

فصل بیست و دو

مشکلات دی اکسید کربن

Carbon Dioxide Problems

هنگامیکه بدن اکسیژن را مصرف میکند تا فرایندهای متابولیک خود را انجام دهد دی‌اکسید کربن (CO_2) تولید می‌شود. بدن یک روش سودمندی را برای دفع CO_2 به کار می‌برد و عمدتاً از طریق سیستم‌های بافیری در خون و بازدم ریه‌ها انجام می‌شود.

کمبود دی‌اکسید کربن (هیپوکپنی) (HYPOCAPNEA OR HYPOCAPNIA)

Hypocapnea به دی‌اکسید کربن خون (CO_2) زیر سطح نرمال اشاره می‌کند. فشار جزئی CO_2 در خون معمولاً در محدوده باریک، با مکانیزم بازخورد حفظ می‌شود. هیپرونتیلیسیون 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) و اضطراب مرتبط است - مانند فردی که تجربه برخورد با کوسه بزرگ و سفید را داشته است و مستقیماً با آن روبه‌رو می‌شود. تعدادی از غواصان قبل از حبس نفس در غواصی، در جهت تداوم غواصی عمداً هیپر ونتیلیسیون را انجام می‌دهند (چند نفس عمیق پیش از حبس نفس) تا سطح CO_2 خونشان را به پایین‌ترین حد برسانند. آنها اغلب فراتر از رؤیاهای خودسرانه‌شان موفق می‌شوند.

Clinical Features

ویژگی‌های بالینی

شخصی که به دلیل اضطراب قبل از حبس نفس چند نفس می‌کشد، 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.

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.

Treatment

درمان

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.

Alternative Diagnoses

تشخیص‌های جایگزین

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، هیپرونتیلیاسیون ظاهری را ایجاد کنند و حالتهای اضطراب را نشان دهند.

CARBON DIOXIDE TOXICITY

مسمومیت با دی اکسیدکربن

(Hypercapnea)

هیپرکاپنی

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 آنجایی که 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 («پرش 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 علائم 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 مجدد بازدم CO_2 ، شایعترین علت مسمومیت CO_2 در غواصان است، از این رو 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

Causes of CO₂ Toxicity

علل مسمومیت با گاز CO₂ (دوباره)

Rebreathing equipment

تجهیزات تنفس بسته (دوباره)

برخی از انواع تجهیزات نظامی و فنی غواصی، از گاز حفاظت میکنند و تشکیل حباب را کاهش میدهد و به غواص اجازه میدهد تا گاز خارج شده را دوباره تنفس کند. گاز جاذب CO₂ به وسیله (کربنات سدیم) در مدار بسته ایجاد میشود تا CO₂ 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 CO₂ بعلت فشار، یا ساخت نامناسب تجهیزات باشد.

Diving helmet problems

مشکلات کلاه غواصی

اگر جریان گاز در کلاه برای دفع بازدم CO₂ 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.

Chambers and habitats

اتاقها و زیستگاهها

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 CO₂ (scrubber) حذف شود. اگر هر کدام از این مکانیزم‌ها نامناسب باشد، کارکنان اتاق با تنفس دی‌اکسیدکربن بازدمشان، مسمومیت دی‌اکسیدکربن را باعث می‌شوند.

scuba

از آنجایی که rebreathing (دم) با تجهیزات scuba امکان‌پذیر نیست، به طور کلی سمیت CO₂ 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 CO₂ کاهش یابد) احتمالاً این مسئله به علت کنترل عمدی و یا Slup «پرش تنفس»، سازگاری، بیحالی نیتروژن یا سطح بالای اکسیژن میباشد)

Clinical Features

ویژگیهای بالینی

این ویژگیها به میزان بروز و فشار نسبی واقعی CO₂ استنشاقی بستگی دارد. تجمع سریع CO₂ ممکن است باعث بیهوشی شود قبل از اینکه هرگونه نشانه‌هایی ظاهر شود. تجمع تدریجی CO₂ موجب انواع مختلف علائم میشود از جمله:

shortness of breath, or air hunger

* تنگی نفس

* گرگرفتگی 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 تشنجهها

light headedness, muscular **twitching**, jerks, tremors or **convulsions**

impaired vision

* اختلال بینایی

unconsciousness

* بیهوشی

a splitting or throbbing headache

* سردردهای انشعابی یا ضرباندار

معمولاً در قسمت جلو سر رخ میدهد. پس از اینکه میزان CO₂ به حد نرمال برسد، این حالت تشدید میشود.

death

* مرگ

مسمومیت با CO₂ ممکن است احتمال 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 CO₂ به طور موقت بدتر میشود، زمانیکه غواص به طور ناگهانی تنفس گازهای طبیعی را از سر گیرد در نتیجه تا حدی با فشار بالای CO₂ سازگاری پیدا میکند.

Treatment

درمان

هر غواص، در حال غواصی با تجهیزات **rebreathing**، علائم مسمومیت CO₂ 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.

سرپرستان 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 باروترومای ریوی، بیماری **decompression**، مسمومیت گاز مونوکسیدکربن و غیره نیز باید حذف شود.

سردرد شدیدی که با مسمومیت گاز CO₂ ایجاد میشود باید با داروی ضد درد ساده مانند (استامینوفن)^۱ درمان شود.