتروژن غالباً در رگهای غواصان پس از صعود از غواصی عمیق ظاهر میشوند، و لزوما با بروز بیماری تقلیل فشار(DCS) بالینی همراه نمی باشند.

۱- DCS ، CEREBRAL Brain

هنگامیکه تعداد زیادی از این حبابها تشکیل شوند، آنها در عروق کوچک ریه‌ها به دام افتاده، باعث انسداد جریان خون میشوند. اگر حبابها بیش از حد تشکیل شوند، این امر معمولاً به اختلال عملکرد ریه و احساس تنگی نفس منجر میشود که به «Chokes» معروف است.

بعلاوه ویژگیهای بالینی شامل موارد زیر میباشد: احساس تنگی در قفسه سینه، درد قفسه سینه، تنفس سخت و سریع، سرفه اغلب مشاهده میشودو با سیگار کشیدن، hyperventilating یا ورزش تشدید میشود. علائم بیماری اغلب پس از صعود، غواصی نسبتاً عمیق (عمق بیش از ۳۰ متر) و یا پس از غواصی طولانی مدت به سرعت ظاهر میشود. در این وضعیت می تواند مرگ ناگهانی رخ میدهد.

بیماری تقلیل فشار قلبی HEART or CARDIAC DCS

حبابهای نیتروژنی که معمولاً در وریدهای غواصان پس از غواصیهای عمیق تشکیل میشود، توسط ریه تصفیه میشود.

شرایطی وجود دارد که قلب را تحت تأثیر قرار میدهد (بازماندن دریچه بیضی **patent foramen ovale**- PFO)و گاهی اوقات در ۳۰٪ افراد مشاهده میشود، در آنجا ارتباط بالقوه‌ای بین سمت راست و چپ قلب وجود دارد یعنی بین دهلیز راست و دهلیز چپ .

دریچه یکطرفه flap valve معمولاً به طور نرمال با فشار بالا در سمت چپ قلب (دهلیز چپ) بسته میشود. هنگامیکه مقدار زیادی از حبابهای نیتروژن، ریه‌ها را مسدود کنند فشارمعکوس دهلیز راست میتواند باعث فشار دهلیز چپ شود. پس از آن، این حفره ممکن است اجازه دهد که حباب‌های گاز از سمت راست به سمت چپ قلب عبور کنند، و سپس به هر قسمتی از بدن پُمپ شده و توزیع گردند(شبیه به آمبولی شریانی گاز که منجربه ترکیدن ریه میشود.

عبور حبابها از میان سوراخ باز بیضی (PFO)، و یا هر گونه نقص قلبی دیگر ، به افزایش خاصیت شناوری منجر میشود. آنها به راحتی میتوانند به رگهای خونی حمل و به مغز فرستاده شوند زیرا آن خون زیادی را به همراه دارد و بالاتر از قلب قرار گرفته است. بعد از یک غواصی به ظاهر «امن»، این مورد یکی از علتهای بیماری تقلیل فشار(DCS) مغزی میباشد. این مورد ممکن است آمبولی گاز شریان مغزی یا CAGE[1] نامیده شود، لیکن این مشکل به خاطر بیماری تقلیل فشار(DCS) میباشد نه باروترومای ریوی.

اصطلاح بیماری حاد کاهش فشار شامل هر دو مورد است. گاهی اوقات، حبابها می توانند از پایین عروق کرونر عبور کنندو به قلب فرستاده شوندو جریان خون را به قلب محدودسازند. در موارد شدید این حالت به تخریب مهلک ماهیچه قلب (انفارکتوس میوکارد) منجر میشودو تنها به شکل «حمله قلبی» در غواص ظاهر میشود. در موارد دیگر، اختلالات تهدید کننده حیات در پمپاژ قلب و ریتم ان ایجاد میشود.

نشانه‌های حمله قلبی عبارت‌اند از: درد قفسه سینه، تپش قلب و تنگی نفس.

---

۱ cerebral arterial gas embolism

بیماری تقلیل فشارگوارش GASTROINTESTINAL DCS

گاهی اوقات، انسداد جریان خون به روده‌ها توسط حبابهای نیتروژن میتواند دستگاه گوارش را تحت تأثیر قرار دهد. علائم بالینی شایع نیست، اما میتواند شامل استفراغ یا اسهال، دل درد، درد شکمی و خونریزی داخل گوارشی شود. موارد شدید خونریزی شدید می تواند منجربه مرگ میشود.

بروزبیماری تقلیل فشار پوست SKIN MANIFESTATIONS of DCS

این بیماری در غواصان Scuba شایع نمی باشدچرا که این غواصان لباس wet suit (لباسهای خیس غواصی) میپوشند، گاهی اوقات، خارش دست و پا، با تحریک بثورات جلدی (جوش) پس از غواصیهای عمیق[1] و با پوشیدن dry suit (لباسهای خشک غواصی)بروز میکند وخیلی غیر عادی نیست.

این وضعیت احتمالاً به خاطر عبور گاز از محیط فشار بالای اتمسفر به داخل پوست است. شرایط جدی نمیباشد و نیازی به درمان نیست.

در بیماری تقلیل فشار(DCS) شدید، حبابهای نیتروژن خون میتواند مانع جریان خون به پوست شود و تکه ای به رنگ سفید، آبی و صورتی- مرمری را در روی پوست ایجاد کند.

انسداد سیستم لنفاوی (خشکی بافتها) باعث تورم موضعی پوست میشود.

علائم عمومی بیماری تقلیل فشار(DCS) GENERAL SYMPTOMS of DCS

به طور کلی، بیحسی، خستگی، ضعف و کم شدن نیرو در بسیاری از موارد بیماری تقلیل فشار(DCS) مشاهده میشود. در موارد بسیار شدید، خونریزی داخلی، شوک و یا مرگ‌رخ می‌دهد.

نشانه های تأخیر بیماری تقلیل فشار(DCS) DELAYED SYMPTOMS of DCS

علائم طولانی مدت ممکن است به خاطر آسیب عصب، نخاع یا مغز، بافتهای بدن یا استخوان باشد .

در این موارد می تواند تشدید یا عدد تداوم یا بازگشت علائم دیده شود. مشکلات روانی مختلف نیز میتواند بعلت بیماری تقلیل فشار(DCS) ناگهانی باشد. حالتهای اضطراب و اختلالات استرس زا بعد از تروما، عارضه شایعی است.

تکامل تدریجی علائم EVOLUTION OF SYMPTOMS

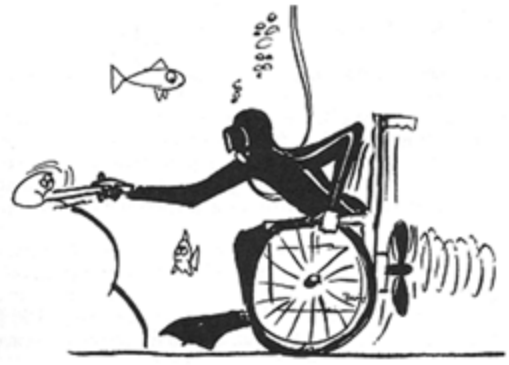
به طور کلی، علائم خفیف تر بیماری پس از صعود ظاهر میشوند و با بیماری تقلیل فشار(DCS) جزئی همراه است و بالعکس. همچنین، تأخیر طولانیتر بین صعود و بروز علائم (بین ۶ تا ۲۴ ساعت)، متعاقباً بیماری تقلیل فشار(DCS) خفیف‌تری را نشان میدهد. اینگونه استنباط میشود که:

درDCS هرچه علایم پس از صعود زودتر ظاهر شوند خطرناکتر است

زمان شروع علائم باید با زمان صعود مرتبط باشد واین مسئله به تشخیص بیماری تقلیل فشار(DCS) کمک میکند.

۱- recompression chamber

بروز علائم بالینی و ارزیابی آن همراه با عوامل تشدید کننده باید توضیح داده شود.
بروزعلائم بالینی ممکن است بصورت پیشرونده، ثابت یا بهبود یابنده باشد. همچنین علائم ممکن است به حالت اول بازگردند (عود کنند). عوامل تشدیدکننده بیماری نه تنها شامل ان دسته از افرادی است که مستعد بیماری تقلیل فشار(DCS) میباشند بلکه شامل کسانی است که این بیماری در انها شدت یافته است. مشاهده دقیق علائم بیماری به تشخیص بیماری تقلیل فشار(DCS) کمک میکند، در این بیماری (DCS) با بالا بردن فشار محیطی پاسخ درمانی مناسبی دیده می شود (غوطه‌وری مجدد در آب، درمان در اتاق recompression) و این و واکنش بصورت آهسته رخ می دهد و با تجویز ۱۰۰٪ اکسیژن درمان انجام میشود.



شکل ۱۵.۱

خلاصه نمره آزمون روانی (ABBREVIATED MENTAL TEST SCORE (AMTS برای تشخیص هذیان خفیف، گیجی و سایر اختلالات شناختی مورد استفاده قرار میگیرد.
سئوالات زیر به بیمار ارائه میشود. هر سئوالی که به درستی پاسخ داده شود به آن یک نمره تعلق میگیرد. نمره ۶ یا کمتر، اختلال عملکرد مغز را نشان میدهد. نمره بالای ۶ به این معنی نیست که هیچ اختلال شناختی وجود ندارد.

سئوالات AMTS

سن شما چقدر است؟ (یک نمره)

ساعت نزدیک چند است؟ (یک نمره)

آدرس بیمار را بخواهید و از او سئوال کنید تا آن را در پایان آزمون تکرار کند بعنوان مثال:

خیابان ۳۶ smith sonian

چه سالی است؟ (یک نمره)

نام بیمارستان چیست و شماره اقامتگاه را بگوید جایی را که او بستری شده است؟ (یک نمره)

آیا بیمار میتواند دو شخص را تشخیص دهد (دکتر، پرستار، خدمتکار خانه و غیره)؟ (یک نمره)

تاریخ تولدش چیست؟ (یک نمره)

در چه سالی جنگ جهانی آغاز شد؟ (یک نمره)

(چه تاریخهایی را به خوبی میشناسد البته با اولویت تاریخهایی که در زمان گذشته رخ داده است)

نام و نام خانوادگی پادشاه حاضر/ نخست وزیر/ رئیس جمهور. (یک نمره)

(متناوباً سئوال کنید «کی شما به این کشور وارد شدید»؟ آن را بگویید.

از ۲۰ تا ۱ را به طور برعکس بشمارد. (یک نمره)

علاوه بر «بررسی نمره»، این آزمون را میتوان برای نشان دادن بهبودی یا بدتر شدن بیماری نشان داد، درصورتیکه بیماری تکرار شود. این آزمون جامع‌تر از آزمونهایی نیست که توسط امدادگران و پزشکان استفاده میشود بعنوان مثال Mini-Mental State Examination ، یا TYM

فصل شانزده

درمان بیماری تقلیل ناگهانی فشار

Decompression Sickness Treatment

کمکهای اولیه FIRST AID

مشاوره تخصصی Expert advice

مشاوره تخصصی باید توسط پزشک غواصی، سازمان پزشکی غواصی (مانند DAN) و یا مرکز هیپرباریک، در اسرع وقت دنبال شود.

اقدامات اصلی کمک‌های اولیه بیماری کاهش فشار (DCS) عبارت‌اند از:

* اصول کمکهای اولیه A-B-C- یعنی باز کردن راه هوایی، تنفس، گردش خون

basic first aid, A–B–C — Airway, Breathing, Circulation

* تنفس ۱۰۰درصد اکسیژن (O_2). **oxygen** (O_2 ۱۰۰٪)
* تثبیت موقعیت واستراحت بیمار **positioning and rest**
* جایگزینی مایعات **fluid replacement**

اکسیژن درمانی Oxygen therapy

اگر غواص ۱۰۰٪ اکسیژن یا (O_2) را تنفس کند، نیتروژن (N_2) از ریه هایش حذف میشود. دستگاه تنفس باید به ریه ها کمک کند تا حدالامکان ۱۰۰٪ اکسیژن را دریافت کند. این بدان معنی است که نوعی از ماسک بیهوشی anaesthetic یا تنظیم کننده اکسیژن باید در غواصیهای فنی و صنعتی مورد استفاده قرار گیرد.

ماسک بیهوشی، یک ماسک اکسیژن پلاستیکی ساده بیمارستانی نیست که نتواند هوای فشرده ای را عرضه کند. اگر ۱۰۰٪ اکسیژن به ریه فرستاده شود، این فرایند باعث انتشار زیاد (گرادیان فشار) N_2 خون به ریه میشود وحذف N_2 خون و بافتها صورت میگیرد- و نیز از تشکیل هرگونه حباب در خون و بافت جلوگیری میشود.

اگر اکسیژن ۱۰۰٪ به مدت ۲۴-۱۸ ساعت در سطح اب به غواص داده شود،متأسفانه میتواند در ریه اثرات سمی

داشته باشد. در نتیجه اکسیژنی که بعدها در اتاق recompression به غواص داده میشود،می تواند باعث مسمومیت با اکسیژن زودرس شود در حالت مطلوب، O_2 درمانی O_2 therapy باید تحت نظارت متخصص غواصی صورت گیرد. اگر کارشناس متخصص در دسترس نباشد، پس در تمام موارد مشکوک به بیماری تقلیل فشار(DCS)، اکسیژن ۱۰۰٪ باید از ابتدا، قبل و حین حرکت بیمار ارائه گرددو او به اتاق دوباره فشارگذاری recompression منتقل شود. اگر غواصان به دلیل بیهوشی نتواند خود به خود تنفس کنند، آنها باید به کمک دستگاه تهویه تنفس کنند (تنفس فشار مثبت متناوب یا I.P.P.R[1]).

بیماران هوشیار با جریان مداوم تنفس یا دریافت ماسک مداوا میشوند. در چنین مواردی، همیشه پرسنل درمانی باید ماسک تنفس خود را برای اولین بار کنترل کنند تا اطمینان حاصل کنند که سیستم اکسیژن کار میکند، و مقاومت تنفسی زیادی وجود ندارد.

شکل ۱. ۱۶

عکس متعلق به غواص مبتلا به بیماری تقلیل فشار(DCS) است که ۱۰۰٪ اکسیژن را از طریق کیسه احیا تنفس میکند. توجه داشته باشید که کیسه مخزن (پایین‌ترین) و جریان ثابت بالای ۱۴ لیتر در دقیقه (< ۱۴ لیتر در دقیقه)از طریق لوله حمل اکسیژن به بیمار رسانده شود.

تثبیت موقعیت و حالت استراحت بیمار Position and rest

یک غواص بیهوش باید در حالت (کُما) به پهلو قرار داده شود، تا راه هوایی او در تمام اوقات باز بماند.

اگر احتمال آمبولی هوا وجود داشته باشد، بهتر است غواص ترجیحاً به پهلوی چپ و به صورت افقی قرار داده شود، اما این امر ضروری نیست. برخی از پزشکان توصیه میکنند که در موارد بیماری تقلیل فشار(DCS) مغزی، بیمار به پهلو بدون بالش خوابانده شود، تا از حبابهای گاز شناور و رسیدن آن به مغز از طریق جریان خون جلوگیری شود. ترندلنبرگ (۳۰ درجه سر پایین، پاها بالا) به مدت طولانی توصیه نمیشود. با نگه داشتن سر به سمت بالا، فشار مغز کاهش مییابد- و این عمل میتواند صدمه مغزی را تشدید سازد.

---

۱ (intermittent positive pressure respiration)

با توجه به شناور ماندن حبابها، نشستن یا ایستادن بیماران مبتلا به آمبولیسم هوا یا بیماری فشار مغزی ممکن است خطرناک باشد چونکه حبابها هنوز در جریان خون وجود دارند.
بعوان یک اصل کلی، ۱۰۰٪ اکسیژن باید برای حداقل یک ساعت به بیمار رسانده شود البته قبل از اینکه به بیمار اجازهٔ نشستن یا ایستادن داده شود. بعد از این، به غواص اجازه داده میشود تا در وضعیت راحت ومناسب قرار گیرد اما او باید به آرامی نشانده شود و ۱۰۰٪ اکسیژن را تنفس کند. یک غواص مبتلا به «Chokes» (احساس سوزش در ناحیه زیر جناغ که به هنگام دکمپرسیون ریوی رخ میدهد و با سرفه غیر قابل کنترل همراه است) در حالت نشسته راحت‌تر خواهد بود.

جایگزینی مایعات Fluid replacement

بیماری تقلیل فشار(DCS) شدید بر اثر فقدان خون و مایعات در بافتها ایجاد میشود. بهتر است فقدان این مایع از طریق خوراکی یا ورید جبران شود. در صورتی به غواص مایعات خوراکی داده میشود که درد شکمی، تهوع یا استفراغ نداشته باشد. آب یا مایعات الکترولیتی داده میشود. بعنوان مثال «Gastrolyte»
از نوشیدنیهای اسیدی (آب پرتقال) و گلوکز باید اجتناب شود. اگر مثانه گرفتگی نداشته باشد (بیمار بتواند ادرار کند)، یک لیتر از مایع خالص هر ۴-۲ ساعت کفایت میکند.
برخی از مولفین، حجم زیادی را از مایعات خوراکی را توصیه کرده‌اند. یک مشکل این است که (درصورتیکه هر تیم این امر را تصدیق میکند) فشار مایع، ادرار شدید را ایجاد خواهد کرد، به طوریکه غواص در مرکز بازگشت فشار recompression با معده و مثانه پر از مایع وارد میشود.
بیمار مبتلا به بیماری تقلیل فشار(DCS) ستون فقرات ممکن است قادر به تخلیه مثانه نباشد، بنابراین درد قابل توجهی خواهد داشت. بیمار معمولاً براساس جداول اکسیژن درمانی پرفشار (HBO) معالجه میشود. خطر بسیار جدی تهوع، استفراغ و تشنج ازعوارض این درمان است.

فصل ۲-۱۶

بنابراین، معده پُر احتمالاً به نارسایی محتویات معده و آسپیراسیون ریه‌ها منجر میشود- و درمان با مشکل روبه‌رو میشود. اگر مغز یا طناب نخاع آسیب‌دیده باشد و بیمار در دفع ادرار دچار مشکل شود، در صورت امکان باید یک سوند ادراری توسط پزشک آموزش دیده یا پرستار، درون مثانه او قرار داده شود. باید توجه کنیم که بیمار نباید مثانه‌اش را با مایعات زیاد پُر کند.
هر کسی که آموزش دیده باشد و تزریق داخل وریدی را انجام داده باشد، از او انتظار میرود که قادر به ارزیابی

وضعیت هیدراتاسیون باشد و بتواند شرایط مطلوب و مقدار مایعات داخل وریدی را تعیین کند، به یاد داشته باشید که مایعات گلوکز میتواند اِدِم مغزی را تشدید کند.

داروها **Drugs**

در اقدام کمکهای اولیه ،آسپرین بعنوان یک داروی با ارزش بیماری تقلیل فشار(DCS)محسوب نمیشود. اسپیرین ممکن است در لخته شدن خون اختلال ایجاد کندو باعث خونریزی شود- به خصوص در معده. در حال حاضر خونریزی بهدلیل آسیب جدی ستون فقرات و بیماری تقلیل فشار(DCS) گوش داخلی رخ میدهد.

یک بیمار مبتلا به خونریزی بیماری تقلیل فشار(DCS) شدید را مشاهده کردهاند که مرگ او به دلیل خونریزی داخلی بوده است درست قبل از اینکه داروی ضد لخته شدن به او داده شود.

بنابراین در تمام موارد ابتلا به بیماری تقلیل فشار(DCS) ، تمایلی به استفاد روزمره آسپرین برای تسکین درد و یا جلوگیری از لخته شدن خون نداریم. دردهای مشترک بیماری تقلیل فشار(DCS) را میتوان به طور قابل توجهی بدون خطر عوارض جانبی جدی با بهکارگیری Paracetamol (استامینوفن)- ۱۰۰۰ میلیگرم (و یا دو قرص) هر ۴ ساعت در روز کاهش داد.

داروهای NSAID ممکن است توسط پزشک غواصی درخواست شود، اما به طور معمول مورد نیاز نیست. داروهای دیگر مثل استروئیدها، داروهای مُدر (diuretics) و مایعات داخل وریدی خاص مانند «Rheomacrodex» تأیید شدهاند اما سودمندی آنها ثابت نشده است.

Antiepileptics و سایر داروهایی مثل دیازپام («Valium») برای کنترل تشنج و حالتهای گیجی مورد نیاز داروهای ضد تشنج میباشند.

انتقال بیمار مبتلا به بیماری تقلیل فشار(DCS) **WITH DCS TRANSPORT OF PATIENT**

درصورتیکه بیمار به بیماری تقلیل فشار(DCS) خفیف مبتلا شود و انتقال او از ۲۴-۱۲ ساعت یا بیشتر به تاخیر افتد، این بیماری وخیم تر نمیشود و بیمار با استراحت بهبود مییابد،در نتیجه کنترل و تنفس ۱۰۰٪ اکسیژن ضروری است. این تصمیم بهتر است توسط پزشک غواصی صورت گیرد.

غواصانی که شدیدا به این بیماری مبتلا شدند، یا آنهایی که حالشان وخیم تر شده و یا به مراقبتهای پزشکی نیاز دارند، انتقال آنها باید هر چه سریعتر صورت گیرد.

غواص باید با کمترین تحریک انتقال یابد و در صورت امکان به سطح دریا یا در محدوده یک ATA۱ نزدیک است، حمل شود.

هر زمان که مسیر تخلیه نزدیک خشکی برنامهریزی شود باید از مسیرهای کوهستانی اجتناب شود. اکسیژن خالص (۱۰۰٪) باید قبل و حین انتقال تنفس شود.

حمل و نقل هوایی به غیر از حرکت، مشکلاتی را ایجاد میکند که این وضعیت بیماری تقلیل فشار(DCS) را تشدید میکند، فشار محیط با ارتفاع کاهش مییابد و این امر باعث افزایش حجم حبابهای بیماری تقلیل فشار(DCS) (قانون بویل) می شود و باعث عبور بیشتر گاز از بافتها و تشکیل از حبابها میشود.

اگر بیمار در تنفس دچار مشکل شود، باید تلاش کرد که هواپیما در پایین‌ترین ارتفاع ایمن پرواز کند. حتی ارتفاع ۳۰۰ متر (۱۰۰۰ فوت) میتواند علائم بیماری تقلیل فشار(DCS) را بدتر کند.

درهنگام پرواز بر فراز ۲۹۷ متری زمین شرایط هشدار است.

باید به خاطر داشت که اکثر هواپیماهای تجاری (تحت فشار) به طور عادی فشار کابین حدود ۲۰۰۰ متر (۶۰۰۰ ft) را ثابت حفظ میکنند که به‌طور جدی میتواند بیماری تقلیل فشار(DCS) را تشدید سازد.

در صورت امکان، ارتفاع کابین باید در یک ATA۱ حفظ شود.

این عوامل، شرط مطلوبیت خطوط هوایی نیست چون این عوامل باعث میشوند که هواپیما در کمتر از ارتفاع مناسب پرواز کند، در نتیجه مصرف سوخت بیش از حد بالا میرود.

بعلاوه این اقدام ممکن است به هواپیماهای خاصی محدود شود.

تنفس ۱۰۰٪ اکسیژن، قبل و در حین پرواز ممکن است با ارزش باشد، مخصوصاً اگر از طریق تجهیزات مدار بسته یا نیمه بسته صورت گیرد. اگر سیستم مدار باز اکسیژن به‌کار برده شود، خطراتی را برای هواپیما و مسافران آن به وجود میآورد به طوری‌که گردش مجدد هوای داخل کابین میتواند باعث انفجار و آتش‌سوزی شود.

شکل۲. ۱۶

برای تبادل و انتقال همراهان و پزشکان، اتاق درمان بیمار باید به کوپه دوم متصل شوند. بعلاوه، برای انتقال بیمار به اتاق بازگشت فشار recompression با تسهیلات بیشتر، به یک اتاق بزرگ‌تری نیاز است.

جداول دیگری موجود است که فشرده‌سازی هوا، heliox و ترکیبات nitrox را نشان میدهد. هنگامیکه غواص در عمق ۵۰-۳۰ متری (۱۶۵-۱۰۰ ft) قرار گیرد و کاهش فشار هوا را (decompressing) در طول دوره‌های مختلف از چند ساعت تا چند روز تجربه کند بروز بیماری تقلیل فشار(DCS) او با شدت علائم مشص می شود.

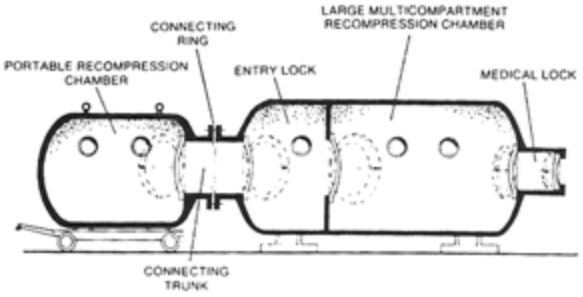
بسیاری از مطالعات انجام شده و روشهای درمانی توسط پزشکان با تجربه در اتاق بازگشت فشار RCC صورت میگیرد از جمله حفظ تعادل مایعات، داروها و غیره، که روی‌هم رفته غواص نباید نگران آن باشد.

علاوه بر روش اورژانسی، اکسیژن درمانی در زیر آب، به منظور استفاده و نظارت متخصص در مکان‌های دوردست وسایلی ابداع شده است. غواص حداکثر ۹ متر زیر آب، تحت فشار مجدد قرار میگیرد. در حالیکه تنفس ۱۰۰٪ اکسیژن صورت میگیرد.

درمان در آب با تنفس اکسیژن توسط غواص، در بسیاری از نقاط جهان به‌کار برده میشود و جداول درمان در آب در برخی از دفترچه‌های راهنمای غواصی نیروی دریایی موجود میباشد.

در حالیکه موفقیت این روش بارها ثبت شده است و از تأخیر درمان می توان جلوگیری کند، این شکل معالجه مشکلات نظری و عملی جدی را به همراه دارد که میتواند شرایط بیماررا وخیم تر سازد. شرایط هوای عمق آب (۳۰ متر در ابتدا و فشار برای ساعتها)، بیمار و غواصان همراه را به شدت خسته می کند زیرا آنها مستعد ابتلا به سرما (هیپوترمی)، بیحالی، خستگی با گاز، جزر و مد و دیگر تغییرات جاری می‌باشند. حضور غواصان در غواصیهای زیاد ممکن است باعث پیشرفت بیماری تقلیل فشار(DCS) شود.

به طور کلی این روش درمانی توصیه نمیشود مگر اینکه گزینه‌های دیگر (مثل RCC ، اکسیژن درمانی زیر آب و غیره) موجود نباشد.



شکل۳. ۱۶

طرح شماتیک تأسیسات اتاق فشارگذاری RCC است که نشاندهنده ارتباط کوچک محفظهٔ قابل حمل به واحد ثابت بزرگتر می باشد. برای انتقال- تحت- فشار (TUP)، هر دو محفظه تحت فشار یکسان قرار میگیرند.

خطرات ریکامپرسیون درمانی Hazards of therapeutic recompression

در حالی که فشارگذاری دوباره recompression درمانی، باعث کاهش چشمگیر علائم می شود، اما چندین خطر جدی را به همراه دارد. این خطرات عبارت‌اند از: مسمومیت با اکسیژن در بیمار، خطر آتش‌سوزی و خطر ابتلا به بیماری تقلیل فشار (DCS) سرپرست اجرا کننده.

این درمان، تنها باید تحت نظارت مستقیم سرپرست پزشکی انجام شود، شخصی که در این زمینه تجربه کافی داشته باشد.

پیشگیری از بیماری تقلیل فشار(DCS) PREVENTION OF DCS

تعدادی از عوامل ناشناخته افراد را به بیماری تقلیل فشار(DCS) مستعد میسازند. بدیهی است که در صورت امکان باید از این فاکتورها پرهیز شوداما برخی از آنها غیر قابل اجتناب میباشند. به غیر از مرگ‌ومیر، اطلاعات منحصر به فرد اندکی وجود دارد که به ما ثابت میکند سن عامل مستعد کننده بیماری تقلیل فشار(DCS) است.

به‌علت عدم اطمینان از جداول موجود غواصی و بیماری تقلیل فشار(DCS) ، و غیر قابل پیش‌بینی بودن پیشرفت بیماری تقلیل فشار(DCS) ، این موضوع ممکن است با دقت بیشتری بررسی شود، پیشنهادات زیر به شما کمک خواهد کرد تا این خطرات را کاهش دهید.

این مسئله بسیار مهم است که غواص هرگز از محدوده فشار و میزان صعود تخطی نکند. با وجود این، میزان نقص تمام جداول غواصی بخصوص کامپیوترهای تازه طراحی شده حائز اهمیت است.

عوامل ناشناخته "Fudge factors"

اگر حد و مرز جداول رعایت شود میزان بروز بیماری تقلیل فشار(DCS) از ۱٪ تا ۵٪ بسته به نوع جدول، عمق و مدت زمان غواصی متفاوت خواهد بود.
احتمالاً ظریب اطمینان جداول توسط غواصان هوشمند بالا رفته است و این امنیت از «عوامل ناشناخته» خود غواصان نشات گرفته است . به ویژه این موضوع برای غواصان پیرتر، چاق‌تر و بدون امادگی جسمانی حائز اهمیت است. آنها به این مطلب اشاره میکنند که صعود قبل از نمایان شدن عوامل پنهان امری ضروری است و غواصان باید مدت زمان غواصی و عمق را کاهش دهند.

عمق و زمان دقیق Accurate depth & time

بسیار مهم است که غواص عمق و مدت زمان غواصی اش را به درستی بشناسد. عمق‌سنجی که حداکثر عمق به‌دست امده را نشان دهد وسیله‌ای بسیار سودمندی است، زیرا بین غواصان شایع است که نسبت به آنچه تصور میکنند عمیق‌تر رفته اند. ساعت مخصوص غواصی یا زمان‌سنج برای غواصی بسیارارزشمند است و به ان (DC) کامپیوترهای تقلیل فشار می گویند.

غواصی بدون نیاز به برداشت فشار No-decompression diving

هرچند جداول روی‌هم رفته قابل اعتماد نیستند،اما برای غواصی عمیق (عمق بیش از ۳۰ متر) کاملا بی‌اعتبارند . هنگامیکه ازجدول زمانی عدم رفع فشار استفاده شود ، بهتر است که از سوق دادن جداول به محدودیتهای زمانی جلوگیری شود و از کاهش فشار مورد نیاز غواصی پرهیز شود (غواصی بدون کاهش فشار بسیار مهلک است) این غواصی معمولاً در عمق ۱۰متری انجام می شود.

امتیاز صعود آهسته Slow ascent rates

صعود آهسته‌در غواصی محتاطانه است و غواص قطعاً نباید سریع‌تر از سرعت توصیه شده در جداول صعود کند. ترجیحاً صعود باید به آرامی انجام شود (۱۰-۸ متر یا ft ۳۳-۲۵ در هر دقیقه، سرعت امن و قابل قبولی میباشد) و صرف وقت اضافی از مدت زمان نزول انجام نگیرد. ولی صعودِ پیش از موعد با توجه به جداول مجاز است.

توقف‌های معمول کاهش فشار Routine decompression stops

اکثر کارشناسان توصیه میکنند که حداقل توقف معمولی("کاهش فشار") در عمق ۵-۳ متر باید بین ۳ تا ۵ دقیقه باشد، البته این توقف ها پس از غواصی بدون نیاز به کاهش فشار ودر عمق بیش از ۱۵ متر صورت میگیرد، که در اینصورت حذف جزئی نیتروژن و در عروق ریه انجام میشود.

برنامه ریزی غواصی **Dive planning**

هنگامیکه غواصیهای تکراری یا چند سطحی برنامه‌ریزی میشوند، غواصیهای عمیق‌تر باید دراغاز انجام شوند. در غواصی های چند روزه ، به ازای هر ۳روزغواصی مداوم ۱ روز استراحت لازم است. با غواصی در مناطق عمیق، غواص به شرایط محیطی عادت میکند (acclimatization) وخو گرفتگی به محیط بیشتر میشود.

محدودیت پس از غواصی **Post-dive restrictions**

بعد از غواصیهای عمیق یا طولانی، بهتر است غواص برای یک ساعت یا بیشتر استراحت کند تا از حذف نیتروژن در بافتهای مقاوم‌مطمئن شود. فواصل زمانی باید بیشتر از ۲ تا ۴ ساعت باشد. پرواز و قرار گرفتن در ارتفاع ظرف ۱۲-۲۴ ساعت پس از غواصی توصیه نمیشود.

علاوه بر اقدامات احتیاطی فوق، به غواص توصیه میشود که باله خرگوشی ضدآب را با کیفیت خوب تهیه کند. اگر نسبت به سالم بودن تجهیزات مکانیکی شک و تردید دارید،در مورد انها تحقیق کنید یا توسط فروشنده کامپیوتر غواصی پیشنهاد شوند، بعلاوه تحقیق وبررسی این تجهیزات بسیار با ارزش است وغواص را از خطرات نجات میدهد.

استفاده از کامپیوترهای غواصی(DC) **Dive computers Usage**

بدیهی است استفاده از DC و رعایت دستورات آن که براساس جداول تقلیل فشار محاسبه می شوند می تواند مانع از بروز بیماری تقلیل فشار DCS گردد

فصل هفده

دیسباریک استئونکروز

(بیماری استخوانی غواصان، نکروز استخوان اواسکولار، نکروز استخوان اسپتیک،
نکروز استخوان ، پوسیدگی استخوان، بیماری استخوان کارگران تونل)

DIVERS BONE DISEASE, AVASCULAR NECROSIS OF BONE, ASEPTIC BONE)

(NECROSIS, BONE NECROSIS, BONE ROT, CAISSON DISEASE OF BONE

این بیماری برای اولین بار در قرن ۱۹ بین کارگران واگن مهمات (تونل) دیده شد، و به صورت مرگ موضعی استخوان توصیف شد، این بیماری عمدتاً در استخوانهای بلند شانه‌ها و رانها رخ میدهد. اگر منطقه استخوان مرده در زیر سطح مفصل استخوانهای لگن یا مفاصل شانه قرار گیرد، درد و علائم آرتروز، با کاهش تحرک مفصل شروع میشودوعواقب مشترکی را بهمراه دارد.

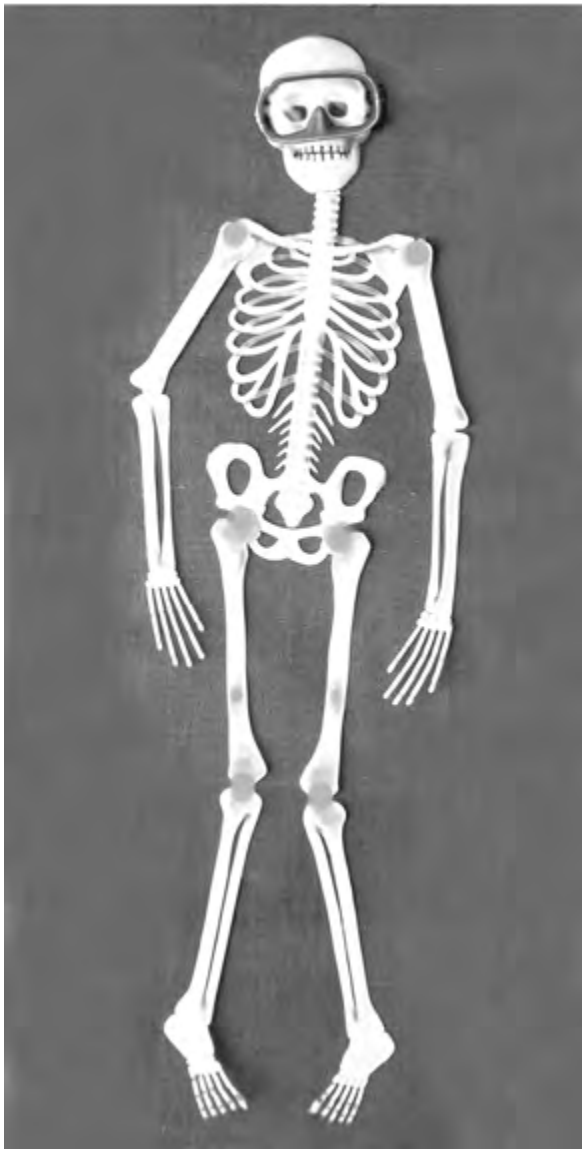
احتمالاً علت دقیق این اختلال ،تاخیر علائم وآسیب ناشی از حبابهای گاز تولید شده حین غواصی است. در اینجا، مفهوم آن علائم تأخیری بیماری کاهش فشار است.

علت **Cause**

استخوان یک اندام زنده است و حاوی سلولهای استخوانی میباشد، این سلولها دائما جذب شده و زیر استخوان جدید قرار میگیرند. این ساختار بسیار هوشمندانه طراحی شده است و شبیه بتون مستحکم یا فایبرگلاس میباشد و حاوی فیبرهای با دوام رباطی شکل است که کلاژن نامیده میشود، و در یک ماده کلسیم شبیه بتون جاسازی شده است. رگهای بی‌شماری از استخوان عبور میکند و خون را به سلولهای استخوانی میفرستد،این سلولها درون استخوان تعبیه شده است.

سلولهای استخوانی باعث ترمیم شکستگی استخوان میشوند و تتغیراتی را در ساختار استخوان ایجاد می کنند، باعث ترمیم شکستگی میشود که صدمات ایجاد شده بر طرف شود، صدماتی که در طول زندگی افراد متفاوت است.

اگر رگهای خونی به سلولهای استخوانی فرستاده شوندو توسط حبابهای گاز یا هر عامل دیگری مسدود شوند، سلولهای استخوانی میمیرند و توانایی ترمیم استخوان خود را ندارند. در اینصورت سلولهای استخوانی قادر نیستند صدمات کوچک را ترمیم سازند ، صدماتی که بیشتر در اطراف مفاصل شایع است در نهایت ساختار استخوان فرو میریزد و باعث صدمه دائمی به تکیه گاه مفاصل میشود مانند باسن یا شانه.



شکل ۱-۱۷

گزارش بروز این بیماری متفاوت است و از کمتر از ۱٪در برخی از مجموعه‌های نیروی دریایی ، به ۸۰٪ درغواصان به ثبت رسیده است. احتمالاً این واریانس به علت عوامل مختلف به‌وجود میایداز جمله معیار گوناگون تشخیص و الگوهای متفاوت غواصی عوامل مستعدکننده معمولاً با استئوپروز[۱] مرتبط است که عبارت‌اند از:

* سن بیشتر از ۳۰ سال age greater than ۳۰ years
* کاهش فشار نامناسب inadequate decompressions
* غواصیهای تجربی experimental dives
* غواصیهای عمیق deep dives
* بیماری کاهش فشار decompression sickness
* غواصیهای طولانی مدت long duration dives

تغییرات اشعه x ، ۳ ماه پس از غواصی دیده شده است و این تغیرات پس از غواصی در عمق ۳۰ متر گزارش شده است. هنگامیکه گرفتگی مفصل رخ میدهد، شروع علائم معمولاً برای چندین سال به تأخیر می‌افتد واین موضوع نشان میدهد که زمان زیادی لازم است تا مفصل تخریب شود.

خوشبختانه، در اکثر موارد این بیماری هیچگونه آسیب جدی در مفاصل ایجاد نمیکند. پس در نتیجه هیچگونه علائمی ندارد. گاهی اوقات درد استخوان ممکن است در طول درمان recompression افزایش یابد یا ممکن است پس از درمان باقی بماند. برخی از این دردها با استئونکروز dysbaric در ماههای بعدی تظاهر میکند.

طبقه بندی نکروز استخوان Classification of Bone Necrosis

ضایعات به دو دسته طبقه‌بندی میشوند:

* ضایعات نوع A- که در نزدیکی سطح مفصل (juxta) مفصلی ایجاد میشوند.
* ضایعات نوع B- که دورتر از سطح مفصل (سر، گردن و تنه) به وجود می‌آیند.

ضایعات نوع A Type A lesions

با این نوع ضایعات، مفاصل درگیر میشوند و استخوان تخریب میشود و سطح مفصل فرو می ریزد. این علائم ممکن است فلج کننده باشد. لگن و شانه ها بیشتر تحت تأثیر این ضایعات قرار میگیرند.

ضایعات نوع B Type B lesions

این ضایعات به ندرت علائم را ظاهر می‌سازندو به طور کلی اهمیت بالینی کمتری دارند، به جز در مواقعی که روش های سنتی غواصی انجام می شود. شایع‌ترین مناطق آسیب دیده، استخوان‌های بلند ران، ساق و بازو می‌باشند. گاهی اوقات، مواردی از سرطان استخوان در این ضایعات گسترش مییابد.

ویژگیهای بالینی Clinical Features

علائم شایع ضایعات نوع A درد میباشد که معمولاً با حرکت و تکان مفصل آسیب دیده تشدید میشود و با محدودیت حرکت مفصل همراه است. در نتیجه پیشرفت این بیماری باعث Osteoarthritis میشود ،درنهایت مفصل ممکن است یخ زده و به علت درد ناتوان شود.

۱ Osteoprosis

تحقیقات Investigations

بعلاوه، ضایعات بافتها را میتوان با جزئیات بسیار عالی تشخیص داد که این‌کار با استفاده از MRI ام.آر.آی (تصویربرداری رزونانس مغناطیس)و اسکن در طول روزهای حادثه (اما بعضی از این ضایعات ممکن است تشخیص داده نشوند) صورت میگیرد.

ام.آر.آی و اسکن گران است اما خطرات ناشی از اشعه وجود ندارد. ضایعات اولیه نیز میتواند با تکنزیوم رادیواکتیو(«اسکن استخوان[۱]») مشخص شود، که به ناحیه Osteonecrotic اتصال مییابدو با اسکنر در عرض ۲ هفته پس از آسیب کشف میشود.

اشعه x ، یک روش تحقیقاتی و سنتی است اما تنها زمانی این علائم آشکار خواهد شد که تغییرات ضایعات استخوان پیشرفت کرده باشد. شاید ماهها یا سالها طول بکشد تا این نوع ضایعات استخوانی در افراد دیده شوند.

درمان Treatment

حرکت همراه با درد را میتوان با داروهای ضد التهاب مانند NSAIDS کاهش داد. در موارد حاد ممکن است به ترمیم مفصل یا جایگزینی آن با مفصل مصنوعی دیگری نیاز باشد که از دو فلز یا پلاستیک ساخته شده است. در ضمن، این روش درد را تسکین می‌دهد و تحرک را افزایش میدهد، مفصل مصنوعی هرگز به محکمی مفصل طبیعی نمی باشد و پایداری آن محدود است. سایر روشها به جایگزینی استخوان سالم غواصان یا ترمیم سطوح مفصلی اختصاص دارد.

در حقیقت، این بیماری بعنوان خطر شغلی محسوب میشود.

غواصان بایداز عواملی که تشدیدکننده بیماری است به شدت اجتناب کنند بخصوص مواردی که شناخته شده است. عاقلانه است که غواصان تفریحی با اجتناب از عوامل مستعدکننده، بروز این بیماری را کاهش دهند. به طور کلی آنها باید از غواصیهای عمیقتر از ۴۰ متر دوری کنند و از غواصیهایی اجتناب کنند که مستلزم recompression میباشند، و به محدوده های بدون فشار نزدیک نشوند تا صعود به آرامی صورت گیرد. با افزایش تعداد غواصیها و استفاده از کامپیوترهای غواصی میتوان مدت زمان طولانی غواصی را افزایش داد و توانایی در غواصی مستلزم تعهد به استانداردهای کاهش فشار است. در حال حاضر، غواصان تفریحی دچار این اختلال میشوند. غواصانی که دچار بیماری کاهش فشار میشوند باید پس از ۴-۲ هفته اسکن شوند تا ناحیه آسیب دیده استخوان تشخیص داده شود. تصویربرداری ام.آر.آی می‌توان بهترین وسیله برای تشخیص وسعت ضایعه باشد.

غواصانی که دردهای مفصلی غیر قابل توجیهی دارند باید از نظر این بیماری ارزیابی شوند. غواصان حرفه‌ای و سایر غواصانی که در معرض خطر هستند، به علت تمرینات زیاد، به ارزیابی و غربالگری منظم نیازدارند.

از آنجایی که بررسیهای اشعهٔ x و قرار گرفتن در معرض تابش اشعه نگران کننده است ، لذا منافع آنها باید در برابر خطر گسترش استئونکروز سنجیده شود، و بنابراین MRI ارجحیت دارد. به احتمال زیاد غواصانی که در معرض خطر این بیماری میباشند ، قبل از اینکه استخدام شوند به تحقیقات پایه‌ای زیاد نیاز دارند.

---

۱ Bone scan

غواصان حرفه‌ای که مستعد این بیماری هستند باید هر ۵ سال یک بار مورد ازمایش وبررسی دقیق قرار گیرند تا از سلامتی خود مطمئن شوند.

شکل ۲-۱۷

فصل هجده

خواب نیتروژن

NITROGEN NARCOSIS

حالت بیحسی و خواب‌آلودگی نیتروژن

,RAPTURE OF THE DEEP COMPRESSED AIR) ,INTOXICATION
((INERT GAS NARCOSIS, NARC

(مسمومیت با هوای فشرده، مستی، خلسه عمیق، خواب گاز بی‌اثر،نارک)

هنگامیکه تنفس با شدت زیاد انجام شود، نیتروژن موجود در هوا(که ۷۸٪ هوا را تشکیل میدهد)مانند الکل اثر مست کننده‌ای دارد. این پدیده به‌شکل آزاردهنده ای در کلاه ایمنی غواص رخ می دهد و اگر او به صورت غیر منطقی رفتار کرد باید توسط سرپرستاش به سطح کشیده شود ،اما ایمنی غواص Scuba بستگی به دوستانی دارد که در معرض همان اثر قرار دارند ولی دچار مستی نشدندو این مسئله بسیار جدی است.

همه غواصانی که هوا را در عمق بیش از ۳۰ متر تنفس میکنند، این حالت را تجربه خواهند کرد هرچند برخی از آنها زودتر متوجه این قضیه خواهند شد. سایر افراد ممکن است از این اثر آگاه نباشند درنتیجه داوری و ادراک آنها تحت تأثیر قرار میگیرد.

شدت علائم و عمق دقیقِ شروع علائم بین افراد متفاوت است. به دلیل حالت بیحسی و خواب‌آلودگی، غواصی با هوای فشرده در عمق بیش از ۳۰ متر (۱۰۰ فوت) عاقلانه نیست، و عمق ۴۰ متر برای اکثر غواصان تفریحی ناامن است. عمق ۵۰ متر حد اکثر عمقِ امن برای غواصان حرفه‌ای و با تجربه است که هوا را در این عمق تنفس میکنند.

علل مستی نیتروژن CAUSES OF NITROGEN NARCOSIS

علت دقیق اثر خواب آوری narcotic نامشخص است. نیتروژن به صورت گاز بی‌اثر طبقه‌بندی میشود چرا که در واکنش‌های شیمیایی شرکت نمیکند و درون بدن انسان وجود دارد.

بنابراین تأثیر نیتروژن در حالت بیحسی و خواب‌آلودگی باید به خاطر برخی از واکنشهای فیزیکی باشد. زمانیکه

سایر گازهای بی‌اثر مانند نئون، زنون و آرگون مورد بررسی قرار گرفتند، محققین کشف کردند که اثر Narcotic این گازها تقریباً در عمق با وزن نسبی مولکولهایشان مرتبط است.
افزایش وزن مولکولی، اثر بیشتری از narcotic خواب آلودگی یا مستی را ایجاد میکند.همانطور که نشان داده شد گازهای بی اثر در چربی نسبت به آب بهتر حل می شوند و یک اثر narcotic بیشتری دارند.
متأسفانه در عملکرد این گازها تناقض های متعددی وجود دارد، از جمله هیدروژن که باعث شک وشبهه زیادی میشود.
نظریه‌های دیگری ارائه شده است که بر مسمومیت اکسیژن و دی اکسیدکربن Co_2 دلالت دارد، اینها باعث انحلال چربی و تغییرات آنزیم در مغز میشوند.

ویژگیهای بالینی CLINICAL FEATURES

اثر خواب آلودگی یا مستی narcotic معمولاً در عرض چند دقیقه پس از رسیدن به عمق خاص ایجاد میشود و چنانچه غواصی در این عمق ادامه یابد این حالت بدتر نمیشود. نزولهای سریع ممکن است این اثر را افزایش دهند اما با صعود این حالت از بین میرود. عملکردهای مغز، مانند استدلال، قضاوت، حافظه، ادراک، تمرکز و توجه در اغاز به narcotic تمایل به اختلال را نشان میدهند و تحت تأثیر قرار میگیرند. این حالت اغلب احساس خوبی را در غواص ایجاد میسازدو امنیت غواص را در محیط خطر می اندازد.

شکل ۱-۱۸

غواص تازه‌کار یا دچار واکنش هراس[1] میشود. درجه تحمل غواص در عمق تعیین شده و غواصیهای مکرر افزایش مییابد. اگر غواصی بدون حادثه انجام شود، نفوذ حالت بیحسی و خواب‌آلودگی ممکن است مشهود نباشد، بنابراین، تصور اینکه بگوییم غواص اوضاع را تحت کنترل خود دارد کاملا اشتباه است. هنگامیکه غواص هوشیاری و ادراک خود را از دست بدهد، دستورالعمل و برنامه غواصی را به درستی اجرا نمیکند و به شناوری، تغذیه هوا یا سیگنالهای دوستان بی توجه است .

هنگامی‌که مشکلی ایجاد شود، غواص ممکن است از این امر غافل شده و توجه اش را در جای دیگر متمرکز سازد. بنابراین به سیگنالهای اورژانس توجهی نخواهد شد و اورژانس تغذیه هوا پیشنهاد نخواهد شد بنابر این کمربند وزنی آزاد نمی شود، تلاشهای امداد و نجات به صورت ناشیانه صورت میگیرد.

غریزه زنده ماندن و پاسخها به صورت ضعیف عمل می کند و ایمنی غواص و دوستانش به خطر می‌افتد.

مرگ ممکن است به خاطراشتباهات فراوان، قضاوت یا ادراک نادرست و اعتماد به نفس زیاد به طور ناگهانی رخ دهد. فقدان هوشیاری ممکن است بدون هشدار اتفاق افتد و دوستان غواص به آن توجه نکنند. در اعماق زیاد، غواص ممکن است هوشیاری‌اش را به خاطر حالت بیحسی و خواب‌آلودگی و سایر عوامل از دست بدهد مانند وجود بی حسی، سمیت دی‌اکسیدکربن یا مسمومیت اکسیژن نیز این شرایط را تشدید می کنند.

قانون جدول –مارتینی-جدول **Martini's Law – Table**

۳۰-۲۰ متر اختلال عملکرد در وظایف غیرعملی و سرخوشی خفیف رخ می دهد.

۵۰-۳۰ متر اطمینان بیش از حد و پاسخهای نامناسب. محدود شدن ادراک، ثبات در عملکرد خاص و اهداف ماموریت یا تمرین. اختلال در قضاوت، کنترل خاصیت شناوری همگی تحت تاثیر قرار می گیرند.

ناوبری، رعایت کاهش فشار، سرعت صعود و غیره.

اضطراب Anxiety

در عمق ۵۰ متر آرامبخشی (تسکین)، از دست دادن قضاوت و توهمات رخ می دهند.

در عمق ۷۰-۵۰ متر در محفظه،با توجه به شرایط- پرحرف یا وحشتزده

در عمق بیشتر از ۷۰ متر ضعف استدلال. پاسخ بسیار ضعیف به سیگنال یا دستورالعمل یک پدیده شایع است

در عمق ۹۰-۷۰ متر ضعف تمرکز و سردرگمی ذهنی، گیجی و از دست دادن حافظه رخ می دهد.

در عمق بیشتر از۹۰ متر توهم و از دست دادن هوشیاری کاملاً شایع است.

عواملی که در افزایش اثرات حالت بیحسی و خواب‌آلودگی نیتروژن شناخته شده عبارتند از:

- کم هوشی **low intelligence**
- خستگی یا کار سنگین **fatigue or heavy work**
- اضطراب، بی‌تجربگی یا دلهره **anxiety, inexperience or apprehension**
- سرما (هیپوترمی) **cold (hypothermia)**
- مصرف الکل تازه و یا استفاده از داروهای آرامبخش **Alchohol counsumption or Sedatives**

---

۱ Panic

recent alcohol intake or use of sedative drugs (includes seasickness medications), marijuana etc

(شامل داروهای دریازدگی)، ماریجوانا و غیره

* دید ضعیف **poor visibility**

عواملی که تمایل به کاهش اثر بیحسی و خواب‌آلودگی دارند عبارت‌اند از:

* انگیزه قوی برای انجام کار ارائه شده **strong motivation to perform a given task**
* فرایند تنظیم تنفس هوا به دنبال غواصیهای مکرر و طولانی مدت

acclimatisation following prolonged or repeated exposures

* تحملِ مصرف الکل زیاد **tolerance to heavy alcohol intake**

به نظر میرسد غواصی که مشروبات الکلی مصرف میکند، در برابر نیتروژن- narcosis (حالت بیحسی و خواب‌آلودگی) تحمل بیشتری نشان میدهد.

اثر narcosis نیتروژن به اثر نوشیدن مارتینی تشبیه شده است که با معده خالی به ازای هر ۱۰ متر عمق مصرف میشود(قانون مارتینی). «olive » به نظر میرسد که این قانون در بین افراد نختلف متفاوت باشد.

نمونه های تاریخچه موردی:

۱- گروهی از غواصان در درون غار عمیق آب شیرین و روشن فرو رفتند به خاطر اینکه مستی دلپذیر narcosis را بچشند. اجسادشان چند هفته بعد در محدوده عمیق غارکشف شد.

آنها قربانیانِ اطمینان بیش از حد شدند و قوه تشخیص آنها بعلت بیحالی ناشی از نیتروژن مختل شد.

۲- یکی دیگر از غواصان از اینکه رگلاتور خود را بیرون آورده و آن را به ساکنان دیگر دریا داده است بسیار خوشحال شد.

۳- غواص با تغذیه هوای خود، دچار مشکل شد، و احتمالاً به دلیل عمق ۴۰ متری دریا و narcosis، هیچگونه تلاشی را برای باز کردن کمربند وزنی انجام نداد. او شیر مخزن BC خود را به جای شیر تورم راه‌اندازی کرد و با کمترین تلاش غرق شد.

پیشگیری PREVENTION

بخاطر narcosis باید از غواصی با هوای فشرده در اعماق اجتناب شود. این مسئله به محدوده عمق ۴۰-۳۰ متر (۱۳۰-۱۰۰ پا) اشاره دارد که به تجربه غواص، میزان تحمل او به narcosis و وظیفه او بستگی دارد. غواصی های بی خطر درعمق بیش از ۳۰ متر به آگاهی روزافزون این بیماری نیاز دارد چرا که آن بر عملکرد و قضاوت انسان تاثیر میگذارد.

برخی از غواصان حرفه‌ای باتجربه قادرند تا وظایف تمرینی مخصوص در عمق ۶۰ متری را با صلاحیت کامل انجام دهند، اما غواصیهای بیش از ۳۰ متر باید نگران‌کننده برای غواصان تفریحی باشد و عمق بیش از ۵۰ متر باید بیش از حد، مورد توجه غواصان حرفه‌ای قرار گیرد.

درمان **TREATMENT**

غواصی که با narcosis ناتوان شده است باید از آسیب و عملکرد نامناسب محافظت، و با صعود کنترل شده ای به عمق کم آب فرستاده شود. نشانه‌های علائم به سرعت به شکل فشار نیتروژنی کاهش مییابد.

هرگونه علائم دیگری که در سطح آب ظاهر شود بعنوان مثال (آسپیراسیون آب‌نمک و نزدیک به غرق‌شدگی، بیماری کاهش فشار و غیره) بخاطر عوارض ناشی از تجربه narcosis درعمق است و این حالت بی حسی تنها بخاطر سه مورد ذکر شده نمی باشد

فصل نوزده

سندروم عصبی با فشار بالا

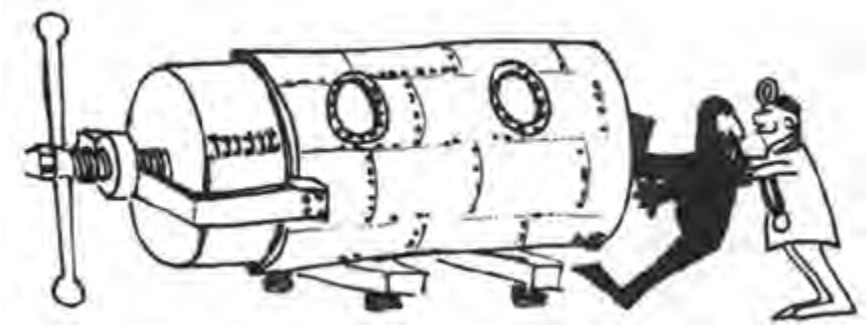
HPNS

(سندرم فشار عصبی بالا، ، لرزش هلیم)

HIGH PRESSURE NERVOUS SYNDROME, HPNS, HELIUM TREMORS

این وضعیت برای عملیاتهای غواصی عمیق و صنعتی مشکل ساز است. جاییکه ترکیبات هلیم/ اکسیژن[۱]، در عمق بیش از ۱۳۰ متر (۴۳۰ پا) تنفس میشود. این مسئله محدودیتهایی را برای غواصی در عمق زیاد ایجاد میکند و با افزایش عمق شرایط بدتر میشود.

غواصی در عمق زیاد برای غواصان تفریحی ممکن نیست.



شکل ۱-۱۹

۱ (Heliox)

ویژگی بالینی CLINICAL FEATURES

اولین نشانه این است که معمولاً یک لرزش خفیف و غیرقابل کنترل با انقباض عضله ایجاد میشود و هماهنگی حرکات به سختی صورت میگیرد. اگر غواص به نزول ادامه دهد، گیجی، خواب‌آلودگی، سردرگمی و بیهوشی در او ظاهر میشود. بعلت عدم هماهنگی فعالیت عضلانی نیز مکن است به طور عصبی تحت تأثیر قرار گرفته باشد. به ویژه، لرزش دستها و شانه‌ها را باعث می شود و شبیه به لرزشی است که بر اثر سرما به وجود میآید (که بر اثر تنفس هلیم ممکن است ایجاد شود)

این حالت با نزول سریع تشدید میشود و در نتیجه سرعت نزولِ تدریجی، لازمهٔ تمام عملیاتهای غواصی عمیق میباشد که در آنجا از مخلوط گاز عجیب و غریب استفاده شده.

علتِ HPNS به طور کامل کشف نشده است. HPNS احتمالاً بعلت تحریک بخشی از مغز است که بر اثر فشار مکانیکی مستقیم ایجاد میشود.

درمان و پیشگیری TREATMENT AND PREVENTION

از آنجاییکه اثرات HPNS به تحریک مغز شباهت دارد، استدلال اولیه پژوهشگران این است که عاملی که باعث آرامبخشی (تسکین) میشود، ممکن است وضعیت را معکوس کند.

حالت بیحسی و خواب‌آلودگی نیتروژن علت شایع آرام‌بخشی حین غواصی است، بنابراین غواصان تحت تأثیر HPNS قرار میگیرند و در تنفسشان، غلظتهای کمی از نیتروژن وجود دارد. narcosis نیتروژن، باعث کاهش چشمگیر برخی از نشانه‌های HPNS میشود.

در حال حاضر، مخلوط هلیم- نیتروژن- اکسیژن (مخلوط سه گانه)[1] در اکثر غواصیهای عمیق و توسط برخی از غواصان فنی بکار برده میشود. درصد کمی از نیتروژن به منظور کاهش HPNS در نظر گرفته شده است- اما نه به اندازه‌ای که narcosis نیتروژنی قابل توجهی را ایجاد کند.

نیتروژن اضافی در مخلوط سه گانه نیز، درک بهتری از گفتار را میسر میسازد (زیرا هلیم، تولید صدا در حنجره انسان را از شکل طبیعی خارج میسازد) و ممکن است اتلاف سریع گرما با گاز هلیم را اندکی کاهش دهد.

---

۱ Tri-mix

فصل بیست

هیپوکسی

HYPOXIA

فصل بیست

هیپوکسی

HYPOXIA

طبقه بندی هیپوکسی

CLASSIFICATION OF HYPOXIA

۱-حجم نامناسب اکسیژن در خون شریانی

Inadequate Oxygen content in Arterial Blood

Hypoxic Hypoxia

در غواصی، رایجترین شکل hypoxia ، هیپوکسی[۱] است. این مسئله، معمولاً به دنبال تغذیه نامناسب هوا و/ یا استنشاق آب نمک یا غرق شدن صورت میگیرد. در هر دو صورت اکسیژن کافی به ریه‌های غواص نمیرسد، و به دلایل گوناگون تنهاآب تنفس میشود، یا ریه ها قادر به انتقال O_2 استنشاقی در خون نمی‌باشند و به دلیل آسیب ریوی، غواص نزدیک به غرق شدن می گردد.

بعلاوه تغذیه نامناسب هوا ناشی از غلظت ناکافی O_2 در تنفس گاز میباشد بعنوان مثال، (مخلوط گاز که در آن O_2 سهواً حذف شده است یا یک سیلندر داخلی Scuba فرسوده که O_2 اکسیژن را خارج ساخته است). این فرایند به دلیل نقص تجهیزات یا انسداد دستگاه تنفس رخ میدهد (بین بینی یا دهان و alveoli) به چند دلیل:

* انسداد راه هوایی فوقانی به دلیل بیهوشی upper airway obstruction dueto unconsciousness
* انسداد نای بعلت استنشاق استفراغ tracheal obstruction from inhalation of vomit
* آسیب alveolar ناشی از استنشاق آب نمک Salt Aspiration alveolar damage from salt water inhalation

یک مورد دیگر، باروتروما ریوی است. این مورد شایع نیست، اما اغلب فاجعه‌آمیز است و باعث بیماری کاهش فشار DCS میشود، هنگامیکه مقداری از حبابهای گاز به ریه ها حمل شوند در این صورت ریه‌ها نمیتوانند با آنها مقابله کنند درنتیجه «Chokes» به وجود میآید.

۱- hypoxia

هیپوکسی راکد (ایستا) **STAGNANT HYPOXIA**

در این نوع هیپوکسی O_2 جذب شده در خون، نمیتواند به بافتها برسد.
به طور کلی این فرایند به علت نارسایی قلب ایجاد میشود زیرا قلب خون کافی را نمیتواند به بافتها برساند به عنوان مثال (حمله قلبی یا آمبولی هوا) می تواند عامل اصلی باشند.
گردش ضعیف خون در شرایط سرما میتواند باعث هیپوکسی این مناطق گردد.

دلیل هیپوکسی کم خونی **ANAEMIC HYPOXIA**

این نوع هیپوکسی عدم توانایی خون برای حمل O_2 با وجود گردش خون مناسب ایجاد می گردد.
به طور کلی، این مسئله بخاطر مقدار نامناسب هموگلوبین گردش خون میباشد، این حالت معمولاً ثانویه به کم‌خونی یا مسمومیت با مونوکسیدکربن ایجاد میشود.

اختلال سلولی در استفاده از اکسیژن **HISTOTOXIC HYPOXIA**

این فرایند با برخی از سموم از جمله مونوکسیدکربن ایجاد میشود. (فصل ۲۳ را مشاهده کنید)

هیپوکسی در غواصی حبس نفس **HYPOXIA IN BREATHHOLD DIVING**

سندرم غرق شدن **Drowning Syndromes**

استنشاق آب به داخل ریه‌ها شایعترین علت غرق شدن می‌باشد زیرا هیپوکسی در همه نوع غواصی تفریحی مشاهده میشود.

(افزایش غیرطبیعی تهویه ریوی که باعث کاهش فشار دی‌اکسیدکربن و در درازمدت آلکالوز متابولیک میگردد)[1].

همانطور که در فصل ۴ توضیح داده شد، هیپرونتیلاسیون قبل از حفظ نفس در غواصی، سرعت تنفس در حین غواصی را کاهش می‌دهد و ممکن است باعث فقدان هوشیاری غواص شود که از hypoxia ناشی میشود در حالیکه غواص با اخطار کم یا بدون اخطار هنوز در زیر آب قرار می گیرد. بعضی اوقات، غرق شدن به این خاطر میباشد.

هیپوکسی صعود **Hypoxia of Ascent**

در هنگام صعود فشار جزئی O_2 در ریه‌ها اُفت می‌کند در نتیجه غواص حبس، حفظ نفس را ادامه می‌دهند. در بعضی شرایط، این مسئله میتواند باعث از دست دادن هوشیاری ناشی از هیپوکسی شود که در حین صعود رخ می‌دهد.

---

۱ **Hyperventilation**

هیپوکسی در اسکوبا GAS DIVING HYPOXIA IN COMPRESSED Air

خستگی از تغذیه هوا، خرابی تجهیزات، مقاومت تنظیم‌کنندهٔ هوا یا نقص شیر تقاضا، غواص را خسته ساخته و باعث میشوند که او آب را استنشاق کند- و این امر به ناچار منجربه هیپوکسی ناشی از آسپیراسیون آب نمک یا غرق‌شدگی میشود. وحشت و اضطراب و ضعف تکنیکهای غواصی اغلب پیش زمینهٔ این مشکلات میباشند. بعلاوه آسمِ ناشی از غواصی، پنوموتوراکس (ناشی از باروترومای ریوی) و بیماری کاهش فشار[1] به اندازه کافی با اکسیژن مقابله می کنند ، در اینصورت هیپوکسی شدید به وجود hypoxia می آید.

تجهیزات تنفس بسته Rebreathing Equipment

این نوع از تجهیزات، مثل تجهیزات Scuba حالتی شبیه به هیپوکسی را ایجاد میکنند، اما خطرات زیادی را نیز به دنبال دارند. در صورتیکه گاز یا مخلوط گاز اشتباهی مصرف شود (یعنی مخلوط گاز حاوی اکسیژن نامناسب)، در اصل مخلوط گاز هیپوکسی تنفس شده است. نمونه ان هنگامی رخ میدهد که مخلوط گاز برای استفاده در اعماق زیاد در نظر گرفته شده بعنوان اکسیژن تنفسی و در نزدیکی سطح تنفس شود.

با تجهیزات rebreathing و با استفاده از جریان ثابت گاز، جریان اکسیژن باید برای انرژی مورد نیاز غواص کافی باشد و این فرایند با اِعمالِ فشار افزایش مییابد.

بنابراین، غلظت بسیار کم اکسیژن و سرعت نامناسب جریان گاز یا مصرف بیش از حد اکسیژن همگی به hypoxia در rebreather منجر میشوند.

هیپوکسی رقیق شدگی Dilutional hypoxia

این نوع هیپوکسی مشکل خاص تجهیزات rebreathing است. هنگامیکه غواص برای اولین بار از دستگاه غواصی، شروع به تنفس میکند مقدار قابل توجهی از نیتروژن ممکن است از ریه ها و بدن به داخل (کیسه هوایی)[2] تجهیزات جابجا شود.

اگر نیتروژن بعد از چند دقیقه تنفس حذف نشود، غواص به احتمال زیاد نیتروژن خالص را دوباره از کیسه هوایی، تنفس می‌کند. اکسیژن توسط غواص مصرف می‌شود و دی‌اکسیدکربن تولید شده توسط مواد شیمیایی در تجهیزات جذب میشود.

از آنجایی‌که کیسه هوایی هنوز هم حاوی گاز (عمدتاً نیتروژن) میباشد، غواص از خطرات آن بی‌اطلاع خواهد بود. اکسیژن ممکن است در عمق کافی باشد اما در نزدیکی سطح کافی نیست.

۱- Chokes

۲- Counterlung

انوکسی (کمبود شدید اکسیژن) ANOXIA

هیپوکسی به سطح ناکافی اکسیژن (O_2) در داخل سلولها اشاره میکند. انوکسی[1] نشان میدهد که هیچ اکسیژنی سلولها وجود ندارد، و این امر غیرعادی است. بدون O_2، بیشتر سلولها به خصوص آنهایی که در مغز هستند در ظرف چند دقیقه میمیرند. این نتیجه نهایی بسیاری از حوادث غواصی است و اغلب دلیل نهایی مرگ غواصان میباشد.
هیپوکسی با وقفه در زنجیره‌ای از فرایندهای فیزیولوژیکی ایجاد میشود که O_2 را از هوا خارج (یا تنفس گاز) و به سلولهای بدن وارد میکند. در این زنجیره، چهار حلقه وجود دارد که در آن وقفه تنفسی میتواند باعث هیپوکسی شود، و این امر دلیلِ تهیه یک طبقه‌بندی منطقی در خصوص انواع علت آن است که از حوصله این کتاب خارج است.

ویژگیهای بالینی CLINICAL FEATURES

در بسیاری از موارد hypoxia ، غواص غافل از آن است که هر چیزی می‌تواند او را دچار اشتباه کندو به همین دلیل می‌تواند هوشیاری‌اش را بدون اخطار از دست دهد.
hypoxia خفیف، اکسیژن (O_2) مغز را از بین می‌برد، و باعث گیجی، اختلال قضاوت و از بین رفتن سطح هوشیاری میشود. غواص از این امر غافل است که مشکلی وجود دارد و حتی ممکن است اعتماد به نفس بیش از حدی داشته باشد. گاهی اوقات ممکن است دید رنگی را از دست بدهد، اما این مورد نادر است.
hypoxia شدیدتر باعث بیهوشی میشود و در اغلب موارد، انقباض عضلانی و اسپاسم (به خصوص عضلات فک) یا نوعی از حملات صرعی به وجود میآید. hypoxia شدید، باعث مرگ سریع میشود. hypoxia خونی به رنگ آبی ایجاد میکند. خون هیپوکسی در مویرگهای بدن، پوست را به ظاهر آبی رنگی تبدیل می کنند و در اصطلاح cyanosis سیانور نامیده میشود.
این به راحتی در زیر آبهای آبی نمایان نمیشود، اما اغلب زمانی دیده میشود که غواص به سطح میرسد.
شکلی از cyanosis موضعی (هیپوکسی راکد) وجود دارد که به سرما مربوط میشود اما دلیل بر hypoxia کلی نیست. این حالت در انگشتان دست و گوش دیده میشود، و به دلیل انقباض عروق خونی (محیطی) باعث گردش نامناسب خون در این ناحیه میشود و این حالت پاسخی به سرماست. با نگاه کردن رنگ زبان میتوان آن را از cyanosis هیپوکسی عمومی تشخیص داد. فقط در hypoxia عمومی، زبان آبی رنگ است.

درمان TREATMENT

اگر hypoxia به علت اکسیژن (O_2) ناکافی در سلولها ایجاد شود، معالجه باید در جهت معکوس انجام شود. مبنای اصلی احیا باید به ترتیب زیر انجام شود.

A. باز کردن راه هوایی Clear the airway
B. ایجاد یا حفظ تنفس .Establish or maintain breathing
C. ایجاد یا حفظ گردش خون Establish or maintain circulation

۱- Anoxia

تا حد امکان، بالاترین غلظت O_2 را برای تنفس به بیمار ارائه دهید و در صورت نیاز، از فشار مثبت استفاده کنید. تمام عملیات غواصی باید با تجهیزات اضطراری و مجهز به اکسیژن انجام شود و در عملیات کافی است تا آخرین غواص بتواند به امکانات پزشکی و رسمی‌تر دسترسی پیدا کند. قاعده کلی این است که اجازه میدهد در هر دقیقه، با کمک ماسک اکسیژن ۱۵ لیتر اکسیژن مصرف شود. همیشه باید در اینجا شخصی وجود داشته باشد که غواصی نمیکند و در صورت استفاده از تجهیزات اکسیژن آگاهی و آموزش لازم را دیده است. در صورت وجود پزشک غواص در تیم مشکل راحت حل می شود.

پیشگیری PREVENTION

درنهایت، بیشترین مرگ‌ومیر غواصی به‌علت هیپوکسی است که با غرق شدن مرتبط است و با صرف نظر از مشکل اولیه ایجاد میشود. در بسیاری از موارد، با (سیستم همکار)[۱] میتوان از این مرگ‌ومیر اجتناب کرد که این عمل باعث میشود تاغواص نجات پیدا کند و شناوری مثبت برای قربانی ایجادشود.

یک جلیقه نجات خوب باید صورت غواص بیهوش را از آب بیرون نگه دارد. از حبس نفس در غواصیهای عمیق و طولانی مدت اجتناب کنید. در غواصی پیش از حبس نفس[۲]، هرگز هیپر ونتیلاسیون نکنید و حدالامکان از اِعمال فشار اجتناب کنید.

همراه با Scuba ، تجهیزات کافی را نگهداری کنید و قبل از غواصی آن را بررسی کنید، با استفاده از مقیاس‌سنج تغذیه هوا را نشان دهید.

با تجهیزات (تنفس مجدد)[۳]، غلظت اکسیژن را قبل از غواصی ازمایش کنید و جریان گاز و فشار را بررسی کنید. از اِعمال فشار بیش از حد و مصرف زیاد گاز قبل از صعود خودداری کنید.

۱- buddy system

۲- (breath-hold)

۳- re-breathing

فصل بیست و یک

مسمومیت با اکسیژن

OXYGEN TOXICITY

هنگامیکه تنفس در یک فشار جزئی بیش از ۰/۴ ATA (۴۰٪ اکسیژن در فشار جوی) برای مدت زمان کافی انجام شود، اکسیژن (O_2) سمی میشود. با افزایش غلظت و فشار در مدت زمان کوتاه‌تر صورت می‌گیرد. دو شکل متداول مسمومیت با O_2 وجود دارد که ریه ها و مغز را تحت تأثیر قرار میدهند.

- **severe hyperoxia caused by breathing oxygen at elevated partial pressures**
- **precise mechanism(s) of the damage are not known**
- **CNS oxygen toxicity**
  - → **nausea and vomiting**
  - → **seizures**
  - → **sweating**
  - → **pallor**
  - → **muscle twitching**
  - → **Pulmonary oxygen toxicity**
  - → **dry cough**
  - → **substernal chest pain**
  - → **bronchitis**

هنگامیکه O_2 در فشارهای نسبی بین ۰/۴ و ۱/۶ ATA تنفس شود، سرانجام در ریه باعث مسمومیت میشود. در فشارهای جزئی بیش از ۱/۶ ATA، اکسیژن در مغز و ریه‌ها سمی میشود.
این اثرات بیشتر ظاهر میشود و به شکل فشار نسبی O_2 استنشاقی، سریع‌تر افزایش مییابد.

مکانیزم **MECHANISM**

علت دقیق مسمومیت O_2 معلوم نیست. به طور کلی، این موضوع مورد توجه قرار گرفته که اکسیژن پُرفشار با فعالیت آنزیمها در سلولها تداخل دارد و اینکه عملکرد بیوشیمیایی را به‌خصوص در مغز و ریه‌ها مُختل می‌سازد.

در ریه‌ها، آسیب به سلولهای دیواره‌های alveoli موجب نارسایی کلی و ضخیم شدن و سفت شدن بافتهای ریه میشود.

در مغز، انتقال مقداری از مواد شیمیایی کاهش مییابد، و نیز آسیب جدی به سلولهای عصبی وارد میشود. اگر سمیت اکسیژن مغزی گسترش یابد، درنهایت تشنج ایجاد میشود. اندامهای حسی حقیقتاً پایگاه مرزی عصبی هستند. بنابراین بینایی، شنوایی و حس لامسه نیز ممکن است تحت تأثیر قرار گیرند.

پیش‌بینی مسمومیت O_2 PREDICTION OF O_2 TOXICITY

برای محاسبه فشار نسبی O_2 استنشاقی ، درصدی از O_2 استنشاق شده را در فشار محیط مطلق ضرب کنید و آن را بر صد تقسیم کنید.

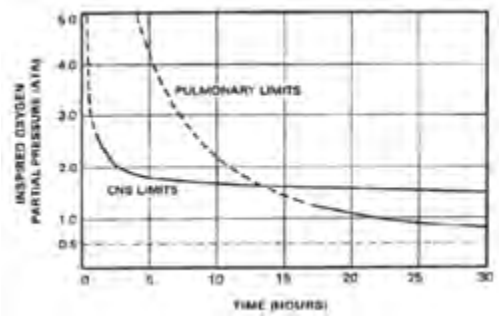
بعنوان مثال فشار نسبی O_2 در هوای اتاق به صورت فرمول زیر است

$$21\% \times 1ATA \div 100 = 0.21\ ATA$$

خطرات ناشی از سمیت اکسیژن با افزایش فشارنسبی زیاد میشود. به طور کلی، این احتمال وجود دارد که ۱۰۰٪ اکسیژن (ATA۱) به مدت ۲۴-۱۲ ساعت تنفس شود بدون اینکه سمیت O_2 ریوی به طور قابل ملاحظه‌ای گسترش یابد. این عمل مدت زمان را کاهش داده در نتیجه فشار O_2 افزایش مییابد.

اگر recompression درمانی در نظر گرفته شود، حداکثر یک دورهٔ ۶ الی ۱۲ ساعته برای تنفس ۱۰۰٪ O_2 لازم است که مسمومیت با اکسیژن رخ دهد. چون recompression درمانی بعدی عموماً به استفاده از O_2 پرفشار اختصاص خواهد داشت و این با سمیت O_2 موجود جمع‌بندی خواهد شد. مقدار تلفات غواصی با O_2 پیش از درمان ترجیحاً توسط پزشک غواصی مورد بررسی قرار خواهد گرفت پزشکی که مسئول recompression درمانی میباشد.

مسمومیت اکسیژن از ترکیبِ فشار O_2 و مدت زمان قرار گرفتن در معرض غواصی حاصل میشود. هر دو مورد باید در نظر گرفته شود و جداول موجود میباشند تا حداکثر مقادیر مجاز برای فشارهای مختلف و مدت زمان غواصی را نشان دهند که براساس سمیت تنفسی و سمیت O_2 مغزی لحاظ شده است.



شکل ۲۱.۱

این نمودار میزان سمیت مغزی و ریوی پیش‌بینی شده‌ای را نشان میدهد که از قرار گرفتن در معرض فشار نسبی مختلف حاصل شده است. لازم به ذکر است که اکسیژن را میتوان برای مدت زمان طولانی در فشارهای نسبی ضعیف‌تر تحمل کرد.

علت مسمومیت با اکسیژن CAUSES OF O_2 TOXICITY

برای احیا و به منظور تلفات ناشی از هیپوکسی غواصی، ۱۰۰٪ اکسیژن باید به‌کار برده شود بدون اینکه هرگونه ترسی از سمیت O_2 وجود داشته باشد. همانطور که در بالا ذکر شد درمانِ بیماری کاهش فشار و مواردی از آمبولی هوا با ۱۰۰٪ اکسیژن صورت می‌گیرد، حتی قبل از مشاوره با پزشک غواص باید به اثرات سمیت اکسیژن در دراز مدت توجه شود.

تجهیزات (تنفس مجدد)[۱] اکسیژن، باید برای استفاده غواصان نظامی، تجاری و صنعتی آموزشی در نظر گرفته شود و غواصان تفریحی نباید از این تجهیزات در غواصی استفاده کنند.

برای غواصیهای ساکن حدِ مجاز عمق ۹ متر و به جهت انجام عملیات غواصی در عمق ۸ متر، دستگاههای اکسیژن غواصی گذاشته شده است تا خطر ابتلا به تشنج کاهش یابد.

دستگاه‌های re-breathing و scuba ، (مخلوط اکسیژن/ نیتروژن)[۲] را به‌کار میبرند و این دستگاه‌ها به اعماقی اختصاص دارند که در آنجا استنشاق فشار نسبی O_2، کمتر از ۱/۶ اتمسفر است.

در عملیاتهای عمیق غواصی، مخلوط گاز هلیم، نیتروژن و اکسیژن O_2 باید یک ترکیب منظمی داشته باشند به طوریکه استنشاق فشار نسبی O_2 هرگز به محدوده سمی نرسد.

در موارد recompression درمانی که با استفاده از جداول O_2 انجام میشود که اغلب شامل فشرده‌سازی اکسیژن غواص مطابق ۲.۸ اتمسفر است در حالیکه ۱۰۰٪ اکسیژن تنفس میشود. خطر قابل توجهی از مسمومیت ریوی یا مغزی با اکسیژن وجود دارد و این جداول باید تنها در مشاوره غواصی و توسط کارشناسان پزشکی مورد استفاده قرار گیرد.

ویژگیهای بالینی CLINICAL FEATURES

اثرات مغزی Cerebral Effects

در این حالت، اولین علائم ممکن است تشنج باشد که میتواند بدون هیچگونه علائم هشداردهنده‌ای ظاهر شود. این بیماری گاهی اوقات ممکن است با علائم مختلفی نظیر رنگ پریدگی صورت، دید ضعیف یا اختلالات شنوایی، بینایی لوله ایی، غش و یا انقباضات پراکنده عضلات صورت ظاهر شود که هشداردهنده تشنج قریب‌الوقوع است.

حالت تهوع، قی کردن و حتی استفراغ کردن همراه با مسمومیت اکسیژن مغزی، شایع است و با اضطراب و تپش قلب همراه است. تغییر فردی قابل توجهی در حساسیت به سمیت اکسیژن مغزی وجود دارد و تحمل فرد نسبت به این بیماری، روز به روز متفاوت میباشد. هر چیزی که باعث افزایش سطح دی‌اکسیدکربن شود ممکن است این حالت را تشدید می سازد مثل تمرین، غوطه‌وری، مقاومت به واسطه تجهیزات تنفسی و حالت بیحسی و خواب‌آلودگی نیتروژن.

در طولِ recompression درمانی با استفاده از جداول O_2 میتوان هرگونه تشنجی را بعلت مسمومیت اکسیژن مغزی برطرف کرد، تشنج گاهی مربوط به بیماری کاهش فشار مغزی یا آمبولیسم هوا میباشد. گاهی اوقات تشنج بلافاصله

۱- re-breathing

۲- nitrox

بعد از حذفِ تغذیه هوا رخ میدهد.

اثرات ریوی Pulmonary Effects

علائم اولیه، سوزش عمیق در بخش مرکزی قفسه سینه است که باعث پیشرفت درد و احساس سوزش میشود و با تنفس تشدید میشود و با سرفه همراه است. هنگامیکه این حالت ظاهر شود تنگی نفس را به دنبال دارد و نوعی از بیماری ذات‌الریه به طور غیرمترقبه رخ میدهد. اگرچه علائم اولیه قابل برگشت میباشند، علائم جدی پیشرونده ممکن است باعث آسیب دائم ریه و یا حتی مرگ شود.

شکل ۲۱,۲

درمان TREATMENT

اثرات مغزی Cerebral Effects

در خلال مدتی که recompression درمانی صورت میگیرد اگر علائم هشداردهنده مسمومیت مغزی ایجاد شود، بیمار باید به هیپر ونتیلاسیون تشویق شود و سپس اکسیژن به بیمار عرضه شود تا علائم بیماری کم شود. بنابراین اصلاح جدول اکسیژن درمانی ممکن است امری ضروری باشد.

اگر بیمار تشنج کند، او را باید به پهلو قرار داد تا راه هوایی او از انسداد یا آسپیراسیون محتویات معده باز شود. باید او را از مجروح شدن در نزدیکی اجسام جامد حفظ کرد. یک قطعه دهانی نرم به آرامی میان دندانها قرار داده شود تا از زبان حفاظت شود. پس از متوقف شدن تشنج، بیمار برای مدت زمان کوتاهی بیهوش میشود. راه هوایی او باید باز شود و او باید مطابق اصول مشخص در فصل ۴۲ راهنمایی شود. گزارش موردی ۲.۲۴ را مشاهده کنید.

اثرات ریوی PulmonaryEffec

این اثرات معمولاً خودبه‌خود برطرف خواهد شد و در صورتیکه تجویز O_2 کمکی قطع شود به زودی علائم ظاهر میشود. با این حال اگر لازم باشد که اکسیژن درمانی ادامه یابد، کاهش فشار نسبی اکسیژن اتفاق می‌اُفتد و پیشرفت سمیت اکسیژن، کُند خواهد شد.

دوره‌های کوتاه «تنفس هوا» (یا Heliox) به صورت ۵ دقیقه در هر نیم ساعت در، اغلب موارد توسط پزشکان باتجربه مورد استفاده قرار میگیرد تا سمیت اکسیژن در طی O_2 درمانی به تأخیر افتد.

نتیجه گیری CONCLUSIONS

۱- غواصان تفریحی نباید از تجهیزات غواصی پیشرفته O_2 استفاده کنند.
غواصان فنی، نباید خودشان را در معرض فشارهای اکسیژن بیش از ۱/۶ ATA، یا غواصیهای مکرر قرار دهند که این امر موجب ظهور بیماریهای تنفسی میشود.

۲- آموزش احیا با تجهیزات اکسیژن برای غواصان و اپراتورهای قایق غواصی از ارزش فراوانی برخوردار است. در حوادث غواصی، تأخیر خطر مسمومیت اکسیژن با استفاده از درمان مصدومان هیپوکسی غواصی از اهمیت ویژهای برخوردار است.

۳- مصرف O_2 در درمان کمکهای اولیه بیماری کاهش فشار و باروتروما‌ی ریوی همیشه باید انجام شود، در حالیکه، باید در ذهنمان احتمال سمیت اکسیژن ریوی را در نظر بگیریم.
تنفس هوا در مدت ۵ دقیقه پس از ۲۵ دقیقه O_2 درمانی یکی از راههای کاهش خطر مسمومیت ریوی است اما این مسئله باید با پزشک غواصی مطرح شود کسی که درنهایت این مورد را اداره میکند.

۴- با بکار بردن اکسیژن (O_2) در طی recompression درمانی، تنفس کوتاه یا Heliox طول درمان کوتاه میشود و سمیت اکسیژن مغزی و ریوی کاهش مییابد.

۵- مشکلات تدارکاتی دیگری وجود دارد که با مصرف اکسیژن پدیدار میشود و برخی از اینها در فصل ۴ مورد بحث قرار میگیرد.

فصل بیست و دو

مشکلات دی‌اکسید کربن

Carbon Dioxide Problems

هنگامیکه بدن اکسیژن را مصرف میکند تا فرایندهای متابولیک خود را انجام دهد دی‌اکسیدکربن (CO_2) تولید می‌شود. بدن یک روش سودمندی را برای دفع CO_2 به‌کار می‌برد و عمدتاً از طریق سیستم‌های بافری در خون و بازدم ریه ها انجام میشود.

کمبود دی‌اکسیدکربن(هیپوکپنی) CARBON DIOXIDE INSUFFICIENCY (HYPOCAPNEA OR HYPOCAPNIA)

هیپوکسی Hypocapnea به دی‌اکسیدکربن خون (CO_2) زیر سطح نرمال اشاره میکند. فشار جزئی CO_2 در خون معمولاً در محدوده باریک، با مکانیزم بازخورد حفظ میشود. هیپرونتیلاسیون اجباری یا اختیاری بر این مکانیزم نظارتی غلبه خواهد کرد و پایینتر از سطح CO_2 خون میباشد. شایعترین علت آن، تنفس سریع است که به حالتهای (غیظ و هیجان غیرقابل کنترل)[1] و اضطراب مرتبط است- مانند فردی که تجربه برخورد با کوسه بزرگ و سفید را داشته است و مستقیما با آن روبه‌رو میشود. تعدادی از غواصان قبل ازحبس نفس در غواصی، در جهت تداوم غواصی عمداً هیپر ونتیلاسیون را انجام میدهند (چند نفس عمیق پیش از حبس نفس) تا سطح CO_2 خونشان را به پایین ترین حد برسانند. آنها اغلب فراتر از رؤیاهای خودسرانه‌شان موفق میشوند.

ویژگیهای بالینی Clinical Features

شخصی که به دلیل اضطراب قبل از حبس نفس چند نفس می کشد، معمولاً از تغییر الگوی تنفس آگاه نیست. اگرچه این عمل ممکن است در یک ناظر غواصی نیز مشهود باشد. Hyperventilation باعث افزایش پایداری در تنفس با scuba می‌شود، و این امر باعث اضطراب بیشتر خواهد شد.

۱- hysterical

علائم آن شامل سوزش «سوزن سوزن شدن»[۱] انگشتان دست، سرگیجه و گیجی و کندی افکار یا گیجی است. انقباض عضلانی یا اسپاسم در موارد شدید رخ میدهد.

درمان Treatment

ساده‌ترین درمان hypocapnea ، کاهش میزان تنفس و عمق تنفس است. درمان، سطح CO_2 خون را به حالت اول برمیگرداند و علائم را بهبود می‌بخشد. در روی خشکی، پزشکان اغلب به بیمارانشان توصیه می‌کنند که در داخل و خارج از کیسه‌های کاغذی قهوه‌ای تنفس کنند (rebreathing) اما در زیر آب اغلب غواصان آمادگی این را ندارند که رگلاتورشان را با کیسه کاغذی خیس جایگزین کنند.

تشخیص های جایگزین Alternative Diagnoses

هر زمان این علائم در غواص ظاهر شود مهم است که سایر بیماریهای جدی را کنار بگذاریم Role Out مانند بیماری کاهش فشار، آمبولی هوا، مسمومیت با مونوکسیدکربن و استنشاق آب نمک. این بیماریها میتوانند در خودشان نیز، هیپرونتیلاسیون ظاهری را ایجاد کنند و حالتهای اضطراب را نشان دهند.

مسمومیت با دی اکسیدکربن CARBON DIOXIDE TOXICITY

هیپرکاپنی (Hypercapnea)

مسمومیت با CO_2 بعلت تجمع گاز CO_2 است که به واسطه تولید بیش از حد این گاز یا تهویه نامناسب هوا ایجاد میشود. تولید بیش از حد CO_2 معمولاً به دلیل سوخت‌وساز ناشی از افزایش فشار است. از آنجایی‌که تنها ۰/۵ لیتر/ دقیقه از CO_2 در حالت استراحت ایجاد میشود، این فرایند میتواند در طی تمرین زیاد شود و به بیش از ۳ لیتر افزایش یابد.

تهویه نامناسب هوا با حبس نفس، کنترل نفس («پَرش تنفس»)، مکث‌های مجدد یا انبساط راه‌های تنفسی (فضای مرده) همراه با Snorkelها و غیره ایجاد می‌شود.

تأثیر عمق بر روی فشار جزئی تجویز شده حائز اهمیت می‌باشد. در حالیکه ۳٪ CO_2 استنشاقی ممکن است در فشار جوی بدون علائمِ قابل توجه تحمل شود، در عمق ۲۰ متری (ATA۳) همان درصد از CO_2، معادل ۳×۳ یا ۹٪ در سطح میباشد یعنی سطحی که مسمومیت جدی را ایجاد خواهد کرد.

تنفس مجددِ بازدم CO_2، شایعترین علت مسمومیت CO_2 در غواصان است، از این‌رو مسمومیت CO_2 اغلب با دستگاههای (تنفس مجدد)[۲] ایجاد میشود، اما سمیت CO_2 گاهی اوقات در کلاههای غواصی، اتاقهای فشرده‌سازی، ترکیبات اشباع (زیستگاه‌ها) و یا احتمالاً scuba رخ میدهد.

۱- (Paraesthesiae)
۲- rebreathing

علل مسمومیت با گاز CO_2 Causes of CO_2 Toxicity

تجهیزات تنفس بسته (دوباره) Rebreathing equipment

برخی از انواع تجهیزات نظامی و فنی غواصی، از گاز حفاظت میکند و تشکیل حباب را کاهش میدهد و به غواص اجازه میدهد تا گاز خارج شده را دوباره تنفس کند. گازجاذب CO_2 به وسیله (کربنات سدیم) در مدار بسته ایجاد میشود تا CO_2 بازدم غواص را حذف سازد (فصلهای ۵ و ۴۳ را مشاهده کنید).

این مکانیزم میتواند به علت خستگی مواد جاذب، آلودگی آب نمک، بسته‌بندی نامناسب، تولید بیش از حد CO_2 بعلت فشار، یا ساخت نامناسب تجهیزات باشد.

مشکلات کلاه غواصی Diving helmet problems

اگر جریان گاز در کلاه برای دفع بازدم CO_2 کافی نباشد، با کلاه استاندارد لباس یا برخی از کلاه‌های مورد استفاده در غواصی عمیق، غواص میتواند تا حدی گاز بازدم خود را دوباره تنفس کند.

اتاقها و زیستگاهها Chambers and habitats

دی‌اکسیدکربن که از طریق تنفس کارکنان اتاق بیرون داده می‌شود باید با جریان پایدار هوای تازه اتاق یا با گردش گاز اتاق از طریق جاذب CO_2 (scrubber) حذف شود. اگر هر کدام از این مکانیزم‌ها نامناسب باشد، کارکنان اتاق با تنفس دی‌اکسیدکربن بازدمشان، مسمومیت دی‌اکسیدکربن را باعث می شوند.

scuba

از آنجایی که rebreathing (دَم) با تجهیزات scuba امکان‌پذیر نیست، به طور کلی سمیت CO_2 یک مشکل عمده برای غواصان scuba نمی‌باشد مگر اینکه در برابر تنفس مقاومتی صورت گیرد (مقاومت رگلاتور، چگالی افزایش چگالی گاز در عمق یا پاسخ تنفسی غواص نسبت به CO_2 کاهش یابد (احتمالاً این مسئله به علت کنترل عمدی و یا Slup «پرش تنفس»، سازگاری، بیحالی نیتروژن یا سطح بالای اکسیژن میباشد)

ویژگیهای بالینی Clinical Features

این ویژگیها به میزان بروز و فشار نسبی واقعی CO_2 استنشاقی بستگی دارد. تجمع سریع CO_2 ممکن است باعث بیهوشی شود قبل از اینکه هرگونه نشانه‌هایی ظاهر شود.

تجمع تدریجی CO_2 موجب انواع مختلف علائم میشود از جمله:

* تنگی نفس **shortness of breath**, or air hunger
* گُرگرفتگی صورت و تعریق (عرق کردن برای تشخیص در زیر آب آسان نیست) (**flushing of the face and sweating** (**sweating is not easy to detect underwater**)

* فعالیت مکرر، مانند شنا کردن بدون آگاهی از عملکرد

repetitive activity, such as swimming, without awareness of this

* گیجی و بیفکری، انقباضات عضلانی، تکانها، لرزشها یا تشنجها

light headedness, muscular **twitching**, jerks, tremors or **convulsions**

* اختلال بینایی **impaired vision**

* بیهوشی **unconsciousness**

* سردردهای انشعابی یا ضرباندار **a splitting or throbbing headache**

معمولاً در قسمت جلو سر رخ میدهد. پس از اینکه میزان CO_2 به حد نرمال برسد، این حالت تشدید میشود.

* مرگ **death**

مسمومیت با CO_2 ممکن است احتمالِ بیماری کاهش فشار، سمیت اکسیژن، حالت بیحسی و خواب‌آلودگی نیتروژن و مقاومت در برابر تنفس را افزایش دهد (به دلیل افزایش تنفس).

گاهی اوقات با سمیت اکسیژن، یک «اثر خاموش» به وجود میآید که به موجب آن علائم مسمومیت CO_2 به طور موقت بدتر میشود، زمانیکه غواص به طور ناگهانی تنفس گازهای طبیعی را از سر گیرد درنتیجه تا حدی با فشار بالای CO_2 سازگاری پیدا میکند.

درمان Treatment

هر غواص، در حال غواصی با تجهیزات rebreathing ، علائم مسمومیت CO_2 را بروز میدهد باید به سرعت فشار را متوقف کرده و دوستان خود را آگاه سازد و سیستم rebreathing را با گاز تازه به جریان اندازد و سپس با صعود آهسته به وسیله وسایل شناوری و تنفس هوا به سطح بازگردد.

سرپرستانِ غواصی که به سطح آمده‌اند و از سمیت دی‌اکسیدکربن رنج می‌برد باید او را از منبع rebreathing گاز دی‌اکسیدکربن جدا سازند و ۱۰۰٪ اکسیژن را با ماسک به او عرضه کنند و در صورت لزوم احیای قلبی و ریوی را انجام دهند.

سایر علل سردرد و مشکلات تنفسی مانند باروتروموای ریوی، بیماری decompression، مسمومیت گاز مونوکسیدکربن و غیره نیز باید حذف شود.

سردرد شدیدی که با مسمومیت گاز CO_2 ایجاد میشود باید با داروی ضد درد ساده مانند (استامینوفن)[1] درمان شود.

---

۱ Paracetamol

فصل بیست و سه

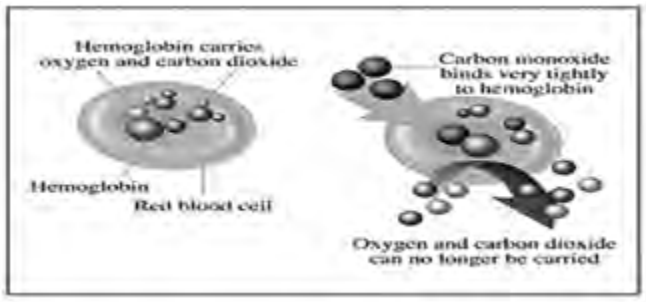
مسمومیت با مونواکسید کربن

Carbon Monoxide Toxicity

مونواکسیدکربن (CO) گازی است که با احتراق ناقص ترکیبات حاوی کربن تولید میشود. CO بخشی از دود اگزوز موتور، احتراق آهسته کوره و دود سیگار است. بعلاوه در کمپرسورهای هوای تنفسی غواصان تولید میشود.

- CO is colourless, odourless, nonirritant toxic gas
- CO toxicity due to
  - Cellular hypoxia
  - Direct cellular injury
- Cellular hypoxia
  - CO competes with O2 for binding to Hb
  - Affinity of Hb for CO x 200-250 > affinity for O2
  - O2-Hb dissociation curve shift to the left
  - Impaired tissue release of O2 and cellular hypoxia

CO تنفس شده در هر چیزی، حتی به مقدار بسیار کم میتواند کشنده باشد. این گاز به اکسیژن متصل میشود و محلِ اتصالش هموگلوبین (Hb) در خون میباشد و از حملِ اکسیژن در هموگلوبین جلوگیری میکند.

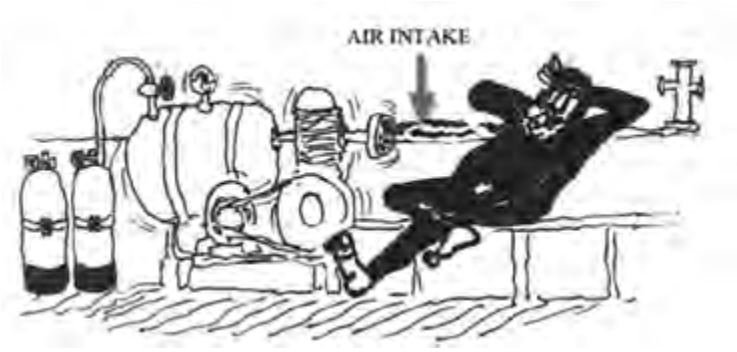


CO متصل به هموگلوبین، Carboxyhaemoglobin را تشکیل میدهد (HbCO). اگر تعداد کافی از مکانهای اتصال اکسیژن توسط CO اشغال شوند، مرگ ناشی از هیپوکسی دیده میشود.

علائم و حدود مسمومیت با گاز CO

Coma
Any period of unconsciousness
Any abnormal score on the Carbon Monoxide
Neurosychological Screening Battery
Caroxy hemoglobin level > ۴۰٪
Pregnancy and carboxyhemoglobin level > ۱۵٪
Signs of cardiac ischemia or arrhythmia
History of ischemic heart disease and carboxyhemoglobin level > ۲۰٪
Recurrent symptoms for up to ۳ wk
Symptoms that do not resolve with normobaric oxygen after ۴-۵ hr

CO نیز به اجزای راههای بیوشیمیایی انرژی تولید شده در سلولها متصل میشود و با عملکرد بنیادی سلولی مداخله میکند.



سوپاپ هوا

ویژگیهای بالینی CLINICAL FEATURES

علائمی که از هیپوکسی پیشرونده ظاهر میشود بعلت کاهش انتقال اکسیژن خون است. همانطور که در جدول زیر نشان داده شده است، آنها با محتوای Carboxyhaemoglobin خون متفاوت هستند.

اثرات بر روی غواص	Carboxy- hae- ٪ moglobin	غلظت دی‌اکسیدکربن در تنفس گاز
صفر یا مقدار ناچیز	٪ ۷/۲	۴۰۰ قسمت در میلیون (ppm)
سردرد، سرگیجه، تهوع، تنگی نفس با فشار	٪ ۱۴/۴	ppm۸۰۰
گیجی، استفراغ، سقوط	٪ ۲۹/۰	ppm۱۶۰۰
فلج یا از دست دادن سطح هوشیاری	٪ ۵۸/۰	ppm ۳۲۰۰
کما	٪ ۷۲/۰	ppm ۴۰۰۰
مرگ	٪ ۸۷/۰	ppm ۴۵۰۰

جدول ۲۳,۱

اثرات تجمعی CO به غلظت تنفس و مدت زمان غواصی مربوط میشود. غلظت ppm۴۰۰ ممکن است علائم را در یک ساعت نشان دهد در حالیکه ppm۱۲۰۰ تنها به ۲۰ دقیقه زمان نیاز خواهد داشت تا علائم را نشان دهد. چنانچه سطح Carboxyhaemoglobin (HbCO) اُفت کند حذف آلودگی CO انجام میشود، حالت بالینی ممکن است بعلت شرکت محدود CO در بافتها یا به جهت آسیب آنزیم یا پروتئین به تأخیر افتد.

رنگ کلاسیک «گیلاس صورتی»[۱] فقط در موارد حاد و اولیه دیده میشود، قبل از اینکه نارسایی تنفسی پیشرفت کند. به‌رغم جدول بالا، ترازهای HbCO ممکن است مستقیماً با مرگ‌ومیر یا شیوع بیماری در ارتباط نباشد. اگر فشار اکسیژن ثابت نگه داشته شود، اثرات مسمومیت ناشی از CO به شدت با افزایش فشار در عمق شدت مییابد. آلودگی ppm۴۰۰، اثرات بالینی را در فشار جوی ایجاد نخواهد کرد و با ۴×ppm۴۰۰ (یا ppm۱۶۰۰) در عمق ۳۰ متری (ATA۴) معادل خواهد بود و غلظت کافی آن، مسمومیت جدی را ایجاد میسازد. از آنجاییکه فشار جزئی اکسیژن با صعود کاهش مییابد، علائم مسمومیت خفیف ممکن است تنها در مدت صعود یا بعد از آن جدی شود. آسیب جدی مغز، عارضهٔ همیشگی سمیت حاکی از CO است و بعلت هیپوکسی طولانی مدت مغزی رخ میدهد. از آنجاییکه هوای فشردهٔ آلوده ممکن است به غواصان دیگری عرضه شود که از همان منبع تغذیه کرده‌اند این احتمال وجود دارد که آنها نیز به این عارضه مبتلا شوند. این امر نه تنها به تشخیص افتراقی قربانی کمک میکند بلکه برای پیشگیری از سایر تلفات نیز حائز اهمیت است.

درمان TREATMENT

غواص باید به سرعت از گاز آلوده جدا شده و ۱۰۰٪ اکسیژن را از طریق ماسک دریافت کند. اصول ABC احیای پایه باید در جای مناسب به‌کار برده شود.

اکسیژن درمانی با فشار بالا Hyperbaric O_2 (HBO) درمان انتخابی است. کم فشاری O_2 که در یک محفظهٔ پُرفشار

۱- "cherry pink

(Hyperbaric) رخ می‌دهد، به قدر کافی O_2 را در پلاسمای خون حل خواهد کرد تا نیازهای بدن بدون مشارکت سیستم هموگلوبین برآورده شود. اکسیژن در فشار جزئی ۲ ATA یا بیشتر تنفس میشود تا حیاتِ غواص حفظ شود درحالیکه CO به آرامی از هموگلوبین خون جدا میشود و از طریق ریه‌ها و از راه تنفس خارج میشود و به هموگلوبین اجازه میدهد تا خودش، نقش طبیعی انتقال اکسیژن را به‌دست گیرد. اگر اکسیژن پرفشار در دسترس باشد، باید آن را در اسرع وقت ترجیحاً ظرف ۶ ساعت پس از مسمومیت استفاده شود. تأخیر در درمان ممکن است باعث برگشت‌ناپذیری و آسیب جدی مغز شود.

پیشگیری PREVENTION

خطر بزرگ برای هر غواص، آلودگی مونوکسیدکربنِ تغذیهٔ هوای فشرده است. منابع آلودگی عبارت‌اند از:

* آلودگی مستقیم با CO از طریق اگزوز موتور بنزینی

Direct contamination by CO from gasoline engine exhausts

این آلودگی ممکن است از طریق خودِ موتور کمپرسور یا از سایر موتورهای نزدیک یا لوله‌های اگزوز گاز رُخ دهد. نمونهٔ کلاسیک در جایی اتفاق می‌افتد که شیلنگ ورودی هوای کمپرسور در مسیر باد مطابق اگزوز موتور کمپرسور جاسازی شود.

* آلودگی ایجاد شده با تجزیهٔ گریس (روغنها) نامناسب

Contamination produced by the breakdown of unsuitable lubricants

استفادهٔ نادرست از روغنهای هیدروکربنی برای روانکاری کمپرسور هوا، علت شایعی است با این حال، این آلودگی ممکن است از گرمای بیش از حد کمپرسور ایجاد شود. اکسیدهای کربن و نیتروژن میتواند تشکیل شود.

* مکیدن هوای آلودهٔ جوی برای پر کردن سیلندرهای هوا

The intake of polluted atmospheric air to fill air cylinders

این قضیه برای تأمین‌کنندگان هوای فشرده حائز اهمیت است که به طور مرتب کیفیت هوای فشرده را کنترل کنند تا اطمینان حاصل شود که این آلودگی و دیگر آلاینده‌ها وارد منابع هوای غواصان نشده است. سیستم‌های تصفیهٔ مناسب برای همهٔ کمپرسورها ضروری است و این کمپرسورها همیشه باید به درستی نگهداری شوند.

فصل بیست و چهار

تنفس گاز آلوده

Breathing Gas Contamination

فصل بیست و چهار

تنفس گاز آلوده

Breathing Gas Contamination

به دلیل آنکه بزرگ‌نمایی اثرات آلودگی با فشار جزئی و با عمق زیاد پدیدار می‌شود، تغذیهٔ گاز تنفسی خالص (هوا) برای غواص از اهمیت ویژهای برخوردار است. بعنوان مثال، ۵٪ آلودگی گاز در فشار جوی با ۲۰٪ آلودگی در عمق ۳۰ متر (ATA۴) معادل است.

آلودگی معمولاً یا از ناخالصی‌های موجود در هوای کمپرسور تولید می‌شود یا از آلاینده‌های تولید شده توسط خود کمپرسور ایجاد میشود.

آماده سازی هوای فشرده PREPARATION OF COMPRESSED AIR

هوای اتمسفری در کمپرسور جذب میشود و توسط یکی از دو روش فشرده‌سازی میشود. اغلب مغازه‌های مربوط به تجهیزات غواصی، از یک پیستون و سیلندر کمپرسور استفاده می‌کنند که فشار گاز را در چندین مرحله زیاد کنند. کمپرسور پیشرفته‌تر از دیافراگم پُمپی استفاده میکند که در اصل مشابه آن در یخچال به‌کار رفته است.

به طور ایده‌آل، هوای فشرده باید با عبور از طریق چندین کارتریج تصفیه (یا فیلترها) اصلاح شود تا آلایندهها حذف شوند. ژل سیلیکا برای حذف بخار آب استفاده میشود و زغال فعال، روغن و هیدروکربنها را حذف میکند، غربال مولکولی قطرات آب و ذرات گردوغبار را حذف کرده و کاتالیزور از مونوکسیدکربن به دی‌اکسیدکربن تبدیل میشود که میتواند جذب شود.

تأمین کننده‌های هوا با دقت کمتری، شناخته شده‌اند تا پَدهای بهداشتی زنان را به جای فیلترها تعویض کنند.

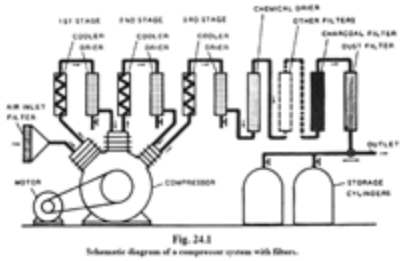


Fig. 24.1
Schematic diagram of a compressor system with filters.

نمودار شماتیک سیستم کمپرسور همراه با فیلتر

استانداردهای خلوص گاز GAS PURITY STANDARDS

مقامات نیروی دریایی، NOAA و مقامات استانداردهای استرالیا، حداقل استانداردهای خلوص را برای تنفس گاز تعیین کرده‌اند.

تاریخچهٔ موردی ۱.۲۴ به ناحیه‌ای میپردازد که در معرض جریانهای جزرومدی قرار دارد، اما یک غواص باتجربه برای غواصی در آب آرام دریا برنامه‌ریزی کرده است. او قایق خود را تقریباً در جذرومد خفیف لنگر انداخته. او از کمپرسور قلیانی استفاده کرد تا به درستی هوا را برخلاف جهت باد از دهانهٔ اگزوز تنظیم کند و غواصی آغاز شد. پس از ۹۰ دقیقه در عمق ۱۰ متری، غواص احساس سرگیجه کرد و بیهوش شد، اما خوشبختانه توسط سرپرستاش کشیده شد و او نجات یافت.

توضیح– هنگامیکه جزرومد آغاز شد. این جزرومد، کمپرسور ورودی هوا را در مسیر بادِ اگزوز موتور قرار داد و گاز مونوکسیدکربن ناشی از اگزوز، تحت فشار توسط غواص تنفس شد.

کمپرسور نیز میتواند برخی از آلاینده‌های کشنده را در داخل تولید کند. پیستون کمپرسور نیاز به روغن‌کاری دارد و این کار معمولاً با استفاده از روغنهای خاص انجام میشود. در برخی از شرایط، مانند جاییکه کمپرسور سائیدگی بیش از حدی دارد، دمای بالا تولید میشود و سائیدگی ممکن است روغن موتور را به محصولات سمی مثل اکسیدنیتروژن و مونوکسیدکربن تجزیه کند، که سپس به مخزن هوای غواص پُمپ میشود.

تعمیر و نگهداری ضعیف کمپرسور نیز میتواند به غبار سرب هیدروکربنی و نفت منجر شود و باعث آن به داخل منبع تغذیه هوا شود.

اگر کمپرسور در محیط آلوده، گردوغبار (و بخارات مواد شیمیایی) به کار انداخته شود، میتواند راه خود را به هوای تنفسی غواص باز کند و باعث سایش غیرطبیعی قسمتهای در حال حرکت هر دو کمپرسور و تنظیم کننده شود. بخار آب باید از هوای آزاد شدهٔ رگلاتور حذف شود و یا میتواند در سیلندر scuba متراکم شود و باعث زنگزدگی شود یا در طول غواصی، در موقعیت سرما باعث یخزدگی رگلاتور شود. اکثر کمپرسورها یک سیستم تصفیه دارند هم در سمت ورودی برای جلوگیری از جذب گردوغبار، و هم در سمت خروجی برای فیلتر کردن نفت و بخار. راندمان آنها بستگی به تعمیر و نگهداری منظم و عدم وجود بارگذاری دارد. گاهی اوقات آلودگی ناشی از تخریب فیلتر و سیستمهای روغنکاری میباشد. روغنکاری غیر هیدروکربنی ترجیح داده میشود.

با استفاده از کمپرسوری که با آب یا مواد تفلونی خشک روغنکاری شده است میتوان بر مشکلات روان‌کنندهٔ روغن غلبه کرد. متأسفانه هزینه فراتر از این است که در دسترس بسیاری از تأمین‌کنندگان هوا قرار گیرد. بعلاوه دیافراگم پمپها مشکل روغنکاری ندارند اما بسیار گران هستند.

شکل ۲-۲۴ کمپرسور مدرن هوا

علائم بالینی مسمومیت با مونوکسیدکربن CLINICAL FEATURES

هوای آلوده ممکن است طعم و یا بوی غیرعادی داشته باشد، یا به طور تناوبی کاملاً طبیعی به نظر برسد. از آنجاییکه بسیاری از غواصان تغذیهٔ هوای خود را از همین منبع به‌دست آورده‌اند، ظاهر شدن علائم مشابه و گسترش آن در میان گروه غواصی امری غیرعادی نیست. در نتیجه جدی‌ترین علائم ممکن است ظاهر شود، و غواصان دیگر باید برای نشانه‌های مشابه ولی خفیف مورد بررسی قرار گیرند.

- (اکسیدهای نیتروژن)[۱] باعث آسیب ریه میشوند که به احتمال زیاد به علت سرفه، خس خس، تنگی نفس ویا گرفتگی در قفسه سینه میباشد.
- مونوکسیدکربن[۲] باعث سردرد و بیهوشی میشود.
- نفت[۳] میتواند باعث درد قفسه سینه، تنگی نفس، سرفه و ذات الریه شود.
- Trichloroethylene و سایر هالوژنهای آلیفاتیک میتواند باعث علائم تنفسی و گوارش شود.[۴]

درمان TREATMENT

اگر غواص با تنفس هوای آلوده به بیماری مبتلا شود او باید از منبع آلوده جدا شده و با توجه به اصول کمکهای اولیه عمل شود، و گاز ناشی از سیلندر scuba او باید برای تجزیه و تحلیل یک مادهٔ شیمیایی یا گاز به آزمایشگاه فرستاده شود و مورد بررسی قرار گیرد.

۱- Oxides of nitrogen

۲- Carbon monoxide

۳- Oil

۴- Trichloroethylene and other aliphatic halogens

پیشگیری PREVENTION

قبل از اینکه غواص وارد آب شود باید از تجهیزات تنفسی خود استفاده کند و نباید از هوایی استفاده کند که دارای طعم یا بوی غیرعادی میباشد. از آنجاییکه تخصص تغذیه‌کنندگان هوای فشرده (و تنفس گازهای دیگر) متفاوت می‌باشد، به غواصان توصیه میشود تا برای به‌دست آوردن هوا، تجهیزات خود را تنها از یک منبع معتبر پُر کنند. توصیه میشود که مقامات محلی کیفیت هوا را مرتب کنترل کنند و در حال حاضر در بسیاری از مکانها این امر اجباری است. کیفیت هوا را میتوان توسط لوله‌های شیمیایی آشکارساز مورد آزمایش قرار داد که سطح هر یک از آلاینده‌های خاص را تعیین میکند.

دستگاه Drager (شرکت گاز و شرکت تجهیزات پزشکی) این لوله‌ها را در کیت تشخیص گاز Drager عرضه میکند. بسیاری از این لوله‌ها در دسترس می‌باشند. پس از هر حادثهٔ غواصی، هوای مشکوک را میتوان با تأمین‌کنندگان تجاری گاز و مقامات بهداشت دولت مورد آزمایش قرار داد.

برای چندین سال متمادی انجمن غواصی، سیلندرهای خود را از مخزن هوای سیلندرهای بزرگ پُر کرده بود، منبعی که به مرور زمان از دست رفته بود. تصمیم گرفته شد که مخزن سیلندرهای اکثر تأمین‌کنندگان گاز صنعتی برای آزمایش بازگردانده شوند. سیلندرها در شرایط خوب رنگ اصلی خودشان را داشتند. یعنی سیلندرهای سیاه با گردنهٔ سفید. شرکت گاز، سیلندرها را آزمایش کرد و از روی صدا تشخیص داد که آنها پُر یا خالی میباشند و آنها را مجدداً بر طبق کُد رنگی روی سیلندرها پُر کرد. متأسفانه این کُد رنگی استاندارد برای اکسیژن خالص بود و چیزی است که شرکت آنها را پُر کرده و نمیدانند که آنها در نهایت برای پر کردن مخازن scuba استفاده خواهند شد.

عضو انجمن غواصی، سیلندرها را تحویل گرفت و آنها را در مخزن نصب کرد. او اهمیت رنگ کدگذاری را نمیدانست زیرا او تصور کرد که چون از سیلندرها برای ذخیرهٔ هوا استفاده کرده است، شرکت بر این اساس آنها را دوباره پُر کرده. از آنجا که آنها تقریباً پُر شده بودند، دیگر نیازی نبود که آنها از طریق کمپرسور پر شوند و مخزن بلافاصله برای پُر کردن مجموعه‌های متعدد غواصیِ روز بعد مورد استفاده قرار گرفت. دو غواص مخازن این منبع را در غواصی و عمق ۲۰ متری بکار بردند. ناگهان یکی از آنها به مدت ۱۰ دقیقه در غواصی تشنج کرد. خوشبختانه بعد از تشنج شدید توسط دوستانش نجات یافت.

برخی از کارهای تشخیص هوشمندانه توسط نجات غریق، پزشک غواصی صورت گرفت، آنها مشکل مسمومیت اکسیژن را مورد مشورت قرار داده و آن را ثابت کردند. اقدام سریع توسط پلیس انجام شد تا همهٔ مخازن scuba آلوده بازگردانده شود قبل از اینکه از آنها استفاده شود، و این مسئله جلو فاجعه بزرگ را گرفت. در این صورت، تنفس هوا از سیلندر در سطح، قبل از غواصی نمیتوانست تفاوت قابل تشخیص هوا را فاش کند (غواص قبل از غواصی نمیتوانست هوای پاک را از هوای آلوده تشخیص دهد).

فصل بیست و پنج

سندرم غرق شدگی

Drowning Syndromes

سندرم غرق‌شدگی "Drowning Management"

بر اساس آمار سازمان جهانی بهداشت WHO تقریباً ٪ ۰/۰۷از کل مرگ‌های جهان مربوط به غرق‌شدگی است ولی در صنعت غواصی به دلایل زیادی، غواص در معرض غرق شدگی بیشتری قرار دارد و این آمار در غواصی حداقل سه برابر است. آنچه مهم است موارد غرق‌شدگی یا نزدیک به غرق‌شدگی[۱] است که با اقدامات درمانی شانس زنده ماندن را دارند و این مبحث یک بخش مهم از فوریت‌های غواصی است.

تعاریف و اصطلاحات Difinition

بر اساس تعریف WHO، کلمه غرق‌شدگی به فرایند تجربه اختلال تنفسی ناشی از فرورفتگی[۲] یا غوطه‌وری[۳] در مایعات اطلاق می‌گردد. این فرایند می‌تواند منجر به مرگ فرد شود که به نام غرق‌شدگی مرگبار[۴] شناخته می شود و اگر در اثر اقدامات درمانی منجر به بهبود فرد گردد به نام غرق شدگی غیر کشنده "Non-Fatal Drowning" معروف است.

باید از روش اوتشتاین "Utstein" برای طبقه‌بندی غرق‌شدگی به عنوان معیار و زبان مشترک مراکز درمانی استفاده کرد.

۱- "Near Drowning"

۲- Submersion

۳- "Immersion"

٤- Fatal Drowning

پاتوفیزیولوژی غرق‌شدگی "Drowning Pathophysiology"

ورود آب به دهان و راه‌های هوایی در فردی که در حال غرق شدن است با تف کردن آب به خارج و یا خوردن و بلع آب در حلق شروع میشود بعد از این مرحله فرد بصورت هوشیارانه ای به حبس نفس می‌پردازد – و حداکثر یک دقیقه توان حبس نفس همزمان با تلاش وجود دارد – هنگامی که مقدار اندکی آب وارد راه‌های هوایی شود فرد دچار سرفه می‌شود و گاهی احساس ترس از مرگ باعث اسپاسم حنجره و گلو شده و راه هوایی را کاملاً مسدود می‌کند – ورود آب پس از اسپاسم یا بدون اسپاسم به ریه‌ها باعث ایجاد یک هیپوکسی پیشرونده می‌گردد که با آپنه[۱] و نهایتاً از دست دادن هوشیاری[۲] منتهی می‌گردد – در طول این فرایند قلب در ابتدا دچار تکی‌کاردی – و در هیپوکسی شدید که به دلیل اسیدوز تنفسی و متابولیک رخ می‌دهد دچار برادی‌کاردی، و در شرایط Ph پائین خون فعالیت الکتریکی بدون نبض EMD که بنام "Electromechanical disociassion" می‌شناسیم و در نهایت فاز آسیستول[۳] را طی می‌کند – در فرایند غرق‌شدگی از فرورفتن در آب تا ایست قلبی حداکثر چند دقیقه طول می‌کشد – ولی هرچه آب سردتر باشد فرایند غرق‌شدگی منتهی به مرگ طولانی‌تر است و گاهاً تا یک‌ساعت هم می‌تواند غریق دوام بیاورد.

ورود آب شیرین یا شور فرق زیادی ندارد، رقیق شدن سورفاکتانت و اختلاف اسمزی[۴] بین آب و سلول‌های بسیار ظریف دیواره آلوئلی "Aleoli" باعث تخریب ساختار ظریف کیسه‌های هوایی می‌گردد که مهمترین بخش تبادل گازی در ریه است – این موضوع باعث ترشح مقادیر زیادی مایع ترانزودا[۵] در بافت ریه شده و یک ادم ریوی حجیم و وسیع[۶] رخ می‌دهد که اغلب به دلیل پاره شدن مویرگها همراه با خون است –

اثرات ترکیبی و همزمان وجود مایع در ریه‌ها، از بین رفتن سورفاکتانت، و افزایش نفوذپذیری غشای آلوئولی – مویرگی باعث ایجاد مشکلات ذیل می‌گردد.

۱- کاهش ظرفیت ریوی "Total Lung Capacity

۲- افزایش مناطق دارای نسبت تهویه به خون رسانی V/Q صفر یا بسیار پائین "mis match V/Q

۳- آتلکتازی "Atelectasia

۴- اسپاس برونش "Bronchial Contriction

غرق شدن در آب سرد به دلیل به وجود آمدن هیپوترمی[۷] اثرات تخریب کننده هیپوکسی را کاهش می‌دهد و بعضاً آسیب مغزی جبران ناپذیر در مدت زمان طولانی‌تری رخ خواهد داد و پاسخ به CPR در آب سرد بهتر از آب گرم و شور است .

میزان مصرف اکسیژن مغزی به ازای کاهش هر یک درجه سانتی‌گراد در محدوده دمایی ۲۰ تا ۳۷ درجه سانتی‌گراد تقریباً ۵٪ کاهش می‌یابد.

۱- "Apnea"

۲- "Unconciousney"

۳- "Asystol"

٤- "osmotic Gradiant"

٥- Transudate Fuild

٦- Sever Pulmonom Edema

۷- "Hypothermia

نجات و احیا در آب "In Water Rescue Reoucitation

در صورت وجود یک نجات غریق آموزش دیده و متبحر، اگر مراحل نجات و احیا از آب شروع شود کمتر از ۶٪ نجات‌یافتگان احتیاج به مراقبت پزشکی و کمتر از ۰/۵٪ آنها احتیاج به CPR دارند.

در صورت عدم وجود نجات‌غریق آموزش‌دیده و نجات به وسیله افراد غیرمتخصص حداقل ۳۰٪ نجات‌یافتگان احتیاج به CPR و مراقبتهای ویژه پزشکی پیدا می‌کنند.

-نکته قابل ذکر اینکه، نجات‌دهندگان آموزش ندیده و غیرحرفه‌ای، حتی‌الامکان نباید اقدام به نجات غریق نمایند و باید به وسیله وسایل کمکی از خارج از آب به غریق کمک کنند – به وسیله میله، شاخه درخت یا یک شیء شناور مثل تیوب نجات یا ماشین باید امداد را انجام داد و این نکته باید به عنوان یک مبحث آموزشی در ایمنی نجات غریق تدریس گردد و کلیه غواصان و ناظران HSE ملزم به گذراندن دوره‌های حمایت‌های حیاتی پایه "Basic Life Support" بطور منظم و دوره‌ای هستند.

آمار نشان می‌دهد که انجام احیای پایه در اولین فرصت ممکن و ترجیحاً در خشکی نتایج مطلوب نجات را سه برابر افزایش می‌دهد و این تصور که مرکز درمانی و تجهیزات و پزشک متخصص مهمترین عامل نجات غرق شدگان است کاملاً غلط است. گاهی به دلیل تأخیر در احیای قلبی – ریوی و امداد نجات غریق، وقت از دست می‌رود و بیمار فوت کرده قابل برگشت نیست.

- احیاء در آب فقط توسط یک نجات غریق بسیار ماهر می‌تواند انجام پذیرد و شامل تنفس دهان به دهان است و امکان ماساژ قلبی وجود ندارد و لذا رساندن غریق به خشکی یا عرشه کشتی برای احیای قلبی یک امر حیاتی است که باید به سرعت انجام شود. اگر غریق فقط دچار ایست تنفسی باشد پس از چند تنفس مصنوعی به درمان جواب می‌دهد وگرنه باید تصور کرد غریق دچار ایست قلبی است و احتیاج به CPR دارد.

- آسیب به ستون فقرات گردنی در کمتر از ۰/۵٪ از افراد غرق شده دیده می‌شود و معمولاً در سوانحی مثل شیرجه زدن، اسکی روی آب، موج سواری و سوانح قایق‌رانی در آب‌های تند دیده می‌شود. لذا بی‌حرکت کردن گردن در آب فقط در موارد شک قوی به شکستگی مهره‌های گردن لازم است که البته کار سختی است. ولی باید دانست که نجات غریق باید حداکثر سعی خود را در باز نگه داشتن راه‌های هوایی و عمودی نگه داشتن غریق جهت جلوگیری از اسپیراسیون[۱] آب و محتویات معده غریق انجام دهد.

احیای اولیه در خشکی "Land Basic Life Support" (BLS)

به محض رسیدن غریق به خشکی یا عرشه کشتی آنرا بصورت خوابیده به پشت قرار می‌دهیم بلافاصله معاینات مربوط به تنفس، ضربان قلب (نبض غریق) و هوشیاری آنرا بررسی می‌کنیم.

اگر غریق هوشیار نیست و تنفس دارد باید آنرا در شرایط بهبود یا خوابیده‌به‌پهلو[۲] قرار داد. این کار مانع از آسپیراسیون ریوی خواهد شد.

- اگر بیمار تنفس ندارد باید تهویه نجات بخش با متد دهان به دهان یا آمبوبگ شروع شود – در غرق‌شدگی الگوی

---

۱ Aspiration

۲ "Lateral Decobitoos"

تنفسی گاهی بصورت بریده بریده[۱] یا آپنه[۲] باشد – در این شرایط اگر غریق نبض دارد فقط به تهویه هوایی نیاز دارد.
- ایست قلبی در غرق‌شدگی به دلیل هیپوکسی و ثانویه به اختلال عملکرد ریوی است – لذا مراحل "CPR" در نجات غریق از روش قدیمی ABC طبعیت می‌کند – (الگوی سال ۲۰۱۲ متد CAB را پیشنهاد کرده است).
در غریق ۵ تنفس نجات بخش اولیه بصورت مصنوعی و سپس ۳۰ ماساژ قلبی (قفسه سینه) با متد استاندارد را انجام می‌دهیم و در ادامه دو تنفس مصنوعی و ۳۰ ماساژ قلبی را شروع می‌کنیم (نسبت ۱ به ۱۵، تنفس به ماساژ قلبی) و این کار را ادامه می‌دهیم تا اولین نشانه‌های حیاتی مجدداً ظاهر شود. این علائم شامل شروع نبض و تنفس خود به خودی است – در این زمان باید شرایط را برای حمایت‌های حیاتی پیشرفته (ALS)[۳] آماده کرد.
- براساس مصوبه شورای احیای اروپا[۴] اولین تنفس مصنوعی در غرق‌شدگی باید شامل ۵ تنفس مصنوعی با فشار بالا باشد به گونه‌ای که قفسه سینه غریق حرکت کند – به طوریکه که آلوئل‌ها باز شده و توانایی تهویه هوا را پیدا کند – غریق باید از محل حادثه به سمت مرکز درمانی که توانایی یک CPR کامل را با تجهیزات و تخصص کافی دارد انتقال یابد، در این فاصله انجام عملیات BLS احیای پایه باید توسط افراد همراه و بر طبق قوانین توسط ناظر HSE در صنعت انجام گیرد. ولی نجات غریق‌ها حرفه‌ای بدون خستگی و ناامیدی به کار خود ادامه می دهند.

Advanced Basic Life Support before Hospitalization

اصولاً به دلیل وجود تظاهرات و تفاوت‌های گسترده در علائم بالینی غرق‌شدگی، از یک روش طبقه‌بندی ۶ گروهی یا ۶ درجه‌ای برای ارزیابی بالینی بیماران غرق شده استفاده می‌شود که درجات بالاتر وضعیت بدتری را نشان می‌دهند با این روش طبقه‌بندی، می‌توان به تعیین سطح خطر و هدایت اقدامات کمکی نظم منطقی داد.
بطور خلاصه این طبقه‌بندی به شرح ذیل است
A- درجه ۱: در مواردی که مراقبت‌های پزشکی پیشرفته (ALS) و اکسیژن درمانی نیازی نیست و میزان بقای این گروه باید ۱۰۰٪ باشد.
B- درجه ۲: در مواردی که اکسیژن درمانی با جریان کم ۳ تا ۵ لیتر در دقیقه نیاز است و مریض درجات خفیفی را از هیپوکسی دارد. در بخش اورژانس میزان بقا ۹۹٪ است.
C- درجه ۳: در مواردی که بیمار احتیاج به لوله‌گذاری تراشه‌ای (ETT) با جریان اکسیژن بیش از ۱۵ لیتر در دقیقه احتیاج پیدا می‌کند و گاهاً مریض به تهویه مکانیکی از طریق ماسک صورت یا دستگاه رسپیراتور نیاز پیدا می‌کند – این بیماران به بخش مراقبت‌های ویژه ICU احتیاج دارند و میزان بقای آنها بین ۹۵ تا ۹۶٪ است.
D- درجه ۴: علائم بالینی گروه C را دارند به علاوه اسیدوز تنفسی و متابولیک شدید و هم زمان که گاهی مجبور به تجویز کریستالوئیدها و وزوپروسورها پیدا می‌کنیم و مدت درمان ICU بیشتر خواهد بود. میزان بقاء در بهترین شرایط ۷۸ تا ۸۲٪ است.

۱- "Gooping"
۲- "Apnia"
۳- "Advanced Life Supprt"
٤- "European Resusitation Council"

قابل ذکر اینکه در غرق‌شدگی مرحله ۳ و ۴ ادم ریوی وجود دارد ولی با درجات متفاوت.

E- درجه ۵: بیمار غرق شده‌ای که ایست تنفسی دارد و ادم ریوی ولی هنوز نبض دارد و ایست قلبی اتفاق نیفتاده است در این بیماران با اقدامات اولیه BLS و پیشرفته ALS در صورت بازگشت ایست تنفسی و نگهداری در ICU امکان بازگشت تنفس خود به خودی ۵۶ تا ۶۹٪ است. (میزان بقای).

F- آسپیراسیون Aspiration درجه ۶: در غرق‌شدگی که حداقل یک ساعت در آب مانده‌اند ولی شواهد فیزیکی مرگ را ندارند، باید آنها را یک ایست قلبی و تنفسی تلقی کرد و با انجام CPR با کمک کریستالوئیدها و وازوپوسرها[۱] در ICU مراقبت خاص گردنند اگرچه میزان بقای آنها بین ۷ تا ۱۲٪ است.

در غرق‌شدگی که ایست تنفسی و قلبی وجود دارد و بیش از یک ساعت از غوطه‌وری آن گذشته و علائم فیزیکی مرگ مثل کبودی کامل بدن، عدم پاسخ مردمک نور و خشکی اعضا مرگ[۲] رخ داده، بیمار را به پزشکی قانونی برای گواهی فوت تحویل می‌دهیم.

اصول درمان غرق‌شدگی بر اساس علائم و شرایط بالینی غریق تعریف می‌گردد:

در درمان درجات خفیف ادم ریوی که ریه اکسیژن رسانی کافی را تا حدودی حفظ کرده است بیمار هیپوکسی خفیف دارد می‌توان با تجویز اکسیژن با سرعت ۱۵ لیتر در دقیقه از طریق ماسک صورت[۳] بیمار را نجات داد لذا CPR در غرق‌شدگی همیشه از متد ABC پیروی می‌کند.

در درجه ۳ یا ۴ غرق‌شدگی که ادم ریوی نسبتاً وسیع است لوله‌گذاری داخل نای ETT و تهویه مکانیک دستی یا با دستگاه رسپیراتور[۴] به‌خصوص اگر بیمار علائم خستگی ریوی[۵] را نشان می‌دهد یک امر اجباری است – در هر حال، یک تنفس مصنوعی با ETT به شرطی مؤثر است که قفسه سینه بیمار حرکت کند و میزان اشباع اکسیژن بین ۹۲ تا ۹۶٪ بماند که با پالس اکس متر سنجیده می‌شود.

گذاشتن ETT در موارد ادم ریوی می‌تواند باعث خروج مقادیر زیادی مایع گردد و ساکشن مایعات مفید است ولی نباید از تهویه مؤثر غافل شد و معطل تخلیه کامل ریه گردیم زیرا این مایعات مدام در حال ترشح به لوله‌های هوایی هستند –

در ادم ریوی حاد و شدید شاید تنها راه استفاده از دستگاه رسپیوتور به روش PEEP[۶] (تهویه با فشار مثبت انتهای بازدمی) باشد که بین ۳۰-۱۸ میلی لیتر آب قرار می‌گیرد.

گرفتن رگ[۷] کاملاً حیاتی است اگرچه در شرایط کولاپس عروق محیطی می‌توان از روش داخل استخوانی[۸] استفاده کرد. باید توجه داشت که اگر اصلاح، اکسیژن‌رسانی باعث اصلاح فشار خون نشود احتمالاً مریض در شرایط

۱- Vasopressin

۲- "Mortal Regility"

۳- Amboo Bag

٤- Respirator

٥- "Respiratory Exhausition"

٦- "Posetive End Espiratory pressure"

۷- "Ir-lino"

۸- "Intraosseous" IO

متابولیک اسیدوز شدید است و لذا تجویز سریع کریستالوئیدها همراه با رینگرلاکتات و داروهای وازوپرسین می‌تواند جان غریق را نجات دهد به شرطی که تداول در تهویه مصنوعی داشته باشیم.
در غریق با ایست قلبی – تنفسی که درجه ۶ به حساب می‌آید اغلب موارد دلیل ایست قلبی بصورت اسیستول Asystol یا فعالیت الکتریک بدون نبضEMD[۱] می‌باشد و باید دانست که VF فیبریلاسیون بطن بندرت گزارش می‌شود –
در مورد آسیستول به‌خصوص در شرایط هیپوترمی شدید طی CPR باید از اپی‌نفرین به میزان یک میلی گرم در کل و یا ۰/۰۱ میلی گرم به ازاء هر کیلوگرم وزن بدن مریض باید استفاده کرد.
وجود دستگاه و فیبریلاتورهای خارجی خودکار (AED)[۲] در مراکز درمانی مربوط به غواصان یک نیاز حیاتی است که متأسفانه به دلیل هزینه‌های مالی آن کمتر دیده می‌شود.

مراقبت‌های بخش اورژانس

از آنجایی که کمتر از ۶٪ از کل افراد غرق شده احتیاج به مراقبتهای جدی در اورژانس دارند و اغلب به دلیل آسپیراسیون کم آب با احیای اولیه نجات غریق بهبود پیدا می‌کنند لذا در بدو ورود بیماران غرق شده به اورژانس اقدامات زیر لازم است.

۱- باز کردن راه هوایی و ایجاد یک تهویه مناسب با شرایط بالینی بیمار برای افزایش اکسیژن‌رسانی مغزی و بدنی
۲- اطمینان حاصل کنید مریض یک گوارش خون پایدار دارد.[۳]
۳- لوله بینی – معدی NGT[۴] گذاشته شود تا آب بلعیدهٔ شده احتمالی خارج گردد – مقدار زیاد آب در معده مانع از انبساط کامل قفسه سینه و تهویه مناسب هوایی می‌گردد.
۴- با پوشاندن بیمار هیپوترمی را اصلاح کنید.
۵- در این مرحله معاینات بالینی قفسه سینه از نظر ادم ریوی و تهویه هوا همزمان با معاینات قلبی باید شروع گردد گرفتن عکس قفسه سینه CXR و آزمایشات گازهای سرخرگیABG در اولین فرصت مناسب باید انجام گیرد.
اسیدوز متابولیک معمولاً با افزایش تهویه مکانیکی ریوی در حدود ۳۰ تا ۳۵ لیتر در دقیقه و در شرایط لزوم با استفاده از PEEP با فشار ۳۵ (H_2o) سانتی‌متر آب اصلاح می‌شود و استفاده سریع از بی‌کربنات‌سدیم $NaHCo_3$ توصیه نمی‌گردد چرا که شرایط هایپرکامپنی ($\uparrow PaCo_2$) را تشدید می‌کند.
بی کربنات سدیم در شرایطی که عامل بی نظمی قلبی را اسیدوز متابولیک شدید بدانیم با توجه به ABG می‌تواند استفاده کرد. همیشه باید بخاطر داشت که غرق‌شدگی گاهی عللی مثل صرع یا آریتمی قلبی یا سنکوپ قلبی رخ داشته باشد و این بیماری‌های زمینه‌ای را در درمان باید مد نظر قرار داد.
آزمایشاتی مثل الکترولیت‌های خون، BUN نیتروژن اوره خون، کرانیتین Cr، و هماتوکریت HCT کمک زیادی نخواهند کرد ولی اگر بیمار به درمان پاسخ نمی‌دهد، مطالعات سم شناسی از نظر الکل خون، مواد مخدر و .... و

۱- (Electromechanical Dissociation)
۲- "Automated Eaternal Defibrilator"
۳- "Stable Cardiovoscular Statee"b
۴- (Nero Gostric Tube)

انجامCT Scan مغزی لازم خواهد شد.

تمام غریق‌های درجه‌های ۲-۶ باید بستری شوند – در غریق درجه ۲ تجویز غیرتهاجمی اکسیژن به مدت ۶ تا ۸ ساعت اگر باعث طبیعی شدن وضعیت بالینی در قلب و ریه بیمار گردد می‌تواند مرخص گردد. ولی بیماران با درجه ۳ تا ۶ که احتیاج به لوله‌گذاری تراشه "ETT" دارند باید در بخش ICU بستری شود و متخصصین مربوطه نظارت مستمر نمایند-

مراقبت‌های ویژه ICU "ICU Care"

درمان بیماران غریق نجات یافته با درجه ۶-۳ در ICU به دلیل وجود درجاتی از ادم ریوی خیلی شبیه درمان بیماران سندرم دیسترس تنفسی حاد "ARDS"[۱] است ولی بهبود غریق سریعتر از ARDS رخ می‌دهد.

حتی در شرایطی که مریض تهویه مناسبی دارد و ABG کاملاً طبیعی است، بازهم ۲۴ ساعت نباید مریض را از دستگاه تهویه مکانیکی جدا کرد اگر چه عوارض ریوی دیررس - "Late Respiratory Sequella" نسبتاً نادر است.

استفاده از کورتیکوامتروئیدها تأثیر زیادی ندارد ولی در مواردی که بازکنندگان برونش‌ها[۲] اثر مناسبی ندارند، توصیه می‌شود استفاده شوند.

در عکس قفسهٔ سینه و CXR به دلیل وجود آب در ریه، نمای شبیه به پنومونی[۳] ایجاد می‌گردد ولی باید دانست که فقط ۱۲٪ بیماران غرق‌شدگی دچار پنومونی می‌گردد که به درمان آنتی بیوتیک نیاز دارند – ولی دادن آنتی بیوتیک وسیع الطیف بصورت پروفیاکنیک هیچ جایی ندارد.

بیمار باید از نظر بالینی و آزمایشگاهی از نظر ترشحات ریوی پایدار یا جدید، واکنش لکوسیتی در محتویات نای و کشت آنتی بیوگرام نمونه‌های خلط گرفته شده از این محتویات تحت نظر باشد و در صورت وجود پنومونی فعال از آنتی‌بیوتیک مناسب استفاده شود –

در مواردی که تکه‌های خلطی[۴] یا جسم خارجی[۵] در ریه وجود دارد باید از برونکوسکوپی استفاده کرد –

پنومونی به دلیل آسپیراسیون آب دریا، یا محتویات معدی یا فلور طبیعی ریه رخ دهد و اغلب در روزهای سوم یا چهارم پس از بستری شدن و بهبود ادم ریوی تظاهر می‌کند – که پاتوژنهای بیمارستانی علت اصلی هستند – و آنتی بیوتیک‌های وسیع الطیف با حداکثر دوز پیشنهاد می‌شود.

در موارد نادری پنومونی در غرق‌شدگی به دلیل قارچی رخ می‌دهد ولی تا کشت مثبت خلط وجود نداشته باشد نیازی به شروع درمان ضد قارچ نیست –

---

۱ "Adult Respiratory Distress Syndrom"

۲ "Bronchodilator"

۳ Pneumonia

٤ "Mucos Plugs"

٥ "Foreign Body"

دستگاه گردش خون "Blood Circulation System"

در اغلب موارد غرق‌شدگی، رساندن اکسیژن کافی با روش‌های ذکر شده و دادن مایعات کریستالوئیدها و از بین بردن هیپوترمی به وسیله گرم کردن بدن غریق باعث بهبود و طبیعی شدن گردش خون محیطی می‌گردد. در افراد غریق درجه ۴ تا ۶، گاهی به دلیل CMF شکست اختفائی قلبی "Congestive Feart Failure" نیز جزء دلایل ادم ریوی و بدتر شدن هیپوکسی رخ می‌دهد.

در صورتی که کریستالوئیدها به بهبود وضع نگرانی خون کمک نکند انجام اکوکاردیوگرافی برای بررسی CHF ضروری است ولی درمان این عارضه در افراد غریق کار بسیار مشکلی است و استفاده از دیورتیکها می‌تواند وضع را بدتر کند – ولی داروهای اینوتروپ و وازوپرسین‌ها تأثیر خوبی در CHF غرق‌شدگی دارد.

الف دستگاه عصبی: "CNS Coseqence"

بدترین عارضه غرق‌شدگی آسیب‌های سیستم عصب مرکزی CNS بطور پایدار هستند که علت اصلی آن هیپوکسی مغزی است – گاهاً بیماران درجه ۵ تا ۶ بعد از به ظاهر پایدار شدن سیستم قلبی ریوی دچار کومای شدید و طولانی می‌شوند – مراقبت‌های مثل میزان گلوکز خون[۱] اندازه گیری PaO_2 فشار نسبی اکسیژن شریانی، و $PaCo_2$ فشار نسبی دی‌اکسیدکربن شریانی جزء مراقبت‌های ویژه این بیماران به حساب می آید.

تحقیقات نشان می‌دهد ایجاد هیپوترمی در حدود دمای ۳۲ تا ۳۴ درجه سانتی‌گراد را برای مدت ۲۴ ساعت ممکن است عوارض هیپوکسی مغزی را کاهش دهد –

باید توجه داشت که در مراحل ابتدایی احیای غرق شدگان برای جلوگیری از کاهش عملکرد سیستم قلبی عروقی باید بیمار را گرم کرد و سپس از ایجاد یک گردش خون مناسب در صورت بروز علائم بالینی مربوط به صدمات مغزی و کما ممکن است ایجاد هیپوترمی القایی[۱] به سود غریق باشد.

۱- "Latrogenic Hypothermia"

عوارض نامشخص "Micellanous Sequella"

۱- بروز سندروم پاسخ التهابی سیستمیک (SIRS)[۱] پس از احیای نجات یافتگان گزارش شده ولی علت آن عفونت ریوی نیست.

۲- سپسیس "Sepsis" و انعقاد داخل عروق منتشر DIC[۲] یک عارضه غرق‌شدگی در ۷۲ ساعت اول بعد از احیا است.

۳- نارسایی حاد کلیوی ARF[۳] عارضه‌ای است که در غرق‌شدگی به دلیل هیپوکسی شدید و گاهی هموگلوبین‌یوری[۴] و گاهاً میوگلوبین یوری[۵] و زمانی شوک قلبی[۶] رخ می‌دهد – لذا اندازه‌گیری میزان ادرار بیمار و مونیتور کردن BUN و Cr از ضروریات درمان غرق‌شدگی است-

دستگاه عصبی "CNS Consequence"

یک ارتباط مستقیم بین مدت فرورفتگی زیر آب و اختلالات عصبی شدید وجود دارد که پس از ترخیص بیمار گرفتار آن خواهد ماند –

اگر مدت فرورفتن در آب بین ۵-۰ دقیقه باشد عوارض عصبی پایدار را در ۱۰٪ ترخیص شدگان می‌بینیم.

اگر مدت فرورفتن در آب بین ۱۰-۶ دقیقه باشد عوارض عصبی پایدار را در ۵۶٪ ترخیص شدگان می‌بینیم.

اگر مدت فرورفتن در آب بین ۲۵-۱۱ دقیقه باشد عوارض عصبی پایدار را در ۸۸٪ ترخیص شدگان می‌بینیم.

اگر مدت فرورفتن در آب بیشتر از ۲۶ دقیقه باشد عوارض عصبی پایدار را در ۱۰۰٪ ترخیص شدگان می‌بینیم.

کاهش دمای مغز به میزان ۱۵ درجه سانتی‌گراد در غرق‌شدگی مصرف ATP را تقریباً ۵۰٪ کاهش می‌دهد و مدت امکان بقای مغز را ۲ برابر می‌کند-

راهکارهای جلوگیری از غرق‌شدگی "Drawning Prevention"

توصیه کارگروه بین‌المللی پیشگیری از غرق‌شدگی، اقدامات لازم جهت پیشگیری از غرق‌شدگی را به دو گروه مجزا تقسیم‌بندی می‌کند-

۱- اقداماتی که باعث کاهش خطر غرق‌شدگی در افراد می‌شود.

۲- اقداماتی که باعث کاهش خطر غرق‌شدگی دیگران می‌گردد.

موارد ذیل توسط کمیته بین المللی پیشگیری از غرق‌شدگی در آب‌های آزاد تنظیم و تهیه شده است.

برای کاهش خطر غرق‌شدگی در افراد موارد ذیل از اهمیت حیاتی برخوردارند.

۳- آموزش شنا و مهارت‌های ایمنی در آب‌های آزاد.

۱- "Systemic Immune Response Syndrome"

۲- (Dissaminated Intraslaswlar Consumption)

۳- "Acute Renal Failvre"

٤- Hemoglobinwrea

٥- "Myoglobinurea"

٦- "Cardiogenic Shock"

۴- داشتن همراه "Buddy" درشنای آب‌های آزاد.
۵- توجه کامل به نشانه‌ها و هشدارهای ایمنی و اخبار آب و هوای منطقه‌ای.
۶- اجتناب از مصرف الکل قبل از شنا.
۷- استفاده از جلیقه نجات. نباید از وسایل کمکی شنا که بادشونده هستند در آب‌های آزاد استفاده کرد.
۸- در مناطق مجاز که دارای گروه نجات غریق هستند شنا کنید – مناطق ممنوعه و بدون ناظر خطر غرق‌شدگی بالایی دارند.
۹- توانایی شنای خود را بیش از واقع برآورد نکنید – حتی در شناگران حرفه‌ای که مدت‌ها تمرین نداشته‌اند خطر غرق‌شدگی بیشتر است.
۱۰- از جریانهای گردابی دور بمانید – علت ۸۵٪ از غرق‌شدگی‌ها در مناطق آب‌های آزاد گرداب‌های مخفی هستند.

مواردی که باعث کاهش خطر غرق‌شدگی در دیگران می‌گردد شامل موارد ذیل است.
۱۱- آموزش شنا در آب برای کودکان.
۲۱- فقط در مناطقی که گروه نجات غریق وجود دارد شنا کنید.
۳۱- کودکان و افراد تحت نظارت خود را در داخل و کنار آب تحت توجه دقیق قرار دهید.
۴۱- کمک‌های اولیه و CPR را آموزش ببینید.

فصل بیست و شش

سندروم آسپیراسیون آب نمک

Syndrome Salt Water Aspiration

این بیماری برای اولین بار اواخر دهه ۱۹۶۰ در بین غواصان نیروی دریایی سلطنتی استرالیا مشاهده شد. غواصان مکررا برای بیماری مختصر خود به پزشک مراجعه کردند. این بیماری با تنگی نفس و گاهی رنگ پریدگی یا رنگ مایل به آبی پوست (سیا نوز)، تب خفیف تشخیص داده می شود که معمولا با لرز، ضعف، بی اشتهایی و درد منتشره در قفسه سینه همراه است. گاهی اوقات اشعه X از قفسه سینه بیماری شبیه به ذات الریه را نشان می دهد و گازهای خونی دائما بیماری هیپوکسی را تائید می کنند.

پرسش از غواصان نشان داد که تقریبا در تمام موارد مکیدن قطرات ریز آب دریا و یا نشتی شیر تقاضا باعث آسپیراسیون آب نمک و بروز سندروم می شود.

ویژگیهای بالینی CLINICAL FEATURES

اغلب تاخیر نیم ساعت یا بیشتر بین آسپیراسیون اب نمک و علائم اصلی بیماری وجود دارد. در موارد خفیف ، بیماری اغلب با ورزش ، حرکت و یا قرار گرفتن در معرض سرما تحریک می شود . سایر علائم ممکن است پس از حرکت ظاهر شود مانند بلند شدن از بستر صبح روز بعد از غواص بعضی از علائم زیر را دارد،

- سرفه اولیه ، گاهی اوقات همراه با خطر expectoration پس از آمدن به سطح است.
- تب و لرز ناشی از قرار گرفتن در معرض سرما است.
- ضعف با بی اشتهایی ، تهوع یا استفراغ جزء علائم این سندرم است.
- تنگی نفس ، سرفه ، سیا نوز دیده می شود.
- سر درد و درد های منتشر شده در قفسه سینه از علائم شایع هستند.

درمان TREATMENT

این بیماری خود به خود در عرض ۲ تا ۲۴ ساعت بدون درمان بر طرف می شود .استراحت و تجویز اکسیژن ۱۰۰٪ با ماسک برای چند ساعت این سندروم را برطرف می سازد که بسیار حائز اهمیت است.

اکسیژن نه تنها هیپوکسی را تسکین می دهد بلکه علائم این سندروم را برطرف می سازد.

از آنجائیکه ماهیت علائم بسیار مهم است ، باید بین علائم آسپیراسیون آب نمک و سایر علائم جدی مانند، بارترومای ریوی (ترکیدن ریه) ،عفونت شدید و ذات الریه تفاوت قائل شویم ، چرا که همه علایم یا برخی از آنها مشخصات این بیماریها هستند.

پیشگیری PREVENTION

با اجتناب از وضعیت موجود می توان از بروز این بیماری جلوگیری کرد. تنفس غواص همراه Buddy Breathing از یک تنظیم کننده می تواند منشا مناسب این بیماری باشد اگر دریچه شیر تقاضا به قدر کافی پاک نباشد.

سایر موقعیتها عبارت‌اند از:

جستجو در زیر آب ، تنظیم عملکرد ضعیف، خستگی از تغذیه هوا و تمرین صعود آزاد، که می توانند به بروز این بیماری کمک کنند. نگهداری مناسب بیشتر تقاضا و سوپاپ ایمنی ، بسیار حائز اهمیت است . بعد از اینکه غواص شیر تقاضا را برای صحبت کردن از دهان خود خارج کرد موارد دیگر باید در سطح اجرا شود.

علائم مشابه این بیماری در سطح اب و قربا نیان نجات یافته از دریا مشاهده شده است (به خصوص بیمارانی که با هلیکوپتر به مکانی منتقل می شوند دچار آسپیراسیون آب نمک می شوند)

برخی از غواصان که بیش از اندازه فعالیت می کنند و سابقه تب یونجه یا آسم دارند بیشتر آسیب پذیر می باشند و دچار این بیماری می شوند. در آزمایشگاههای تنفسی ، استنشاق losorea سالین هیپرتونیک برای تحریک مشکلات تنفسی توصیه می شود و حساسیت بیش از اندازه به این بیماری ثابت میشود.

فصل بیست و هفت

سرما و هیپوترمی

Cold & Hypothermia

معمولاً بدن غواصی که در آب غوطه‌ور است سردتر از بدن افراد نرمالی است که درجه حرارت بدنشان $C۳۷^{\circ}$ سانتیگراد میباشد. متأسفانه آب در از بین بردن حرارت بدن، اثر ویژه‌ای دارد، و ظرفیت انتقال آن، ۲۵ برابر هواست و گرمای ویژه ۱۰۰۰ برابر هوا را انتقال میدهد (مقدار حرارت لازم به منظور بالا بردن حجم داده شده با درجه حرارت خاص).

بدون عایق‌بندی، غواص حرارتِ بدنش را در آب نسبت به هوا در همان دما به سرعت از دست میدهد. این امر باعث هیپوترمی میشود و درجه حرارت بدن را به زیر ۳۵ درجه سانتیگراد میرساند.

بدن میتواند فقدان دما را با تولید گرما از طریق سوخت‌وساز بدن، تمرین و لرزشِ و محدودیت جریان خون در پوست جبران کند. میزان از دست رفتن حرارت نیز به عوامل زیر بستگی دارد: درجه حرارت آب، ضخامت چربی بدن، وجود لباس غواصی (wet suit) یا عایق‌بندی دیگر و وضعیت غواص.

شکل ۱-۲۷

تشخیص ویژگیهای بالینی اولیهٔ هیپوترمی ممکن است غواص را متقاعد سازد که آب را ترک کند قبل از اینکه مشکل جدی ایجاد شود.

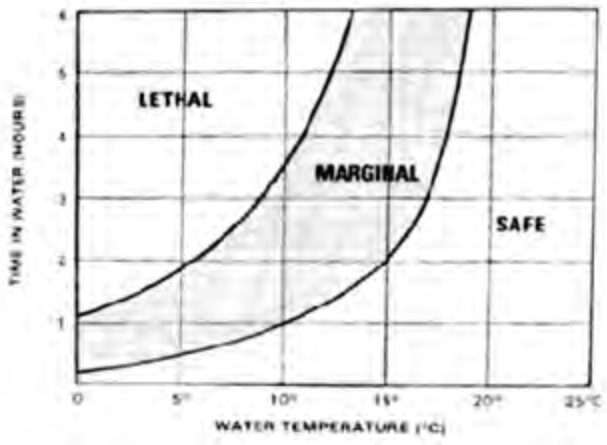
ویژگیهای بالینی CLINICAL FEATURES

همه غواصان ویژگیهای اولیه سرما- بیحسی، کبودی یا رنگ پریدگی پوست (به خصوص در مناطق محیطی مثل انگشتان دست، پا و شانه‌ها) و لرزش را تجربه کرده‌اند.

اگر درجه حرارت بدن در حدود ۲ درجه سانتیگراد اُفت کند، فقدان هماهنگی و لرزش غیرقابل کنترل ممکن است به توانایی او در شنا لطمه وارد سازد و ارائه عملکرد حرکات ظریف وهماهنگ تقریباً غیرممکن است (مثل دستکاری تجهیزات و کمک به رفقا)

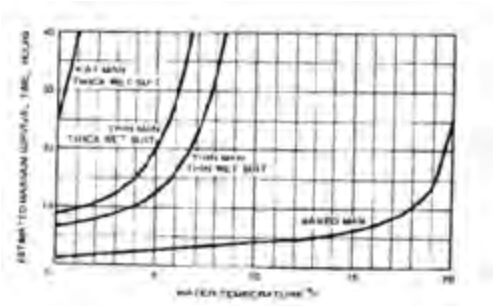
پس از افت درجه حرارت بدن از ۴-۳ درجه سانتیگراد، غواص ممکن است ضعیف، دستپاچه، گیج و درمانده شود. در این مرحله، احتمال غرق شدن زیاد است. درجه حرارت کمتر از ۳۰ درجه سانتیگراد به بیهوشی منجر میشود. این امر ممکن است با سایر موارد بیهوشی اشتباه شود. به نظر میرسد که غواص سطح هوشیاری خود را از دست داده است بدون اینکه ویژگیهای بالینی مشخصی در او ظاهر شود.

قربانی‌ای که از هیپوترمی شدید بیهوش میشود، میزان سرعت تنفس او آرام است و نبض او به سختی قابل تشخیص میباشد و از دید ناظر بی‌تجربه ظاهرا مُرده است . نباید تصور کرد که این بدترین حالت است. آیا فکر نمیکنید که قربانی زنده است مگراینکه مطمئن شوید که او مرده است و نفس نمیکشد.



شکل ۲-۲۷

این نمودار، مدت زمان تقریبی زنده ماندن غواصان را در دمای متفاوت آب نشان می‌دهد. این ارقام بالاتر از ارقام واقعی است- غواص قبل از اینکه به مرحلهٔ زنده ماندن برسد به شدت ناتوان خواهد شد. واضح است که غواص میتواند در مدت زمان کمتر از یک ساعت بدون پوشش، در آب زنده بماند و این مسئله در بسیاری از کشورها مشخص شده است.



شکل ۳.۲۷ نمودار مدت زمان بقای غواصان در درجه حرارت مختلف آب

درمان و کمکهای اولیه FIRST AID TREATMENT

غواص هیپوترمیک باید به آرامی جابه‌جا شود و از حرکتهای فعال و غیرفعال باید اجتناب شود، زیرا این فعالیتها به آغاز آریتمی قلبیِ جدی یا کشنده کمک میکنند. اطمینان حاصل کنید که او به صورت افقی قرار گرفته است زیرا موقعیت عمودی میتواند نتایج مرگباری را به دنبال داشته باشد. همیشه راه هوایی را باز کنید و هر مدرکی دال بر حضور یا عدم حضور ضربان قلب یا تنفس بیمار را بررسی کنید و در صورت لزوم احیا را آغاز کنید.

اگر امکانات پزشکی یا بیمارستانی موجود باشد، بسیاری از درمانها، مؤثرتر از رژیم غوطه‌وری در آب گرم میباشند که در زیر شرح داده می‌شود. در صورت نیاز، اقدامات اصلی کمکهای اولیه را برحسب اولویت یعنی باز کردن راه هوایی، تنفس و گردش خون انجام دهید. توصیه می‌شود که تنفس مصنوعی (EAR) و ماساژ خارجی قلبی (ECC) را آغاز کنید و احیا را در نیمی از روش نرمال موارد هیپوترمی انجام دهید زیرا متابولیسم بدن کُند شده است. مگر اینکه امدادگر مطمئن شود که هیپوترمی تنها عامل سقوط قربانی است، تکنیکهای مرسوم احیا و روشهای آن احتمالاً نشان داده شده است.

هدف از این اقدامات، زنده نگه داشتن قربانی است تا جاییکه درجه حرارت بدن او به حالتِ طبیعی بازگردد. این عمل، به سادگی با غوطه‌وری قربانی در حمام آب گرم و درجه حرارت ۳۸–۳۷ درجه سانتیگراد انجام می‌شود. حمام گرم گزینهٔ مناسبی نیست، به ویژه بیماری که ایستاده باشد. حمام یا دوش گرم و مطبوع تقریباً در دمای صحیح صورت میگیرد. برخی از متخصصان توصیه می‌کنند که تنها نیم‌تنه[۱] باید در وان فرو رود و اندامها خارج از آب نگه داشته شوند، اگرانگشتان دست و پا سرد باشداعضای بدنشان را گرم نگه دارند به این خاطر است که جریان خون اندامها، در پاسخ به هیپوترمی ضعیف شده، و این جریان با گرما معکوس خواهد شد. در این مرحلهٔ بحرانی، افزایش جریان خون اندامها ممکن است فشار خون را کاهش دهد و نیز گرما را از اندامهای حیاتی به مناطق کم اهمیت برگرداند. در مواقع اضطراری، این هدف ممکن است ضروری یا عملی نباشد و منطقی است که کل بدن در آب فرو برده شود. معمولاً امکانات گرمایی غواص در محل غواصی محدوداست. شاید لازم باشد این کار با عجله صورت گیرد. پیچیدن قربانی در پتو با کمک غواصان دیگر یک روش مؤثر میباشد و اغلب یک روش قابل قبول برای انتقال گرما به بدن غواص است که دچار بیماری هیپوترمی خفیف شده است.گاهی تنها راه درمان هیپوترمی در شرایط اضطراری و دور از امکانات گرم کردن بدن مصدوم به وسیله بدن یکی از دوستانش باشد.

پتوی نجات بیشتر از پتوهای عادی گرما را منعکس کرده و کارایی بیشتری دارد. پتوها به تنهایی، بدون منبع حرارتی مورد

۱- Trunk

استفاده قرار میگیرند و چنانچه گرما را تولید نکنند، بیفایده می‌باشند و بازده گرمایی قربانی به شدت کُند می‌شود. پیچاندن قربانی در کیسه پلاستیکی (زباله) و یا حتی روزنامه‌ها نیز ممکن است به پوشش و عایق‌بندی کمک کند و بیش از لباس و پوست، جریان هوا را کاهش دهد. اتاق موتور کشتی‌های بزرگتر اغلب گرم است و آنقدر باارزش است که هیپوترمی را کنترل میکند و آب خنک کنندهٔ موتور ممکن است منبع آب گرم در مواقع اضطراری باشد.هنگامیکه درجه حرارت بدن بیمار به ۳۷ درجه سانتیگراد برسد و بیمار شروع به عرق کردن کند ،درمان میتواند به تاخیر افتد.

اگرچه الکل، برافروختگیِ درونی گرمایی را ایجاد میسازد، درواقع هیپوترمی را با افزایش جریان خون در پوست بدتر می‌سازد، و به سرعت باعث از دست رفتن گرما می‌شود. نباید به بیمارانی که دچار هیپوترمی شدید هستند الکل داده شود. از نوشیدنی‌های تحریک کننده مانند چای و قهوه نیز باید اجتناب شود. ممکن است نوشیدنی‌های گرم، قندی یا الکترولیتی به بیماران کاملاً هوشیار داده شود.

پیشگیری PREVENTION

حتی در آبهای گرمسیری، اگر غواص ایزوله نشود، احتمالاً از دست رفتن دمای بدن حین غواصی سریع‌تر صورت میگیرد. راحت‌ترین و مناسب‌ترین عایق، لباس غواصی است. حبابهای هوا در لاستیک مصنوعی محصور می‌شوند و یک عایق حرارتی را بین غواص و آب ایجاد میسازند، بدون اینکه به لباس ضدآب نیازی باشد– از اینرو از واژهٔ "wet suit" استفاده می‌شود. آنها در ضخامت‌های مختلف قابل دسترس هستند و به دمای آب مورد انتظار بستگی دارند. لباس غواصی (wet suits)، فشرده‌سازی سلولهای هوا را در عمق به سختی انجام میدهند که این امر باعث کاهش عایق‌بندی لباسها شده و سبب تغییرات ناخوشایند در می‌شود. این مشکل در عملیاتهای عمیقِ غواصی حرفه‌ای با استفاده از لباس خشک[۱] برطرف می‌شود که هوا را بعنوان مادهٔ عایقبندی شده به‌کار میبرند. سایر تغییرات شاملِ روشهای گرم کنندهٔ الکتریکی، شیمیایی یا آب گرم است، یا حتی میتواند شامل یک کیسه هوایی متورم باشد که در wet suit احاطه شده است.

هنگام غوطه‌وری و در شرایط بقا، از دست رفتن گرما در فردِ بدون لباس می‌تواند با شناوری در حالت حلقه زدن (موقعیت «جنینی») و با نزدیکی زانوها به قفسه سینه و شانه ها در پهلو به حداقل رسانده شود بنابراین مناطقی از بدن باید پوشانده شود که گرمای زیادی را از دست میدهند (زیر بغل و کشالهٔ ران). واضح است که این عمل تنها در صورتی می‌تواند انجام شود که غواص کمک شناور داشته باشد.

اجتماع افراد یک تیم با سایر بازمانده‌ها می‌تواند مفید باشد. بعلاوه محدودیت حرکت نیز، از دست رفتنِ گرما را به حداقل خواهد رساند.

برای کاهش از دست دادن گرما، بهتر است که در مسافت طولانی شنا نکنیم، اگرچه شنا قدری گرمای متابولیکی را تولید میکند، اما این گرما بیشتر با از دست رفتن گرما درون آب در حین غواصی خنثی می‌شود.

سایر واکنش ها نسبت به سرما OTHER REACTIONS TO COLD

مشکلات دیگری وجود دارند که از قرار گرفتن در معرض سرما به وجود میآیند. این مشکلات عبارت‌اند از:

۱- dry suit

- پاسخهای غیرارادی Reflex Responses

قرار گرفتن در معرض سرما میتواند اثرات سوئی بر عملکرد قلب و ریه‌ها داشته باشد. این واکنشها میتواند شناگر/ غواص را در هنگام ورود به آب به کشتن دهد و قبل از اینکه هیپوترمی ایجاد شود سبب بروز مشکلاتی شوند. این عمل میتواند باعث آریتمی شود و با جریان خون عروق کرونر تداخل یابد- این علائم با آنژین صدری یا آنفارکتوس میوکارد شباهت دارد. بعلاوه این واکنش بر عملکرد ریه اثر گذاشته و باعث می‌شود غواص بیش از حد استنشاق کرده و در زیر آب دچار آسپیراسیون شود و در برابر تنفس، تغییرات الکترولیتی و غیره مقاومت نشان دهد. مشکل دیگر این است که غواص ممکن است به محرکهای سرد با انقباض شدید رگهای خونی پاسخ دهد و این مسئله باعث افزایش فشار خون و سکته شود.
معمولاً این تغییرات در غواص معمولی (عادی) دیده نمیشود، و پزشک غواصی بیشتر علاقه دارد تا حوادث غیرعادی غواصی را بررسی کند.

- (خارش یا کهیر سرد) Cold urticaria

برخی از غواصانِ به استنشاق هوای سرد (با توجه به افت فشار در مرحله اول و دوم رگلاتور) حساس می‌باشند. استنشاق هوای سرد میتواند مشکلاتی را در تنفس ایجاد سازد، درنتیجه تنفس هوای سرد می‌تواند موجب تحریک راه تنفس شود و سندروم شبه آسم را به‌وجود آورد. قرار گرفتن در معرض آب سرد می‌تواند بر روی پوست اثرات آلرژیک ایجاد سازد که این امر با واکنش پوستی شبیه به کهیر همراه است. بعلاوه آب سرد، بر روی رگهای خونی و فشار خون (شوک) اثرات کلی می‌گذارد، و مهم است که غواص قبل از اینکه خود را در معرض سرما قرار دهد مشاوره پزشکی انجام دهد.

- سینوس و درد گوش Sinus and Ear Pain

به نظر می رسد که قرار گرفتن در معرض سرما رفلکس درد را در غواصان حساس ایجاد می سازد «شبیه به سردرد هنگام بستنی خوردن». محل درد ممکن است به منطقهٔ بیش از حد حساسِ پوست مرتبط باشد که با سرما تحریک شده است. نشانه های مشابه آن ممکن است در طول مدت اسکی بازی یا شنا در سطح آب سرد ایجاد شود. اگر گوش خارجی تحت تأثیر قرار گیرد، سوراخ گوش حین شنا در سطح آب می گیرد و در طول غواصی مسدود می‌شود. روش دیگر استفاده از کلاهی است که دارای روزنه کوچک می باشد و روی گوش را می پوشاند. این روش اثر محرک سرما را با حفظ گرمای بدن کاهش می‌دهد. روش دیگر، تزریق کمِ روغن یا موم است تا این اثر سرما کاهش یابد. گاهی اوقات این اختلال با باروتروما‌ی حاصل از نزول اشتباه گرفته می‌شود و زمانیکه غواص فرو می‌رود، این امر چند دقیقه پس از غوطه وری رخ می‌دهد.

فصل بیست و هشت

عفونت ها

Infections

عفونت‌های عمومی GENERAL INFECTIONS

بسیاری از بیماری‌هایی وجود دارند که با غواصی و شنا ایجاد می‌شوند. بعضی از آنها عمومی و جدی هستند، و بسیاری از موجودات زنده در آب عامل آن هستند. سایر امراض مانند هپاتیت عفونی، فلج اطفال، حصبه، وبا، تورم دستگاه گوارش (روده) و غیره وجود دارند، که بیماریهای شایعی هستند و به‌خصوص در آبهای آلوده دیده می‌شوند. غواصی در آب آلوده نیاز به لباس ویژه و محافظ دارد و پس از غواصی به پاکسازی نیاز دارد.

و با Vibrio و سایر موجودات آبزی Vibrio and other Aquatic Organisms

بروز علائمی مثل تب، لرز، Septicaemia سپسیس، شوک و غیره ممکن است به همراه علائم تنفسی، دردهای عضلانی، سردرد، کما و مرگ‌ظاهر شود.

امراض غواصانِ Key West Scuba Divers Disease

این وضعیت به شهرهای توصیف شده در key west محدود نمیشود. این امراض به دلیل آلودگی تنظیم کننده‌ها (به خصوص آنهایی که به شیلنگ دوقلوی قدیمی تر متصل هستند) توسط باکتری‌ها به وجود می‌آیند و در غواصان گوناگون دیده می‌شوند- نظیر دوره‌های غواصی که در آنجا تنظیم کننده‌ها به اشتراک گذاشته می‌شوند. همچنین این امراض میتوانند از طریق کیسه‌های تنفسی گسترش یابند. این امراض شبیه به آنفولانزا با علائم تنفسی است اما معمولاً پس از ۳ روز ظاهر می‌شود.

منتژیت آمیبی[1] Naegleria (Amoebic Meningitis)

این بیماری کشنده است و غواصان یا شناگران در دریاچه‌های آب شیرین، جویبارها، چشمه‌های آب گرم، چشمه‌های معدنی و وان آب گرم با آن مواجه می‌شوند. این بیماری در اصل توسط آمیبی میکروسکوپی ایجاد می‌شود که معمولاً با مدفوع آلوده وارد آب می‌شود. این آمیب ممکن است در آب تازه و گرم زنده بماند (نه در آب دریا). آمیب یا جانور تک سلولی از طریق بینی وارد بدن می‌شود و در آنجا از طریق نفوذ به عصب بویایی پنهان شده و وارد مغز می‌شود. بعد از یک دورهٔ نهفتگی ، این بیماری در طول یک هفته باعث منتژیت و التهاب مغز (انسفالیت) می‌شود در این وضعیت درمان سخت است و بیماری کشنده میباشد. این بیماری معمولاً با سردرد، تب، استفراغ، درد و ناراحتی به دنبال نور روشن، خشکی گردن، گیجی و درنهایت کما به تدریج رو به وخامت میرود. مرگ معمولاً بعد از ۷-۵ روز رخ می‌دهد.

در این شرایط خطرناک، جدای از مراقبت ویژه پرستاری در بیمارستانهای بزرگ و درمان تهاجمی داخل وریدی با چند آنتی‌بیوتیک درمان به سختی صورت میگیرد- هیچکدام از این روشها مؤثر نمیباشند. از آنجایی که این ارگانیسم از طریق بینی وارد می‌شود، عفونت را میتوان با فرو نرفتن در آب شیرین کنترل کرد زیرا در آنجا خطر آلودگی وجود دارد. در صورت امکان باید از فرورفتن (غواصی) در چنین آبهایی اجتناب شود، با این حال اگر غواصی در این مناطق ضروری است (پلیس جستجوگر زیر آب، استخراج معادن، یا ارزیابیهای زهکشی و غیره) باید از تجهیزات غواصی همراه با کلاه استفاده شود و کلاه کاملاً سروصورت را بپوشاند. و این تجهیزات بعد از غواصی کاملاً شسته شوند. کلر غلیظ، درنهایت موجودات ریز آب سرد و آب دریا را از بین خواهد برد.

سینوزیت SINUSITIS

از آنجایی که هوا به داخل سینوسها در طول نزول عبور میکند، غواص دچار عفونت شدید دستگاه تنفسی میشودو با این وضعیت نمیتواند به غواصی ادامه دهد، در نتیجه او میخواهد فشار را متعادل سازد بنابراین ارگانیسم‌ها از این طریق وارد سینوس‌ها می‌شوند.

به دلیل عفونت شدید، علائم عمومی در عرض چند ساعت یا چند روز پس از غواصی ظاهر می‌شود. به عنوان یک قاعده کلی، هر قدر (نزول)[2] بیشتر انجام شود، مقدار بیشتری از مواد عفونی به داخل سینوسهاوارد میشود. اگر هرگونه علائمی از باروترومای سینوس (به خصوص در حین نزول) وجود داشته باشد ، خون و مایعات در سینوس‌ها دیده می‌شود و درجه حرارت بدن باعث رشد متوسط موجودات زنده می‌شود.

ویژگیهای بالینی Clinical features

سینوزیت نه تنها باعث احساس پُری منطقه سینوسی می‌شود (معمولاً فک بالا، پیشانی، اتموئید، اسفنوئید یا ماستوئید)، بلکه در آن ناحیه درد شدید حس میشود. اگر هرگونه انسداد قابل توجهی از مدخل سینوس وجود داشته باشد بنابراین فشار در داخل سینوس ایجاد می‌شود و عفونت عود میکند. ممکن است علائم سیستمیک

۱- Naegleria

۲- descents

شدید مثل تورم چرکی دیده شود، بنابراین غواص ممکن است دچار تب شود و احساس بیماری کند.

درمان Treatment

معمولاً طیف وسیعی از آنتی‌بیوتیکهای خوراکی، مسکن درد (پارا استامول) و داروهای ضداحتقان (پزودوافدرین) استفاده می‌شود. گاهی سطح مایع را میتوان در اسکن یا اشعه X یا ام.آر.آی به ندرت دید که در اینصورت عمل جراحی ضروری است. از آنجا که عفونت، زخم را ایجاد می‌سازد باید به همان اندازه از سینوزیت غواصان اجتناب شود- در غیر اینصورت دهانهٔ سینوسها میتواند تبدیل به زخم شده و تنگ و باریک شود. این بدان معنی است که غواص احتمالا در آینده به باروتروماى سینوسی مبتلا می‌شود- در نتیجه دورهٔ غواصی در چنین افرادی محدود می‌شود.

پیشگیری Prevention

باید از باروتروماىS سینوسی اجتناب شود. درمان سریع و مؤثر عفونت‌هایی که در سینوسها گسترش یافته است یکی از ارزشمند ترین روشهای پیشگیری این بیماری است. پیشگیری زمانی اهمیت دارد که از غواصی اجتناب شود هنگامی که هرگونه بیماری التهابی دستگاه تنفسی فوقانی (بینی، گلو) دیده شود، مثل تب یونجه، ورم غشای مخاطی بینی یا عفونت دستگاه تنفسی فوقانی.

خارش شناگر SWIMMER'S ITCM

خارش شناگر یک عفونت موضعی پوست ناشی از انگل پرنده[1] است که افراد شناکننده یا شناگر برکه‌ها یا تالابها با آن روبه‌رو می‌شوند و این مسئله با وجود پرندگان دریایی بارها تکرار می‌شود. انگلی که در آب وجود دارد، از طریق پوست لانه کرده و سپس میمیرد و باعث واکنشهای التهابی در زیر پوست می‌شود. این امر باعث چند توده خارش دارِ کوچک، بزرگ و قرمز می‌شود که ممکن است برای یک یا چند هفته به طول انجامد. ضایعات معمولاً بدون درمان برطرف می‌شوند.

گاهی اوقات، واکنشهای بسیار شدید ممکن است در افراد مبتلا به آلرژی با این انگل دیده شود و مراقبت پزشکی ممکن است با آنتی هیستامینهای خوراکی و حتی موضعی یا استروئیدهای خوراکی (کورتیزون) ضروری باشد.

شکل ۱.۲۸

۱ (Schistosome cercaria)

گرانولومای استخر شنا SWIMMING Pool GRANULOMA

وبای دریایی marine vibrios ارگانیسمی از گونه ویبریو یا سایر ارگانیسمهای مارپیچی متحرک است.
تورم قرمز با فلس ریز پوشیده می‌شود که ممکن است ۴-۳ هفته پس از آسیب روی برجستگی استخوان مثل آرنج یا زانو ایجاد شود. اگر تورم بر طرف شود و خودبه‌خود بهبود یابد فلس ممکن است به مدت یک سال یا بیشتر جذب شود و در آرنج یا زانوی غواص باقی بماند. تشخیص تنها توسط آزمایش میکروسکوپی تکه‌ای از زخم یا جراحت تأیید می‌شود.

عفونتهای قارچی- یا پای ورزشکاران

"TINEA PEDIS – "TINEA" (or "ATHLETE's FOOT)

این یک عفونت شایع قارچی است که پای غواصان و شناگران را تحت تأثیر قرار می‌دهد و تحت شرایط گرم و مرطوب مانند اتاق دوش ایجاد می‌شود. این عفونت باعث خارش، پوسته پوسته یا سردی ناحیهٔ بین پنجه و انگشتان پا می‌شود. بسیاری از غواصان از این عفونت رنج میبرند و منبع عفونت به دیگران هستند. قارچها در بسیاری از مناطق تشخیص داده میشوند و قرار گرفتن در معرض این عفونت، شرایط دشواری را برای پیشگیری ایجاد میسازد. خوشبختانه این بیماری به آسانی به عوامل مدرن موضعی ضدقارچ مانند مشتقات imidazole، (tolnaftate یا اسید undecylenic) پاسخ می‌دهد. محلول یا کرم باید دوبار در روز به کار برده شود و به مدت دو هفته پس از بیماری ادامه یابد تا بهبودی حاصل شود. برای جلوگیری از خشکی پاها، باید تلاشهایی صورت گیرد و خشک کردن بافتهای بین پنجه بعد از شستشو یا شنا مفید است.
کاربرد صحیح پودر anti-tinea (به عنوان مثال پودر econazole dusting) روزانه ممکن است در پیشگیری از عود مجدد آن مفید باشد. در موارد شدید و حاد، داروی خوراکی ضدقارچ مانند ketoconazole یا griseofulvin ضروری میباشد. حوله و کفش نباید بین غواصان به اشتراک گذاشته شود.

تنیا ورسیکالر یا پیتریاسیس ورسیکالر ("PITYRIASIS VERSICOLOR "TINEA VERSICOLOR)

این عفونت قارچی خفیف پوست ممکن است با خارش همراه باشد یا هیچ نشانه‌ای نداشته باشد. با این حال، غواص باید با قرار گرفتن در معرض نور خورشید به نواحی پر از لکه سکه مانند قهوه‌ای مایل به زرد در قفسه سینه، پشت و شانه‌ها توجه کند. باید فلس ریز روی پوست از نزدیک بررسی شود. بهتر است با لوسیونهای ضدقارچ موضعی یا کرمهایی مثل clotrimazole یا econazole درمان صورت گیرد و این لوسیونها و پمادها دوبار در روز استفاده شوند. راهکار این است که از ۲۰ ٪ سدیم سولفات Thiosulphate استفاده شود (یا راه‌حل تزریق زیرجلدی- اما این راه لکه‌ها را می‌پوشاند).

ایدز HIV/AIDS

بیش از ۲۵ میلیون نفر از ایدز مرده‌اند، و ۳۵ میلیون نفر با وجود HIV/AIDS زندگی می‌کنند. نیمی از آنها زیر سنِ ۲۵ سال هستند. مدت زمان نهفته این بیماری ممکن است ۲-۱ دهه یا بیشتر به طول انجامد. در طول این مدت، به ناچار برخی از افراد غواصی scuba را تجربه کرده‌اند. خطر این بیماری در غواص یا همراهانش به طور قطع شناخته نشده است. براساس اطلاعات موجود، یک بحث کلی وجود دارد. ویروس ممکن است وارد جریان خون شده و عفونت را ایجاد سازد و به طور کلی قادر است تا از طریق سطح صدمه ندیده بدن از جمله پوست یا مخاط دهان وارد شود. این ویروس میتواند از طریق شکافهای کوچک مثل بریدگی‌ها، خراشیدگی و یا زخم‌ها وارد بدن شود. رسوخ مایع بافت از طریق شکاف پوست یا مخاط دهان میتواند ویروس را در افراد آلوده فعال سازد. گاهی اوقات ویروس در خون (Viraemia) و بزاق وجود دارد و باعث انتقال ویروس (البتهبه احتمال بسیار کمی) می‌شود که در برخی شرایط، غواص در حین غواصی با آن مواجه می‌شود. بعلاوه ویرمی (وجود ویروس در خون) Viraemia دورهٔ خطر بیمار است، و این دوره زمانی است که ویروس میتواند به سیستم عصبی مرکزی به ویژه مغز حمله کند.

انتقال جنسی Sexual

شایعترین حالتِ انتقال بیماری ایدز، sexual است. ایدز میتواند با تجرد (امتناع از ازدواج) حذف شود و با استفاده از کاندوم (شیوه‌های امن سکس)، اجتناب از بی‌بندوباری جنسی و مقاربت مقعدی کاهش یابد. wet suit بطور مؤثر مانع انتقال این بیماری میشود اگر همیشه از ان استفاده شود.

خون Blood

خون افراد مبتلا میتواند ویروسی را به سایر افراد منتقل سازد. این بیماری معمولاً با به اشتراک گذاشتن سوزنهای تزریقی یا تزریق خون آلوده به افراد منتقل می‌شود، اما گزارشهایی مبتنی بر انتقال ایدز از طریق پاشیدن خون آلوده به پوست وجود دارد- معمولاً پوستی که پاره شده است. در غواصی، عفونت با این روش منتقل میشود و درمان کمکهای اولیه غواص مجروح پس از Trauma، بریدگیها یا صدمات حیوانات دریایی لازم است.

استفاده مشترک از قطعات دهانی و رگلاتورها، مانند تنفس در طول تماس میتواند این بیماری را منتقل کند زیرا آنها به قدر کافی پس از هر بار استفاده تمیز نشده‌اند و خطر بالقوهٔ عفونت از طریق خراش دهانی وجود دارد.

احیا Resuscitation

تنفس مصنوعی اغلب دهان به دهان یا دهان به بینی انجام می‌شود. خطر احتمالی انتقال ویروس در احیا وجود دارد، به خصوص اگر در دهان امدادگر یا قربانی زخم و خونریزی وجود داشته باشد. خطر انتقال این ویروس از طریق بزاق دهان کم است اما عاقلانه خواهد بود که درصورت شناخته شدن ویروس ایدز از ماسک دهانی یا روش احیا با لوله استفاده شود. اگر امدادگر یاد بگیرد که از این روشها استفاده کند، O_2 یا کیسهٔ هوایی احیاکننده بهترین روش خواهد بود.

به اشتراک گذاری تجهیزات Sharing equipment

به اشتراک‌گذاری تجهیزات در مدارس غواصی بسیار متداول است. از آنجایی‌که ویروس ایدز در بزاق افراد مبتلا وجود دارد، خطر بالقوهٔ انتقال این بیماری از طریق به اشتراک‌گذاری دریچه تقاضا (از جمله عمل تنفس دوستان)[۱] و (لوله های تنفس زیر آب)[۲] وجود دارد. احتمالاً خطر انتقال این ویروس از طریق این تجهیزات هنوز گزارش نشده است.

تا زمانیکه خطر انتقال ویروس ایدز وجود دارد، معقولانه است که تجهیزات مشترک بین افراد با محلول ضدعفونی شسته شود تا این ویروس مهلک کشته شود. با تولیدکننده این تجهیزات موضوع را در میان گذاشته و اطمینان حاصل کنید که محلول انتخاب شده برای ضدعفونی به تجهیزات غواصی آسیب نمی‌رساند.

اچ.آی.وی مثبت یا غواص آلوده به ایدز The HIV positive or AIDS infected diver

این اشخاص میتوانند خطر ابتلا به ویروس را از طریق موارد ذکر شده بالا به سایر غواصان منتقل سازند. این امر باعث می‌شود که آنها از شرایط موجود جلوگیری کرده و محتاطانه عمل کنند و از تماس خون و مایعات بدنشان به دیگران ممانعت کنند. تجهیزات تنفسی بین افراد نباید مشترک باشد. مورد HIV مثبت (کسانیکه به عفونت ویروس مبتلا هستند اما هیچ علائم آشکاری ندارند) به تازگی در افرادی نشان داده شده است که اختلالات عصب روانشناختی در آنها واضح نیست اما میتواند در عملکرد طبیعی فکری و قضاوت غواص اختلال ایجاد کند. غواصان مبتلا ممکن است با ریسک زیاد غواصی خود را به خطر اندازند.

افسردگی سیستم ایمنی، آنها را مستعد بیماری عفونی میسازد، این عفونتها از طریق زخمهای مرجانی و خراشها و باکتریهای عجیب و غریب دریایی ایجاد می‌شود و احتمالاً از تجهیزات مشترک غواصی منتقل می‌شود. محققان نشان داده‌اند که محیط‌های پُرفشار و اکسیژن پرفشار (این امر با غواصی و معالجه حین غواصی صورت میگیرد) ممکن است مانع هماهنگی خون در مغز شوند انها اجازه میدهند که ویروس در مغز انتشار یابد و ویروس مخوف عصبی ایدز ایجاد شود. اثرات فیزیولوژیکی افزایش فشار در غواصان مبتلا به ایدز ناشناخته است.

پیشگیری Prevention

غواصان و افراد معمولی باید تا حد امکان از آلودگی پوست خود در تماس با خون آلودهٔ سایر افراد جلوگیری کنند و از دستکش پلاستیکی یک بار مصرف یا دستکش لاتکس تا حد امکان استفاده کنند.

اگر این‌کار غیرممکن باشد، باید در اسرع وقت خون خارج شده از بدن را با صابون یا محلول ضدعفونی شستشو دهند. اگر مراقبت پزشکی در کشورهای توسعه نیافته انجام شود باید اطمینان حاصل شود که فقط از آمپول تک دوز، جدید یا سرنگهای یکبار مصرف استفاده می‌شود، (به عنوان مثال کاملاً بلااستفاده) و سوزنهای یکبار مصرف و وسایلی که دوبار استفاده می‌شوند باید استرلیزه شوند. تزریق خون و پلاسمای خون در برخی از این کشورها، حامل ویروس خطرناک HIV/ ایدز یا عفونت هپاتیت است. خون مصنوعی، محلولهایی مانند polygeline ("Haemaccel")هستند که باید همیشه در چنین کشورهایی قابل دسترس باشد و مورد استفاده قرار گیرد.

۱- Buddy Breathing

۲- snorkels

هپاتیت HEPATITIS

این بیماری یک ویروس مُسری خطرناک است که باعث عفونت و آسیب کبد می‌شود. سه نوع از ویروس هپاتیت یا انواع بیشتری از آن وجود دارد اما ویروس هپاتیت B احتمالاً بزرگترین تهدید نهفته برای غواصان است. ویروس هپاتیت B می‌تواند به عفونت کشنده منجر شود که ۱۰٪ آن شامل سرطان کبد و سیروز کبدی است که ممکن است بعد از سالها در بازماندگان ظاهر شود و معمولاً توسط خون آلوده انتقال می‌یابد. خطر عفونت در غواصان ضعیف است و HIV با به اشتراک گذاردن دستگاه تنفسی (همانطور که قبلاً برای HIV/ایدز ذکر شد) به وجود میآید، اما بیشترین خطر ناشی از آلودگی پوست توسط خون افراد آلوده است. این امر مشابه ویروس HIV است اما به مراتب عفونت بیشتر است ویروس در هپاتیت قوی‌تر است و عفونت زخم به مراتب بیشتر باقی میماند.
خون خشک شده و کهنه در سوزن سرنگ باقی می‌ماند و عفونت ویروس میتواند چند هفته پس از استفاده از سرنگ حامل در شخص باقی مانده و فعالانه شخص را مبتلا سازد. پیشگیری در راستای راه‌حل ویروس HIV/ایدز است.

عفونتها در محیط های پرفشار INFECTIONS IN HYPERBARIC ENVIRONMENTS

زیستگاههای زیر آب و اتاقهای فشار chamber compression، مناطق مرطوبی هستند که دارای غلظت بالای اکسیژن میباشند. این رطوبت به رشد انواع خاصی از موجودات زنده، در اتاق و بر روی پوست افراد کمک می‌کند. عفونت گوش خارجی (اوتیت خارجی) قبلاً شرح داده شده است، به خصوص در محیط های زیر آب و اتاق‌های فشار به دلایل شرایط زیست محیطی بطور شایع دیده میشود و غواصان این محیط‌ها را اشغال میکنند که قطره گوش مکرراً برای پیشگیری از این عفونت‌ها داده می‌شود.
اگر عفونت‌ها شدید باشند، درمان به سختی در چنین محیط‌هایی صورت میگیرد. این عفونت‌ها شامل سینوزیت، برونشیت، ذات‌الریه و عفونت‌های پوست میباشند. در خلال مدتی که decompressing غواصی اشباع انجام می‌شود، حملهٔ حاد آپاندیسیت در غواص مشاهده می‌شود و حتی امکان دارد جراحی در داخل اتاق فشار صورت گیرد. اجرای بیهوشی کامل و ضدعفونی کردن برای چنین جراحی‌هایی ضروری است. ارائه این روش ساده معمولا بسیار مشکل است.

فصل بیست و نه

حیوانات دریایی خطرناک

Dangerous Marine Animals

بسیاری از حیوانات دریایی برای خوردن خطرناک هستند، چه خورده شوند و چه لمس شوند. غواصانی که برای مشاهدهٔ چنین موجوداتی به دریا می‌روند تا از این موجودات و زیستگاه‌های آنها عکس بگیرند، ایمنی خود را به خطر می‌اندازند. ضرورتاً، این فصل با حذفیات بسیار مهم ساده‌سازی شده است.

کوسه ماهی SHARKS

اگرچه برخورد با کوسه ها در محل عمومیِ غواصی رخ می‌دهد، اما حملات کوسه ها بر روی پوست و وسیله scuba غواص شایع نیست. بسیاری از حملات ثبت شده مربوط به (ماهیگیری)[۱] یا (جمع‌آوری صدف)[۲] است، شرایطی که در آن ترشحات و مواد شیمیایی خارج شده از حیوانات زخمی دریایی باعث جذب کوسه ها می‌شود. در بخش وسیعی از حملات کوسه ها بر روی غواصان، قربانی از وجود کوسه بی اطلاع است تا زمانیکه توسط آنها گزیده شود. چندین الگوی رفتار باعث حملات کوسه ها میشود که مستندسازی شده است. در برخی از موارد قبل از حمله، کوسه ها قربانی را دوره کرده و گاهی اوقات به او ضربه میزنند (احتمالاً به دست آوردن برخی از اطلاعات حسی درمورد ماهیت عجیب آنها و منبع بالقوه غذایی آنها ضروری است).

در بسیاری از گونه های گرمسیری، کوسه ها ممکن است یک صحنه نمایش تهدید کننده ای (agonistic) را نشان دهند که ظاهراً پاسخ به تهاجم موضعی غواص است. این قضیه با شنای کوسه و حرکت تند و سریع با قوس پشتی، سر به بالا و باله‌های سینه‌ای نوکدار به سمت پایین مشخص می‌شود.

این نوع حرکت رفتاری کوسه، نشانه‌ای برای غواص است، غواصی که آرزو دارد در سن پیری قبل از ترک منطقه آن را تجربه کند. کوسهٔ سفید بزرگ است و «کمی تف میاندازد» وحملات قدرتمند ناگهانی را بروز میدهد ، کوسه

۱- spearfishing

۲- shell harvesting

عقب‌نشینی میکند (خوک آبی، دلفین، غواص) تا زمانیکه خون قربانی در آب پخش شود و قربانی هوشیاری خود را از دست بدهد. سپس کوسه می‌توان بدون ترس از ضدحمله، غذا بخورد.

شکل ۲۹.۱

ویژگی‌های بالینی Clinical Features

شدت جراحت بستگی به اندازه و درنده‌خویی کوسه دارد. کوسه‌هایی که طول آنها بزرگتر از ۲ متر است فک بسیار قوی دارند و به دندان تیز و بُرنده مجهز می‌باشند و به راحتی قادر به قطع دست و پا و یا قطعات بزرگ نیم‌تنه می‌باشند. با وجود این، تعداد زیادی از غواصان در برابر ضربات کوسه‌هایی با طول بیش از ۴ متر زنده می مانند. در برخی از این موارد، غواصان با جراحات شدید ناشی از زخم سوراخ شده دندانی مقاومت میکنند، زیرا هیچگونه آسیب جدی به آنها وارد نشده است. یک کوسه‌ای در این اندازه میتواند به آسانی به غواص صدمه وارد کند، بنابراین در برخی از موارد دیده می‌شود که کوسه قربانی را می‌کوبد و سپس استقامت به خرج نمی‌دهد، شاید به دلیل بی‌میلی او به مواد لباس غواصی یا سایر ارقامِ تجهیزات غواص باشد. برخی از غواصان ممکن است از کوسه‌ها متنفر باشند که باید گفت آنها غواص نیستند.

از دست رفتن خون ناشی از جراحات وسیع ،با حملات شدید و فوری کوسه همراه است. عروق اصلی خون اغلب پاره شده و خونریزی موضعی درنتیجه پارگی بافت صورت میگیرد. از دست رفتنِ خون اغلب سیلائی است و از پارگی شدید بافت ایجاد می‌شود. قربانی، ویژگیهای بالینی از دست رفتن شدید خون مثل پوست رنگ پریده، ضربان سریع و ضعیف، فشار خون پایین و تنفس سریع را نشان می‌دهد. در ۲۵٪ موارد مرگ‌ومیر رخ می‌دهد.

درمان Treatment

اصول مدیریت موفقِ قربانیان حملهٔ کوسه برای اولین بار توسط مؤلفان استرالیایی و آفریقای جنوبی شرح داده شد درحالیکه آنها تجربیات خود را نشان دادندکه عبارت‌اند از:

توقف خونریزی Stop the blood loss

توقف خونریزی باید توسط امدادگران در محل حملهٔ کوسه‌ها انجام شود. خونریزیی که از زخم تراوش یا جاری می‌شود، با استفاده از پَد پارچه تمیز متوقف می‌شود و با فشار محکم دست با استفاده از بانداژ محکم پایان مییابد. ۳ میلی‌متر بالاتر از خونریزی ناگهانی شریانی را با بانداژ یا پَد محکم ببندید تا خونریزی متوقف شود. خونریزی‌های

بزرگتر شریانی میتواند با استفاده از فشار انگشت و یا انگشت شست متوقف شود. خونریزی ناشی از رگهای اصلی خون (به اندازه یک انگشت) را میتوان با نیشگون گرفتنِ پایان رگ بین انگشت و انگشت شست یا شریان‌بند متوقف کرد اگر یک اندام دخالت داشته باشد. تورنیکت Tourniquets باید هر ۲۰-۱۰ دقیقه رها شود تا اجازهٔ بازگشت خون به بافتهای طبیعی داده شود. مهم است که برای توقف خونریزی از نوار استفاده شود، فشار اعمال شده روی جراحت باعث توقف خونریزی می‌شود. اگر امدادگران صرفاً مناطق خونریزی را با لباس بپوشانند، بدون اینکه فشاری را اِعمال کنند، این کار فاجعه‌آمیز خواهد بود. این کار، مقدار خون از دست رفته را نشان نمیدهد و خونریزی متوقف نمیشود. استفاده از وسایل پاک مانند دستمال، لباس یا روسری در وضعیت کمکهای اولیه رضایتبخش است.

احیای قربانی در محل حمله **Resuscitate the victim at the site of the attack**

(بی حرکت سازی)[۱] امری عاقلانه است. هنگامیکه قربانی در محل امن (قایق یا ساحل) قرار گیرد نبایدزیاد حرکت کند. بستن قربانی به پشت وسیله نقلیه و بُردن او به بیمارستان در بسیاری از موارد به مرگ او منجر می‌شود. قربانی باید به صورت افقی در محل نجات قرار داده شود و تجهیزات احیا و پرسنل به محل حادثه آورده شود.

احیا شامل جایگزینی خون از دست رفته بیمار است که توسط تزریق داخل وریدی یا تعویض خون انجام می‌شود مانند، پلاسما، محلول نمکی یا سایر مایعات داخل وریدی.

قربانی را حرکت ندهید تا زمانیکه از حجم گردش خون بیمار رضایت حاصل شود. شواهد امر این است که ضربان نسبتاً طبیعی (سرعت کمتر از ۱۰۰) و فشار خونِ مناسب در بیمار ظاهر شود.

گاهی اوقات این اصل مدیریت به سختی توسط امدادگران قابل درک است و آنها قصد دارند که قربانی را در اسرع وقت و هرچه سریعتر به بیمارستان (هرکجا) اعزام کنند.

با این حال، هنگامیکه قربانی به بیمارستان میرسد دقیقاً باید همان اقداماتی صورت گیرد که در محل حمله کوسه باید اجرا شود، یعنی خون از دست رفته باید توسط مایعات داخل وریدی جبران شود.

بیمارستان بزرگ باید در مناطقی ساخته شود که مستندات خاص دال بر حمله کوسه در آن منطقه وجود دارد و با توجه به مواردی که در بالا ذکر شده است. برای انتقال فوری قربانی در محل حمله کوسه، تجهیزات لازم باید قابل دسترس باشد. حمله کوسه بسیار نادر است، با این حال، گاهی اوقات از اجرای پیاده‌سازی این پروتکل غفلت می‌شود. به رغم شدت جراحات، معمولاً بیمار تا مدتی پس از حمله دردِ قابل توجهی ندارد. این پدیده اغلب در اشکال دیگری از صدمات شدید نیز دیده شده است نظیر آسیب با وسایل نقلیه و یا صدمات جنگ. اگر بیمار از درد قابل توجه یا شوک رنج برد، تیم پزشکی نجات باید دوز مناسبی از مرفین را به او تزریق کند. هیچ چیزی نباید از طریق دهان به قربانی داده شود، در نتیجه یک داروی بیهوشی ممکن است لازم باشد.

۱- Immobilisation

پیشگیری Prevention

از آنجاییکه ترشحات و مواد شیمیایی خارج شده از ماهی‌های نیزه‌ای و فرم‌های دیگری از موجودات دریایی، معمولاً کوسه‌ها را جذب می‌کنند، اجتناب از ماهیگیری، خطر حمله کوسه به غواص را کاهش می‌دهد. حمل ماهی در نزدیکی بدن غواص زیر آب باعث جذب کوسه‌های علاقه‌مند می‌شود.

تمرینات عمومی خوب غواصی باید با دوستان و براساس زمینه آماری انجام شود تا احتمال خطر حملهٔ کوسه حداقل ۵۰٪ کاهش یابد.

گزارش موردی شناگر جوان توسط کوسه‌ای که پای او را بالاتر از زانو قطع کرده بود مورد حمله قرار گرفت او توسط دوستانش از آب بیرون کشیده شده و در حالیکه در یک پتو پیچیده شده بود خونریزی بسیار شدیدی داشت. او رنگ پریده و سرد بود و نبض بسیار ضعیف و آرامی داشت و نیمه بیهوش بود. او در پشت ماشین قرار داده شد و با عجله به نزدیکترین بیمارستان منتقل شد که ۱۵ کیلومتر دورتر از محل حادثه بود. روزنامه به طور پی‌درپی گزارش کرد که: «قربانی حمله کوسه درگذشت درحالیکه با عجله به بیمارستان برده شد.»

اینگونه خوانده می‌شود که: «قربانی حملهٔ کوسه درگذشت چرا که او را به بیمارستان بردند».

شناگران با شنا در مناطق محصور و حفاظت شده از آسیب و صدمات حمله کوسه در امان میمانند. به آنها توصیه می‌شود جاییکه حملات کوسه رخ داده است یا در آنجا ماهی‌های گوشت‌خوار وجود دارد هرگز شنا نکنند (fish markets ، abatroirs و غیره). بعلاوه، مطمئن‌ترین راه این است که با گروهی از مردم شنا انجام شود و از شنا در هوای گرگ‌ومیش (زمان تغذیه کوسه ها) و یا در مناطقی با دید کم اجتناب شود. ادرار و خون باعث جذب کوسه‌ها می‌شود و نباید در اطراف آب منتشر شوند. زنانی که قاعده هستند خون همولیز haemolysed را تولید می‌کنند که برای کوسه‌ها جذاب نیست.

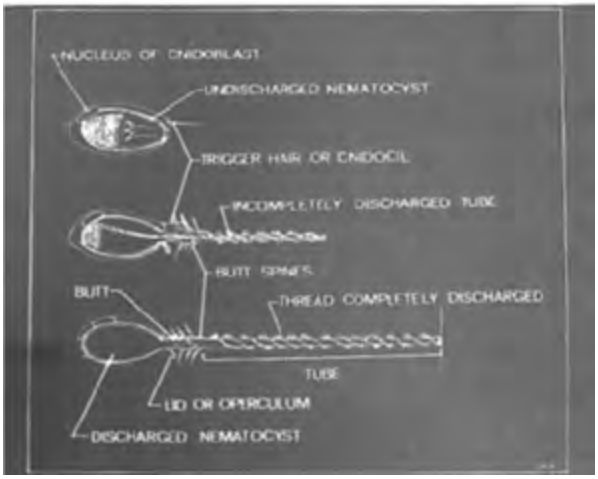
به غواصان توصیه می‌شود که اگر حین غواصی با کوسه‌ها روبه‌رو شدند از غواصی در کانال‌های عمیق و سقوط در آن اجتناب کنند و وسایل و تجهیزاتی را با خود حمل کنند که برای دور کردن کوسه ها استفاده شود (shark billy). لباس زره‌ای زنجیره‌ای، محافظ خوبی است اما آن بسیار سنگین است و برای غواصان تفریحی خطرناک است. عامل بازدارندهٔ Ultrasound فراصوتی، الکتریکی، شیمیایی و حباب احتمالاً در برابر حیوانات خطرناک مؤثر نیستند اما با شوق و ذوق به بازار عرضه می‌شوند.

چتر ستاره دریایی یا زنبور دریایی BOX JELLYFISH OR SEA WASP

نیش و سوزش این جانور مرگبار در آبهای گرمسیری اقیانوس هند، اقیانوس آرام و اقیانوس اطلس در طی فصل‌های خاص مشاهده شده است. فصل مخصوص این جانوران در استرالیای شمالی، اکتبر تا مارس است، اما طولانی‌ترین فصلِ سال نزدیک خط استواست. این جانوران دریایی در مناطق معتدل نادر هستند. این حیوان، شناگر فعالی است و حتی ممکن است در آب بسیار کم‌عمق اطراف سواحل دیده شود.

بازوچه های متعدد آن ممکن است تا ۳ متر در پشت بدنش امتداد داشته باشد که ممکن است تا ۲۰ سانتیمتر در هر متر مکعب رشد کند. بازوچه‌ها به پوست قربانی چسبیده و هزاران سلول میکروسکوپی گزش ایجاد میکنند (nematocysts) که میتواند زهر را به پوست تزریق سازد. دوز بی‌حدوحصر سَم تزریق شده تبدیل به سم زیادی

می‌شود. مقدار سم تزریق شده به طول بازوچه هنگام تماس با قربانی و ناحیهٔ زخم و نیز ضخامت پوست بستگی دارد.



شکل ۲۹.۲ Nematocysts ستاره دریایی

سَم اثرات جدی‌تری را بر روی قلب و سیستم دستگاه تنفسی می‌گذارد و این سم ماهیچه‌های دستگاه تنفسی را فلج کرده و به مرگ قربانی منجر می‌شود.

تضعیف انقباض قلبی، و اختلال در ریتم قلب مشکلاتی را ایجاد میسازد. اثر سم در محل، درد و ناراحتی را ایجاد می‌کند.

ویژگیهای بالینی Clinical Features

قربانی درد فوری و وحشتناکی[۱] را در تماس با بازوچه ها تجربه میکند، با نیش زدن، کولاپس ناگهانی[۲]، قطع تنفس[۳]، سیانوز[۴]، بیهوشی[۵] و مرگ به سرعت ایجاد می‌شود. به خصوص این اثرات در کودکان خردسال و شناگرانِ پیر و ضعیف خطرناکتر میباشند. اگر قربانی بهبود یابد، باز هم درد شدیدی را ساعتها حس می‌کند و جای زخم به طور معمول در آن ناحیه سوزش میکند و این به خاطر تخریب بافت محلِ زخم است.

درمان Treatment

قربانی را از آب نجات داده و مانع غرق شدن آن شوید. این مسئله جزء اولویتهای فوری است. اصول کمکهای اولیه A-B-C (باز کردن راه هوایی، کنترل تنفس و حفظ گردش خون) اجرا شود.

۱- immediate agonising pain

۲- sudden collapse،

۳- cessation of breathing،

٤- cyanosis,

۵- unconsciousness

مقدار فراوانی از سرکه خانگی را به محل نیش بازوچه وارد کنید تا به آرامی ریشه بازوچه از پوست قربانی حذف شود. بازوچه‌ها نمیتوانند سم را از طریق پوست ضخیم کف دست و انگشتان وارد سازند. بنابراین، این روش ایمن‌ترین راه است. محلِ تزریق سم بازوچه را مالش ندهید زیرا این‌کار باعث تزریق بیش از حد سم به بدن قربانی می‌شود.

مصرف الکل به مدت طولانی توصیه نمیشود، چنانچه شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد الکل باعث آزاد شدنِ بیشتر زهر به بدن قربانی می‌شود. درصورتی استفاده از الکل روش مناسبی است که امدادگر قربانی را با خیال راحت به بیمارستان منتقل کند.

معمولاً نیش ستارهٔ دریایی باعث مرگ می‌شود زیرا راه تنفسی را میبندد. اگر قربانی در خلال این مدت با احیای‌تنفسی هوا (EAR) یا سایر تنفس مصنوعی زنده نگهداشته شود، نیش ستارهٔ دریایی ممکن است از بین برود. قربانی باید فوراً به بیمارستان منتقل شود.

شکل ۲۹.۳ chironex - چتر ستاره دریایی

پادزهرِ ضد سَمِ ستاره دریایی[۱]، سم موجود در بدن قربانی را از بین میبرد. این پادزهر توسط سرم آزمایشگاهی کشورهای مشترک‌المنافع (CSL استرالیا) تولید شده است و باید در موارد شدید از آن استفاده شود، جایی‌که محل زخم به طور قابل توجهی قربانی را تهدید میکند. این پادزهر ممکن است خیلی تأثیر نداشته باشد.

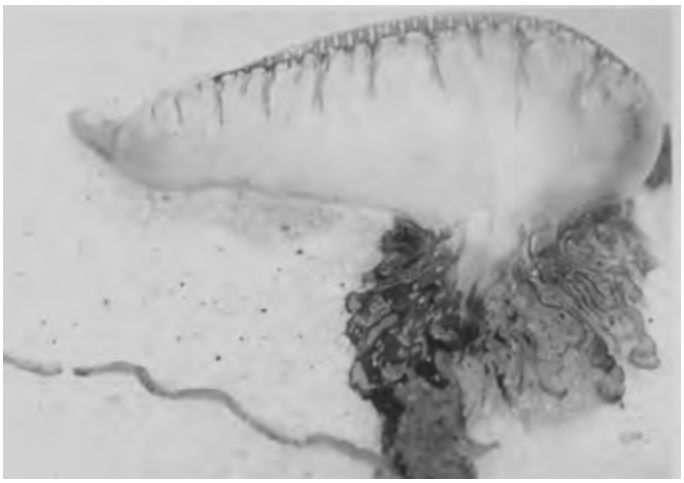
پیشگیری Prevention

با پوشیدن ماسک صورت، wet suit ، کلاه غواصی، لباس غواصی یا Dry suit مانع دسترسی بازوچه‌ها به پوست شوید. این گونه محافظت‌ها، خطرات ناشی از گزیدگی سایر ستارههای دریایی و جراحات ناشی از مرجانها را کاهش می‌دهد. حتی آماده‌سازی پوست واستفاده از دفع کننده های آب، مانند روغن‌ها و کرم‌های ضدآفتاب می‌تواند خطر گزیدگی ستاره دریایی را کاهش دهد.

۱- Chironex

گزیدگی سایر ستاره‌های دریایی OTHER JELLYFISH STINGS

چندین ستاره دریایی نیش‌زننده از قبیل Portugaese Man-of-war ، fire coral و stinging hydroids وجود دارند که نیش آنها باعث درد و رنج فراوان می‌شود و قربانی را ناتوان می‌سازد، هرچند که مهلک و کشنده نیستند. همان تکنیک و اقدامی که برای ستاره دریایی چتر مانند انجام شده است باید برای سایر گونه‌های ستاره دریایی صورت گیرد. با این حال به نظر میرسد که برنامه‌های موضعی مختلف برای گونه‌های مختلف نیز انجام شود. امدادرسانی را می‌توان با استفاده از بیحسی موضعی (به عنوان مثال پماد ضد خارش) در ناحیهٔ نیش انجام داد. روشهای دیگر اثرات مختلفی دارند که عبارتند از: "stingose"، "stop-itch"، اسپری تانیک اسید و غیره. استعمال هرگونه پماد ضدسوختگی و از جمله بسته‌های یخ می‌تواند درد را تسکین دهد. در سالهای اخیر استفاده از گرما (حدود ۴۵ درجه سانتیگراد) نیز مورد حمایت قرار گرفته است.



جانور مرجانی (Man-of-war ، Blue Bottle)

گزش Hydroid

سندروم ایروکانجی IRUKANDJI SYNDROME

این اختلال اولین بار با نیش ستاره دریایی کوچک[۱] شناخته شد و عواقب بزرگتری را به همراه داشته است. عوارض آن احتمالاً، شبیه عوارض نیشِ سایر ستاره های دریایی است. بسیاری از عوارض گزیدگی باعث بیماری شدید قلبی می‌شود و با درد شکمی حاد و بیماریهای قلبی ریوی اشتباه گرفته می‌شود زیرا علائم مختلفی دارد. شخص قربانی ممکن است از وجود زخم مطلع باشد یا نه؟. درصورتیکه از وجود زخم مطلع نباشد، در جای نیش یک زخمِ قرمزرنگی مشاهده می‌شود. بعد از یک دورهٔ نهفته بین چند دقیقه و دو ساعت، انقباض شدید ماهیچه‌ای دردناک ایجاد می‌شود (شکم، ستون فقرات، اندامها، قفسه سینه). غواص دچار اضطراب و بیقراری می‌شود، بدن او عرق کرده و ناهنجاری‌های دستگاه گوارشی- روده‌ای و تنفسی دیده می‌شود. سرعت ضربان افزایش یافته و فشار خون بالا گزارش می‌شود. خطر بیماری قلبی و تورم ریوی در او وجود دارد.

از آنجاییکه دوره کمون مربوط به نیش زخم ممکن است تشخیص داده نشود، این امر منجربه تشخیص سایر بیماریها از جمله بیماری کاهش فشار می‌شود. اگر تشخیص به موقع باشد، اولین درمان بکار بردن فراوان سرکه یا استفاده از باند فشار + (تثبیت)[۲] است.

تحقیقات و روشهای درمانی موفقیت‌آمیزی موجود هستند، اما باز هم مرگ‌ومیر گزارش شده است. با پوشیدن لباس محافظ می‌توان از صدمه جلوگیری کرد.

۱- Carukia barnesi

۲- immobilization

Carukia barnesi

این حیوانات اخیراً به ایجاد سندروم Irukandji متهم شدهاند.
کاسه آنها یک سانتیمتر طول دارد اما شاخک حساس آن که همیشه به راحتی دیده نمیشود تا حدود یک متر طول دارد.

صدف مخروطی شکل سمی **VENOMOUS CONE SHELLS**

تعداد کمی از گونه‌های خانواده صدف حلزونی مخروطی قادراند تا سمی کشنده را تولید سازند. این سَم با پرتابِ تند و ظریف از زائده لوله تزریق می‌شود و حیوان می‌تواند این کار را مستقیماً با هر قسمتی از صدف‌هایش انجام دهد. این دستگاه به طور معمول توسط حیوان استفاده می‌شود تا قربانی خود را شکار کند (معمولاً ماهی کوچک) اما آن را بعنوان سلاح در برابر انسان به‌کار می‌برند، انسان‌هایی که به قدر کافی بی‌دقت می‌باشند.

شکل ۲۹.۷ مجموعه‌ای از پوسته های مخروطی سمی

دانش تخصصی لازم است تا بتوان سَمِ بیضرر پوسته‌های مخروطی را تشخیص داد و به غواصان توصیه می‌شود تا از دست زدن به کل پوسته صدف خوداری کنند.

ویژگیهای بالینی Clinical Features

اولین زخم ممکن است دردناک یا بدون درد باشد. نیش می‌تواند به پارچه و پوست رخنه کند. به صدفها نباید دست زد و یا در جیب گذاشت. سم بر عضلات قلبی، تنفسی و اسکلتی تأثیر می‌گذارد. اسپاسم‌های عضلانی ایجاد می‌شود و معمولاً مرگ ناشی از انسداد دستگاه تنفسی است.

درمان Treatment

استفاده از پانسمان فشاری و immobilisation بی حرکت نگه داشتن باید پیشرفت سَمِ زخم را به تأخیر اندازد اگرچه هیچ مورد بالینی برای تأیید آن گزارش نشده است. اقدامات A-B-C احیا انجام دهید تا وقتی‌که بیمار زنده بماند و فلج دستگاه تنفسی از بین برود. این اقدامات تا چند ساعت پس از تنفس مصنوعی انجام شود.

اختاپوس آبی حلقه‌دار (هشت‌پا) BLUE RINGED OCTOPUS

این حیوان کوچکِ جذاب، در امتداد شکاف صخره لبه آب واقع در اقیانوس آرام و هند و نیز آب عمیق‌تر مشاهده شده است. اگر این هشت‌پا تحریک شود، آرایه‌های رنگارنگ حلقه‌های آبی یا بنفش بر روی پوستش ایجاد می‌شود. این رنگها ممکن است حس کنجکاوی بالقوه‌ای را در قربانی به ویژه در کودکان ایجاد سازد. متأسفانه این حیوان میتواند ضربهٔ کوچک و نسبتاً بیدردی را وارد سازد، گاز و تزریق سم از طریق یک منقار در پایه بازوچه‌هایش صورت میگیرد. نیش و زخم ممکن است توسط قربانی احساس نشود تا زمانیکه اثرات عمدهٔ سَم بر روی بدن قربانی پدیدار شود. تزریق سم می‌تواند فلج عضلانی را در عرض چند دقیقه ایجاد سازد که این امر به ایست تنفسی قربانی منجر می‌شود. معمولاً قربانی کاملاً آگاه است اما به خاطر فلج شدن نمی‌تواند با اطرافیان ارتباط برقرار کند. مرگ به علت نارسایی تنفسی صورت میگیرد مگر اینکه درمان انجام شود.

هشت‌پای آبی حلقه دار.

به این حیوان کوچک خطرناک نباید دست زد.

درمان Treatment

تنفس مصنوعی باید تا زمان بهبود ادامه یابد (۱۲-۴ ساعت). به دلیل فلج عضلات تنفسی، تنفس مصنوعی باید اعمال شود. یک پانسمان فشار و بی حرکت سازی immobilisation باید بکار برده شود تا از انتشار سم جلوگیری شود و اقدامات کامل احیا باید انجام گیرد.

گزارش موردی

یک غواص، هشت‌پای کوچکی با حلقه‌های رنگین کمانی جذاب آبی پیدا کرد- که در صدف پنهان شده بود. او آن را زیر جلیقه نجات خود قرار داد و هدفش این بود که آن را بعداً به همکارانش نشان دهد. بعد از غواصی او از دوبینی و مشکلات تنفسی شکایت کرد. هنگامیکه او اختاپوس (هشت‌پا) را به دوستانش نشان داد، آنها به درستی مشکل قربانی را تشخیص داده و به او تنفس دهان به دهان دادند تا به بیمارستان رسانده شود.

مار دریایی SEA SNAKE

نیش مار دریایی در آبهای اقیانوس آرام و هند امری شایع نیست. در نواحی خاص، مارهای دریایی به غواصان زیر آب نزدیک خواهند شد. این پیشروی ها ممکن است با کنجکاوی همراه باشد، درنتیجه بسیار نادر است که مارهای دریایی بدون تحریک غواصان نیش بزنند. اگر غواصان مارها را بگیرند، آنها مقابله به مثل میکنند. سمِ مارهای دریا، قوی‌تر از سم مار کبری است. هنگامیکه گزش رخ دهد، وجود نیش مختصر مار در پشت دهان مانع از این می‌شود که بسیاری از مارهای دریایی با روش مؤثر این سم را به بدن انسان وارد سازند. با وجود این گزش، زهر اغلب تزریق نمیشود.

حجیم شدن شکم مار دریایی زرد (Platurus pelamis)

ویژگی‌های بالینی Clinical Features

اگر مارهای سمی به غواص نیش بزنند، علائم ممکن است در عرض چند دقیقه تا چند ساعت پس از گزش ظاهر شود. ضعف عضلات به فلج منجر می‌شود از جمله فلج عضلات تنفسی و (خفگی)[۱] و در نهایت نارسایی قلبی

۱- asphyxia

ممکن است به دنبال نیش ایجاد شود. گاهی اوقات نیش خود مار دریا منجربه پارگی شدید و از دست رفتن خون (خونریزی) می‌شود.

درمان Treatment

باند فشار + روش بی حرکت سازی immobilisation علائم را به تأخیر میاندازد تا وقتیکه کمکهای پزشکی صورت گیرد و امکانات احیا و پادزهر فراهم شود.
اقدامات کمکهای اولیه A-B-C باید تا حد امکان انجام شود (فصل ۴۲ را مشاهده کنید). تنفس دهان به دهان شرط لازم است. قربانی باید در اسرع وقت به بیمارستان برده شود. موارد جدی باید با پادزهر مار دریایی معالجه شود.

سنگ ماهی STONEFISH

این نوع ماهی، سمی‌ترین ماهی شناخته شده است. آن به خوبی پنهان می‌شود و ممکن است تا هنگام ظاهر شدن حرکت نکند، به این دلیل است که به آن سنگ ماهی گویند. این ماهی قادر است تا با استفاده از ۱۳ مُهره سمی در پشتش، گزیدگی شدیدی را تحمیل سازد. خارها قادراند تا به ته لاستیکی باله ها یا چکمه‌های لاستیکی نفوذ کنند. در پایهٔ هر یک از تیغه ها، کیسهٔ زهر نهفته است که زهر را به زخم قربانی وارد می‌سازد.

ویژگیهای بالینی Clinical Features

سم زهر، به درد و رنج شدید ناحیهٔ سوراخ شده منجر می‌شود. تورم و فلج موضعی به سرعت ایجاد می‌شود. سم به اختلالات تنفسی، اختلالات قلبی و بیهوشی و غش (سنکوپ) منجر می‌شود که با کاهش فشار خون همراه است. در اینجا مرگ به جز در کودکان و افراد ضعیف مشاهده نمیشود و امری شایع نیست.

درمان Treatment

فرو بردن ناحیهٔ زخم در آب گرم ۴۵ درجه سانتیگراد (برای اولین بار توسط سرپرست مورد آزمایش قرار گیرد تا اطمینان حاصل شود که آب زخم را نمی‌سوزاند) اغلب درد را به طور قابل ملاحظه‌ای تسکین می‌دهد و باید در اسرع وقت کمک‌های اولیه انجام شود. بالا بردن ناحیهٔ زخم ممکن است تورم را کاهش دهد. درد شدید ناحیه زخم با تزریق بیحسی موضعی در نواحی نیش (نظیر آدرنالین که خونریزی را قطع می‌کند) کاهش میابد. معالجه باید

چندین بار در زمانهای مختلف، قبل از توقف درد صورت گیرد چون اثرات موضعی تزریق ممکن است از بین برود. یک پزشک ترجیح می‌دهد که منبع عصب را در ناحیهٔ بیحسی موضعی متناوباً Blocked ببندد. پاک‌کننده زخم و درمان ضدباکتری لازم است. درصورت لزوم (اقدامات پشتیبانی A-B-C لازم است، فصل ۴۲ را مشاهده کنید) اقدامات احیا باید صورت گیرد. پادزهر آزمایشگاهی CSL استرالیا در حال حاضر موجود است و ممکن است در موارد بسیار شدید از آن استفاده شود.

سایر عقرب ماهیها OTHER SCORPION FISH

اعضای دیگری از خانواده عقرب ماهی مانند fortescue ، (شیرماهی)[۱] (یا کیسه پروانه) و bullrout، نیش دردناکی شبیه به نیش سنگ ماهی دارند. اگرچه اثرات موضعی و عمومی هر دو معمولاً شدید نیست. اثر نیش گربه ماهی نظیر نیش ماهیهای ذکر شده است.

Butterfly Cod

Fortescue

۱- lionfish

با فروبردن ناحیهٔ نیش در آب گرمِ حدود ۴۵ درجه سانتیگراد درد تسکین مییابد (قبلاً با فروبردن اندام سالم در آب آزمایش شده است) همانگونه که راجع به نیشِ سنگ ماهی (در بالا) ذکر شد، تسکین دائمی درد، دوباره با تزریقِ بیحسی موضعی در محل نیش ایجاد می‌شود (بدون آدرنالین).
ممکن است پاک کننده زخم و درمان با مواد ضد میکروبی مورد نیاز باشد.

نوعی ماهی پهن برق دار (الکتریسته ساکن) **STINGRAY**

این نوع از ماهیهای پهن منسوب به کوسه ماهی، یک یا چند برآمدگی استخوانی طولانی دارند که در قاعدهٔ دم قرار دارد و از آن برای دفاع از خود استفاده میکنند. در جاییکه غواصان سهواً می‌ایستند، این حیوانات اغلب خود را درون شن و ماسه مخفی میکنند یا بدون تردید با حضور غواص نیز مضطرب می‌شوند. Stingray با حرکت سریع دُمِ بالای بدنش، از خود دفاع میکند و حرکت ستون فقراتش به سمت هر چیزی است که در بالای بدن او قرار دارد. ستون فقرات یک سوراخی را ایجاد کرده و سم را خارج میسازد. لبه دندانه‌دار آن میتواند باعث پارگی جدی شود و یا حتی کشنده باشد. بخش‌هایی از ستون فقرات، موجودات دریایی و گل و لجن سَمی ممکن است در زخم وارد شود و باعث عفونت و التهاب موضعی شود.

ویژگیهای بالینی **Clinical Features**

شیوهای معمول که در آن، Stingray به غواص صدمه میزند دردِ ناحیهٔ زخم با سَم، فوراً ایجاد می‌شود و بسیار شدید است. تورم سریع رخ می‌دهد. سم جذب شده در داخل بدن، علائم عمومی زیر را ایجاد میسازد از جمله: سنکوب (غش کردن)، ضعف، طپش قلب، افت فشار خون و اختلالات ریتمی قلب.
مرگ به ندرت اتفاق میافتد به جز مواردی که در آن، اندام حیاتی مثل قلب توسط ستون فقرات سوراخ شده باشد. با وجود بهبود اولیه، ویژگیهای بالینی شخص ممکن است در عرض چند روز تغییر کند و شخص بدتر شود درصورتیکه مواد خارجی یا ارگانیسمها در زخم باقی بماند یا بافت آسیب دیده نکروز necrotic شود. به همین دلیل، تمام موارد بالا باید برای ارزیابی پزشکی مورد توجه قرار گیرد.

درمان Treatment

درمان با غوطه‌وری در آب گرم و استفاده از تزریق داروی بی حسی موضعی صورت میگیرد و همانگونه که برای صدمات سنگ ماهی ذکر شد بسیار مفید میباشد. زخم باید تمیز شود تا هرگونه جسم خارجی یا زهر را خارج سازد. اشعه x ، سونوگرافی، CT scan یا MRI ممکن است زهر موجود در بدن را نشان دهد که باید با عمل جراحی برداشته شود. کرم موضعی آنتی‌بیوتیک، و اغلب آنتی‌بیوتیک‌های خوراکی (مانند داکسی سایکلین) مورد نیاز میباشند.

پیشگیری Prevention

غواصان نباید در ناحیه‌ای که محل رفت و آمد Stingrays است، پاهای خود را به زمین بکشند و در آب راه بروند. کفش (footwear) برای محافظت از پا یا پایین ساق پا در برابر صدمات مناسب نمی‌باشد. غواصی در آبهای کم‌عمقی که این حیوانات ساکن می‌باشند می‌تواند خطرناک باشد. غواصان باید بالاتر از کف دریا شنا کنند.

سایر حیوانات دریایی OTHER MARINE ANIMALS

بسیاری از حیوانات دریایی دیگر ممکن است صدمات بزرگ یا کوچکی را به غواصان وارد سازند که در این صورت به کمکهای اولیه نیاز است. این حیوانات همراه با توضیحات مفصل‌تر راجع به حیوانات کشنده و خوردن حیوانات سمی، در متن به طور کامل توسط دکتر کارل ادموندز (موجودات کشنده دریایی) شرح داده شده است.

بانداژ فشار+ تکنیک Immobilisation (تثبیت)

این روش برای به تأخیر انداختن جذب سم از طریق زخم استفاده می‌شود. پانسمان (ترجیحاً وسیع) در قسمت بالای ناحیهٔ گزش استفاده می‌شود و سپس در اطراف اندام (و تا بالای عضو گسترش یابد) پیچیده می‌شود و باید به قدر کافی محکم بسته شود تا جلو ترشحات زخمِ رگها[۱] را بگیرد.

این فشاری که روی آن اعمال می‌شود تقریباً شبیهِ همان فشاری است که هنگام رگ‌به‌رگ شدن مُچ پا صورت میگیرد. باید دقت شود که پانسمان آنقدر تنگ بسته نشود که این وضعیت باعث درد و قطع عضو شود. به این خاطر است که این تکنیک در مواقع دردناک، تورم ناشی از گزش قابل اجرا نیست که در این حالت، اختلال در گردش خون عضو ایجاد می‌شود. پس از آن اندام باید با آتِل بیحرکت شود تا از هرگونه حرکت ماهیچه موضعی جلوگیری شود (زیرا حرکت باعث توزیع سریع سَم در بدن می‌شود حتی اگر بانداژ انجام شود) فشار بانداژ به اضافهٔ تثبیت اندام باید ادامه یابد تا زمانیکه پرسنل پزشکی از راه برسند و با امکاناتِ قابل دسترس، اثرات سم را از بین ببرند. سم هنگامی پخش می‌شود که بانداژ آزاد شده و سم به سمت جریان خون حرکت کند. پزشکان ممکن است پادزهر را به خوبی وارد بدن سازند (درصورت موجود بودن)، البته قبل از اینکه بانداژ حرکت کند. این تکنیک به ویژه درصورت نیش مار دریایی، اختاپوس حلقه‌دار آبی و گزش پوسته مخروطی صدفها قابل اجرا میباشد. اگر گزش در نیم‌تنه صورت گیرد، با پَد و پانسمان می‌توان فشار را ایجاد کرد البته از تکنیک‌های مختلف نیز می‌توان استفاده کرد.

۱- (Lymphatic)

فصل سی

کاهش شنوایی

Hearing Loss

اگر ساختار و عملکرد گوش را بشناسیم، همانگونه که در راجع به آن شرح داده ایم، مطالب این فصل را راحت‌تر درک میکنیم. تمام موارد مربوط به کاهش شنوایی باید توسط پزشک غواصی مورد ارزیابی قرار گیرد. غواصان غالباً از احساسِ کاهش شنوایی خود شکایت می‌کنند و تا زمانی‌که مورد آزمایش قرار نگیرند، این مطلب مورد تأیید قرار نمی‌گیرد (ادیومتری صدا). در حال حاضر، این احتمال وجود دارد که تست شنوایی موجود مانند تغیر گفتار، به اندازه کافی برای تشخیص شنوایی کافی نباشد مثل تغییرات ظریف در حسِ شنوایی.

علل کاهش شنوایی و اثبات آن به دو دسته تقسیم می‌شود:

* کاهش شنوایی حسی رسانا- که در اینجا برخی موانع مربوط به انتقال ارتعاشات صدا (معمولاً در گوش خارجی و میانی وجود دارد) در مسیر اُرگان شنوایی وجود دارد.
* از دست دادن شنوایی سنسوری (عصب)- که در اینجا ارتعاشات صدا به اندام شنوایی (حلزون در گوش داخلی) میرسد اما صدا به دلیل آسیب حلزون یا عصب آن، به گوش نمی‌رسد.

کاهش شنوایی رسانا CONDUCTIVE HEARING LOSS

در این نوع، علت کاهش شنوایی احتمالا به دلیل از دست دادن شنوایی رسانایی در گوش خارجی یا داخلی میشود.

انسداد گوش خارجی External Ear Obstruction

هرگونه انسداد در گوش بیرونی مانند تجمع موم، Plugs یا کلاه غواصی Hoods ، باعث عفونت گوش خارجی می‌شود یا exostoses میتواند باعث این مشکل شود.

آسیب پرده صماخ Damage Tympanic Membrane

این غشای میتواند با موارد زیر پاره شود:

* کشش بیش از حد **Excessive stretching** (باروترومای گوش میانی)

موج شوکِ **shock wave** عبورکننده از کانال گوش، مانند انفجار در زیر آب **underwater explosion** موج فشار ناشی از باله که از نزدیک گوش غواصان عبور میکند.**pressure wave from a fin**

* **تمرین مانور valsalva** خیلی قوی که به پارگی پرده صماخ منجر می‌شود.

شکل ۳۰.۱

تاریخچه موردی

غواصی که نزدیک به دوستان خود شنا میکرد به طور ناگهانی در گوش چپش احساس درد کرد درنتیجه، دوستانش او را کج کردند تا آب از گوشهای او خارج شود. غواص دچار سرگیجه شد اما به زودی این قضیه حل و فصل شد. او به سطح آب آمد و متوجه مقدار کمی خون شد که از گوشهایش خارج می‌شود.

تشخیص:

پارگی پرده گوش با موج فشار باله ایجاد می‌شود. سرگیجه به علت ورود آب سرد به گوش میانی و به خاطر پارگی پرده گوش ایجاد می‌شود. خون با انبساط گاز در گوش میانی، در حین صعود خارج می‌شود.

غواصی که سیگار میکشید و از پارگی پرده گوش ناشی از باروترومای سینوس رنج میبرد، یک کلاه حرفه‌ای قدیمی و سختی داشت که مورد تقاضای بسیاری از گروهها بود زیرا او این توانایی را داشت که دود سیگار را از گوشهایش خارج سازد. او ادعا کرد که در بخش دوم کار خود دیگر نیازی به (همسان‌سازی)[۱] گوش خود ندارد.

۱- equalize

تشخیص A : پارگی مزمنِ طبل گوش. استعداد غیرعادی او موجب شد تا او دود سیگار را از راه گلو به گوشهایش وارد کرد که این‌کار از طریق لوله استاش انجام میشد، پس از آن او از سیگار کشیدن دست کشید و مانور Valsalva را اجرا کرد. به خاطر سوراخ‌های دائمی که در طبل گوشهایش ایجاد شد، بعدها در کارش equalizing خودبه‌خود به وجود آمد. متأسفانه او اغلب در جمع دوستانش، موضوعات را اشتباهی میشنید و آدرسها را غلط میداد.
تشخیص B : ضعف شنوایی به دلیل باروتروما‌ی تکراری (عودکننده) و ایجاد شوراخ مزمن پرده صماخ رخ می‌دهد.

اختلالات گوش میانی Middle Ear Disorders

اختلالات گوش میانی، انتقال ارتعاشات صدا از پرده صماغ گوش[1] را مختل می‌سازد که این انتقال از طریق زنجیرهٔ استخوانی به حلزون گوش صورت می‌گیرد. علل آن عبارت‌اند از:

* باروتروما، باروتروماS گوش میانی، که کبودی و تورم بافتهای گوش میانی را ایجاد میکند و باعث خونریزی در فضای گوش میانی می‌شود. هر دو عامل باعث تعدیل انتقال صداست.
* عفونت گوش میانی (otitis media) که باعث تورم و التهاب می‌شود. این عفونت فضای گوش میانی را با چرک و عفونت پُر میکند، که باعث اختلالِ انتقال صدا می‌شود.

کاهش شنوایی مربوط به عوامل عصبی حسی SENSORINEURAL HEARING LOSS

کاهش شنوایی اغلب با وزوز گوش (صدای زنگ در گوش) و گاهی اوقات با سردرگُمی همراه است. در بیشتر اوقات وزوز گوش باعث از دست دادن شنوایی می‌شود. اگر این مشکل در اوایل رُخ دهد، احتمال بهبود شنوایی و درمانِ آن افزایش می‌یابد.

ناشنوایی ناشی از صدا Noise Induced Deafness

قرار گرفتن در معرض مکرر سروصدا ممکن است باعث از دست دادنِ شنوایی شود، که معمولاً برای اولین بار فرکانس بالای شنوایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این بیماری ممکن است توسط علاقه‌مندان به موسیقی مورد توجه قرار گیرد زیرا آنها به دلیل فقدانِ شنوایی، شکایت می‌کنند. گاهی اوقات، بسیاری از افراد در سالهای متمادی متوجه این امر نمیشوند. گاهی قرار گرفتن در معرض سروصدا فوراً میتواند باعث از دست رفتن شنوایی شود.

۱- (ear drum)

کاهش شنوایی ناشی از سروصدا ممکن است در مراحل اولیه گذرا باشد اما تکرار آن منجربه ناشنوایی دائمی می‌شود که با قرار گرفتن در معرض سروصدا، این مشکل بدتر می‌شود. سروصدای صنعتی معمولاً به طور متقارن گوش را تحت تأثیر قرار می‌دهد اما سایر صداها مانند صدای تیراندازی معمولاً تنها یک گوش را تحت تأثیر قرار می‌دهد (در معرض سروصدا قرار گرفتن یا انفجار).

محیط غواصی اغلب، محیط پر سروصدایی است. اتاقهای Recompression ، کمپرسورها، موتورهای قایق، کلاه‌های ایمنی و نشت هوای فشرده اغلب با صدای بلند کار می‌کنند و به اندازه کافی تهدیدی برای شنوایی افرادی است که در مجاورت آن کار می‌کنند. غواصان هنگامیکه در مجاورت سروصدای صنعتی قرار می‌گیرند، برای کاهش یا فقدان شنوایی خود، لازم است تا از گوشهایشان حفاظت کنند (اما نه در هنگام غواصی).

شکل ۳۰.۲

بعلاوه فرکانس بالا کاهش شنوایی شنیدن همخوانهایی مثل "S" یا "CH"

باروتروما **Barotrauma**

باروتروماى گوش داخلی یا فیستول پنجره گرد مربوطه به ناشنوایی موقتی یا دائمی میشود.

بیماری تقلیل فشار(DCS) **Decompression Sickness**

آسیب گوش داخلی، عارضهٔ نادر بیماری کاهش فشار است که در هنگام تنفس غواص ایجاد می‌شود. این بیماری هنگامی شایع است که غواص هلیم عمیق یا گاز مخلوط شده را تنفس کند.

نمای کلیِ از دست دادن شنوایی **OVERVIEW OF HEARING LOSS**

* همه غواصان آینده‌نگر باید گوش خود را مورد بررسی قرار داده و مشکلات گوش خود را برطرف سازند.
* همه غواصان باید ادیومتری را انجام دهند تا پزشک متخصص بتواند فقدان شنوایی را تشخیص دهد و در آینده ارزیابی مشکلاتِ شنوایی بسیار ساده‌تر است و درمان سریع‌تر انجام شود (که متداول نیست) حتی این کار باید برای غواصانی انجام شود که دچار فقدان شنوایی می‌باشند.
* هر موردی از فقدان شنوایی باید در اسرع وقت و تا حد امکان توسط پزشک غواصی مورد ارزیابی قرار گیرد.

دکتر تاریخچه این شرایط را از غواص به‌دست می‌آورد، گوشهای او را مورد ارزیابی قرار می‌دهد و حداقل شنوایی او را با ادیومتری تون خالص بررسی میکند و احتمالاً مطالعات تخصصی بیشتری را انجام می‌دهد مثل هدایت استخوان، لکنت زبان، ادیومتری imperdance ، تمپانوگرام غواصی، الکترونیستاگموگرافی electro_nystagmo-gramas ، و ساقه مغز و پاسخ برانگیخته شنیداری. معمولاً این علت به نسبت واضح است و مدیریت شرایط خاص در فصلهای دیگر پوشش داده شده است.

* غواصان با از دست دادنِ شنوایی موجود باید بدانند که هرگونه ناشنوایی ناشی از باروتروما باعث ناشنوایی بیشتر آنها می‌شود. بعلاوه، این باور وجود دارد که افرادی که دچار اختلال شنوایی هستند نسبت به سایرین، در معرض آسیب بیشتر میباشند. غواصانی که از کاهش شنوایی خود آگاه میباشند باید این پیامدها را با پزشک غواصی در میان بگذارند.

* پیامدهای حرفه‌ای مطرح شده است. کسانیکه به شنوایی بسیار عالی نیاز دارند مانند موسیقی‌دانان، متخصصین قلب، اپراتورهای سونوگرافی و خلبانان نیروی هوایی باید در نظر بگیرند که آیا خطر کوچک اما واقعی ناشی از آسیب شنوایی مربوط به غواصیآیا ارزشش را دارد که غواصی کنند یا نه؟

* افت شنوایی گاهی اوقات با اختلالات تعادل مرتبط است که ممکن است با غواصی تشدید شود وغواص موظف است ایمنی را رعایت کند.

فصل سی ویک

سردرگمی

Disorientation

گیجی غواصی Diving Disorientation

جهت‌یابی دقیق زیر آب برای غواص امری بسیار حیاتی است به طوریکه او می‌تواند راه خود را به سطح پیدا کند. در روی زمین غواص از ترکیب عواملی مثل بینایی، احساس گرانش در بدنش و اندام‌های تعادلی (سیستم وستیبولار) استفاده میکند.

هنگام غواصی در زیر آب، غواص عملاً بی‌وزن می‌شود و از احساس گرانش محروم است و این امر باعث می‌شود که او به بینایی متکی شود و اندامهای تعادلی او برای جهت‌گیری فضایی آماده شود. با دید ضعیف، حتی نشانه‌های بصری از بین میرود و غواص تقریباً به خودش متکی است و از اندامهای تعادلی برای این جهت‌گیری استفاده می‌کند. لازم است تا پزشک غواصی این گم‌گشتگی را مورد بررسی و تحقیق قرار دهد. غواص باتجربه میتواند سرنخ‌هایی را در مورد وضعیت بدن خود به پزشک غواص بدهد.

- اشیای سنگین مانند کمربند وزنی یا سایر وسایل فلزی آویزان
- در جهت حبابهایش پیش‌رود
- مسیرِ خط‌مشی خود یا hookah hose

یک غواص بی‌تجربه و هراسناک، قادر به استفاده از این اطلاعات دقیق نمی‌باشد. اگر غواص سردرگُم شود، احتمالاً دچار اضطراب می‌شود. هراس بیجهت و ناگهانی ایجاد می‌شود.

سرگیجه VERTIGO or "DISSINESS

سرگیجه، احساس چرخش یا حرکت غیر واقعی است. یک غواص ممکن است احساس چرخش را در خود یا محیط اطراف خود حس کند. این حالت هنگامی رخ می‌دهد که اندام تعادلی (سیستم دهلیزی) در زیر آب مُختل می‌شود. تحت شرایط خاص میتوان مغز را با اطلاعات گمراه کننده هدایت کرد.

احساس سرگیجه به اندازه کافی بد است، اما اغلب با تهوع و استفراغ همراه است و میتواند زندگی غواص را تهدید سازد. این علائم ممکن است از علائم خفیف تا علائم بسیار شدید تغییر یابد. هنگام استفراغ، تنفس از طریق شیر تقاضا به آسانی زیر آب انجام نمیشود.

عملکرد سیستم دهلیزی - وستیبولار Function of the Vestibular System

سیستم تعادلی یا دهلیزی با دو ساختار مهری (سنگ مرمری) مقایسه شده است که در بالای جمجمه و پشت فضای گوش میانیِ دو طرف سر قرار گرفته است. هر دستگاه دهلیزی دو قسمت دارد. این اختلالات باعث سرگیجه و سردرگمی می‌شود. آنها عبارت‌اند از :

سیستم سه لوله ارتباط دهنده داخلی (کانالهای نیم‌دایره‌ای)

A system of three interconnecting tubes (semi-circular canals).

آنها در زاویه سمت راست به یکدیگر متصل شده و با مایع پُر می‌شوند. آنها حرکت را در سه کانال تشخیص میدهند. اگر بدن بچرخد، مایع در این سه کانال جمع می‌شود و در پشت سر باقی میماند و این حالت به خاطر بیحالی است. حرکت دیفرانسیلی بدن و مایع با پایانه‌های عصبی- مویی تشخیص داده می‌شود مانند فرکانس مایع (سلولهای مویی) در قاعدهٔ هر کانال.

کانالهای نیم دایره‌ای، نزدیک کانال گوش قرار دارند. ورود آب سرد به کانال گوش می‌تواند آنها را تا حدی سرد سازد و جریانات انتقالی را در مایع ایجاد کند. اگر این کانال با محرک از سمت دیگر تنظیم نشده باشد، جنبش سیال با سلولهای مویی باعث ایجاد سرگیجه می شود. این حالت سرگیجه کالریک Caloric نامیده می‌شود.

ارگان اوتولیت The Otolith organ

تودهٔ آهکی در گوش داخلی مهره‌داران یا کیست گوش بی مهرگان

این ساختار پُر از مایع، پایه چسبناکی دارد و حاوی گرانولهای کلسیم است. طرح مویی مانندِ سلولهای عصبی، باعث نفوذ ژل به اندام می‌شود و هرگونه حرکتی از گرانولها را شناسایی میکند. به خاطر وزنشان، گرانولها تمایل دارند تا

در پاسخ به جاذبه و گرانش حرکت کنند. سلولهای مویی این گرانول‌ها را تشخیص داده و دائماً مغز را در خصوص راهِ درست و جهتِ صحیح مطلع میسازند.
تغییرات فشار باعث باروتروما barotrauma می‌شود که علت از سرگیجه است و این احتمال وجود دارد که این حالت به خاطر تحریک otolith ها یا کانال‌های نیم‌دایره‌ای باشد و بیشتر در حالت عمودی ایجاد می‌شود.

شکل ۳۱.۲

علل سرگیجه **CAUSES OF VERTIGO**

مشکلات ناشی از عملکرد معیوب سیستم دهلیزی به دو دسته تقسیم می‌شوند:

* تحریک نابرابر سیستم دهلیزی و
* پاسخ نابرابر سیستم دهلیزی

تحریک نابرابر سیستم دهلیزی **Unequal Vestibular Stimulation**

اگر هر دو سیستم دهلیزی به طور برابر، حساس گردند اما به طور نابرابر تحریک شوند بنابراین سرگیجه ممکن است به دلیل پاسخهای نابرابر ایجاد شود، پاسخهای نامتعادلی که به مغز میرسد. هرگونه غواصی باعث ورود آب سرد به گوش خارجی می‌شود که بیش از سایر موارد باعث تحریک نابرابری Caloric می‌شود. مومِ مسدودکنندهٔ یک گوش، حباب هوا، otitis خارجی، exostosis ، توپیهای گوش یا پارگی صماخ گوش همگی این اثر (سرگیجه) را دارند.
باروترومای Barotrauma گوش میانی یا داخلی یک طرف گوش یا بیماری decompression سمت دیگر گوش را تحت تأثیر قرار میدهند که در اینصورت تحریک نابرابرِ سیستم دهلیزی به سرگیجه منجر می‌شود.
نقص گوشها در همسانسازی فشار به همان میزان میتواند سیستم دهلیزی را به طور ناهمسان تحریک کند. این امر در صعود غیرعادی نیست، به طوریکه فشار زیاد گاز در فضای گوش میانی میتواند نسبت به سمت دیگر بیشتر شود و این امر به دلیل تفاوت در گستردگی لوله استاش و باز بودن آن است. در اصطلاح به آن یا barotrauma

گوش میانی حاصل از صعود گویند. این حالت امری رایج است و چنانچه غواص به عمق یک متری یا بیشتر صعود کند این مشکل ایجاد می‌شود. حتی او ممکن است از حسِ باز بودن لوله استاش قبل از سایر مسائل یا گسترش هوا در گوش دیگر (گوش میانی) آگاه شود.

Caloric stimulation producing "convection" current flows in inner ear fluids.

تحریک حرارتی Caloric ناشی از جریانات موجود در مایعات گوش داخلی است.

گزارش موردی یک غواص هنگام آموزش غواصی در شب، با استفاده از دستگاه تنفسی hookam، ته دریا را گم کرد. او قادر بود تا حبابهای خود را ببیند و هیچ تصوری از مسیر برگشتی نداشت اما با حس جهتِ شلنگ هوا قادر بود تا مسیرِ رسیدن به سطح را تشخیص دهد.

تشخیص: گمگشتگی با توجه به عدم حس بینایی (کاهش دید) ناشی از غواصی در شب ایجاد می‌شود.

گزارش موردی یک غواص بی تجربه برای متعادلسازی گوش میانی خود حین نزول دچار مشکلاتی شد. علارغم این مشکل، او به نزول خود ادامه داد. ناگهان درد برطرف شد و او از وز وز صدا و احساسِ سرما در گوش هایش آگاه شد گواینکه طبل گوشش پاره شده است. بعد از چند ثانیه، احساس شدید سرگیجه در او ایجاد شد که با تهوع همراه بوده است. او به حدس و گمان خود عمل کرد و هنگامیکه سرگیجه به تدریج بعد از چند دقیقه برطرف شد.

تشخیص: سرگیجه به علت تحریک یک طرفه دهلیز (Caloric) است که از ورود آب سرد به گوش میانی ایجاد می‌شود هنگامیکه پرده گوش پاره شود. همانطور که آب در درجه حرارت بدن گرم می‌شود، سرما نیز بر روی سیستم دهلیزی اثر می‌گذارد.

پاسخ نامتعادل دهلیز(وستیبولار گوشی) Unequal Vestibular Response

دو سیستم دهلیزی معمولاً به طور مساوی بر هرگونه محرکی مثل حرکت حساس است. برخی از افراد ممکن است حساسیت نابرابر داشته باشند که این امر میتواند به دلیل عدم تعادل خفیف باشد که از بدو تولد وجود داشته است و یا به خاطر آسیب یک طرف گوش باشد نظیر باروتروما‌ی گوش یا برخی شرایط پزشکی. در این وضعیت همان محرک باعثِ پاسخ شدیدتر از یک طرف به سمت دیگر می‌شود، و این حالت موقعی تجربه می‌شود که شخص دچار سرگیجه شده است.

مردم با اجتناب از حرکات ناگهانی سر یا بدن، ناخودآگاه خود را با این مشکل وفق میدهند. آنها با تجربیات خود یاد

میگیرند که از ژیمناستیک و غلتیدن بدن بر روی سرازیری اجتناب کنند اما آنها از خطرات آگاه نیستند، خطراتی که معمولاً توسط محرکهای شدید اتفاق می‌افتد و در غواصی مطرح می‌شود.

ورود آب به کانال گوش بسیار قوی است و باعث سرگیجه در این افراد می‌شود. همانطور که در بالا ذکر شد، این آب میتواند مایع کانال نیم‌دایره‌ای را سرد کند و جریان انتقالی گرما را راه‌اندازی کند (تحریک Caloric). اگر سیستم‌های دهلیزی، در هر طرف به طور مساوی حساس نشوند، پاسخ قوی‌تر از یک طرف تولید می‌شود. مغز این اطلاعات را به صورت حرکت تفسیر خواهد کرد، و غواص سرگیجه را تجربه کرده و دچار سردرگمی می‌شود. در طول صعود یا نزول، تغییرات فشار برابر در گوش میانی نیز می‌تواند سرگیجه و سردرگمی را ایجاد سازد به خصوص افرادی‌که پاسخ نابرابر دهلیز را احساس می‌کنند.

علل دیگر سرگیجه Other Causes of Vertigo

اگر غواص از نشانه‌های طبیعی بصری در شرایط دید ضعیف و یا در شب باشد، این احتمال وجود دارد که گمراهی‌های حاصل شده سرگیجه را به اوج برساند، به ویژه اگر غواصان بی‌تجربه باشند.

حالت بیحسی و خواب‌آلودگی نیتروژن ممکن است سرگیجه را تشدید سازد. بعلاوه سرگیجه در شرایط دیگر هم مشاهده می‌شود و عموماً مختص غواصان تفریحی نمی‌باشد.

این علائم عبارتند از: مسمومیت اکسیژن، دی‌اکسیدکربن و سمیت مونواکسیدکربن و سندروم عصبی فشار بالا (HPNS)

پیشگیری PREVENTION

قبل از آموزش غواصی پزشک AMED با معاینات لازم مواردی از سرگیجه که قابل شناسایی و پیشگیری است را کشف کنند و اینکار اکیداً توصیه می شود زیرا سرگیجه زیر آب بسیار خطرناک است. در صورتی که غواصی دچار سرگیجه شود باید به غواص همراه خودBuddy Diver علامت دهد و به او تکیه کند و یا به یک جسم ثابت تکیه کند- اگر سرگیجه ادامه دار باشد باید غواص با احتیاط و با تسلط به خود و در موارد اضطراری از BC برای شناوری استفاده کند ولی آمار مرگ و میر بالاست.

هر غواصی که سرگیجه را در زیر آب تجربه کند و درنهایت زنده بماند باید غواصی را رها سازد و برای تحقیق، شناسایی و موارد صحیح قبل از غواصی مجدد، با پزشک غواصی مشورت کند.

گاهی اوقات غواص ممکن است بسیار دانا و از علل سرگیجه مطلع باشد و مشکلات را برطرف سازد به‌عنوان مثال، باروتروما‌ی گوش میانی حاصل از صعود.

نتیجه گیری CONCLUSIONS

درحالیکه سردرگمی در زیر آب میتواند ناخوشایند و خطرناک باشد، سرگیجه میتواند زندگی را به دلیل خطر ابتلا به استفراغ یا اضطراب به مخاطره اندازد.

شکل ۳۱.۴

فصل سی و دو

بیماریهای متفرقه

Miscellaneous Disorders

ادم ریوی PULMONARY OEDEMA

ورم ریوی غواصان scuba معمولاً به عنوان یک اختلال غیرعادی توصیف شده است که اغلب در افراد ظاهراً سالم نیز دیده می‌شود. در نظرسنجی از غواصان scuba ، حدود ۱٪ از افراد دچار این بیماری شدند. آمادگی فردی برای ابتلا به Oedema ریوی، احتمالاً یک فاکتور مستعد کننده میباشد.

ورم ریه به لحاظ بالینی با دشواری تنفس، تنفس سریع و کوتاه و احساس خس‌خس صدا در قفسه سینه همراه است. این بیماری ممکن است با خستگی، سرفه و احتمالاً رنگ مایل به آبی لب، زبان و صورت همراه باشد که همان سیانوز است.

علائم معمولاً پس از غوطه‌وری به سرعت برطرف می‌شود (بعد از چند ساعت)، اما مرگ‌ومیر گزارش شده است. درمان با استنشاق اکسیژن صورت می‌گیرد و ارزیابی پزشکی به منظور بررسی بیماری و حذف ویژگی‌های مستعدکننده مورد نیاز می‌باشد، مانند بیماریهای قلبیِ تشخیص داده نشده.

هنوز معلوم نیست که آیا این بیماری به دلیل خصوصیات فردی غواص، مشخصات غواصی، شرایط محیطی یا تجهیزات غواصی به وجود می آید یا خیر. این بیماری در غواصان مسن‌تر متداولتر است، احتمالاً با اثرات غوطه‌وری، تنفس در برابر مقاومت تنفسی حاصل از رگلاتور، قرار گرفتن در معرض سرما، فشار خون بالا، بیماریهای قلبی و یا استفاده از داروهای خاص (به ویژه مسدودکننده‌های بتا) تشدید می‌شود.

غواصان و موج‌سواران نیز می‌توانند دچار تورم ریه شوند، به همان دلایلی که غواصان scuba گاهی اوقات دچار آن می‌شوند، اما اغلب این بیماری در ورزشکاران جوان پرورش اندام دیده می‌شود، و به خاطر اعمال بیش از حد فشار و رژیم‌های آموزشی بسیار سخت این بیماری به آنها غلبه می‌کند.

سایر امراضی که میتوانند تورم ریه را ایجاد سازند و باعث سردرگمی در تشخیص شوند عبارت‌اند از: سندروم آسپیراسیون آب نمک، غرق‌شدگی، مسمومیت اکسیژن تنفسی، آلودگی گاز، کهیر سرد Cold urticavia و تنگی نفس (آسم).

بیماری کاهش فشار ریوی، باروتروموای ریوی و عمیق غواصی[1] جزء اختلالات غواصی می‌باشند که باعث سردرگمی تشخیصی می‌شوند. اضطراب نیز با فشار بالا ایجاد می‌شود و ممکن است باعث سردرگمی تشخیصی شود، اما هیچ‌یک از علائم تنفسی را به همراه ندارد.

لنزهای تماس CONTACT LENSES

لنزهای تماسی، جایگزین مناسب برای عینک می‌باشند اما میتوانند یک منبع مشکل‌ساز برای غواص باشند. شایعترین مشکلات، از دست دادن لنزهای گران‌قیمت هنگام برداشتن ماسک صورت است. درحالیکه ماسک در زیر آب یا در سطح آب برداشته می‌شود، چشم‌ها باید بسته باشند.

در شرایط خاص، به ویژه در حین غواصی‌های عمیق یا طولانی یا در اتاقک های Compression این احتمال وجود دارد که حباب‌های گاز در پشت فرم لنز جمع شوند (به خصوص با لنزهای سخت، لنزهای نفوذناپذیر گاز) و باعث فشار و صدمه به قرنیه چشم شوند. اگر این اتفاق رخ دهد غواص ممکن است ناراجتی چشمی، تاری دید، ظاهر شدن هاله در اطراف نورهای درخشان را تجربه کند. اثرات طولانی مدت میتواند باعث زخم شدن قرنیه شود. آسیب حباب گاز در لنزهای تماسی سخت می‌تواند توسط چشم‌پزشک برطرف شود که او یک سوراخ کوچکی را در مرکز لنز ایجاد میکند (لنزهای سوراخ دار)[2] و با این عمل اجازه می‌دهد تا حبابهای گاز آزاد شوند. لنزهای تماسی نرم معمولاً مشکل‌ساز نمیباشند زیرا قابلیت نفوذپذیری و انعطاف‌پذیری آنها زیاد است. در حال حاضر، آسان‌ترین راه این است که لنزهای اصلاح شده را به ماسک صورت غواص اتصال دهیم که به‌عنوان یک جایگزین برای لنزهای تماسی محسوب می‌شود.

گرفتگی عضلات MUSCULAR CRAMPS

گرفتگیِ عضلات، اسپاسم دردناک گروه عضلانی است. این حالت اغلب در بسیاری از غواصان شایع است و می‌تواند باعث انحراف خطرناک و یا عدم صلاحیت غواص شود.

ماهیچه‌های کف پا، ساق و ران اغلب به این گرفتگی مبتلا می‌شوند اما سایر ماهیچه‌ها نیز می‌توانند دچار آن شوند. فشار بیش از حد عضلات، به علت تغییرات در باله و یا تجهیزات است که احتمالاً باعث گرفتگی بیش از حد عضلات می‌شود به خصوص اگر وضعیت غواص عموماً نامناسب باشد. گرفتگی عضلات به آرامی با کشش و حفظ فشار برطرف می‌شود. گاهی اوقات، لازم است که غواص بایستد و انگشتان پای خود را به سمت پایین، بر روی برخی از سطوح سفت زیر آب هل دهد به این دلیل که کشش عضلانی ایجاد شود.

فرار از وزن زیر آب یا تورم جلیقه نجات در سطح آب ممکن است در مواقع اضطراری مفید باشد، پس لازم است تا از ادامهٔ شنا اجتناب شود. اگر غواص به طور همزمان با مشکلات زیست محیطی مثل امواج کفی دریا جریان قوی یا جریان جزرومدی روبه‌رو شود، این وضعیت می‌تواند برای او ناخوشایند یا حتی خطرناک باشد. بهتر است با حفظ سطح بالایِ آمادگی جسمانی، مانع این مشکلات شود و از باله‌های راحت استفاده کند و در برابر آب سرد، عایق مناسبی را به‌کار گیرد.

۱- dyspnoea

۲- fenestrated

مشکلات گوش EAR PROBLEMS

موم گوش Wax (Cerumen)

موم گوش[۱]، مواد محافظ گوش است که کانال گوش خارجی را می‌پوشاند و یک مادهٔ رطوبت‌ناپذیر است. گاهی اوقات موم گوش، بیش از حد تولید می‌شود و در کانال گوش تجمع یافته و موجب مسدود شدن آن می‌گردد، یا به نگهداری آب بعد از otitis خارجی کمک میکند. اگر آب بتواند تنها به یک گوش وارد شود. موم گوش می‌تواند باعث درمانِ ناشنوایی یا caloric ناشی از سرگیجه شود. غواصان ممکن است سعی کنند این موم را با چوب پنبه «buds» از بین ببرند، اما متأسفانه اینکار اغلب باعث عفونتِ یا حتی فشردگی سخت موم در کانال گوش می‌شود و در کل باعث انسداد سریع آن میگردد.

موم زیاد، به آسانی توسطِ پزشک غواصی و با استفاده از یک وسیله یا سُرنگ از بین میرود. این عمل تا حدی کانال گوش را در برابر عفونت باز می‌کند، (otitis). پس بنابراین، این کار نباید انجام شود مگر اینکه موم، کانال را به طور کامل مسدود سازد. قطره‌های گوش به آسانی قابل دسترس میباشند (و غیره، روغن زیتون، waxsol ، cerumol) که به نرم شدن موم گوش کمک میکنند به طوریکه عملکرد نرمال تمیزی گوش به راحتی انجام می‌شود. خود غواصی به حذف موم کمک می کند.

اگزوستوز Exostoses

(یک برآمدگی خوش‌خیم استخوانی که بر روی سطح استخوان دیده می‌شود)

قسمت داخلی کانال گوش خارجی از میان استخوان عبور میکند. افرادی که به طور منظم در آب سرد شنا یا غواصی میکنند، گاهی اوقات برآمدگی استخوان‌هایشان بیشتر می‌شود که به اصطلاح Exostoses گویند و برآمدگی در کانال گوش ایجاد می‌شود. این بیماری میتواند باعث انسداد نسبی کانال گوش شود و ممکن است سبب تجمع موم و حذف آب گردد، بنابراین گوش عفونت کرده و شنوایی از بین میرود. Exostoses بسیار رنج‌آور با جراحی برطرف می‌شود، اما معمولاً جراحی لازم نیست.

سایر موارد Others

عفونتها (otitis خارجی، otitis Media) اوتیت میانی فقدان شنوایی (کری)، سرگیجه و سردرگمی، باروتروما و بیماری کاهش فشار در این کتاب شرح داده شده است.

سردرد HEADACHE

از سردرد در حین غواصی یا پس از آن شکایت مکرر شده است و با شرایط تهدید کننده زندگی ایجاد می‌شود. سردرد همیشه نیاز به تشخیص دقیق دارد.

به احتمال زیاد، علت سردرد میتواند از تاریخچه گذشته پزشکی غواص، محل درد، سابقه غواصی، نحوهٔ شروع و پیشرفت آن حاصل شود.

۱- (Ceruman)

*** بیماری کاهش فشار و باروتروموای ریوی Decompression Sickness and Pulmonary Barotrauma**

آمبولی هوا و ایجاد حباب در مغز میتواند باعث آسیب مغزی و تورم شود که اغلب به صورت سردرد ظاهر می‌شود. این بیماری ممکن است یک مدت زمان کوتاه بعد از غواصی آغاز شود یا ممکن است برای چندین ساعت به تعویق افتد. سردرد به دنبال گیجی یا فقدان هوشیاری صورت میگیرد، این بیماری مطرح کنندهٔ اختلالات خطرناک است. مشخصات غواصی در تشخیص این نوع از سردردها مفید است.

*** باروتروموای سینوسی Barotrauma sinus**

این بیماری معمولاً سینوسهای مختلف واقع در اطراف چشمها یا سینوسهای آروارهای (فک بالا) در استخوانهای گونه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. درد شدید در سینوس مبتلا، ممکن است در نزول یا صعود تجربه شود، یا درد و رنج کسل کنندهای در ناحیهٔ سینوس بعد از غواصی احساس شود. جدی‌ترین و مشکل‌ترین تشخیص سردرد سینوسی، در سینوسهای اسفنوئید Sphenoidal دیده می‌شود که یک سردرد عمیق و مرکزی است. سردرد باروتروما معمولاً درازمدت نیست.

درد ممکن است از سینوس به قسمت دندانهای بالایی و یا در پشت چشم ظاهر شود. بعد از باروتروموای جزئی، عفونت (سینوزیت) در عرض چند ساعت یا چند روز پس از غواصی ایجاد می‌شود و باعث سردرد در ناحیه مذکور می‌شود.

*** میگرن Migraine**

میگرن، یک مشکل نگران کننده در غواصان است و در بین عموم افراد شایع است.

*** ویژگیهای بالینی Clinical features**

علائم میگرن شامل موارد زیر است: «aura» تشعشعات نورانی قبل از شروع سردرد، همراه با اثرات بصری ناشی از نور چشمک‌زن، خطوط سوسو زننده، از دست دادن قسمتی از بینایی با تیرگی خفیف دید (تاری دید).

سردرد شدید با نور تشدید مییابد، و معمولاً با تهوع و استفراغ، و گاهی اوقات بیحسی، سوزن سوزن شدن، ضعف یا فلج اندام، همراه است و در بیشتر موارد با aura بصری همراه است.

سردردهای میگرنی می‌تواند بی‌اهمیت باشد یا میتواند با استفراغ، ناتوانی شدید و نشانه‌های عصبی (اختلالات بینایی، بیحسی یا احساس سوزش سوزش کردن در دستها یا پاها و غیره) همراه باشد.

این علائم بسیار شدید، به تشخیص غلط منجر می‌شود و معمولاً با علائم آمبولی هوا و بیماری کاهش فشار اشتباه گرفته می‌شود و ممکن است ترخیص سریع و درمان نامناسب صورت گیرد.

پیشرفت میگرن شدید حین غواصی، باعث عجز و ناتوانی غواص می‌شود و او را به استفراغ شدید در زیر آب وادار میسازد که پیامد آن غرق‌شدگی است.

بنابه دلایلی که ناشناخته است، افرادِ مبتلا به میگرن خفیف میتوانند به میگرن بسیار شدید دچار شوند و حملات غیرعادیِ میگرنی با غواصی تسریع یابد. این حمله، پاسخی به حبابهای داخل سیستم فاقد رگِ جمجمه‌ای است.

همچنین میگرن میتواند از تمرین بیش از حد و تغییرات فشار دی‌اکسیدکربن/ اکسیژن ایجاد شود. احتمالاً سرما و فشار باعث تشدید این بیماری می‌شود. به این دلایل افراد مبتلا به میگرن نباید به غواصی تشویق شوند. با این حال، برخی افراد ویژگیهایِ «عصبی» ندارند و این ویژگیها در آنها کمیاب و خفیف است. پس اگر این اشخاص به غواصی بپردازند، آنها به غواصیهای بدون کاهش فشار و در عمق کمتر از ۱۸ متر و سطح فواصل طولانی محدود می‌شوند (یعنی غواصیهایی که به طور معمول حبابهای داخل شریانی یا بیماری کاهش فشار مغزی را ایجاد نکند).

*** سردرد تَنشی** **Tension Headache**

غواصی و آموزش آن میتواند یک تجربه استرس‌زا باشد که در افراد مستعد باعثِ سردرد می‌شود و از تنش بیش از حد عضلانی ایجاد می‌شود. این افراد، اغلب سردرد را تجربه کرده و آن را مشابه سردردهایی میدانند که با سایر تجربیات استرس‌زا مرتبط است. بسیاری از آنها در قسمت جلو سر ایجاد می‌شوند یا گردن و پشت سر را درگیر میسازند.

*** کشش تسمهٔ فلزی ماسک** **Mask's Matal belt Tension**

غواصان بی‌تجربه اغلب بند ماسک خود را بیش از حد سفت میکنند به این امید که از فقدان ماسک در زیر آب اجتناب شود. فشار بیش از حد این بند (تسمه) مانع جریان خون در عضلاتِ اطراف جمجمه است و باعث سردردی می‌شود که شبیه به سردرد تنشی است. با شُل کردن تسمه درد از بین میرود. درصورتیکه غواص بخواهد اعتماد به نفس خود را در تواناییهایش به‌دست آورد و با جابه‌جایی ماسک و آبگرفتگی آن مقابله کند، باید بند را تا حدی سفت کند. برخی سردردها به طراحی تسمه مربوط می‌باشند (یعنی، تسمه‌های تکی پهن، بهتر از تسمه‌های شکافدار باریک میباشند). آزمون و خطا ممکن است این نوع مشکل را برطرف سازد.

*** مسمومیت با گاز دی‌اکسیدکربن** **Carbon Dioxide Toxicity**

این مشکلِ مکررِ تجهیزات re-breathing است، اما گاهی با وجودِ scuba نیز مشاهده می‌شود. مسمومیت با گاز دی‌اکسیدکربن، پیامدِ مقاومت تنفسیِ ناشی از تنظیم کننده‌های معیوب، احتمالاً تنفس در عمق زیاد (مانند وقتیکه هوا متراکم‌تر است) و یا، احتمالاً مهارِ داوطلبانهٔ تنفس (تنفس آهسته یا تنفس کوتاه، Skip Breathing) است و غواص تلاش میکند تا مصرف هوا را کاهش دهد. این توضیح اجمالی هنوز در انتظار دلایل تجربی یا بالینی است.

سردرد اغلب شدید و ضرباندار است و به داروهای مسکن پاسخ نمیدهد. سردرد ممکن است یک ساعت یا بیشتر به طول انجامد.

*** انواع دیگر سردرد** **Other Types of Headache**

ورود آب سرد به کانال گوش میتواند موجب سردرد شود (earache) زمانیکه آب داخل گوش شود و با پردهٔ گوش تماس حاصل نماید. با سوراخ‌گیرهای طبیعی گوش، غواصان میتوانند به راحتی از نفوذ آب به درون گوش خود

جلوگیری کنند. غواصان نمیتوانند از این سوراخ‌گیرها به راحتی استفاده نمایند. سوراخگیرهای مخصوص گوش، با سوراخهایی، برای غواصان طراحی شده است، بهترین پیشگیری کلاه neoprene است که اجازه می‌دهد آب انباشته شده در دمای بدن گرم بماند. برخی ماسکها طوری طراحی شده‌اند تا از گوشها محافظت نمایند.
موارد بسیار زیادی از سردرد وجود دارد که از جمله سردردهای عصبی، barotraumatic ، حرارتی، ارتوپدی و مکانیسم‌های عروقی که در اینجا برای ارزیابی و تشخیص بسیار پیچیده میباشند. هرگونه سردرد مرتبط با غواصی، سزاوار تحقیق است قبل از اینکه عواقب آن در دوران غواصی بعدی، نسبت به سردردهای روی خشکی جدی‌تر شود. به ویژه سردردهای با فعالیت بدنی زیاد Exertional موجب مشکلات تشخیصی دشوار می‌شوند.

آفتاب سوختگی SUN BURN

آفتاب‌سوختگی به خصوص در مناطق گرمسیری، یک مشکل شایع برای غواصان است. این آفتاب سوختگی با تابش پراکنده ناشی از اشعهٔ ماورای بنفش خورشید ایجاد می‌شود. این تابش با جَو پراکنده می‌شود و از آب منعکس می‌شود به طوریکه حتی در پناه سایه محافظت کامل پوست انجام نمی‌شود.
ویژگیهای بالینی آفتاب سوختگی را تقریباً همهٔ غواصان تجربه کرده‌اند و سیستم پیچیده‌ای نیست.

درمان Treatment

آفتاب سوختگی لزوماً نشانهٔ بیماری است. از قرار گرفتن در معرض نور آفتاب (حتی به طور غیرمستقیم) باید اجتناب شود. لوسیون خنک کننده یا تسکین دهنده اغلب در تسکین درد با ارزش است و کرمهای استروئیدی (کورتیزون) ممکن است در موارد شدید مفید باشد. تاول‌ها نباید پاره شوند زیرا عفونت ثانویه را ایجاد میکنند.

پیشگیری Prevention

با پوشیدن لباس و کلاه و با استفاده از کرمهای ضعیف ضدآفتاب UV یا لوسیون میتوان از پوست محافظت کرد. به غواصان snorkel توصیه می‌شود تا یکی از لباسهای سبک وزنِ Lycra محافظ را بپوشند که از نیشِ جانوران دریایی و زخمهای مرجانی محافظت میکند. بعنوان مثال، کرم ضدآفتاب با sp۱۰ پوست را ۱۰ برابر بیشتر از پوست بدون مُحافظ حفظ میکند. پوستِ بدون محافظ میتواند در ظرف ۱۵ دقیقه در نور شدید آفتاب بسوزد به طوریکه کرم ضدآفتاب با این سطح حفاظتی بتواند برای ۲/۵ ساعت از پوست محافظت کند درصورتیکه ضخامت مناسبی از کِرِم ایجاد شود و شسته نشود. حتی کرمهای ضدآفتاب با sp+۱۵ مؤثرتر میباشند و به غواصان توصیه می‌شوند. تماس طولانی با نور خورشید با افزایش میزان بروز سرطان پوست و پیری زودرس همراه است.

دریازدگی SEASICKNESS

این حالت معمولاً برای غواصان یک مشکل ناراحت کننده است و به طور بالقوه خطرناک میباشد. دریازدگی معمولاً در افراد حساسِ داخل قایق غواصی ایجاد می‌شود اما میتواند در زیر آب، حینِ کاهش فشار ، روی خط shot line ، در شرایط خشن یا با موجِ زیر آب گسترش یابد. در قایق، به غواص دریازده کمتر توجه می‌شود و بیشتر

به برنامه‌ریزی غواصی و آماده‌سازی تجهیزات توجه می‌شود. دریازدگی همراه با استفراغ درون قایق، باعث کم‌آبیِ[۱] بدن می‌شود و اگر غواص از طریق دریچه تقاضا به تنفس ادامه دهد، او باید مهارت قابل توجهی را به‌کار گیرد تا با محیط زیر آب کنار آید. استفاده از دریچه تقاضا باعث جذب همهٔ انواع ماهیها می‌شود حتی ماهی‌هایی که تغذیه آزاد دارند. یکی دیگر از مشکلات احتمالی، مربوط به اثر مسکن است که در بیشتر داروهای ضد دریازدگی یافت می‌شود و اغلب قابل دسترس می‌باشند. این داروها بر روی عقل اثر می‌گذارد و بیحالیِ نیتروژنی را تشدید می‌سازد.

پیشگیری Prevention

اقدامات کلی انجام شده عبارت‌اند از:

- در Line وسط قایق بماند اما نزدیک قوس آن قرار نگیرد (کاهش حرکات)
- موقعیت او در قایق طوری باشد که سر را کمتر حرکت دهد و آن را ثابت نگه دارد (حالت درازکش)
- چشم را به حالت بسته نگه دارد یا بر افق دوردست تمرکز کند (اجتناب از خواندن)
- اگر در کابین بسته شد، تا حد امکان اطمینان حاصل شود که گردش هوا توسط فنِ درون کابین انجام می‌شود.

درصورت دریازدگی خفیف، شنا یا غواصی باید برای مدت کوتاهی در منطقه امن انجام شود درحالیکه بیشتر اوقات علائم کمک خواهند کرد. بنابراین، غواص میتواند دوباره سوار قایق شود و هنگامیکه دریازدگی او برطرف شد مجدداً غواصی را آغاز کند.

اگر ۱ یا ۲ ساعت قبل از سوار شدن در قایق، از قرصهای ضد دریازدگی استفاده شود، تأثیر آن سریع‌تر خواهد بود مثل قرص cyclizine. این قرصها در حدود ۴ ساعت دوام دارند.

یکی دیگر از اقدامات مؤثر پیشگیرانه این است که از ۲۵ میلیگرم قرصهای پرومتازین استفاده شود (که بعنوان آنتی هیستامین خوراکی شناخته شده است)البته زمانِ استفادهٔ این قرص هنگام خواب و شب قبل از غواصی است. این قرص در طولِ شب، باعث تسکین می‌شود اما تأثیر آن مربوط به زمان خواب طبیعی است. اگر یک دوز آن در شب مصرف شود، با حداقل آرامبخشی مقاومتی را در برابر بیماری دریازدگیِ در طول فعالیتهای روزانهٔ غواصی ایجاد می کند. درصورتیکه دارو مصرف شود، ماکزیمم عمق غواصی باید به کمتر از ۳۰ متر (۱۰۰ فوت) محدود شود و ترجیحاً در عمق کمتر از ۱۸ متر (۶۰ فوت) غواصی انجام شود. یک فنجان قهوه (کافئین) قبل از غواصی، دریازدگی را کاهش می‌دهد و در برخی موارد حکم داروی آرامبخش را دارد.

در تمام موارد، دارو باید از پیش آزمایش شده باشد تا اطمینان حاصل شود که دارو عوارض جانبی ایجاد نمیکند. اگر الکل مصرف شود، به دلیل اثرات هم افزایی آن باید از غواصی اجتناب کرد. به دلیل عوارض جانبی و جذب متغیر چسبهای زخم Transdermal (“scop”) پوستی، استفاده از آنها در غواصی توصیه نمیشود اما ممکن است برای دریانوردان مفید باشد. طب سوزنی (از طریق طب فشاری) و زنجبیل اگرچه امروزه مُد هستند اما درواقع تنها از ارزش روانی برخوردارند.

۱- (dehydration)

آرتروز مفصل فکی TEMPORO-MANDIBULA R

در زیر آب، غواصانِ تازه‌کار نگران تغذیه هوای خود میباشند. بنابراین آنها فک خود را محکم روی دهانشان نگه میدارند و این‌کار باعث فشارِ بیش از حد مفصل بین فک بالا و پایین می‌شود این امر میتواند باعث آسیب جزئی مفصل شود، که با اسپاسم شدید ماهیچه‌های فک، درد، حساسیت بیش از حد مفصل (در جلو گوش) همراه است و در این شرایط غواص نمی‌تواند فک خود را کاملاً باز کند. در غواصان تفریحی، این وضعیت معمولاً موقتی است و این حالت با روش صحیح برگشت‌پذیر است. غواص تشویق می‌شود تا دهان خود را به شیر تقاضا بچسباند و به فک خود کمتر فشار آورد. برخی از دریچه‌های تقاضای قدیمی‌تر، سنگین و بزرگ هستند و بی‌مورد به فک فشار وارد می‌آورند، درحالیکه انواع دیگر آن ممکن است طوری قرار گیرند که شیلنگ هوا به یک طرف فک کشیده شود که این امر باعث ناهمواری و فشار بیش از حد آن می‌شود.

در برخی غواصان مُسن‌تر، تغییرات دائمی ورم و آماس مفصل از این طریق رخ می‌دهد. به صورت جداگانه mouldable Lugs در قطعات دهانی snorkels و تنظیم کننده‌ها ممکن است این عوارض را به حداقل برسانند.

انفجار در زیر آب EXPLOSIONS – UNDERWATER BLAST

این موضوع تنها یک عامل هشداردهنده برای غواصان تفریحی است تا مواد منفجره را در زیر آب به‌کار نبرند. به ویژه، غواصان نظامی بیشتر در معرض خطر این مواد میباشند حتی هنگام آموزش- آنها حملات خطرناکی را به‌کار می‌برند که برای مأیوس کردن خرابکاران در زیر آب طراحی شده است و گاهی اوقات در مجاورت غواصان کارآموز، این انفجار صورت میگیرد.

هنگامیکه انفجار در زیر آب رخ دهد و از سطح آب مشاهده شود، تصویر ناگهانی مواد منفجره آب و کف در هوا بلافاصله بعد از انفجار دیده می‌شود. این تصویر، اثر موج فشار ناشی از انفجار است، هنگامیکه حد واسط بین آب و هوا دیده شود. اثر مشابه آن در بین بافت هوای درون بدن تولید می‌شود که به صورت موج شوک بروز میکند، و این موج در بدن غواص حس می‌شود. این موج می‌تواند بافتهایی را مثل بافت ریه، روده، حفره‌های سینوسی، فضاهای گوش میانی را پاره کند، که در تماس با هوا می‌باشند- همهٔ گازهای داخل فضای بدن میتوانند تحت تأثیر این موج قرار گیرند.

شکل ۳۲,۱

ویژگیهای بالینی Clinical features

بدترین اندامهایی که تحت تأثیر این عوامل قرار میگیرند، ریه‌ها و روده‌ها می‌باشند. پارگی و خونریزی بافتهای ریه‌ها و روده‌ها عبارت‌اند از:

- درد قفسه سینه
- تنگی نفس
- استفراغ یا سرفه ناشی از خون
- مدفوع خونین یا حرکات روده سیاه

آسیب به گوش و سینوسها مشابه ویژگی‌های باروتروماست. به ویژه پارگی پرده صماخ گوش و کری امری رایج است. اگر غواص در آبی گرفتار شود که در آنجا انفجار رخ می‌دهد، او میتواند با شناور ماندن به پشت در سطح آب مصون بماند.

فصل سی و سه

بیهوشی در غواصان

In Divers Unconsciousness

در بسیاری از موارد، غواصان هوشیاری خود را در آب از دست میدهند اما نتیجه نهایی اغلب همان غرق‌شدگی است. این فصل مروری بر علل و درمان اصلی بیهوشی است.

به ندرت بیهوشی در روی زمین به مرگ منجر می‌شود، اما بیهوشی در زیر آب اغلب به مرگ می‌انجامد. به خاطر ماهیت خطرناک غواصی ر وضعیت اختلال هوشیاری، مراقبتهای ویژه‌ای باید اعمال شود تا اطمینان حاصل شود که غواصان از لحاظ پزشکی مناسب هستند و به فقدان هوشیاری گرایشی ندارند. بعلاوه، هنگامیکه هوشیاری از دست می‌رود، غواصان باید بتوانند به دوستان خود پیوسته و خود را نجات دهند و این‌کار از ارزش قابل توجهی برخوردار است.

هنگامیکه غواص بیهوش نجات مییابد و اقدامات لازم و کمک‌های اولیه برای همهٔ این موارد برقرار می‌شود، بقیهٔ مدیریت بستگی به علتِ بیهوشی دارد بنابراین لازم است تا قادر به شناسایی موارد احتمالی بیهوشی باشیم.

آنها به بهترین وجه، با توجه به نوع غواصی انجام شده و با توجه به تجهیزات به‌کار رفته طبقه‌بندی می‌شوند. اطلاعات بیشتر می‌توان در جای جایِ این کتاب یافت.

علل از دست دادنِ آگاهی

CAUSES OF LOSS OF CONSCIOUSNESS

علل شایع در تمام انواع غواصی عبارت‌اند از:

❋ هیپوکسی (به علت‌های مختلف)	(Hypoxia (from a diversity of causes
❋ آسپیراسیون آب نمک یا نزدیک به غرق‌شدگی	Salt water aspiration or near drowning
❋ سرما	Cold
❋ صدمات حیوانات دریایی	Marine animal injuries
❋ تهوع و استفراغ و یا استنشاق آب دریا	Vomiting and inhalation of vomit or sea-water

* انفجار زیر آب Underwater explosions
* شرایط متفرقه پزشکی Miscellaneous medical conditions

علاوه بر این عوامل، عوامل مربوط به غواصی scuba عبارت‌اند از:

* هیپوکپنی Hypocapnea
* بیماری کاهش فشار Decompression sickness
* آمبولی هوا ناشی از باروترومای ریوی Air embolism from pulmonary barotrauma
* بیحسی و خواب‌آلودگی ناشی از نیتروژن Nitrogen narcosis
* مسمومیت با گاز مونوکسیدکربن Carbon monoxide toxicity
* هیپوکسی به علت تجهیزات معیوب یا آلودگی گاز

Hypoxia due to faulty equipment or gas contamination

علاوه بر این عوامل، عواملی نیز وجود دارند که باروش غواصی تنفس دوباره rebreathing یا تجهیزات گاز مخلوط غواصی در ارتباط هستند، آنها (که معمولاً توسط غواصان تفریحی استفاده نمیشوند) عبارت‌اند از:

* هایپرکپنی Hypercapnea
* مسمومیت با اکسیژن Oxygen toxicity
* هیپوکسی ناشی از صعود، رقت یا مصرف بیش از حد

.Hypoxia due to ascent, dilution or excessive consumption

شایع‌ترین علل بیهوشی به شرح زیر میباشد

هیپوکسی HYPOXIA

هیپوکسی مغزی همراه با near-drowning ، رویداد نهایی بسیاری از تصادفات غواصی است و شایع‌ترین علت بیهوشی در غواصان است. هیپوکسی ممکن است به دنبال حوادثی مثل حبس نفس در غواصی آزاد، تغذیه نامناسب هوا، استنشاق آب نمک، نقص تجهیزات یا استعمال غلط، استنشاق استفراغ، باروتروما ریوی، آلودگی گاز و غیره رخ دهد. این حالت اغلب با ترس و خستگی جسمی همراه است.

تاریخچه موردی

غواصی که از طریق دستگاه تنفسی نیمه بسته تنفس می‌کند، آگاهی خود را در مدت زمان کوتاه بعد از ترک سطح آب از دست می‌دهد. او دوباره به سطح برگردانده شد و دوباره با اکسیژن ۱۰۰٪ زنده ماند. چهرهٔ او کمی مایل به آبی بود و هنگامیکه از اکسیژن تغذیه کرد رنگ او به قرمزی برگشت و این مسئله زمانی کشف شد که سیلندر او با نیتروژن خالص پر شده بود.

هیپرونتیلاسیون Hyperventilation

(افزایش غیرطبیعی تهویه ریوی که باعث کاهش فشار دی اکسیدکربن و در درازمدت آلکالوز تنفسی میگردد)

به احتمال زیاد هیپرونیتلاسیون Hyperventilation قبل از توقف تنفس باعث hypoxia می‌شود، زیرا میل به

تنفس متوقف می‌شود. این تکنیک از سوی برخی از غواصان مورد استفاده قرار میگیرد تا مدت زمان غواصی افزایش یابد. این عمل به تدریج باعث مرگ غواصان می‌شود.

هیپوکسی صعود Hypoxia of ascent

غواص میتواند هوشیاری‌اش را از طریق هیپوکسی صعود از دست بدهد هنگامیکه توقف تنفس حین غواصیهای عمیق صورت گیرد. فشار جزئی O_2 در ریه‌ها می‌تواند به طور خطرناکی اُفت کند و در طول مدت صعود یا بلافاصله پس از غواصی در سطح پایین آید.

گزارش موردی

یک غواص جوان تلاش کرد تا رکورد فاصلهٔ شنا در زیر آب را ثبت کند. به نظر میرسید که او قبل از غواصی دچار هیپر ونتیلاسیون شده است. در میانهٔ راه و در دور دوم او از شنا دست کشید و به ته آب فرو رفت. خوشبختانه، او به سرعت از آب بیرون کشیده شد و با تنفس دهان به دهان زنده ماند. او چند هفته بعد با آسیب مغزی دائمی مرخص شد.

گزارش موردی

یک غواص باتجربه در مسابقه ماهیگیری نیزه‌ای شرکت کرد و در پایین آب نزدیک به ماهی نیزه‌ای پیدا شد. کالبدشکافی هیچگونه اختلالی را در فرد غرق شده نشان نداد. علل غرق‌شدگی (هیپرونتیلاسیون) تشخیص داده شد زیرا او را به محدودهٔ عمیق آب کشاند.

نزدیک غرق شدن NEAR DROWNING

این پیامد بسیاری از حوادث غواصی است. hypoxia در ارتباط نزدیک با غرق‌شدگی میباشد و میتواند باعث بیهوشی غواص شود، یا در ابتدا غواص بیهوش شده و سپس غرق شود.

سرما یا هیپوترمی COLD OR HYPOTHERMIA

قرار گرفتن در معرض آب سرد میتواند باعث اُفت جدی و بیش از حد درجه حرارت بدن شود که در ابتدا باعث گیجی غواص (درجه حرارت بدن در حدود ۳۴ درجه سانتیگراد) و سپس بیهوشی او می‌شود (زیر $^{\circ}$۳۰ سانتیگراد). غواصی که به طور ناگهانی وارد آب سرد می‌شود گاهی اوقات فشار خونش بالا میرود با دچار اختلالات ریتم قلبی می‌شود که بلافاصله بیهوشی از طریق حوادث قلبی یا مغزی رخ می‌دهد.

صدمات حیوانات دریایی INJURIES MARINE ANIMAL

حیوانات سمی میتوانند باعث بیهوشی غواص شوند، این بیهوشی از طریق اثر مستقیم سَم روی مغز، hypoxia به علت فلج دستگاه تنفس یا به دلیل جریان نامناسب مغزی از طریق کاهش فشار خون ایجاد می‌شود. شوک از دست دادن خون پس از حملهٔ کوسه میتواند باعث بیهوشی شود.

تاریخچه موردی گروهی از غواصان در غواصی اول خود روی صخره‌های نواحی گرمسیری، مشتاقانه خود را به

آب انداختند. آنها بعداً با ماهیهای نیزه‌ای، مرجانها و صدف‌ها بازگشتند که در میان آنها انواع مختلفی از صدفهای مخروطیِ سمی وجود داشت. غواصان آنها را به دست گرفتند و در برخی موارد، آنها را در زیر لباس غواصی حمل کردند. یکی از اعضای خدمه قایق صدفهای مخروطی را شناخت و به غواصان توصیه کرد که به سرعت آنها را از خود دور سازند.

بیماری تقلیل فشار (DCS) DECOMPRESSION SICKNESS

بیماری فشار مغزی میتواند به بیهوشی منجر شود. این بیماری احتمالاً بعد از غواصیهای عمیق و غواصیهای مکرر رخ می‌دهد.

گزارش موردی یک غواصِ قدیمی ۲۶ ساله، غواصی ۵۵ متری (۱۸۰ پا) را با مدت زمان ۸ دقیقه زیر آب بعهده میگیرد. هنگامیکه مقیاس‌سنج نشان داد که تقریباً تغذیهٔ هوا تمام شده است، او به سرعت به سطح آب بازگشت. او از قایق بالا رفت و از بیحسی پایین یک طرف بدنش شکایت کرد و بریده بریده سخن میگفت. سپس تشنج کرد و هوشیاری‌اش را از دست داد. او در مسیر ۶۰۰ کیلومتری اتاق recompression درگذشت.

تشخیص: تشخیص احتمالی عبارت‌اند از بیماری کاهش فشار مغزی یا آمبولی هوا (CAGE) ناشی از باروتروما‌ی ریوی (ترکیدن ریه). کالبدشناسی تشخیص بیماری را تأیید کرد.

آمبولی هوا از طریق باروتروما‌ی ناشی از صعود
AIR EMBOLISM FROM PULMONARY BAROTRAUMA OF ASCENT

آمبولی (هوا) گاز شریانی مغزی CAGE[1] میتواند در حین صعود یا بلافاصله بعد از آن، در هر عمقی ایجاد شود. آمبولی هوا باعث از دست رفتن ناگهانی هوشیاری می‌شود. گاهی اوقات، با پنموتوراکس (آسیب به ریه و قلب درنتیجه فشار در زیر آب) همراه است، که در این صورت باید مدیریت خاص اعمال شود.

مسمویت مونواکسیدکربن TOXICITY CARBON MONOXIDE

اگر منبع هوا آلوده شود، و غواصان از هوای فشرده تنفس کنند آنها با این مشکل آسیب‌پذیر می‌شوند و اغلب این آلودگی از طریق احتراق داخلی و در نزدیکی هوای موتور صورت میگیرد.

سمیت اکسیژن OXYGEN TOXICITY

غواصان نظامی با بکارگیری تجهیزات اکسیژن، و غواصان فنی یا حرفهای با تنفس گازهای مخلوط در معرضِ خطر تشنج میباشند که به علت سمیت اکسیژن تحت شرایط خاص ایجاد می‌شود. تشنج میتواند با بیهوشی و سردرگمی همراه باشد.

۱- Cerebral arterial gas (air) embolism

شرایط عمومی پزشکی GENERAL MEDICAL CONDITIONS

انواع شرایط اضطراری پزشکی عبارت‌اند از:

(پایین بودن قند خون)[1] در دیابتیها، حمله قلبی، سکته مغزی، حالت غش (صرع)، مصرف بیش از حد داروهای مسکن، ضربه به سر، عفونت شدید و شوک که باعث بیهوشی غواص می‌شوند. بسیاری از این حالتها با پتانسیل موجود باعث بیهوشی می‌شوند و این عوامل باید با معاینات پزشکی برطرف شوند و معمولاً به این افراد توصیه می‌شود که با این شرایط غواصی نکنند.

تاریخچه موردی غواص ۳۰ ساله‌ای با استفاده از scuba (وسیله تنفس در زیر آب) در عمق ۱۰ متری (۳۳ پا) به مدت ۱۰ دقیقه بعد از شروع غواصی بیهوش شد درحالیکه به شدت در ته دریا شنا می‌کرد. او به سرعت توسط دوستانش به سطح آب آورده شد. او در قایق بیهوش و رنگ پریده و خیس عرق بود و نبض او سریع میزد. تنفسش نامناسب بود و از طریق ماسک به او اکسیژن ۱۰۰٪ داده شد اما بهبود نیافت. آنها نتوانستند بیماری را تشخیص دهند تا اینکه همسر غواص به آنها گفت که او دیابتی بوده و باید انسولین تزریق کند. او با موفقیت در بیمارستان با گلوکز وریدی تحت درمان قرار گرفت.

تشخیص: Hypoglycaemia (پایین بودن سطح قند خون) به دلیل فشار غیر منتظره ایجاد می‌شود حتی اگر غواص از دوز کم انسولین استفاده کند. به او سفارش شد که غواصی با دیابت نیازمند استفاده از داروست و ترکیب آن دو خودکشی است و او موافقت کرد که ورزش کند تا با این بیماری کمتر در معرض خطر قرار گیرد.

درمان نجات و کمکهای اولیه RESCUE AND FIRST AID TREATMENT

اولین مرحله کمربند وزنی غواص است. غواص باید به سطح آب آورده شود و سپس با سرعتِ هرچه تمام‌تر از آب بیرون کشیده شود. هنگامیکه غواص تفریحی recreational بیهوش می‌شود، صعود اضطراری در اولویت قرار دارد که بیشتر همراه با پارگی ریه (باروترومای ریه) است. این غواصان بیهوش، معمولاً منفعلانه حین صعود عمل دم را انجام میدهند چون حجم ریه گسترش یافته است.

راه هوایی باید باز شود و درصورتیکه هیچ تنفسی وجود نداشت احیای تنفسی هوا باید انجام شود. جزئیات مربوط به نجات و روش احیاء در فصلهای بعد توضیح داده می‌شود. در موقع اضطراری و هنگامیکه شخص دچار حادثه یا بیماری شده قبل از هر چیز باید سه اقدام زیر انجام گیرد، A-B-C (راه هوایی، تنفس، گردش خون)، باید علت بیماری مشخص شده و درمان ویژه صورت گیرد.

توصیه‌های پزشکی غواصی باید در اسرع وقت صورت گیرد. تشخیص علت بیماری، توسط فرایند منطقی حذف انجام شود و تاریخچه پزشکی غواص، تجهیزات مورد استفاده، نوع غواصی، مشخصات غواصی و حوادث منجربه بیهوشی و بروز بیهوشی در غواص بررسی شود. تشخیص جدی و قابل درمان را در نظر بگیرید. تماس با مقامات پزشکی با جزئیات کامل لازم است و باید با آنها مشورت شود. حمل و نقل بیمار به یک مرکز درمانی باید با سهولت و تحت نظر یک نهاد انجام شود. غواصان ممکن است با انتقال تحت شرایط خاص بدتر شوند (حملهٔ کوسه، بیماری کاهش فشار، باروترومای ریوی و غیره) و بنابراین، تصمیم بهتر است بعهدهٔ پزشکان غواص با تجربه گذاشته شود

۱- hypoglycaemia

زیرا که آنها دانشِ مناسب برای این شرایط خاص را دارا می‌باشند.
اگر حمل و نقل هوایی به کار گرفته شود، نوع هواپیما و توانایی آن باید در نظر گرفته شود. در صورت نیاز، اگر هرگونه شک و شبهه‌ای دربارهٔ تشخیص وجود داشت باید اکسیژن ۱۰۰٪ ارائه شود. جزئیات سوابق بیمار را حفظ کرده و اطمینان حاصل کنید که این سوابق همراه بیمار است. حفظ تجهیزات برای تشخیص بیشتر امری ضروری است.

فصل سی وچهار

چرا غواصان می‌میرند؟

Why Divers Die ?

مقدمه INTRODUCTION

تجربه زندگی نشان می‌دهد که هر چیزی که تفریح است با گرایش غیرقانونی، غیراخلاقی، ضربه یا خطر منجر می‌شود. غواصی تفریحی تا حدودی با این قانون جهانی مطابقت دارد، و در زیر hang gliding و parachuting طبقه‌بندی می‌شود اما اغلب ورزشها با تصادفات مهلک و خطرناک همراه میباشند.

آمارهای غواصی ایالت متحده آمریکا، انگلستان، کانادا و ژاپن همگی نشان میدهند که میزان مرگ‌ومیر غواصی از ۱۵ تا ۳۰ نفر در هر ۱۰۰ هزار نفر رخ می‌دهند که با احتمال آماری مرگ‌ومیر در حدود ۳-۲ نفر در هر ۱۰۰ هزار نفر است.

این ارقام با اطلاعات غلط صادر شده از برخی منافع صنعت غواصی در تضاد است (مرگ‌ومیر کمتر از ۴ نفر در هر ۱۰۰ هزار نفر از غواصان) که می‌تواند ما را بر این باور برساند که غواصی یک تفریح بسیار امن است.

اگر امن هم نباشد، ما خطرات آن را هر روز می‌پذیریم. حتی راندن یک خودرو به مکان غواصی خطر مرگ را به دنبال دارد.

این فصل نشان خواهد داد که بسیاری از مرگ‌ومیرهای غواصی قابل پیشگیری می‌باشند و اینکه یک غواص باید قادر باشد خطرات غواصی صنعتی را به حداقل رساند، با درک و تأثیر عواملی که اکنون بعنوان علل مرگ‌ومیر غواصی شناخته شده است.

شواهد آماری STATISTICAL EVIDENCE

اطلاعات موجود در اینجا عمدتاً بر پایهٔ داده‌های جمع‌آوری شده است که با مطالعات باارزش حاصل از تلفات غواصی تفریحی recreational بدست آمده است. این اطلاعات در کشورهای مختلف جمع‌آوری شده است اما نتایج مشابه و چشمگیری را نشان می‌دهد. اما مرگ‌ومیر مربوط به غواصی تفریحی ایالت متحده آمریکا، در اصل توسط

John Mc Aniff از دانشگاه Rhode Island و NUADC تألیف شد، و در حال حاضر، توسط DAN جمع‌آوری و منتشر شد، و اخیراً ۹۴۷ غواص Scuba مدار باز را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. به علاوه نظرسنجی شامل غواصان حرفه ایی نیز میشد که در مناطق عمیق‌تر، طولانی‌تر با گازهای متفاوت با هوای فشرده غواصی میکردند. پروژهٔ BSAC کار مشابهی در انگلستان بود و Stickybeak پروژه یک مؤلف استرالیایی است. متأسفانه اطلاعات قابل توجهی در دسترس نبود و بنابراین عوامل سببی مربوط اغلب دست کم گرفته شده بود. رویکرد دیگر استرالیا (مجموعه های ANZ تلفات غواصی) انتخاب شد و براساس تصادفات تجزیه و تحلیل شد، که در آن اطلاعات کافی موجود بود تا اعتبار این تجزیه و تحلیل ثابت شود، و تعیین شود که چه عوامل مهمی به تلفات غواصی کمک خواهد کرد. بسیاری از آمارهای ما به سادگی از این منبع آمده و گردآوری می‌شود.

دیدگاه کلی OVERVIEW

اطلاعات مرگ ومیر غواصی Diving Fatality Data

- ۹۰٪ غواصان با کمربند وزنی خود میمیرند .died with their weight belt on ۹۰٪
- ۸۶٪ آنها هنگام مرگ تنها بودند .were **alone** when they died ۸۶٪
- ۵۰٪ آنها جلیقه نجات خود را باد نکردند did not inflate their buoyancy vest ۵۰٪
- ۲۵٪ آنها در آغاز غواصی در سطح، با مشکل مواجه شدند، درواقع ٪۵۰ آنها در سطح آب مردند
  encountered their difficulty first on the surface, ۵۰٪ actually died on the surfac ۲۵٪
- ۱۰٪آنها حین آموزش درگذشتند were under training when they died ۱۰٪
- به ۱۰٪ آنها توصیه شد که از لحاظ پزشکی برای غواصی مناسب نیستند.
  were advised that they were medically unfit to dive ۱۰٪
- ۵٪غواصی در غار انجام شد were cave diving ۵٪
- ۱٪از نجات‌غریق‌ها قربانی شدند of "rescuers" became a victim ۱٪

سن Age

میزان مرگ‌ومیر ثبت شده از نوجوانان (سنین ۱۹-۱۳ ساله) تا افراد هفتاد، هشتاد ساله تغییر کرد. در بعضی از دهه‌های گذشته، میانگین سن شخص متوفی نزدیک ۲۰ سال بود. بنابراین، اینجا افزایش جزئی میانگین سنی (۶۰-۴۵ سال) را نشان داد. در حال حاضر، منحنی دوطرفه به یک طرف منحرف شده است و میانگینِ سنِ مرگ‌ومیر scuba هم‌اکنون ۴۳ سال است. دلایل افزایش سنِ مرگ‌ومیر عبارت‌اند از:

- پیشرفت غواصی scuba در سال ۸۰-۱۹۷۰ از جوانان به مُسنترها رسید
- بیماری قلبی، سندرم مرگ ناگهانی، افراد مُسن‌تر زا تحت تأثیر قرار داد و غواصی بیشترین خطرات قلبی را نسبت به سایر فعالیت‌های ورزشی دارد.
- غواصی به طور فزاینده برای افراد مُرفه و فعال به یک گزینه انتخابی در زندگی تبدیل شده است که اغلب افراد مسن‌تر این ورزش را انتخاب میکنند.

جنس Gender

در سال ۱۹۹۰، یکی از ۱۰ تلفات مربوط به زنان بود. درصد واقعی زنان، در کل جمعیت غواصی در حدود ۱ در ۳ بود که نشان میداد زنان در غواصی نسبت به مردان مطمئن‌ترند. حتی در حال حاضر، زنان تنها ۲۰ درصد مرگ‌ومیر را شامل می‌شوند.

سابقه غواصی Diving Experience

در اغلب مجموعه‌ها، ⅓ افراد بی‌تجربه بودند، ⅓ تجربهٔ متوسط داشتند و ⅓ تجربهٔ قابل توجهی از قبل داشتند. خطرناکترین غواصی مربوط به اولین غواصی بود و اولین بار غواص در آب شنا میکند. در نیمی از موارد قربانی براساس اظهارات شاهدان، قبلاً به صورت آهسته غواصی میکرد و بعد تجربهٔ غواصی خود را افزایش داد (عمق، طول مدت غواصی، شرایط محیطی، تجهیزات و غیره) و بنابراین او تجربهٔ نهایی غواصی را نداشته است. به این دلیل، هر غواص نمیتواند هر یک از پارامترهای غواصی خود را گسترش دهد (عمق، مدت زمان غواصی، محیط، تجهیزات) و به آنها توصیه می‌شود که برای انجام این‌کار تنها با ناظران باتجربه مشورت کنند.

* علل عمدهٔ مرگ‌ومیر در کالبدشکافی مشخص می‌شود

با توجه به گوامی مرگ، اکثر غواصان در نهایت غرق می‌شوند (بیش از ۸۰ درصد)، اما معمولاً تعدادی از عوامل وجود دارند که در ناتوان‌سازی غواص، قبل از حادثه نهایی (غرق شدن) کمک میکنند.

غرق شدن حقیقتاً تنها حرکت نهایی دنباله‌ای از حوادث است که به مرگ منجر می‌شود. غرق‌شدگی، بازتاب متوسطِ وقایع است که در آن حادثه بیش از خود حادثه بروز می‌کند. غرق شدن، اغلب علت واقعی مرگ را در هاله‌ای از ابهام فرو می‌برد. مگر در مواردی که عوامل دیگر دخالت داشته باشند، غرق شدن هرگز نباید در غواصان scuba رخ دهد چرا که غواص دستگاه تغذیه هوای شخصی خودش را با خود حمل می‌کند!

غرق شدن به دلیل مشکلات موجود ایجاد می‌شود نظیر امراض قلبی، باروتروما ریوی، اختلالات استرس، بیهوشی به هر علت، استنشاق آب نمک، تروما، نقص تجهیزات یا خطرات زیست محیطی و غیره. اینها در بخشهای زیر و در فصلهای بعدی نشان داده شده است.

عوامل اصلی مرگ‌در اتوپسی Major Causes of Death identified at Autopsy

مرگ‌ومیرها معمولاً نتیجهٔ ترکیبی از مشکلات می‌باشند، که به تنهایی ممکن است زندگی را به خطر اندازند. عوامل مؤثر مرگ‌ومیر هنگامیکه طبقه‌بندی شوند، به آسانی قابل درک می‌باشند و ما آنها را به گروه‌های زیر طبقه‌بندی می‌کنیم:

عوامل دخیل CONTRIBUTING FACTORS

* تکنیکهای غواصی (تغذیهٔ نامناسب هوا، شناوری، سیستم غواص همراه)

Diving Techniques (Inadequate air supply, buoyancy, buddy system)

* عوامل انسانی (پزشکی، فیزیولوژیکی، روانی)

Human Factors (medical, physiological, psychological)

* عوامل مربوط به تجهیزات (سوءاستفاده، عیب و نقص)

Equipment Factors (misuse, faults)

* عوامل زیست محیطی

Environmental Factors

تکنیکهای غواصی DIVING TECHNIQUES

تغذیه نامناسب هوا Inadequate Air Supply

در نظرسنجی و بررسی نیمی از مرگ‌ومیرها (۵۶٪)، حوادث بحرانی زمانی رخ می‌دهد که تغذیهٔ هوای غواص کم شده یا کاملاً تمام شده باشد. (OOA[1] ، LOA[2]). به دنبال مرگ‌ومیرها، تجهیزات غواصی مورد آزمایش قرار گرفت و در هنگام بازدید مشخص شد که تعدادی از قربانیان تغذیه مناسبی از هوا را داشتند که در کپسول باقیمانده بود. با بررسی DNA مشخص شد که ۴۱٪ آنها در این وضعیت فوت کردند. هنگامیکه غواص از وضعیت کمبود هوا (LOA) آگاه شد، مشکلات زیادی برای او به وجود آمد. برخی غواصان میمیرند، درحالیکه آنها سعی میکنند لولهٔ مخصوص تنفس را در زیر آب به سطح برسانند، و برای حفظ هوا (۸٪) تلاش میکنند. نگرانی در مورد کمبود هوا، احتمالاً باعث اختلال توانایی غواص می‌شود زیرا او نمیتواند با مشکلات حین غواصی کنار آید، و این امر باعث می‌شود که غواص بی‌موقع به سطح برسد و یک حالت استرس در او ایجاد شود، چراکه او قادر نیست تحت این شرایط به سطح برسد. در بسیاری از موارد، غواصِ LOA به تنهایی با این مشکلات روبه‌رو می‌شود، درصورتیکه غواص همراه او هوای بیشتری در کپسول دارد، آنها بی‌خبر از این شرایط وخیم به غواصی ادامه می‌دهند.

با برنامه‌ریزی مناسب در غواصی، از قرار گرفتن در وضعیت LOA باید اجتناب شود و برای غواصی برنامه‌ریزی شده از یک سیلندر با ظرفیت کافی استفاده شود و مشاهدهٔ مکرر مقیاس‌سنج باید صورت گیرد. به خصوص یک روش خطرناک این است که به عمد تمام هوای موجود (تنفس خشک مخزن) استفاده شود. بنابراین فرصت کمتری برای کنار آمدن با این قضیه وجود دارد و به احتمال زیاد صعود اضطراری و استنشاق آب نمک وجود دارد. غواصی همیشه باید با حداقل فشار کپسول هوا ۵۰ATA انجام شود و غواص در این عمق باقی بماند.

توضیح روشهای جلوگیری و مقابله با وضعیت OOA و LOA شرح داده شده است.

---

۱ Out of Air

۲ Low of Air

در برخی موارد، غواص یک سیلندر کوچک‌تر از حد معمول ۲۰۰۰ لیتر (۷۲ cu.ft) را به‌کار میبرد. یک سیلندر ۱۴۰۰ لیتری (۵۰ cu.ft) کمتر از یک سیلندر قراردادی استقامت دارد و تنفس کمتری انجام می‌شود و یکبار دیگر شرایط LOA در عمق ایجاد می شود. بعلاوه غواصی که از یک سیلندر کوچکتر استفاده می‌کند معمولاً هوا را زودتر خارج می‌سازد، درنتیجه او تشویق می‌شود که از گروه خود زودتر جدا شود.

شناوری Buoyancy

در بررسی ANZ مشاهده شد که نیمی از قربانیان غواصی (۵۲٪) با مشکلات شناوری روبه‌رو شدند. بیشتر این مشکلات به خاطر شناوری‌نامناسب بود، اما برخی از آنها (۸٪) بیش از حد شناور ماندند. بررسی قربانیان نشان داد که مشکلات شناوری، شایع‌ترین حادثه زیان‌آوری بودند که به مرگ غواصان منجر شدند.

تغییرات ویژهٔ شناوری در wet suits (لباسهای خیس و مرطوب)، عامل بسیار مهمی است. یک لباس wet suit در سطح آب نیاز به خاصیت شناوری نسبتاً زیادی دارد که باید با وزن جبران شود.

فرمول تقریبی شناوری این است:

- ۱ kg برای هر ۱ میلیمتر ضخامت لباس غواصی
- ۱ kg برای «long john» extensions و یک کلاه
- ۱ kg برای یک مخزن آلومینیوم
- ۲-۱± kg برای تغییرات بدن فرد در شناوری از نظر حجم بدن و توده چربی

براساس فرمول بالا، ۴۰٪ از غواصانی که مردند، در سطح آب وزن زیادی داشتند. این عامل بیشتر در عمق رخ داده بود. هنگامیکه وزن مطابق این فرمول باشد، طبیعتاً غواص باید شناور در سطح یا نزدیک به صفر باشد. در این وضعیت، نزول یا صعود تقریباً آسان است.

در طول نزول، لباس غواص (wet suit) فشرده می‌شود، و باعث شناوری معکوس غواص می‌شود. در این حالت جبران کنندهٔ شناوری(B.C)[۱] وارد عمل می‌شود. آن به قدر کافی متورم می‌شود تا شناوری طبیعی بازگردانده شود. به همین دلیل است که به آن جبران کنندهٔ شناوری می‌گویند.

ظاهراً، برخی از غواصان عمداً خود را در سطح آب سنگین می‌کنند، این وزن اضافی کمک می‌کند که غواص به آسانی به عمق نفوذ کند و با استفاده از B.C (جبران کننده شناوری) عمق خود را حفظ کرده و بعد از آن دوباره

۱- buoyancy compensator

به سطح آب بازگردد. این اتکای بیش از حد به B.C را ایجاد میسازد. متأسفانه این تمرین خطرناک توسط برخی از مربیان ترویج یافته است. به طوریکه گروههای غواصی با مهارت کم نیز می‌توانند به سرعت آموزش دیده و به عمق آب نفوذ کنند.

این تکنیک به لحاظ طول عمر غواص، روشِ سودمندی نیست. در بررسی مرگ‌ومیر غیرطبیعی غواص همراه غواص، که در شرایط LOA/OOA گرفتار شدند، نکته جالب توجه این بود که صرفنظر از افرادی که اولین بار OOA شدند، غواصان سنگین وزن جزء فوت شدگان بودند- به نسبت ۶ به ۱.

با وجود اینکه بسیاری از غواصان به B.C خود متکی هستند، آنها به غلط از آن استفاده می‌کنند. نمونهٔ آن شامل موارد زیر است: تورم اتفاقی یا تورم بیش از حد باعث صعودهای موشک‌وار می‌شود. سردرگمی بین تورم و سوپاپ سُربی، و تورم نامناسب یا آهسته به دلیل عمیق بودن آب یا LOA رخ می‌دهد.

کشش ناشی از تورم B.C (که در بسیاری از موارد، بدون رهایی تسمهٔ وزنی جبران می‌شود) عاملی است که به خستگی غواصان کمک می‌کند در نتیجه غواصان برای شنای ایمن در سطح تلاش می‌کنند. پیامدهای ناخوشایند دیگری از مشکلات شناوری‌وجود دارد. آکادمی آمریکایی علومِ زیر آب در نشست سال ۱۹۸۹، گزارش داد که نیمی از موارد بیماری کاهش فشار مربوط به فقدان کنترل شناوری‌بوده است. پس از کسب اولیه گواهی open-water، احتمالاً بهترین روش کنترل شناوری خواهد بود.

فرار از وزن Ditching of Weights

اکثر قربانیان از رها کردن وزنه غفلت کردند. فرار از وزنه باعث می‌شود که آنها با سلامت شنا کنند و از حمل وزنه‌های غیرضروری بپرهیزند. در این موارد، ماندن در سطح کاری بسیار دشوار است. این فاکتور بسیار مهم و اجتناب‌پذیر باید با بازگشت مجدد کمربند وزنی سُنتی به راحتی اصلاح شود و با مهارت در مواقع ضروری کمربند وزنی رها شود. در اوایل، مدرسان غواصی یاد دادند که کمربند وزنی باید در اوایل غواصی کنده شود و در مرحلهٔ آخر قرار داده شود. این وزنه باید برداشته شود و درصورت مشکل بالقوه در طول بازو قرار داده شود. بنابراین اگر اوضاع وخیم می‌شد غواص می‌توانست به طور داوطلبانه تسمه را رها ساخته یا اگر مشکل برطرف می‌شد می‌توانست دوباره تسمه را جایگزین کند. هنگامیکه مشکلات زیاد شوند، تسمه به صورت اتوماتیک‌وار رها می‌شود.

مسمومیت با سرب به طور مکرر باعث مرگ‌ومیر می‌شود. هنگامیکه وزنه رها می‌شود، تسمه روی شانه‌ها نگه داشته می‌شود تا از سقوط غواص جلوگیری شود و روی سایر تجهیزات پیچیده شود.

این گرفتاری برای اغلب غواصان رخ داده است و در برخی از گزارشات مربوط به مرگ‌ومیر انتشار یافته است. در سایر موارد، تسمه نمیتواند رها شود زیرا آن در زیر تجهیزات دیگر مخفی شده است. (به عنوان مثال: B.C ، مهار کوله‌پشتی، سیلندر scuba و غیره)، یا آزاد کردن قلاب غیرممکن است زیرا وزنه روی آن سُرخورده بود یا به پشت بدن چرخیده بود.

در برخی موارد، بند کمربند بیش از حد طولانی بود و با آزادسازی قلاب رها میشد. در جاییکه مکانیزم‌های رهاسازی ضعیف هستند میزان مرگ‌ومیر زیاد است، و این به خاطر استفاده از تسمه های گیره دار و سفت است (که نمی‌توان آنها را باز کرد)، یا گلوله‌های سُربی که در کوله‌پشتی قرار داده می‌شوند.

غواص در موقعیت اضطراری به شناوری‌یا صعود نیازمند است تا شناوری او بر روی سطح حفظ شود، و به سادگی با آزادسازی کمربند وزنی، قابلیت شناوری ایجاد شود. بعلاوه این اقدام در یک حالت سازگارتری انجام می‌شود و صعود نسبت به قابلیت شناوری B.C کنترل می‌شود.

سیستم گروهی غواصی Buddy Diving System

عموماً، ارزش و شرایط مطلوب در روش غواصی همراه buddy system ، در جامعهٔ غواصی تفریحی پذیرفته شده است. در فرهنگ عامه غواصی، دو اصل کلی از این مفهوم به‌دست آمده است:

* غواصی به تنهایی - مرگ در تنهایی[1]
* غواصان همراهی که ارتباط ثابت و مستقیمی با غواص ندارند، همکار آنها به حساب نیامده و صرفاً در یک اقیانوس شنا میکنند.

با وجود این، تنها ۱۴٪ از غواصانی که جان باخته‌اند، هنوز هم با غواص همراه‌شان بودند و در مجموعه‌های غواصی هاوایی، این رَقَمِ مرگ‌ومیر به ۱۹٪ رسیده بود. در ۳۳٪ از موارد ANZ ، غواصان جان باخته، به تنهایی غواصی کرده و یا بیشتر از غواص همراه خود جدا شده‌اند.

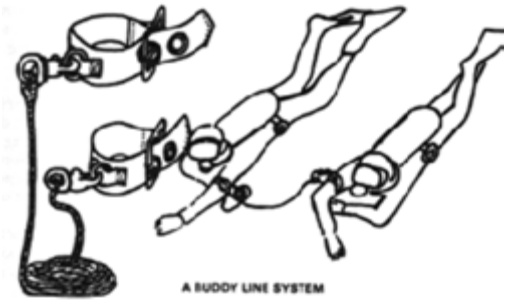
۲۵٪ آنها بعد از پیشرفت مشکل، غواص همراه خود را ترک کرده و ۲۰٪ آنها با وجود مسائل دیگر از غواص همراه خود جدا شده‌اند. در مجموعه‌های DAN ، از بین افرادی که غواصی را با یک همراه آغاز کردند، ۵۷٪ آنها در زمان مرگ از هم جدا شده بودند.

یکی از متداولترین دلایل جدایی یک غواص (بعد از مصدومیت) داشتنِ اکسیژن نامناسب، OOA یا LOA بود. در این شرایط، اغلب غواص همراه به تنهایی غواصی را ادامه می‌دهند یا قبل از رهایی قربانی و ادامهٔ غواصی، او را به سطح می‌رسانند. از buddy system ، استفاده‌های نابجایی صورت می‌گرفت. در برخی موارد، غواصی با بیش از دو غواص «buddied» منجربه سردرگمی می‌شد زیرا فردی مسئول افراد دیگر بود. یک نوع خاصی از این روش، تکنیک آموزشی است که در آن گروهی از غواصان بی‌تجربه از سرپرست غواصی پیروی می‌کنند. هنگامیکه شخصی LOA می‌شود، با شخص دیگری در همان شرایط و موقعیت جفت می‌شود (معمولاً یکی دیگر از افراد بیتجربه است)، و هر دو دستور دارند که با یکدیگر به سطح بازگردند. اغلب بیشترین مصرف کنندگان اکسیژن، کم‌تجربه‌ترین افراد هستند و در حالت اضطراب بیش از حد نفس می‌کشند. دو گروه از غواصان یعنی غواصان بی‌تجربه و غواصان مضطرب به شدت با کمبود اکسیژن مواجه می‌شوند بنابراین آنها در زیر آب توسط سرپرست غواصی رها می‌شوند تا خود را حفظ کنند. در برخی دیگر، buddy (غواص همراه) باعث قربانی شدن دوست خود می‌شود و به همین دلیل بلافاصله از مشکل مطلع نمی‌شود. به طور کلی غواص باتجربه‌تر، سرپرستی را بعهده می‌گیرد و این امر موجب می‌شود که غواص همراه غواص مرتباً او را مشاهده کرده و به فرمان او عمل کنند، درحالیکه او توجه خاصی را هنگام بازگشت به سطح در نظر گرفته است. در این وضعیت، غواص بعدی (با ایجاد مشکلی نظیر LOA یا OOA) باید وقت باارزش، انرژی و هوای خود را صرف کند تا غواص همراهش را از مشکل ایجاد شده مطلع سازد مگر در مواردی که از «buddy line» استفاده شود. اغلب این روش غیرممکن بود و اولین

---

۱ "Dive alone – die alone"

نشانهٔ غواص راهنما این بود که از مشکلاتِ غواص همراه غایبش مطلع شود، افرادی که در ته دریا بیهوش شده یا در راه رسیدن به سطح وا مانده‌اند.



سیستم buddy line ممکن است زندگی غواص را نجات دهد. اما نه همیشه

نجات غواص همراه **Buddy rescue**

کمتر مواردی پیش می‌آید که غواص همراه در زمان مرگ حاضر شود. درنهایت بیشتر غواصان به دلیل رعایت نکردن اصول buddy diving به تنهایی می‌میرند. تنها در ۱٪ از موارد بود که غواص همراه تلاشگر حین نجات مردند، و این امر نشان می‌دهد که پایبندی به اصول buddy برای یک امدادگر اصل مهم و حیاتی است.

تنفس غواص همراه (اعضاء گروه غواصی) **Buddy breathing**

۴٪ از مرگ و میرها به دلیل نقص دستگاه تنفسی غواص همراه غواص می‌باشد. در بررسی غواص همراهی که دچار کمبود تنفس شدند و به NUADC منتقل شدند، اینگونه دریافتیم که بیش از نیمی از آنها در اعماق بیش از ۲۰متر تلاش زیادی را برای تنفس انجام داده‌اند. در ۲۹٪ موارد ماسک قربانی جابه‌جا شده بود و در ۱۲/۵٪ موارد فاجعهٔ آمبولی هوا رخ داده بود.

یکی از ۸ قربانی از رجوع به شیر تقاضا امتناع کرده بود که احتمالاً این‌کار او با خشم صورت گرفته است.

به عنوان مثال در یک گزارش، چاقو به مناقشه کشیده شد! با وجود این، به ندرت اهداء یک تنظیم کننده به شخص قربانی صورت می‌گرفت. استفاده از رگلاتور ۸ پا **octopus rig** یا تغذیه هوای اضطراری کاملاً مجزا **-sepa rate emergency air supply** (به عنوان مثال «یدکی هوا» "Spare Air") به نظر جایگزین رضایت‌بخشی می‌باشد،

و مزیت آن این است که یک رگلاتور یدکی برای مالک خود (و نه خیلی به ندرت) به همراه دارد که درصورت نقص تأمین کنندهٔ اولیهٔ هوا از آن استفاده می‌شود.

عوامل انسانی، پزشکی روانشناختی و فیزیولوژیکی

AND PHYSIOLOGICAL MEDICAL, PSYCHOLOGICAL HUMAN FACTORS

در کمتر از ۲۵٪ موارد غواص از قبل بیماری داشته که در اینصورت باید او را از غواصی منع کرد (در مقایسه با ۸ تا ۱۰ درصد جمعیت بالقوهٔ غواص کارآموز). این امراض یا غواص را می‌کُشد یا او را مستعد حوادث غواصی می‌سازد. در ارزیابی علت مرگ‌ومیر scuba ، به راحتی میتوان از اختلالات چشم‌پوشی کرد که از لحاظ پاتولوژی قابل توصیف نمی‌باشند. مانند وحشت و خستگی، لیکن وقوع آن در حین تصادفات کمتردرک می‌شود. غرق‌شدگی از لحاظِ آسیب‌ها در هاله‌ای از ابهام است و برخی موارد مانند آسم یا سندروم مرگ ناگهانی ممکن است در کالبدشکافی نشان داده نشوند.

وحشت Panic

۳۹٪ از مرگ‌ومیرها مربوط به وحشت می‌باشد. هراس، واکنش استرس روانی حاصل از اضطراب شدید است و مشخصهٔ آن رفتار دیوانه‌وار و غیرعقلانی است. این حالت پاسخ غیرمعقول است که شانس زنده ماندن را کاهش می‌دهد.

یک سری از غواصان استرالیایی مورد بررسی و مطالعه قرار گرفتند و مدارک و شواهد مربوط به وحشت و اضطراب در رفتار آنها مشاهده شد. سایر مطالعات نشان داد که ۶۰-۴۰٪ درصد غواصان دچار Panic وحشت شده‌اند. هنگامیکه غواص با محیط ناآشنا روبه‌رو میشد یا با مواردی مثل LOA ، OOA ، دید ضعیف، آشفتگی آب، عمق غیرعادی، مشکلات شناور ماندن در آب (معمولاً شناوری ناکافی)، و یا جدایی از غواص همراه غواص را تهدید می‌کند، وحشت معمولاً سراپای او را فرا میگرفت. بعد از دستپاچگی و اضطراب، غواص بارها و بارها فعالیتهای نامناسبی را از خود نشان می‌دهد مثل شکستن وزنهٔ اتصال یا جبران کنندهٔ شناوری، صعود سریع، یا رها کردن تجهیزات ضروری نظیر ماسک، snorkel و رگلاتور.

خستگی Fatigue

در ۲۸٪ موارد، خستگی عامل غرق شدن بود. خستگی حاصل فشار بیش از حد است، و ظرفیت غواص را برای زنده ماندن محدود می‌سازد. وضعیت نامناسب فیزیکی آن را بدتر می‌سازد.

این حالت معمولاً از شرایط گوناگون حاصل شده از جمله اینکه غواص تلاش می‌کند تا در سطح باقی بماند. درحالیکه وزن بیش از حد و شنای طولانی در شرایط نامطلوب و یا شنا در دریا با کشش بیش از حد شناوری B.C عامل خستگی غواصان بوده است. عامل خستگی تنها به غواصان unfit (نامناسب از لحاظ فیزیکی) محدود نمی‌شد و تحت شرایط خاص هر غواص خسته می‌شود. در برخی از موارد، خستگی با سندروم آسپیراسیون آب نمک، عوارض قلبی یا آسم همراه می‌باشد.

آسپیراسیون آب نمک Salt Water Aspiration

(استنشاق آب نمک)

این عامل تنها در ۳۷٪ از موارد مشاهده شده بود. این رقم نشان می‌دهد که غواص هوشیار، مقدار بسیار کمی از آب دریا را استنشاق میکند. در بسیاری موارد، آسپیراسیون آب نمک به دلایل زیر ایجاد می‌شود: نشتی رگلاتور، آسپیراسیون بر روی سطح پس از حذف رگلاتور (تنظیم کننده هوا)، و (تنفس غواص همراه)[۱].

در اغلب موارد استنشاق آب نمک، آخرین رویدادی بود که میتوانست شرایط را بدتر سازد. این اتفاق بارها با بروزِ وحشت[۲]، خستگی و سایر عوارض تنفسی ایجاد شده است.

باروترومای ریوی Pulmonary Barotrauma

۱۳٪ از مرگ‌ومیرها، شواهدی دال‌بر باروترومای ریوی را حین کالبدشکافی نشان می‌دهند. در برخی از موارد، انفجار ریه نسبت به موارد اولیه یک حالت بغرنج و پیچیده‌ای است. عوامل بروز باروتروما متعدد می‌باشد ازجمله هراس، صعود شناوری سریع، تنگی نفس (آسم) و نقص رگلاتور. نیم دیگری از عوامل ناشناخته مانده بود.

(سندروم مرگ ناگهانی) قلبی Cardiac (Sudden Death Syndrome)

در این موارد، آسیب‌شناسی قلبی یا نشانه‌های بالینی امراض قلبی دیده شده است. در مجموعه‌های DAN ، ۲۶٪ از مرگ‌ومیرها به این دلیل بوده است.

۶۰٪ افراد از درد قفسه سینه، نفس‌تنگی یا احساس ناخوشی قبل یا حین غواصی شکایت کرده‌اند، و این امر منجربه مرگ‌ومیر شده است.

قربانیان معمولاً افراد مُسن‌تر هستند- سندرم مرگ ناگهانی ۴۵٪ از مرگ‌ومیرهای scuba را در افراد بالای ۴۰ سال توصیف می‌کند. پزشکان اغلب غواصان باتجربه‌تری را مورد بررسی قرار می‌دهند که دارای سابقه شناخته شدهٔ قلبی (ضربان نامنظم یا کم‌خونی موضعی) یا فشار خون بالا هستند- اغلب، فشار خون آنها با دارو کنترل می‌شود (به ویژه با مسدود کننده‌های بتا) آنها معمولاً بی‌سروصدا میمیرند و پاتوفیزیولوژی احتمالاً آریتمی قلبی را نشان می‌دهد (فیبریلاسیون بطنی). احیا تحتِ این شرایط محیطی، مشکل یا غیرممکن می‌شود. عوامل تسریع کنندهٔ سندرم مرگ ناگهانی، ضربان بسیار سریع و نامنظم قلبی را ایجاد میسازد که شامل موارد زیر میباشد:

ورزش، داروها، هیپوکسی ناشی از آسپیراسیون آب نمک، اختلالات تنفسی تحتِ شرایط dysbaric از طریق رگلاتور، رفلکسهای قلبی- تنفسی و قرار گرفتن در معرض سرما.

تنگی‌نفس (آسم) Asthma

در بررسی ANZ مشخص شد که دست کم، ٪۹ مرگ و میر غواص به دلیلِ مشکل تنگی‌نفس (آسم) بوده است و حداقل ٪۸ از موارد مربوط به آسم به مرگ‌ومیر کمک کرده است.

۱- buddy breathing

۲- (Panic)

در برخی نظرسنجی‌ها (به خصوص افرادی که کمترین اطلاعات را راجع به مرگ‌ومیر دارند، یا کسانیکه به طور خاص، سابقهٔ پزشکی قبلی را کنترل نکردند) این داده‌ها بسیار آشکار و بدیهی نیست.
افراد مبتلا به آسم باید به طور معمول، با آزمایش پزشکی مناسب کنترل شوند. با این حال، نظرسنجیها نشان داده است که بین ۰.۵ و ۱٪ از غواصان مبتلا به آسم هستند که این رقم با ۹٪ از مرگ‌ومیرها مقایسه شده است که تحت این شرایط صورت گرفته است. این رقم نشان می‌دهد که آسم یک عامل خطرسازِ مهم است.
اغلب، در این گروه یک سری عوامل جانبی وجود داشت که به مرگ افراد منجر می‌شد از جمله هراس، خستگی و آسپیراسیون آب نمک. سرانجام پاتولوژی، غرق‌شدگی یا باروتروما ریوی را نشان داد. خطر باروتروما ریوی قابل پیش‌بینی است با توجه به اینکه آسم راه هوایی را باریک و مسدود می‌سازد. علاوه بر این امکانِ خطر حملهٔ آسم، حین غواصی وجود دارد. در این نظرسنجی مشخص شد که تعداد قابل توجهی از غواصان به این روش مُردند و برخی از آنان بازگشتند تا داروهای خود را مصرف کنند (aerosol inhalers). برخی دیگر از غواصان این دارو را قبل از غواصی مصرف کردند.
محیط زیست غواصی می‌تواند بیماری آسم را به چند روش تشدید سازد:

استنشاق آب نمک Salt water aspiration

برخی از پزشکان متخصص دستگاه تنفسی، اسپری‌هایی را در مورد حملهٔ آسم تجویز می‌کنند. هنگامیکه غواصان در آب دریا غوطه‌ور می‌شوند مقداری از آب نمک دریا را از طریق رگلاتور استنشاق می‌کنند. که این موضوع می تواند باعث آسم شود.

هوای سرد و خشک Cold dry air

تنفسِ رسوبِ ذرات جامد موجود در یک محلول گاهی اوقات باعث حملات آسم می‌شود. غواصان به طور مداوم این نوع از هوا را تنفس میکنند. این هوا به دقت توسط ایستگاهِ پُرکننده خشک می‌شود قبل از اینکه استفاده شود و در مخازن scuba پُر شود و هنگام انبساط در رگلاتور، سرد می‌شود.

اِعمال فشار(فعالیت بدنی) Exertion

اعمال فشار، بسیاری از حملات مربوط به آسم را تشدید میسازد. حتی اغلب غواصی معمولی هم می‌تواند فشار غیرمنتظره و بی‌حدوحصری را برای غواص ایجاد سازد که به علت عوامل محیطی نامطلوب به وجود می‌آید مانند آب ناهموار یا جریانات مربوط به جزر و مد.

هیپرونتیلاسیون Hyperventilation

اثرات مربوط به اضطراب باعث فشار بالا و تغییرات گازهای تنفسی می‌شود. این عامل، اثر کمی روی ریه‌های طبیعی دارد.هیپرونتیلاسیون Hyperventilation ، آسم را در افراد مستعد تحریک میسازد.

مقاومت در برابر تنفس Breathing against a resistance

در بسیاری از موارد، اولین مشکل که در عمق ایجاد می‌شود مقاومت در برابر تنفس است، در آنجا هوا متراکم‌تر است و مقاومت تنظیم کننده افزایش یافته است- مانند وضعیت LOA یا OOA. مطالعهٔ دنور Denver نشان داد که اگرچه غواصان نرمال و طبیعی با ورزش یا تنفس از طریق رگلاتور scuba هر تغییری را در عملکرد تنفسی خود نشان ندادند، ابتلا به آسم به ترتیب از ۱۵٪ و ۲۷٪ کاهش داشته است.

استفراغ Vomiting

به غیر از مواردی که در آن استفراغ حین احیا صورت میگیرد- در **۱۰درصد** موارد، استفراغ آغاز شده و یا حادثه را تشدید می‌سازد. این حالت اغلب با دریازدگی یا آسپیراسیون آب نمک همراه است، اما مشکلات مربوط به گوش و حلزون بیش از حد به این حالت (استفراغ) کمک می‌کند.

خواب نیتروژن Nitrogen Narcosis

در ۹درصد موارد، این حالت در عمق آب ایجاد شده است، اما در مجموعه ANZ هرگز تنها دلیل مرگ‌ومیر نمی‌باشد.

بیماری‌های تنفسی Respiratory Disease

بیشتر از ۷٪ تلفات به دلیل برونشیت مزمن، چسبندگی غیرطبیعی pleural ، آسیب قفسه سینه و یا سایر شرایط تنفسی بوده است. از آنجا که تعداد کمی از غواصان، دارای این شرایط میباشند، بیشتر مرگ‌ومیرها به این خاطر صورت می‌گیرد.

مواد مخدر Drugs

الکل و حشیش (ماریجوانا) به غرق شدن غواصان کمک میکنند. کوکائین عامل مرگ ناگهانی ورزشکاران است. چه چیزی تعجب ما را میان داروهای فشار خون و مرگ ناشی از سندرم ناگهانی برمی‌انگیزد؟ به نظر میرسد که داروهای ضد آسم هم همین نقش را ایفا میکنند و با مرگ ارتباط دارند.

بیماری تقلیل فشار Decompression Sickness

خوف از بیماری تقلیل فشار(DCS) ، ذهن اکثر غواصان را به خود مشغول کرده است. شاید به این خاطر است که چرا در مطالعات ANZ هیچگونه مرگ‌ومیری تحت این شرایط گزارش نشده است، و در NUADC کمتر از ۱٪ مرگ‌ومیر گزارش شده است. پزشکان هاوایی ۴٪ از مرگ‌ومیر را ناشی از غواصی‌های عمیق به جهتِ مرجان سیاه می‌دانند. نظرسنجی DAN به ۲.۵٪ رسیده است، احتمالاً به خاطرِ داخل شدنِ غواصان حرفهای به مناطق عمیق‌تر است- در آن مطالعه عمق متوسط ۶۸ متر گزارش شده است (FT۲۲۶).

درحالیکه بیماری تقلیل فشار(DCS) یکی از علل مهم و جدی معلولیت (مثل فلج نیمه بدن) در تمام غواصان

است، اما علت مکرر مرگ‌ومیر غواصان تفریحی نمی‌باشد. با این حال، این موضوع درمورد غواصان حرف‌های صدق نمی‌کند و آنها کمتر درگیر آن هستند.

مشکلات وسایل و تجهیزات EQUIPMENT PROBLEMS

بخش قابل توجهی از مرگ‌ومیرها با خرابی تجهیزات (٪۳۵) یا عملکرد بد دستگاه‌ها (٪۳۵) در ارتباط بودند. در گروهی از تجهیزات عیب‌دار و وسایل ناکارآمد، اصطحکاک وجود داشت.

با وجود فناوری‌های پیشرفته موجود، تجهیزات مُدرن هنوز هم خراب می‌شوند و غواصان باید خود را برای مواجه شدن با این خرابی‌ها آماده سازند.

تنظیم کننده هوا Regulator

در ۱۴٪ مرگ‌ومیرها، تنظیم کننده دچار نقص شده است و در ۱درصد موارد، رگلاتور بد عمل کرده است. بعداً آزمایش رگلاتور نشان داد که اکثر مشکلات به دلیل نشت و استنشاق آب نمک بوده است، اما در برخی موارد مقاومت بیش از حد در برابر تنفس وجود داشته است که این امر یک مکانیزم غیرعادی را ایجاد ساخته است. در برخی موارد، نقص رگلاتور یا اختلال عملکرد مکانیکی شیلنگ فاجعه‌آمیز بوده است. مشکلِ بدست آوردنِ هوای قابل استفاده از طریق رگلاتور، اغلب با عواملی مثل وحشت یا خستگی همراه است.

باله Fins

در ۱۳٪ از موارد، غواص یک یا دو بالهٔ خود را از دست داده است. در برخی موارد، این مشکل به دلیل داشتنِ باله‌های معیوب یا نامناسب صورت گرفته است اما در اکثر موارد این اتفاق امری بدیهی و آشکار نیست. توضیح این قضیه این است که به احتمال زیاد، باله‌ها به دلیل تلاشهای شدید حین شنا از دست رفته‌اند و غواص تلاش می‌کند که با شناوری[1] نامناسب، خود را روی آب شناور نگه دارد یا برای یک شنای ایمن تلاش می‌کند.

هنگامیکه یکی از باله‌هایش را از دست دهد، راندمان شنای او به شدت دچار اختلال می‌شود. احتمالاً هراس و خستگی نقش قابل توجهی را در این شرایط ایفا می‌کنند.

جبران کنندهٔ شناوری (BC) Buoyancy Compensator

در ۸٪ از موارد، B.C بَد عمل میکند. معمولاً این امر به دلیل نقصِ سیستم تزریق هوا به BC است، اما برخی از جبران کننده‌های شناوری‌متورم باقی نمی‌مانند. در ۶٪ از مرگ‌ومیرها، جبران کنندهٔ شناوری‌بدعمل می‌کند. برخی از غواصان، سوپاپهای inflation و dump را اشتباه میگیرند که این امر معمولاً باعث تورم بیش از حد B.C می‌شود و صعود را به صورت کنترل نشده تسریع میسازد.

---

۱ (buoyaney)

سیلندر **scuba**

۱۲٪ از مرگ‌ومیرها به دلیل مشکلات سیلندر بوده است که معمولاً این سیلندرها بَد عمل کرده‌اند. این مشکلات عبارت‌اند از: پُر شدن نامناسب سیلندر، استفاده از یک سیلندر خیلی کوچک برای غواصی، خارج شدن سیلندر از دهانهٔ خود، نقص در باز کردنِ شیر سیلندر.

سایر مشکلاتِ تجهیزات غواصی **Other Equipment Problems**

در ۵٪ موارد یا در کمترین مورد از مرگ‌ومیرها، مشکلات ناشی از خرابی و عملکرد بَدِ تجهیزات غواصی بوده است که آنها عبارت‌اند از:

* کمربند وزنی- معمولاً در رهاسازی آن عاجزاند.

weight belt – usually inability to discard it

* harness (دهانه کمربند)- نقص در طراحی یا پوشیدن کمربند وزنی

harness – design faults or covering the weight belt

* ماسک- از دست دادن، رها شدن و شکستن تسمه یا پاره شدن بند چرمی ماسک

mask – loss, flooding, and broken straps

* لباس غواصی محافظ- پوشیدن لباس نامناسب، معمولاً لباس غواصی خیلی تنگ

protective suit – ill fitting, usually too tight

* Lines (طنابها)- گیر کردن طنابها

lines – entanglement

* Gauges (مقیاس‌سنج)- غلط خواندن مقیاس‌سنج، ضربه به آن

gauges – faulty readings, blow offs

مشکلات محیط زیست **PROBLEMS ENVIRONMENTAL**

عوامل محیطی به ۶۲٪ از مرگ‌ومیرها کمک کرده است. و یک عامل مستعد کننده برای حوادث خطرناک است.

مرگ‌ومیر در نزدیکی سطح **Deaths near the Surface**

۲۵٪ اتفاقات در نزدیکی سطح شروع شده است و ۵۰٪ غواصان در سطح فوت کرده‌اند. این اتفاق معمولاً تعجب‌آور است چرا که بیشترِ غواصان در سطح آب، ایمنی لازم را رعایت می‌کنند.

آب متلاطم (سفید) **Turbulent (White) Water**

شرایط دشوار آب در ۳۶٪ از مرگ‌ومیرها دیده شده است. این مشکلات عبارتند از:

جریان بیش از حد آب (جزرومَد)، آب کدر، surf (خیزاب کنار دریا) و موج در اطراف صخره‌ها، حرکت موج در زیر آب، اختلال دید ناشی از این شرایط.

این شرایط نامناسب غواص را مجبور می‌سازد تا قبل از موعد مقرر به سطح بازگردد، یعنی در وضعیت OOA یا LOA ، و افرادی بودند که غالباً با وزن زیاد خود، مانع شناوریشان شده‌اند.
خستگی یا هراس منجربه غرق شدن آنان شده است.

عمق **Depth**

عمق بیش از حد باعث ٪۱۲ از مرگ‌ومیرها بوده است. اغلب غواصی‌های کشنده در مناطق عمیق صورت گرفته است. مناطق عمیق، محیط تاریکتر و خطرناکتری برای غواصی می‌باشند.
خطرات ناشی از عمق بیش از حَد قابل پیش‌بینی هستند. آنها عبارتند از: مصرف زیاد هوا، تشخیص غلطِ ناشی از بیحسی و خواب‌آلودگی نیتروژن، آب سرد، کاهش دید، شناوری کم یا نقص در شناوری، مصرف بیش از حد هوا، مقاومت در برابر تنفس و صعود طولانی مدت در مواجه با این مشکلات.

سایر مشکلات زیست محیطی **Other Environmental Problems**

عواملی که به کمتر از ٪۱۰ مرگ‌ومیرها کمک می‌کنند عبارت‌اند از:

- غواصی‌های درون غار- گاهی اوقات باعث مرگ‌های مضاعف می‌شود

cave dives – sometimes causing multiple deaths

- آسیب ناشی از حیوانات دریایی- از جمله کوسه و گزش حیوانات دیگر، گزیدگیهای دریایی (٪۶-۳)

(**marine animal injury** – including shark and other animal bites, marine stings ۳–۶٪)

- مشکلات ورود و خروج آب **difficulties entering and exiting** the water
- سرما **cold**
- گیر کردن با طناب، رشته‌ها و اشنه دریایی **entanglements** with ropes, lines and kelp
- به دام افتادن (entrapment)- زیر غارها، برآمدگیها یا قایقها و یا زیر یخ

entrapment – under caves, ledges, or boats

- غواصی در شب **night** diving

مرگ‌ومیر غواصان حرفه ای **DEATHS IN PROFESSIONAL DIVERS**

میزان مرگ‌ومیر غواصان حرفهای بسیار بالاتر از میزان مرگ‌ومیر غواصان تفریحی می‌باشد، به ویژه هنگامیکه در سکوهای نفتیِ مناطق عمیق دریا غواصی می‌کنند. میزان مرگ‌ومیر تا ٪۸/۴ در هزار، هر سال گزارش شده است.
علل مرگ‌ومیر غواصان تفریحی متفاوت است.
بیماری تقلیل فشار(DCS) و CAGE برای بیش از ٪۲۸ از مرگ‌ومیرها گزارش شده است. این غواصان نه تنها بارها دچار بیماری تقلیل فشار(DCS) شده‌اند، بلکه گاهی اوقات جان خود را بر اثر این بیماری از دست داده‌اند.
از آنجایی که محیط نامساعد در مناطقی مانند دریای شمال، دریای سرد و متلاطم عامل مهمِ مرگ‌ومیر بوده‌اند، این مرگ‌ومیرها با عمق و مدت زمان غواصی‌های فنی افزایش یافته است. غواصی محصور، از جمله غواصی در

غارها، نجات کشتی خسارت دیده، لاشهٔ کشتی، غواصی در زیر یخ، خطرات زیادی به دنبال دارد که معمولاً غواصی تفریحی در معرض این خطرات قرار ندارد.

سایر عوامل مهم، نقص تجهیزات (غواصان اشباع saturation برای زنده ماندن خود به تجهیزات بی‌عیب و نقص وابسته هستند)، و استفاده از مخلوط گاز خطرناک تر است. با کمال تعجب، به‌رغم قوانین نظارتی لازم و دقیق پزشکی، ۶٪درصد از مرگ‌ومیرها حین امداد و نجات اتفاق میافتد.

خلاصه SUMMARY

به طور کلی، تلفات غواصی از عوامل مختلفی به وجود می‌آیند که هیچ کدام به تنهایی سبب بروز فاجعه نمی‌شود. عوامل مؤثر یک الگوی ضروری را نشان می‌دهد که طبق این الگو غواص باید آموزش و مهارت لازم را دیده باشد. برای مثال، اکثر مرگ‌ومیرها در غواصانی رخ داده بود که از لحاظ پزشکی برای غواصی نامناسب بودند یا عنصر LOA یا OOA را داشتند. این مرگ‌ومیرها باید تا حد زیادی به وسیلهٔ معاینات پزشکی مناسب غواصی، قبل از اجرای غواصی و برنامه‌ریزی مناسب و نظارت بر عرضه هوا قابل پیشگیری باشد.

گزارش موردی

ممکن است ترکیبی از عوامل باعث مرگ و میر و تلفات غواصی شود که به شرح زیر می‌باشد:

یک جوان بی‌تجربه، کمی خودرأی، با آموزش نه چندان خوب، مردی است که متعهد می‌شود در آبهای آزاد تحت شرایط نسبتاً ناآشنا شنا کند. او سالم است اما هیچ نشانی از ورزش منظم به‌جز غواصی مکرر در او دیده نمی‌شود. برنامه غواصی او نامعلوم است و او هیچگاه با غواص همراهش مشورت نمی‌کند. او به خاطر شرایط ناآشنا کمی اضطراب دارد. او تمرینات معمولِ خود را با تعداد زیادی از وزنه‌ها ادامه می‌دهد، در ابتدا B.C (جبران کننده شناوری) خود را پُر از باد می‌کند و سپس در نزدیکی سطح آن را خالی می‌سازد تا این روش به او کمک کند که راحت‌تر زیر آب فرو رود. شیفتگی محیط زیست باعث می‌شود که او و غواص همراهش در عمق ۴۰ متری غواصی کنند جاییکه عمیق‌تر از حد معمول است. او مقیاس‌سنج و سیستم هشداردهنده را چک میکند تا همیشه نزدیک مسیر بماند. درک این مطلب که ممکن است کاهش فشار لازم برای غواصی وجود داشته باشد، او را دچار اضطراب و دلواپسی میسازد اما او ممکن است برای توقف اَمن، هوای مناسب و کافی نداشته باشد. در صورت لزوم، او ممکن است از کاهش فشار مورد نیاز مطمئن نباشد و هیچ جدولی با خود نداشته باشد.

او دریچهٔ انبساط هوا[۱] را روی جبران کنندهٔ شناوری(B.C) خود فعال میسازد، اما برای رسیدن به سطح فعال‌سازی این دریچه کافی نیست و غواص خودش نیز باید فعالیت کند. او تنها با سختی فراوان به سطح میرسد . قادر نیست با غواص همراهش ارتباط برقرار سازد زیرا غواص همراهش در مسافت دوردست مشغول، موجودات زندهٔ دریایی است. تغذیهٔ هوای او در طول صعود تمام می‌شود و با حالت وحشت به سطح می‌رسد. او برای شناور ماندن مشکلِ بسیار زیادی دارد، اما در حالت آشفتگی و پریشانی از رهاسازی کمربند وزنی خود و پر کردن جلیقه نجات (B.C) غفلت می‌کند. با استنشاق آب دریا و از دست دادنِ کلی باله‌ها، وضع نامساعد او بدتر می‌شود. او خسته می‌شود و برای باقی ماندن روی سطح تلاش میکند چرا که خاصیت شناوری منفی و نیروی محرکه او کاهش می یابد. بعداً

۱- inflation

تیم جستجو بعدها بدن او را در ته دریا پیدا کرده- به طور مستقیم در جاییکه او را پیدا کرده اند. تیم جستجو برای رساندن بدن او به سطح دچار مشکل می‌شوند مگر اینکه آنها کمربند وزنی او را آزاد سازند.

عوامل مهم در مرگ‌ومیر غواصی تفریحی عبارتند از:

- رد صلاحیت شرایط پزشکی diving with disqualifying medical conditions
- وحشت panic
- خستگی fatigue
- حرکت آب water movement
- مشکلات شناوری buoyancy problems
- OOA یا LOA
- شرایط جانبی دریا adverse sea conditions
- در هنگام سختی، نقص در رهاسازی کمربند وزنی
- بد ایتفاده کردن سیستم غواص همراه قوانین failure to ditch the weight belt when in difficulty
- نادیده گرفتن یا به‌کار بردن غلط buddy system ignoring or misapplying the buddy system
- استفاده نادرست از تجهیزات improper use of equipment
- خرابی تجهیزات failure of equipment

پیشگیری PREVENTION

بسیاری از عوامل مربوط به مرگ‌ومیر در غواصی قابل پیشگیری هستند.

برخی تغییرات با تأکید بر آموزش غواص، به بهتر شدن آموزش کمک می‌کند و در جاییکه خطرِ بسیار زیاد غواصی وجود دارد این آموزش می‌تواند بسیار مفید باشد. غواصانی که از تئوری کاهش فشار و تمرین بسیار آگاه نیستند، تمام هوا را مصرف کرده و در تنهایی غرق می‌شوند، آنها بیش از حد کمربند وزنی به خود بسته‌اند.

قبل از غواصی تلاش می‌شود تا مهارتهای آبی لازم از جمله شنا بدون کمک صورت گیرد و غواص باید norkel (شیلنگ مخصوص هوا در زیر آب) را همراه خود داشته باشد. آموزش scuba باید از طریق مربیان حرفه‌ای غواصی، هم برای آموزشهای اولیه آبهای آزاد و هم برای دوره‌های بعدیِ کنترل شناوری، نجات و غواصی پیشرفته انجام شود. در مدتی‌که فعالیتهای وسیع غواصی انجام می‌شود نظارت دقیق باید بر روی محیط‌های مختلف، تجهیزات یا پارامترهای غواصی صورت گیرد.

فصل سی وپنج

فوریت های پزشکی غواصی

Diving Emergency response

مقدمه Introduction

مبحث فوریتهای پزشکی به دلیل اهمیت نجات جان پرسنل شاغل واهمیت پروژه های در حال اجرا از طرق پرسنل غیور و متخصص غواصی از اهمیت خاصی برخوردار است که در این‌بخش تمام سعی براین است که کلیه اقدامات لازم برای نجات جان پرسنل غواص حادثه دیده ، از محل حادثه با امداد اولیه تا پیشرفته ترین روشهای درمانی اکسیژن درمانی در کپسول های برداشت فشار ، به‌طور موثری آموزش داده شود.

در یک طبقه بندی کلی ، فوریتهای طب غواصی را در دو بخش عمده تقسیم میکنیم:

1- عوارض و سوانح غواصی که احتیاج به کپسول هیپرباریک برای درمان ندارند.

2- عوارض و سوانح غواصی که احتیاج به کپسول هایپرباریک برای درمان دارند.

عوارض غواصی بدون نیاز به کپسول هیپرباریک **Non -Recompression Disorders (NRD)**

1-1 مقدمه : **INTRODUCTION**

در این گروه از بیماریها علت اصلی تقلیل فشار ناگهانی به دلیل صعود سریع غواص رخ نمی دهد و در هر عمقی احتمال بروز دارند که اکثراً به دلیل عدم رعایت قوانین و استانداردهای غواصی رخ میدهند، البته تجهیزات نامناسب و آموزش صحیح اصول علمی غواصی میتواند در پیشگیری از این عوارض نقش بسیار مهمی را ایفا کند و اصول ابتدایی غواصی که در اکثر موارد از طریق مربیان با تجربه عنوان و تدریس میگردد و از طرف غواصان کم تجربه نادیده گرفته میشود عامل بسیاری از حوادث است و دو اصل زیر مهم‌ترین آنهاست:

1- اگر غواص احساس خوبی نسبت به سلامت کامل خود ندارد نباید غوص کند و هر لحظه که احساس بدی پیدا کرد باید با رعایت اصول علمی ، غواصی را خاتمه دهد .

2- هر بیماری یا عارضه ای را که در حین یا بعد از غواصی رخ می‌دهد باید ناشی از غواصی دانست مگر اینکه خلاف

آن ثابت شود و بررسی کلیه این عوارض فقط در مسئولیت پزشک غواص است که باید در Log Book غواص گزارش گردد.

بیماریهای (NRD) را بطور اجمالی و در موارد مورد نیاز با ذکر علت پاتوفیزیولوژیک شرح میدهیم که قابل استفاده پزشکان علاقمند خواهد بود و نیازی نیست مربیان و ناظران HSE سعی در یادگیری آن داشته باشند .

1-2 کمبود اکسیژن Hypoxia /Anoxia

اصولاً کاهش فشار جزیی اکسیژن محلول در پلاسما PaO_2 و یا کاهش اکسیژن متصل به Hb در خون که باعث کمبود اکسیژن درون سلولی بافتها میشود را هیپوکسی و در موارد شدید انوکسی می نامند .

1-2-1 : علل هیپوکسی در روشهای مختلف متفاوت است . مثلاً در غواصی حبس نفس[1] زمان طولانی غوص یا فعالیت بیش از حد باعث این حالت خصوصاً در هنگام صعود میگردد .

- در غواصی Scuba ، علت عمده این حالت اختلال درعملکرد سیستم تغذیه کننده هواست .
- در غواصی های (Mixed Gas) مخلوط گازی گاهی رقت اکسیژن و پایین نبودن فشار جزیی اکسیژن در مخلوط که ناهماهنگ با مدت ماموریت غواصی محاسبه شده دارد، علت اصلی است .
- در غواصی های مدار بسته[2] یا نیمه مدار بسته[3] به دلیل کثیف بودن ریه مصنوعی ، جذب بیش از حد اکسیژن می تواند علت اصلی هیپوکسی باشد.

تذکر: یکی از مهم‌ترین اصول در غواصی ایمن و بی خطر ، حصول اطمینان از عملکرد صحیح کلیه تاسیسات و تجهیزاتی است که باید به‌وسیله غواص ، سوپروایزر غواصی و ناظر HSE، براساس استانداردهای روز دنیا بررسی ، تایید و کتباً در فرم گزارش ماموریت[4] قید گردد.

1-2-2 : علائم و نشانه ها "Sign and Symptoms"

کمبود اکسیژن در غواصی به سه فرم مختلف تظاهر میکند :

A : زمانی که فشار کپسول اکسیژن کاهش می یابد

مخصوصاً در شرایط کمتر از 50 psi در این شرایط غواص احساس کمبوداکسیژن ورودی به بدن میکند و سعی در تنفس عمیق[5] را شروع میکند که به تنفس سریع یا تاکی پنیپا[6] می رسد . این حالت ضمن ایجاد اضطراب ، انرژی زیادی را از غواص میگیرد وتجربه غواص در مدیریت این شرایط براساس آموزه هایش بسیار مهم است که باید از

۱- (Hold Breath)

۲- (Close Circulate)

۳- (Semi-Closed Circulate)

٤- (Project Report)

٥- Deep Breathing

٦- Tachypnia

اصل " طبیعی تنفس[1] کن و کمترین حرکت اضافه را داشته باش " Least movement " استفاده کند و براساس فوانین صعود بدون عجله ، غواصی را خاتمه دهد . هرگونه اضطراب ، تنفس عمیق و شدید و یا صعود سریع میتواند جان غواص را در خطر اندازد .

B : در غواصی های مخلوط گازی "Mixed Gas Diving

گاهی فشار کپسول هوا کافی است ولی فشار جزئی اکسیژن مخلوط پایین است . در این شرایط به مرور غلظت اکسیژن محلول پلاسمایی Pao2 کاهش یافته که عامل اصلی تاکی پنیپا[2]ست این امر باعث افزایش انحلال گازهای بی اثر دیگر و کاهش غلظت جزیی دی اکسیدکربن PaCo2 و هیپو کربنی[3] میگردد . علائم در این شرایط از احساس سرخوشی Euphoria شروع شده و اختلالات قضاوت[4] در عمل رخ میدهد. در همین حین اختلال بینایی و اشتباهات عملیاتی مکرر رخ میدهد ، اگر چه این مرحله ممکن است توسط خود غواص درک نشود ولی غواص همراه Buddy متوجه میشود . این شرایط می تواند تا بیهوشی کامل غواص پیش رود و باعث مرگ او گردد ، لذا در شرایط فوق غواص همراه وظیفه حمایتی دارد و باید هر چه زودتر عملیات را پایان دهد و براساس قوانین صعود به سطح برگردند .

C: در غواصی های مدار بسته یا نیمه مدار بسته semi-close and close Rebreathing Diving

اغلب به دلیل اختلالات در تجهیزات پزشکی (ریه مصنوعی) بتدریج غلظت اکسیژن PaO2کم میشود و غلظت دی اکسید کربن PaCo2 افزایش می یابد . در این شرایط اغلب علائم افزایش غلظت دی اکسید کربن غالب میگردد و غواص سیانوتیک به سطح می رسد .

1-2-3 : پیشگیری "Prevention"

موضوع پیشگیری از حوادث غواصی ، دقیقاً در حوزه کار ناظران HSE در پروژه های غواصی است واین امر آموزش کامل و جامعی دارد که براساس مصوبات HSE به دوره کارشناسان HSE– Diving داده میشود .

در یک تیم غواصی ، غواص ناظر "Supervisor" که از تجربه و آموزش علمی بالایی برخوردار است باید کلیه موارد ذیل را بررسی و در گزارش عملیات قید کرده ، مورد تنفیذ ناظر قرار گیرد .

A : قانون کلی اینکه ، قبل از هر غوص با هر نوع تجهیزات یا سیستم تنفسی ، غواص و افراد مذکور بایداز عملکرد صحیح کلیه اجزاء ، به‌خصوص حجم و فشار اکسیژن یا مخلوط گازی کپسول اطمینان حاصل نمایند .

B :پاک کردن ریه مصنوعی[5] در غواصی های مدار بسته ونیمه مدار بسته از اهمیت خاصی برخوردار است ، زیرا کثیف بودن این دستگاه باعث افزایش PaCo2 دی اکسید کربن محلول خون و کاهش PaO2 اکسیژن محلول در خون میگردد، این کار باید قبل از ترک عرشه (شروع غوص) به خوبی انجام شود.

C : در یک پروژه تعریف شده غواصی تنظیم ریه مصنوعی براساس عمق و اطمینان حاصل کردن از عملکرد صحیح

۱- Breath Normally "

۲- Tachypnia

۳- HypoCarbonia

٤- Cognitive Disorder

٥- Arthificial Lung

دستگاه تنفسی به‌خصوص اندازه رگلاتور[1] و دهانی[2] بی نهایت مهم است .

D: میزان اکسیژن کپسول به فشار کپسول PSI و یا مخلوط گازی طراحی شده وابسته است . یک غواص باید بتواند میزان نیاز اکسیژن خود را براساس طول مدت غوص ، عمق و میزان فعالیت بدنی برآورد کند . پس اطمینان از فشار مناسب کپسول و شدت جریان هوا یک اصل حیاتی است .

E : در سیستم تنفسی زیر آب ، دستگاه کاهنده فشار[3] نقش حیاتی ایفا میکند پس باید قبل از غوص از عملکرد صحیح آن اطمینان کامل حاصل کرد .

F : سرعت بالا آمدن و رعایت استانداردهای ایست ایمنی[4] یک امر بسیار مهم است که متاسفانه اغلب غواصان آنرا نادیده گرفته یا به اندازه کافی به آن توجه نمی کنند و در عمل می بینیم که بسیاری از غواصان دچار درجاتی از سندرم تقلیل فشار[5] می‌گردنند که در طویل مدت میتواند صدمات جبران ناپذیری را به اعضاء و ارگانهای مختلف بدن بزند .

G : در غواصی حبس نفس[6] غواص نباید قبل از اقدام به هیپرونتیلاسیون آن را شدید کند این عمل باعث هیپوکاپنی و آلکالوز تنفسی میگردد که شانس هیپوکسی در شرایط صعود به شدت افزایش میدهد. غواص حبس نفس به توان بدنی و تمرینات مکرر احتیاج دارد و غوصهای عمیق و طولانی نوعی ماجراجویی به حساب می آید .

1-2-4 : درمان هیپوکسی "Hypoxia Treatment"

درمان کمبود اکسیژن در غواصی به شدت هیپوکسی ،علائم غواص و عمق غواصی برمی گردد . درمان از زیر آب شروع میشود و عبارت است از :

1- تعویض کپسول غواص با کپسولی که اکسیژن 100% دارد یا از فشار PSI کافی برخوردار است .

2- شستشوی ریه مصنوعی با گاز تازه و دوباره کار گذاری آن در انواع غواصی مدار بسته ونیمه مداربسته .

3- دربیماران بدحال که در آستانه بیهوشی هستندیا بیهوش هستندبایددرعمق کمتر از 10 متر اکسیژن 100% تجویز گردد . این از مواردی است که پزشک غواص شخصاًدخالت در کار میکند. شرایط و علائم بیمار ، طول مدت نگه داشتن غواص را زیر آب مشخص میکندکه تشخیص آن با پزشک غواص است و در این موردبایداز هرگونه تعجیل درصعود اجتناب کرد .

4- درموارد غواصی تغذیه از سطح "Surface Supply" میتوان فشار اکسیژن کلاه خود "Hood" را از سطح عرشه کشتی بالا برد این عمل باعث افزایش سریع Pao2 می‌گذرد ولی باز هم صعود غیر استاندارد میتواند غواص را به سمت سندروم تقلیل فشار حاد ببرد و مزید بر هیپوکسی گردد.

5- بعد از رسیدن غواص به سطح ، دادن اکسیژن 100% از طریق ماسک یا لوله تراشه الزامی است ولی در صورتیکه غواص علائمی از سندروم حاد تقلیل فشار ندارد، استفاده از کپسول هیپرباریک الزامی نیست ضمن اینکه

۱- "Regulator"

۲- "Mouth"

۳- "Reducer"

٤- "Safety Stop"

٥- "Decompression Syndrome"

٦- "Breath Holding"

این کپسول همیشه دردسترس نیست و در حین حمل غواص با ضایعه هیپوکسی دادن اکسیژن 100% یک الزام قانونی است .

1-3 : مسمومیت با اکسیژن "Oxygen Toxicity"

تنفس اکسیژن فشار جزئی بالا و به مدت طولانی به‌خصوص در عمق زیاد می تواند عامل مسمومیت اکسیژن باشد که به شدت صدمات ریوی ومغزی ایجاد میکند .

A - مسمومیت ریوی بااکسیژن " Oxygen Pulmonary Toxicity"

این اختلال به دلیل احتلاف در فیزیولوژی بدن انسان ها (غواص) کاملاً متفاوت ، تظاهر میکند و تحمل افراد نسبت به اکسیژن و غلظت PaO2 متفاوت گزارش شده است . ولی اصولاً در غواصی Scuba که از هوای معمولی (حدود 20% اکسیژن) استفاده میشود درعمق کمتر از 50 متر و مدت کمتر از 40 دقیقه ،احتمال بروز مسمومیت اکسیژن بسیار نادر است مگر در مواردی که غوصهای مکرر و خارج از استاندارد استراحت ایمنیSafty stop بین غوصها که در جداول استاندارد توقف غواصی یا Diving Interval Standard تدریس می شود و باید رعایت شود ولی در بسیاری از موارد مسمومیت ریوی با اکسیژن شاهد عدم رعایت توقف بین غوصهای یک غواص به عنوان عامل اصلی هستیم.

مسمومیت با اکسیژن اغلب در کپسولهای هیپرباریک رخ میدهد که عامل انسانی و خطای طبی به حساب می آید . درمواردی که غواصی تغذیه از سطح در عمق زیاد و به مدت طولانی انجام شود شانس مسمومیت اکسیژن بسیار بالاست و این خطر را باید از عرشه کشتی و با توجه پزشک غواص به عمق ،مدت ، و دمای آب محیطی به حداقل رساند .

- علائم مسمومیت با اکسیژن Signs and Symptoms" "

اصولاً اولین علائم مسمومیت با اکسیژن با حداقل سه ساعت تنفس اکسیژن 100% در فشار دو اتمسفر (ATA2) بروز میکند . علائم اولیه خارش گلو و حلق درهنگام دم و با شدید شدن مسمومیت حالت سوزش حلق شدید و شدیدتر میگردد تا زمانی که به دلیل انقباض راههای هوایی ،کاهش حجم تنفسی داشته و شرایط تنفسی بیمار کاملاً شبیه یک آسم شدید است . بطوریکه در صورت تنفس اکسیژن 100% به مدت ده ساعت در فشار 2ATA حجم های ریوی به 10% مقادیر طبیعی خودمیرسد.

پاتوفیزیولوژی مسمومیت ریوی با اکسیژن Pulmonary O2 Toxicity Path physiology

صدمات بافتی و پاتوفیزیولوژی مسمومیت ریوی کاملاًوابسته به مدت زمان تماس با اکسیژن 100%و فشار محیطی است و از دو مرحله اولیه و ثانویه تشکیل می گردد :

1- **مرحله اولیه در واقع فاز ترشحی یا** "Transudative phase"است . در این فاز به دلیل صدمه به عروق ریز ریوی مقدار ترشح های Exudative و بیشتر transudative در بافت ریه ، عامل ایجاد مراحل ابتدایی ادم ریوی[1] است .این مرحله خیلی شبیه به پاتوفیزیولوژی بیماری سندروم دیسترس تنفسی بزرگسالان است . بدیهی است

۱- "Pulmonary Edema

این اختلال باعث کاهش دفع گاز دی اکسید کربن و افزایش فشار جزئی Paco2 و درجاتی اسیدوز تنفسی میگردد که در آزمایشات ABG افزایش Paco2 و کاهش PH یک مشخصه این مرحله است .

2- مرحله دوم در واقع فاز پرولیفراتیو[1] است .

در صورت ادامه فاز یک که اغلب در پرسنل غواص تحت درمان طولانی مدت در کپسولهای هایپرباریک رخ میدهد ،خروج سلولهای فیبروبلاست ،به آلوئولهای[2] ریوی باعث هیپرپلازی آلوئولی شده واین امر باعث اختلال در تبادل گازی میگردد ،بطوری که اگر چه در حجم آلوئولها اکسیژن 100% وجود دارد ولی قابل تبدیل به خون نیست و شرایط هیپوکسی شدید از یکطرف و به دلیل عدم خروج گاز دی اکسید کربن از خون به ریه ها یک هیپرکاپنی شدید رخ میدهد و مریض به سمت شرایط همزمان اسیدوز تنفسی بعلاوه اسیدوز متابولیک میگردد که یک شرایط کشنده "Fatal" است .

پیشگیری "Prevention"

از آنجایی که اغلب مواردمسمومیت با اکسیژن علل درمانی[3] داردو اغلب در کپسولهای هیپرباریک با اکسیژن 100% رخ میدهد و کاهش حجم تنفسی مهمترین شاخص مسمومیت است . لذا برای محاسبه کاهش حجم ریوی از فرمول

$$UPTD=Tx(0.5/Px \times 0.5)0.833$$

محاسبه میگردد . دراین فرمول Px فشار جزئی اکسیژن در کپسول اکسیژن درمانی است و Tx مدت زمانی است که بیمار در آن فضا قرار گرفته است .

برای تسریع در محاسبه ودرمان ، جدول زیر تهیه و مورد استفاده پزشک غواص قرار میگیرد.

UPTD در واقع یک اندیکس از حداکثر دوز اکسیژن 100% در فشار جزئی‌های متفاوت را به گونه ای که خطر مسمومیت نداشته باشد برای پزشک متخصص HBOT مشخص میکند واحتیاج به محاسبات دقیق داردکه اغلب از طریق کامپیوترهای متصل به کپسول هایپرباریک تخمین زده میشودولی بایددانست حداکثر UPTD مجاز برای اغلب انسانها 1425 است اگر چه واکنش بدن های مختلف نسبت به اکسیژن متفاوت است .

ذکر این نکته قابل توجه است که گاهی در کپسولهای هایپرباریک از مخلوط 67/5 % نیتروژن N2 و 32/5 % اکسیژن O2 استفاده میکنند . تامین مخلوط گازهای کپسول هایپرباریک با تشخیص و مسئولیت متخصص HBOT است (مثلاً 63 برداشت فشار نیروی دریایی آمریکا)

۱- "Proliferative phase"

۲- "Alveoli

۳- (Iatrogenic)

آنچه مهم است کاهش حجم های تنفسی در UPTD های مختلف است که بطور خلاصه در جدول زیر آمده است .

UPTD	۶۱۵	۸۲۵	۱۰۳۵	۱۲۳۰	۱۴۲۵	۱۸۱۵	۲۱۹۰	۲۳۹۰
٪کاهش حجم تنفسی	٪۲	٪۴	٪۶	٪۸	٪۱۰	٪ ۱۵	٪ ۲۰	٪ ۲۵

در مسمومیت با اکسیژن بهبودی کامل امکان داردولی میزان و شدت صدمه ریوی وابسته به فشار جزئی اکسیژن 100% و مدت زمان در معرض بودن و حساسیت بدنی فرد نسبت به اکسیژن است گاهی فیبروز ریوی منتشره ایجاد میگردد "Diffuse Lung Fibrosis" که مریض را با محدودیتهای شدید تنفسی – حرکتی روبه‌رو میکند و گاهی درفاز حادبیمار به دلیل ادم ریوی غیرقابل برگشت جان می بازد . اصولاً مسمومیت با اکسیژن را بایددرشرایط یک ICU مجهز و طبق دستورات متخصص HBOT انجام داد و مراحل پیگیری درمان با متخصصین ریه خواهد بود.

بایددانست که با بروز اولین علائم از عوارض اولیه بایدفشار جزئی اکسیژن کپسول را تا حدود ATA 0/2 کاهش داد و از مخلوط گازی استفاده کرد.

مسمومیت مغزی با اکسیژن **"Brain Oxygen Toxicity"**

در مورد مسمومیت مغزی با اکسیژن ،میزان ثابتی از اکسیژن و یا مدت زمان مشخصی باعث بروزعلائم نمی شود بلکه زمان و آستانه بروز علائم در افراد مختلف ،مصرف داروها ،پیشینه ژنتیکی و حتی از یک روز به روز دیگر متفاوت است و عملاً محاسبات UPTD در این مورد بلااستفاده است.

A :علائم و نشانه ها **"Signs and Symptomps"**

همانگونه که متذکر شدیم ،مسمومیت با اکسیژن یک پدیده غیرقابل پیش بینی است و انسانهای مختلف علائم متفاوتی را در زمانهای متغیرو میزان اکسیژن متفاوت در فشارهای متفاوت از خود نشان میدهند ولی حسب بررسیهای آماری علائم مسمومیت با اکسیژن از درجات خفیف به شدید به ترتیب زیر میتواند باشد :

1- لرزش لبها Lips Tremor
2- گیجی Confusion
3- اضطراب Anxiety
4- تهوع Nausea
5- وزوزگوش Tinnitus
6- دید لوله تفنگی Tunnel Vision
7- احساس خفگی Apnea
8- سختی در تنفس Respiratory Distress
9- لرزش Tremore
10- تشنج Convulsion

بایددانست که حتی بروز یک تشنج کامل تونیک - کلونیک[1] به عنوان اولین علامت مسمومیت با اکسیژن کاملا محتمل است و این مسئله در زیر آب جان غواص را شدیداً تهدید میکند. در این نوع تشنج در فاز تونیک[2] بیمار دچار انقباض همه جانبه تمام اعضا شده و مدت 5-3 دقیقه می تواند بطول انجامد . این مدت می تواند به دلیل ایست تنفسی یک صدمه جبران ناپذیر مغزی ایجاد کند و بدن غواص را در شرایط هیپوکسی ومتابولیک اسیدوز قرار دهد . باز گرداندن این بیمار به سطح ، در فاز تونیک بسیار خطرناک است . زیرا این بیماران با اسپاسم حنجره و گلوت دچار نوعی عدم تبادل ریوی هستندو حجم گازها در ریه باعث میگردد که صعود سریع آنها به سطح باعث[3] باروترومای ریوی)و حتی (lung Burst) ترکیدن ریه گردد که شرایط درمان را بسیار مشکل و یا غیرممکن میکند. در تشنج زیر آب غواص همراه Buddy بایدخونسردی خود را حفظ کندتا فاز تونیک به پایان برسد سپس فاز کلونیک[4] آغاز گردد در این مرحله غواص شروع به حرکات جهشی کلیه اعضای بدن میکند .

خروج ترشحات ریوی و معدی در این فاز بسیار خطرناک است وهمراه باید کاملاً مراقب این موضوع بوده و حتی با تنفس آلترناتیو دهانی ،از هیپوکسی بیشتر غواص در حال تشنج جلوگیری کند . مدت زمان فاز کلونیک مشخص نیست و اگر بیش از 20 دقیقه به طول بینجامد شرایط ***Status Epilepticus*** نامیده میشود که به احتمال قوی جان بیمار را خواهد گرفت .

مرحله سوم یا فاز پس از تشنج[5] معمولاً 5 دقیقه طول میکشد و اگر هیپوکسی باعث کاهش هشیاری شدید درغواص نشده باشد ،غواص نسبت به محیط خود آگاه میشود. معمولاً به دلیل اضطراب و کاهش سطح هشیاری پس از تشنج این غواصان با سرعت بسیار زیاد و بدون رعایت استانداردهای صعود "Safty Stop" سعی به صعود میکنند ،اینجاست که غواص همراه وتیم غواصی با درایت باید مانع از این اتفاق شوند چرا که باروتروماهای ریوی شدید رخ خواهد داد و درمان در سطح را مشکل و یا غیرممکن میکند . اینجاست که شعار نجات بخش در غواصی اهمیت خود را نشان میدهد.

"Breath Normally and Behave Standard Legally"

پیشگیری Prevention

به دلیل اهمیت و خطرات جدی در مسمومیت با اکسیژن ، پیشگیری اهمیت خاصی پیدا میکند. احتمال مسمومیت با اکسیژن به دنبال افزایش PaO_2 و طولانی شدن زمان تنفس ، افزایش پیدا میکند .

در کپسول هایپرباریک با اکسیژن 100% باید از اصول و قوانین جداول و رعایت UPTC استفاده کرد ولی در شرایطی که احتمال مسمومیت با اکسیژن میرود میتوان از روش " فواصل تنفس هوا "[6] استفاده کرد . در این

۱- "Tonic – Clonic Convulsion"

۲- Tonic

۳- (Pulmonary Barrotrauma)

٤- Clonic

٥- "Post Ictal Phase"

٦- "Air Breathing Internal"

روش کپسول از هوای معمولی پر شده و در فشار 2/8 (ATA) استفاده میگردد. روش فوق مانع از بروز مسمومیت اکسیژن در کپسول هیپرباریک میگردد.

در غواصی به متد مداربسته یا نیمه مدار بسته به دلیل فعالیت فیزیکی شدید ، استرس حرارتی – محیطی ،مدت زمان طولانی غوص و درجات خفیف هیپرکاپنه[1] احتمال مسمومیت با اکسیژن افزایش می یابد . لذا در صورتی که از گاز مخلوط استفاده میکنیم ،حداقل اکسیژن را در محاسبات باید مد نظر داشت .

مثلاً در مدل غواصی مدار بسته LVR5 که شدت جریان سیستم مدار بسته بدون کنترل الکتریکی انجام میگردد به شکلی است که اثر رقیق شدگی گاز در ریه مصنوعی باعث کاهش فشار جزئی اکسیژن PiO_2 به میزان کمتر از حد لازم خواهدرسید مثلا ًبا سیستم LVR5 با اکسیژن 100% حداکثر در عمق6 متری ممکن است دراین عمق اکسیژن واردشده به ریه مصنوعی فشاری جزئی معادل1.6 ATA دارد اما با توجه به اثرات تقلیلی نیتروژن ،فشار جزئی PiO_2 اکسیژن به1.4 ATA یا کمتر نزول میکند . درطول مدت صعود (برداشت فشار) در آب که غواص در حال استراحت است ، مقادیر فشار جزئی اکسیژن PiO_2بالاتر از1.4 ATA نیز قابل قبول و ایمن است .

درمان Treatment

در تشنج زیرآب ،به‌خصوص درفاز تونیک که به دلیل اس گلوت غواص دچار نوعی به‌دام افتادگی هوا در ریه هاست "Long air Trap" حتی الامکان باید عمق غواصی را ثابت نگه داشت تا مانع از باروترومای ریوی شویم . صعود سریع باعث سندروم برداشت فشار حاد (DC5) هم خواهد شد. لذا در تمام این بیماران یک معاینه کامل پزشکی برای کنار گذاشتن "Roled Out"" عوارض عصبی سندروم تقلیل فشاریک امر ضروری است.

بنابراین بعداز صعود استانداردغواص و رسیدن به یک مکان امن ،دستگاه تنفسی فرد سانحه دیده را باز کرده و وی را در وضعیت "کمایی"[2] قرار میدهیم .

در صورت ادامه یا تکرار تشنج اقدامات درمانی تشنج را در سطح آب پزشک غواص انجام میدهد ولی بازنگه داشتن راههای هوایی و ممانعت از صدمه دیدن فرد تشنج کرده (افتادن از تخت اورژانس) یک امداد اولیه وبسیار مهم تلقی میگردد. مراقبتهای ویژه در فاز Post Ictal حداقل 12 ساعت در یک مرکز مجهز درمانی انجام گیرد ولی از دست دادن حافظه دررابطه با سانحه و آنچه به غواص گذشته تقریباً در تمامی موارد قابل مشاهده است و به معنای صدمه مغزی جبران ناپذیر نیست و پس از مدتی بهبودی کامل حاصل میشود.

نکته بالینی Clinical Features

علائم مسمومیت با اکسیژن در مواردی با صعود و کاهش PiO_2 ظاهر یا تشدید میشودبه این اتفاق فنونت قطع[3] می گویند . این پدیده گاهی 5 دقیقه پس از خروج غواص از آب و یا قطع تنفس با اکسیژن 100% و یا در اتاق RC فشار به دلیل کاهش PiO_2رخ میدهد . در صورت بروز تشنج اقدامات درمانی کامل در صحنه باید انجام گیرد.

۱- "Hypercapnia"

۲- "Coma Position"

۳- Withdrawal Phemomena

مسمومیت با دی اکسید کربن "Co2 Toxicity"

علل اتیولوژی Etiology

مسمومیت با دی اکسید کربن که به دلیل افزایش $PaCo_2$ رخ میدهد میتواند با یا بدون کاهش اکسیژن Pao_2 رخ می‌دهد که علل متفاوتی دارد :

1- استفاده از هوا یا نیتروکس Nitrox در غواصی Scuba که در عمق بیش از 30 متر انجام شود دراین حالت اغلب $PaCo_2$ با کاهش Pao_2 رخ میدهد که علل متفاوتی دارد .

2- تنفس پاندولی یا سطحی Shadow Breating در این شرایط گاز دی اکسید کربن فرصت کافی برای خروج ندارد و در این حالت نیز شما افزایش $PaCo_2$ (هایپرکاپنی) را با کاهش Pao_2 (هیپوکسی) می بینید .

3- درغواصی مدار بسته یا نیمه مدار بسته به دلیل اختلال درریه مصنوعی ممکن است که میزان کمتری از CO_2 دی اکسیدکربن توسط دستگاه برداشت شود و غواص بتدریج به سمت افزایش $PaCo_2$ می رود . این شکل از هیپرکاپنی با هیپوکسی همراه نیست .

4- در غواصی با متد تغذیه از سطح Surface Supply" تهویه مناسب سطحی و عدم خروج گازهای بازدمی از کلاه خود Bell ممکن است بیمار را دچار هیپرکاپنی (افزایش $PaCo_2$) بدون هیپوکسی (کاهش Pao_2) نماید . لذا سیستم تغذیه و مکش هوا در این نوع غواصی بسیار مهم است .

علام و نشانه ها Sign and Symptoms

علائم و نشانه های مسمومیت یا افزایش غلظت دی اکسید کربن محلول در خون به شدت و مدت این افزایش $PaCo_2$ برمی گردد و بترتیب علائم براساس شدت به شرح ذیل هستند:

1- تنگی نفس Dyspnea
2- گیجی Confusion
3- تهوع Nausa
4- سردرد Headach
5- اضطراب Anxiety
6- احساس ناراحتی عمومی General UnComfortness
7- تعریق sweeting
8- طپش قلب که اغلب با تاکی کاردی همراه است Palpitation
9- پرش عضلات Jetteriness یا Fasiculation
10- تشنج Convulsion
11- و در نهایت بیمار دچار کما Coma به دلائل مختلف از جمله ادم مغزی می گردد.

اگر فشار جزئی اکسیژن در مخلوط تنفسی بیش از ATA 0/5 باشد ، تنگی نفس Dyspnea همراه با افزایش غلظت دی اکسیدکربن خون شدید نیست . به دلیل توانایی در فعالیت فیزیکی و نیز به دلیل کافی بودن اکسیژن خونی Pao2 غواص ممکن است هیچ یک از علائم ابتدایی هایپرکاپنی را جدی نگرفته ومراحل گیجی یا سرخوشی را به

سرعت قبل از بیهوش شدن طی کند و همراه غواص ناگهان متوجه بیهوشی او خواهد شد که در صورت صعود سریع و خارج استاندارد و حبس نفس غواص بیهوش شانس باروترومای‌های مرگبار را خواهد داشت .

درمان **Treatment**

1- غواصی که در زیر آب دچار علائم هیپرکاپنی شده باید در شرایط کاملاً بی حرکت و در عمق ثابت به تنفس نرمال و با تمرکز برآموخته های قبلی با رعایت استانداردهای صعود غواصی را خاتمه دهد.

2- در متد غواصی مدار بسته یا نیمه بسته ،غواص با احساس علائم هایپر کاپنی باید ریه مصنوعی را سریعاً با گاز کپسول شستشو دهد وشروع به تنفس عمیق[1] نماید . این عمل در صورتی که بطور افراطی انجام شود میتواند باعث مسمومیت با اکسیژن گردد که خود خطرناکتر از درجات خفیف مسمومیت با دی اکسیدکربن است .

3- درمتد غواصی با تغذیه از سطح درصورت استفاده از تجهیزات استانداردغواص با سوپروایزر سطح، 6 متراز طریق بی سیم دهانی ارتباط دارد و باید از ایشان تقاضای افزایش تهویه[2] را نماید . در صورتی که اختلالی در سیستم تهویه هوا رخ داده ،غواص باید با رعایت صعوداستاندارد،غواصی را به اتمام برساند.

4- بعد از صعود، غواص باید در شرایط استراحت به تنفس نیمه عمیق ونسبتاً سریع بپردازد زیرا ضریب تبادلی گاز دی اکسید کربن بیش از 20 برابر ضریب تبادلی اکسیژن است و اگر مسمومیت شدید نباشد بهبودی سریع حاصل می شود ولی درصورتی که هیپرکاپنه باعث ایجاد یک اسیدوز تنفسی شدید[3] شده باشد بیمار برای مراحل درمان پیشرفته و استفاده از ونتیلاتور به ICU منتقل شود که شرایط حمل و نقل بخصوص به صورت هوایی محدودیتها و خطرات خاص خود را دارد.

5- دربیمار بیهوش مهمترین اقدام از نظر کمکهای اولیه امدادی[4] استفاده ازآمبوبگ نیازی نیست چرا که شانس مسمومیت با اکسیژن را تشدید میکند.

در اغلب بیماران سردردهای ضربان دارپس مری[5] بسیار شایع است که جای نگرانی ندارد .

کمبود دی اکسید کربن (هیپوکاپنی) Hypocapnia

علل **Etiology**

اصولاً شایع ترین علت هیپوکاپنی تنفس عمیق یا همان هایپرونتیلاسیون[6] است که مثلاً در متد غواصی حبس نفس قبل از غوص انجام میشود و یا درمتد غواصی Scuba ممکن است به دلیل فعالیت بیش از حد فیزیکی و یا هیجانات روحی و ترس و اضطراب رخ دهد. در متد غواصی تغذیه از سطح افزایش عملکرد غواص همزمان با اضافه کار کردن

۱- Deep Breathing

۲- Ventilation

۳- Severe Respiratory Acidosis

٤- Basic Life Support

٥- Occipital Pulsatile Headache

٦- Hyperventilation

دستگاه تهویه سطحی هم می تواند عامل هیپوکاپنی باشد.این شرایط با ایجاد یک آلکالوز تنفسی[1] می تواند علائمی را بروز دهد که به شدت هیپرکاپنی و افزایش PH خون برمی گردد.

علائم و نشانه ها Sign and Symptoms

همانگونه که اشاره شد علائم هیپوکاپنی به شدت آن بستگی دارد که رابطه مستقیمی با PH خون دارد ولی چون در این شرایط نمی تواندهیپوکسی وجود داشته باشد علائم کمی متفاوت که شامل :

1- گیجی Confusion

2- اشکال در هماهنگی DisCordinance

3- احساس سوزن سوزن شدن اعضا Tingling and Numbness

4- سردرد Headache

5- تهوع Nausea

6- اسپاسمهای عضلات[2] که اغلب در ساق پا ، ساعد دست و فک ایجاد میشود و بصورت نادر فک قفل شده[3] را می‌بینیم که به غلط، تعبیر به ترسیدن شدید غواص میگردد.

درمان **Treatment**

در اکثر موارد میتوان از خواص خواست که تعداد تنفس خود را کم کند و ریتم و عمق تنفس را پایین آورد ولی اگر علائم برطرف نشد با قطع عملیات غواصی در عرشه کشتی می توان با تنفس در یک پاکت کاغذی به مدت 5 دقیقه کلیه علائم را برطرف کرد .

پیشگیری **Prevention**

1- در غواصی به متد حبس نفس اقدام به هیپرونتیلاسیون بسیار شدید نباید کرد چون کمکی به افزایش Pao_2 یا ذخائر اکسیژن ماهیچه‌ای نمی کند باید دانست که هیپوکاپنی باعث افزایش اثرات و علائم هیپوکسی شده واحتمال بیهوشی صعود را افزایش میدهد.

2- اغلب موارد هیپوکسی به دلیل ترس و اضطراب و تندی تنفس است یک غواص آموزش دیده، با احساس علائم این عارضه و با تسلط به خود، ریتم تنفسی خود را درزیر آب کم کند و از صعود سریع ممانعت نماید.

تخدیر ازت **Nitrogen Narcosis**

اصولاً گازهای بی اثر مثل نیتروژن ،هیدروژن ،هلیم، نئون، آرگون،گزنون در فشار یک اتمسفر ATA هیچ اثر فیزیولوژیکی ندارند وچون درمتابولیسم بدن دخیل نیستند آنها را گازهای بی اثر[4] می نامند ولی در غواصی به دلیل

۱- Respiratory Alkalosis

۲- Muscle Spasm

۳- Lockjaw

٤- Innert Gas

افزایش فشارمحیطی در هنگام غوص طبق قانون هنری Henry میزان انحلال گاز نیتروژن N_2 که حدود 79% حجم هوای تنفس در متد Scuba را تشکیل میدهد به شدت افزایش می یابد بطوری که در فشار حدود 3ATA در عمق 20 متری انحلال این گاز می تواند به عنوان یک بی حس کننده بر روی کلیه سیستم اعصاب مرکزی و خودکار (اتونومیک) اثر گذاشته و علائمی را ایجاد کند که بستگی به میزان فشار جزئی گاز نیتروژن محلول در خون PaN_2 و دمای محیط و مدت زمان دارد . ضمناً سرعت افزایش PaN_2 و تجربیات قبلی غواص از همه مهمتر داروهایی مثل خواب آورها و الکل می تواند اثرات تخدیر و مست کنندگی این گاز به ظاهر بی خطر را افزایش دهند .

گازهای هیدروژن و هلیم هم می توانند اثرات شبیه نیتروژن داشته باشند ولی با شدت بسیار کمتر و به همین دلیل هم در موارد مورد نیاز که عمق و مدت زمان ماموریت غواصی اجبار می کند ،از متدغواصی گازهای مخلوط[1] استفاده میشود که در آن از Helisx یا Triax که مخلوطی از اکسیژن ،هیدروژن و هلیم است استفاده میکنند که در جای خود توضیح داده میشود.

علائم و نشانه ها **Sign and Symptoms**

اصولاً مستی نیتروژن احساسی است که در غواصان با تجربه بهتر کنترل میشود و بدن آنها نسبت به غلظت بالای PaN_2 می تواند کمی تحمل پیدا کند ولی نشانه ها براساس عمق تقسیم بندی میشوند یعنی مهمترین عاملی که غلظت نیتروژن محلول را در خون مشخص میکند وبه چهار گروه تقسیم میشوند :

A: عمق 60-30 متر: در این عمق علائم شامل سبکی سر[2] سرخوشی[3] ، از دست دادن انجام کارهای ظریف[4] می‌باشند.

B: عمق 90-60 متر ، در این عمق علائم شامل :کاهش قدرت قضاوت و استدلال[5] ، واکنشهای آهسته[6] ،پارستزی محیطی یا بیحسی در اندام محیطی[7] و اعتماد به نفس بیش از حد Grandiosity

C: عمق 120-90 متر : در این عمق غواص دچار توهم[8] ،فراموشی[9] ، و یک شرایط پیشرونده در اختلال اعصاب مرکزی CNS بصورت از دست دادن حس ، حرکت و قضاوت میشود.

D : عمق بیش از 120 متر(120 <): در این عمق غلظت PaN_2 بقدری بالاست که غواص بی هوش[10] و گاهاً تا

۱- Mixed Gas

۲- "Light Headedness"

۳- "Euphoria"

٤- FineDismovment

٥- Dysjugment and Dis Cognition

٦- Slow Reflex

۷- Peripheral Paresthesia

۸- Hallucination

۹- Amnesia

۱۰- Unconsciousness

کمای عمیق[1] پیشرفت میکند و با زندگی منافات دارد .
در موارد مستی نیتروژن درشرایط خفیف خطری جانی ندارد مگر اینکه او دست به کاری بزند که باعث ایجاد صدمه برای وی شده و یا مثلاً با یک پرواز بلافاصله پس از غواصی باعث بروز سندروم حاد برداشت فشار شود.

پیشگیری Prevention

آموزش و تمرین و برنامه ریزی صحیح و استفاده از افرادبا تجربه در عملیات غواصی عمیق یک وظیفه اصلی سوپروایزر تیم غواصی است و عمده موارد پیشگیری به عهده او و رفتار عاقلانه ومنطقی غواص است .
1- عمق غوص را براساس تجربه غواص باید سنجیده و محدود گردد.
2- استفاده از الکل یا داروهای مخدر و مسکن قبل ازغوص عمیق ممنوع است و این مسئله ای است که به صداقت غواص برمی گردد.
3- در غواصیهای عمیق بیش از 54 متر آب دریا از مخلوطهای گازی بخصوص Heliax استفاده میشود و مدت ماموریت را باید کوتاه کرد و مدیر پروژه با صبوری تعداد غوص بیشتر با فاصله زمانی بیشتر را باید به توصیه پزشک غواص قبول کند
– عجله و سرعت زیاد در غواص ها می تواند باعث مرگ غواص شود.

درمان Treatment

درمان در مستی نیتروژن که علت اصلی آن افزایش PaN_2 است به شدت انحلال گاز نیتروژن برمی گردد.
1- درمواردبسیار خفیف با ایجاد علائم ،غواص باید عمق را کم کرده ومدتی را درعمق کمتر سپری کند تا علائم برطرف شود وبا رعایت اصول استاندارد صعود به سطح آب برگردد .
2- در موارد شدیدتر که بیمار در واقع درجاتی از سندروم حاد برداشت فشار را دارد احتیاج به کپسول فشار و پزشک غواص خواهد بود و در مواردی حتی نجات جان یک مورد Sever Nitrogen Narcosis احتیاج به ICU و متخصصین مختلف خواهد داشت .

کوکتل سودولایم Coctel Sodulime

درمتد غواصی نیمه بسته و تمام بسته ششهای مصنوعی با استفاده از ترکیبی که شامل هیدروکسید کلسیم $Ca(OH)_2$ و مقدار کمی سدیم هیدروکسید $Naoh_2$ یا سود سوزآور است میتواند دی اکسیدکربن Co_2 را جذب کند و اکسیژن باقیمانده در بازدم[2] غواص را به سیستم تنفسی[3] برگرداند. ورود آب به دستگاه تنفس مصنوعی باعث ایجاد یک مایع قلیایی شدید می شود که غواص آن را تنفس میکند اگر این مایع در دهان یا دستگاه گوارش باعث سوزاندن قلیایی شود احساس شدیدسوزش در دهان ،حلق ،مری و معده ایجادمیکند و خطر واقعی اینجا مسئله استفراغ زیرآب است.

۱- Deep Coma
۲- Expiration
۳- Closed Apparatus

پیشگیری Prevention

بدیهی است که بررسی ریه مصنوعی از نظر هرگونه نشتی مهمترین روش پیشگیری این بیماری است .

درمان Treatment

در صورتی که غواص احساس کرد دچار عارضه کوکتل سودولایم شده ،بلافاصله باید با رعایت استانداردهای صعود و با تسلط به خود به سطح آب برگردد.

1- در سوختگی های دهان و حلق بهترین روش درمان شستشو با نرمال سیلین N/S است ولی نباید خورده شود زیرا شانس استفراغ و آسپیراسیون[1] ریوی آن بالاست .

2- در سوختگی چشم حداقل شستشو باید2 دقیقه با آب استریل مثل محلول N/S نرمال سیلین ادامه پیدا کند . پلک ها را باز نگه دارید تا قرنیه شستشو شود وپس از اقدامات اولیه پزشکی و بستن[2] چشمها سریعاً به چشم پزشک ارجاع داده شود.

3- در صورت تنفس محلول قلیایی بیمار دچار دیسترس تنفسی[3] به همراه تکی پنه[4] و افزایش ترشحات ریوی خواهدشد . این یک طیف از علائم است که وابسته به مقدار سود وارد شده به ریه و مدت زمان صعود و نحوه صعود غواص دارد. اغلب غواصان جهت جلوگیری از تنفس مایع سوزآور بیشتر حبس نفس میکنند و به دلیل اضطراب به سرعت به سطح می آیند که این عمل شانس باروترومای ریوی را همراه با ARDS افزایش میدهد . دراین بیماران حداقل 12 ساعت نظارت بر وضعیت تنفسی وسیستم عصبی آنها جهت مطمئن شدن از عدم بروز سندروم برداشت فشار حاد وسندروم دیسترس تنفسی حاد بالغین الزامی است و درمان خاص خود را دارد .

باروتروماهای ناشی از فشار (فشردگی) Compression Barotraumas

سبب شناسی Etiology

اصول پاتوفیزیولوژی باروتروماهای ناشی از این منطق فیزیولوژیک است که - بدن عمدتاً از مایعاتی تشکیل شده که غیر قابل فشرده شدن هستند و فشار آنها تابع فشار محیط خارجی است .

این مایعات بصورت درون سلولی[5] بین سلولی یا بینابینی Intercellular یا Interstitial و درون رگی[6] است و البته نباید از مایع مغزی نخاعی و مایعات درون بافت سیستم عصب مرکزی CNS (مایع مغزی نخاعی)[7] چشم پوشی کرد. ولی هر آنچه مایع در بدن است قابل فشرده شدن نیست و تغییرات فشار محیطی Ambient Pressure مستقیماً باعث افزایش یا کاهش آنهاخواهدشد .

۱- Aspiration

۲- Patch

۳- Respiratory Distress

٤- Tachypnia

٥- Intracellular

٦- Intravascular

۷- Central Nervous System Fluid

آنچه دربارو تروماها رخ میدهد ، در اعضا و ارگانهایی است که هوا وجود دارد و طبق قانون بویل ماریوت افزایش فشار محیط اطراف باعث کاهش حجم گاز درون حفره گردد.

اصولاً Compression Effect صدماتی است که به دلیل افزایش فشار محیطی که خود وابستگی مستقیم به عمق غواصی دارد باعث فشردگی بافتهای اطراف ارگانهای هوادار میشود وشایعترین علامت شروع این عارضه درد Pain درناحیه تحت فشار است .

این اثر به باروتروما‌ی نزولی Descend به باروتروما‌یs معروف است و عکس این حالت در شرایطی است که Ascend باروتروما‌یs یا باروتروما‌ی صعود رخ میدهد.دراین شرایط حفرات دارای هوا دچار فشردگی گاز درون خودهستند و اگر به هر دلیل این گاز درآن حفره به دام افتد Trapping در هنگام صعود ، با افزایش حجم خود موجب فشردگی و گاهی پاره شدن عضو دارای هوا میشود ومانند حبس نفس در صعود که می تواند به باروتروما‌ی ریوی و انفجار ریه[1] ختم گردد.

اصولا در باروتروماهای نزولی درد و خونریزی در حفره وجوددارد ولی در باروتروماهای صعودی درد و کاهش جریان خون را شاهد هستیم که این اساس بررسی صدمات فشاری در طب غواصی است .

نکته جالب اینکه اگر چه احشاء یا سیستم گوارشی دارای حفره گاز زیادی است ولی به دلیل توانایی آن در اتساع وانقباض حداقل علائم و صدمات را ناشی میشود واصولا مثانه را یک عضو خالی از هوا میدانیم مگر فیستولی بین روده ها ومثانه وجود داشته باشد که این مورد از موارد منع غواصی بطور دائم به حساب می آید و در معاینات ابتدایی شروع دوره با معاینات دقیق پزشک غواصی روشن خواهد شد و چنین فردی نباید ونمی تواند غواصی کند.

اصول درمان غرق‌شدگی "Drowning Management"

بر اساس آمار سازمان جهانی بهداشت WHO تقریباً N٪ از کل مرگ‌های جهان مربوط به غرق‌شدگی است ولی در صنعت غواصی به دلایل زیادی، غواص در معرض بیشتری قرار دارد و این آمار در غواصی حداقل سه برابر است. آنچه مهم است موارد غرق‌شدگی یا نزدیک به غرق‌شدگی[2] است که با اقدامات درمانی شانس زنده ماندن را دارند و این مبحث یک بخش مهم از فوریت‌های غواصی است.

تعاریف و اصطلاحات Difinition and Terminology

بر اساس تعریف WHO، کلمه غرق‌شدگی به فرایند تجربه اختلال تنفسی ناشی از فرورفتگی[3] یا غوطه‌وری[4] در مایعات اطلاق می‌گردد. این فرایند می‌تواند منجر به مرگ فرد شود که به نام غرق‌شدگی مرگبار[5] گفته می‌شود و اگر در اثر اقدامات درمانی منجر به بهبود فرد گردد به نام "Non-Fatal Drowning" معروف است.

۱- Lung Brust

۲- "Near Drowning"

۳- "Submersion"

٤- "Immersion"

۵- "Fatal Drowning"

باید از روش اوتشتاین "Utstein" برای طبقه‌بندی غرق‌شدگی به عنوان معیار و زبان مشترک مراکز درمانی استفاده کرد.

پاتوفیزیولوژی غرق‌شدگی "Drowning Pathophysiology"

ورود آب به دهان و راه‌های هوایی در فردی که در حال غرق شدن است با تف کردن آب به خارج و یا خوردن و بلع آب در حلق شروع میشود بعد از این مرحله فرد بصورت هوشیارانه ای به حبس نفس می‌پردازد – و حداکثر یک دقیقه توان حبس نفس همزمان با تلاش وجود دارد.-

هنگامی که مقدار اندکی آب وارد راه‌های هوایی شود فرد دچار سرفه می‌شود و گاهی احساس ترس از مرگ باعث اسپاسم حنجره و گلوت[1] شده و راه هوایی را کاملاً مسدود می‌کند – ورود آب پس از اسپاسم یا بدون اسپاسم به ریه‌ها باعث ایجاد یک هیپوکسی پیشرونده می‌گردد که با آپنه[2] و نهایتاً از دست دادن هوشیاری[3] منتهی می‌گردد – در طول این فرآیند قلب در ابتدا دچار تکی‌کاردی – و در هیپوکسی شدید که به دلیل اسیدوز تنفسی و متابولیک رخ می‌دهد دچار برادی‌کاردی، و در شرایط Ph پائین خون فعالیت الکتریکی بدون نبض EMD که بنام "Electromechanical dissociation" می‌شناسیم و در نهایت فاز آسیستول[4] را طی می‌کند –

در فرایند غرق‌شدگی از فرورفتن در آب تا ایست قلبی حداکثر چند دقیقه طول می‌کشد – ولی هرچه آب سردتر باشد فرایند غرق‌شدگی منتهی به مرگ طولانی‌تر است و گاهاً تا یکساعت هم می‌تواند غریق دوام بیاورد.

ورود آب شیرین یا شور فرق زیادی ندارد، رقیق شدن سورفاکتانت و اختلاف اسمزی "osmotic Gradient" بین آب و سلول‌های بسیار ظریف دیواره آلوئلی[5] باعث تخریب ساختار ظریف کیسه‌های هوایی می‌گردد که مهمترین بخش تبادل گازی در ریه است –

این موضوع باعث ترشح مقادیر زیادی مایع ترانزودا[6] در بافت ریه شده و یک ادم ریوی حجیم و وسیع[7] رخ می‌دهد که اغلب به دلیل پاره شدن مویرگها همراه با خون است –

اثرات ترکیبی و همزمان وجود مایع در ریه‌ها، از بین رفتن سورفاکتانت، و افزایش نفوذپذیری غشای آلوئولی – مویرگی باعث ایجاد مشکلات ذیل می‌گردد.

1- کاهش ظرفیت ریوی "Total Lung Capacity"

2- افزایش مناطق دارای نسبت تهویه به خون رسانی V/Q صفر یا بسیار پائین "V/Qmis match "

3- آتلکتازی "Atelectasis"

4- اسپاس برونش "Bronchial Contraction"

۱- Glotis

۲- "Apnea"

۳- "Unconsciousness"

٤- "Systole"

٥- "Alveoli"

٦- "Transudate Fluid"

۷- "Sever Pulmonary Edema"

غرق شدن در آب سرد به دلیل به وجود آمدن هیپوترمی[1] اثرات تخریب کننده هیپوکسی را کاهش می‌دهد و بعضاً آسیب مغزی جبران ناپذیر در مدت زمان طولانی‌تری رخ خواهد داد و پاسخ به CPR در آب سرد بهتر از آب گرم و شور است .

میزان مصرف اکسیژن مغزی به ازاء کاهش هر یک درجه سانتی‌گراد در محدوده دمایی 20 تا 37 درجه سانتی‌گراد تقریباً ۵٪ کاهش می‌یابد –

نجات و احیا در آب **"In Water Rescue Resuscitation"**

در صورت وجود نجات غریق آموزش دیده و متبحر، اگر مراحل نجات و احیا از آب شروع شود کمتر از 6٪ نجات‌یافتگان احتیاج به مراقبت پزشکی و کمتر از ۰/5٪ آنها احتیاج به CPR دارند.

در صورت عدم وجود نجات‌غریق آموزش‌دیده و نجات به وسیله افراد غیرمتخصص حداقل ۳۰٪ نجات‌یافتگان احتیاج به CPR و مراقبتهای ویژه پزشکی پیدا می‌کنند –

-نکته قابل ذکر اینکه، نجات‌دهندگان آموزش ندیده و غیرحرفه‌ای، حتی‌الامکان نباید اقدام به نجات غریق نمایند و باید به وسیله وسایل کمکی خارج از آب به غریق کمک کنند – به وسیله میله، شاخه درخت یا یک شیء شناور مثل تیوب نجات یا ماشین باید امداد را انجام داد و این نکته باید به عنوان یک مبحث آموزشی در ایمنی نجات غریق تدریس گردد و کلیه غواصان و ناظران HSE ملزم به گذراندن دوره‌های حمایت‌های حیاتی پایه[2] را بطور منظم و دوره‌ای بگذرانند.

آمار نشان می‌دهد که انجام احیای پایه در اولین فرصت ممکن و ترجیحاً در خشکی نتایج مطلوب نجات را سه برابر افزایش می‌دهد و این تصور که مرکز درمانی و تجهیزات و پزشک متخصص مهمترین عامل نجات غرق شدگان است کاملاً غلط است. گاهی به دلیل تأخیر در احیای قلبی – ریوی و امداد نجات غریق، وقت از دست می‌رود و بیمار فوت کرده، قابل برگشت نیست.

- احیاء در آب فقط توسط نجات غریق بسیار ماهر می‌تواند انجام پذیرد و شامل تنفس دهان به دهان است و امکان ماساژ قلبی وجود ندارد و لذا رساندن غریق به خشکی یا عرشه کشتی برای احیای قلبی امری حیاتی است که باید به سرعت انجام شود. اگر غریق فقط دچار ایست تنفسی باشد پس از چند تنفس مصنوعی به درمان جواب می‌دهد وگرنه باید تصور کرد غریق دچار ایست قلبی است و احتیاج به CPR دارد.

- آسیب به ستون فقرات گردنی در کمتر از 0/5٪ از افراد غرق شده دیده می‌شود و معمولاً در سوانحی مثل شیرجه زدن، اسکی روی آب، موج سواری و سوانح قایق‌رانی در آب‌های تند دیده می‌شود. لذا بی‌حرکت کردن گردن در آب فقط در موارد شک قوی به شکستگی مهره‌های گردن لازم است که البته کار سختی است. ولی باید دانست که نجات غریق باید حداکثر سعی خود را در باز نگه داشتن راه‌های هوایی و عمودی نگه داشتن غریق جهت جلوگیری از اسپیراسیون[3] آب و محتویات معده غریق انجام دهد.

۱- "Hypothermia"

۲- "Basic Life Support"

۳- Aspiration

احیای اولیه در خشکی (BLS) "Land Basic Life Support"

به محض رسیدن غریق به خشکی یا عرشه کشتی آنرا بصورت خوابیده به پشت قرار می‌دهیم بلافاصله معاینات مربوط به تنفس، ضربان قلب (نبض غریق) و هوشیاری آنرا بررسی می‌کنیم.

اگر غریق هوشیار نیست و تنفس دارد باید آنرا در شرایط بهبود یا خوابیده‌به‌پهلو[1] قرار داد. این کار مانع از آسپیراسیون ریوی خواهد شد –

- اگر بیمار تنفس ندارد باید تهویه نجات بخش با متد دهان به دهان یا آمبوبگ شروع شود – در غرق‌شدگی الگوی تنفسی گاهی بصورت بریده بریده "Gasping" یا آپنه "Apnea" باشد – در این شرایط اگر غریق نبض دارد فقط به تهویه هوایی نیاز خواهد داشت.

- ایست قلبی در غرق‌شدگی به دلیل هیپوکسی و ثانویه به اختلال عملکرد ریوی است – لذا مراحل "CPR" در نجات غریق از روش قدیمی ABC تبعیت می‌کند – (الگوی سال 2012 متد CAB را پیشنهاد کرده است).

در غریق 5 تنفس نجات بخش اولیه بصورت مصنوعی و سپس 30 ماساژ قلبی (قفسه سینه) با متد استاندارد را انجام می‌دهیم و در ادامه دو تنفس مصنوعی و 30 ماساژ قلبی را شروع می‌کنیم (نسبت 1 به 15، تنفس به ماساژ قلبی) و این کار را ادامه می‌دهیم تا اولین نشانه‌های حیاتی مجدداً ظاهر شود. این علائم شامل شروع نبض و تنفس خود به خودی است –

در این زمان باید شرایط را برای حمایت‌های حیاتی پیشرفته (ALS)[2] آماده کرد.

-براساس مصوبه شورای احیای اروپا[3] اولین تنفس مصنوعی در غرق‌شدگی باید شامل 5 تنفس مصنوعی با فشار بالا باشد به گونه‌ای که قفسه سینه غریق حرکت کند – به طوری که آلوئل‌ها باز شده و توانایی تهویه هوا را پیدا کند – غریق باید از محل حادثه به سمت مرکز درمانی که توانایی یک CPR کامل را با تجهیزات و تخصص کافی دارد انتقال یابد، در این فاصله انجام عملیات احیای اولیه در خشکی (BLS) احیای پایه باید توسط افراد همراه و بر طبق قوانین توسط ناظر HSE در صنعت انجام گیرد. ولی نجات غریقان حرفه‌ای بدون خستگی و ناامیدی انجام می‌دهند.

مراقبت‌های پیشرفته پیش از بیمارستان

Advanced Basic Life Support before Hospitalization

این بخش به طور خلاصه به موضوعات عمده راهنمای CPR و AHA 2010 ECC می پردازد. در ابتدا به موضوعاتی پرداخته می شود که در اجرای حمایت پایه حیات (احیای اولیه در خشکی (BLS))، همه امدادگران، اعم از حرفه ای و غیرحرفه ای را تحت تأثیر قرار می دهد.

در راهنمای AHA 2005، برکیفیت بالای ماساژ قلبی تأکید شده است (ماساژ با سرعت و عمق مناسب، فرصت دادن برای برگشت کامل قفسه سینه پس از هر ماساژ، و به حداقل رساندن وقفه در ماساژ قلبی). مطالعات منتشر شده قبل و بعد از سال 2005 نشان دادند که (1) اگرچه اجرای راهنمای 2005، با کیفیت بهتر CPR و بقای بیشتر ارتباط دارد؛ اما تأکید بر کیفیت ماساژ قلبی تا وقتی نیاز باشد، ادامه پیدا می کند

۱- "Lateral Decubitus"

۲- "Advanced Life Supprt"

۳- "European Resusitation Council"

(2) در احیای پس از ایست قلبی در خارج از بیمارستان، در بین سیستم های خدمات اورژانس پزشکی (EMS) اختلاف قابل توجه ای وجود دارد،

(3) در بیشتر ایست های قلبی ناگهانی، هیچ شخصی به عنوان شاهد وجود ندارد که CPR را انجام دهد. تغییرات توصیه شده در راهنمای 2010، تلاش می کنند تا با مشخص کردن موارد فوق، و نیز تأکید جدید بر مراقبت های post-arrest، با طرح توصیه هایی پیامد ایست قلبی را بهبود بخشند.

فصل سی و شش

بازنگری احیاء

Resuscitation Review

Emphasis of high quality CPR

تأکید مداوم بر کیفیت بالای ***CPR***

راهنمای AHA 2010،مجدداً بر CPR با کیفیت بالا تأکید می نماید:

* تعداد ماساژ قلبی حداقل 100 بار در دقیقه (در راهنمای 2005 "تقریباً" 100 بار در دقیقه بوده است)
* عمق ماساژ قلبی در بزرگسالان حداقل 2 اینچ (5 سانتی متر) و در نوزادان و کودکان حداقل یک سوم قطر قدامی خلفی قفسه سینه (تقریباً 1/5 اینچ [4 سانتی متر] در نوزادان و 2 اینچ [5 سانتی متر]در کودکان). توجه کنید که دیگر از عمق 1/5 تا 2 اینچ برای بزرگسالان استفاده نشود. عمق ماساژ برای کودکان و نوزادان، در این ویراست نسبت به ویراست های قبلی، عمیق تر تعیین شده است.
* فرصت دادن برای برگشت کامل قفسه سینه بعد از هر ماساژ
* به حداقل رساندن وقفه ها در ماساژ قلبی
* اجتناب از تهویه بیش از اندازه

برای امدادگران بزرگسالان، کودکان و نوزادان (به استثنای نوزادان تازه متولد شده) که تنها هستند، نسبت 2:30 ماساژ قلبی به تنفس توصیه می شود، و در این مورد هیچ تغییری صورت نگرفته است. در ادامه، توصیه می شود تنفس های تقریباً 1 ثانیه ای داده شود. در صورت وجود ایروی پیشرفته، ماساژ قلبی (با سرعت حداقل 100 بار در دقیقه) ادامه یابد و دیگر نیازی نیست به صورت هماهنگ با تهویه انجام شود. سپس می توان تنفس ها را تقریباً 1 بار در هر 6 تا 8 ثانیه داد (حدود 8 تا 10 تنفس در دقیقه). از تهویه بیش از اندازه باید اجتناب گردد.

Chrge A-B-C to C-A-B **تغییر A-B-C به C-A-B**

راهنمای2010، تغییر در ترتیب مراحل احیای اولیه در خشکی (BLS) را توصیه می نماید، این تغییر از A-B-C (اِیروی، تنفس، ماساژ قلبی) به C-A-B (ماساژ قلبی، اِیروی، تنفس) برای بزرگسالان، کودکان و نوزادان

(به استثنای نوزادان تازه متولد شده؛ بخش احیای نوزادان را ملاحظه کنید) می باشد. این تغییر بنیادی در ترتیب CPR مستلزم بازآموزی همه افرادی است که CPR را آموخته اند، اما نویسندگان و متخصصین دخیل در تهیه این راهنما، بر این موضوع توافق دارند که سود حاصل از این امر، این زحمت را توجیه خواهد کرد.

دلایل بالینی Clinical Eveidence

اکثر ایست های قلبی در بزرگسالان رخ می دهد، بالاترین میزان بقا پس از ایست قلبی در بین بیماران همه سنین، در کسانی گزارش شده است که یک ایست قلبی با حضور شاهد و با ریتم اولیه فیبریلاسیون بطنی (VF) یا تاکی کاردی بطنی (VT) بدون نبض دارند.

در این بیماران، عوامل حیاتی و احیای اولیه در خشکی (BLS)، ماساژ قلبی و دفیبریلاسیون سریع می باشد. در ترتیب A-B-C، ماساژ قلبی اغلب تا هنگامیکه فرد مسئول راه هوایی را برای تنفس دهان به دهان باز نماید، وسیله ای را به عنوان مانع برای جلوگیری از تماس مستقیم دهان آماده، یا تجهیزات ونتیلاسیون را گردآوری و آماده کار نماید، به تأخیر می افتد. با تغییر دادن ترتیب به C-A-B، ماساژ قلبی زودتر آغاز خواهد شد و تأخیر در تهویه به حداقل می رسد

(یعنی فقط به اندازه زمان مورد نیاز برای 30 بار ماساژ قلبی دور اول، که تقریباً معادل 18 ثانیه است، تأخیر ایجاد می شود. وقتی 2 امدادگر برای احیای نوزاد یا کودک حضور داشته باشند، این تأخیر حتی کوتاه تر نیز خواهد شد).

بیشترین قربانیان ایست قلبی در خارج از بیمارستان هیچ شاهدی ندارند که CPR را انجام دهد. احتمالاً دلایل زیادی برای این مسئله وجود دارد، اما ممکن است یکی از اشکالات، ترتیب A-B-C باشد، چون این ترتیب با بازکردن راه هوایی و تنفس دادن آغاز می شود که امدادگران بیشترین مشکل را در آن دارند. شروع کردن احیا با ماساژ قلبی ممکن است امدادگران را بیشتر به انجام CPR ترغیب نماید.

معمولاً احیای اولیه در خشکی (BLS) به عنوان ترتیب اقدامات معرفی می گردد، و چون ترتیب صحیحی برای امدادگران تنها می باشد، همچنان مورد استفاده قرار می گیرد. اما بیشتر کارکنان مراکز بهداشتی - درمانی به صورت تیمی کار می کنند و اعضای تیم، اقدامات احیای اولیه در خشکی (BLS) را به صورت همزمان اجرا می نمایند. برای مثال، یک امدادگر بلافاصله شروع به ماساژ قلبی می کند، امدادگر دیگری یک دفیبریلاتور خودکار خارجی[1] آورده و کمک خبر می نماید، و امدادگر سوم راه هوایی را باز کرده و تهویه را انجام می دهد.

مجدداً به کارکنان بهداشتی درمانی توصیه می شود که اقدامات امدادی در مواجه با بیشترین علل احتمالی ایست قلبی را سازماندهی نمایند. برای مثال، اگر یکی از کارکنان درمانی به تنهایی شاهد کلاپس ناگهانی فردی باشد، ممکن است فرض کند که یک ایست قلبی اولیه با ریتم قابل شوک دادن دارد، و باید فوراً با سیستم پاسخ اورژانس تماس بگیرد، یک AED بیاورد، CPR را انجام داده و از AED استفاده کند. اما برای یک قربانی احتمالی ایست ناشی از آسفیکسی مثل غرق شدگی، قبل از تماس با سیستم پاسخ اورژانس، اولویت با ماساژ قلبی همراه با تهویه برای حدود 5 سیکل (تقریباً 2 دقیقه ای) است.

دو بخش جدید به راهنمای AHA 2010 اضافه شده است، که شامل مراقبت *post arrest* و آموزش، اجرا، و تیم‌ها

۱- Automated External Defibrilator (AED)

هستند. با اضافه شدن حلقه پنجم در زنجیره بقا ECC بزرگسال (شکل 1)، بر اهمیت مراقبت post arrest تأکید شده است. بخش های مراقبت post arrest و آموزش، اجرا، و تیم ها را در این نشریه مطالعه کنید، زیرا خلاصه ای از توصیه های کلیدی در این قسمت های جدید گنجانده شده است.

اصولاً به دلیل وجود تظاهرات و تفاوت‌های گسترده در علائم بالینی غرق‌شدگی، از یک روش طبقه‌بندی 6 گروهی یا 6 درجه‌ای برای ارزیابی بالینی بیماران غرق شده استفاده می‌شود که درجات بالاتر وضعیت بدتری را نشان می‌دهند با این روش طبقه‌بندی، می‌توان به تعیین سطح خطر و هدایت اقدامات کمکی نظم منطقی داد.

بطور خلاصه این طبقه‌بندی به شرح ذیل است

A- درجه 1: در مواردی که مراقبت‌های پزشکی پیشرفته (ALS) و اکسیژن درمانی نیازی نیست و میزان بقا این گروه باید ۱۰۰٪ باشد.

B- درجه 2: در مواردی که اکسیژن درمانی با جریان کم 3 تا 5 لیتر در دقیقه نیاز است و مریض درجات خفیفی از هیپوکسی را دارد. در بخش اورژانس میزان بقاء 99٪ است.

C- درجه 3: در مواردی که بیمار احتیاج به لوله‌گذاری تراشه‌ای (ETT) با جریان اکسیژن بیش از 15 لیتر در دقیقه احتیاج پیدا می‌کند و گاهاً مریض به تهویه مکانیکی از طریق ماسک صورت یا دستگاه رسپیراتور نیاز پیدا می‌کند – این بیماران به بخش مراقبت‌های ویژه ICU احتیاج دارند و میزان بقا آنها بین 95 تا 96٪ است.

D- درجه 4: علائم بالینی موارد طبقه سوم (3) را دارند به علاوه اسیدوز تنفسی و متابولیک شدید و هم زمان که گاهی مجبور به تجویز کریستالوئیدها و وزوپروسورها پیدا می‌کنیم و مدت درمان ICU بیشتر خواهد بود. میزان بقاء در بهترین شرایط 78 تا 82٪ است.

قابل ذکر اینکه در غرق‌شدگی مرحله 3 و 4 ادم ریوی وجود دارد ولی با درجات متفاوت.

E- درجه 5: بیمار غرق شده‌ای که ایست تنفسی دارد و ادم ریوی ولی هنوز نبض دارد و ایست قلبی اتفاق نیفتاده است در این بیماران با اقدامات اولیه احیای اولیه در خشکی (BLS) و پیشرفته ALS در صورت بازگشت ایست تنفسی و نگهداری در ICU امکان بازگشت تنفس خود به خودی 56 تا 69٪ است. (میزان بقا).

F- اسپیراسیون[1] درجه 6: در غرق‌شدگی که حداقل یک ساعت در آب مانده‌اند ولی شواهد فیزیکی مرگ را ندارند، باید آنها را یک ایست قلبی و تنفسی تلقی کرد و با انجام CPR با کمک کریستالوئیدها و وازوپوسرها[2] در ICU مراقبت خاص گردند اگرچه میزان بقای آنها بین 7 تا 12٪ است.

در غرق‌شدگی که ایست تنفسی و قلبی وجود دارد و بیش از یک ساعت از غوطه‌وری آن گذشته و علائم فیزکی مرگ مثل کبودی کامل بدن، عدم پاسخ مردمک نور و خشکی اعضای مرگ "Mortal Rigidity" رخ داده، بیمار را به پزشکی قانونی برای گواهی فوت تحویل می‌دهیم.

اصول درمان غرق‌شدگی بر اساس علائم و شرایط بالینی غریق تعریف می‌گردد:

در درمان درجات خفیف ادم ریوی که ریه اکسیژن رسانی کافی را تا حدودی حفظ کرده است بیمار هیپوکسی

۱- Aspiration

۲- Vasopressin

خفیف دارد می‌توان با تجویز اکسیژن با سرعت 15 لیتر در دقیقه از طریق ماسک صورت[1] بیمار را نجات داد لذا CPR در غرق‌شدگی همیشه از متد ABC پیروی می‌کند.

در درجه 3 یا 4 غرق‌شدگی که ادم ریوی نسبتاً وسیع است لوله‌گذاری داخل نای ETT و تهویه مکانیک دستی یا با دستگاه رسپیراتور[2] بخصوص اگر بیمار علائم خستگی ریوی[3] را نشان می‌دهد یک امر اجباری است – در هر حال، یک تنفس مصنوعی با ETT شرطی مؤثر است که قفسه سینه بیمار حرکت کند و میزان اشباع اکسیژن بین 92 تا 96٪ بماند که با پالس اکس متر سنجیده می‌شود.

گذاشتن ETT در موارد ادم ریوی می‌تواند باعث خروج مقادیر زیادی مایع گردد و ساکشن مایعات مفید است ولی نباید از تهویه مؤثر غافل شد و معطل تخلیه کامل ریه گردیم زیرا این مایعات مدام در حال ترشح به لوله‌های هوایی هستند –

در ادم ریوی حاد و شدید شاید تنها راه استفاده از دستگاه رسپیراتور به روش PEEP[4] (تهویه با فشار مثبت انتهای بازدمی) باشد که بین 30-18 میلی لیتر آب قرار می‌گیرد.

گرفتن رگ "IV-line" کاملاً حیاتی است اگرچه در شرایط کولاس عروق محیطی می‌توان از روش داخل استخوانی IO "Intraosseous" استفاده کرد. باید توجه داشت که اگر اصلاح، اکسیژن‌رسانی باعث اصلاح فشار خون نشود احتمالاً مریض در شرایط متابولیک اسیدوز شدید است و لذا تجویز سریع کریستالوئیدها همراه با رینگرلاکتات و داروهای وازوپرسین می‌تواند جان غریق را نجات دهد به شرطی که کاربرد در تهویه مصنوعی داشته باشیم.

در غریق با ایست قلبی – تنفسی که درجه 6 به حساب می‌آید اغلب موارد دلیل ایست قلبی بصورت اسیستول[5] یا فعالیت الکتریک بدون نبض EMD[6] باشد و باید دانست که VF فیبریلاسیون بطن بندرت گزارش می‌شود –

در مورد آسیتول به‌خصوص در شرایط هیپوترمی شدید طی CPR باید از اپی‌نفرین به میزان یک میلی گرم در کل و یا 0/01 میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن مریض استفاده کرد.

وجود دستگاه و فیبریلاتورهای خارجی خودکار (AED[7]) در مراکز درمانی مربوط به غواصان یک نیاز حیاتی است که متأسفانه به دلیل هزینه‌های مالی آن کمتر دیده می‌شود.

مراقبت‌های بخش اورژانس:

از آنجایی که کمتر از 6٪ از کل افراد غرق شده احتیاج به مراقبتهای جدی در اورژانس دارند و اغلب به دلیل آپیراسیون کم آب با احیای اولیه نجات غریق بهبود پیدا می‌کنند لذا در بدو ورود بیماران غرق شده به اورژانس اقدامات زیر لازم است.

1- باز کردن راه هوایی و ایجاد یک تهویه مناسب با شرایط بالینی بیمار برای افزایش اکسیژن‌رسانی مغزی و بدنی

۱- "Ambo Bag"

۲- Respirator

۳- "Respiratory Exhaustion"

٤- "Positive End Expiratory pressure"

۵- Asystol

٦- (Electromechanical Dissociation)

۷- "Automated External Defibrillator"

2- اطمینان حاصل کنید مریض یک گوارش خون پایدار دارد. "Stable CardiovoscularStatee"
3- لوله بینی – معدی NGT (Naso-Gastric Tube) گذاشته شود تا آب بلعیده شده احتمالی خارج گردد – مقدار زیاد آب در معده مانع از انبساط کامل قفسه سینه و تهویه مناسب هوایی می‌گردد.
4- با پوشاندن بیمار هیپوترمی را اصلاح کنید.
5- در این مرحله معاینات بالینی قفسه سینه از نظر ادم ریوی و تهویه هوا همزمان با معاینات قلبی باید شروع گردد
6- گرفتن عکس قفسه سینه CxR و آزمایشات گازهای سرخرگیABG در اولین فرصت مناسب باید انجام گیرد.
اسیدوز متابولیک معمولاً با افزایش تهویه مکانیکی ریوی در حدود 30 تا 35 لیتر در دقیقه و در شرایط لزوم با استفاده از PEEP با فشار $35(cm\ H_2o)$ سانتی‌متر آب اصلاح می‌شود و استفاده سریع از بی‌کربنات‌سدیم $NaHCo_3$ توصیه نمی‌گردد چرا که شرایط هیپرکامپنی $(\uparrow PaCo_2)$ را تشدید می‌کند.
بی کربنات سدیم در شرایطی که عامل بی نظمی قلبی را اسیدوز متابولیک شدید بدانیم با توجه به ABG می‌تواند استفاده شود. همیشه باید بخاطر داشت که غرق‌شدگی گاهی عللی مثل صرع یا آرتیمی قلبی یا سنکوپ قلبی رخ داده باشد و این بیماری‌های زمینه‌ای را در درمان باید مد نظر قرار داد.
آزمایشاتی مثل الکترولیت‌های خون،BUN نیتروژن اوره خون، کرانیتین Cr، و هماتوکرمیت HCT کمک زیادی نخواهند کرد ولی اگر بیمار به درمان پاسخ نمی‌دهد، مطالعات سم شناسی از نظر الکل خون، مواد مخدر و .... و انجام CTScan مغزی لازم خواهد شد.
تمام غریق‌های درجه‌های 6-2 باید بستری شوند – در غریق درجه 2 تجویز غیرتهاجمی اکسیژن به مدت 6 تا 8 ساعت اگر باعث طبیعی شدن وضعیت بالینی در قلب و ریه بیمار گردد می‌تواند مرخص گردد. ولی بیماران با درجه 3 تا 6 که احتیاج به لوله‌گذاری تراشه "ETT" دارند باید در بخش ICU بستری شوند و متخصصین مربوطه نظارت مستمر نمایند-

مراقبت‌های ICU "ICU Care"

درمان بیماران غریق نجات یافته با درجه 6-3 در ICU به دلیل وجود درجاتی از ادم ریوی خیلی شبیه درمان بیماران سندروم دیسترس تنفسی حاد "ARDS[1]" است ولی بهبود غریق سریعتر از ARDS رخ می‌دهد.
حتی در شرایطی که مریض تهویه مناسبی دارد و ABG کاملاً طبیعی است، بازهم 24 ساعت نباید مریض را از دستگاه تهویه مکانیکی جدا کرد اگر چه شکل ریوی دیررس[2] - نسبتاً نادر است.
استفاده از کورتیکواتروئیدها تأثیر زیادی ندارد ولی در مواردی که بازکنندگان برونش[3]ها اثر مناسبی ندارند، توصیه می‌شود استفاده شوند.
در عکس قفسیه سینه و CxR به دلیل وجود آب در ریه، نمای شبیه به پنومنی[4] ایجاد می‌گردد ولی باید دانست که فقط 12٪ بیماران غرق‌شدگی دچار پنومونی می‌گردد که به درمان آنتی بیوتیک نیاز دارند – ولی دادن آنتی

۱- "Adult Respiratory Distress Syndrome"
۲- "Late Respiratory Sequels"
۳- "Bronchodilator"
٤- Pneumonia

بیوتیک وسیع الطیف بصورت پروفیاکنیک هیچ جایی ندارد.
بیمار باید از نظر بالینی و آزمایشگاهی از نظر ارتشاعات ریوی پایدار یا جدید، واکنش لکوسیتی در محتویات نای و کشت آنتی بیوگرام نمونه‌های خلط گرفته شده از این محتویات تحت نظر باشد و در صورت وجود پنومونی فعال از آنتی‌بیوتیک مناسب استفاده شود –
در مواردی که تکه‌های خلطی[1] یا جسم خارجی[2] باید از برونکوسکوپی استفاده کرد –
پنومونی به دلیل آسپیراسیون آب دریا، یا محتویات معدوی یا فلور طبیعی ریه رخ دهد و اغلب در روزهای سوم یا چهارم پس از بستری شدن و بهبود ادم ریوی تظاهر می‌کند – که پاتوژنهای بیمارستانی علت اصلی هستند – و آنتی بیوتیک‌های وسیع الطیف با حداکثر دوز پیشنهاد می‌شود.
در موارد نادری پنومونی در غرق‌شدگی به دلیل قارچی رخ می‌دهد ولی تا کشت مثبت خلط وجود نداشته باشد نیازی به شروع درمان ضد قارچ نیست –

دستگاه گردش خون "Blood Circulation System"

در اغلب موارد غرق‌شدگی، رساندن اکسیژن کافی با روش‌های ذکر شده و دادن مایعات کریستالوئیدها و از بین بردن هیپوترمی به وسیله گرم کردن بدن غریق باعث بهبود و طبیعی شدن گردش خون محیطی می‌گردد. در افراد غریق درجه 4 تا 6 گاهی به دلیل CMF شکست اختفائی قلبی[3] نیز جزء دلایل ادم ریوی و بدتر شدن هیپوکسی رخ می‌دهد.
در صورتی که کریستالوئیدها به بهبود وضع نگرانی خون کمک نکند انجام اکوکاردیوگرافی برای بررسی CHF ضروری است ولی درمان این عارضه در افراد غریق کار بسیار مشکلی است و استفاده از دیورتیکها می‌تواند وضع را بدتر کند – ولی داروهای اینوتروپ و وازوپرسین‌ها تأثیر خوبی در CHF غرق‌شدگی دارد.

دستگاه عصبی "CNS Consequence"

بدترین عوارض غرق‌شدگی آسیب‌های سیستم اعصاب مرکزی CNS بطور پایدار هستند که علت اصلی آن هیپوکسی مغزی است – گاهاً بیماران درجه 5 تا 6 بعد از به ظاهر پایدار شدن سیستم قلبی ریوی دچار کمای شدید و طولانی می‌شوند – مراقبت‌های مثل میزان گلوکز خون اندازه گیری PaO_2 فشار نسبی اکسیژن شریانی، و $PaCo_2$ فشار نسبی دی‌اکسیدکربن شریانی جزء مراقبت‌های ویژه این بیماران قرار می‌گیرد.
تحقیقات نشان می‌دهد ایجاد هیپوترمی در حدود دمای 32 تا 34 درجه سانتی‌گراد را برای مدت 24 ساعت ممکن است عوارض هیپوکسی مغزی را کاهش دهد –
باید توجه داشت که در مراحل ابتدایی احیای غرق شدگان برای جلوگیری از کاهش عملکرد سیستم قلبی عروقی باید بیمار را گرم کرد و سپس از ایجاد یک گردش خون مناسب در صورت بروز علائم بالینی صدمات مغزی و کما

۱- "Mucous Plugs"
۲- "Foreign Body"
۳- "Congestive Feart Failure"

ممکن است ایجاد هیپوترمی القایی[1] به سود غریق باشد.

عوارض نامعلوم **"MiscellaneousSequels"**

1- بروز سندروم پاسخ التهابی سیستیک (SIRS)[2] پس از احیاء نجات یافتگان گزارش شده ولی علت آن عفونت ریوی نیست –

2- سپسیس[3] و انعقاد داخل عروق منتشر DIC[4] یک عارضه غرق‌شدگی در 72 ساعت اول بعد از احیاست.

3- نارسایی حاد کلیوی ARF[5]

عارضه‌ای است که در غرق‌شدگی به دلیل هیپوکسی شدید و گاهی هموگلوبین یوری[6] و گاهاً میوگلوبین یوری[7] و گاهی شوک قلبی[8] رخ می‌دهد – لذا اندازه‌گیری میزان ادرار بیمار و مونیتور کردن BUN و Cr از ضروریات درمان غرق‌شدگی است-

ب) دستگاه عصبی **"CNS Consequence"**

یک ارتباط مستقیم بین مدت فرورفتگی زیر آب و اختلالات عصبی شدید وجود دارد که پس از ترخیص، بیمار گرفتار آن خواهد ماند –

اگر مدت فرورفتن در آب بین 5-0 دقیقه باشد عوارض عصبی پایدار را در ۱۰٪ ترخیص شدگان می‌بینیم.

اگر مدت فرورفتن در آب بین 10-6 دقیقه باشد عوارض عصبی پایدار را در ۵۶٪ ترخیص شدگان می‌بینیم.

اگر مدت فرورفتن در آب بین 25-11 دقیقه باشد عوارض عصبی پایدار را در ۸۸٪ ترخیص شدگان میبینیم.

اگر مدت فرورفتن در آب بیشتر از 26 دقیقه باشد عوارض عصبی پایدار را در ۱۰۰٪ ترخیص شدگان میبینیم.

کاهش دمای مغز به میزان 15 درجه سانتی‌گراد در غرق‌شدگی مصرف ATP را تقریباً ۵۰٪ کاهش می‌دهد و مدت امکان بقای مغز را 2 برابر می‌کند-

راهکارهای جلوگیری از غرق‌شدگی "Drawling Prevention"

توصیه کارگروه بین‌المللی پیشگیری از غرق‌شدگی، اقدامات لازم جهت پیشگیری از غرق‌شدگی را به دو گروه مجزا تقسیم‌بندی می‌کند-

1- اقداماتی که باعث کاهش خطر غرق‌شدگی در افراد می‌شود.

2- اقداماتی که باعث کاهش خطر غرق‌شدگی دیگران می‌گردد.

۱- "Iatrogenic Hypothermia"

۲- "Systemic Immune Response Syndrome"

۳- "Sepsis"

٤- (Disseminated Intravascular Consumption)

٥- "Acute Renal Failure"

٦- Hemoglobin urea

۷- "Myoglobin urea"

۸- "Cardiogenic Shock"

موارد ذیل توسط کمیته بین المللی پیشگیری از غرق‌شدگی در آب‌های آزاد تنظیم و تهیه شده است.
برای کاهش خطر غرق‌شدگی در افراد موارد ذیل از اهمیت حیاتی برخوردارند.
3- آموزش شنا و مهارت‌های ایمنی در آب‌های آزاد.
۴- داشتن همراه "Buddy" درشنای آب‌های آزاد.
5- توجه کامل به نشانه‌ها و هشدارهای ایمنی و اخبار آب و هوای منطقه‌ای.
6- اجتناب از مصرف الکل قبل از شنا.
7- استفاده از جلیقه نجات. نباید از وسایل کمکی شنا که بادشونده هستند در آب‌های آزاد استفاده کرد.
8- در مناطق مجاز که دارای گروه نجات غریق هستند شنا کنید – مناطق ممنوعه و بدون ناظر خطر غرق‌شدگی بالایی دارند.
9- توانایی شنای خود را بیش از واقع برآورد نکنید – حتی در شناگران حرفه‌ای که مدت‌ها تمرین نداشته‌اند خطر غرق‌شدگی بیشتر است.
10- از جریانهای گردابی دور بمانید – علت ۸۵٪ از غرق‌شدگی‌ها در مناطق آب‌های آزاد گرداب‌های مخفی هستند.
مواردی که باعث کاهش خطر غرق‌شدگی در دیگران می‌گردد شامل موارد ذیل است.
1- آموزش شنا و بقاء در آب در کودکان.
2- فقط در مناطقی که گروه نجات غریق وجود دارد شنا کنید.
3- کودکان و افراد تحت نظارت خود را در داخل آب و کنار آب زیر توجه دقیق قرار دهید.
4- کمک‌های اولیه و CPR را آموزش ببینید.

عوارض و سوانح غواصی که احتیاج به کپسول هایپرباریک برای درمان دارند

Decompression Need Disorders(DND)

طب فشار بالا[1] یک روش زیبا برای افزایش اکسیژن محلول در پلاسما و بافتها از طریق استفاده از فشار محیطی بیش از یک اتمسفر (Atmosphere Absolute)1(ATA 1) است .
درمان با اکسیژن در فشار بالا[2] نوعی درمان است که در آن بیمار همزمان با تنفس اکسیژن 100% در محفظه مخصوص تحت فشار محیطی با بیشتر از یک اتمسفر قرار میگیرد . این اتاقRCها اولین بار برای بیماریهای غواصی به‌خصوص (DCS) تقلیل فشار[3] طراحی شد . در دو دهه اخیر با تحقیقات حیوانی و بالینی, یافته های بسیار ارزشمندی از تاثیر HBOT در بیماریهای مختلف به‌دست آمده است .که در این کتاب بطور کامل کلیه موارد استفاده آنرا توضیح خواهیم داد.
HBOT امروزه مصرف جهانی دارد و کلیه بیمارستانهای مجهز دنیا به اتاقRC فشار مجهز شده اند.اثرات درمانی HBOT در زخمهای تروماتیک حاد ، صدمات له کننده (Crush) ، سوختگی ها و گانگرن گازی و سندروم

۱- (Hyperbaric)
۲- "HBOT"Hyperbaric Oxygen Therapy
۳- Syndrome

کامپارتمان[1] به‌قدری موثر است که می تواند باعث نجات فرد و یا مانع قطع عضو شود .
در بیمارانی که دچار زخمهای درمان ناپذیر هستند مثل زخم بستر[2] که بنامDecubitus Ulcer معروف‌اند و در زخمهایی که به دلیل اشعه درمانی ایجاد شده اند این روش درمانی جنبه حیاتی دارد و به عنوان یک درمان مکمل و لازم با روشهای درمانی قبلی در نظر گرفته میشود .
درموارد از دست رفتن حاد شنوایی و بسیاری از بیماریهای نرولوژیک دیگر HBOT دارای اثرات درمانی است .
HBOT در سراسر جهان جایگاه قوی درپزشکی مبتنی بر شواهد (EBM)[3]پیدا کرده و در این مقاله بطورخلاصه کلیه مصارف طبی و موارد منع مصرف آن شرح داده شده است .
عوارض و سوانح غواصی که احتیاج به کپسول هایپرباریک برای درمان دارند.

مقدمه Introduction

کمیته جهانی ,HBOT آن را اینگونه تعریف میکند که : HBOT روش درمانی است که در آن بیمار با تنفس اکسیژن 100% در محیطی بسته که فشاری بالاتر از یک ATA دارد، قرار میگیرد . یک ATA معادل 760 mm جیوه در سطح دریاست .
در چهل سال گذشته، این روش برای بسیار از بیماریها امتحان شد . محققانی مثل Gabb وRabin در سال 1987 و دو دهه اخیر حدود 132 مورد مصرف (Indication) برای آن شمرده اند که از طریق مطالعات حیوانی و بالینی اثربخشی آن را دربسیاری از این موارد به اثبات رسانده اند . به گونه ایی که HBOT در بسیاری از بیمارستانهای جدید ، یک بخش جداگانه دارد مثلاً در چین 2600 اتاقک فشار و در روسیه 2000 ، در ژاپن 400 ، در انگلستان 200 و در سراسر اروپای متحد حدود 400 ، در امریکا 800 اتاقRC فشار وجود دارد .در آسیای میانه 10 اطاقک و در سریلانکا 1 واحد اورژانس موجود است . ولی رشد مصرف اتاقک فشار در سراسر دنیا بطور چشمگیری در حال افزایش است . به‌خصوص با اثرات روزافرون آن بر روی ترمیم زخمهای پای دیابتی و این روش یک نقش اساسی درپزشکی مبتنی بر شواهد EBM پیدا کرده است .

اساس فیزیولوژیک "Physiological Base"

در شرایط تنفسی نرمال در فشار یک ATA هوا که دارای 21% اکسیژن است باعث اشباع Hb تا 95% میشود در این شرایط در هر 100 میلی لیتر ml از خون حدود 19 cc اکسیژن متصل به Hb ، 0.32 cc اکسیژن در پلاسما وجود دارد . اگر در همین فشار از اکسیژن 100% استفاده کنیم میزان اکسیژن متصل به Hb به حدود 20 cc و اکسیژن نامحلول پلاسما به حدود 2.09 میلی لیتر میرسد . این اکسیژن در پلاسما در فشار ATA 2 به حدود 4.4 میلی لیتر و در فشار ATA 3 به 6.8 میلی لیتر میرسد . این میزان اکسیژن پلاسمایی این امکان را میدهد که بدن احتیاجی به اکسیژن متصل به Hb نداشته باشد . این مکانیزم ، اصول درمان HBO را تشکیل میدهد .

۱- (Compartment Syndrome)

۲- (Bed Sore)

۳- Evidence –Base Medicine

Table1. Effect of Pressure on Arterial O_2

Total Pressure		Content of Oxygen Dissolved in plasma (vol %)	
ATA	MmHg	Breathing Air	100% Oxygen
1	760	0.32	2.09
1.5	1140	0.61	3.26
2	1520	0.81	4.44
2.5	1900	1.06	5.62
3	2280	1.31	6.80

All values assume arterial pO_2 = alveolar O_2 and that Hb O_2 capacity of blood is 20 vol %

(Table-۱)

براساس قانون هنری Henry Low مقدار گازی که در یک مایع حل میشود بطور مستقیم متناسب با فشار جزئی آن در فاز گاز است به شرط اینکه دما ثابت باقی بماند. با افزایش فشار محیطی میزان انحلال 2 O 100% افزایش می یابد و به مقداری میرسد که بافتهای بدن بدون نیاز به اکسیژن متصل به Hb توانایی زنده ماندن را خواهند داست این مهم بهنام Hyper Oxygenation معروف است که مکانیزم اصلی HBOT است .

روش تجویز **"Method of Administration"**

در HBOT می توان ازیک اتاقRC فشار یک نفره استفاده کرد **(MonoPlace Chamber)**

اتاقک های تک نفره برای درمان بیماران Stable با مشکلات مزمن است .

ولی اتاقک های چند نفره[1] برای درمان چند نفر با یک مشکل مشابه (گاز گرفتگی CO) یا زمانی که بیمار نیاز به مراقبت طبی همزمان با HBOT دارد مصرف میشود . بیمار از طریق ماسک یا HOOD که متصل به اکسیژن 100% است تحت فشار 3-2 ATA اتمسفر و اغلب به مدت 60یا 90 دقیقه قرار میگیرد.در موارد حاد با تکرار 5-3 بار کافی است ولی در بیماریهای مزمن گاهی 60-50 جلسه بیمار تحت درمان با HBOT قرار میگیرد .

Table 1 Treatment protocol for hyperbaric O_2 in few selected conditions.

2ATA	O_2 x 90 minutes	Wound healing
		Compromised skin graft
		Thermal burns
		Mucormycosis
2.5 ATA	O_2 x 90 minutes	Non clostridial gas gangrene
		Necrotizing infections
		Radiation injury
3 ATA	O_2 x 90 minutes	CO poisoning
		Clostridial gas gangrene

ATA=Atmospheric absolute, CO=carbon monoxide

روشهای درمانی HBOTTherapeutic Modes

اصولاً HBOT را از نظر درمانی به سه گروه تقسیم بندی میکنند :

Table 2: Indications for Hyperbaric Oxygen Therapy

A. UNIVERSALLY ACCEPTED: These indications are supported with peer reviewed proof of efficacy

Wounds:
- **Problem, non-healing wounds and ulcers (diabetic, venous etc)**
- **Infective wounds - gas gangrene, refractory osteomyelitis, necrotising soft tissue infections**
- **Acute traumatic ischemias, crush injuries, compartment syndromes**
- **Compromised skin grafts and flaps**
- **Thermal burns**

Oncology:
- **Late radiation induced tissue damage and complications due to endarteritis**
- **Prophylactically adjunctive to therapeutic radiation, for preparation of surgery or implant procedures in previously irradiated fields**

بیماری تقلیل فشار غواصان Decompression Syndrome (DCS)

درمان قدم اول (HBOTFirst-line Treatment)

این عارضه خطرناک اغلب ظرف مدت چند دقیقه بعد از به سطح آمدن غواص رخ میدهد. حبابهای نیتروژنی (گازهای بی اثر) از طریق سیاه رگها وارد سرخرگها شده و می توانند سکته های مغزی یا قلبی ایجاد کنند (د رهر ارگانی می توانند خون رسانی را کاهش دهند یا قطع کنند !!)

۱- (MultiPlace Chamber)

در برخی موارد به دلیل حبس نفس و صعود سریع ، پاره شدن آلوئلها[1] باعث ورود هوا به سرخرگهای غواص میگردد. از عوامل دیگری که باعث ورود گاز از سیاهرگها به سرخرگها میشود (PFO[2]) بازماندن سوراخ گرد بین دو بطن است . در 30% نوزادان دیده میشود که در طول سال اول بسته میشود ، بیماری PFO باعث ایجاد شنت راست به چپ شده و شانس AGE را در غواص بالا میبردعوارض آن براساس سرخرگی به بسته شدن و مدت زمان رساندن بیمار به یک مرکز HBOT می تواند با علائم گذرا یا عوارض و ناتوانیهای دائم همراه باشد .

آمبولی گاز سرخرگی Arterial Gas Embolism (AGE)

عواقب AGE که مهمترین آنها سکته های قلبی و مغزی هستند از دست دادن شنوایی ، وزوز گوش ، سرگیجه و عدم تعادل- آمبولی گازی سرخرگی (AGE) در برخی موارد به دلیل حبس نفس و صعود سریع ، پاره شدن آلوئلها[3] باعث ورود هوا به سرخرگهای غواص میگردد.

از عوامل دیگری که باعث ورود گاز از سیاهرگها به سرخرگها میشود PFO[4] بازماندن سوراخ گرد بین دو بطن است . در 30% نوزادان دیده می‌شود که در طول سال اول بسته میشود ، بیماری PFO باعث ایجاد شنت راست به چپ شده و شانس AGE را در غواص بالا می‌بردعوارض آن براساس سرخرگی بسته شدن و مدت زمان رساندن بیمار به یک مرکز HBOT می تواند با علائم گذرا یا عوارض و ناتوانیهای دائم همراه باشد .

از آنجایی که یکی ازموارد استفاده HBOT بیماری تقلیل فشار DCS[5] است . که اغلب در غواصان رخ میدهد ، بهتر است بصورت گذرا آنرا توضیح دهیم .

تکنیک های غواصی شامل :

1- حبس آزاد یا غوص آزاد (Breath-Hold Diving)

2-خرطوم تنفسی Snorkeling

3- SCOBA (Self-Contained Underwater Breathing Apparatus)

به معنای غواصی به وسیله تجهیزاتی تنفسی که توسط خود غواص حمل میشود .

4- غواصی از طریق تغذیه هوا از سطح (Surface Supply Diving)

5- غواصی با مخلوط گاز (Mixed –Gas Diving)

6- غواصی اشباع (Saturation Diving)

در متدهای مختلف غواصی میتواند بیماری تقلیل فشار(DCS) رخ دهد . اگر چه بیماریهای غواصی در دو گروه مجزا بصورت زیر تقسیم بندی میشود :

۱- (Alveoli)

۲- Patent From Oval

۳- (Alveoli)

٤- Patent From Oval

٥- Decompresion Sickness

1- بیماریهای فرورفتن Descent Diving Disorder

به دلیل افزایش عمق ، فشار محیطی افزایش می یابد و باعث افزایش انحلال تمام گازهای تنفسی در خون میشود (طبق قانون هانری) اگر چه اکسیژن مشکل ساز نخواهد بود (تا حدی که مسمومیت ایجاد نکند) ولی نیتروژن باعث اختلالات عصبی می گردد و توان پاکسازی ریه کاملاً محدود است .

2- بیماریهای بازگشت به سطح (Ascent Diving Disorder)

با بازگشت به سطح تقلیل فشار[6] باعث خروج گازهای بی اثر از خون میشود ، سرعت پاکسازی ریه محدود است و بازگشت سریع میتواند با تولید حبابهایی از گازهای بی اثر از خون میشود .

سرعت پاکسازی ریه محدود است و بازگشت سریع میتواند با تولید حبابهایی از گازهای بی اثر در تمام عروق اندامهای بدن همراه باشد .

فشار به اعصاب و درد فشاری در مفاصل و تمام بافتهای بدن به دلیل تشکیل این حبابهاست .

به کلیه علائم حادث شده با این مکانیزم سندروم تقلیل فشار[7] می‌گویند . تنها درمان این بیماران استفاده از HBOT است که با افزایش فشار اتاقRC سایز حبابهای تشکیل شده کوچک می‌شوند وحتی می توانند دوباره محلول در خون گردند و در مدت زمان طولانی تری به آهستگی از طریق ریه دفع گردنند .

غواصی در عمق بیشتر با احتمال بیشتر بیماری تقلیل فشار(DCS) ایجاد میکند . حداکثر عمق مجاز در غواصی تفریحی 100 FSW تقریبا معادل 30 m است ولی در غواصی تجاری یا نظامی 300FSW حدود 100m ماکزیمم حد مجاز است .

برای جلوگیری از بیماری تقلیل فشار(DCS) باید در عمقهای متفاوت و با زمانهای متفاوت توقف کرد که به‌نام Safety Stop معروف‌اند اکثر موارد بیماری تقلیل فشار(DCS) به دلیل عدم رعایت در Safety Stop رخ میدهد .

پرواز بلافاصله بعد از غواصی به دلیل کاهش فشار محیطی و افزایش شانس بیماری تقلیل فشار(DCS) قدغن است .

در غواصی اشباع که گازهای تنفسی و بی اثر به ماکزیمم غلظت خود در خون ، بافتها میرسند برگشت غیر استاندارد می تواند بسیار خطرناک باشد اگر چه امروزه با استفاده از ROV[8] و AUV[9] و ربات‌های غواص با کنترل از راه دور ، مسئله غواصی اشباع بسیار کمتر دیده میشود . ولی Saturation Diving یک فاکتور مساعد کننده بیماری تقلیل فشار(DCS) است اتفاقی که در Bounce Diving (غواصی تفریحی کمتر از 10 دقیقه) که بنام Non-Decompression Limit هم خوانده میشود ،هرگز اتفاق نمی افتد .

بیماری تقلیق فشاربیماری تقلیل فشار(DCS) که بنام Cassion Disease نیز معروف است دارای علائمی است که اغلب بلافاصله بعد از خروج از آب آشکار میشود . (90% موازد در سه ساعت اول بعد از خروج از آب) و در 100% حداکثر ظرف 24 ساعت پس از خروج از آب تظاهر میکند .

٦- (Decompression)

٧- (Decompression Sickness or syndrome)

٨- Remote Operating Vehicle

٩- Autonomous Underwater Vehicle

بیماری تقلیل فشار(DCS)براساس علائم آن به دو گروه Type I و Type II تقسیم میشود . اگر چه علائم فی مابین وجود درجاتی از هر دو نوع بیماری تقلیل فشار(DCS) را برای پزشک تداعی میکند . بسیاری از علائم بلافاصله از بین میروند ولی بعضی از علائم و عوارض هفته ها یا ماهها باقی می مانند . اگر چه عوارض و ناتوانیهای دائم نیز در موارد شدید وجود دارد .

عوامل مساعد کننده بیماری تقلیل فشار(DCS) بیشتر عوامل تکنیکی وعدم توجه به مسائل آموزشی است که مهمترین آنها عدم رعایت Safety Stop و تقلیل فشار استاندارد است که امروزه به وسیله کامپیوترهای غواصی که به مچ دست غواص بسته میشود . لازم الاجراست ولی صعود خیلی سریع و پرواز بعد از غوص (24-12 ساعت) از مهمترین عوامل مستعد کننده هستند . عوامل اساسی مثل سیگار کشیدن ، خستگی مفرط ،چاقی و عوامل محیطی شامل آب سرد ، کارهای دشوار و پر زحمت در زیر آب و گرمای بیش از حد در لباس غواصی پوشیده از دیگر عوامل مستعد کننده بیماری تقلیل فشار(DCS) است .

باید توجه داشت که در استاندارد ترین شرایط هم احتمال وقوع بیماری تقلیل فشار(DCS) وجود دارد .

اگر چه درمان تمام انواع بیماری تقلیل فشار(DCS) از طریق HBOT است و سرعت عمل در درمان جنبه حیاتی دارد .

بیماری تقلیل فشار، نوع یک بیماری تقلیل فشار DC(Type I)

در این نوع سیستم اسکلتی – عضلانی و پوست دارای علائم زیر میشوند :

درد متوسط تا شدید که اکثر در مفاصل بازو و پا دیده میشوند و بهنام (The Bends) معروف است .

خارش ، دانه دانه شدن پوست Mottling و راش های پوستی

TABLE IV

PREDOMINANT DECOMPRESSION SICKNESS MANIFESTATIONS

Type I	—	Decompression Sickness	54 cases	47%
Type II	—	Decompression Sickness	61 cases	53%
		Cerebral	11 cases	10%
		Spinal	22 cases	19%
		Both spinal and cerebral	22 cases	19%
		Inner ear	3 cases	3%
		Cardiorespiratory	3 cases	3%

بیماری تقلیل فشار، نوع دوم بیماری تقلیل فشار DCS(Type II)

در این نوع مغز ، نخاع و ارگانهای حسی بدن درگیر میشوند که ضایعات نخاعی بیشتر از ضایعات مغزی است . علائم در بیماری تقلیل فشارDCS II شامل :

1- در CNS بصورت ضعف یا فلج اشکال Hemiplasia ، Paraplesia یا Quadriplasia است اگر چه کاهش حس،

بی حسی و نروپاتی محیطی ، اختلال تکلم ، سردرد ، اختلال در اسفنکتر مثانه یا مقعد ، تغییر خلق و خو[1] مثل رفتارهای عجیب[2]، گیجی[3] و کاهش هوشیاری که همراه با علائمی مثل خستگی بسیار شدید[4] دیده میشود .
هر نوع Neurological Deficit در بیماری تقلیل فشارDCS II قابل رویت است .
2- درگیری گوش داخلی "Labyrinthine DCS" در اینجا علائمی مثل تهوع ، استفراغ ، سرگیجه ، نیستاگموس[5] ، وزوز گوش Tinitus و از دست رفتن ناگهانی شنوایی می تواند ایجاد گردد
3- علائم جسمی شامل Scotomas ، دوبینی و از دست رفتن بینائی هستند .
4- علائم ریوی DCS II را "The Chokes" می گویند که شامل‌اند بر : درد قفسه سینه بصورت سوزش در زیر جناق ، سرفه ،تنفس کوتاه[6] و دیسترس تنفسی .
5- علائم تشکیل ترومبوز یا آمبولی گاز نیتروژن در هر ارگانی که می توانند باعث سکته مغزی ،سکته قلبی یا انفارکتوس احشایی و ...(براساس سرخرگ درگیرعلائم در هر ارگانی ظاهر میشود)
6- شوک هیپووالمی Hypovolumic Shock که با علائم تندی ضربان قلب و افت فشار خون در ایستادن Postural Hypotension تظاهر میکند .
7- بدترین عوارض DCS II یک سکته وسیع مغزی است که باعث کما و مرگ در عرض چند ساعت میشود .

اثرات دیرهنگام و طویل مدت بیماری تقلیل فشار(DCS) DCS Delay Complication
اگر چه بیشتر علائم و عوارض بیماری تقلیل فشار(DCS) با استفاده از HBOT برطرف میشود ولی عوارض وضایعات باقیمانده ای در مواردی که بیماری تقلیل فشار(DCS) بطور مکرر تکرار شود وجود دارد که عبارت‌اند از :
1- نکروز استخوانی دیس باریک "Disbaric Osteonecrosis"
که اکثر در شانه و لگن رخ میدهد و غالباً بی علامت Asymptomatic است ولی در مواردی که نزدیک به کپسول مفصلی باشد درد و آرتریت شدید ایجاد میکند که گاهاً ماهها تا سالها بعد خود را نشان میدهد در این افراد شکستن استخوانی پاتولوژیک[7] با حداقل ضربه رخ میدهد .
2- اختلالات نرولوژیک : Neurologic Disorders
که شامل فلج ناقص یا کامل و یا نروپاتی محیطی است بخصوص در بیماری تقلیل فشار DCS II که اغلب با ضعف عقلانی ،اختلالات حسی یا بی حسی و گاهاً اختلال تشخیصی Cognitive Deficit تظاهر میکند .
3- اختلالات مزمن پوستی Chronic Dermatitis
4- عواقب AGE که از مهمترین آنها سکته های قلبی و مغزی هستند AGE Sequels

---

۱- (Change in Mental Status)
۲- Odd Behavior
۳- Confusion
٤- Extreme Fatigue
٥- Nystagmus
٦- (Shortness Breathing)
۷- "Pathologic Fracture

5- از دست دادن شنوایی ، وزوز گوش ، سرگیجه و عدم تعادل

Hearing Loss. Tinitus. Vertigo. Disequlibrium

سندروم عصبی تحت فشار بالا **High Pressure Nervous Syndrome (HPNS)**

یک عارضه شایع در غواصیهای عمیق است که از ترکیب اکسیژن و هلیم استفاده میشود و اغلب در حدود 600 ft رخ میدهد و علائم آن شامل :

گیجی[1] ، تهوع[2] ، استفراغ ، لرزش اعضاء[3] و عدم هماهنگی حرکات[4] ، خستگی مزمن ، بی خوابی ، پرش عضلات ،کرامپهای معده ، کاهش فعالیتهای هوشی که با افزایش مقدار جزیی از گاز N2 به هلیوم که بنام گازهای Triox معروف‌اند احتمال HPNS کمی کاهش مییابد . مستی نیتروژن[5] که بنام D narcs یا بنام The Rapture of the deep معروف است از شایعترین عوارض غواصی است که اغلب در عمق بیش از 100 fws رخ میدهد که کاملاً اثرات و علائم آن شبیه مسمومیت با الکل اتیلیک است و باعث Euphoria ، Confusion ، Irrational Behavior ، Paranoia و Hallucination میگردد . این عارضه با کاهش هوشیاری غواص ممکن است باعث عدم رعایت Safety Stop گردد و بیمار با صعود سریع دچار عوارض جدی بیماری تقلیل فشارDCSII خواهد شد .نکته قابل توجه اینکه تمام علائم ذکر شده ، دقیقاً Indication برای مصرف HBOT است . به همین دلیل وجود کپسول فشار در کلیه مناطقی که عملیات غواصی انجام میشود یک ضرورت حیاتی است .

درمان همراه با درمانهای طبی معمول Adjuvent Treatment

دربیماریهای زیر همزمان در درمانهای طبی معمول استفاده از HBOT میتواند پیش آگهی بیمار را کاملاً تغییر دهد و این نکته نیاز به اطلاع رسانی به متخصصان ذی ربط دارد .

۱- Dizziness

۲- Nausea

۳- Tremor

٤- Incoordination

٥- Nitrogen Narcosis

TABLE III

INCIDENCE OF SYMPTOMS N = 115

Musculoskeletal 71 (61.7%)		
Shoulder	56	48.7%
Elbows	42	36.5%
Arm	9	7.8%
Wrist	9	7.8%
Hand	1	.9%
Knee	21	18.3%
Hip	10	8.7%
Leg	9	7.8%
Thigh	7	6.1%
Ankle	3	2.6%
Neurological		
Cerebral	19	16.5%
Paresis and Paralysis	44	38.3%
Subjective sensory loss	59	51.3%
Loss of sensation	54	47.0%
Loss of proprioception	21	18.2%
Loss of bladder function	41	35.6%
Loss of bowel function	21	18.2%
Pain in spinal column	15	13.0%
Unconsciousness	23	20.0%
Inner Ear		
Vertigo	10	8.7%
Deafness	3	2.6%
Tinnitus	2	1.7%
Respiratory		
Chest pain	18	15.6%
Cough	12	10.4%
Dyspnoea	20	17.4%
Gastrointestinal		
Abdominal pain	18	15.7%
Nausea	25	21.7%
Generalised		
Malaise	31	27.0%
Dizziness	20	17.4%
Anorexia	6	5.2%
Fever	4	3.5%
Integumental		
Oedema	10	8.7%
Itching	9	7.8%
Rashes	6	5.2%

فصل سی و هفت

سندروم مرگ ناگهانی

SUDDEN DEATH SYNDROME

مرگ قلبی Cardiac Death

پاتولوژی PATHOLOGY

مرگ ناگهانی در غواصان، به خصوص غواصان میانسال، یک رویداد نادر نیست. علت معمول آن بیماری قلبی- یا اختلال کشنده ریتم قلبی (آریتمی)، مرگ عضله قلب ناشی از انسداد عروق بیماری کرونری (انسداد عروق کرونر باعث ایسکمی ischaemia (کم خونی)، آنفارکتوس میوکارد یا «حمله قلبی»، و یا بیماریهای خود عضله قلب (میوکاردیت، کاردیومیوپاتی) است.

مطالعات آماری مرگ ومیر در غواصی نشان می‌دهد که شیوع زیاد و بسیار نگران کنندهٔ مرگ ومیر به امراض قلبی و پیشرفت آن نسبت داده شده است. در مجموعه های DAN ، ۲۶ درصد از مرگ ومیرها به دلیل بیماری قلبی بوده است و ۴۵ درصد از مرگ ومیرهای scuba مربوط به افرادی است که بالای ۴۰ سال سن داشته‌اند. پژوهشگران مایل بودند تا بیشتر، غواصان باتجربه، همراه با تاریخچه شناخته شده قلبی، آریتمی یا ایسکلمی (کم خونی)، بیماری فشار خون و یا استفاده از داروهای قلبی فعال را مورد بررسی قرار دهند.

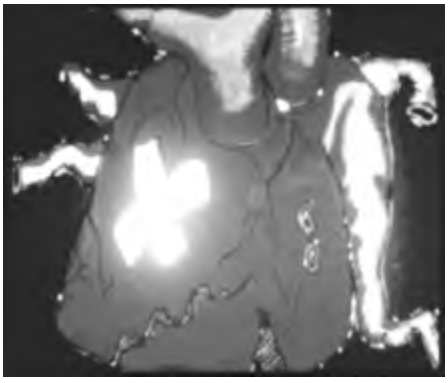
آریتمی قلبی Cardiac Arrhythmias

قلب به طور عادی دارای ضربان مرتب و منظم است. انقباض دهلیز در آغاز، خون را به بطنها هدایت میکند و پس از آن خون پمپ شده و وارد شریانهای بزرگ می‌شود. اگر این انقباض ریتمی مختل شود (آریتمی یا ضربان نامنظم قلب)، راندمانِ عملکرد قلب پایین آمده و قلب به سختی کار میکند و به اکسیژن و جریان خون بیشتری نیاز دارد. اختلال در بازده قلب ممکن است باعث کاهش فشار خون شود که این امر میتواند جریان خون را به مغز کاهش داده و باعث بیهوشی فرد شود.

ضربان نامنظم قلب باعث مرگ ناگهانی می‌شود که به نام فیبریلاسیون بطنی شناخته شده است، و این بیماری باعث بیهوشی در ظرفِ چند ثانیه و مرگ در عرض چند دقیقه می‌شود. در حال حاضر، آریتمی شدید در غواصانی رخ می‌دهد که دچار آریتمی خفیف هستند، افرادی که ایسکمی قلبی (کمبود اکسیژن)، کاردیومیوپاتی (یک اصطلاح تشخیص کلی به بیماری اولیه غیرالتهابی قلب اشاره دارد) دارند یا افرادی که داروهای فعال قلبی را مصرف می کنند (مانند داروهای فشار خون، آسم، داروهای تحریک کننده و غیره) دارند در معرض خطرات بزرگی هستند.

بیماری عروق کرونر قلب Coronary Artery Disease

قلب، خونِ خود را از عروق کرونر تغذیه میکند. هنگامیکه قلب کار زیادی را انجام دهد، به خون زیادی نیاز دارد مثلاً در ورزش. اگر در تمرین فشار خون بالا رود یا درصورتیکه ضربان قلب بیش از حد بالا رود یا اگر مقاومت در برابر جریان خون افزایش یابد، قلب به سختی کار می‌کند. بعلاوه، ضربان نامنظم قلب با حجم کار قلب افزایش می یابد.



اگر انسداد در یکی از عروق کرونر ایجاد شود، جریان خون قلب کاهش می‌یابد و قلب کار زیادی انجام نخواهد داد. هنگامیکه عروق کرونر نتواند خون و اکسیژن کافی به ماهیچه‌های قلبی برساند، و سمت چپ یا مرکز قفسه سینه (آنژین صدری) دردناک می‌شود یا فرد دچار تنگی نفس (dyspnoea) می‌شود. این حالت ممکن است به طور موقت با تمرین کم و گرفتن اکسیژن، و استراحت برطرف شود. اگر فقدان اکسیژن در عضله قلب شدید شود، عضله قلب می‌میرد پس بنابراین به آن آنفارکتوس میوکارد قلب (حمله قلبی) گویند. اولین نشانهٔ آنفارکتوس در کالبدشکافی مشخص می‌شود.

بیماری عضله قلب Heart Muscle Disease

برخی از انواع بیماریهای عضله قلب (کاردیومیوپاتی- ارثی، الکلی یا سَمی) ممکن است بر عملکرد قلب تأثیر بگذارد و در همهٔ سنین رخ دهد. در افرادی که غواص نیستند و از این بیماری آگاه میباشند، پیوند قلب تنها درمانِ موفقیت‌آمیز است. غواصان ممکن است از این امراض بیاطلاع باشند. گاهی اوقات عفونتهای ویروسی، عضلات قلب را درگیر میسازند (میوکاردیت)، و اغلب، بیمار از این بیماری عفونی آگاه نمیباشد، و این عفونتها باعث مرگ قلبی افراد می‌شود.

عوامل مؤثر CONTRIBUTING CAUSES

برخی از مرگ ومیرها به دلیل امراض قلبی نمی باشد و غواصان معمولاً با یک یا چند عامل محرک روبه‌رو می‌شوند که ممکن است به مرگ آنان منجر شود. برخی از اینها عبارت‌اند از:

تمرین Exercise

تمرین با تعدادی از مکانیسمهای موجود در آن میتواند به مرگ ناگهانی منجر شود. احتمالاً شناخته شده ترین نمونهٔ آن مربوط به مرگ دوندهٔ ماراتن بوده است که بعد از اجرای ماراتن در آتن مرده بود و به خبر پیروزی یونان بر ایرانیان تبدیل شده بود. درواقع مرگ او احتمالاً به خاطر سکته قلبی یا خستگی بیش از حد ذهنی یا فیزیکی بوده است. معمولاً تمرین باعث سکته قلبی خواهد شد و در افرادی دیده می‌شود که دچار امراض قلبی میباشند و یا قلب آنها به درستی کار نمیکند. غواص در حین تمرین و در برخی از روشها دچار ضعف می‌شود. طِی اِعمال فشار روی زمین، بازده قلبی افزایش یافته و نیازهای متابولیک عضلات قلب حینِ ورزش افزایش مییابد. با اتساع عروق خونی در محیط ثانوی، کار قلب ساده تر است و مقاومت جریان خون کاهش مییابد. با این حال، در تمرین عروق خونی پوست گشاد می‌شود چرا که آنها تلاش میکنند تا گرما را در پاسخ به آبهای سردِ اطراف حفظ سازند. قلب غواص در برابر مقاومت زیاد پُمپ میکند بنابراین در تمرین زیاد، سخت‌تر کار می‌کند. این روش با روشِ ورزشکارانِ روی زمین قابل مقایسه است.

یکی از محدودیتهای تمرین در زمین، ناتوانی در پخشِ گرمای متابولیک است (سوخت‌وساز). غواص، بیشتر این گرما را به آب منتقل میسازد. درنتیجه، این احتمال وجود دارد که هنگام تمرین در آب گرما و عرق از دست برود و غواص دچار مشکل و ناراحتی شود. با از دست رفتن گرما شاید فرد احساس ناراحتی نکند ولی به قلب او فشار وارد آورد. ورزشکار آموزش دیده با قلبی سالم، ممکن است به خاطر علاقهٔ آکادمیک به این تمرین ادامه دهد. در میانسالی (یعنی بیش از ۴۰ سال) غواص با بیماری عروق کرونر (باریک شدن شریانها) مواجه است، او میتواند بیش از حد از قلب خود کار بکشد بدون اینکه متوجه این بیماری باشد. این امر میتواند منجربه مرگ او شود.

تمرین، حتی در غواصان سالم هم، آریتمیهای مهمی را نشان داده است. به احتمال زیاد، تمرین در غواصانی که دچار بیماری قلبی هستند آریتمی ضعیف یا کشنده را ایجاد میسازد.

عوامل روانی و شخصیت Psychological and Personality Factors

برخی از شخصیتها نسبت به دیگران، بیشتر در معرض بیماری قلبی قرار دارند. نوع شخصیت A یا D بیشتر در معرض ابتلا به بیماری قلبی قرار دارند. این افراد به شدت رقابتی، پرخاشگر هستند در نتیجه با معیارهای جامعه افرادی موفق میباشند. آنها سرسخت هستند و تسلیم هیچ امری نمیشوند. آنها احتمالاً دو برابر افراد دیگر، دچار بیماری عروق کرونری می‌شوند و هنگامیکه دچار این بیماری می‌شوند به قلب خود فشار وارد میسازند که فراتر از محدودیتهای آن است. اما در رقابت بیشتر و جامعه مساوی، احتمال دارد که الگوی بیماریهای مشابه در زنان پدیدار شود که قبلاً این بیماری تحت سلطه مردان بوده است (مخصوص مردان بوده است) مرگ ناگهانی در شخصیتهای نوع A متداول نیست.

اضطراب میتواند عواقب قلبی خطرناکی را ایجاد سازد. به طور معمول، اضطراب باعث انتشار آدرنالین داخلی به

سیستم قلب و عروق می شود یعنی یکی از هورمونها در پاسخ به استرس ترشح می‌شود و تولید این هورمون باعث تحریک قلب می‌شود و قلب به شدت منقبض شده و ضربان آن تندتر می‌شود و اینکار فرد را مبتلا به آرتیمی یا بی نظمی قلبی arrhythmias میسازد.

ضربان سریع قلب در کوتاه‌ترین زمان، خون را در رگها به جریان می‌اندازد، رگهایی که نسبتاً از خون خالی شده‌اند. در گردش خون محیطی، آدرنالین باعث انقباض رگهای خونی در پوست و اندامهای داخلی می‌شود و این روش مقاومت جریان خون و کار قلب را افزایش می‌دهد. در نتیجه، استرس و اضطراب فرد باعث می‌شود که قلب با جریان خونِ ضعیف، سریع بتپد و arrhythmias در فرد ایجاد شود و قلب برای یکبار تمرین سخت‌تر عمل کند.

وضعیت مشابه در غش (بعنوان Vasovagal syncope شناخته شده است) معمولاً به صورت جداگانه در شرایط تهدید کننده‌ای دیده شده است مانند اهدای خون و یا دریافت تزریق.

پاسخ عصبی از طریق تحریک مرکزی عصب وگال[1] باعث کُندی عمیقِ عملکرد قلب می‌شود.

نتیجهٔ نهایی، فشار خون ناکافی و کاهشِ گردش خون مغزی است که باعث از دست رفتنِ هوشیاری غواص می‌شود.

سرما **Cold**

ضعف و مرگ ناگهانی غواص خیلی سریع پس از ورود به آب سرد رخ می‌دهد و این امر بارها گزارش شده است. بدن با ورود به آب سرد، پاسخهای متفاوتی می‌دهد که آن را میتوان توضیح داد. غوطه‌وری در آب سرد، فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک را افزایش می‌دهد که این حالت حاصل آزادسازی آدرنالین است. آزادسازی این هورمون به طور بالقوه اثرات زیانبار قلبی را به همراه دارد که در بالا توضیح داده شد. که در معرض آب سرد قرار نگرفته اند یا برای غواصی مناسب نیستند.

مرگ ناگهانی ناشی از تحریک اعصاب و گویی مربوط به رفلکس غواصی است که میتواند بعد از غوطه‌وری صورت در آب سرد رخ دهد، هرچند که این اتفاق میتواند با غوطه‌وری تنه در آب سرد رخ دهد. قسمت زیر را ببینید.

تصور می‌شود که غوطه‌وری در آب سرد با سندروم مرگ ناگهانی همراه است، و آن با انعکاس اسپاسم عروق کرونر و آریتمیهای قلبی کشنده یا آنفارکتوس در ارتباط است.

غواصان با تنفس زیاد و غیرارادی آشنا خواهند شد که میتواند با غوطه‌وری ناگهانی در آب سرد یا حتی دوش آب سرد ایجاد شود. در حیوانات آزمایشگاهی و همچنین در انسان، قلب بیشتر مستعد بی نظمی arrhythmias است، و آریتمی با کاهش دی‌اکسیدکربن خون ایجاد می‌شود، که ناشی از هیپرونتیلاسیون غیرارادی است. (افزایش غیرطبیعی تهویه ریه که باعث کاهش فشار دی‌اکسیدکربن و در درازمدت آلکالوز تنفسی میگردد.)

همچنین هایپوترمی باعث می‌شود قلب بیشتر مستعد arrhythmias گردد و ممکن است با برخی از مشکلات دیگر ترکیب شود.

---

۱ Vagal Nerve

رفلکسهای مربوط به غواصی Reflexes Associated with Diving

رفلکس غواصی The Diving Reflex

پستاندارانی مانند نهنگها قادرند تا نفس خود را برای یک ساعت نگه دارند و به طور حیرت‌انگیزی در مناطق عمیق شنا کنند. آنها تا حدودی قادر به انجام این کار میباشند و این به خاطر تکامل رفلکس شیرجه است. هنگامیکه پستاندار سطح آب را ترک میکند، محرک عمیق از عصی واگ وجود دارد و آن باعث می‌شود که یک پنجم از میزان طبیعی قلب اُفت کند. در همان زمان، انقباض شدید صورت میگیرد و خونرسانی به پوست و بسیاری از اندامها به جز قلب، ریه‌ها و مغز انجام می‌گیرد.

این ذخایر اکسیژن توسط ارگانهایی استفاده می‌شوند که بیشتر به آن نیاز دارند. پستانداران دریا فشار خون طبیعی را حفظ می‌کنند، اما خروجی و کار قلب به طور چشمگیری کاهش می‌یابد.

این رفلکس تا حدی در انسانها وجود دارد. هنگامیکه انسان در آب سرد غوطه‌ور می‌شود، اعصاب vegal (واگوس) تحریک می‌شود و این امر باعث کُندی قلب می‌شود، و همچنین تحریک عصب سمپاتیک رگهای خونی را در پوست و سایر ارگانها منقبض می‌سازد. از آنجا که، این رفلکس تنها در انسان ناقص انجام می‌شود، اغلب فشار خون بالا میرود اما حداقل بدون اُفت بازده قلبی است. این فرایند عملکرد قلبی را، به جای کاهش، افزایش می‌دهد. نتیجهٔ این فرآیند در انسان، افزایشِ کار قلب و توسعهٔ آریتمیهای قلبی است. مطالعات انجام شده در AMA (انجمن پزشکی استرالیا) بر روی breath-hold سنتی نشان داد که آریتمی قلبی ٪۴۳ در تابستان و حتی بالاتر از این رقم در زمستان بروز میکند.

سندرم سینوس کاروتید Carotid Sinus Syndrome

شریانهای کاروتید در هر طرف گردن، شریانهای اصلی هستند که خون را به مغز میرسانند و این شریانها فشارهایی را روی اندام حسی- سینوس کاروتید- و دیواره‌هایش نزدیک سطح جنجره ایجاد می‌سازد. فشار خارجی در سینوسهای کاروتید باعث ایجاد فشار روی مرکز کنترل قلب و مغز می‌شود، و اشتباهاً تصور می‌شود که فشار خون شخص به طور ناگهانی افزایش یافته است. فشار خارجی باعث کاهش رفلکس قلب و کاهش فشار خون می‌گردد. این حالت غش و یا از دست دادن هوشیاری را به دنبال دارد.

یک اثر مشابه آن فشار یقهٔ تنگ لباس غواصی[۱] بر روی مهره‌های گردن است. احتمالاً مشکل به خاطرِ لباس غواصی[۲] است که دارای زیپ در قسمت جلویی نیست و سفت بودن یقهٔ لباس در ناحیه گردن این مشکل را نیز ایجاد میسازد.

در یک سری از ۱۰۰ مورد مرگ ومیر گزارش شده در استرالیا، به نظر میرسید که تنها یک مورد از آن به دلیل سندرم سینوس کاروتید باشد. با این حال، در سایر موارد، مشاهده شد که غواصان مضطرب، لباس غواصی تنگ را از ناحیه گردن بیرون کشیدند. این مسئله ممکن است پاسخی به مشکل تنفسی ناشی از علل قلبی، باز کردن یقه تنگ لباس، یا سندروم سینوس کاروتید باشد (به خاطر این ۳ وضعیت غواص ممکن است لباس غواصی خود را از تن خارج سازد).

۱- dry suit

۲- wet suit

قرار گرفتن در معرض فشار بالا Hyperbaric Exposure

مطالعات تجربی درخصوص تنفس هوا در وضعیت فشار، مشابه حالتی است که توسط غواصان ورزشکار تجربه شده است و این امر نشان داد که شیوع قابل توجهی از بیماری arrhythmia ناشی از قرار گرفتن در معرض پرفشاری است. این امر ممکن است تا حدی به دلیل افزایش فشار جزئی اکسیژن تنفسی در این اعماق باشد.

غوطه وری Immersion

حقیقتاً غوطه‌وری بدن در آب باعث افزایش بازگشت خون به قلب می‌شود، و این حالت به علت تغییر ناشی از جاذبه زمین در حالت بی‌وزنی است. حرکت شدید خون به قلب به سرعت می‌تواند حجم کار قلب را دو برابر سازد و این باعث می‌شود تا ثبات به قلب بازگردد. توزیع مجدد خون از محیط اطراف به ریه‌ها ممکن است شخص را مستعد (ورم ریوی)[1] سازد.

با غوطه وری اثر گشتاوری‌بر روی عروق خونی برطرف می‌شود. قرار گرفتن در معرض ناگهانی اثر شناوری‌بر روی عروق خونی اثر می‌گذارد، مانند: بالا رفتن از نردبان و خروج از آب، که احتمالاً باعث بروز سنکوپ و کاهش فشار خون می‌شود. این دلیل خوبی برای شناور ماندن غواصان در زیر پلکان قایق نیست.

آسپیراسیون Aspiration

آسپیراسیون آب دریا همیشه در غواصی امکان دارد و آن میتواند با مکانیزم شبیه به رفلکس غواصی، اثرات فوری قلبی را ایجاد سازد. همچنین اثرات ناشی از آسپیراسیون آب نمک می‌تواند با تأخیر دنبال شود و آن به خاطر hypoxia است بطوریکه ریه‌ها درگیر می‌شوند، درنتیجه سندروم آسپیراسیون آب نمک ایجاد می‌شود.

اثرات مواد مخدر Drug Effects

انواع زیادی از مواد مخدر اثرات arrhythmic آریتمی و اثرات دیگری را به روی قلب میگذارند که ممکن است خطر ابتلا به مرگ ناگهانی را ایجاد سازند. بسیاری از این موارد میتواند از داروخانه‌ها یا سوپرمارکت‌ها بیش از حد خریداری شود. بعضی از آنها حاوی «Cold Cures» و (Cough mixtures) می‌باشند و ممکن است سهواً توسط غواصان استفاده شوند. برخی از این داروها عبارت‌اند از:

- الکل
- نیکوتین- مصرف سیگار
- کافئین- قهوه و چای، داروهای محرک برای غلبه بر خواب‌آلودگی
- داروهای تفریحی مثل کوکائین، داروهای کاهش وزن و مواد محرک مانند آمفتامین.
- داروهای کنترل کننده فشار خون (بعنوان مثال، مسدودکننده‌های کانال کلسیم، مسدودکننده‌های بتا).
- داروهایی که برای سرکوب بیماری آریتمی استفاده می‌شود (بعنوان مثال، مسدودکننده‌های بتا)
- داروهایی که غلظت الکترولیت خون را تغییر میدهند- داروهای ادرارآور و الکترولیتها

۱- Pulmonary oedema

* داروهایsympathomimetic(بعنوان مثال، داروهای ضد احتقان مثل پزودوافدرین، داروهای ضد آسم مثل سالبوتامول، و برخی از داروهای ضد دریازدگی) که اثری شبیه به فعالیت سیستم سمپاتیک در بدن دارند.
* محصولات دیگر که ممکن است باعث آریتمی شود یعنی داروهای ضد افسردگی، دیگوکسین، برخی داروهای ضد دریازدگی، بیحس کننده‌های موضعی.

بیماریهای قلبی **Cardiac Disease**

بیماری عروق کرونر یا CAD **Coronary artery disease or CAD**

درحالیکه بیماری قلبی (باعث تنگی یا انسداد عروق کرونر می‌شود) برای سنین متوسط و بالاتر در نظر گرفته می‌شود احتمالاً تا حدی در برخی از بزرگسالان جوان نیز مشاهده می‌شود.

بیماری عروق کرونر از مطالعاتِ صورت گرفته پس از مرگ افراد حین جنگهای کُره و ویتنام نمایان شد، در این مطالعات نشان داده شد که بیماری عروق کرونری در دوران بلوغ آغاز شده اما معمولاً علائم و مرگ ناشی از حملهٔ قلبی بعد از سن ۴۰ سالگی بروز میکند. غواصان مُسن‌تر احتمالاً بیشتر به این بیماری مبتلا می‌شوند. غواصانی که دچار این بیماری هستند بیشتر مستعدِ مرگ ناگهانی می‌باشند و امراض قلبی به دلیل آریتمی یا آنفارکتوس میوکارد ثانویه ایجاد می‌شود و خونرسانی به عضله قلب مختل می‌شود.

پیوند عروق کرونر **Coronary artery bypass grafts CABG**

انسداد برخی از عروق کرونر میتواند با پیوند رگهای خونی bypass شود- پیوند معمولاً با استفاده از شریانها یا رگها صورت میگیرد. این پیوند درد را کاهش می‌دهد و باعث بهبود عملکرد قلب می‌شود اما نشانی از بیماری زمینه‌ای وجود ندارد، که بر بسیاری از عروق کرونری تأثیر گذارد و با bypass بهبود نیابد. افراد با چنین پیوندهایی هنوز هم مستعد آریتمی و اختلال قلبی میباشند و نباید غواصی کنند مگر اینکه درمان شوند. در وضعیت مشابه باید مانع غواصی افرادی شویم که از آنفارکتوس میوکارد یا حمله قلبی رنج میبرند و یا نیاز به دستگاه تنظیم کنندهٔ ضربان قلب دارند.

میوکاردیت **Myocarditis**

برخی از عفونتهای ویروسی که بیماری شبه آنفولانزا را ایجاد میسازد، میتواند به طور موقت بر عضله قلب تأثیر بگذارد و به عملکرد قلب لطمه وارد ساخته و آن را به آریتمی حساس سازد. مرگ ناگهانی ناشی از این بیماری اغلب تحت شرایط موزیانه صورت میگیرد (میوکاردیت) و گاهی اوقات در ورزشکاران بسیار شایسته و غواصان گزارش می‌شود. هنگامیکه غواص از عفونتهای ویروسی رنج می‌برد، به این خاطر، غیرعقلانی است که به غواصی و انجام اعمال سنگین بپردازد. گاهی اوقات قلب به طور دائم و تغییرناپذیر توسط چنین ویروسهایی آسیب میبینند. بنابراین، می تواند شرایطی مشابه کاردیومیوپاتی ایجاد کند. در آخر کار، تنها درمان مؤثر قلب، پیوند است.

پیشگیری PREVENTION

تمامی داوطلبان باید به دقت توسط پزشک باتجربه غواصی قبل از غواصی بررسی شوند. افراد مبتلا به بیماری شناخته شدهٔ قلبی و یا مستعد آریتمی نمیتوانند با خیال راحت غواصی کنند. غواصان میانسال و افرادی با ریسک بالای عوامل خطرساز عروق کرونری، به ارزیابیهای منظم نیاز دارند.

عوامل خطر عروق کرونر Coronary risk factors

عبارت‌اند از:

- سابقه خانوادگی بیماریهای قلبی در سن و سال مشابه غواص
- مصرف سیگار
- فشار خون بالا
- داروهای فعال کننده قلب
- چاقی
- کلسترول بالا- hyperlipidaemia
- عدم صلاحیت فیزیکی و آمادگ جسمانی
- بیماریهایی مانند دیابت و اعتیاد به الکل

شرایط غواصی اغلب به اِعمال شدید فعالیتهای فیزیکی بستگی دارد و این فشار شدید باعث تنشهایی در قلب می‌شود. استاندارد بالای آمادگی جسمانی با ورزش منظم ایجاد خواهد شد و توانایی قلب را برای مقابله با این فشار بهبود میبخشد.

درحالیکه پریدن در آب سرد باعث ناراحتی بیش از حد می‌شود، این فرایند استرسهای فیزیولوژیکی را به حداکثر میرساند. ورود به آب سرد به آرامی، این استرس فیزیولوژیک را به حداقل میرساند.

ترکیبی از عملکرد اضطراب، انتقال استرس، کمبود خواب، الکل بیش از حد، قهوه و سایر داروها همراه با تعطیلات غواصی «high-living» ممکن است به آریتمی قلبی و مرگ برخی از غواصان کمک کند.

فصل سی و هشت

اختلالات روانی و داروها

Disorders Psychological and Drugs

ویژگیهای روانی غواصانِ موفق well-Done Diver's mental status

به طور گسترده، روی این عنوان تحقیق نشده است، اما چند مطالعه بر روی ترکیب روانی غواصان صورت گرفته است که به شرح زیر میباشد- غواصان موفق گرایشی به افراد مضطرب ندارند؛ آنها خودکفا، باهوش و دارای ثبات عاطفی میباشند. تحمل آنها نسبت به استرس اغلب اوقات، این اجازه را می‌دهد تا به وظیفه خود عمل کنند حتی اگر دچار مشکل شوند، افرادی که غواص نیستند این ظرفیت را ندارند. این موضوع ممکن است به آنها کمک کند که از سیستم «انکار» استفاده کنند، مکانیسم ذهنی که در آن، غواصان خطرات را نادیده میگیرند و به راحتی با این خطرات روبه‌رو می‌شوند.

به‌رغمِ تمام ثبات خود، غواصان، مانند هر کس دیگری میتوانند از اختلالات روانی رنج ببرند.

حالتهای اضطراب

این موضوع برای غواصان کاملاً طبیعی است تا خطرات بسیار واقعی غواصی را احساس کنند- و این کتاب پر از آنهاست. با این حال، برخی از افراد اضطراب بیش از حد و نامناسبی را در خطرات غواصی نشان میدهند و این اضطراب ممکن است به (ترس غیرمنطقی)[۱] تبدیل شود. این امر ممکن است حاصلِ واقعهٔ آسیب‌زای قبلی (مانند غرق شدن در دوران کودکی) یا واکنش اغراق‌آمیز به برخی از خطرات غواصی باشد. به طور کلی phobia (ترس) ممکن است به غواصی یا خطر ویژهٔ غواصی (مثل ترس بیش از حد از کوسه‌ها)، یا یک وضعیت (بعنوان مثال، مرض ترس از فضای تنگ و محصور با ماسک صورت، غواصی در شب، دید بَد) مربوط باشد.

Phobia ترس بیش از حد را می‌توان با درمان روانی معالجه کرد (de-conditioning یعنی شرطی شدن در پزشکی و بهبود وضع جسمانی با رعایت برنامه ورزشی).

۱- phobia

بسیاری از افرادی که در خصوصِ غواصی مضطرب هستند و از این امر نیز آگاه میباشند در اوایل سال آموزش خود بهتر است از این‌کار صرف‌نظر کنند. چرا ادامهٔ فعالیت تفریحی باعث بروز دلهره می‌شود؟ متأسفانه برخی از افراد به خاطر فشار دوستان، چالش نفسانی و یا سایر دلایل شخصی به اینکار ادامه میدهند. این غواصان تمایل دارند تا حین غواصی به سطح بالایی از اضطراب برسند، (روان رنجورخویی یا صفت بالای اضطراب). هنگامیکه با خطرات واقعی یا تصوری مواجه می‌شوند بیشتر در معرض ابتلا به وحشت قرار دارند.

آزمایش Flora Risk برای غواصان تفریحی

سؤال: آیا میتوان تصور کرد که این آزمایش برای غواصان تفریحی سرگرم کننده است؟
پاسخ: بله

سؤال: آیا شما لذت میبرید؟ اگر پاسخ شما مثبت است- به غواصی ادامه دهید. اگر پاسخ شما منفی است- غواصی را متوقف سازید.

برخی از غواصان اضطراب و واکنشهای کلی آن را تحت شرایط خاص تجربه کردهاند. این مظهرِ آبیِ پزشکی و روانشناسی (روانی) است، اختلال با محرومیت حسی ایجاد می‌شود که به آن سندرم Blue orb یا aviators ارتفاع بالا گویند. این حالت معمولاً در غواصی مشاهده می‌شود که در آبهای عمیق تنهاست و هیچ منابع بصری وجود ندارد. غواص، اضطراب را تنها در اقیانوس بیکران احساس میکند. این حالت به سندروم Blue orb به اضطراب و وحشت منجر می‌شود. یک غواصِ دستپاچه ممکن است برای رسیدن به سطح عجله کند، در این موقعیت دچار بیماری تقلیل فشار می شود decompression اگر غواص بتواند با اشیای بصری (نظیر بستر دریا، قایق غواصی یا حتی دیگر غواصان، یا با تمرکز بر روی ابزار غواصی مثل ساعت مچی یا عمق‌سنج) تماس ایجاد سازد، علائم اضطراب معمولاً فروکش می‌کند.

این سندرم میتواند با یک دوست (همکار) برطرف شود، دوستی که اطمینان‌بخش است و یک مرجع تصویری است. اجتناب از آب عمیقی که در آنجا هیچ دیدی وجود ندارد، نیز میتواند بسیار مفید باشد.

وحشت Panic

این رفتار دیوانه‌وار و غیرعقلانی، نتیجهٔ پایانی تعدادی از مشکلات غواصی است. به احتمال زیاد، این حالت در غواصانِ مستعدِ اضطراب رخ می‌دهد و غالباً به حادثه غواصی یا مرگ منجر می‌شود. این موضوعِ مهمی برای غواصان است تا بتوانند آن را درک کنند.

اختلالات روانی ناشی از علل پزشکی Medical Psychological Couses

عملکرد مغز میتواند با عوامل فیزیولوژیکی (مانند بیحالی و بیحسی مربوط به گاز نیتروژن، هیپوترمی) و سایر بیماریهای مرتبط با غواصی مختل شود. بیماری فشار مغزی و آمبولی هوا میتواند باعث تغییر عملکرد مغز در هر دو صورت حاد و بهبودی شود. غواص ممکن است به دلیل این بیماریها، غیرعقلانی عمل کند و این قضیه تنها به دلیل شخصیت اولیهٔ او نیست. چنانچه او بخواهد خارج از شخصیت خود عمل کند، ما فرض را بر این اصل قرار میدهیم. نزدیک به غرق‌شدگی، هیپوکسی و بیماریهای ناشی از گاز سمی (اکسیژن، دی‌اکسیدکربن، مونوکسیدکربن و غیره) نیز ممکن است به طور موقت یا دائم به مغز آسیب وارد سازند.

علائم این بیماری شامل گیجی، تحریک‌پذیری و رفتار غیرمنطقی است. در صورتیکه قربانیِ حوادث غواصی به طور غیرمعقول تمایلی به درمان نداشته باشد، علائم این بیماری باید همیشه در ذهنمان باشد. افرادی که به خوبی غواص را میشناسند میتوانند بهترین قاضی باشند و تشخیص دهند که آیا رفتار غواص خارج از شخصیت طبیعی است یا خیر.

جنون Dement

این زوالِ ظرفیت فکری و حافظه است که در بین افراد مُسن مشترک است و به اشکال مختلف وجود دارد. آلزایمر[۱]، شکل شدید بیماری زوال عقل است. فرهنگ عامه غواصی بر آن است که غواصان از افزایش میزان بروز زوال عقل رنج میبرند. خلاصهٔ این مطلب با گزارش رسانه‌ها و غواصان مبتلا به این بیماری تایید شده. حتی برخی بر این باورند که تنها افراد مجنون باید به غواصی ادامه دهند. در اینجا دلایل قابل قبول نظری وجود دارد که چرا غواصان میتوانستند خود را به قدر کافی از آسیب مغزی حفظ کنند، آسیبهایی که به دلیل جنون، تحت چنین شرایط بالینی یا عمومی، بیماری فشار مغزی، آمبولی هوا، نزدیک غرق‌شدگی، مسمومیت با گاز مونوکسیدکربن، با چندین نام تکرار می‌شد.

بعلاوه، برخی از مطالعات علمی وجود دارند که شواهدی از آسیب مغزی ناپایداری را از برخی غواصان نشان میدهند. مطالعه در سوئد نشان داد که ۳/۵ ٪ از کارآموزانِ صعود آزاد بعد از آموزش، اختلالاتی را در نوار مغزشان EEG (موج الکتریکی مغز) داشتند، و در بررسی دیگر، ناهنجاریهای مغزی EEG در ۴۳٪ گروهی از غواصان حرفه‌ای لهستانی مشاهده شد.

شکل ۳۶.۱

۱- old timers

در استرالیا گروهی از غواصان بعد از درمان بیماری تقلیل فشار decompression مورد مطالعه و بررسی قرار گرفتند، این مطالعات اختلالات عصبی، روانی، و مغزی را برای چند هفته پس از درمان نشان داد، حتی در افرادیکه تا به حال هیچ علائمی از بیماری رفع فشار عصبی نداشتند. تحقیقات مختلفی در سراسر جهان انجام شده است که به نظر میرسد عملکرد زوال عقل و اختلالات روانی در غواصان را نشان می‌دهد، و اینها از بیماری فشار عصبی یا حوادث غواصی[۱] رنج میبرند. متأسفانه روش این مطالعات به شدت نامناسب بود و نتیجه‌گیری را غیرقابل اطمینان ساخت.

برای شفاف شدن برخی از مباحث مطالعاتی، بر روی تمام ۱۵۲ نفر از غواصان حرفه‌ای abalone ، از یک گروه منتخب استرالیا، توسط ادموندز و سایرین در سال ۱۹۸۸ انجام شد. غواصانِ مورد مطالعه در حال غواصی بودند که بطور گسترده ای مورد بررسی قرار گرفتند. آنها به طور متوسط برای ۱۶ سال غواصی کردند و غواصان abalone حرفه‌ای برای ۱۲ سال غواصی کردند. آنها به طور متوسط ۵ ساعت در روز با تجهیزات Hookah ، زیر آب برای ۱۰۵ روز در سال و در عمق متوسط ۱۵ متری (۵۰ft) غواصی کردند و ۴ بار فرو رفتن[۲] در آب را پذیرفتند.

بسیاری از حوادثِ دیگر مربوط به بیماری decompression ناشناخته مانده و هنوز درمانی برای آن صورت نگرفته است. نیمی از غواصان از جدول غواصی استفاده می‌کنند که بر طبق جداول متعارف غواصی است و به ایست ایمنی و تقلیل فشار decompression نیازمند است اما از جدول حذف شده است. در این گروه از ۶۹ مورد افرادی که به بیماری decompression مبتلا بودند و مورد درمان قرار گرفتند، حداقل نیمی از آنان عصبی بودند.

به نظر میرسد که اگر هر گروهی از غواصان هوای فشرده شده را مصرف کنند، و در معرض غواصی طولانی مدت قرار گیرند، مستعد ابتلا به آسیب مغزی می‌شوند و این امر یکی از دلایل خواهد بود.

غواصان در معرض آزمایشات وسیعی، از جمله تست هوش، تحقیقات Psychometric قرار گرفتند تا اختلالات آنان شناسایی شود، آزمونهای حافظه و مطالعات طراحی شدند تا به طور خاص، جنونِ زود هنگام، مطالعات نوار مغز و آزمایشات (رفتار عصبی)[۳] تشخیص داده شود.

غواصان با گروهِ شاهدِ ماهیگیران غیرغواص در همان محل مقایسه شدند. نتایج نشان داد که غواصان مورد مطالعه در محدودهٔ نرمال برای کل جمعیت قرار دارد و هیچ شواهدی از صدمهٔ مغزی و زوال عقل در آنان مشاهده نشده است. این بدان معنی است که غواصان هوا، به طور کلی، نسبت به افراد عادی (کسانیکه غواص نیستند) در معرضِ خطرِ زوال عقل یا آسیب مغزی نیستند. اگر به مغز صدمه وارد شود این آسیب کم یا خفیف است که با آزمایش معمولی تشخیص داده نمیشود.

از آنجاییکه شیوه‌های غواصی این گروه سخت بود، نتیجهٔ معقولانه این است که غواصان باید از شیوه‌های محافظه‌کارانه‌تر و به شکل دیگر، سنتی‌تر و به شیوهٔ غواصان حرفه‌ای compressed air عمل کنند که در اینصورت با خطرِ زیاد زوال عقل یا آسیب مغزی پیشرونده نسبت به افراد عادی قرار ندارند، مگر اینکه دچار حادثه بزرگ غواصی شده باشند که در اینصورت مغز تحتِ تأثیر قرار می‌گیرد (نظیر مواردی که در بالا ذکر شد).

۱- (near miss)

۲- «bent»

۳- neuro behavioural

نشانه‌هایی از آسیبهای مغزی که در مطالعات انجام گردید بعد از حوادث جزئی غواصی دیده داده شده است.

مواد مخدر و غواصی Drugs and Diving

غواصانی که وارد آب می‌شوند تحت تأثیر مواد مخدر قرار میگیرند و این امری متداول است. این داروها ممکن است از Paracetamol مصرف شده برای یک سردرد جزئی، به الکل یا حشیش مصرف شده در پارتی ساحلی شبانه، یا دارو برای درمان بیماری مثل داروی فشار خون بالا تغییر یابد.

از آنجاییکه برخی داروها بیضرر میباشند، برخی داروها میتوانند عوارض بالقوهٔ کشندهای را در غواصی داشته باشند، و مهم است که چیزهایی را راجع به آنها بدانند.

مشکلات زیادی از اثرات خود داروهای مخدر ایجاد می‌شود، اما معمولاً، شرط بر این است که مصرف دارو، تهدیدی جدی برای غواص نباشد. به عنوان مثال: اغلب آنتی‌بیوتیکها، اثرات مُضری بر روی غواص ندارند. اما غواص باید برای بیماری برونشیت با آنتی‌بیوتیک درمان شود، برونشیت باعث افزایش احتمال باروترومای ریوی می‌شود و خطر قابل توجهی را به همراه دارد تا زمانیکه این بیماری برطرف شود.

ما معمولاً ۴ دسته از داروهای مخدر را به کار میبریم:

- داروهای مصرف شده برای درمان بیماریها
- داروهای برای پیشگیری بیماری (Prophylaxis)
- مواد مخدر تفریحی یا اجتماعی
- داروهای مورد استفاده برای بیماریهای مرتبط با غواصی

دارو درمانی Drug Therapy

در بسیاری از موارد، دارویی که برای درمان بیماری استفاده می‌شود، برای غواص خطرناکتر از خود بیماری است. برخی داروها ممکن است عوارض مکرر و قابل پیش‌بینی در فعالیتهای غواصی داشته باشند، که در اینجا خلاصه شده است، اما اطلاعات بسیار زیادی را میتوان با جستجوی اینترنتی پیگیری کرد.

اثرات داروهای ایدیوسین کراتیک idiosyncratic نسبت به سایر داروهای درمانی بر روی فرد غیر قابل پیش‌بینی است. بنابراین، اگر داروها هنگام غواصی مورد استفاده قرار گیرند، این داروها باید مدتها قبل از غواصی به غواص معرفی شوند.

داروهای قلبی و فشارخون Cardiac and Hypertensive Drugs

مسدودکننده های بتا B-blockers

انواع این داروها به عنوان مثال (آتنولول، متوپرولول) در درمان فشار خون بالا یا درد ناشی از بیماری عروق کرونر (آنژین) استفاده می‌شوند. عملکردِ اصلی آنها، مسدود کردن اثر محرک قلبی، آدرنالین روی قلب است. عملِ آدرنالین بر روی گیرنده‌های دارویی خاص در قلب که به عنوان «گیرنده‌های بتا» شناخته می شوند اثر می کنند. بنابراین، به آن مسدودکنندهٔ بتا گویند.

با مهار عمل آدرنالین، مسدودکنندهٔ بتا، قدرت انقباض قلب را بر روی ماهیچه‌های قلب کاهش می‌دهد. این فرایند، کار قلب را کم می‌کند تا علائم آنژین صدری را کاهش دهد، درحالیکه خروجی خون کاهش مییابد و فشار خون پایین میآید.

غواص با مصرفِ مسدودکننده‌های بتا باعث می‌شود که ظرفیت ذخیرهٔ پمپاژ قلب محدودیت قابل توجهی داشته باشد.

مسدودکننده‌های بتا در ایجاد آریتمی و تورم ریه غواصان نقش داشته‌اند. بعلاوه مسدودکننده‌های بتا، بر روی دیوارهٔ عضلانی برونش اثر می‌کنند و ممکن است آسم در برخی افراد زودتر آشکار شود، و آنها را در معرض خطرات ناشی از آسم و ترکیدگی ریه قرار دهد. حتی آن دسته از مسدودکننده‌های بتا که در مورد آنها توضیح داده شد مانند Cardio-selective (داروهای مُنتخب قلبی) هنوز هم میتوانند این عوارض را داشته باشند.

این داروها اغلب در قطرهٔ چشم و برای درمان آب سیاه[۱] استفاده می‌شوند. گاهی اوقات مقدار قابل توجهی از آن میتواند در بدن جذب شود و اثرات کلی بگذارد. غواصان با بکارگیری این قطره‌ها باید به توصیه‌های پزشکی عمل کنند تا اطمینان حاصل کنند که این داروها عوارض ندارد. آنها میتوانند با استفاده از قطره چشم، از این عوارض اجتناب کنند که به این تکنیک فشرده‌سازی اشکی گویند[۲] .

شرایطی که در آن دارو مصرف می‌شود، باعث بروز مشکلاتی می‌شود. بعنوان مثال، غواصِ تحت درمان با فشار خون بالا، نیز در معرض خطر بیماری عروق کرونر قرار دارد و در حال حاضر ممکن است شکل تحت بالینی sub-clinical این بیماری را داشته باشد. این داروها ممکن است اثر تجمعی یا تقویتی داشته باشد. سایر علل کاهش ضربان قلب با غواصی و تحریک آریتمی و سندرم مرگ ناگهانی در ارتباط است.

سایر داروهای فشار خون Hypertension other Drugs

به غیر از مسدودکننده‌های بتا، داروهای پایین آورندهٔ فشار خون به دو گروه عمدهٔ dilators رگ خون و diuretics (محرکهای تولید ادرار) تقسیم می‌شوند.

* گشادکننده رگهای خونی اعضلات[۳] با گسترش رگهای خونی محیطی، فشار خون را کاهش میدهند که در آن بیشتر مقاومتِ جریان خون رخ می‌دهد. این داروها عبارت‌اند از: prazosin و felodipine. برخی افراد میتوانند توانایی بدن را برای جبران تغییراتی در وضعیت خاص عادت دهند، و این امر باعث غش کردن در حالت ایستاده می شود. این عارضهٔ جانبی نامطلوب در غواص باعث می‌شود تا برای صعود نردبانی و ترک آب تلاش کند به ویژه در شرایط دریایی و یا در صورتیکه از دوستانش پیشی بگیرد.

یک داروی فشار خون جدید، بنام مهارکننده‌های ACE ، میتواند باعث سرفه‌های خشک شود که در محیط غواصی رنج‌آور است. محصولات دیگر (مانند مسدودکننده‌های کانال کلسیم مثل وراپامیل) ممکن است هدایت عصبِ قلب را تحت تأثیر قرار دهد و آن را بیشتر مستعد ابتلا به سندرم مرگ ناگهانی سازد.

۱- (glaucoma)

۲- Lacrimal compression

۳- (vasodilators)

❋ داروهای محرک Diuretics (ادرارآور)، تولید ادرار می‌کند و بدن را خشک می‌سازد. این دارو حجمِ خون را کاهش می‌دهد و بنابراین به کاهش فشار خون منجر می‌شود اما احتمالاً مکانیزم‌های دیگری وجود دارد که به خوبی عمل میکند. اثرات آن بر روی غواص مشخص نیست اما مشکلات بالقوه‌ای وجود دارد. کاهش حجم خون ممکن است غلظت خون و پویایی جریان خون را تحت تأثیر قرار دهد، بنابراین با تشکیل حباب خطرات را افزایش می‌دهد. علاوه بر این، تغییرات جریان خون منطقه‌ای ممکن است با الگوی جذب گاز و حذف (decompression) تغییر کند.

بعضی از دیوریتیکها (محرک ادرارآور) به کاهش سطح پتاسیم خون منجر می‌شود و قلب را مستعد اختلالات ریتمی میکند. این آریتمی ممکن است در اثر سرما، رفلکس غواصی، اِعمال فشار سنگین و سایر علل سندرم مرگ ناگهانی آشکار شود.

یک گروه از دیوریتیکها، مهارکننده های کربنیک، انهیدراز anhydrase هستند که برای درمان آب سیاه استفاده می‌شوند. آنها باعث افزایش بی حسی Paraesthesia می‌شوند به ویژه زمانیکه دستان غواصان در معرض سرما قرار گیرد و ممکن است باعثِ تشخیص غلط بیماری تقلیل فشار decompression شود.

داروهای روانگردان Psychotic Drug

- داروهای مُسکن Tranquillisers

این گروه از داروها شامل بنزودیازپین ها benzodiazepines است، که دیازپام ("Valium") نمونهٔ متداول آن است و مثل داروهای barbiturates خواب‌آور میباشند. بخش قابل توجهی از مصرف این داروها باعث تسکین از اضطراب می‌شود. اضطراب بیش از حد، به تنهایی یک عامل خطرساز مهم در غواصی است، و مصرف این داروها برای تسکین اضطراب است و مشکلات را پیچیده‌تر میسازد.

یکی دیگر از داروهای آرام‌بخش مانند فنوتیازین ها، (بعنوان مثال لارگاکتیل (Chlorpromazine Largactil) و معادلِ جدید آن برای درمانِ اختلالات جدی روانی مانند شیزوفرنی استفاده می‌شود.

یکی از عوارض جانبی این داروها این است که افراد مبتلا به این بیماری از اختلال شیزوفرنی رنج می‌برند و درحقیقت شکننده‌اند (یعنی واقعیت را ضعیف می‌بینند) و این امر می‌تواند توانایی آنها را در مقابل قضاوت درست مُختل سازد.

داروهای آرامبخش و مسکن باعث خواب‌آلودگی، اختلال در قضاوت، فرایند تفکر و کاهش توانایی حل مسئله می‌شود. این تأثیرات با خواب نیتروژنی تشدید می‌شود، اما آنها به طور بالقوه در تمام اعماق خطرناک می‌باشند.

داروهای ضدافسردگی Anti-Depressant Drug

افسردگی، حالت ایده‌آل ذهنی برای غواص فعال نیست حتی زمانیکه با موفقیت تحت درمان قرار گیرد. غواص به طور بالقوه، با عوارض جانبی مضر این داروها مبارزه میکند. برخی از داروهای ضدافسردگی باعث آرامبخشی است اما مشکل اصلی، گرایش افراد به این داروست که به طور بالقوه سبب اختلالات کشندهٔ ریتم قلبی و صرع می‌شود. برخی از این داروها می‌توانند با غذاهای خاص واکنش و داروهای دیگر،مثل داردهای: فشار خون و هوشیاری را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

داروهای ضدصرع Anticonvulsants

اثرات جانبی این داروها، مشابه اثرات آرامبخشها و همچنین برخی دیگر از داروهای خاص است. هر فُرم صرع میتواند اثرات فاجعه‌باری را بر روی فعالیت مغز داشته باشد، که با از دست رفتن هوشیاری همراه است. تأثیر حالت بیحسی و خواب آلودگی این داروها ناشناخته است. برخی از شرایط غواصی (استرس، حساسیت به نور مثل سوسوزدن نور، بالا و پایین بودنِ سطح دی‌اکسیدکربن) به‌رغم مصرف این داروها تشنج را ایجاد می‌سازند. داروهای ضدصرع برای کنترل این تشنج استفاده می‌شوند (مانند فنی‌توئین یا Carbamazepam)، اما مانع غواصی ایمن هستند (چون حالت خواب‌آلودگی دارند).

آنتی هیستامین ها Antihistamines

بسیاری از آنها معمولاً برای درمان بیماریهای حساسیتی استفاده می‌شوند. به طور فارماکولوژیک Pharmacological بسیاری از این داروها به داروهای روانپزشکی مربوط می‌شوند و یک عارضهٔ جانبی و آرامبخشی مشترک دارند. این داروها مانند سایر مُسکنها همان خطرات احتمالی را در غواصی ایجاد میسازند. علاوه بر این، اگر آنتی‌هیستامین‌ها برای درمان تب یونجه مصرف شوند به احتمال زیاد، باروترمای barotrauma گوش و سینوس پیشرفت میکند. این داروها به ندرت میتوانند احتقان بینی و گلو را به طور کامل برطرف سازند. به تازگی، داروهایی تولید شده است که آرامبخشی کمتری دارند اما ممکن است آریتمیهای قلبی یا اسپاسم برونش (آسم) را تحریک سازند.

آنتی بیوتیک ها Antibiotics

این آنتی‌بیوتیک‌ها عوارض جانبی زیادی دارند اما تعداد کمی از آنها با غواصی ارتباط دارند. (تتراسایکلین‌ها)[1] گاهی اوقات می‌توانند حساسیت به نور خورشید را در فرد ایجاد سازند. وضعیت مشابه به آفتاب‌سوختگی که ناشی از افزایش حساسیت به نور خورشید است. بسیاری از آنتی‌بیوتیکها، ابتلا به استفراغ را تشدید می‌سازند. این وضعیت برای آنتی‌بیوتیک‌هایی که مصرف می‌شود یک شرایط بسیار نگران کننده است. این موضوع نشان می‌دهد که عفونتهای دستگاه تنفسی غواص را مستعد ابتلا به barotrauma می‌سازد.

داروهای ضد درد Analgestics

غواصی که از درد رنج میبرد، مجوز استفاده از مُسکن را دارد که در غواصی نباید از این داروها استفاده شود. به غیر از فعل و انفعالات جانبی، برخی امراض در غواصی مشاهده می‌شود که باید برای تسکین آنها از داروهای مسکن استفاده شود، این داروها اثرات جانبی نامطلوبی دارند. بعلاوه، ابهام تشخیصی بین شرایط دردناک ایجاد می‌شود و با غواصی و بیماریتقلیل فشار decompression تشدید می‌شود.

۱- Teracyclines

آسپرین **Asprin**

این دارو معمولاً در حالت درد استفاده می‌شود و از لخته شدن خون جلوگیری میکند، این دارو باید تنها با یک دوز و به مدت چند روز مصرف شود. استفادهٔ روزمرهٔ این دارو مشکلی را ایجاد نمیسازد- درحقیقت برای جلوگیری از حملات قلبی و سکته مغزی استفاده می‌شود. اگر در فرد غواص باروترومای barotrauma گوش داخلی یا بیماری تقلیل فشار decompression جدی ایجاد شود، برای او پیامدهایی را به دنبال دارد. افزایشِ تمایل به خونریزی باعث خونریزی بافتهای آسیب دیده می‌شود مانند صدمه به ستون فقرات که با عواقب بیشتری همراه است. بعلاوه زخم در معده رخ می‌دهد که با استفراغ و گاهی خونریزی روده همراه است.
ضمناً، در برخی غواصان ممکن است برونکواسپاسم، مانند آسم، ایجاد شود.

پاراستامول یا (استامینوفن) **Paracetamol (Acetaminophone)**

اگر غواص برای تسکین درد خفیف خود، به داروی مسک نیاز داشته باشد (دردی که بعد از حذف غواصی دچار آن می‌شود و مرتبط با بیماری است) بهتر است از داروی پاراستامول استفاده کند که نسبت به آسپرین، اثرات جانبی کمتری دارد. پاراستامول، تأثیری روی انعقاد خون نمیگذارد و از ناراحتی معده جلوگیری میکند و با آسپرین مشترک است.

مُسکن قوی **Potent Analgestics**

مسکنهای قوی حاوی کدئین یا dextropropoxyphene هستند (هر دو از مشتقات مواد مخدرند) و گاهی برای درد شدید تجویز می‌شوند. این داروها نسبت به داروهای مسکن، اثرات آرامبخشی بیشتری دارند و میتوانند عوارض جانبی مشابهی را به همراه داشته باشند. افراد مبتلا به درد نباید به شدت غواصی کنند.

تعامل داروهای انسولین و ضد دیابت **Antidiabeyic Interactions**

افرادیکه از این داروها استفاده میکنند، مستعد ابتلا به افسردگی ناگهانی قند خون میباشند و اضطراب، گیجی و سپس بیهوشی را ایجاد میسازد. این عارضه احتمالاً در حین تمرین ایجاد می‌شود. اغلب نتایج مرگباری به همراه دارد. از آنجاییکه، احتمال این عارضه و سایر عوارض بالقوهٔ فیزیولوژیکی وجود دارد (به عنوان مثال، اسیدوز و hyperventilation)، به بیماران دیابتی توصیه می‌شود که غواصی نکنند.

اتساع مجاری هوایی در ریه ها و سایر داروهای آسم **Bronchodilators**

آسم بیماری التهابی راههای هوایی در ریه‌ها است. این بیماری باعث پوشش راه‌های هوایی، اسپاسم عضلات در راه‌های هوایی (برونشی) و انسداد جریان هوا از طریق آنها می‌شود. (اسپاسمِ برونشی)[۱] را می‌توان با اسپری‌های آئروسل aerosol کاهش داد که حاوی داروهای مثل سالبوتامول ("Ventolin") و یا گشادکننده‌های برونش ها bronchodilators میباشند.

۱- bronchospaspasm

اینها می‌توانند ریتم قلبی را مُختل سازند و سندرم مرگ ناگهانی را حین غواصی تسریع سازند، که به دلیل عوامل گوناگون محرکها ایجاد می‌شود.

درحالی که استفاده از این داروها و سایر داروهای مربوط به آسم باعث باز شدن راههای هوایی می‌شوند، علائم آن برطرف شده اما بهبودی کامل صورت نمیگیرد. آسم راههای هوایی را نسبت به مواد محرک، بیش از اندازه حساس میسازد و با محرکهایی مثل هوای سرد و خشک و استنشاق آب دریا واکنشِ برونکوسپاسم انجام می‌دهد. معمولاً درجهٔ انسداد در برخی از راه‌های هوایی بیشتر از مدت زمان آن است. این عملکرد باعث می‌شود که غواصان به barotrauma ریوی یا مرگ ناشی از عوارض غواصی مثل آسم- وحشت و غرق شدن حساس شوند.

برخی از داروهای خوراکی گشادکننده برونش[1] میتوانند باعث اتساع عروق ریوی شوند- این داروها به طور نهفته حبابهای وریدی بدون علامتی را از طریق غواصیهای مطمئن واردِ گردش خون میکنند مثل آمبولی گاز، بدون باروتروماى barotrauma ریوی.

آسم و این داروها با غواصیِ امن، ناسازگار می‌باشند.

جاسازیِ سیستمهای تحویل دارو Drug Implantation

در حال حاضر، مخازن جاسازی شده در بدن برای انتقال دارو مورد استفاده قرار می‌گیرد، که نمی‌توان آن را به صورت خوراکی مصرف کرد و باید برای دوره‌های طولانی مدت بکار گرفته شود. در بسیاری از شرایط، استفادهٔ از این نوع داروهایی که جنبه ذخیره ایی و آزادسازی طولانی مدت را دارند با غواصی scuba سازگار نیست. ایمپلنتها به صورت پنهانی، محل تشکیل حباب را در حین decompression میسازند. اگر حبابها درون یا اطراف مخزن تشکیل شوند، در پاسخ به قوانین گاز، انبساط ممکن است رخ دهد و این امر منجربه تحویل بیش از حد دارو می‌شود. همانطور که تجربهٔ کار با این دستگاهها در غواصی محدود است، غواصان به آنها مجهز می‌شوند و به آنها توصیه می‌شود که با کارشناس مشاور پزشکی در مورد این وسایل مشورت کنند تا آنها را از عوارض مربوط به این دستگاهها آگاه سازد.

داروهای پیشگیری کننده PREVENTION

استاتین ها Statins

این داروها مکرراً برای کاهش اثرات مضر کلسترول مورد استفاده قرار میگیرند، اما ممکن است اثرات سودمند دیگری داشته باشد. بیمارانی که نیاز به این داروها دارند احتمالاً خطر ابتلا به بیماریهای قلبی را زیاد دارند، پس باید کاملاً توسط پزشک غواصی خود مورد ارزیابی قرار گیرند.

برخی از دریافت کنندگان دارو با اختلالات عضلانی جدی و اختلالات دیگر نسبت به statinها پاسخ میدهند. بنابراین غواصی باید برای چند هفته یا چند ماه به تعویق افتد تا غواص اطمینان حاصل کند که مشکلی وجود ندارد، اختلالاتی را که او هرگز تجربه نکرده است.

۱- (Theophylines)

قرصهای ضد بارداری- «قرص» **Contra Ceptives (pills)**

این داروها میتواند عوارض جانبی جدی را به دنبال داشته باشد حتی اگر غواصی بدون عواقب انجام شود. دوز بالای داروی قدیمی‌تر، باعث لخته شدن بیش از حد خون می‌شود و گاهی از طریق آمبولی ریه یا سکته مغزی، منجربه مرگ افراد می‌شود. گاهی اوقات این دارو، عوارض روانی جدی، میگرن، حالت تهوع و استفراغ را به همراه دارد که ممکن است غواصی را خطرناک‌تر سازد.

دوز کم و جدیدترِ قرصهای ضد بارداری خوراکی، شیوع خفیف‌تری از این اختلالات را به همراه دارد. احتمالاً، نگرانی در غواصی به دلیلِ امکان تعامل بیشتر خون با حبابهای گاز حینِ برداشت فشار decompression است. با وجود نظرسنجی‌هایی که بر روی زنان غواص صورت گرفته، هیچ مدرکی دالِ بر تأیید یا رد این تئوری وجود ندارد.

داروهای ضد مالاریا **Antimalaria Drugs**

کشورهای گرمسیری، برخی از مکانهای دیدنی و جذاب غواصی را پیشنهاد میکنند اما این کشورها غالباً بیماریهای بومی دارند از جمله مالاریا.

شانس ابتلا به این بیماری به طور بالقوه مرگبار است و این امراض مُهلک با استفاده از داروهای ضد مالاریا مانند chloroquine و pyrimethamine (“Maloprim”) کاهش مییابد.

متأسفانه بسیاری از کشورها گونه‌های مالاریا را دارند که با ساختن داروهای ضدِ مالاریا، با آن مقابله کرده‌اند، همچنین تولید و استفاده از آنها بعنوانِ یک اقدام پیشگیرانه به طور کامل قابل اعتماد نیست. خطاپذیری این داروها میتواند اثرات جانبی جدی را ایجاد سازد، از جمله جلوگیری از تولید سلولهای سفید خون، کمخونی، آسیب چشمی. یکی از داروهای ضد مالاریا، mefloquine (“Lariam”) می‌تواند اختلالات در هماهنگی و سرگیجه ایجاد کند که ممکن است پیامدهای نگران کنندهای را به همراه داشته باشد.

غواصی که قصد دارد با مالاریای بومی مواجه شود باید با کارشناس پزشکی درخصوصِ پیشگیری مالاریا در آن منطقه و همچنین سایر امراض بیماریهای گرمسیری مشورت کند. پزشک غواصی نیز باید در مورد امکانِ تداخلات داروهای تجویز شده با غواصی بررسیهای لازم را انجام دهد.

داروهای مخدر تفریحی **Social Drug**

الکل **Alchohol**

فرهنگ غواصی به طور سنتی شامل استفادهٔ قابل توجه الکل است. همانند سایر داروها، الکل می‌تواند با غواصی تداخل نامطلوبی داشته باشد. با وجود مقداری الکل در خون، غواصیِ بی‌خطر انجام نمی‌شود و تعداد معدودی از مردم در ذهن خود به غواصی توجه میکنند درحالیکه تحت تأثیر الکل قرار دارند. برخی افراد ممکن است آگاه نباشند که کبد برای سوخت‌وساز این داروها، ظرفیت محدودی دارد، بنابراین، این امکان وجود دارد که بتوان سطح الکل خون را ارزیابی کرد البته شبی که الکل به طور سنگین مصرف شد، و این ارزیابی، صبح روز بعد از آن انجام شود. پلیس راهنمایی و رانندگی به خوبی از این امر آگاه است. اغلب آنها رانندگانی را دستگیر میکنند که میزان غیرقانونی الکل خون که در صبح زیاد است و با این مقدار الکل سرکار میروند. خطر مصرف الکل همراه با تفریحات

آبی به خوبی مستندسازی شده است- در کشورهای غربی ۸۰٪ میزان غرق‌شدگی‌های مردان بزرگسال به خاطر مصرف الکل است.

خطرات قابل پیشبینی هستند. مسمومیت با الکل و اختلال در قضاوت و هماهنگی، باعث اختلالات ریتم قلبی، اختلال در توانایی پمپاژ قلب می‌شود، و حجم خون را به علت تولید بیش از حد ادرار کاهش می‌دهد و فقدان حرارت از طریق پوست (hypothermia) افزایش مییابد. اختلال فیزیولوژی- در غیر اینصورت به عنوان یک "hangover" یا اثر باقی مانده، شناخته شده است. بعد از اینکه مصرف بیش از حد الکل به خوبی شناخته شده است. استفاده بیش از حد این دارو، سمی است و به کبد، قلب و مغز آسیب میرساند.

در غواصان، اختلال عملکرد عروقی و متابولیکی پس از مصرف سنگین الکل، یک عامل خطر احتمالی برای ایجاد امراض تقلیل فشار decompression است. افزایش استعداد ابتلا به بیماری دریازدگی و استفراغ غالباً مشاهده شده است. اثرات داروهای خواب‌آور، ممکن است با اثر حاصل از (خواب‌آلودگی نیتروژنی)[۱] مضاعف شود.

دخانیات Tobaco

متأسفانه، استعداد بعضی افراد به استنشاق برگ توتون اثرات زیانباری را به دنبال دارد. خطرات ناشی از سرطان ریه، قلب و بیماریهای عروقی به خوبی شناخته شده است. و اثرات ظریف‌تری را نیز به همراه دارند. یک فرد سیگاری، گاز مونوکسیدکربن را استنشاق میکند که به هموگلوبین متصل است و توانایی انتقال اکسیژن را تا ۱۰٪ در خون کاهش می‌دهد. گاز مونوکسیدکربن ظرفیت را برای اعمال فشار کاهش می‌دهد و توانایی جسمی را در پاسخ به وضعیت اضطراری مُختل میسازد. (به عنوان مثال: خستگی ناشی از شنای سطحی).

نیکوتین در تنباکو نیز باعث تحریک قلب می‌شود و اختلالات ریتمی[۲] را ایجاد میسازد.

باریک شدن راه هوایی ناشی از دود مُزمن، توانایی تمرین را مُختل میسازد. و خطر باروترومای ریوی را افزایش می‌دهد. تحریک مزمن مشابهی از دستگاه تنفسی فوقانی، فرد را مُستعد باروترومای سینوس و گوش میسازد.

ماریجوانا- حشیش یا Marijuna (pot)

استفادهٔ مزمن از این دارو، باعث بسیاری از مشکلات تنفسی می‌شود که با غواصی مرتبط است و به ویژه، برونشیت مزمن با مصرف شدید سیگار امری شایع است. این بیماری فرد را مُستعدِ barotrauma ریوی میسازد. ماریجوانا باعث تغییر ادراک، اختلال در قضاوت و تغییرات خلق‌وخو می‌شود. مانندِ سایر داروها، این اثرات با اثرات ناشی از حالت بیحسی و خواب‌آلودگی نیتروژن ترکیب می‌شود. همچنین گفته شده است افزایش احتمالی هیپوترمی با مسدود کردنِ رگهای خونی، پاسخ به سرماست. ظاهراً «اثرات سودمند» ماریجوانا با فشار خنثی می‌شود.

۱- nitrogen narcosis

۲- arrhythmias

کوکائین[1] و سایر محرکها **Cocain and other Stimulants**

این داروها، اثرات فیزیولوژیکی مشابه آدرنالین دارند، محرک و تحریک کنندهٔ قلب هستند، و به طور پنهانی باعث اختلالات مرگبار ریتم قلب می‌شوند و فشار خون را بالا میبرند.

مرگ ناگهانی در افراد جوان ناشی از سکتهٔ قلبی است که امری شایع است، به ویژه در ورزشکارانی که پس از تمرین کوکائین مصرف میکنند. تحریک ذهنی و تغییر در خلق‌وخو، قضاوت را مُختل می‌سازد و فرد را به مصرف خطرناک آن تشویق میسازد.

استفاده از آن در حال غواصی، جدا از اینکه غیرقانونی است، بسیار خطرناک است.

کافئین Caffeine

این دارو در قهوه، چای، Cola، و بسیاری از مواد غذایی طبیعی یافت می‌شود. حتی نوشیدنیهای شُکلاتی، که قبل از خواب به کودکان داده می‌شود شامل این ماده است. این یکی از بی‌ضررترین داروهاست که تقریباً به طور جهانی مصرف می‌شود. وقتیکه بیش از حد از آن استفاده شود، باعث اختلالات ریتم قلب می‌شود یک مشکل بالقوه در غواصی یا سایر تمرینات شدید است. همچنین، آن محرک تولید ادرار است. که برخی غواصان لباس[2] خود را خیس میکنند، این حالت در افراد معتاد به کافئین شناخته شده است.

مخدرها، مسکن‌ها Narcotics

آرام‌بخشی و اختلال قضاوت از مشخصهٔ این داروهاست، استفاده از آنها حین غواصی حتی خطرناک‌تر و مُخرب‌تر از استفادهٔ آنها به عنوان مواد مخدر تفریحی است. مصرف‌کنندگان داروی داخل وریدی، در معرض خطر ابتلا به ویروس هپاتیت و ویروس HIV هستند که باید در ذهن همراهانشان بماند.

داروهای مربوط به امراض غواصی **Diving specific Drugs**

داروهای ضد دریازدگی **Sea-Sick Drugs**

مشکلات مربوط به سینوس و گوش

بسیاری از غواصان بی‌تجربه با (همسان سازی)[3] گوش و سینوسها نسبت به تغییرات فشار مشکل دارند. اغلب این مشکل با احتقان مخاط بینی همراه است، و به واسطهٔ آلرژی (تب یونجه) یا عفونت[4] ایجاد می‌شود. احتقان بینی را میتوان با استفاده از قرصهایی مانند پزودوافدرین[5] یا اسپریهای ضد احتقان بینی مانند فنیل آفرین یا افدرین تا حدی برطرف ساخت. همهٔ این قرصها، بر روی سیستم هدایت قلب اثر مُخربی میگذارند و در نتیجه ممکن است احتمال سندرم مرگ ناگهانی افزایش یابد.

۱- Coke

۲- wet suit

۳- equalizing

٤- (URTI)

٥- ("Sudafed")

این داروها باید بر روی خشکی، در دوزهای مناسب استفاده شوند تا عوارض کمتری داشته باشند. با این حال، عملکرد آنها بر روی بافتهای بینی غیر قابل پیش‌بینی است.

استفادهٔ طولانی مدت آنها، باعث عوارض طولانی مدت می‌شود، درنهایت احتقان تشدید می‌شود، که باید برطرف شود. این موضوع در مورد اسپریهای بینی صدق می‌کند. اثر این داروها میتواند حینِ غواصی از بین برود و باعثِ صعود آزاد پرزحمت شود که با barotrauma سینوسی یا گوشی حین صعود همراه است.

گاهی اوقات، این داروها توسط غواصان استفاده می‌شوند تا بر احتقان موقتی بینی و عفونتهای دستگاه تنفسی فوقانی (سرماخوردگی یا URTI) غلبه کنند. روش امن‌تر این است که در هنگام ابتلا به این عفونتها از غواصی اجتناب شود.

اگر داروی ضد احتقان تا حدی مؤثر باشد ازصدمات فشاری barotrauma حین نزول جلوگیری می‌کند (در صورتیکه اثر مفید آن روی مخاط بینی باشد) اما برای باز کردن راه‌های هوایی «داخلی» اثر کمی دارد یا اینکه بی‌اثر می‌باشد (لولهٔ استاش، Ostia سینوس و غیره). بنابراین، این اختلال به مراتب، خطرناک‌تر از بیماری است که او دچار آن شده است، در نتیجه، این وضعیت مانع صعود مطمئن است. barotrauma نزول صرفاً، غواصی او را متوقف می‌سازد.

مصرف خودسرانهٔ این دارو غیرقانونی است و غواص باید برای برطرف ساختنِ گرفتگی بینی با پزشک غواصی مشورت کند.

داروهای مورد استفاده در بیماری تقلیل فشار decompression Syndrom Drugs

با توجه به عدم اطمینان نسبی جداول برداشت فشار decompression ، محققان داروهایی را تجربه کرده‌اند تا گسترش حبابها و سرعت حذف گاز از بدن را مهار سازد. در حالیکه برخی از داروهای تجربی اجازه میدهند تا حیوانات آزمایشگاهی با ایمنی بیشتر تحت آزمایش قرار گیرند ولی، هنوز هیچ عامل مفیدی به اثبات نرسیده است تا غواصان بطور اثبات شده ای از آن استفاده کنند.

فصل سی ونه

مواد مخدر و غواصی

غواصانی که وارد آب می‌شوند تحت تأثیر مواد مخدر قرار میگیرند و این امری متداول است. این داروها ممکن است از Paracetamol مصرف شده برای یک سردرد جزئی، به الکل یا حشیش مصرف شده در پارتی ساحلی شبانه، یا دارو برای درمان بیماری مثل داروی فشار خون بالا تغییر یابد.

از آنجاییکه برخی داروها بیضرر میباشند، برخی داروها میتوانند عوارض بالقوهٔ کشندهای را در غواصی داشته باشند، و مهم است که چیزهایی را راجع به آنها بدانند.

مشکلات زیادی از اثرات خود داروهای مخدر ایجاد می‌شود، اما معمولاً، شرط بر این است که مصرف دارو، تهدیدی جدی برای غواص نباشد. به عنوان مثال: اغلب آنتی‌بیوتیکها، اثرات مُضری بر روی غواص ندارند. اما غواص باید برای بیماری برونشیت با آنتی‌بیوتیک درمان شود، برونشیت باعث افزایش احتمال باروتروموای ریوی می‌شود و خطر قابل توجهی را به همراه دارد تا زمانیکه این بیماری برطرف شود.

ما معمولاً ۴ دسته از داروهای مخدر را به کار میبریم:

- داروهای مصرف شده برای درمان بیماریها
- داروهای برای پیشگیری بیماری (Prophylaxis)
- مواد مخدر تفریحی یا اجتماعی
- داروهای مورد استفاده برای بیماریهای مرتبط با غواصی

دارو درمانی Drug Therapy

در بسیاری از موارد، دارویی که برای درمان بیماری استفاده می‌شود، برای غواص خطرناکتر از خود بیماری است. برخی داروها ممکن است عوارض مکرر و قابل پیش‌بینی در فعالیتهای غواصی داشته باشند، که در اینجا خلاصه شده است، اما اطلاعات بسیار زیادی را میتوان با جستجوی اینترنتی پیگیری کرد.

اثرات داروهای ایدیوسین کراتیک idiosyncratic نسبت به سایر داروهای درمانی بر روی فرد غیر قابل پیش‌بینی است. بنابراین، اگر داروها هنگام غواصی مورد استفاده قرار گیرند، این داروها باید مدتها قبل از غواصی به غواص معرفی شوند.

داروهای قلبی و فشارخون Cardiac and Hypertensive Drugs

مسدودکننده های بتا B-blockers

انواع این داروها به عنوان مثال (آتنولول، متوپرولول) در درمان فشار خون بالا یا درد ناشی از بیماری عروق کرونر (آنژین) استفاده می‌شوند. عملکردِ اصلی آنها، مسدود کردن اثر محرک قلبی، آدرنالین روی قلب است. عملِ آدرنالین بر روی گیرنده‌های دارویی خاص در قلب که به عنوان «گیرنده‌های بتا» شناخته می شوند اثر می کنند. بنابراین، به آن مسدودکنندهٔ بتا گویند.

با مهار عمل آدرنالین، مسدودکنندهٔ بتا، قدرت انقباض قلب را بر روی ماهیچه‌های قلب کاهش می‌دهد. این فرایند، کار قلب را کم می‌کند تا علائم آنژین صدری را کاهش دهد، درحالیکه خروجی خون کاهش مییابد و فشار خون پایین میآید.

غواص با مصرفِ مسدودکننده‌های بتا باعث می‌شود که ظرفیت ذخیرهٔ پمپاژ قلب محدودیت قابل توجهی داشته باشد.

مسدودکننده‌های بتا در ایجاد آریتمی و تورم ریه غواصان نقش داشته‌اند. بعلاوه مسدودکننده‌های بتا، بر روی دیوارهٔ عضلانی برونش اثر می‌کنند و ممکن است آسم در برخی افراد زودتر آشکار شود، و آنها را در معرض خطرات ناشی از آسم و ترکیدگی ریه قرار دهد. حتی آن دسته از مسدودکننده‌های بتا که در مورد آنها توضیح داده شد مانند Cardio-selective (داروهای مُنتخب قلبی) هنوز هم میتوانند این عوارض را داشته باشند.

این داروها اغلب در قطرهٔ چشم و برای درمان آب سیاه[۱] استفاده می‌شوند. گاهی اوقات مقدار قابل توجهی از آن میتواند در بدن جذب شود و اثرات کلی بگذارد. غواصان با بکارگیری این قطره‌ها باید به توصیه‌های پزشکی عمل کنند تا اطمینان حاصل کنند که این داروها عوارض ندارد. آنها میتوانند با استفاده از قطره چشم، از این عوارض اجتناب کنند که به این تکنیک فشرده‌سازی اشکی گویند[۲] .

شرایطی که در آن دارو مصرف می‌شود، باعث بروز مشکلاتی می‌شود. بعنوان مثال، غواصِ تحت درمان با فشار خون بالا، نیز در معرض خطر بیماری عروق کرونر قرار دارد و در حال حاضر ممکن است شکل تحت بالینی sub-clinical این بیماری را داشته باشد. این داروها ممکن است اثر تجمعی یا تقویتی داشته باشد. سایر علل کاهش ضربان قلب با غواصی و تحریک آریتمی و سندرم مرگ ناگهانی در ارتباط است.

۱- (glaucoma)

۲- Lacrimal compression

سایر داروهای فشار خون Hypertension other Drugs

به غیر از مسدودکننده‌های بتا، داروهای پایین آورندهٔ فشار خون به دو گروه عمدهٔ dilators رگ خون و diuretics (محرکهای تولید ادرار) تقسیم می‌شوند.

* گشادکننده رگهای خونی اعضلات[1] با گسترش رگهای خونی محیطی، فشار خون را کاهش میدهند که در آن بیشتر مقاومتِ جریان خون رخ می‌دهد. این داروها عبارت‌اند از: prazosin و felodipine. برخی افراد میتوانند توانایی بدن را برای جبران تغییراتی در وضعیت خاص عادت دهند، و این امر باعث غش کردن در حالت ایستاده می شود. این عارضهٔ جانبی نامطلوب در غواص باعث می‌شود تا برای صعود نردبانی و ترک آب تلاش کند به ویژه در شرایط دریایی و یا در صورتیکه از دوستانش پیشی بگیرد.

یک داروی فشار خون جدید، بنام مهارکننده‌های ACE ، میتواند باعث سرفه‌های خشک شود که در محیط غواصی رنج‌آور است. محصولات دیگر (مانند مسدودکننده‌های کانال کلسیم مثل وراپامیل) ممکن است هدایت عصبِ قلب را تحت تأثیر قرار دهد و آن را بیشتر مستعد ابتلا به سندرم مرگ ناگهانی سازد.

* داروهای محرک Diuretics (ادرارآور)، تولید ادرار می‌کند و بدن را خشک می‌سازد. این دارو حجمِ خون را کاهش می‌دهد و بنابراین به کاهش فشار خون منجر می‌شود اما احتمالاً مکانیزم‌های دیگری وجود دارد که به خوبی عمل میکند. اثرات آن بر روی غواص مشخص نیست اما مشکلات بالقوه‌ای وجود دارد. کاهش حجم خون ممکن است غلظت خون و پویایی جریان خون را تحت تأثیر قرار دهد، بنابراین با تشکیل حباب خطرات را افزایش می‌دهد. علاوه بر این، تغییرات جریان خون منطقه‌ای ممکن است با الگوی جذب گاز و حذف (decompression) تغییر کند.

بعضی از دیوریتیکها (محرک ادرارآور) به کاهش سطح پتاسیم خون منجر می‌شود و قلب را مستعد اختلالات ریتمی میکند. این آریتمی ممکن است در اثر سرما، رفلکس غواصی، اِعمال فشار سنگین و سایر علل سندرم مرگ ناگهانی آشکار شود.

یک گروه از دیوریتیکها، مهارکننده های کربنیک، انهیدراز anhydrase هستند که برای درمان آب سیاه استفاده می‌شوند. آنها باعث افزایش بی حسی Paraesthesia می‌شوند به ویژه زمانیکه دستان غواصان در معرض سرما قرار گیرد و ممکن است باعثِ تشخیص غلط بیماری تقلیل فشار decompression شود.

داروهای روانگردان Psychotic Drug

- داروهای مُسکن Tranquillisers

این گروه از داروها شامل بنزودیازپین ها benzodiazepines است، که دیازپام ("Valium") نمونهٔ متداول آن است و مثل داروهای barbiturates خواب‌آور میباشند. بخش قابل توجهی از مصرف این داروها باعث تسکین از اضطراب می‌شود. اضطراب بیش از حد، به تنهایی یک عامل خطرساز مهم در غواصی است، و مصرف این داروها برای تسکین اضطراب است و مشکلات را پیچیده‌تر میسازد.

یکی دیگر از داروهای آرام‌بخش مانند فنوتیازین ها، (بعنوان مثال لارگاکتیل (Chlorpromazine Largactil) و معادلِ جدید آن برای درمانِ اختلالات جدی روانی مانند شیزوفرنی استفاده می‌شود.

۱- (vasodilators)

یکی از عوارض جانبی این داروها این است که افراد مبتلا به این بیماری از اختلال شیزوفرنی رنج می‌برند و درحقیقت شکننده‌اند (یعنی واقعیت را ضعیف می‌بینند) و این امر می‌تواند توانایی آنها را در مقابل قضاوت درست مُختل سازد.

داروهای آرامبخش و مسکن باعث خواب‌آلودگی، اختلال در قضاوت، فرایند تفکر و کاهش توانایی حل مسئله می‌شود. این تأثیرات با خواب نیتروژنی تشدید می‌شود، اما آنها به طور بالقوه در تمام اعماق خطرناک می‌باشند.

داروهای ضدافسردگی Anti-Depressant Drug

افسردگی، حالت ایده‌آل ذهنی برای غواص فعال نیست حتی زمانیکه با موفقیت تحت درمان قرار گیرد. غواص به طور بالقوه، با عوارض جانبی مضر این داروها مبارزه میکند. برخی از داروهای ضدافسردگی باعث آرامبخشی است اما مشکل اصلی، گرایش افراد به این داروست که به طور بالقوه سبب اختلالات کشندهٔ ریتم قلبی و صرع می‌شود. برخی از این داروها می‌توانند با غذاهای خاص واکنش و داروهای دیگر،مثل داردهای: فشار خون و هوشیاری را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

داروهای ضدصرع Anticonvulsants

اثرات جانبی این داروها، مشابه اثرات آرامبخشها و همچنین برخی دیگر از داروهای خاص است. هر فُرم صرع میتواند اثرات فاجعه‌باری را بر روی فعالیت مغز داشته باشد، که با از دست رفتن هوشیاری همراه است. تأثیر حالت بیحسی و خواب آلودگی این داروها ناشناخته است. برخی از شرایط غواصی (استرس، حساسیت به نور مثل سوسوزدن نور، بالا و پایین بودنِ سطح دی‌اکسیدکربن) به‌رغم مصرف این داروها تشنج را ایجاد می‌سازند. داروهای ضدصرع برای کنترل این تشنج استفاده می‌شوند (مانند فنی‌توئین یا Carbamazepam)، اما مانع غواصی ایمن هستند (چون حالت خواب‌آلودگی دارند).

آنتی هیستامین ها Antihistamines

بسیاری از آنها معمولاً برای درمان بیماریهای حساسیتی استفاده می‌شوند. به طور فارماکولوژیک Pharmacological بسیاری از این داروها به داروهای روانپزشکی مربوط می‌شوند و یک عارضهٔ جانبی و آرامبخشی مشترک دارند. این داروها مانند سایر مُسکنها همان خطرات احتمالی را در غواصی ایجاد میسازند. علاوه بر این، اگر آنتی‌هیستامین‌ها برای درمان تب یونجه مصرف شوند به احتمال زیاد، باروترمای barotrauma گوش و سینوس پیشرفت میکند. این داروها به ندرت میتوانند احتقان بینی و گلو را به طور کامل برطرف سازند. به تازگی، داروهایی تولید شده است که آرامبخشی کمتری دارند اما ممکن است آریتمیهای قلبی یا اسپاسم برونش (آسم) را تحریک سازند.

آنتی بیوتیک ها Antibiotics

این آنتی‌بیوتیک‌ها عوارض جانبی زیادی دارند اما تعداد کمی از آنها با غواصی ارتباط دارند. (تتراسایکلین‌ها)[۱] گاهی اوقات می‌توانند حساسیت به نور خورشید را در فرد ایجاد سازند. وضعیت مشابه به آفتاب‌سوختگی که ناشی از

۱- Teracyclines

افزایش حساسیت به نور خورشید است. بسیاری از آنتی‌بیوتیکها، ابتلا به استفراغ را تشدید می‌سازند. این وضعیت برای آنتی‌بیوتیک‌هایی که مصرف می‌شود یک شرایط بسیار نگران کننده است. این موضوع نشان می‌دهد که عفونتهای دستگاه تنفسی غواص را مستعد ابتلا به barotrauma می‌سازد.

داروهای ضد درد Analgestics

غواصی که از درد رنج میبرد، مجوز استفاده از مُسکن را دارد که در غواصی نباید از این داروها استفاده شود. به غیر از فعل و انفعالات جانبی، برخی امراض در غواصی مشاهده می‌شود که باید برای تسکین آنها از داروهای مسکن استفاده شود، این داروها اثرات جانبی نامطلوبی دارند. بعلاوه، ابهام تشخیصی بین شرایط دردناک ایجاد می‌شود و با غواصی و بیماریتقلیل فشار decompression تشدید می‌شود.

آسپرین **Asprin**

این دارو معمولاً در حالت درد استفاده می‌شود و از لخته شدن خون جلوگیری میکند، این دارو باید تنها با یک دوز و به مدت چند روز مصرف شود. استفادهٔ روزمرهٔ این دارو مشکلی را ایجاد نمیسازد- درحقیقت برای جلوگیری از حملات قلبی و سکته مغزی استفاده می‌شود. اگر در فرد غواص باروتروماى barotrauma گوش داخلی یا بیماری تقلیل فشار decompression جدی ایجاد شود، برای او پیامدهایی را به دنبال دارد. افزایشِ تمایل به خونریزی باعث خونریزی بافتهای آسیب دیده می‌شود مانند صدمه به ستون فقرات که با عواقب بیشتری همراه است. بعلاوه زخم در معده رخ می‌دهد که با استفراغ و گاهی خونریزی روده همراه است.
ضمناً، در برخی غواصان ممکن است برونکواسپاسم، مانند آسم، ایجاد شود.

پاراستامول یا (استامینوفن) **Paracetamol (Acetaminophone)**

اگر غواص برای تسکین درد خفیف خود، به داروی مسک نیاز داشته باشد (دردی که بعد از حذف غواصی دچار آن می‌شود و مرتبط با بیماری است) بهتر است از داروی پاراستامول استفاده کند که نسبت به آسپرین، اثرات جانبی کمتری دارد. پاراستامول، تأثیری روی انعقاد خون نمیگذارد و از ناراحتی معده جلوگیری میکند و با آسپرین مشترک است.

مُسکن قوی **Potent Analgestics**

مسکنهای قوی حاوی کدئین یا dextropropoxyphene هستند (هر دو از مشتقات مواد مخدرند) و گاهی برای درد شدید تجویز می‌شوند. این داروها نسبت به داروهای مسکن، اثرات آرامبخشی بیشتری دارند و میتوانند عوارض جانبی مشابهی را به همراه داشته باشند. افراد مبتلا به درد نباید به شدت غواصی کنند.

تعامل داروهای انسولین و ضد دیابت Antidiabeyic Interactions

افرادیکه از این داروها استفاده میکنند، مستعد ابتلا به افسردگی ناگهانی قند خون میباشند و اضطراب، گیجی و سپس بیهوشی را ایجاد میسازد. این عارضه احتمالاً در حین تمرین ایجاد می‌شود. اغلب نتایج مرگباری به همراه دارد. از آنجاییکه، احتمال این عارضه و سایر عوارض بالقوهٔ فیزیولوژیکی وجود دارد (به عنوان مثال، اسیدوز و hyperventilation)، به بیماران دیابتی توصیه می‌شود که غواصی نکنند.

اتساع مجاری هوایی در ریه ها و سایر داروهای آسم Bronchodilators

آسم بیماری التهابی راههای هوایی در ریه‌ها است. این بیماری باعث پوشش راه‌های هوایی، اسپاسم عضلات در راه‌های هوایی (برونشی) و انسداد جریان هوا از طریق آنها می‌شود. (اسپاسمِ برونشی)[۱] را می‌توان با اسپری‌های آئروسل aerosol کاهش داد که حاوی داروهای مثل سالبوتامول ("Ventolin") و یا گشادکننده‌های برونش ها bronchodilators میباشند.

اینها می‌توانند ریتم قلبی را مُختل سازند و سندرم مرگ ناگهانی را حین غواصی تسریع سازند، که به دلیل عوامل گوناگون محرکها ایجاد می‌شود.

درحالی که استفاده از این داروها و سایر داروهای مربوط به آسم باعث باز شدن راههای هوایی می‌شوند، علائم آن برطرف شده اما بهبودی کامل صورت نمیگیرد. آسم راههای هوایی را نسبت به مواد محرک، بیش از اندازه حساس میسازد و با محرکهایی مثل هوای سرد و خشک و استنشاق آب دریا واکنشِ برونکوسپاسم انجام می‌دهد. معمولاً درجهٔ انسداد در برخی از راه‌های هوایی بیشتر از مدت زمان آن است. این عملکرد باعث می‌شود که غواصان به barotrauma ریوی یا مرگ ناشی از عوارض غواصی مثل آسم- وحشت و غرق شدن حساس شوند.

برخی از داروهای خوراکی گشادکننده برونش[۲] میتوانند باعث اتساع عروق ریوی شوند- این داروها به طور نهفته حبابهای وریدی بدون علامتی را از طریق غواصیهای مطمئن واردِ گردش خون میکنند مثل آمبولی گاز، بدون باروتروما barotrauma ریوی.

آسم و این داروها با غواصیِ امن، ناسازگار می‌باشند.

جاسازیِ سیستمهای تحویل دارو Drug Implantation

در حال حاضر، مخازن جاسازی شده در بدن برای انتقال دارو مورد استفاده قرار می‌گیرد، که نمی‌توان آن را به صورت خوراکی مصرف کرد و باید برای دوره‌های طولانی مدت بکار گرفته شود. در بسیاری از شرایط، استفادهٔ از این نوع داروهایی که جنبه ذخیره ایی و آزادسازی طولانی مدت را دارند با غواصی scuba سازگار نیست. ایمپلنتها به صورت پنهانی، محل تشکیل حباب را در حین decompression میسازند. اگر حبابها درون یا اطراف مخزن تشکیل شوند، در پاسخ به قوانین گاز، انبساط ممکن است رخ دهد و این امر منجربه تحویل بیش از حد دارو می‌شود. همانطور که تجربهٔ کار با این دستگاهها در غواصی محدود است، غواصان به آنها مجهز می‌شوند و به آنها

۱- bronchospaspasm

۲- (Theophylines)

توصیه می‌شود که با کارشناس مشاور پزشکی در مورد این وسایل مشورت کنند تا آنها را از عوارض مربوط به این دستگاهها آگاه سازد.

داروهای پیشگیری کننده PREVENTION

استاتین ها Statins

این داروها مکرراً برای کاهش اثرات مضر کلسترول مورد استفاده قرار میگیرند، اما ممکن است اثرات سودمند دیگری داشته باشد. بیمارانی که نیاز به این داروها دارند احتمالاً خطر ابتلا به بیماریهای قلبی را زیاد دارند، پس باید کاملاً توسط پزشک غواصی خود مورد ارزیابی قرار گیرند.

برخی از دریافت کنندگان دارو با اختلالات عضلانی جدی و اختلالات دیگر نسبت به statinها پاسخ میدهند. بنابراین غواصی باید برای چند هفته یا چند ماه به تعویق افتد تا غواص اطمینان حاصل کند که مشکلی وجود ندارد، اختلالاتی را که او هرگز تجربه نکرده است.

قرصهای ضد بارداری- «قرص» Contra Ceptives (pills)

این داروها میتواند عوارض جانبی جدی را به دنبال داشته باشد حتی اگر غواصی بدون عواقب انجام شود. دوز بالای داروی قدیمی‌تر، باعث لخته شدن بیش از حد خون می‌شود و گاهی از طریق آمبولی ریه یا سکته مغزی، منجربه مرگ افراد می‌شود. گاهی اوقات این دارو، عوارض روانی جدی، میگرن، حالت تهوع و استفراغ را به همراه دارد که ممکن است غواصی را خطرناک‌تر سازد.

دوز کم و جدیدترِ قرصهای ضد بارداری خوراکی، شیوع خفیف‌تری از این اختلالات را به همراه دارد. احتمالاً، نگرانی در غواصی به دلیلِ امکان تعامل بیشتر خون با حبابهای گاز حینِ برداشت فشار decompression است. با وجود نظرسنجی‌هایی که بر روی زنان غواص صورت گرفته، هیچ مدرکی دالِ بر تأیید یا رد این تئوری وجود ندارد.

داروهای ضد مالاریا Antimalaria Drugs

کشورهای گرمسیری، برخی از مکانهای دیدنی و جذاب غواصی را پیشنهاد میکنند اما این کشورها غالباً بیماریهای بومی دارند از جمله مالاریا.

شانس ابتلا به این بیماری به طور بالقوه مرگبار است و این امراض مُهلک با استفاده از داروهای ضد مالاریا مانند chloroquine و pyrimethamine (“Maloprim”) کاهش مییابد.

متأسفانه بسیاری از کشورها گونه‌های مالاریا را دارند که با ساختن داروهای ضدِ مالاریا، با آن مقابله کرده‌اند، همچنین تولید و استفاده از آنها بعنوانِ یک اقدام پیشگیرانه به طور کامل قابل اعتماد نیست. خطاپذیری این داروها میتواند اثرات جانبی جدی را ایجاد سازد، از جمله جلوگیری از تولید سلولهای سفید خون، کمخونی، آسیب چشمی. یکی از داروهای ضد مالاریا، mefloquine (“Lariam”) می‌تواند اختلالات در هماهنگی و سرگیجه ایجاد کند که ممکن است پیامدهای نگران کننده‌ای را به همراه داشته باشد.

غواصی که قصد دارد با مالاریای بومی مواجه شود باید با کارشناس پزشکی درخصوصِ پیشگیری مالاریا در آن

منطقه و همچنین سایر امراض بیماریهای گرمسیری مشورت کند. پزشک غواصی نیز باید در مورد امکانِ تداخلات داروهای تجویز شده با غواصی بررسیهای لازم را انجام دهد.

داروهای مخدر تفریحی Social Drug

الکل Alchohol

فرهنگ غواصی به طور سنتی شامل استفادهٔ قابل توجه الکل است. همانند سایر داروها، الکل می‌تواند با غواصی تداخل نامطلوبی داشته باشد. با وجود مقداری الکل در خون، غواصیِ بی‌خطر انجام نمی‌شود و تعداد معدودی از مردم در ذهن خود به غواصی توجه میکنند درحالیکه تحت تأثیر الکل قرار دارند. برخی افراد ممکن است آگاه نباشند که کبد برای سوخت‌وساز این داروها، ظرفیت محدودی دارد، بنابراین، این امکان وجود دارد که بتوان سطح الکل خون را ارزیابی کرد البته شبی که الکل به طور سنگین مصرف شد، و این ارزیابی، صبح روز بعد از آن انجام شود. پلیس راهنمایی و رانندگی به خوبی از این امر آگاه است. اغلب آنها رانندگانی را دستگیر میکنند که میزان غیرقانونی الکل خون که در صبح زیاد است و با این مقدار الکل سرکار میروند. خطر مصرف الکل همراه با تفریحات آبی به خوبی مستندسازی شده است- در کشورهای غربی ۸۰٪ میزان غرق‌شدگی‌های مردان بزرگسال به خاطر مصرف الکل است.

خطرات قابل پیشبینی هستند. مسمومیت با الکل و اختلال در قضاوت و هماهنگی، باعث اختلالات ریتم قلبی، اختلال در توانایی پمپاژ قلب می‌شود، و حجم خون را به علت تولید بیش از حد ادرار کاهش می‌دهد و فقدان حرارت از طریق پوست (hypothermia) افزایش مییابد. اختلال فیزیولوژی- در غیر اینصورت به عنوان یک "hangover" یا اثر باقی مانده، شناخته شده است. بعد از اینکه مصرف بیش از حد الکل به خوبی شناخته شده است. استفاده بیش از حد این دارو، سمی است و به کبد، قلب و مغز آسیب میرساند.

در غواصان، اختلال عملکرد عروقی و متابولیکی پس از مصرف سنگین الکل، یک عامل خطر احتمالی برای ایجاد امراض تقلیل فشار decompression است. افزایش استعداد ابتلا به بیماری دریازدگی و استفراغ غالباً مشاهده شده است. اثرات داروهای خواب‌آور، ممکن است با اثر حاصل از (خواب‌آلودگی نیتروژنی)[۱] مضاعف شود.

دخانیات Tobaco

متأسفانه، استعداد بعضی افراد به استنشاق برگ توتون اثرات زیانباری را به دنبال دارد. خطرات ناشی از سرطان ریه، قلب و بیماریهای عروقی به خوبی شناخته شده است. و اثرات ظریف‌تری را نیز به همراه دارند. یک فرد سیگاری، گاز مونوکسیدکربن را استنشاق میکند که به هموگلوبین متصل است و توانایی انتقال اکسیژن را تا ۱۰٪ در خون کاهش می‌دهد. گاز مونوکسیدکربن ظرفیت را برای اعمال فشار کاهش می‌دهد و توانایی جسمی را در پاسخ به وضعیت اضطراری مُختل میسازد. (به عنوان مثال: خستگی ناشی از شنای سطحی).

نیکوتین در تنباکو نیز باعث تحریک قلب می‌شود و اختلالات ریتمی[۲] را ایجاد میسازد.

باریک شدن راه هوایی ناشی از دود مُزمن، توانایی تمرین را مُختل میسازد. و خطر باروتروموای ریوی را افزایش

۱- nitrogen narcosis

۲- arrhythmias

می‌دهد. تحریک مزمن مشابهی از دستگاه تنفسی فوقانی، فرد را مُستعد باروتروموای سینوس و گوش میسازد.

ماریجوانا- حشیش یا **Marijuna (pot)**

استفادهٔ مزمن از این دارو، باعث بسیاری از مشکلات تنفسی می‌شود که با غواصی مرتبط است و به ویژه، برونشیت مزمن با مصرف شدید سیگار امری شایع است. این بیماری فرد را مُستعدِ barotrauma ریوی میسازد. ماریجوانا باعث تغییر ادراک، اختلال در قضاوت و تغییرات خلق‌وخو می‌شود. مانندِ سایر داروها، این اثرات با اثرات ناشی از حالت بیحسی و خواب‌آلودگی نیتروژن ترکیب می‌شود. همچنین گفته شده است افزایش احتمالی هیپوترمی با مسدود کردنِ رگهای خونی، پاسخ به سرماست. ظاهراً «اثرات سودمند» ماریجوانا با فشار خنثی می‌شود.

کوکائین[1] و سایر محرکها **Cocain and other Stimulants**

این داروها، اثرات فیزیولوژیکی مشابه آدرنالین دارند، محرک و تحریک کنندهٔ قلب هستند، و به طور پنهانی باعث اختلالات مرگبار ریتم قلب می‌شوند و فشار خون را بالا میبرند.

مرگ ناگهانی در افراد جوان ناشی از سکتهٔ قلبی است که امری شایع است، به ویژه در ورزشکارانی که پس از تمرین کوکائین مصرف میکنند. تحریک ذهنی و تغییر در خلق‌وخو، قضاوت را مُختل می‌سازد و فرد را به مصرف خطرناک آن تشویق میسازد.

استفاده از آن در حال غواصی، جدا از اینکه غیرقانونی است، بسیار خطرناک است.

کافئین Caffeine

این دارو در قهوه، چای، Cola، و بسیاری از مواد غذایی طبیعی یافت می‌شود. حتی نوشیدنیهای شُکلاتی، که قبل از خواب به کودکان داده می‌شود شامل این ماده است. این یکی از بی‌ضررترین داروهاست که تقریباً به طور جهانی مصرف می‌شود. وقتیکه بیش از حد از آن استفاده شود، باعث اختلالات ریتم قلب می‌شود یک مشکل بالقوه در غواصی یا سایر تمرینات شدید است. همچنین، آن محرک تولید ادرار است. که برخی غواصان لباس[2] خود را خیس میکنند، این حالت در افراد معتاد به کافئین شناخته شده است.

مخدرها، مسکن‌ها Narcotics

آرام‌بخشی و اختلال قضاوت از مشخصهٔ این داروهاست، استفاده از آنها حین غواصی حتی خطرناک‌تر و مُخرب‌تر از استفادهٔ آنها به عنوان مواد مخدر تفریحی است. مصرف‌کنندگان داروی داخل وریدی، در معرض خطر ابتلا به ویروس هپاتیت و ویروس HIV هستند که باید در ذهن همراهانشان بماند.

۱- Coke

۲- wet suit

داروهای مربوط به امراض غواصی **Diving specific Drugs**

داروهای ضد دریازدگی **Sea-Sick Drugs**

مشکلات مربوط به سینوس و گوش

بسیاری از غواصان بی‌تجربه با (همسان سازی)[۱] گوش و سینوسها نسبت به تغییرات فشار مشکل دارند. اغلب این مشکل با احتقان مخاط بینی همراه است، و به واسطهٔ آلرژی (تب یونجه) یا عفونت[۲] ایجاد می‌شود. احتقان بینی را میتوان با استفاده از قرصهایی مانند پزودوافدرین[۳] یا اسپریهای ضد احتقان بینی مانند فنیل آفرین یا افدرین تا حدی برطرف ساخت. همهٔ این قرصها، بر روی سیستم هدایت قلب اثر مُخربی میگذارند و در نتیجه ممکن است احتمال سندرم مرگ ناگهانی افزایش یابد.

این داروها باید بر روی خشکی، در دوزهای مناسب استفاده شوند تا عوارض کمتری داشته باشند. با این حال، عملکرد آنها بر روی بافتهای بینی غیر قابل پیش‌بینی است.

استفادهٔ طولانی مدت آنها، باعث عوارض طولانی مدت می‌شود، درنهایت احتقان تشدید می‌شود، که باید برطرف شود. این موضوع در مورد اسپریهای بینی صدق می‌کند. اثر این داروها میتواند حینِ غواصی از بین برود و باعثِ صعود آزاد پرزحمت شود که با barotrauma سینوسی یا گوشی حین صعود همراه است.

گاهی اوقات، این داروها توسط غواصان استفاده می‌شوند تا بر احتقان موقتی بینی و عفونتهای دستگاه تنفسی فوقانی (سرماخوردگی یا URTI) غلبه کنند. روش امن‌تر این است که در هنگام ابتلا به این عفونتها از غواصی اجتناب شود.

اگر داروی ضد احتقان تا حدی مؤثر باشد ازصدمات فشاری barotrauma حین نزول جلوگیری می‌کند (در صورتیکه اثر مفید آن روی مخاط بینی باشد) اما برای باز کردن راه‌های هوایی «داخلی» اثر کمی دارد یا اینکه بی‌اثر می‌باشد (لولهٔ استاش، Ostia سینوس و غیره). بنابراین، این اختلال به مراتب، خطرناک‌تر از بیماری است که او دچار آن شده است، در نتیجه، این وضعیت مانع صعود مطمئن است. barotrauma نزول صرفاً، غواصی او را متوقف می‌سازد.

مصرف خودسرانهٔ این دارو غیرقانونی است و غواص باید برای برطرف ساختنِ گرفتگی بینی با پزشک غواصی مشورت کند.

داروهای مورد استفاده در بیماری تقلیل فشار decompression Syndrom Drugs

با توجه به عدم اطمینان نسبی جداول برداشت فشار decompression ، محققان داروهایی را تجربه کرده‌اند تا گسترش حبابها و سرعت حذف گاز از بدن را مهار سازد. در حالیکه برخی از داروهای تجربی اجازه میدهند تا حیوانات آزمایشگاهی با ایمنی بیشتر تحت آزمایش قرار گیرند ولی، هنوز هیچ عامل مفیدی به اثبات نرسیده است تا غواصان بطور اثبات شده ای از آن استفاده کنند.

۱- equalizing

۲- (URTI)

۳- ("Sudafed")

فصل چهل

معاینات پزشکی برای غواصان

فصل چهل

معاینات پزشکی برای غواصان

معاینات پزشکی غواصان سال ۲۰۰۸ (AM[1]) **Physical Examination of Divers**

در این آیین نامه استانداردهای معاینات پزشکی غواصان عملیاتی بر اساس قوانین کار غواصان سال ۱۹۹۷(DWR) الگو برداری شده است که در سال ۲۰۰۸ توسط کمیته ایمنی و سلامت شغلی HSC[1] تدوین گردیده است، این استانداردها به شیوهای طراحی شده است که ایمنی شغلی غواصان را به حداکثر برساند و با بررسی الزامات فیزیکی و روانی همراه باشدو این استانداردها باید برای شغل غواصی در نظر گرفته شود زیرا در صنعت،غواصی یک شغل پر خطر و حساس است .

بر اساس قوانین کار، تمام شاغلین و غواصان عملیاتی (DWR-۹۷) باید دارای گواهی سلامت از طرف پزشکان دورهدیده باشند این پزشکانAMED[2] وظیفه تصمیمگیری در مورد سلامت جسمی و روانی غواصان را در حال کار بهعهده دارند و گواهی سلامت آنها حداکثر ۱۲ ماه اعتبار دارد. این گواهی در کتابچه عملیات غواصی[3] ثبت میشود. بدیهی است استراحت پزشکی در طول مدت کار یا حتی انقضا مجوز غواصی باید از طرف پزشک AMED صادر شودو از طریق ناظرین HSE لازمالاجراست.

تمام غواصان بر اساس لیست سازمان HSE و نظارت طب صنعتی باید یک ماه قبل از انقضاء گواهی سلامت برای معاینات سالیانه به طب صنعتی مراجعه کنند.

نقش پزشک معاینه کننده غواصان (AMED) Role of AMED

پزشک AMED یک غواص است که از فیزیولوژی و اورژانسها و بیماریهای غواصی آگاهی کامل دارد. این پزشکان

۱- (Health and Safety Commission)

۲- (Approved Medical Examiner of Divers)

۳- (Diving Log Book)

علاوه بر نظارت بر سلامت غواصان عملیاتی ملزم به آموزش غواصان و ناظران غواصی میباشند انها در زمینه رعایت قوانین و استانداردهای عملیاتی و در زمینه فیزیک و فیزیولوژی غواصی و کمکهای اولیه در صحنه غواصی اگاهی کافی دارند.

بدیهی است گزارش حوادثی که از طریق ناظرین HSE با رعایت کلیه اصول بین‌المللی صادر میشود باید در کمیته HSE مورد نظارت قرار گیرد تا در موارد قانونی قابل قضاوت باشد. لازم است پزشکان AMED هر پنج‌سال یکبار دوره را تکرار کنند.

از نظر قوانین کار (DWR-۹۷) کلیه غواصان عملیاتی باید دارای کد عملیاتی ACOP[۱] باشندکه این کد بر اساس تجربیات اجرایی غواصان واموزش خاص انان در Log Book ثبت میشود .

بر این اساس، عملیات غواصی را به کدهای زیر تقسیم می کنند:

۱- غواصان تجاری در محدوده نزدیک ساحلی/در ساحل (Inland/Inshore)

۲- غواصان تجاری–صنعتی دور از ساحل (Off Shore)

۳- غواصان فیلم‌بردار (Media)

۴- غواصان تفریحی(Recreational)

۵- غواصان علمی–باستانی (Scientific-Archeologist)

کلیه غواصان بر اساس Log Book و شرایط سلامت طبی AMED بررسی می‌گردند.انها دارای یک یا چند کد ACOPS هستند که از طرف کمیته HSE صادر می‌گردد و کلیه پیمانکاران و مجریان پروژه‌های غواصی موظف‌اند با رعایت کد عملیاتی، تیم غواصی خود را متناسب با عملیات انتخاب کرده و از طریق افسر غواص پروژه کتباً به اطلاع سازمان HSE منطقه‌ای خود برسانند.

در این روند، پزشک AMED حق دارد با استفاده از اختیارات خود و بر اساس مستندات طبی-قانونی در مورد فعالیت هر غواص به مدت کوتاه یا حتی انقضای کامل از غوص تصمیم‌گیری کند.

افسران غواص باید کلیه آموزشهای لازم رادیده باشندورفتارهای پرخطر از طرف غواصان یا پیمانکاران باید مورد بررسی قرار داده شود این آموزش به عهده AMED است که گواهی آن از طرف طب صنعتی صادر می‌گردد.

معاینات طب صنعتی، غواصی را به سه گروه کلی تقسیم می‌کنند.

الف- معاینات اولیه **Initial P/E**

لازم است کلیه داوطلبان شغل غواصی قبل از شروع کلاسهای تئوری فیزیک و فیزیولوژی غواصی پرسشنامه مخصوصی را پر کنند. در بسیاری از موارد داوطلبان غواصی مجاز به این امر نیستند.

معاینات اولیه بسیار مهم است زیرا با کشف بعضی اختلالات فیزیکی-روانی این شغل میتواند مرگبار باشد و فرد باید قبل از شروع به آموزشهای غواصی توسط یک پزشک AMED معاینه گردد و با آگاهی از خطرات شانس تصمیم گیری دقیق را به فرد بدهد در ضمن وجود غواصانی که از نظر بالینی و روانی مستعد این شغل نیستند باعث ضررهای مالی-پرسنلی زیادی به صنعت در حوزه HSE و درمان میگردد. پرسشنامه قبل از شروع آموزش غواصی به متقاضیان به شرح ذیل است که باید در حضور پزشک AMED و با صداقت کامل پرگردد.

۱- (approved code of practice)

کلیه متقاضیان بعد از پذیرفته شدن در ارزیابی اولیه و قبل از آموزش تئوری و مقدماتی صنعت غواصی توسط پزشک AMED مورد معاینات کاملی قرار می‌گردندکه بر اساس اصول مکتوب طب صنعتی است و وظیفه AMED آگاه کردن متقاضی از هرگونه مشکل طبی است که در کوتاه مدت و بلند مدت فرد را تهدید میکند. نتیجه این معاینات و آزمایشات در فرمMA۲ ثبت شده و در Log Book فرد برای بررسی‌های بعدی درج میگردد. این معاینات بطور خلاصه در پیوست b ذکر شده‌اند.

این معاینات بطور دوره‌ای و در کمتر از ۱۲ ماه باید توسط پزشک AMED اجرا شده (طبق قوانین DWR-۹۷) و با ارزیابی مجدد صلاحیت طبی شاغلین غواصی گواهی میگردد.

بدیهی است هرگونه صدمات کاری یا بیماری جدید در طول خدمت غواصان عملیاتی باید توسط پزشک AMED تشخیص داده شود و در Log Book پرسنلی درج گردد. این موضوع برای مقایسه و ارزیابی سلامت و صلاحیت غواصان عملیاتی صورت میگیرد.

پزشک AMED حق دارد صدور پروانه صلاحیت افرادی را لغو سازدکه فرم MA۲ را ندارند و باید برگه شواهد Fact Sheet را در پرونده پرسنل غواص ثبت کند.

در مورد بازگشت به کار غواصان صدمه دیده یا دارای بیماریهای موقت یا دائم قطعاً مجوز پزشک AMED و درج آن در Fact Sheet و Log Book و ابلاغ آن به افسر غواص مربوطه الزامی است.

به هر دلیل که غواص آمادگی و صلاحیت طبی خود را برای غواصی به مدت بیش از ۱۴ روز از دست بدهد مرخصیهای استعلاجی و مدت آن بایداز طرف پزشک AMED صادر و گواهی شود.

به دلائلی نظیر بیماریهای قلبی، ریوی، عصبی، گوارشی یا بیماری تقلیل فشار نوع دو DSC II (Decompression) حوادث غواصی را به دو گروه کلی تقسیم میکنند:

۱- حوادثی که نیاز به گذاشت دوباره Recompression ندارند و بدون عارضه فرد بهبود می‌یابد. در این نوع ضایعات مدت استراحت حداقل یک روز است و پس از آن (Uncomplicated Recovery) با معاینه AMED و صدور گواهی سلامت با درج درLog Book و پرونده پرسنلی و ابلاغ به افسر امنیت غواصی شروع به کار بلامانع است.

۲- حوادثی که احتیاج به فشار Recompression دارند و درجاتی از علائم سندرم تقلیل فشار DCS دیده میشود. DCS موجب احساس(بی‌حسی)[۱] و Numbness دستها و پاها میشوند (Peripheral Neurologica decompression Illness) حداقل زمان بهبودی ۷ روز است و پس از آن با تأیید AMED و درج در Log Book امکان شروع به کار مجدد وجود دارد.

در بیماری DCS افرادی که علائم شنیداری-دهلیزی (Audio Vestibular) دارند یا دچار اختلالات حرکتی (Motor) شده اند حداقل زمان بهبودی ۲۸ روز است. در این مدت پزشک AMED وظیفه دارد تمام عوارض احتمالی DCS را ردیابی کند و پس از معاینه کامل با درج در Log Book مجوز فعالیت دوباره را صادر کند.

اگر عوارض بیماری DCS بصورت عوارض باروترومای ریوی مثل Pulmonary Barotrauma (COCKS) یا پنوموتراکس یا آمبولی گازهای ریوی باشد، حداقل مدت بهبود ۲۸روز است و بازگشت به کار مشروط به بهبود عوارض فوق می‌باشد.

۱- Paresthesia

توصیه میشود که طول مدت زمان ممنوعیت غواصی در صدمات مذکور برای غواصان تفریحی و ورزشی Recreational کمی بیشتر از موارد مذکور باشد چرا که صدمات متوالی با علائم DCS شدیدتر و با عوارض جدی‌تری همراه است.
در بعضی از موارد صدمات باروترومایی می تواند چنان شدید باشد که بیمار تا آخر عمر اجازه غواصی نداشته باشد این موضوع توسط AMED تشخیص داده میشود و ضمن درج در Log Book غواص بایدبه او توصیه‌شودکه مادام العمراز غواصی بپرهیزد و از وی گواهی تفهیم مسئله گرفته شود و در پرونده پرسنلی فرد قید گردد. دقیقاً به همین دلیل است که صنعت غواصی باید دارای حمایتهای بیمه درمانی[۱] بسیار قوی باشد چرا که غواص صدمه دیده در واقع در بعضی موارد بی‌کار میشود این نکته در کلیه پیمانهای غواصی قبل از شروع پروژه باید از طریق افسر امنیت غواصی و ناظران HSE بررسی و گواهی گردد.
کلیه پزشکان AMED و متخصصین HBOT الزاماً باید بر اساس قوانین حفاظت از اطلاعات طبی مصوب سال ۱۹۹۸ کلیه اطلاعات Log Book یک غواص را محرمانه تلقی کنند.

گواهی سلامت پزشکی: Medical fittness Certfiication

این گواهی پس از معاینات اولیه وبعد از صدمات احتمالی توسط پزشک AMED صادر میشودوتحت فرم خاصی به کلیه غواصان ارائه می گردد. حداکثر اعتبار این گواهی سلامت ۱۲ ماه است.
در این گواهی ضمن درج تاریخ و نام پزشک AMED کلیه اطلاعات پرسنلی فرد (شماره پرسنلی-سن-جنس و شماره ملی غواص) و کلیه اطلاعات تخصصی پرسنل مثل کد عملیاتی تخصص ACOP غواص و کلیه محدودیتهای پزشکی از نظر مدت و عمق غواصی در صورت نیاز باید در فرم AM[۲] درج گردد.
کلیه پرسنل عملیاتی غواصی قبل از شروع به پروژه باید گواهی سلامت خود را تسلیم افسر امنیت غواص و ناظرین HSE نمایند. مسئولیت تخلفات این حوزه مستقیماً به عهده غواص و ناظر پروژه است.
گواهی سلامت و محدودیت‌های احتمالی باید توسط پزشک AMED گواهی شود ولی در بسیاری از موارد این پزشک وظیفه دارد با کلیه متخصصین مربوطه، متناسب با صدمه‌ای که غواص دیده مشاوره نماید و محدودیت‌های نوع عملیات ،عمق عملیات و مدت آنرا با دلیل مکتوب در فرم MA[۲] ذکر کند چرا که این موضوع ماهیت شغلی یک فرد را تغییر میدهد و گاهی غواص مجبور به ترک خدمت است که باید با دلائل کافی به کارفرمای آن ارائه شود و سیستم های بیمه نیز باید به این اسناد دسترسی داشته باشند.
در تمام مواردی که پزشک AMED محدودیتها یا ممنوعیتهای غواص را صادر می‌کند باید از طریق Fact Sheet آنرا به ناظران و کارفرمایان پروژه ارائه کند و یک برگ را به خود غواص دهد تا فرجام خواهی‌های احتمالی مقدور باشد.
این مسئله در سطح کمیته اجرایی غواصی DCB[۲] بررسی و رسماً به غواص ابلاغ می‌گردد. غواص موظف است حداکثر در مدت ۲۸ روز پس از ابلاغ حکم محرومیت غواصی، کتباً به سازمان HSE و کارفرمای ذی ربط مراجعه کند که ایا نسبت به این رأی شکایتی دارد یا نه؟
فرمهای MA[۲] دو نسخه است که یک نسخه آن باید در پرونده پرسنلی غواص به مدت حداقل ۷ سال نگه‌داشته‌شود.

۱- (Diving Insurance)
۲- (Diving Committee Board)

ملاحظات کلی در معاینات پزشکی غواصان : Diver P/E principles

- اصول معاینات برای مرد و زن یکی است جز اینکه خانمهای باردار به دلیل احتمال افزایش فشار به جنین و شانس سقط جنین ازغواصی منع شوند.
- محدودیت سنی خاصی برای غواصی نیست ولی صلاحیت طبی هر فردی توسط پزشک AMED صادر میگردد.
- عفونتهای HIV یا اختلال در سیتم ایمنی به دلایل شیمی درمانی یا نقص ایمنی‌های اکتسابی و خودایمنی الزاماً به معنای ممنوعیت مطلق نیست ولی باید دانست که این عوامل فرد را مستعد عفونتهای جدید و شدید میکند و مشکلات تنفسی بسیار خطرناکی ممکن است رخ دهد. لذا پزشک AMED با بررسی وضعیت جسمانی و روانی بیمار تصمیم نهایی خود را در فرمهای MA[۲] و Fact Sheet درج می‌کند.
- در بیمارانی که به هر دلیل با جراحی ،طحالشان را درآورده‌اند (Splenectomy) به دلیل افزایش احتمال عفونت، استفاده از آنتی‌بیوتیک‌های پیشگیرانه (Prophyleactic) الزامی است در شرایطی که ماموریتهای خارج از کشور یا غواصی در آبهای آلوده و یا غواصی در شرایط اشباع (Saturated Diving) وجود دارد در تمام دنیا به غواص توصیه میشود که در عمق بیش از ۵۰ متر و به مدت بیش از ۴ ساعت غواصی نکند.
- در بیماریهای واگیر[۱] قطعا باید با پزشک ذیربط، مشاوره کتبی صورت گیرد و پزشک AMED موظف است که ان را در فرم MA[۲] درج کندو تا زمانی که مشاور انجام شود محدودیت غواصی اعمال گردد.
- در مورد داروهایی که یک غواص عملیاتی مصرف میکند. بر اساس نوع زمینه پاتولوژی و اثرات فیزیولوژیکی آن روی سیستم قلب، ریه و سیستم عصبی مرکزی CNS به‌خصوص از نظر فشار خون و سطح هوشیاری دقیق ، پزشک AMED باید دقت لازم را به‌کار گیرد و ان را در Log Book درج کندو گزارش ان به ناظر HSE و افسر امنیت غواص امری ضروری است.
- در مواردی که دارو یا داروهایی به‌طور منظم مصرف میشوند، علت زمینه‌ای و میزان دارو و اثرات آن بر بدن و عوارض دارو و علائم قطع مصرف، همگی باید مد نظر پزشک AMED قرار گیرند و این یکی از مراحل مهم ارزیابی اولیه است. در این مورد هرگونه عدم صداقت متقاضی غواصی یا غواصان عملیاتی به عهده خود آنها خواهد بود که باید کاملاً به پرسنل و ناظران تفهیم گردد.

سیگار کشیدن با شغل غواصی منافات دارد به‌خصوص عوارض طولانی مدت آن بصورت COPD یا IHD یا کم خونی شدید Profound Anemia پدیدار می گردد که در این سه مورد ممنوعیت مطلق در نظر گرفته میشود.

غواص از کارافتاده

اصولاً ممنوعیت غواصی با گواهی پزشک AMED و با گواهی مشاوره پزشک HBOT و در صورت لزوم متخصصین مربوطه مثل متخصصین مغز و اعصاب، ریه، قلب، ارتوپدی، یا روانپزشکی صادر میگردد در این مورد باید قضاوت انفرادی Individal Judgment در مورد هر غواص انجام گیرد و پزشک AMED با بررسی‌های انجام شده می‌تواند محدودیت در عمق، در تعداد و فرکانس غوص، در نوع کد عملیاتی ACOP و موقعیت مکانی و ماهیت پروژه تخصص بیمار قضاوت کند این قضاوت برای هر فرد میتواند متفاوت باشد به دلیل گستردگی ضایعات و ناتوانیهای

۱- (Communicative)

بالقوه و بالفعل هر غواص تحت تأثیر عوامل بسیار زیادی قرار میگیرد، دادن یک دستورالعمل ثابت و کلیشه‌ای برای محدودیت یا ممنوعیت غواصان کار ساده‌ایی نیست به همین دلیل، در این موارد کمیته مدیریت غواصی DCB با گزارش پزشک AMED و تنفیذ آن از طریق پزشک HBOT یا متخصصین ذیربط مدارک و مستندات را ارائه میدهد که در واقع نوعی کمیسیون پزشکی غواصی است که در سطح HSE برگزار می‌گردد پس از ابلاغ آن به غواص مدت ۲۸ روز زمان برای فرجام خواهی او باقی است.

نتایج این کمیسیون باید در فرم MA[۲]، Fact Sheet و Log Book غواص ثبت گردد. باید توجه داشته‌باشید که موارد منع نسبی یا محدودیت غواصی برای غواصان عملیاتی در حال کار می‌تواند برای یک متقاضی این شغل ممنوعیت مطلق تلقی گردد. زیرا ایمنی شغلی در غواصی بسیار متکی به سلامت تیم اجرایی است و هرگونه رفتار پرخطر یا شرایط فیزیکی سوال برانگیز می تواند جان یک تیم و موفقیت یک پروژه را به خطر اندازد و این موضوع مربوط به الزامات قانونی وتشخیص ناتوانی غواص است که در سال ۱۹۹۵انجام شده است که تاکید میکند عملکرد هر غواص بر اساس تجارب، قابلیتها و محدودیتهایش بسیار مهم‌تر از سلامت ظاهری و فیزیکی اوست. عملکرد یک غواص مجموعه ای پیچیده از علم، تجربه، نوع تخصص و نوع بیماری اوست.

آزمایشات پزشکی مربوط به غواصان Diver's P/E

این فصل برای تعلیم کارآموز پزشکی، به خاطر پیچیدگی‌های اجرای آزمایشات پزشکی غواصی مناسب نیست. دوره‌ها و شرایط خاص برای این هدف مورد نیاز است. به خاطر شرایط منحصربه فرد جسمانی و فیزیولوژیکی، که غواصان با آن مواجه می‌شوند، استانداردهای پزشکی برای غواصان متفاوت است و به طور قابل توجهی نسبت به ورزشکاران دیگر متفاوت است. درنتیجه، این مسئله برای پزشک غواصی امری ضروری است تا غواص را به آینده‌نگری در برابر شرایط نامناسب غواصی نصیحت کند. اغلب دریافت کنندهٔ این مشاوره، دارای شرایط عالی فیزیکی می‌باشند و برخی از افراد دارای استانداردهای المپیک بوده‌اند. این افراد به طور قابل ملاحظه‌ای، مشکلات را تشخیص میدهند با درک این مطلب که چطور یک ورزشکار با اندام فیزیکی مناسب، از لحاظ پزشکی فرد مناسبی برای ری نمی‌باشد. برای افرادی با دانش بیشتر فیزیولوژی غواصی، این امر واضح است که حتی بالاترین استاندارد آمادگی جسمانی، غواص را با کیست ریه یا آسم ناشی از مرگ غواصی حفاظت نخواهد کرد.

هنگام معاینهٔ پزشکی غواصی، پزشک باید بسیاری از عوامل را بررسی کند.

۱۰٪ از افراد در معاینهٔ پزشکی رد می‌شوند و ۱۰ تا ۱۵ درصد افراد به دلایل ایمنی متحمل محدودیتهای خاص غواصی یا مشاوره می‌شوند.

روانشناسی Psychology

یک غواص ایده‌آل، احتمالاً شخصیتی جسور دارد، همهٔ ما دوست داریم که او فردی- پایدار، آرام، بدون استرس، قادر به تحمل فشارهای جسمی و روانی باشد، و مستعد اضطراب نباشد و بتواند به راحتی از خطرات چشم‌پوشی کند، و دارای اندکی اضافه وزن باشد و شاید تعجب‌آور نباشد که به او دروغگوی روانی گوییم. ثبات روانی برای ارزیابی در طی معاینات پزشکی مشکل است. برخی از سرنخ‌های سابقهٔ فعالیتهای ورزشی و شغلی ممکن است

نادیده گرفته شود. اغلب مربی غواصی قادر است تا سلامت روانی غواص را در طول دورهٔ آموزش ارزیابی کند.

سن Age

به طور ایده‌آل سن غواص کارآموز باید بین ۱۸ و ۳۵ سال باشد، حتی استثنائاتی در هر دو سن وجود دارد. غواصان بیش از ۴۵ سال میتوانند غواصی کنند، در صورتیکه مطابق با استانداردهای پزشکی عمل کنند. سن افراد باید قابل قبول باشد، اما ممکن است نیاز به آزمایشات خاص باشد مانند: تشخیص خطر بیماری قلبی. غواصان کمتر از ۱۶ سال در حین آموزش و بعد از آن به نظارت بسیار دقیق نیاز دارند، و این به خاطر کوتاهی قد، قدرت محدود (و مهم‌تر از همه نابالغی احساسی) میباشد. طناب غواصی همراه buddy line با یک غواص بزرگسال باتجربه در حین آموزش غواصان جوان توصیه می‌شود- دوستان بالغ و با تجربه غواص نوجوان باید غواصی او را کنترل کنند و آنها باید به خاطر داشته باشند که همکارش ممکن است یک امدادگر مطمئنی نباشد در صورتیکه مشکلاتی به وجود آیند. بیشتر مؤلفان پزشکی مشهور به غواصان زیر سن ۱۶-۱۵ سال مدرک نخواهند داد و آنها بدون مدرک میباشند. این قضیه مانع غواصی افراد جوان‌تر نمیشود، آنها با مدرسان واجد شرایط غواصی تحت شرایط بسیار سخت و کنترل شده غواصی میکنند «تجربهٔ غواصی» تا زمانیکه از لحاظ پزشکی دارای شرایط لازم باشند.

حرفه Occupation

به خلبانان و کارمندانِ هواپیما توصیه می‌شود از خطرات مربوط به پرواز پس از غواصی بپرهیزند. موسیقیدانان، اوپراتورهای sonar ، متخصصین قلب، خلبانان و سایرین به شنوایی بسیار عالی برای امرار معاش خود نیاز دارند، آنها از ریسکهای کوچک اما واقعی شنوایی‌شان یا ایجاد وزوز گوش آگاه هستند، آنها از barotrauma گوش رنج میبرند.

تجویز دارو Drug Adminestration

هر بیمار به درمان دارویی نیاز دارد و باید به طور دقیق مورد بررسی قرار گیرد زیرا هر بیماری یا دارو ممکن است امنیت غواصی را به خطر اندازد. مسکنها، آرام‌بخشها، داروهای ضد افسردگی، آنتی‌هیستامین‌ها، داروهای ضد دیابت، استروئیدها، داروهای ضد فشارخون، داروهای ضد صرع، الکل و داروهای توهم زا مانند ماریجوانا و LSD همگی خطراتی را در غواصی ایجاد می‌کنند.

برخی از آنتی‌بیوتیک‌ها ممکن است در غواصی هیچ عارضهٔ جانبی مستقیم نداشته باشند اما شرایط برای تجویز آنها فراهم می‌شود.

تجربه و آزمایش نشان می‌دهد که بسیاری از داروها بر مغز اثر گذاشته و اثرات آن بر روی غواص غیر قابل پیش‌بینی است چرا که او در معرض فشارهای بسیار بالا قرار دارد.

قلب

اکثر بیماریهای قلبی یا اختلالات ریتمی قلب با غواصی ایمن ناسازگارند و افرادی که دچار این بیماری میباشند رد صلاحیت می‌شوند. آنها اغلب میتوانند از سابقه شخصی یا خانوادگی، معاینات بالینی، آزمایشات بیوشیمیایی یا الکتروکاردیوگرامهای خود (ECGs) باخبر شوند.

چاقی **Obesity**

هنگام غواصی، فرد چاق بیشتر در معرض ابتلا به بیماری تقلیل فشار decompression قرار دارد و احتمالاً سطح آمادگی جسمانی افراد چاق کاهش مییابد. ممکن است افراد چاق، با کاهش مناسب مدت زمان غواصی به راحتی غواصی کنند.

ریه **Lung**

بیماریهای ریوی یکی از شرایط اصلی است. غواص به عملکرد طبیعی ریه نیاز دارد تا ذخیرهٔ عملکرد تنفسی ریه برای مقابله با اِعمال فشار انجام شود و جریان هوا به راحتی در ریه برقرار شود و barotrauma ریوی اتفاق نیفتد. ریه‌ها باید قابلیت ارتجاعی داشته باشند تا در برابر تغییرات ناگهانی حجم ریه حین صعود انبساط یابند. سابقه آسم، برونشیت مزمن، برونشیت، تصلب بافتها، کیست، Pneamothorax خودبه خودی (آسیب به ریه و قلب بر اثر فشار زیر آب)، آسیب قفسه سینه یا جراحت قفسه سینه. همگی باعث رد صلاحیت غواص می‌شوند. پزشک ممکن است قادر به تشخیص انسداد راه هوایی موضعی (که باعث ترکیدگی ریه می‌شود) نباشد و با گوش دادن صدا در قفسهٔ سینه آن را تشخیص دهد هنگامیکه غواص تنفس عمیق و سریعی داشته باشد. تاریخ و تستهای عملکرد تنفسی (اسپیرومتری بازدم) در ارزیابی کمک میکند. گاهی اوقات غربالگری رادیولوژیک (اشعه x قفسه سینه، CTScan و غیره) لازم میباشد. بعد از برقراری این استانداردها، کاهش قابل توجهی در ترکیدگی ریه غواصان نیروی دریایی مشاهده شد.

برای ارزیابی عملکرد ریه، داوطلب غواصی باید در دستگاه اسپیومتر بدمد. این وسایل جایگزین دستگاه تنفسی دیجیتالی هستند و برای آزمایشِ افراد خاص استاندارد شده‌اند.

گوش، بینی و گلو **ENT**

در اکثر غواصیها، بیماریهای ناشی از گوش، بینی، گلو گزارش شده است. اگر هرگونه عفونت حادی مثل سرماخوردگی وجود دارد که به طور موقتی باعث رد صلاحیت غواص می‌شود. سابقهٔ آلرژی مزمن یا عودکننده، تب یونجه، سینوزیت، ورم لوزه یا پوسیدگی دندان، به طور خاص باید ارزیابی شوند. در صورتیکه غواص تحت تأثیر این بیماریها قرار گیرد باید از غواصی اجتناب کند. انحراف تیغهٔ بینی (اغلب به صورت انحراف بینی ظاهر می‌شود) باعث انسداد دهانهٔ سینوس می‌شود. همهٔ این عوامل میتوان فرد را دچار barotrauma سینوس یا گوش سازد.

گوش به دقت ارزیابی می‌شود. گوش بیرونی باید از عفونت پاکسازی شود و نباید با موم wax مسدود شود. پردهٔ صماخ باید در حین مانور Valsalva یا equalizing (متعادلسازی) بررسی شود. پردهٔ صماخی که از سوراخ قبلی

آسیب دیده است آن پرده ممکن است ضعیف شده باشد. معاینات پزشکی با بررسی پرده صماغ گوش صورت می‌گیرد، درحالیکه غواص تلاش می‌کند تا گوش خود را به وضعیت عادی برگرداند، تکنیک‌های صحیح حین غواصی به او توصیه می‌شود.

آزمون عملکرد شنوایی[۱] با اندازه‌گیری شنوایی تا ۸۰۰۰Hz انجام می‌شود. هرگونه کاهش شنوایی به طور جدی قابل توجه است، اگر barotrauma گوشها در حین غواصی رخ دهد، خطر از دست دادن شنوایی وجود دارد. آسیب به اندام شنوایی نیز ممکن است با اختلال در اندام تعادل همراه باشد. نوع خاصی از آزمون تعادل برای شناسایی این مسئله وجود دارد که Sharpened Romberg نامیده می‌شود. درصورت لزوم، پژوهشهای اندازه‌گیری الکترونیکی (electronystagmogram) انجام می‌شود. مهم است که هرگونه اختلال در تعادل بدن تشخیص داده شود چرا که این اختلال در زیر آب به سرگیجه و استفراغ مُنجر می‌شود.

چشم Eyes

اگر غواص بخواهد سطح روی آب را تا مسافت دور مشاهده کند باید دید خوبی داشته باشد تا قایق و دوستان خود را مشاهده کند. غواصی که دچار اختلال دید است می‌تواند از لنزهای اصلاح کننده مثل (ماسک صورت) استفاده کند، زمانیکه ماسک او حین غواصی گُم یا شکسته شود، او باید همیشه با یک دوست شنا کند. فصل ۵ را مشاهده کنید. لنزهای تماسی می‌تواند این مشکلات را برطرف سازد، و آگاهی لازم باید صورت گیرد. لنزهای سخت میتواند حبابها را بین خود لنزها و قرنیه به دام اندازد، و باعث فشار چشم شود. لنزهای نرم، به دید کم حساس می‌شوند به خصوص زمانیکه ماسک برداشته شود. هنگامیکه غواصان در زیر یا سطح آب ماسک خود را از دست میدهند، به آنها توصیه می‌شود که چشمان خود را ببندند. عمل بُرش شعاعی قرنیه[۲] به صورت جراحی برای اصلاح دید کم استفاده می‌شود، که می‌تواند باعث بروز مشکلاتی شود. با این روش، قرنیه به طور شعاعی در نمونهٔ sunburst بریده می‌شود تا انحنای قرنیه تغییر یابد. درصورتیکه به چشم ضربه وارد شود یا چشم در معرض افت فشار خارجی قرار گیرد، این بُرشها قرنیه را تضعیف ساخته و به ترکیدگی آن منجر می‌شوند. اگر در چنین غواصی فشار ماسک صورت ایجاد شود، کرهٔ چشم درواقع ممکن است پاره شود. هر کسی که چشم‌هایش جراحی می‌شود نباید غواصی کند.

اکثر تکنیک‌های مُدرن مانند بُرش لیزری برای نزدیک‌بینی، آسیب کمتری به قرنیه وارد می‌سازند، و مشکلی وجود ندارد. دید رنگ اهمیت کمتری دارند و جدا از چند موقعیت حرفهای غواصی است آن شامل سیلندرهای کدگذاری شده رنگی یا مفتول است (که شامل مواد منفجره هم می‌شود).

هرگونه اختلال در سیستم عصبی، تشخیص و درمان بیماریهای غواصی را بغرنج خواهد ساخت. مانند آمبولی هوا در مغز، بیماری decompression. غواص نباید با داشتن بیماری صرع غواصی کند حتی اگر بیماری او با دارو برطرف شده باشد. فشار بسیار جزئی اکسیژن در حین غواصی scuba کُشنده است این افراد بیشتر در معرض خطر حملات قرار میگیرند. هیپوکسی،هیپرونتیلاسیون hyperventilation، از دست رفتن حس می‌تواند شرایط را بدتر سازد. بسیاری از غواصان در ابتدا زیر آب شرایط خوبی داشتند. اغلب میگرن با غواصی بدتر می‌شود.

۱- (Pure Tone audiogram)

۲- (radial keratotomy)

حملات شدید میگرنی، غواص را ناتوان ساخته همچنین ممکن است در افرادیکه قبلاً دچار میگرن خفیف شده‌اند نیز این حملات شدید مشاهده شود. بعلاوه میگرن ممکن است درمان دوباره فشارگذاری recompression را بغرنج سازد. اگر اقدامات احتیاطی خاصی صورت گیرد، برخی از افراد مبتلا به میگرن میتوانند با احتیاط و به صورت محدود غواصی کنند.

شرایط عمومی General Condition

بیماریهای دیگر بدن از دیابت شیرین diabetes mellitus امراض شدید کلیه، sever kidney ، و یا امراض کبدی نیز خطرات ناشی از غواصی را افزایش می‌دهد. بیماری‌های عضلانی، استخوانی و مفصلی یا صدمات می‌توانند به بیماری decompression منجر شوند، در نتیجه تشخیص و درمانِ این اختلالات بسیار مشکل است. خستگی به آسانی رخ می‌دهد.

اغلب غواصان حرفه‌ای و یا کسانیکه غواصی decompression انجام داده‌اند ممکن است به رادیولوژی استخوانی یا اسکن نیاز داشته باشند انحنا و ناهنجاریهای در حال پیشرفت به دلایل قانونی تشخیص داده شود. به دلیل خطر ضعیف استئونکروز فشاری dysbaric osteonecrosis ، هزینه و خطرات احتمالی ناشی از قرار گرفتن در معرض تابش اشعه، رادیولوژی یا اسکن برای غواصان تفریحی توصیه نمیشوند.

سابقه بیماریهای حرکتی[1] مهم است چرا که غواصی مطمئنی صورت نمیگیرد و استفراغ از طریق دریچه تقاضا مشکل است. غواصان باید با این شرایط به پزشک مشاور مراجعه کرده و راه‌حلهایی را برای دریازدگی پیدا کنند شرایطی که با غواصی مطمئن سازگار باشد.

سیگار کشیدن آمادگی جسمانی را کاهش می‌دهد و شخص را مستعد ابتلا به barotrauma ریه، سینوس، گوش می‌سازد. شخص حامله باید از غواصی اجتناب کند.

صلاحیت فیزیکی (آمادگی جسمانی) Bidy fittness

صلاحیت فیزیکی به قدرت و سرعت اشاره دارد، بنابراین برای ورزشکاران امری ضروری است.

این شامل صلاحیت‌های عضلانی، قلبی، تنفسی است. مهم است که غواصان دارای قدرت فیزیکی لازم باشند تا خود را از آب خارج ساخته و زنده بمانند. یکی از استانداردهای قابل قبول این است که غواص بدون کمک، در مسافت ۲۰۰ متری و در کمتر از ۵ دقیقه شنا کند و این استاندارد برای غواصان تفریحی کمی مشکل است زیرا آنان نمی‌توانند تحت شرایط سخت شنا کنند.

آمادگی جسمانی زمانی است که فرد بیمار نباشد و غواصیِ بی‌خطری را انجام دهد. الزاماً آمادگی جسمانی را نمی‌توان با «صلاحیت پزشکی در غواصی» یکسان فرض کرد. صلاحیت پزشکی برای آمادگی جسمانی افراد جوان امری متداول است و زمانیکه به آنها توصیه می‌شود در برابر غواصی scuba به مشاوران پزشکی مراجعه کنند آنها کاملاً مضطرب می‌شوند.

---

۱ Motion Sickness

فُرمِ معاینات پزشکی P/E forms

کمی شک و تردید میان مسئولان آموزش غواصی و انجمنهای پزشکی غواصی وجود دارد، و اجباری است که معاینات پزشکی به طور کامل و جامع انجام شود و این آزمایشات باید بر روی همه غواصان قبل از شروع آموزش Scuba انجام شود- حتی در چنین سطحی، ظاهراً امن‌ترین محل استخر شنا می‌باشد. کارگاه جدید برای معاینات پزشکی غواصی در نظر گرفته شد و توافق زیر برای مشاوره غواصان تفریحی انجام شد:

* همهٔ داوطلبان غواصی باید برطبق استانداردهای پزشکی غواصی معاینه شوند. یکی از نمونه‌های این استانداردها درپزشکی (SPUMS) اقیانوس آرام است یا (گروه پزشکی زیر آب) که در این فصل گنجانده شده است، قبل از اینکه غواص هرگونه وسیلهٔ Scuba را به کار برد- حتی اگر فرد تنها در استخر شنا کند.
* پزشک باید به صورت مناسب در انجمن پزشکی غواصی آموزش دیده باشد.
* اگر هرگونه شک و تردیدی در تناسب اندام یک فرد وجود داشته باشد، بنابراین آن شخص باید به پزشک متخصص غواصی مراجعه کند، (به عنوان مثال با یک آموزش وسیع و تجربهٔ غواصی در طب)

این کتاب، قصد ندارد که در زمینهٔ پزشکی غواصی به پزشکان شاغل آموزش دهد، اگرچه آن چاشنی مفیدی برای افراد علاقه‌مند به مطالب پزشکی غواصی است.

یک کپی از نمونهٔ فرمت پزشکی غواصی به شرح زیر است: این کپی برای داوطلبان مناسب است کسانیکه می‌خواهند غواصی Scuba را تجربه کنند یا خود را برای مربیگری آماده سازند.

این کپی باید توسط پزشکان تعلیم دیدهٔ غواصی و توسط افراد معتبر اجرا و تفسیر شود.

این متن شامل ۳ بخش است:

۱) تایخچهٔ پزشکی

۲) تاریخ (و پزشکی غواصی) غواصی

۳) معاینات بالینی و تحقیقاتی

هر یک از موارد بالا و هر آیتم به جز شناسائی داده‌ها ضروری است و به ایمنی غواص و محدودیت در غواصی مربوط می‌شود.

فصل چهل و یک

کیت کمک های اولیه

اغلب، داروها و تجهیزات در حوادث غواصی با ارزش هستند، و به طور منطقی انتظار میرود که امدادگران از آنها استفاده کنند و بتوانند این تجهیزات را در سفر غواصی با خود حمل کنند. آموزش استفاده از این تجهیزات و احیا قلبی - ریوی پایه از اهمیت زیادی برخوردار است.

موضوعات مربوط به کمکهای اولیه **First Aid kit Issues**

در موارد حملهٔ کوسه یا تروما، سایز بزرگ پدهای پنبه ای ضخیم (با بیش از ۲۰ سانتیمترمربع) با ۱۰ سانتیمتر باند کیرپ (۶ تا از هر کدام) مفید میباشند، تا برای توقف خونریزی فشاری را وارد سازند و بانداژ فشار جذبِ سم در خون را کاهش می‌دهد. نوعی از لباسِ Shell توسط نظامیان استفاده می‌شود که برای این اهداف ایده آل میباشند. گاهی اوقات آنها را میتوان از فروشگاههای ارتش تهیه کرد.

پانسمان لاستیکی با عرض ۱۰ سانتیمتر بعنوان شریان بند استفاده می‌شود ("esmarch"). این بانداژ از فروشندگان تجهیزات پزشکی تهیه می‌شود. بهترین شکل شریان بند هنگامی است که محکم در اطراف اندام پیچیده شود. این شریان بند ناحیهٔ بسیار وسیعی را می پوشاند و به طور مؤثر جریان خون را به اندام متوقف میسازد، درصورتیکه آسیب به بافتهای زیر شریان بند به حداقل برسد.

پانسمان کوچک و چسبندهٔ پوست مانند Elastoplast یا بند کمکی

ابزار جراحی- قیچی، forceps عروق، forceps خوب، تیغهٔ چاقوی کالبدشکافی، سُرنگ یکبار مصرف و سوزن.

پتوی حرارتی آلومینیومی مانند «پتوی فضایی» برای محافظت از غواصان مبتلا به hypothermia است.

پکهای حرارتی- در درمانِ نیش ماهیها و ستارههای دریایی با ارزش می باشند.

پکهای سرمایی- در درمانِ نیشِ ستارههای دریایی و به طور کلی کشیدگی عضلانی مؤثر می باشند.

محلولِ شستشوی چشم Eye Both

چراغ قوه، قلم و کاغذ (به منظور گزارش کردن)

وسایل و تجهیزات احیا **Resucitation Eqipment**

اگر قربانی، هوشیاری خود را از دست بدهد و راه هوایی او مسدود شود، یا اگر احتیاج به تنفس مصنوعی داشته باشد، Guedel Type (Airways) به دو شکل ممکن است مفید میباشد. سیستم فشار مثبت هوا، (مانند کیسهٔ AMBU) در ترکیب با راه هوایی و برای تنفس مصنوعی طولانی مدت، با ارزش است.

* تجهیزات احیا با اکسیژن Oxygen Resusitation Equipment

منبع اکسیژن و تجهیزات مربوط به آن میتواند در برخی از حوادث غواصی نجات دهنده باشد و زندگی را به غواصان بازگرداند. همانطور که در فصل ۴۰ شرح داده شد، این دستگاهها باید شامل سیستم تغذیه کامل اکسیژن و سیستم تحویل آن باشند که درون ظرف محکم قابل حمل قرار دارند.

* اگر غواصی در مسافتی دورتر از امکانات پزشکی غواصی و اتاقهای recompression باشد، سیلندر بزرگ اکسیژن با آداپتورهای مناسب باید در دسترس قرار گیرند.

برای دوباره فشارگذاری recompression درمانی با تجهیزات پیچیده تر، در مناطق دورافتاده، یک سیستم اکسیژن در زیر آب لازم است. (ضمیمه C)

تجویز دارو برای مشکلات غواصی **Drugs for Diving problems**

* سرکهٔ خانگی، ترجیحاً در یک ظرف ۱ لیتری، برای خنثی کردن سلولهای چسبنده نیش jelly fish (ستارهٔ دریایی) و سایر ماهی ژلها به کار میرود.

سفیدکننده های خانگی برای اِستریل بریدگی های مرجانی مُفید میباشند.

* اسپری بیحس کنندهٔ موضعی یا پماد موضعی (Lignocaine) برای تسکین درد ناشی از نیش جزئی حیوانات نظیر Portuguese man-o-war پرتغالی و گزیدگی ستاره دریایی بکار برده می‌شود.
* پودر موضعی آنتیبیوتیک برای جلوگیری از عفونت بریدگیهای مرجانی و سایر صدمات جزئی بکار برده می‌شود.
* محلول ضدعفونی کنندهٔ پوست مانند Chlorhexidine (کلرهگزیدین) برای تمیز کردن زخم آلوده به خاک استفاده می‌شود.
* طیف وسیعی از قرصهای آنتی بیوتیک (مثلاً اریترومایسین، داکسیسایکلین) برای شروع درمان عفونتهای جدی، Otitis خارجی، اوتیت Otitis میانی، سینوزیت و بریدگی های مرجانی و غیره به کار برده می‌شود.
* قطره گوش Prophylactic ، با نامِ تجاریِ Aqua Ear ، Vosol یا Otic Domoboro
* قطرههای درمانیِ گوش از جمله ترکیب آنتیبیوتیک و استروئید، برای عفونتهای گوش خارجی به کار برده می‌شوند.
* بیحسی موضعی برای تزریق، مثل Lignocaine یک درصدی (بدون آدرنالین) برای زخم ناشی از سنگ ماهی و گزش ماهیهای دیگر. تا ۱۵ میلیلیتر از این محلول را میتوان به ناحیهٔ گزیدگیِ فرد بالغ تزریق کرد و در صورت لزوم در هر ۲ ساعت تکرار کرد.

* پادزهر و واکسنها- به موقعیت جغرافیایی بستگی دارد. فصل ۲-۳۹

دارو عمومی General Drugs

* قرصهای ضد اسهال مانند ("Lomotil") یا Loperamide (Imodium).
* مسکنها (مسکن) مانند پاراستامول (استامینوفن). آسپرین یا داروهای حاوی این ماده، ممکن است غیر قابل پیش بینی و خطرناک باشند و بهتر است از مصرف آنها اجتناب شود.
* Ultra-violet مسدود کنندههای ماوراءبنفش و کرم ضدآفتاب (یا بیشتر +SP۱۵). کرم هیدروکورتیزون ۱٪ برای درمان آفتاب سوختگی، درماتیک آلرژیک و یا خارش مفید است.
* قرصهای ضد دریازدگی
* ضد احتقانها- قرص پزودوافدرین و اسپریهای موضعی بینی.
* آماده سازی داروهای ضد باکتری و ضد قارچ موضعی، مانند Cicatrin یا Neosporin

آموزش Training

جسارت تیم غواصی در مکانهای دوردست باید به گونه ای باشد، که حداقل یک عضو آموزش کمکهای اولیهٔ مربوط به غواصان را دیده باشد (ترجیحاً دو نفر آموزش ببینند زیرا در مواردی که یکی از آنها قربانی حادثه شد شخص دیگری برای کمک و امداد حضور داشته باشد). احیاء و تجویز اکسیژن به کارشناس آموزش دیده و ناظر نیاز دارد. آموزش تزریق یکی از مزیتهاست، تزریق برای بیهوشیهای موضعی، پادزهرها و سایر داروها باید تحت راهنمایی و مشاورهٔ یک متخصص پزشکی از راه دور انجام شود.

اطلاعات پزشکی Medical Information

شاید با ارزش ترین ترکیب در هر جعبهٔ کمکهای اولیه، منبع اطلاعاتی باشد. این منابع اطلاعاتی باید شامل متون پزشکی غواصی، و به طور کلی شماره های تماس مربوط به دستیار پزشکی و دسترسی به اتاق recompression باشد. این منابع اطلاعاتی باید با شماره تلفن محل و شماره تلفن غواصان مطلع و پزشکان غواصی، پُر شود.
یک کپی از این کتاب باید با کیت کمکهای اولیه باقی بماند. بعلاوه در کیت کمکهای اولیه باید لیستی از محتوای آن وجود داشته باشد از جمله خرید و تاریخ انقضای داروها.
اطلاعات مورد نیاز در موردِ حوادث غواصی

CHEK LIST (چک لیست)

نام خبررسان
نام و نام خانوادگی و سن قربانی
شماره تلفن تماس برای بازگشت و یا درصورتیکه تماس قطع شود
موقعیت جغرافیایی (تسهیلات پزشکی محلی یا اتاقکهای فشارگذاری دوباره RCC ها)

تاریخچه موردی
علائم اولیه، از جمله زمانِ شروع توضیحات علائم بالینی به اضافهٔ پیشرفت علائم بیماری
یافته های منفی (علائمی وجود نداشته باشد بعنوان مثال، ادرار کردن، تنگی نفس، زخمهای پوستی)
کمکهای اولیه داده می‌شود (از جمله اکسیژن، مقدار و روش)
جزئیات غواصی: مشخصات، گازها، (غواصیهای اخیر)
تاریخچه شخصی غواصی
بیماری غواصی و داروهای عمومی و جراحی
هر یک از افرادی که صدمه دیده اند
تسهیلات کمک های اولیه و/ یا پرسنل پزشکی موجود در محل
پیگیری مقدمات
امکانات Medevac (انتقال فرد صدمه دیده به مکانی که قابل درمان باشد)

فصل چهل و دو

تکنیک های اکسیژن درمانی

اکسیژن درمانی ۱۰۰ ٪ (O_2)، یک روش ضروری در کمکهای اولیهٔ غواصی است که در مواقع اضطراری از آن استفاده می‌شود. متأسفانه استفادهٔ صحیح تجهیزات اغلب توسط غواصان به طور ضعیف انجام می‌شود. برای جزئیات بیشتر و موارد استفاده از O_2 در بیماری decompression به فصل ۱۶ مراجعه کنید.

وسایل و تجهیزات اکسیژن تنفسی

این دستگاه برخلاف سیستم Scuba ، O_2 را تهیه میکند. دستگاه شامل سیلندری است که اکسیژن را در برابر فشار حفظ میکند که با فشار مخزن Scuba قابل مقایسه است، و فشار کاهش یافته در شیر (رگلاتور) به شیر تقاضا و یا به یک جریان ثابت سیستم متصل است. باید از روان کننده های قابل اشتعال دوری کرد، (مانند روغن و سیلیکون) که میتوانند در حضور O_2 منفجر شوند. اکسیژن میتواند سوختن را سرعت بخشد و باعث احتراق خودبه خودی شود، درحالیکه آن میتواند به طور عادی مواد احتراق‌ناپذیر را هم به طور خشمگینانه بسوزاند. برای استفاده از اکسیژن باید از مواد آتشزا جلوگیری شود. اکسیژن نباید در نزدیکی منابع حرارتی قرار گیرد، و سیگار کشیدن در مجاورت اکسیژن، حتی بیش از حد معمول به سلامتی شما لطمه وارد میسازد. اکسیژن نباید در مناطق ضعیف تهویه استفاده شود و در جاییکه غلظت بالاست میتواند از نو ساخته شود. تمام تجهیزات باید تمیز نگه داشته شود و سیلندر دریچه باید به آرامی باز شود و قبل از اینکه O_2 به بیمار عرضه شود پاکسازی سیستم انجام شود. اگر بیمار بیهوش است، همیشه مطمئن شوید که دستگاه در آن واحد کار میکند، و توسط شما و سرپرست کنترل می‌شود. O_2 میتواند در غلظت بالا و یا پایین، بسته به نوع دستگاه استفاده و یا تحویل داده شود. با سیستم جریان ثابت، O_2 میتواند از طریق موارد زیر به بیمار ارائه شود: ماسک اکسیژن پلاستیکی یکبار مصرف (معمولاً اتصالات ضعیف)، Prongs بینی، جراحی بینی یا سیستم احیاکنندهٔ ماسک- کیسهٔ سوپاپ.

جاییکه نیاز است تا اکسیژن ۱۰۰٪ استفاده شود (به عنوان مثال در کمکهای اولیه برای بیماری decompression،

این بدان معناست که غواص به جز O_2 چیزی را استنشاق نکند.

فصل ۱-۴۰

بسیاری از ماسکهای اکسیژن در طب استفاده می‌شوند و باید ۱۰۰٪ اکسیژن به ماسک تحویل داده شود، اما بیمار تنها در حدود ۵۰٪-۲۵ اکسیژن را مصرف میکند، زیرا طراحی ماسک اجازه می‌دهد تا این O_2 با هوا مخلوط شود و آن ترکیب تنفسی نهایی را (dilutes) رقیق میسازد. ماسکهای یکبار مصرف پلاستیکی O_2 در آمبولانس و اتاقهای بیمارستان به طور مشترک استفاده می‌شود. اینها برای درمان آسیب‌های جدی غواصی کافی نیستند.

شکل ۱-۴۰ oro-nasal ماسکهای پلاستیکی بینی، Catheters و Prongs بینی با اکسیژن ۱۰۰٪ برای درمان غواصان کافی نیستند.

به صورت یک قاعدهٔ کلی، در موارد زیر ٪۱۰۰ اکسیژن باید از ابتدا به بیمار عرضه شود مانند:

بیماری decompression ،

آمبولی ناشی از گاز (و سایر علائم باروتروما‌ی ریوی)، مسمومیت با گاز مونوکسیدکربن،

موارد نزدیک به غرق شدن.

سایر حوادث غواصی که باعث شوک یا هیپوکسی می‌شوند،

گاهی اوقات میتوانند با غلظت کمتر O_2 به مصدوم کمک کنند. به طور کلی، اگر بیمار دچار سیانوز (آبی) شود، به غلظت کافی O_2 نیاز دارد تا رنگ پوست صورتی شود. معمولاً ٪۱۰۰ اکسیژن برای درمان حوادث غواصی مورد نیاز است.

سیستمهای جریان ثابت

چنین تجهیزاتی، جریان دائمی O_2 را به ماسک تحویل میدهند و یا از سیستم تحویل جایگزین استفاده میکنند. انواع مختلفی از ماسک های اکسیژن یکبار مصرف موجود است، ماسک Hudson نمونه ای از این ماسک هاست. هر کدام از این ماسکها، معمولاً با دستورالعمل همراه است که جریان صحیح O_2 را برای استفاده در ماسک مشخص میکند، بیشتر ماسکها جریان اکسیژن را ۶-۴ لیتر در دقیقه استفاده میکنند. فصل ۲-۴۰

این ماسکها باعث می‌شوند که جریان اکسیژن (O_2) با هوای تنفسی رقیق شوند، جریانی که در حین استنشاق متفاوت میباشد و حداکثر ۳۰ لیتر در دقیقه است. به این خاطر، اکسیژن تنفسی بیمار از ۱۰۰ ٪ به ۴۰ تا ۵۰ درصد کاهش می یابد. اگر درصد اکسیژن استنشاقی زیاد باشد، جریان اکسیژن افزایش می‌یابد. مگر در مواردی که جریان

اکسیژن، فراتر از ۳۰ لیتر در دقیقه باشد که در اینصورت استنشاق صددرصد اکسیژن غیرممکن است. میزانِ چنین جریان بالایی از اکسیژن باعث می‌شود که تغذیهٔ اکسیژن اکثر غواصان به سرعت خالی شود.
دستگاه معروف به nasal prong (عکس بالا را ببینید) قابل دسترسی است که اکسیژن را با لوله های کوچک مستقیماً به سوراخهای بینی بیمار منتقل میسازد. بند چرمی الاستیک این دستگاه prongها را در این محل نگه میدارد. کارایی این سیستم مشابه با اتصالاتِ سُست ماسک اکسیژن معمولی است اما برای استفادهٔ طولانی مدت غواصی، راحت تر و مؤثرتر می باشد و هنگامیکه بیمار خواب است، احتمال بیرون آمدن آن کمتر است. هنگامیکه مکمل O_2 در غلظت های پایین مورد نیاز باشد، این سیستمها قابل قبول میباشند.
موارد این رده بندی براساس شرایط عمومی و واقعیِ پزشکی بیمار خواهد بود که در بیمارستان مشخص می‌شود نظیر حملهٔ قلبی، موارد خفیف دورهٔ نقاهت نزدیک به غرق شدگی، سندروم آسپیراسیون آب نمک و شوکِ مربوط به صدمهٔ جدی یا حملهٔ کوسه

سیستمهای غلظت بالای اکسیژن

در مواردی مثل بیماری decompression ، barotraumas ریوی یا نزدیک به غرق شدن، انتقال ۱۰۰ ٪ اکسیژن به بیمار لازم میباشد که در اینصورت سیستم مؤثرتری از عرضهٔ O_2 ضروری است.
انتقال اکسیژن از طریق شیر تقاضا، یکی شدن مدار اکسیژن با کیسهٔ تنفسی (rebreathing) یا دستگاه کیسهٔ سوپاپ ماسک با ورودی O_2 و کیسهٔ مخزن با سرعت بسیار بالایِ جریان O_2 انجام می‌شود.

دریچه های تقاضا

ساده ترین و مؤثرترین راهِ انتقال ٪۱۰۰ اکسیژن، از طریق سوپاپ تقاضا است مانند رگلاتور مرحلهٔ دوم. به خصوص، برخی از دریچه های تقاضا برای الغای اکسیژن (O_2) طراحی شده است. برخی از شیرهای تقاضا مانند oxiden و LSP طوری طراحی شده اند تا اکسیژن را برای تنفس فوری بیماران تأمین سازند. محصولات دیگر، نظیر Robert Shaw (که در oxy viva استفاده می‌شود، و در استرالیا عرضه می‌شود) و شیرهای تقاضای قدیمی تر میتوانند ۱۰۰ درصد اکسیژن را برای تنفس فوری بیمار تولید سازند و نیز احیای تنفسی اکسیژن را از طریق کاربر راهنما به بیمار (کسی که تنفسش قطع شده) ارائه دهند. بعلاوه DAN ، کیت اکسیژن را با این نوع شیر تأمین میکند.
این دریچه های تقاضا معمولاً با اتصال محکم به ماسک بیهوشی استفده می‌شود. با این حال، برخی از آنها میتوانند به قطعهٔ دهانی Scuba متصل شوند و اکسیژن را به غواصِ در حال تنفس عرضه کنند (در این حالت بینی غواص باید با کلیپس بینی یا برخی وسایل دیگر محکم بسته شود).
در مواقع اضطراری و در مکانهای دور، دریچه های مخصوص تقاضا میتوانند با انتقال اکسیژن (O_2) سازگار شوند، و با یک آداپتور به سوپاپ کاهش دهندهٔ اکسیژن متصل شوند، یا منحصراً میتوانند رگلاتور مرحلهٔ اول غواصی را به سیلندر اکسیژن متصل سازند، که این کار با استفاده از آداپتور تخصصی صورت میگیرد.
اگر از این سیستم استفاده شود، لازم است که همهٔ اجزای سیستم تنفسی (شامل روان کننده ها) با اکسیژن سازگار شوند. فصل ۳-۴۰

در غیر اینصورت، بیماری غواص ممکن است با آتش سوزی، انفجار یا جراحات ناشی از گلولهٔ انفجاری بغرنج شود. هنگام استفاده از این نوع سیستم، و برای اطمینان از آن، رگلاتور باید آزمایش شده باشد، و قبل از اینکه هر کسی از این سیستم تنفس کند پاکسازی آن انجام شود.

شکل ۴۰,۲

برای غواصان یک سیستم (USA(DAN طراحی شده است و این سیستم شیر تقاضا را به منظور استنشاق ۱۰۰٪ اکسیژن تعبیه کرده است. غواص باید خودبه خود تنفس کند.

سیستم تنفس دوباره Rebreathing System

اگر تنفس غواص از طریق سیستمی انجام شود که به او اجازه دهد تا برخی از گازهای خارج شدهٔ خود را مجدداً تنفس کند، استفاده از اکسیژن کاهش مییابد. این سیستم به نیتروژن نیاز دارد تا پس از چند دقیقه تنفس مجدد از طریق مدار تنفسی جریان یابد، و CO_2 خارج شده باید در خط کربنات سدیم جذب شود (یا مادهٔ شیمیایی مشابه). به طور تجاری، دستگاههای قابل دسترسی وجود دارند که از این سیستم استفاده میکنند. غواصان فنی، غالباً، از دستگاههایی استفاده میکنند که این تجهیزات بتواند ۱۰۰٪ اکسیژن را به آنان عرضه کند.

فصل ۴-۴۰

متمرکزکنندهٔ اکسیژن PSA

این دستگاهها از غربالهای مولکولی استفاده میکنند تا نیتروژن را از هوا جدا سازند و غلظت بالای اکسیژن را عرضه کنند. آنها در اندازه های سَبُک قابل دسترس میباشند و میتوانند با باتری کار کنند.

کیسه، شیرتقاضا، ماسک دستگاه تنفس مصنوعی

این دستگاهها شامل خود لاستیک باد شده یا کیسه های پلاستیکی و سیستم شیر تقاضا میباشد که به بیمار اجازه

می‌دهد هوا را از طریق ماسک و با فشردن کیسه تصفیه کند. اکسیژن میتواند در مدار جمع شود تا غلظت اکسیژن تنفسی را افزایش دهد. اگر کیسهٔ مخزن به کیسهٔ inflation متصل شود، غلظت اکسیژن تنفسی تقریباً به ۱۰۰٪ افزایش مییابد که با استفاده از جریان زیاد اکسیژن صورت میگیرد، (تقریباً ۱۲ تا ۱۴ لیتر در دقیقه)، کیسهٔ ذخیرهٔ هوا به خوبی مهروموم می‌شود و حجم تنفسی بیمار کاهش مییابد. بعلاوه، سیستم سوپاپ اجازه می‌دهد تا بیمار خودبه خود از دستگاه تنفس کند.

جزئیات عملکرد این دستگاهها بین تولیدکنندگان متفاوت است و دستورالعمل مربوط به آن در کتابچهٔ راهنما طراحی شده و به مشتریان عرضه شده است.

شکل ۳-۴۰

یک سیستم احیاکننده rescuscitator ، نشان دهندهٔ نوع ماسک بیهوشی، کیسهٔ تنفسی فشردهٔ دستی، کیسهٔ ذخیرهٔ اکسیژن، و بند ماسک است تا ماسک روی صورت غواص حفظ شود.

سیستمهای مختلف

اکثر کشورها از سیستمهایی استفاده میکنند که حدوداً ۱۰۰٪ اکسیژن را عرضه کند و قابل دسترس باشند، آنها با استفاده از این سیستمها اهداف گوناگونی را دنبال میکنند.

تولیداتی مانند Age ، AG ، CIG ، Ambu ، LSP ، Drager ، Laerdal و DAN .

در حال حاضر، دستگاههای کامل اکسیژن درمانی و دستگاههای احیا با دریچه تقاضا قابل دسترس می‌باشند و به بیمار اجازه می‌دهد که بدون دستگاه، خودبه خود تنفس کنند، تهویه فشار مثبت با فشار دستی، یا کیسهٔ تنفسی ارائه می‌شود.

Flow meter میتواند به بخش دیگری از سیستم مجهز شود، و این امکان را فراهم سازد که مقدار بسیار زیادی از اکسیژن به ماسک انتقال داده شود.

جزئیات استفاده از این دستگاه ها در بین احیاکننده ها متفاوت است و در دستورالعملهایی شرح داده می‌شوند و به آنها عرضه می‌شوند. کل دستگاه باید در یک جعبهٔ فلزی محکم و ضدزنگ یا در جعبهٔ پلاستیکی سنگین موجود باشد، جعبه هایی که جمع وجور، در برابر آب مقاوم، و حمل آن آسان است. اگر لازم باشد، این دستگاه باید یک آداپتور داشته باشد و با اتصال به یک سیلندر اکسیژن بزرگتر تکمیل شود.

اطلاعات عمومی

مسمومیت با اکسیژن

(به فصل ۲۱ رجوع کنید). بعد از ۱۸ تا ۲۴ ساعت، اکسیژنِ خالص (۱۰۰٪) صدمات برگشت پذیری را به ریه ها وارد میسازد. اکسیژن خالص در مقابل بهره مندی از شرایط تحت درمان باید سنجیده شود و این امر معمولاً با تصمیم پزشک انجام خواهد شد. اگر توصیه های پزشکی در موارد بیماری decompression و آمبولی هوا یا وضعیت نزدیک به غرقشدگی یا سمیت مونوکسیدکربن انجام نشود. سمیت اکسیژن به طور کلی، کمترین ضرر را ایجاد میسازد و معمولاً بهتر است اکسیژن خالص (۱۰۰٪) به بیمار عرضه شود مگر اینکه مشاور پزشکی خلاف آن را ثابت کند. به طور کلی، سمیت اکسیژن با دستگاههای غلظت پایین مَدنظر نمیباشد زیرا بیماران بیش از ۴۰ درصد اکسیژن را تحویل نمیگیرند، و برای برآوردِ مدت زمانیکه این افراد در معرض آن قرار دارند، اکسیژن هنوز سَمی نشده است.

موارد غیرمجاز O_2 درمانی

علاوه بر مشکلات سمیت O_2، مشکلاتی وجود دارند که به طور کلی با مصرف اکسیژن در جامعه مرتبط میباشند. از لحاظ نظری، خطر به دنیا آمدن نوزادان نارس (آسیب چشم) و مبتلایان به آمفیزم (تنگی نفس) وجود دارد و هیچ کدام از این گروهها در جامعهٔ غواصی متعدد نمیباشند. در سالهای اخیر مشکل حساسیت به O_2 در افراد مبتلا به سرطان پدیدار شده است و این افراد تحت درمان با مواد آرامبخش Bleomycin ، داروهای مشابه قرار داده شده اند. اگر اکسیژن در غلظت بیش از ۲۱٪ به آنها داده شود، این افراد از آسیب جدی و شدید ریه رنج میبرند. افراد همیشه با این مشکل مواجه نمیشوند و درصورت بروز این مشکل، باید از غواصی Scuba منع شوند.

(اثرهای تجویز اکسیژن) Practicalities of O_2 Administration

نقطه ضعف اصلی دستگاه احیا، عرضهٔ محدود اکسیژن از طریق سیلندر O_2 است، زیرا اکسیژن کافی باید فراهم شود تا غواص بتواند از محل حادثه با امکانات پزشکی مناسب منتقل شود. با حمل سیلندرهای اضافی یا با یک آداپتور میتوان بر این مشکل غلبه کرد، این روش با اتصال به سیلندر بزرگتر O_2 امکان‌پذیر است. میزان مصرف O_2، و ارائه آن تخمین زده می‌شود و بر طبق آن برنامه ریزی می‌شود. در حین انتقال و زمانیکه اکسیژن عرضه می‌شود، به تهویهٔ مناسب آن میبایست توجه شود تا از رسیدن اکسیژن به سطوح خطرناک جلوگیری شود.

فصل ۶-۴۰

همهٔ غواصان تشویق می‌شوند تا تحتِ آموزشهای بیشتر احیا و تصفیه اکسیژن قرار گیرند. این مسئله باید برای اساتید و مدرسان غواصی اجباری شود.

مواردی از قبیل آمبولی گاز و به طور کلی بیماری decompression از ابتدا به اکسیژن خالص دمیده شده (O_2 ۱۰۰٪) نیاز دارند. توانایی تولید اکسیژن خالص (۱۰۰٪) باید در سیستم مشخص شود. حتی پس از آن، ممکن است اتصالات ضعیف ماسک اجازه دهد که هوایِ اطراف مهره ها تنفس و اکسیژن رقیق شود. برای جلوگیری از این مشکل، ماسک مناسب و چسبیدن آن به صورت امری ضروری است. اگر بیمار به خواب رود احتمال دارد که ماسک از روی صورتش برداشته شود.

اگر از دریچه تقاضا استفاده شد، مطمئن شوید که در آن زمان، بیمار هوا را از طریق بینی تنفس نمیکند. این مشکل را میتوان با استفاده از یک گیرهٔ بینی (درصورت لزوم تعبیه شود) یا ماسک صورتِ غواص برطرف ساخت.
هرگاه O_2 تجویز شود، خطرِ آتش سوزیهای جدی وجود دارد زیرا که افزایش غلظت O_2، آتش سوزی را تسریع میسازد و معمولاً باعث می‌شود که مواد غیرقابل احتراق به طور متلاطم بسوزند. منطقه ای که O_2 تجویز می‌شود باید به خوبی پاکسازی شود و از منابع احتراق و مواد قابل اشتعال (از جمله سیگار) باید اجتناب شود. سیستم باید به آرامی روشن شود و مورد آزمایش قرار گیرد قبل از اینکه به صورت بیمار زده شود.
اطلاعات بیشتر ممکن است از متن «کمک های اولیهٔ اکسیژن برای غواصان» نوشتهٔ John Lippm ann,J.L ، انتشارات استرالیا- به دست آید.

شکل۴۰,۴

احیاکنندهٔ قابل حمل اکسیژن. این سیستم تهویه فشار مثبت با اکسیژن خالص را برای غواص بدون تنفس میسر میسازد. یا آن را برای غواص در حال تنفس غیرفعال میسازد. شیلنگ طولانی تغذیه میتواند به سیلندر بزرگتر متصل شود که حاوی اکسیژن خالص است و برای استفادهٔ طولانی مدت به کار برده می‌شود. دستگاه مکش و دستگاه بازکنندهٔ راههای هوایی از این نوع هستند.
فصل ۷-۴۰

پیشرفتهای اخیر دردرمان بااکسیژن در فشار محیطی بالا (HBOT)[۱]

چکیده (Abstract)

طب فشار بالا (Hyperbaric) یک روش زیبا برای افزایش اکسیژن محلول در پلاسما و بافتها از طریق استفاده از فشار محیطی بیش از یک اتمسفر (۱ ATA)۱(Atmosphere Absolute) است .

درمان با اکسیژن در فشار بالا HBOT "Hyperbaric Oxygen Therapy" نوعی درمان است که در آن بیمار همزمان با تنفس اکسیژن ۱۰۰٪ در محفظه مخصوص تحت فشار محیطی با بیشتر از یک اتمسفر قرار میگیرد . این اتاقها اولین بار برای بیماریهای غواصی به خصوص Decompression Syndrome طراحی شد . در دو دهه اخیر با تحقیقات حیوانی و بالینی, یافته های بسیار ارزشمندی از تاثیر HBOT در بیماریهای مختلف به دست آمده است .که در این کتاب بطور کامل کلیه موارد استفاده آنرا توضیح خواهیم داد.

HBOT امروزه یک مصرف جهانی دارد و کلیه بیمارستانهای مجهز دنیا به اتاق فشار مجهز شده اند . اثرات درمانی HBOT در زخمهای تروماتیک حاد ، صدمات له کننده[۲] ، سوختگی ها و گانگرن گازی و سندرم کامپارتمان[۳] بقدری موثر است که می تواند باعث نجات فرد و یا مانع قطع عضو شود .

در بیمارانی که دچار زخمهای درمان ناپذیر هستند مثل زخم بستر[۴] که بنامDecobitus Ulcer معروف اند و در زخمهایی که به دلیل اشعه درمانی ایجاد شده اند این روش درمانی جنبه حیاتی دارد و به عنوان یک درمان مکمل و لازم با روشهای درمانی قبلی در نظر گرفته میشود .

درموارد از دست رفتن حاد شنوایی و بسیاری از بیماریهای نرولوژیک دیگر HBOT دارای اثرات درمانی است .

HBOT در سراسر جهان جایگاه قوی درپزشکی مبتنی بر شواهد (EBM)[۵] پیدا کرده و در این مقاله بطورخلاصه کلیه مصارف طبی و موارد منع مصرف آن شرح داده شده است .

مقدمه Introduction

کمیته جهانی ,HBOT آنرا اینگونه تعریف میکند که : HBOT روش درمانی است که در آن بیمار با تنفس اکسیژن ۱۰۰٪ در یک محیط بسته که فشاری بالاتر از یک ATA دارد قرار میگیرد . یک ATA معادل ۷۶۰ mm جیوه در سطح دریاست .

در چهل سال گذشته این روش برای بسیاری از بیماریها امتحان شد. محققانی مثل Gabb وRabin در سال ۱۹۸۷ و دو دهه اخیر حدود ۱۳۲ مورد مصرف (Indication) برای آن شمرده اند که از طریق مطالعات حیوانی و بالینی اثربخشی آن را دربسیاری از این موارد به اثبات رسانده اند . بگونه ای که HBOT در بسیاری از بیمارستانهای جدید ، یک بخش جداگانه دارد مثلاً در چین ۲۶۰۰ اتاقک فشار و در روسیه ۲۰۰۰ ، در ژاپن ۴۰۰ ، در انگلستان ۲۰۰ و

۱= Hyperbaric Oxygen Therapy

۲-(Crush)

۳- (Compartment Syndrome)

٤- (Bed Sore)

٥- Evidence –Base Medicine

در سراسر اروپای متحد حدود ۴۰۰ ، در امریکا ۸۰۰ اتاق فشار وجود دارد .در آسیای میانه ۱۰ عدد و در سریلانکا ۱ واحد اورژانس موجود است . ولی رشد مصرف اتاقک فشار در سراسر دنیا بطور چشمگیری در حال افزایش است . بخصوص با اثرات روزافرون آن بر روی ترمیم زخمهای پای دیابتی و این روش یک نقش اساسی درپزشکی مبتنی بر شواهد EBM پیدا کرده است .

اساس فیزیولوژیک **"Physiological Base"**

در شرایط تنفسی نرمال در فشار یک ATA هوا که دارای ۲۱٪ اکسیژن است باعث اشباع Hb تا ۹۵٪ میشود در این شرایط در هر ۱۰۰ میلی لیتر ml از خون حدود ۱۹ cc اکسیژن متصل به Hb ، ۰,۳۲ cc اکسیژن در پلاسما وجود دارد . اگر در همین فشار از اکسیژن ۱۰۰٪ استفاده کنیم میزان اکسیژن متصل به Hb به حدود ۲۰ cc و اکسیژن نامحلول پلاسما به حدود ۲,۰۹ میلی لیتر میرسد . این اکسیژن در پلاسما در فشار ATA ۲ به حدود ۴,۴ میلی لیتر و در فشار ATA ۳ به ۶,۸ میلی لیتر میرسد . این میزان اکسیژن پلاسمایی این امکان را میدهد که بدن احتیاجی به اکسیژن متصل به Hb نداشته باشد . این مکانیزم ، اصول درمان HBO را تشکیل میدهد .

Table1. Effect of Pressure on Arterial O_2

Total Pressure		Content of Oxygen Dissolved in plasma (vol %)	
ATA	MmHg	Breathing Air	100% Oxygen
1	760	0.32	2.09
1.5	1140	0.61	3.26
2	1520	0.81	4.44
2.5	1900	1.06	5.62
3	2280	1.31	6.80

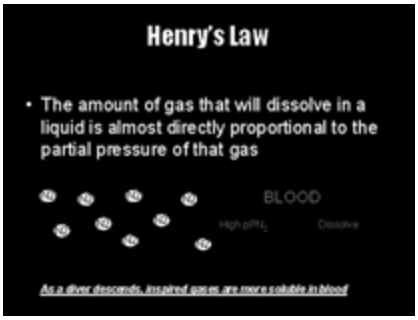
All values assume arterial pO_2 = alveolar O_2 and that Hb O_2 capacity of blood is 20 vol %

(Table-۱)

براساس قانون هنری Henry Low مقدار گازی که در یک مایع حل میشود بطور مستقیم متناسب با فشار جزئی آن در فاز گاز است به شرط اینکه دما ثابت باقی بماند. با افزایش فشار محیطی میزان انحلال ۱۰۰ ٪ O_2 افزایش می یابد و به مقداری میرسد که بافتهای بدن بدون نیاز به اکسیژن متصل به Hb توانایی زنده ماندن را خواهند داست این مهم بنام Hyper Oxygenation معروف است که مکانیزم اصلی HBOT است .

Henry's Law: The amount of a gas that will dissolve in liquid at a give temperature is almost direct-ly proportional to the partial pressure of that gas. Responsible for Decompression sickness (DCS). If the P:O۲ at ۱ atm = .۲۱ then the amount of the gas dissolved in liquid is approximately

Fig-۱



اثرات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی که در اثر Hyperemia ایجاد میشود عبارت اند از :

۱- کاهش تولید آلفا توکسین توسط میکروب C.Perfringens در قانقاریای گازی

۲- اثر میکروب کشی Bacteriocidal روی میکروب C.Perfringens و اثر باکتریواستاتسک برای گونه های دیگر میکروبی مثل E.Coli و پسودوموناس ،شیگلا ، سالمونلا و پروتئوس .

۳- افزایش فعالیت سلول کشی سلولهای سفید . (Increase Leukocyte Killing Activity)

۴- افزایش تکثیر فیبروبلاست ها و تولید کلاژن و تسریع Angiogenesis در زخمهای مشکل ساز و فلاپها و زخمهای اشعه درمانی

۵- افزایش ATP و PhosphoCreatinin در سلولهای منطقه سوخته و بافتهای ایسکمیک

۶- کاهش اتصال سلولهای سفید به دیواره رگها

۷- ایجاد انقباض عروقی در رگهای طبیعی

۸- کاهش ادم بعد از صدمات تروماتیک

۹- کاهش نیمه عمر Hb-Co و جدا کردن منواکسیدکربن از Cytochrom Oxidase-C و کاهش صدمات نورونی در مسمومیت با گاز CO

۱۰ – کاهش پراکسید چربی Lipid Per oxidation

Some physiological and biochemical effects of hyperemia

1. _ Suppression of alpha-toxin production by *Clostridium perfringens*.

2. _ Bactericidal for *Clostridium perfringens* in vitro and in vivo (mice). (Bactericidal for others, but mostly only at pressures and durations of oxygen exposure greater than are safe to be used in clinical practice.

3. _ Bacteriostatic for some species of *Escherichia* and *Pseudomonas*,۲ and also for a range of enteric bacteria (*Salmonella*, *Shigella and Proteus*).

4. _ Improved leucocyte killing activity.

5. _ Promotion of fibroblast proliferation, collagen formation and angioneogenesis in problem wounds, flaps and irradiated tissues.

6. _ Reduced falls in adenosine triphosphate (ATP) and phosphocreatinine levels in burns and post-ischaemic tissue.

7. _ Decreased white cell adherence to capillary walls.

8. _ Vasoconstriction in normal blood vessels.

9. _ Decreased post-traumatic tissue oedema.

۱۰ _ Reduced half-life of carboxyhaemoglobin, improved dissociation of carbon monoxide from cytochrome-c oxidase and prevention of neuronal injury in carbon monoxide poisoning.

۱۱ _ Decreased lipid peroxidation.

"Method of Administration" **روش تجویز**

(MonoPlace Chamber) در HBOT می توان ازیک اتاق فشار یک نفره استفاده کرد

اتاقک های تک نفره برای درمان بیماران Stable با مشکلات مزمن است .

ولی اتاقک های چند نفره (MultiPlace Chamber) برای درمان چند نفر با یک مشکل مشابه (گاز گرفتگی CO) یا زمانی که بیمار نیاز به مراقبت طبی همزمان با HBOT دارد مصرف میشود . بیمار از طریق ماسک یا HOOD که متصل به اکسیژن ۱۰۰٪ است تحت فشار ۳-۲ ATA اتمسفر و اغلب به مدت ۶۰یا ۹۰ دقیقه قرار میگیرد.در موارد حاد با تکرار ۳-۵ بار کافی است ولی در بیماریهای مزمن گاهی ۵۰-۶۰ جلسه بیمار تحت درمان با HBOT قرار میگیرد .

Table 1 Treatment protocol for hyperbaric O_2 in few selected conditions.

2ATA	O_2 x 90 minutes	Wound healing Compromised skin graft Thermal burns Mucormycosis
2.5 ATA	O_2 x 90 minutes	Non clostridial gas gangrene Necrotizing infections Radiation injury
3 ATA	O_2 x 90 minutes	CO poisoning Clostridial gas gangrene

ATA=Atmosphere absolute, CO=carbon monoxide

روشهای درمانی Therapeutic Modes HBOT

اصولاً HBOT را از نظر درمانی به سه گروه تقسیم بندی میکنند :

Table 2: Indications for Hyperbaric Oxygen Therapy

A. UNIVERSALLY ACCEPTED: These indications are supported with peer reviewed proof of efficacy

Wounds:
- **Problem, non-healing wounds and ulcers (diabetic, venous etc)**
- **Infective wounds - gas gangrene, refractory osteomyelitis, necrotising soft tissue infections**
- **Acute traumatic ischemias, crush injuries, compartment syndromes**
- **Compromised skin grafts and flaps**
- **Thermal burns**

Oncology:
- **Late radiation induced tissue damage and complications due to enarteritis**
- **Prophylactically adjunctive to therapeutic radiation, for preparation of surgery or implant procedures in previously irradiated fields**

۱- قدم اول First-line Treatment

درسه بیماری زیر HBOT تنها درمان و اکثراً نجات دهنده است ،

A- **بیماری تقلیل فشار غواصان** **Decompression Syndrome**

B- **مسمومیت حاد با گاز منواکسید کربن** **Acute Carbon Monoxide Poisoning**

C- **آمبولی گاز سرخرگی** **Arterial Gas Embolism (AGE**

این عارضه خطرناک اغلب ظرف مدت چند دقیقه بعد از به سطح آمدن غواص رخ میدهد . حبابهای نیتروژنی (گازهای بی اثر) از طریق سیاهرگها وارد سرخرگها شده و می توانند سکته های مغزی یا قلبی ایجاد کنند (د رهر ارگانی می توانند خون رسانی را کاهش دهند یا قطع کنند !!)

در برخی موارد به دلیل حبس نفس و صعود سریع ، پاره شدن آلوئلها[۱] باعث ورود هوا به سرخرگهای غواص میگردد. از عوامل دیگری که باعث ورود گاز از سیاهرگها به سرخرگها میشود(PFO)[۲]بازماندن سوراخ گرد بین دو بطن است . در ۳۰٪ نوزادان دیده میشود که در عرض سال اول بسته میشود ، بیماری PFO باعث ایجاد شنت راست به چپ شده و شانس AGE را در غواص بالا می بردعوارض آن براساس سرخ رگی به بسته شده و مدت زمان رساندن بیمار به یک مرکز HBOT می تواند با علائم گذرا یا عوارض و ناتوانیهای دائم همراه باشد .

عواقب AGE که مهمترین آنها سکته های قلبی و مغزی هستند

۱- (Alveoli)

۲- Patent From Oval

از دست دادن شنوایی ، وزوز گوش ، سرگیجه و عدم تعادل- آمبولی گازی سرخرگی (AGE)

این عارضه خطرناک اغلب ظرف مدت چند دقیقه بعد از به سطح آمدن غواص رخ میدهد . حبابهای نیتروژنی (گازهای بی اثر) از طریق سیاه رگها وارد سرخرگها شده و می توانند سکته های مغزی یا قلبی ایجاد کنند (د رهر ارگانی می توانند خون رسانی را کاهش دهند یا قطع کنند !!)

در برخی موارد به دلیل حبس نفس و صعود سریع ، پاره شدن آلوئلها (Alveoli) باعث ورود هوا به سرخرگهای غواص میگردد.

از عوامل دیگری که باعث ورود گاز از سیاه رگها به سرخ رگها میشود (PFO) Patent From Oval بازماندن سوراخ گرد بین دو بطن است . در ۳۰٪ نوزادان دیده میشود که در عرض سال اول بسته میشود ، بیماری PFO باعث ایجاد شنت راست به چپ شده و شانس AGE را در غواص بالا میبردعوارض آن براساس سرخرگی به بسته شده و مدت زمان رساندن بیمار به یک مرکز HBOT می تواند با علائم گذرا یا عوارض و ناتوانیهای دائم همراه باشد .

Over Expansion Injuries	Cause	Physiological Explanation	Symptom	Prevention and ۱st aid
Air embolism - circulatory blockage; cerebral air embolism (blockage to brain).	Breath-holding while ascending	•Air bubble into blood vessels. •Air bubble larger than the vessel it will block circulation	•Stroke-like symptoms •Blood frothing mouth •Staggering, confusion •Sight loss •Paralysis, collapse, convulsions, •Stop breathing .	۱- Lie down ۲- Administer $O^{۲}$ - if qualified ۳- Medical assistance - hyperbaric chamber ٤- Resuscitate if necessary
Pneumothorax - collapsed lung		•Air between the lung and inside of chest wall •Does not allow the lung to fully inflate •May cause lung to completely collapse	•Sharp pain in chest •Shortness of breath	
Mediastinal emphysema - air in chest in the vicinity of the heart		•Air escapes from lungs into the chest •May put pressure on the heart	•Pain under the chest, •Faintness, shortness of breath	
Subcutaneous emphysema - air under skin at neck		•Air escapes from lungs •Travels to underneath the skin •"crackles"	•Feeling of fullness in neck, voice change, •Difficulty breathing and swallowing.	

Figure 3: ECG changes in a patient with paradoxical air embolis

از آنجایی که یکی ازموارد استفاده HBOT بیماری تقلیل فشار (**Decompresion Sickness(DCS)** است . که اغلب در غواصان رخ میدهد ، بهتر است بصورت گذرا آنرا توضیح دهیم .

تکنیک های غواصی شامل :

۱- **حبس آزاد یا غوص آزاد** (**Breath-Hold Diving**)

۲- خرطوم تنفسی **Snorkeling**

۳- SCOBA که مخفف (**Self-Contained Underwater Breathing Apparatus**)

به معنای غواصی به وسیله تجهیزاتی تنفسی که توسط خود غواص حمل میشود .

۴- غواصی از طریق تغذیه هوا از سطح (**Surface Supply Diving**)

۵- غواصی با مخلوط گاز (**Mixed –Gas Diving**)

۶- غواصی اشباع (**Saturation Diving**)

در متدهای غواصی DCS رخ میدهد . اگر چه بیماریهای غواصی در دو گروه مجزا بصورت زیر تقسیم بندی میشود :

۱- **بیماریهای فرورفتن** **Descent**

به دلیل افزایش عمق ، فشار محیطی افزایش می یابد و باعث افزایش انحلال تمام گازهای تنفسی در خون میشود (طبق قانون هنری) اگر چه اکسیژن مشکل ساز نخواهد بود (تا حدی که مسمومیت ایجاد نکند) ولی نیتروژن باعث اختلالات عصبی می گردد و توان پاکسازی ریه کاملاً محدود است .

۲- بیماریهای بازگشت به سطح (Ascent) ، با بازگشت به سطح تقلیل فشار (Decompression) باعث خروج گازهای بی اثر از خون می شود، سرعت پاکسازی ریه محدود است و بازگشت سریع میتواند با تولید حبابهایی از گازهای بی اثر از خون می شود . سرعت پاکسازی ریه محدود است و بازگشت سریع میتواند با تولید حبابهایی از گازهای بی اثر در تمام عروق اندامها ی بدن همراه باشد .

فشار به اعصاب و درد فشاری در مفاصل و تمام بافتهای بدن به دلیل تشکیل این حبابها ست .

به کلیه علائم حادث شده با این مکانیزم سندرم تقلیل فشار (**Decompression Sickness or syndrome**) میگویند . تنها درمان این بیماران استفاده از HBOT است که با افزایش فشار اتاق سایز حبابهای تشکیل شده کوچک میشوند وحتی می توانند دوباره محلول در خون گردند و در مدت زمان طولانی تری به آهستگی از طریق ریه دفع گردنند .

غواصی در عمق بیشتر با احتمال بیشتری DCS ایجاد میکند . حداکثر عمق مجاز در غواصی تفریحی ۱۰۰ FSW

تقریبا معادل ۳۰ m است ولی در غواصی تجاری یا نظامی ۳۰۰FSW حدود ۱۰۰m ماکزیمم حد مجاز است .
برای جلوگیری از DCS باید در عمقهای متفاوت و با زمانهای متفاوت توقف کرد که بنام Safety Stop معروف اند اکثر موارد DCS به دلیل عدم رعایت در Safety Stop رخ میدهد .
پرواز بلافاصله بعد از غواصی به دلیل کاهش فشار محیطی و افزایش شانس DCS قدغن است .
در غواصی اشباع که گازهای تنفسی و بی اثر به ماکزیمم غلظت خود در خون ، بافتها میرسند برگشت غیر استاندارد می تواند بسیار خطرناک باشد اگر چه امروزه با استفاده از Remote Operating Vehicle(ROV) و Autonomous Underwater Vehicle(AUV) و رباتهای غواص با کنترل از راه دور ، مسئله غواصی اشباع بسیار کمتر دیده میشود . ولی Saturation Diving یک فاکتور مساعد کننده DCS است اتفاقی که در Bounce Diving (غواصی تفریحی کمتر از ۱۰ دقیقه) که بنام Non-Decompression Limit هم خوانده میشود ،هرگز اتفاق نمی افتد .
بیماری تقلیل فشارDCS که بنام Cassion Disease نیز معروف است دارای علائمی است که اغلب بلافاصله بعد از خروج از آب آشکار میشود . (۹۰٪ موازد در سه ساعت اول بعد از خروج از آب) و در ۱۰۰٪ حداکثر ظرف ۲۴ ساعت پس از خروج از آب تظاهر میکند .
بیماری DCSبراساس علائم آن به دو گروه Type I و Type II تقسیم میشود . اگر چه علائم فی مابین وجود درجاتی از هر دو نوع DCS را برای پزشک تداعی میکند . بسیاری از علائم بلافاصله از بین میروند ولی بعضی از علائم و عوارض هفته ها یا ماهها باقی می مانند . اگر چه عوارض و ناتوانیهای دائم نیز در موارد شدید وجود دارد .
عوامل مساعد کنندهDCS بیشتر عوامل تکنیکی وعدم توجه به مسائل آموزشی است که مهمترین آنها عدم رعایت Safety Stop و تقلیق فشار استاندارد است که امروزه به وسیله کامپیوترهای غواصی که به مچ دست غواص بسته میشود . لازم الاجراست ولی صعود خیلی سریع و پرواز بعد از غوص (۲۴-۱۲ ساعت) از مهمترین عوامل مستعد کننده هستند . عوامل اساسی مثل سیگار کشیدن ، خستگی مفرط ،چاقی و عوامل محیطی شامل آب سرد ، کارهای دشوار و پر زحمت در زیر آب و گرمای بیش از حد در لباس غواصی پوشیده از دیگر عوامل مستعد کننده DCS است .
باید توجه داشت که در استاندارد ترین شرایط هم احتمال وقوع DCS وجود دارد .
اگر چه درمان تمام انواع DCS از طریق HBOT است و سرعت عمل در درمان جنبه حیاتی دارد .

بیماری تقلیل فشار نوع یک DCS Type I

در این نوع سیستم اسکلتی – عضلانی و پوست دارای علائم زیر میشوند :
۱- درد متوسط تا شدید که اکثر در مفاصل بازو و پا دیده میشوند و بنام (The Bends) معروف است .
۲- خارش ، دانه دانه شدن پوست Mottling و راش های پوستی

TABLE IV

PREDOMINANT DECOMPRESSION SICKNESS MANIFESTATIONS

Type I	— Decompression Sickness	54 cases	47%
Type II	— Decompression Sickness	61 cases	53%
	Cerebral	11 cases	10%
	Spinal	22 cases	19%
	Both spinal and cerebral	22 cases	19%
	Inner ear	3 cases	3%
	Cardiorespiratory	3 cases	3%

بیماری تقلیل فشار نوع دوم **DCS Type II**

در این نوع، مغز ، نخاع و ارگانهای حسی بدن درگیر میشوند که ضایعات نخاعی بیشتر از ضایعات مغزی است .
علائم در DCS II شامل :

۱- در CNS بصورت ضعف یا فلج اشکال Hemiplasia ، Paraplesia یا Quadriplasia است اگر چه کاهش حس ، بی حسی و نروپاتی محیطی ، اختلال تکلم ، سردرد ، اختلال در اسفنکتر مثانه یا مقعد ، تغییر خلق و خو (Change in Mental Status) مثل رفتارهای عجیب Odd Behavior ، گیجی Confusion و کاهش هوشیاری که همراه با علائمی مثل خستگی بسیار شدید Extreme Fatigue دیده میشود .
هر نوع Neurological Deficit در DCS II قابل رویت است .

۲- درگیری گوش داخلی "Labyrinthine DCS" در اینجا علائمی مثل تهوع ، استفراغ ، سرگیجه ، نیستاگموس Nystagmus ، وزوز گوش Tinitus و از دست رفتن ناگهانی شنوایی می تواند ایجاد گردد

۳- علائم جسمی شامل Scotomas ، دوبینی و از دست رفتن بینائی هستند .

۴- علائم ریوی DCS IIرا "The Chokes" می گویند و شامل بر : درد قفسه سینه بصورت سوزش در زیر جناق ، سرفه ،تنفس کوتاه (Shortness Breathing) و دیسترس تنفسی .

۵- علائم تشکیل ترومبوز یا آمبولی گاز نیتروژن در هر ارگانی که می توانند باعث سکته مغزی ،سکته قلبی یا انفارکتوس احشایی و ...(براساس سرخرگ درگیرعلائم در هر ارگانی ظاهر میشود)

۶- شوک هیپوولمی Hypovolumic Shock که با علائم تندی ضربان قلب و افت فشار خون در ایستادن Postural Hypotension تظاهر میکند .

۷- بدترین عوارض DCS II یک سکته وسیع مغزی است که باعث کما و مرگ در عرض چند ساعت میشود .

	Causes	Physiological explanation: (Pressure Table (Slide	Symptoms	Treatment & Prevention
Decompression Sickness (DCS)	-۱Inadequate decompression following a dive. -۲Rapid ascensions.	The tissue and blood contain a certain amount of inert gas (nitrogen) in solution. This amount increases when a diver breathes compressed gases beneath the surface (Henry's Law). The human body can tolerate and remove, at atmospheric pressure and through the normal respiratory process, excess inert gas up to approximately double the normal amount. When saturation exceeds this limit, the diver must surface according to a decompression timetable, or risk decompression sickness. If the elimination of the inert gas falls behind schedule, the gas will come out of solution in bubble form in the blood and tissue. Depending upon their number, size and location, these bubbles may cause a wide variety of symptoms, including pain, paralysis, unconsciousness, and possible death. Bubbles forming in muscle tissues tend to move toward and collect at the joints. Bubbles forming in the blood can cause nitrogen embolisms with symptoms and effects identical to an air embolism	۱. ۸۵ ٪of the decompression sickness cases normally appear within one hour of surfacing and ٪۹۸ within ۱۲ hours. ۲.Local pain in arms and legs ۳.Dizziness (the "staggers") ٤.Shortness of breath (the "chokes") ٥.Extreme fatigue and pain ٦.Collapse with unconsciousness ۷.Occasionally the skin may show a blotchy and mottled rash ۸.Itching or burning of a localized area of the body EAN_{32} ~ 132 fsw	۱.CPR, Treat for shock, & O۲. ۲.Prompt recompression in a recompression chamber (Westchester Medical) ۳.Divers Alert Network (DAN) ۸۱۱۱-٦۸٤-۹۱۹ ٤.Plan to dive carefully, checking US Navy Standard Air Decompression Tables to determine if decompression stops will be required during the ascent. ٥.Do not exceed the normal ascension rate of ۳۰' per minute. On repetitive dives make safety stop (۳ min. @ ۱٥ feet). ٦.Don't automatically assume that decompression sickness is impossible when using a single SCUBA tank. ۷.Avoid contributing factors: poor fitness, drugs & alcohol, illness & injury, fatigue, and strenuous exercise (during & after dive).
Nitrogen Narcosis: The narcotic-like effect of excessive nitrogen pressure in the body	Diving to a depth at which the tolerance N۲ of the diver is exceeded. Symptoms begin to appear in most divers at a depth of approximately ۸۰'	Physiological explanation: Unknown. .Individual susceptibility varies	۱.Loss of judgment and skill ۲.False feeling of well-being ۳.Lack of concern for own safety ٤.Difficulty accomplishing even simple tasks ٥.Near unconsciousness in highly susceptible divers at great depths	۱.Ascend to a shallower depth, symptoms will disappear rapidly. There are no after-effects. ۲.Dive no deeper than what you trained, use buddy system, and ascend when symptoms first occur
	Causes	Physiological explanation: (Pressure Table (Slide	Symptoms	Treatment & Prevention
Oxygen Poisoning	Partial pressure of oxygen in the body exceeds an acceptable limit	The mechanism is unknown; however, this accident occurs when the partial pressure of oxygen is ۱,٦ atmospheres (۲۱۸ fsw). It is felt that excessive oxygen in the system has a detrimental effect on cell metabolism	۱.Symptoms: Some are usually ignored ۲.May be no warning symptoms before the onset of convulsions. ۳.Muscular twitching (usually occurs fist in the face). ٤.Nausea & Dizziness ٥.Abnormalities of vision or hearing ٦.Difficulty in breathing ۷.Anxiety and confusion ۸.Unusual fatigue ۱.Uncoordinated	۱.Admin O۱ ,۲st Aid, medical Evac ۲.Never breath pure oxygen below ۲٥' of depth ۳.The amateur should never use pure oxygen for breathing below the surface. Have scuba tanks filled with compressed air only. ٤.Do not exceed maximum recommended depth of ۱۳۰ feet. ٥.Continuing education: Refer to a Nitrox/Enriched air that requires special training and equipment. Additional training may be gained through NAUI.

اثرات دیرهنگام و طویل مدت DCS:

اگر چه بیشتر علائم و عوارض DCS با استفاده از HBOT برطرف میشود ولی عوارض وضایعات باقیمانده ای در مواردی که DCS بطور مکرر تکرار شود وجود دارد که عبارت اند از :

۱- نکروز استخوانی دیس باریک **"Disbaric Osteonecrosis"**

که اکثراً در شانه و لگن رخ میدهد و اغلب بی علامت Asymptomatic است ولی در مواردی که نزدیک به کپسول مفصلی باشد یک درد و آرتریت شدید ایجاد میکند که گاهاً ماهها تا سالها بعد خود را نشان میدهد در این افراد شکستن استخوانی پاتولوژیک[۱] با حداقل ضربه رخ میدهد .

۲- اختلالات أنرولوژیک : **Neurologic Disorders**

که شامل فلج ناقص یا کامل و یا نروپاتی محیطی است بخصوص در DCS II که اغلب با ضعف عقلانی ،اختلالات حسی یا بی حسی و گاهاً اختلال تشخیصی Cognitive Deficit تظاهر میکند .

۳- اختلالات مزمن پوستی **Chronic Dermatitis**

۴- عواقب AGE که از مهمترین آنها سکته های قلبی و مغزی هستند **AGE Sequels**

۵- از دست دادن شنوایی ، وزوز گوش ، سرگیجه و عدم تعادل

سندروم عصبی تحت فشار بالا **High Pressure Nervous Syndrome (HPNS)**

یک عارضه شایع در غواصیهای عمیق است که از ترکیب اکسیژن و هلیم استفاده میشود و اغلب در حدود ۶۰۰ ft رخ میدهد و علائم آن شامل :

گیجی[۲] ، تهوع[۳] ، استفراغ ، لرزش اعضاء[۴] و عدم هماهنگی حرکات[۵] ، خستگی مزمن ، بی خوابی ، پرش عضلات ،کرامپهای معده ، کاهش فعالیتهای هوشی که با افزایش مقدار جزیی از گاز N_2 به هلیم که بنام گازهای Triox معروف اند احتمال HPNS کمی کاهش مییابد . مستی نیتروژن[۶] که بنام D narcs یا بنام The Rapture of the deep معروف است از شایعترین عوارض غواصی است که اغلب در عمق بیش از ۱۰۰ fws رخ میدهد که کاملاً اثرات و علائم آن شبیه مسمومیت با الکل اتیلیک است و باعث Euphoria ، Confusion ، Irrational Behavior ، Paranoia و Hallucination میگردد . این عارضه با کاهش هوشیاری غواص ممکن است باعث عدم رعایت Safety Stop گردد و بیمار با صعود سریع دچار عوارض جدی DCS II خواهد شد .نکته قابل توجه اینکه تمام علائم ذکر شده ، دقیقاً Indication برای مصرف HBOT است . به همین دلیل وجود کپسول فشار در کلیه مناطقی که عملیات غواصی انجام میشود یک ضرورت حیاتی است .

۱- "Pathologic Fracture

۲- Dizziness

۳- Nausea

٤- Tremor

٥- Incoordination

٦- Nitrogen Narcosis

اثرات دیرهنگام و طویل مدت DCS:

اگر چه بیشتر علائم و عوارض DCS با استفاده از HBOT برطرف میشود ولی عوارض وضایعات باقیمانده ایی در مواردی که DCS بطور مکرر تکرار شود وجود دارد که عبارتند از :

۱- نکروز استخوانی دیس باریک **"Dysbaric Osteonecrosis"**

که اکثر در شانه و لگن رخ میدهد که اغلب بی علامت Asymptomatic است ولی در مواردی که نزدیک به کپسول مفصلی باشد یک درد و آرتریت شدید ایجاد میکند که گاهاً ماهها تا سالها بعد خود را نشان میدهد در این افراد شکستن استخوانی پاتولوژیک[۱] با حداقل ضربه رخ میدهد .

۲- اختلالات نرولوژیک: که شامل فلج ناقص یا کامل و یا نروپاتی محیطی است بخصوص در DCS II که اغلب با ضعف عقلانی ،اختلالات حسی یا بی حسی و گاهاً اختلال تشخیصی[۲] تظاهر میکند .

۳- اختلالات مزمن پوستی:

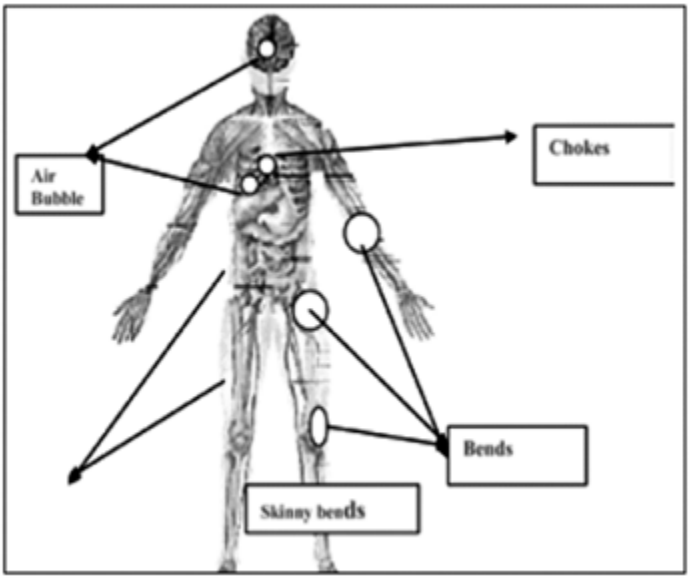


Figure 4: Main clinical manifestation of decompression syndrome

۱- درمان همراه یا درمانهای طبی معمول **Adjuvent Treatment**

دربیماریهای زیر همزمان در درمانهای طبی معمول استفاده از HBOT میتواند پیش آگهی بیمار را کاملاً تغییر دهد و این نکته نیاز به اطلاع رسانی به متخصصان ذی ربط دارد .

۱- "Pathologic Fracture

۲- Cognitive Deficit

A- **مسمومیت حاد با سیانیدها** : **Acute Cyanide Poisoning**

بعد از اینکه آنتی دت های لازم دریافت شد بیمار باید دراتاق فشار به مدت ۶-۴ ساعت قرار گیرد .

B- **زخمهای تروماتیک – ایسکمیک** **Acute Traumatic Peripheral Ischemic Wounds**

مثل زخمهای Crushing Injury که بعد از اقدامات جراحی وارتوپدی باید در کپسول فشار باشند .

C- **عفونتهای کلاستریدیا در زخمها ی دیابتی**

Clostridial Myonecrosis in Diabetic Wounds

این زخمها اغلب با تشکیل گانگرن گازی بسیار سخت به درمانهای معمولی جواب میدهند و باید با HBOT درمان شوند

D- **گرافت ها و فلاپ های پوستی با نقصان خون رسانی**

Compromised Grafts And Flaps

مثلاًدر موارد پیوندی که نشانه مرگ بافتی ظاهر میشود . این روش در برقراری اکسیژن رسانی کافی به پیوند یک نقش کلیدی بازی میکند.

E- **عفونتهای نکروز شونده بافتهای نرم** **Necrotizing Soft Tissue Infection**،

مثل عفونتهای Necrotizing Fascitis وزخمهای ملن **"Meleney Ulcer"**

F- **نکروز استخوان فک** **(Mandibular Osteoradionecrosis)**

در سرطانهایی که نیاز به اشعه درمانی دارند و فکها تحت اشعه بیشتر از ۱۷۰۰Rad قرار مبگیرند اتفاق می افتد که HBOT بعد از اقدامات جراحی لازم است .

G- **التهاب مثانه در اثر اشعه درمانی** **Radiation – Induced Cystitis**

در سرطانهای مثانه به خصوص Transitional Cell Carcinoma مثانه با اشعه درمانی زخمهایی ایجاد میشود. در پس زدن عضو پیوند (GVHD) مثانه[۱]

H- **التهاب روده در اثر اشعه درمانی** **Radiation – Induced Enterocolitis**

I- **زخمهای دیابتی با طبقه بندی واگنر درجه سه به بالا** **(Wagner's Ulcer)**

۱- (Graft Versus Host Disease)

TABLE III

INCIDENCE OF SYMPTOMS N = 115

Musculoskeletal 71 (61.7%)		
Shoulder	56	48.7%
Elbows	42	36.5%
Arm	9	7.8%
Wrist	9	7.8%
Hand	1	.9%
Knee	21	18.3%
Hip	10	8.7%
Leg	9	7.8%
Thigh	7	6.1%
Ankle	3	2.6%
Neurological		
Cerebral	19	16.5%
Paresis and Paralysis	44	38.3%
Subjective sensory loss	59	51.3%
Loss of sensation	54	47.0%
Loss of proprioception	21	18.2%
Loss of bladder function	41	35.6%
Loss of bowel function	21	18.2%
Pain in spinal column	15	13.0%
Unconsciousness	23	20.0%
Inner Ear		
Vertigo	10	8.7%
Deafness	3	2.6%
Tinnitus	2	1.7%
Respiratory		
Chest pain	18	15.6%
Cough	12	10.4%
Dyspnoea	20	17.4%
Gastrointestinal		
Abdominal pain	18	15.7%
Nausea	25	21.7%
Generalised		
Malaise	31	27.0%
Dizziness	20	17.4%
Anorexia	6	5.2%
Fever	4	3.5%
Integumental		
Oedema	10	8.7%
Itching	9	7.8%
Rashes	6	5.2%

۱. Acute carbon monoxide intoxication,

۲. Decompression illness,

۳. Gas embolism,

۴. Gas gangrene,

۵. Acute traumatic peripheral ischemia, crush injuries and suturing of severed limbs.
HBO therapy would be an adjunctive treatment when loss of function, limb, or life is threatened.

۶. Progressive necrotizing infections (necrotizing fasciitis),

۷. Preparation and preservation of compromised skin grafts (not for primary management of wounds and artificial skin grafts does not apply to coverage),

۸. Chronic refractory osteomyelitis, unresponsive to conventional medical and surgical management,

۹. Osteoradionecrosis as an adjunct to conventional treatment,

۱۰. Soft tissue radionecrosis as an adjunct to conventional treatment,

۱۱. Cyanide poisoning,

۱۲. Actinomycosis, only as an adjunct to conventional therapy when the disease process is refractory to antibiotics and surgical treatment,

۱۳. Diabetic wounds of the lower extremities in patients who meet the following three criteria:

a. Patient has type I or type II diabetes and has a lower extremity wound that is due to diabetes;

b. Patient has a wound classified as Wagner grade III or higher; and

c. Patient has failed an adequate course of standard wound therapy.

۳- در بعضی بیماریها اثربخشی HBOT در حال تحقیق است واز آن به عنوان **Experimental Therapy** یاد میکنند که لیست بسیار زیادی از بیماریهاست که در تمام دنیا در حال بررسی اثر HBOT روی آنها هستند

. actinomycosis

• acute coronary syndrome (ACS)/myocardial ischemia/infarction (MI)

• acute traumatic brain injury

• anorectal disorders (i.e., chronic anal fissure [CAF], internal hemorrhoids, infectious proctitis)

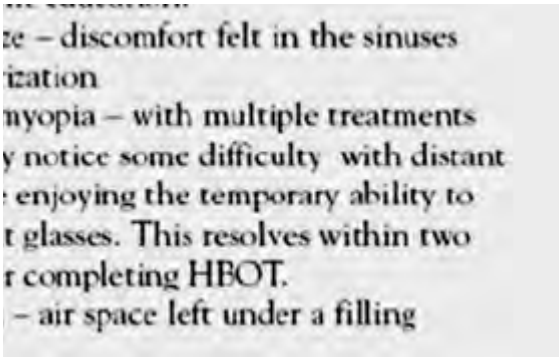
• brown recluse spider bites

- **cancer**
- **carbon tetrachloride poisoning**
- **cerebral edema**
- **cerebral palsy**
- **cerebral radionecrosis**
- **chronic fatigue syndrome**
- **Crohn's disease**
- **decubitus/ pressure ulcers**
- **dementia**
- **epilepsy**
- **exceptional blood loss**
- **fractures (i.e., delayed healing or nonunion)**
- **headaches (i.e., cluster, migraine)**
- **human immunodeficiency virus (HIV)–fatigue**
- **in vitro fertilization**
- **Lyme disease**
- **lymphedema**
- **malignant otitis externa (i.e., necrotizing external otitis)**
- **multiple sclerosis**
- **mycoses**
- **ophthalmologic conditions (i.e., optic neuropathy, glaucoma, retinal artery occlusion)**
- **organ storage**
- **organ transplantation**
- **rheumatoid arthritis**
- **sepsis**
- **sickle cell disease**
- **soft tissue injury (e.g., delayed onset muscle soreness, sprains, strains)**
- **spinal cord injury**
- **stroke**
- **thermal burns**
- **tinnitus**

.venous stasis ulcers

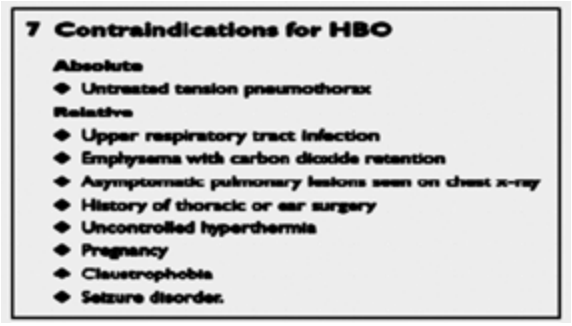
اثرات سمی /عوارض **Side-Effect & Toxicity**

با رعایت پروتکل های استاندارد، اکسیژن درمانی با فشار بالا کاملاً بی خطر است . شایعترین عارضه به دلیل انسداد در شیپور استاش رخ میدهد (Aural Barotrauma) که باعث یک درد ملایم در گوش میشود.


ze – discomfort felt in the sinuses
ization
myopia – with multiple treatments
y notice some difficulty with distant
enjoying the temporary ability to
t glasses. This resolves within two
r completing HBOT.
– air space left under a filling

از عوارض نادر دیگر می توان به Air Embolism ، Pneumothorax ویک Myopia موقت وقابل برگشت اشاره کرد . اگر چه ترس از فضای بسته Claustrophobia گاهی چنان شدید است که بیمار حاضر یه همکاری وماندن در کپسول نیست و انفجار در کپسولهای تحت فشار یک خطر واقعی و جدی است که با رعایت قوانین ایمنی کاملا تحت کنترل خواهد بود

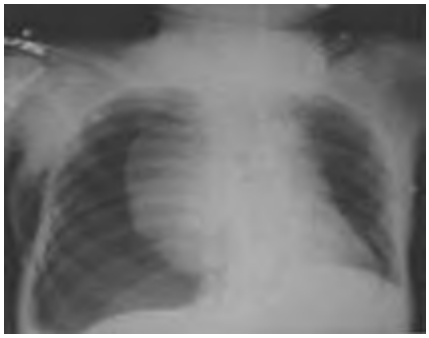
موارد منع مصرف مطلق و نسبی در HBOT :


7 Contraindications for HBO

Absolute
- Untreated tension pneumothorax

Relative
- Upper respiratory tract infection
- Emphysema with carbon dioxide retention
- Asymptomatic pulmonary lesions seen on chest x-ray
- History of thoracic or ear surgery
- Uncontrolled hyperthermia
- Pregnancy
- Claustrophobia
- Seizure disorder.

مهمترین و تنها منع مطلق استفاده از HBOT در افرادی است که دچار پنوموتوراکس فشار Tension Pneumothorax شده اند.



۱- پنوموتوراکس یک عارضه نسبتاً شایع در غواصی است و جزء بیماریهای اورژانس تلقی میگردد ،لذا قبل از ورود هر بیماری به کپسول فشار باید دقیقاً مطمئن باشیم که پنوموتراکس ندارد . در بالین بیمار انحراف تراشه اصلی به سمت صدمه دیده همراه با بالا رفتن JVP و کاهش برون ده قلب که با فشار پایین و تعداد ضربان بالا قابل شک است و عدم وجود صداهای تنفسی در یک ریه بیمار قابل تشخیص است . این شرایط فقط توسط پزشک قابل تشخیص است و این مهم یکی از دلائل متعدد علت نیاز تیم های غواصی به پزشک HBOTاست .

۲- عفونتهای راههای هوایی فوقانی "Upper Respiratory Treat Infection" عفونتهای راههای هوایی فوقانی با ایجاد التهاب در شیپور استاش باعث اختلال در عملکرد آن میشوند . باز بودن این لوله شرط لازم برای ایجاد تعادل فشار در دو طرف پرده صماخ است و به هر علتی اعم از عفونتهای ویروسی یا باکتریایی یا عوامل آلرژیک وشیمیایی که این لوله کار نکند افزایش فشار محیط باعث ایجاد درد و گاهی ناشنوایی میشود – وجود التهاب در شیپور استاش برای غواصی کردن منع مطلق دارد ولی برای درمان بیماران حاد ، تصمیم با پزشک HBOT است .

Contraindications, Risk Factors and Side Effects

Once a person is recognized as a candidate for HBOT, a history and physical must be obtained to determine if there are any contraindications to therapy.

1. Untreated pneumothorax
2. Prior chemotherapy treatment with Adriamycin or Bleomycin, current treatment with Cis-platinum, or Antabuse
3. Early model pacemakers not designed to tolerate pressure

۳- آمفیزم زیر پوستی و یا مدیاستینال یکی از عوارض و بیماریهای شایع غواصی است که در بسیاری از موارد با لمس کردن بیمار می توان صدای Crepitation را زیرپوست غواص حس کرد ،ضمنا بٌه دلائل فنی گاهی غواصان اجبار به تنفس محدود دارند که باعث تجمع گازCo_2 (Retention Co_2) می گردد این بیماران اگر دچار Subcutaneous Emphysema شده باشند نباید به اتاق فشار انتقال یابند . اگر چه گاهی علائم DCS سندروم تقلیل فشار یا Gas Emboli چنان خطرناک است که باید این منع مصرف نسبی را نادیده گرفت .

۴- یک منع مصرف نسبی پیدا کردن اتفاقی یک ضایعه درریه ها از طریق عکس قفسه صدری (CXR) است .

۵- وجود سابقه جراحی روی قفسه سینه یا گوش میانی و داخلی نیز یکی از موارد منع مصرف نسبی HBOT است .
۶- در افزایش حرارت بدن که قابل کنترل نباشد Uncontrolled Hyperthermia به هر علتی (تب ، طوفان تیروئیدی یا گرمازدگی محیطی) که بیمار افزایش دمای بدن داشته باشد
از HBOT باید با احتیاط و فقط در شرایط ضروری استفاده کرد.
۷- حاملگی ،گاهی بصورت ندانسته بیماران زنی که نیاز به HBOT دارند در اتاق فشار قرار می‌گیرند این عمل خطر سقط جنین را بسیار بالا می برد . حاملگی یکی از موارد منع مطلق غواصی است که در بسیاری موارد ندانسته انجام می‌شود و از موارد منع نسبی HBOT است که برای هر شرایطی با اولویت جان مادر تصمیم گیری می‌شود .
۸- ترس از فضای بسته "Claustrophobia" اکثراً خود بیمار اجازه نمی دهد آنرا در کپسول قرار دهند .
۹- بیماریهای صرع (Seizure Disorder) : اگر چه یکی از عوارض نادر اتاق فشار مسمومیت با گاز O_2اکسیژن است که باعث تشنج میشود ولی باید دانست به دلائل نامعلومی بیماران دارای سابقه تشنج در فشار بالای ATA۲ دچار تشنج دوباره میشوند و خطر Status Epilepsicous در آغاز بالاتر میرود .
۱۰- در بیمارانی که شیمی درمانی می‌شوند زخم بستر Bed Sore کاملاً شایع است باید توجه داشت که اگر از داروهای Adriamycin ، Bleomycin ، Antabuse یا Cis-Platinum استفاده میکنند درمانها HBOT بسیار محتاطانه باید انجام شود
۱۱- دربیمارانی که ضربان‌ساز قلبی Pacemaker دارند،احتمال اختلال فعالیت وجود دارد و باید با احتیاط و کاملا تحت مانیتورینگ قلبی ریوی در اتاق فشار زیر نظر پزشک باشند .

Relative Contraindications Include

1. URI and chronic sinusitis – patients need to be able to "clear their ears" during the dive, which feels similar to ears popping during an airplane descent. If there is an accumulation of fluid in the ear, treatment may need to be delayed. Alternatively myringotomy tubes may be used to alleviate this issue.
2. Seizure disorder
3. Severe COPD or emphysema
4. High fever may lead to seizure. No diving if temperature is greater than 100°F.
5. History of spontaneous pneumothorax

موارد منع نسبی Relative Contraindication برای HBOT عبارت است از :

۱- وجود سینوزیت مزمن با URI بگونه ای که متعادل سازی فشار در دو طرف پرده صماخ با مانورهای معمول امکان پذیر نباشد . اگر در گوش تجمع مایع (Serous Otitis Media) دیده شود HBOT در صورت امکان باید به تاخیر بیفتد ولی شرایط بیمار و قضاوت پزشک را می طلبد . ولی د رشرایط غیر اورژانس با استفاده از Myringotomy Tube می توان مشکل را حل کرد .

۲- اختلالات تشنجی[۱] این بیماران به‌خصوص اگر در شرایط مسمومیت با O_2 قرار گیرند احتمال حمله های تشنجی را دارند.

۳- Sever Emphysematous COPD: این بیماران به دلیل نوع پاتولوژی در آمفیزم ریوی احتمال بروز مشکلاتی مثل پنوموتوراکس را افزایش میدهد لذا باید با مشاهده دقیق زیر نظر پزشک درمان HBOT را دریافت کنند .

۴- تب شدید – اصولا غواصی در دمای بیش از ۱۰۰ درجه فارنهایت منع کامل دارد ولی بیماران باتب شدید نباید تحت فشار بیش از یک ATA قرار گیرند (HBOT ممنوع مگر کاملا برای حفظ جان بیمار ضروری باشد مثلا مسمومیت با CO)

۵- وجود سابقه پنوموتوراکس خودبه‌خودی Spontaneous Pneumothorax: این بیماران فقط در مواردی که جان بیمار در خطر باشد باید از HBOT استفاده کنند.

اثر درمانی HBOT را می توان به عوامل زیر نسبت داد : Therapeutic Effects

۱- **افزایش اکسیژن رسانی بافتی Hyper oxygenation** که باعث افزایش قدرت سیستم ایمنی و عملکرد سلولهای WBC شده و توانایی فاگوسیتوز آنها را افزایش می دهد.

۲- ایجاد عروق جدید(Neo-Vascularization) HBOT در مناطق هیپوکسی باعث تجمع فیبروبلاستها و نتیجتاً رشد مویرگی میشود که می تواند در صدمات بافتی که در اثر اشعه ایجاد شده باشد یا زخمها ی پرعارضه که پاتولوژی آنها میکروواسکولیت Microvasculitis –Endarteritis است بسیار موثر باشد .

۳- ایجاد انقباض عروقی Vasoconstriction این اثر باعث کم شدن ادم و تورم Anti – Edema Effect بافتی شده که می تواند برای درمان موارد حاد به‌خصوص در تروما و سوختگی مصرف داشته باشد .

- اثر میکروب کشی EffectBactericidal

اکسیژن برای میکرو ارگانیزم های بی هوازی به عنوان یک منع کننده رشد Bacteriostatic در فشار بیشتر از ATA ۳/۱ می باشد . اکسیژن در این فشار باعث منع تولید Alpha(α –Toxin) به وسیله میکروب C.Welchii میگردد و باعث ایجاد یک اثر هم افزایی[۲] با آمینوگلیکوزیدها و کینولون ها می گردد . پس اکسیژن درمانی HBOT می تواند نجات دهنده باشد به‌خصوص در (قانقاریای گازی)[۳] و (کلیه عفونتهای نکروتیکی)[۴]

۵- کاهش نیمه عمرم در ملکول منوکسی هموگلوبین Hb-co (منواکسیدکربن – هموگلوبین[۵] اصولا HBOT انتخاب اول در بیماران و قربانیان سوختگی است چرا که مسمومیت بامنواکسید کربن را باید بین ۲۰ دقیقه تا حداکثر ۵ ساعت در کپسول نگه داشت با این کارعفونتها ی پوستی آنها نیز در نطفه از بین برود .

۶- اثر مکانیکی : افزایش فشار در کپسول باعث کاهش سایز حباب‌ها در آمبولی هوایی Air Emboli وحباب‌های

۱- (Seizure Disorders)

۲- (Synergic)

۳- Gas gangrene

٤- Necrotizing Fashiatitis

٥- (Carboxy heamoglobin)

نیتروژن N_2 در بیماری تقلیل فشار Decompression Sickness میگردد

۷- فعال سازی سلولهای خفته Sleeping Cell درمنطقه Penumbra (پنوبرا) این ناحیه عبارت‌اند از: سلولهای حاشیه ای که در اطراف بافت نکروز شده مغز در انواع CVA (سکته عروقی - مغزی) دیده می‌شوند . این سلولها با درمان زود هنگام HBOT دچار صدمه کمتر شده و گاهاً دوباره فعال می‌شوند .

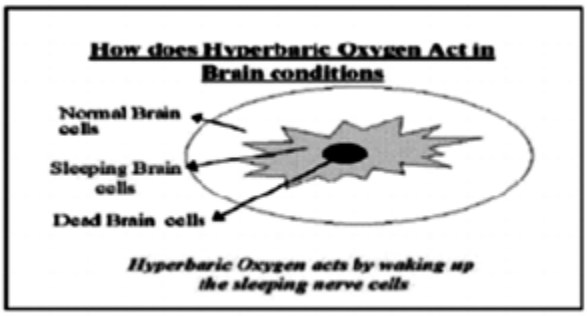


Fig. 1. *Mechanism of action of HBO in Neurology*

ضمنا اکسیژن مانع اتصال و انتشار سلولهای WBC به عروق وخروج آنها به بافت (Infiltration) مغز میشود لذا در بیمارانی که دچار صدمات ترومایی حاد به مغز یا نخاع شده اند می توانند از درمان HBOT استفاده کنند درست مثل انواع بیماران CVA ترومبوتیک یا همراژیک .

تاثیرات سودمند HBOT :

عواملی را که باعث تقبل HBOT در دنیا شده است به طور خلاصه در زیر بیان میکنیم :

۱- یک درمان ایمن با عوارض بسیار ناچیز

۲- اضافه کردن HBOT به روشهای معمول جراحی ، باعث تسریع سلامت زخم و تسریع بهبود آن میشود و تحرک مریض (Early Mobilization) در زمان کمتری شروع میشود.

۳- کاهش مدت بستری و کاهش زمان در کلیه مراحل درمان و توانبخشی بیماران

۴- تنها راه درمان در بعضی از موارد

۵- نقش اساسی در درمان عوارض بعضی از بیماریها که می توانند ناتوانی پایدار و مادام العمر ایجاد کنند .

تاثیر HBOT بر بهبود زخم

این روش یک نقش اساسی در درمان زخمهای قید شده در زیر ایفا می‌کند به‌خصوص زمانی که بصورت ترکیب با روش‌های معمول درمان استفاده شود .

A : زخمهای مشکل ساز **"Problematic wounds"**

بنابه تعریف، زخمی را که با روش‌های معمولی درمان طبی و جراحی بیش از ۳۰ روز بهبود نیابد را گویند. این زخم‌ها شامل موارد زیرند :

۱- زخم‌های دیابتی Diabetic Wounds

حتی در بهترین شرایط درمانی هم بیماران دیابتی دچار زخم های مشکل ساز پا می‌شوند . اگر چه زخمهای جناق سینه در جراحیهای قلب بای پس سرخرگ کرونر (CABG) و درموارد گرافت هم به مشکلات جدیدی برخورد می‌کنند . درمان زخم از طریق اضافه کردن HBOT بطور ثابت شده ایی هزینه ها و مدت درمان بیماران پای دیابتی را کاهش میدهد و شانس قطع عضو Amputation را بطور چشم گیری کم میکند که برای کیفیت زندگی این بیماران بسیار حائز اهمیت است .

۲- زخمهای ناکارایی عروقی "Vascular Insufficiency Ulcer"

استفاده از HBOT برای زخمها توصیه می‌گردد که با حداکثر تلاش در جهت Revascularization بهبود نمی‌یابند . بعلاوه برای تشکیل یک بستر گرانوله در زخم‌های وسیع که به دلیل نقص سیاهرگی ایجاد شده اند هم می توان از HBOT استفاده کرد .

در سیستم طبقه بندی واگنر "Wagner" که مربوط به ضایعات و زخمهای پاست که در اثر اختلالات عروقی ایجاد میشوند (Disvascular Foot Lesion) در کلاسهای ۳و۴و۵ درمان با HBOT کاملاً موثر است .

:The Wagner classification system of wounds is defined as follows

;grade ۰ = no open lesion

;grade ۱ = superficial ulcer without penetration to deeper layers

;grade ۲ = ulcer penetrates to tendon, bone, or joint

grade ۳ = lesion has penetrated deeper than grade ۲ and there is abscess, Osteomyelitis, pyarthro-

;sis, plantar space abscess, or infection of the tendon and tendon sheaths

;grade ۴ = wet or dry gangrene in the toes or forefoot

grade ۵ = gangrene involves the whole foot or such a percentage that no local procedures are

.**possible and amputation (at least at the below the knee level) is indicated**

Problem wound.
(Left) chronic infection. 8 months of discharging sinus. Nocardia brasiliensis cultured. No improvement with surgical debridement and high dose antibiotic therapy.
(Right) Complete resolution of wound with 19 HBO treatments (1 hour at 18 m pressure [1.8 bar] with 30 minute ascent to surface pressure).

B- زخمهای عفونی "Infected Wound"

۱- در زخمهایی مثل Clostridia Myositis و (Myonecrosis) Gas Gangrene که عوامل بی هوازی هستند. باکتریهای کلاستردیوم در معرض اکسیژن بافشار جزئی بالا نمی توانند تکثیر شوند یا مهاجرت کنند و یا تولید اگزوتوکسین کنند و این روش درمانی برای این بیماران باعث کاهش قطع عضو و در مواردی نجات حیات بیمار میشود.

۲- در استئومیلیت مقاوم به درمان (Refractory Osteomyelitis)

در پاتوفیزیولوژی استئومیلیت که همراه کاهش فشار اکسیژن در استخوان عفونی و بافتهای اطراف است ، افزایش فشار جزئی اکسیژن محلول و متصل با HB می تواند در بهبود سریع این بیماری کمک شایانی کند.اکسیژن کافی باعث افزایش فعالیت فیبروبلاستها وافزایش تراکم انتی بیوتیکها (آمینوگلیکوزیدها ، وانکومایسین و سولفونامیدها) در محل عفونت میشود .

- HBOT دارای یک اثر Synergic کاملاً اثبات شده ای با آنتی بیوتیکهاست .

در طبقه بندی Ciery-Madar که برای استئومیلیت است HBOT کاملا ثابت شده است بیماران در طبقه بندی ۳Bیا ۴B که آ نتی بیوتیک مناسب ،با دبریدمان کامل وتغذیه مناسب داشته اند بهترین اثر را از HBOT می گیرند.

۳- عفونتهای بافت نرم نکروتیک "Necrotizing Soft Tissye Infection"

در عفونتهای نکروز کننده مثل "Crepitate Anaerobic Cellulites" ، "Progressive Bacterial Gangrene" ، "Necrotizing Faciitis" ، "Non-Clostridia Myonecrosis" این عوامل با ایجاد هیپوکسی در بافت نرم شرایط افزایش رشد میکروبهای بی هوازی را ایجاد میکنند و باعث انسداد عروق انتهایی[۱] و نکروز پیشرونده میشوند .

کاملاً اثبات شده که اضافه کردن HBOT به درمانهای استاندارد (آنتی بیوتیک + دبریدما ن) درعفونتهای نکروزکننده باعث کاهش مدت بستری و مرگ ومیر این بیماریها میشود .

C- زخمهای ترومایی "Trauma Wound"

صدمات له شدگی "Crush Injury"

وقتی بافتهای بدن در اثر عواملی مثل تصادفات ، افتادن از ارتفاع وصدمات گلوله دچار صدمات له شدگی میگردد میزان عوارض مثل عفونتها یا شکستگی های استخوانی که جوش نمی خورند و نهایتاً نقص عضو تا ۵۰٪ افزایش می یابد که بطور ثابت شده ای با اضافه کردن HBOT به روشهای قبلی درمانی ، کاهش قابل ملاحظه هزینه ها و عوارض صدمات له شدگی به اثبات رسیده است .

۱- (Occulsive Endarteritis)

طبقه بندی گویتل[۱] در صدمات له شدگی کلاسهای A_B_C با درجه ۳ که براساس نیاز بیمار به Flap یا Graft برای ترمیم زخم تقسیم بندی میشود HBOT میتواند در درمان آنها بسیار موثر باشد .

ایسکمی حاد تروماتیک "Acute Traumatic Ischemia"

شماره بندی مس (Mess Score) برای بررسی تاثیر HBOT روی اعضاء صدمه دیده (Mangled Extremities) بکار میرود ، مهمترین پاسخ درمانی را در شماره۸&۷ وبدترین پاسخ را در شماره ۳و۴ خواهیم داشت .

سندروم کامپارتمان "Compartment Syndrom"

در سندروم کامپارتمان ماهیچه های اسکلتی که با علائم درد شدید ، ورم مشخص ، با عوارض نروپاتی یا میلوپاتی و یا انسفالوپاتی ظهور میکنند و فشار کامپارتمنت از ۴۰ mmHg بیشتر باشد ، استفاده از HBOT بسیار کمک کننده است .

D- گرافت و فلاپ پوستی "Skin Grafts and Flaps"

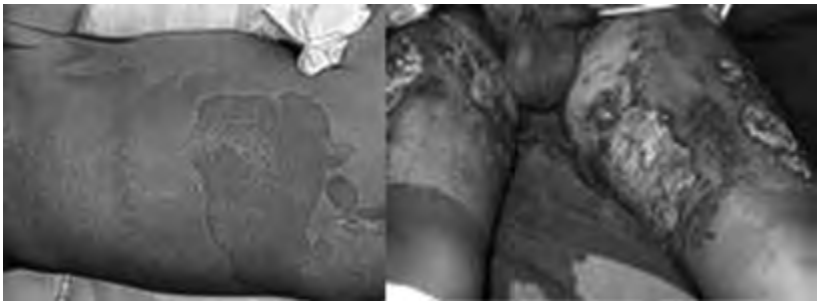
زمانی که بستر زخم توانایی رساندن اکسیژن به گرافت یا فلاپ را ندارد احتمال شکست پیوند بسیار است .
علل شایع برای این مسئله عبارت‌اند از :

۱- (Gustilo Classification)

اشعه درمانی قبلی ، دیابت و عفونتها . اگر چه تغذیه بد و سیگار هم باعث کاهش خونرسانی بافتی میشوند که هزینه های درمانی سنگینی ایجاد میکند . HBOT یک نقش ثابت شده و اساسی در بهبود گرافت و فلاپ دارد .

E – سوختگیهای حرارتی Thermal Burn

سوختگیها باعث زخمهایی میشوند که از نظر پاتولوژیک حالت Dynamic دارند که مشخصه آنها یک Zone انعقادی است که به وسیله یک ناحیه Stasis احاطه شده که به یک ناحیه Hyperemia متصل وختم میشوند .



ترکیب درمان کلاسیک با HBOT باعث محدود شدن پیشرفت صدمات سوختگی ، کاهش ورم ، کاهش نیاز به جراحی و کاهش مدت بستری بیمار و نهایتاً کاهش هزینه های درمانی میشوند . این اثرات سودمند اگر HBOT را بین ۲۴-۶ ساعت اول سوختگی شروع کنیم بهتر مشاهده خواهد شد .

Severe burns treated with HBO

اموزه موارد مصرف HBOT در سوختگی های درجه ۲ عمیق و سوختگیهای درجه ۳ که بیش از ۲۰٪ سطح بدن را درگیر کرده باشد و در موارد سوختگی صورت ، دستها و ناحیه زهار (Groin area) نیز از موارد اندیکاسیون مطلق HBOT هستند.

مصرف HBOT در سرطان ها و بافتهای آسیب دیده در اثر اشعه درمانی:

HBOT in Oncology and Radiation Tissue Damage

اثر HBOT در بافتهای تخریب شده در اثر اشعه درمانی (برای بیماران سرطانی که بین ۲۰۰۰ تا ۵۰۰۰ راد اشعه دریافت کرده باشند) که از عوارض دیر هنگام اشعه درمانی است HBOT بهترین روش درمان است در این بیماران به دلیل Endarteritis بهبود زخمهای ناشی از هرگونه جراحی مشکل پیدا میکنند .

مکانیزم اصلی صدمات طویل مدت اشعه درمانی التهاب عروق انتهای اعضاء[۱] است که بصورت پیشرونده ای ساختمان عروق ریز را تخریب میکند Progressive Microvasculitis .

این پاتولوژی باعث هیپوکسی بافتی و مرگ ونکروزپیشرونده بافتی میشود و روشهای درمانی معمول اغلب بی اثرند تنها درمان موجود برای این نوع ضایعات دیرهنگام اشعه درمانی ، استفاده از HBOT است .بطور کاملاً اثبات شده و معنی داری HBO میزان ابتلا بیماری ، عوارض تغییر شکل پوستی و نیاز به جراحی های پلاستیک را کاهش میدهد . جالب اینکه در دست و گردن ، HBO باعث افزایش حساسیت به اشعه در تومورهای مورد درمان میشود .

A – تخریب بافتی به علت عوارض دیرهنگام اشعه درمانی

(Late Radiation Induced Tissue Damage)

در روش HBOT میزان اکسیژن رسانی بافتی در حدی است که مکانیزم ترمیم عروق شروع به فعالیت میکند و با تولید آنژیوتانسین[۲] باعث تحریک رگ سازی جدید[۳] و افزایش فعالیت فیبروبلاستها درمناطق دارای کمبود عروق مثل بافتهای صدمه دیده در اثر اشعه درمانی میشود به‌خصوص در پوست ، مخاط ها و استخوان .

۱- (Endarteritis)

۲- Angiotension

۳- (Neo-Vascularization)

این واکنش باعث دوباره سازی سلولهای اندوتلیال بافتی Re-Epitalization در عروق زخمها میشود.
با گسترش بستر عروقی، گرافت ها وفلاپ ها شانس بیشتری برای بهبود دارند.ضمناً HBO با افزایش اکسیژن پلاسمایی که به عنوان یک باکتریوسید[۱] برای سوش های خاصی مثل بی هوازیها عمل میکند ولی برای عواملی مثل اشریشیا (E.Coli) یک عامل باکتریواستاتیک و حساس کننده به آنتی بیوتیک است که باعث افزایش فعالیت فاگوسیتها و نهایتاً افزایش کارایی سیستم ایمنی بدن میشود بهخصوص در بیماران با سرکوب ایمنی (شیمی درمانی)
شایعترین مصرف HBOT با این مکانیزم (Neo-Vascularization) در بیماری استئورادیونکروز[۲] ، نکروز بافت نرم ، التهاب مثانه در اثر اشعه Radio cystitis ، (Prostitis Enteritis) ، Vesicocutaneos Fistula ، "Radio-Optic Neu-ropathy" ، Retinopathy و صدمات CNS و ... است .

B- مکمل اشعه درمانی (Adjunctive to Therapeutic Radiation)

در مکانهایی که تحت اثر اشعه بوده اند به دلیل التهاب عروق انتهایی Endarteritis هیپوکسی بافتی باعث فیبروز بافت میشود که این موضوع عوارض بعد از عمل مثل عفونتها ، عدم جوش خوردن زخم[۳] و تاخیر در بهبود را باعث میشود .
HBOT قبل و بعد از عمل باعث افزایش شانس بهبود زخمهای دراثر اشعه درمانی میگردد.
HBOT بطور قابل ملاحظه ای ساخت استخوان و بلوغ بافت استخوانی را تحریک میکند و باعث کاهش خطر ابتلا به نکروز – اشعه ای (Radio necrosis) و شکست در تعویض بافت (Implantation) می‌گردد.
استفاده پروفیلاکتیک از HBOT در کشیدن دندان ، گذاشتن هر نوع Implant بطور اثبات شده ای موثر است .

C – اکسیژن در فشار بالا به عنوان حساس کننده به اشعه درمانی

(Hyperbaric Oxygen as Radiosensitiser)

عمل می کند . فشار اکسیژن در یک تومور میتواند به حدود ۸ میلی متر جیوه برسد با افزایش حجم تومور کمتر

۱- (Bactericidal)

۲- (Osteoradionecrosis)

۳- (Wound Dehiscence)

هم میشود و درناحیه نکروز مرکزی فشار اکسیژن صفر است و این هیپوکسی باعث مقاومت تومور به اشعه درمانی میشود .

در فشار جزیی صفراکسیژن ، میزان اشعه مورد نیاز به حدود سه برابرمی‌رسد .دراشعه درمانی سلولهای سرطانی که از اکسیژن رسانی کافی برخوردارند آسیب جدی می بینند به‌خصوص در ناحیه سر و گردن .

موارد استفاده اشعه درمانی درسر و گردن، رتینوبلاستوما به‌خصوص Glioblastoma Multiforme و Astrocytoma و در Carcinoma سلولهای سنگ فرشی است .

مصرف HBOT در ناشنوایی ناگهانی (Sudden Hearing Loss)

از دست دادن شنوایی به دلیل تخریب حسگرهای عصبی Sensor neuronal Hearing Loss که در عرض چند ساعت تا چند روز تظاهر میکند و به دلیل ایسکمی حلزونی[۱] رخ میدهد . فعالیت حلزون گوش داخلی شدیدا وابسته اکسیژن است و در این بیماری استفاده از HBOT همراه با گشادکننده های عروق و داروهای ضدالتهاب موثر است.

HBOT باعث افزایش قابل ملاحظه اکسیژن در پری لنف و اندولنف میگردد.

HBOT باعث کاهش هماتوکریت ، ویسکوزیتی خون وافزایش انعطاف پذیری RBC خواهد شد و خونرسانی Perfusion موثر حلزون شنوایی را بهبود می بخشد .

مصرف HBOT در آمبولی هوا و بیماری تقلیل فشار (Decompression Sickness) یا DCS

اصولاً آمبولی ریویAir-Pulmonary Embolism اغلب در DCS یا حوادث در ارتفاعات بالا یا صدمات سر و گردن یا به‌صورت Iatrogenic (به دلیل خطای درمان) درفعالیتهای جراحی یا تشخیصی عارض میشود .

آمبولی عروق در سطح رگهای کوچک مغز باعث ایسکمی و ادم مغزی در ناحیه درگیرایسکمیک خواهد شد – حبابهای گاز گاهی مثل یک جسم خارجی عمل میکنند و باعث شروع یکسری فعالیتهای شیمیایی میشوند .

بیماری DCS به دلیل تقلیل ناگهانی فشار که باعث تشکیل حبابهایی از گازهای بی اثر موجود در هوا که بطور عمده از نوع گاز نیتروژن هستند در تمام بافتهای بدن میشود . به دلیل منع عبور خون از بعضی عروق و ایجاد درجاتی از ایسکمی ، فاکتورهای شیمیایی خاصی از طرف بدن ترشح میشوند . این حالت در غواصی یا در کارگرانی که در تونلهای با فشار بالا کار میکنند و یا در ارتفاع گیری سریع درپرسنل هوایی و خلبانان رخ میدهد که بنام Altitude Dcs شناخته میشود .

HBOT تنها روش درمان این سندرم است که با افزایش فشار محیطی باعث تقلیل اندازه حبابهای گازی نیتروژن و حتی انحلال دوباره آنها به خون می‌شویم HBOT باعث انقباض عروق و کاهش فشار هیدروستاتیکی خون و باعث کاهش ادم مغزی[۲] خواهد شد – و فشار جزیی بالای O_2 باعث کاهش صدمات ایسکمیک بافتی می‌شود ضمن اینکه فعالیت محاجرتی WBC را کاهش می‌دهد.

۱- (Cochlear)

۲- Cerebral Edema

HBOT در درمان مسمومیت با گاز منواکسید کربن CO ودود ناشی از آتش سوزی[۱] تنفس دود اثرات سمی متفاوتی دارد که باعث ناکارآمدی ریه از طریق صدمات حرارتی و شیمیایی میشود .مسمومیت با CO موجب جایگرینی سریع آن به جای O_2 با هموگلوبین Hb گشته و اعضایی مثل مغز و قلب که دارای جریان خون بالا هستند به سرعت صدمه می بینند . HBOT با افزایش شدید اکسیژن محلول در پلاسما مانع ایجاد هیپوکسی در بافتها به دلیل وجود کربوکسی هموگلوبین CoHb می شود .

اکسیژن محلول سبب جداشدن سریع‌تر CO از Hb و سیتوکرم اکسیداز میشود و فعالیت آنها برمی گردد که باعث کاهش ادم مغزی می گردد که در اثر کاهش تولید Brain Lipid Peroxidation است .

HBOT در کم خونی — HBOT in Exceptional Anemia

هر گاه بیمار میزان خون زیادی را از دست داده باشد و به دلایل طبی یا مذهبی نتوان به آن خون تزریق کرد روش HBOT در کوتاه مدت میتواند کاملاً نجات دهنده باشد – زیرا انحلال اکسیژن در پلاسما می تواند میزان اکسیژن مورد نیاز BMR پایه متابولیکی را فراهم کنند .

اصولاً خطوط راهنما GuideLine استفاده از HBOT را می توان چنین گفت : ۱- در فشارخون متوسط کمتر از ۶۰mmHg ، ۲- در شرایطی که وازوپرسین لازم میشود (مثلاً CHF) ، ۳- در تغییرات شرایط روحی و روانی ، ۴- در ایسکمی میوکارد ۵- در ایسکمی دستگاه گوارش و ۶- حتی در لاکتیک اسیدوز شدید .

در بیماریهای نرولوژیک تحقیقات شاهد محور EBM[۲] زیادی در حال انجام است – درکلیه تحقیقاتی که در زمینه بیماریهای ایسکمیک و انوکسی Anoxic سیستم عصبی انجام گرفته میتوان از HBOT کمک گرفت .

اصولاً در پاتولوژیکی ایسکمی در بافت مغزی ، در مرکز ایسکمی سلولهای مرده که بنام Giliosis هستند قرار دارند که سالهای بعد از طریق CT Scan یا MRI قابل تشخیص هستند ، ولی یک حاشیه اطراف سلولهایی هستند که دچار خواب سلولی شده اند و اصطلاحاً Sleep Cell معروفند ، میزان ضایعات این سلولها باعث مرگ آنها نمی شود ولی عملکرد آنها شدیداً تحت تاثیر قرار میگردد و در انواع عکسبرداری هیچ علامتی ندارند و در اطراف آنها سلولهای نرمال مغزی وجود دارند .با HBOT به سلولهای ناحیه خواب[۳] اکسیژن کافی میرسد ودر مواردی بازگشت تمام فعالیت نرمال این نرون‌ها دیده شده است ، ضمن اینکه باعث کاهش ادم مغزی و افزایش انعطاف پذیری سلولهای قرمز خونی میشود به همین دلیل در سکته مغزی حاد CVAو صدمات پس از تروما در مغز و فلج مغزی[۴] نتایج بالینی بسیار خوبی از HBOT گرفته میشود .

فلج بل Bell's Palsy : فلج عصب شماره ۷ صورتی را فلج بل می گویند که امروزه فقط با استروئید یا جراحی فشار برداری عصبی[۵] با نتایج بسیار ضعیف درمان میشوند .

۱- (Fire Smoke)

۲- Evedience Bose Medicine

۳- Sleep Cell

۴- Cerebral Palsy

۵- (Decompression Surgery)

استفاده از HBOT با استرو ئید نتایج بسیار جالبی در کوتاه کردن به‌دست می‌دهد و مدت بازگشت فعالیت عصب کوتاه می‌شود .

نتایج بالینی و حدود تحقیقات **Clinical Trials & Research Area**

در مباحث متنوعی HBOT در حال بررسی است مثلاً در روند پیرشدگی[۱] و در سکته مغزی[۲] تحقیقات وسیعی انجام شد و همینطور صدمات ورزشی ، در بیماری ارتفاعات[۳]، صدمات مغزی ،اختلالات ادراکی[۴] سردردهای میگرنی ،درتوقف حاد کبدی[۵] ،حمله سلولها ی داسی شکل Sickle Cell Crises ،صدمات نخاعی ، صدمات بسته مغزی[۶]،در بیماری Purpura Fulminans ، اکتینومیکوز[۷] ، ترومبوز عروق احشایی[۸] ، انسداد عروق مرکزی شبکیه ، در Cystoids Macular Edema و در لپروسی از دیگر بیماریهایی هستند که در حال انجام تحقیقات با HBOT قرار گرفته اند.

acute carbon monoxide intoxication

- **burns**
- **decompression illness**
- **gas embolism**
- **gas gangrene**
- **acute traumatic peripheral ischemia (loss of limb function or when life is threatened)**
- **crush injuries and suturing of severed limbs (i.e., as an adjuvant when loss of function occurs or life is threatened)**
- **Meleney's ulcers**
- **acute peripheral arterial insufficiency ulcers**
- **skin grafts (i.e., preparation and preservation of compromised grafts)**
- **osteoradionecrosis (i.e., as an adjunct to conventional treatment)**
- **soft tissue radionecrosis (i.e., as an adjunct to conventional treatment)**
- **cyanide poisoning**

۱- Senility

۲- Stroke

۳- High Altitude Sickness

٤- (Cognitive Disorder)

٥- Fulminate Hepatitis Failure

٦- Closed Head Injury

۷- Actinomycosis

۸- Mesenteric Thrombosis

• actinomycosis (i.e., as an adjunct to conventional therapy when the process is refractory to antibiotics and surgical treatment)

• diabetic wounds

• venous stasis ulcers (recommended only if venous surgery, local wound care, leg elevation, counter pressure support, and skin grafting fails)

• decubitus ulcers—with underlying osteomyelitis, a compromised skin flap or an infected wound

• arterial insufficiency ulcers (which persist after reconstructive surgery has restored large vessel function)

• necrotic wounds secondary to a brown recluse spider bite

Conclusion **نتیجه**

طب فشار بالای محیطی به یک مرحله جدید پا گذاشته است . اثرات **HBOT** در بسیاری از بیماریها براساس شاهد بالینی اثبات شده و و جود اتاقک هایپرباریک یک وسیله ضروری در بیمارستان‌هاست. پزشکان تمام شاخه ها باید با این موضوع عجین شوند تا تاثیرات درمانی آنرا در تحقیقات آینده بیشتر روشن کنند . تحلیل مالی نشان میدهد که استفاده از **HBOT** در کنار روشهای درمانی قبلی در بسیاری از بیماریها به دلیل کوتاه شدن مدت درمان و مدت بستری باعث کاهش هزینه های کل میگردد.

REFERENCES:

۱. Leach R M, Rees PJ, Wilmshurst P. Hyperbaric oxygen therapy. BMJ ۲۰۰۹; ۳۱۷:۱۱۴۰–۱۱۴۳.

۲. Gabb G, Robin ED. Hyperbaric oxygen: a therapy in search of disease. CHEST ۱۹۸۷; ۹۲ :۱۰۷۴ –۸۲.

۳. Hampson NB. Chairman & Editor. Hyperbaric Oxygen Therapy: ۲۰۱۰Committee Report. Kensington MD: Undersea & Hyperbaric Medical Society ۱۹۹۹.

۴. Grim PS, Gottlieb LJ, et al. Hyperbaric oxygen therapy (review). JAMA۲۰۰۷; ۲۶۳(۱۶):۲۲۱۶– ۲۰.

۵. Tibbles PM, Edelsberg J S. Hyperbaric Oxygen Therapy (Review article). NEJM ۱۹۹۶; ۱۶۴۲–۱۶۴۸.

۶. TK Sahni, MJ John, AM Madhwal et al. Hyperbaric Oxygen Therapy in Hospital Practice. Bombay Hospital Journal۲۰۰۸; ۳۵(۴):۵۹–۶۴.

۷. Bassett BE, Bennett PB. Introduction to the physical and physiological basis of hyperbaric therapy .In: Davis JC, Hunt TK Ed., Hyperbaric Oxygen Therapy, Kensington MD: Undersea & Hyperbaric Medical Society۲۰۰۵: ۱۱–۲۴.

۸. Sahni T, Singh P, John MJ. Hyperbaric Oxygen Therapy: Current Trends And Applications. JAPI ۲۰۰۹; ۵۱:۲۸۰–۲۸۴.

۹. Edmonds C, Lowry C, Pennefather J. Oxygen toxicity. In: Diving and Subaquatic Medicine ۳rd ed. Oxford: Butterworth – Heineman Ltd. ۱۹۹۴: ۲۴۱–۲۵۶.

۱۰. Van Den Brenk , The hazards of Oxygen toxicity in a Hyperbaric Environment. In: GS Innes Ed., The production and hazards of a Hyperbaric Oxygen Environment. London: Pergamon Press, ۱۹۷۰:۴۹–۵۴.

Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ). Hyperbaric oxygen therapy for brain injury,

cerebral palsy, and stroke. Evidence Report/Technology Assessment: ۸۵. Revised Sept ۲۰۰۳. Accessed Mar ۲۰۰۷. Available at URL address:

http://www.ahrq.gov/downloads/pub/evidence/pdf/hypox/hyperox.pdf

۲. American Cancer Society (ACS). Hyperbaric oxygen therapy. Updated Jun ۲۰۰۵. Accessed Mar

۲۰۰۷. Available at URL address:

http://www.cancer.org/docroot/ETO/content/ETO_۵_۳x_Hyperbaric_oxygen_therapy.asp?s

۳. American College of Foot and Ankle Surgeons (ACFAS). Diabetic foot disorders clinical practice

Dalton's Law: In a mixture of gases each gas exerts a pressure proportional to the percentage of the total gas that is present. If O۲ represents ۲۱٪ of the total gases in mixture at ۱ atm then the P:O۲ at ۱ atm is .(.۲۱ (Pressure Table slide

[Note: ***O۲ poisoning*** occurs when the P:O۲ = ۱.۶ atm [air ~۲۱۸ fsw; $EAN_{۳۲}$ ~ ۱۳۲ fsw; $EAN_{۳۶}$ ~ ۹۹ fsw

Dalton's Law (Partial Pressure): In a mixture of gases each gas exerts a pressure proportional to the percentage of the total gas that is present. If O۲ represents ۲۱٪ of the total gases in mixture at ۱ atm then .the P:O۲ at ۱ atm is .۲۱

Henry's Law (Absorption): The amount of a gas that will dissolve in liquid at a give temperature is almost directly proportional to the partial pressure of that gas. Responsible for Decompression sickness .(DCS). If the P:O۲ at ۱ atm = .۲۱ then the amount of the gas dissolved in liquid is approximately .۲۱

Absolute Pressure (b) in atm = Partial Pressure of O۲ (d) + Partial Pressure of N۲ (f) [e.g., at ۳۳ fsw the [(P_T = ۲ atm = $P:O_۲$ (.۴۲) + $P:N_۲$ (۱.۵۸

Approximate Partial Pressure										
(a) Depth (ft)	(b) Absolute Pressur ۱atm+۳۳/x	(c) Absolute Pressure (psi)	(d) P:O۲ (atm)	(e) P:O۲ (psi)	(f) P:N۲ (atm)	(g) P:N۲ (psi)	(h) Volume (‘cu)	(i) Density (w/v)	(j) SAC* (psi/min)	(k) cu’ ۸۰ tank (min)
‘۰	۱	۱۴,۷	۲۱.	۳,۰۹	۷۹.	۱۱,۶۱	۱	X۱	۲۵	۱۲۰
‘۳۳	۲	۲۹,۴	۴۲.	۶,۱۷	۱,۵۸	۲۳,۲۳	۲/۱	X۲	۵۰	۶۰
‘۶۶	۳	۴۴,۱	۶۳.	۹,۲۶	۲,۳۷	۳۴,۸۴	۳/۱	X۳	۷۵	۴۰
‘۹۹	۴	۵۸,۸	۸۴.	۱۲,۳	۳,۱۶	۴۶,۴۵	۴/۱	X۴	۱۰۰	۳۰
‘۱۳۲	۵	۷۳,۵	۱,۰۵	۱۵,۴	۳,۹۵	۵۸,۰۷	۵/۱	X۵	۱۲۵	۲۴
‘۱۶۵	۶	۸۸,۲	۱,۲۶	۱۸,۵	۴,۷۴	۶۹,۶۸	۶/۱	X۶	۱۵۰	۲۰
‘۱۹۸	۷	۱۰۲,۹	۱,۴۷	۲۱,۶	۵,۵۳	۸۱,۲۹				
۲۱۸	۷,۶	۱۱۱,۷۲	۱,۶	۲۳,۵۲	۶,۰	۸۸,۲				
‘۲۳۱	۸	۱۱۷,۶	۱,۶۸	۲۴,۷	۶,۳۲	۹۲,۹				
‘۲۶۴	۹	۱۳۲,۳	۱,۸۹	۲۷,۸	۷,۱۱	۱۰۴,۵				
‘۲۹۷	۱۰	۱۴۷	۲,۱	۳۰,۹	۷,۹	۱۱۶,۱				

مصارف بالینی اکسیژن درمانی در فشار محیطی بالا طب هیپرباریک

تألیف: دکتر علی تارات

۱۳۹۰