



جمهوری اسلامی ایران
وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی



شیوه نامه تشخیص و درمان مسمومیت با گاز منواکسید کربن

Guideline for Carbon Monoxide Gas Poisoning



اداره کل پدافند غیرعامل وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
شهریور ۱۳۹۶

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱- مشخصات کلی	۱
۲- خواص و ویژگی‌ها.....	۱
۲-۱- ویژگی‌های گاز منواکسیدکربن	۱
جدول ۱: سطوح راهنمای مواجهه حاد برای گاز CO	۲
سطوح راهنمای مواجهه حاد (AEGL) برای گاز CO	۲
۲-۲- مکانیسم اثر	۲
۳- منابع و کاربرد CO	۳
۴- روش‌های مواجهه و تماس	۳
۵- نحوه بروز مسمومیت با CO	۴
شکل ۱: حوادث دسته جمعی با گاز CO	۴
۶- علایم و نشانه‌های مسمومیت CO	۴
۶-۱- تظاهرات عمومی:	۵
۶-۲- تظاهرات عصبی و نورولوژیک:	۵
۶-۳- تظاهرات تنفسی:	۵
۶-۴- علایم گوارشی:	۵
۶-۵- تظاهرات قلبی - عروقی:	۵
۶-۶- سایر علایم:	۵
۶-۷- علایم آزمایشگاهی	۵
۶-۸- علایم مواجهه با گاز فشرده CO	۶
۶-۹- علایم مسمومیت در کودکان	۶
۶-۱۰- علایم مسمومیت در دوران بارداری	۶
۶-۱۱- مسمومیت مزمن	۶
۷- شدت مسمومیت	۷

- ۸- عوارض مسمومیت با گاز CO ۷
- ۸-۱- گروه‌های در معرض خطر ۷
- ۸-۲- عوارض مهم و حاد مسمومیت با گاز منواکسیدکربن ۷
- ۸-۳- عوارض تأخیری و مزمن ۸
- ۹- تشخیص مسمومیت CO ۸
- ۹-۱- نکات مهم در شرح حال ۸
- ۹-۲- نکات مهم در معاینه ۹
- ۹-۳- انجام آزمایشات و اقدامات تشخیصی - درمانی ضروری ۹
- ۹-۴- معیارهای تشخیصی ۹
- ۹-۵- طبقه‌بندی احتمال مسمومیت ۱۰
- ۹-۶- تشخیص‌های افتراقی ۱۱
- ۱۰- پیش‌آگهی ۱۱
- ۱۰-۱- پیش‌آگهی خوب ۱۱
- ۱۰-۲- پیش‌آگهی بد ۱۱
- ۱۱- شعاع ایزولاسیون و اقدامات حمایتی ۱۲
- جدول ۲: شعاع ایزولاسیون و اقدامات حمایتی در هنگام نشت از مخزن ۱۲
- ۱۲- تجهیزات حفاظت شخصی (PPE) ۱۲
- ۱۳- خدمات پزشکی پیش‌بیمارستانی ۱۲
- ۱۳-۱- اقدامات در منطقه داغ (Hot) ۱۲
- شکل ۲: چارت اقدامات پزشکی در کانون حادثه گاز منواکسیدکربن ۱۳
- ۱۳-۲- اقدامات در منطقه گرم (ناحیه آلودگی زدایی) ۱۴
- ۱۳-۳- اقدامات در منطقه سرد (حمایتی) ۱۴
- ۱۳-۴- مدیریت حوادث با قربانیان زیاد ۱۴
- ۱۳-۵- درمان آسیب‌های سرمایی ۱۵
- ۱۳-۶- اقدامات پزشکی بیمارستانی ۱۵

- ۱۳-۶-۱- معیارهای لوله گذاری تراشه ۱۶
- ۱۳-۶-۲- مراحل درمان مسمومیت CO ۱۶
- ۱۳-۶-۳- پایدار نمودن علایم حیاتی ۱۶
- علایم حیاتی قربانی به ویژه تنفس و نبض بیمار را بررسی نمایید و در صورت ناپایداری وی را بر مبنای پروتکل ALS تحت حمایت تنفسی و قلبی عروقی (A,B,C,D) و حمایت تنفسی قرار دهید..... ۱۶
- ۱۳-۶-۴- تجویز آنتی دوت (اکسیژن تراپی) ۱۶
- ۱۳-۶-۵- درمان های علامتی ۱۷
- ۱۳-۶-۶- درمان سرمازدگی (Frostbite) ۱۷
- ۱۳-۶-۷- تصمیم گیری برای ترخیص یا بستری ۱۷
- ۱۳-۷-۱- اقدامات درمانی- تشخیصی تخصصی در بخش مسمومیت یا آی سی یو ۱۸
- ۱۳-۷-۱- درمان پیشرفته شوک و اختلال همودینامیکی ۱۹
- ۱۳-۷-۲- درمان اختلالات تنفسی ۱۹
- ۱۳-۷-۳- نحوه دیورز قلیایی Forced alkaline diuresis ۱۹
- ۱۳-۷-۴- درمان هایپرکالمی ۲۰
- ۱۳-۷-۵- درمان اکسیژن هیپرباریک (HBO) ۲۰
- ۱۳-۷-۵-۱- معیارهای درمان اکسیژن هایپرباریک (HBO) ۲۰
- ۱۳-۸- پیگیری پس از ترخیص ۲۱
- ۱۴- راههای پیشگیری از مسمومیت با CO ۲۱
- ۱۴ (۱۴) منابع برای مطالعات بیشتر ۲۲

۱- مشخصات کلی

اسامی: منواکسیدکربن، گاز ذغال

نام به لاتین:

Carbon Monoxide, Carbon Oxide, Exhaust Gas, Flue Gas Kohlenoxide (German), Oxide de Carbone (French)

فرمول شیمیایی: CO

۲- خواص و ویژگی‌ها

- میزان سمیت: سمیت زیاد با قدرت کشندگی

- حالت های مختلف CO

- **گاز منواکسیدکربن (Carbon Monoxide gas):** شایعترین حالت است و در بیشتر مسمومیت های خانگی یا صنعتی از جمله در جریان آتش سوزی ها دیده می شود.
- **گاز فشرده یا تحت فشار (Compressed CO):** در صنایع گاز منواکسیدکربن بدین صورت در مخازن نگهداری می شود.
- **مایع خنک کننده (Refrigerated CO):** با نام Syngas یا کرایوژنیک شناخته می شود و در تجهیزات سردکننده مانند یخچال کاربرد دارد و ترکیب منواکسیدکربن با هیدروژن می باشد.

۲-۱- ویژگی های گاز منواکسیدکربن

- مسمومیت حاد با گاز CO شایعترین علت مرگ ناشی از مسمومیت در کشورهای صنعتی و روبه رشد به ویژه در فصل زمستان می باشد.
- در اثر سوختن و احتراق ناقص کربن موجود در مواد نفتی، روغن ها و چوب تولید می شود.
- گاز بی رنگ، بی بو، بدون مزه و غیرتحریکی است و به همین دلیل حتی در غلظت های بالا و کشنده وجود آن حس نمی گردد و تشخیص داده نمی شود.
- در دود ناشی از آتش سوزی ها، دود آگروز اتوموبیل، موتورهای که با سوخت فسیلی کار می کنند، بخاری نفتی یا گازی، کوره ها و دیگ شوفاژ خانه ها یافت می شود.
- سنگین تر از هواست و در سطح زمین گسترده می شود.

- احتمال مشتعل شدن یا انفجار سیلندرهای ذخیره کننده گاز CO در حضور گرما، جرقه و آتش وجود دارد و ممکن است شعله آن قابل دیدن نباشد.
- منواکسید کربن با اکسیژن، استیلن، کلرین، فلتورین، اکسید نیترو و لیتیم واکنش می دهد و می تواند حالت انفجاری رخ بدهد.
- در موارد نشت و ریزش گاز مایع از مخازن نگهدارنده و جاری شدن آن بر روی زمین، احتمال آتش گرفتن و انفجار وجود دارد.

جدول ۱: سطوح راهنمای مواجهه حاد (AEGL) برای گاز CO

	10 min	30 min	60 min	4 hr	8 hr
AEGL 1	NR	NR	NR	NR	NR
AEGL 2	420	150	83	33	27
AEGL 3	1700	600	330	150	130

NR = تعریف نشده

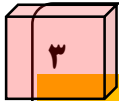
- AEGL 1:** احساس ناراحتی تنفسی و خفگی؛ این تاثیرات ناتوان کننده نبوده و گذرا می باشند و پس از قطع مواجهه برگشت پذیر می باشند.
- AEGL 2:** تاثیرات متوسط تا شدید روی سلامتی با احتمال بروز عوارض طولانی مدت جدی و گاهی غیر قابل برگشت.
- AEGL 3:** اثرات شدید بر سلامتی، تهدید کننده حیات یا مرگ.

۲-۲- مکانیسم اثر

- گاز منواکسیدکربن بلافاصله پس از تنفس وارد جریان خون شده و به قسمت هموگلوبین گلوبول های قرمز متصل می گردد و با تشکیل کمپلکس کربوکسی-هموگلوبین (Hb-CO) مانع از آزاد سازی اکسیژن به بافت ها می گردد.
- منواکسید کربن ۲۵۰ تا ۳۰۰ برابر اکسیژن به مولکول هم گلوبول های قرمز خون علاقمندتر است ولی اتصال آن برگشت پذیر است. این اتصال موجب کاهش ظرفیت گلوبول قرمز برای حمل اکسیژن و افزایش چسبندگی اکسیژن به مولکول هم و کاهش آزاد سازی اکسیژن می گردد و همین اثر موجب بروز کمبود اکسیژن در بافت های می گردد و بافت های حساس مانند مغز و قلب دچار آسیب می شوند.
- منواکسید کربن پس از جذب ریوی وارد خون شده و بیشتر آن با هموگلوبین و ۱۵٪ به میوگلوبین عضلانی متصل می شود.

1 Acute Exposure Guideline (AEGL):

این شاخص حداکثر زمانی را که فرد می تواند در معرض گاز منواکسیدکربن قرار گیرد برحسب غلظت آن در هوا نشان می دهد



- گرچه مواجهه مزمن با مقادیر کم کربوکسی هموگلوبین نیز می‌تواند منجر به اختلالات شناختی بشود، ولی معمولاً رابطه مستقیمی بین درصد آن و علائم بالینی وجود ندارد.
- گاز مایع یا فشرده منواکسید می‌تواند با برخورد با اندام‌ها منجر به آسیب پوست یا سرمازدگی عضو شود.

۳- منابع و کاربرد CO

منواکسید کربن بصورت فزاینده‌ای در مقادیر بالا در صنعت برای تولید مواد شیمیائی واسطه‌ای مانند هیدروژن، فسژن، کلرید آلومینیم، اسید استیک و اسید فرمیک، ایزوسیانات، اتیلن، متانول و در صنعت متالورژی برای خالص سازی فلزات بکار می‌رود. منابع مهم تولید گاز CO عبارتند از:

- ✚ ژنراتورهای گازی یا بنزینی تولید برق: با قطع برق هنگام حوادث دود خروجی از اگزوز ژنراتورهای پرتابل تولید برق یکی از علل شایع مسمومیت با CO است حتی هنگامیکه ژنراتور بیرون از اتاق باشد ولی نزدیک درب باز یا پنجره باز باشد می‌تواند منجر به مسمومیت شود لذا بایستی حداقل ۵ متر از پنجره فاصله داشته باشد.
- ✚ استفاده از وسایل گرمازای ذغالی مانند کرسی و گرمازهایی که در منازل و فضاهای بسته بکار می‌روند. بخاری یا اجاق گاز با تهویه نامناسب، استفاده از اجاق گاز جهت گرم کردن اتاق یا منزل.
- ✚ انسداد در مسیر خروجی گاز از جمله لوله بخاری (شایع است).
- ✚ وسایل گاز سوز مانند آب گرم کن یا شومینه گازی و بکارگیری گازپیک نیک برای گرم کردن کابین ماشین.
- ✚ روشن کردن ماشین مانند کامیون‌ها در فضای بسته.
- ✚ ایستادن در کنار خروجی اگزوز قایق‌ها، قطار و هواپیما.
- ✚ موتورخانه قایق‌ها و کشتی‌ها.
- ✚ آتش‌سوزی‌ها و استنشاق دوده و گازهای حاصل از سوختن مواد داخل ساختمان.
- ✚ بلع محلول‌های پاک‌کننده و رنگ برهای حاوی متیلن کلراید (Methylene chloride) نیز می‌توانند تولید CO بکنند.
- ✚ آتشفشان.
- ✚ ایستادن در فضای بسته‌ای که از اسپری رنگ استفاده شده باشد.

نکته: بیشترین موارد مسمومیت با گاز CO در شروع سرما و بدن‌بال اولین استفاده از وسایل گرمازا در منازل رخ می‌دهد.

۴- روش‌های مواجهه و تماس

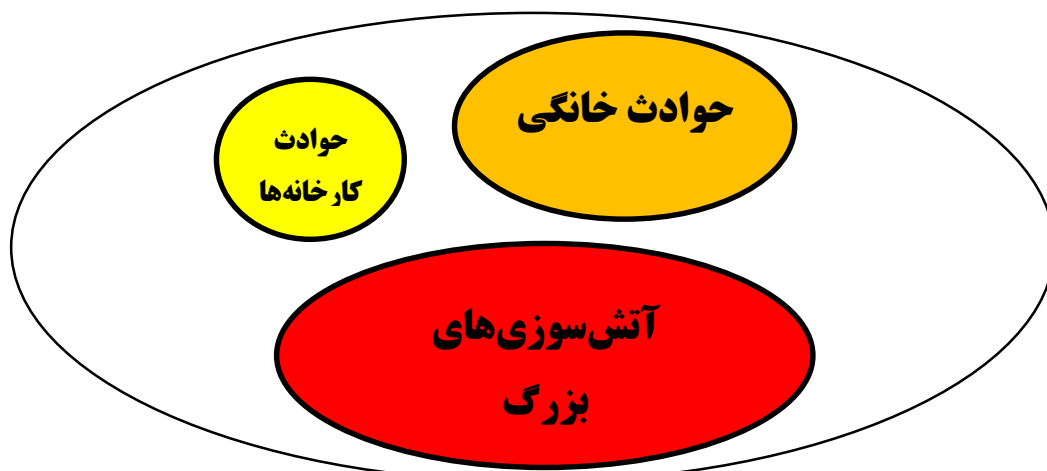
الف: مواجهه تنفسی: آلودگی تنفسی مهمترین و شایعترین راه تماس می‌باشد. تنفس گاز منواکسید کربن به شدت خطرناک است و می‌تواند منجر به مرگ شود. مسمومیت حاد با این گاز در ایران بنام گازگرفتگی شناخته می‌شود.

ب: مواجهه پوستی: در تماس با مایع سرد کننده CO در موارد نشت مخازن نگهدارنده گاز مایع فشرده از جمله گاز یخچال دیده می‌شود.

نکته: مواجهه با غلظت های بالای گاز CO حتی در زمان کوتاه و یا مواجهه با غلظت کم ولی طولانی مدت می تواند منجر به مسمومیت شدید بشود.

۵- نحوه بروز مسمومیت با CO

- ۱- نوع غیر عمدی و بدون ارتباط با آتش سوزی: بصورت اتفاقی و حادثه ای رخ می دهد و به ویژه با شروع سرما در زمستان شیوع دارد و معمولا زمانیکه برق یا گاز قطع شود مردم به وسایل گرمای قدیمی یا استفاده از ذغال و چوب روی می آورند و ممکن است اپیدمی مسمومیت رخ بدهد.
- ۲- نوع غیر عمدی مرتبط با آتش سوزی: در حوادث آتش سوزی بزرگ همیشه احتمال مسمومیت با گاز منواکسیدکربن وجود دارد.
- ۳- نوع عمدی: ناشایع است ولی ممکن است به عنوان روشی برای خودکشی یا دیگر کشی استفاده شود.

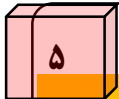


شکل ۱: حوادث دسته جمعی با گاز CO

Mass Disaster Casualty

۶- علایم و نشانه های مسمومیت CO

علایم و نشانه های مسمومیت با منواکسیدکربن بسیار غیر اختصاصی و متنوع بوده و از یک حالت خفیف شبیه به سرماخوردگی تا یک حالت شدید شبیه به سکته مغزی یا قلبی، کُما، آپنه و مرگ متغیر می باشد.



الف: علایم مسمومیت خفیف: مسمومیت خفیف تا متوسط شبیه به سرماخوردگی به ویژه آنفلوانزا با علایمی مانند خستگی، سردرد، سرگیجه، تهوع و خواب آلودگی یا شبیه به مسمومیت غذایی بصورت گاستروانتریت و یا در نوزادان بصورت کولیک دیده می‌شود.

ب: علایم مسمومیت شدید: مسمومیت شدید می‌تواند علایم بسیاری از بیماری‌ها از جمله حوادث عروقی مغز (سکته مغزی) با علایم عصبی موضعی یا اختلالات روانشناختی، بیماری حاد عروق کرونر و اختلال همودینامیکی قلب و عروق (سنگوپ) را تقلید نماید.

۱-۶- تظاهرات عمومی: سردرد، سرگیجه، ضعف عمومی، درد معده، تهوع، استفراغ، احساس خستگی، تنفس کوتاه، خواب آلودگی و درد قفسه سینه شایعترین علایم مسمومیت و مواجهه با گاز منواکسیدکربن هستند. سردرد شبیه به سردرد عصبی (tension-type headache) یا میگرنی، شایعترین و اولین علامت مسمومیت با CO می‌باشد.

۲-۶- تظاهرات عصبی و نورولوژیک: آزیتاسیون، کاهش سطح هوشیاری (گیجی و خواب آلودگی تا اغما)، خستگی، ضعف عمومی شدید، عدم تعادل (مانند افراد مست)، گرفتگی عضلانی و تشنج.

۳-۶- تظاهرات تنفسی: بصورت تنفس نامنظم، تنفس تند و سطحی و کوتاه، ایست تنفسی، ادم ریوی، سیانوز و هیپوکسی می‌باشد. در مراحل اول به دلیل کمبود اکسیژن بیمار تند تند نفس می‌کشد و اختلال اسید و باز بصورت آلکالوز تنفسی رخ می‌دهد. در مراحل بعدی به دلیل کمبود اکسیژن و متابولیسم بی‌هوازی و بروز شوک لاکنات افزایش یافته و اسیدوز متابولیک رخ میدهد. ادم ریوی نوع قلبی یا کاردیوژنیک به دلیل نارسایی حاد عضله میوکارد و ادم غیرقلبی (ARDS) در اثر کمبود اکسیژن رخ می‌دهد.

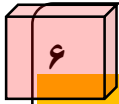
۴-۶- علایم گوارشی: تهوع و استفراغ.

۵-۶- تظاهرات قلبی - عروقی: تاکی کاردی، برادی کاردی، افت فشار خون، سنگوپ، شوک، دیس ریتمی و درد قفسه سینه، سیانوز و انفارکتوس حاد ناشی از هیپوکسی. تروپونین ممکن است علی‌رغم طبیعی بودن نوار قلب یا اکو بالا باشد. دیس ریتمی یکی از دلایل شایع مرگ در ساعت‌های اول مسمومیت می‌باشد.

۶-۶- سایر علایم: کاهش حافظه، اختلال در تمرکز و تفکر، تحریک پذیری، رفتارهای عجیب و غریب، افت درجه حرارت بدن (هیپوترمی)، دفع ادرار تیره به دلیل رابدومیولیز، اختلالات شناختی، توهم و هذیان و رفتارهای عجیب و غریب (حالت مستی). تغییر رنگ آلبالویی پوست بصورت نادر و تاول‌های پوستی تنها در مسمومیت‌های شدید و به دلیل ترکیبی از اثر مستقیم گاز منواکسید کربن و اثر فشاری ممکن است دیده شود.

۷-۶- علایم آزمایشگاهی

- افزایش سطح خونی کمپلکس کربوکسی-هموگلوبین (COHb).
- طبیعی بودن میزان اشباع اکسیژن خون شریانی در پالس اکسی متری.
- بالا بودن سطح فشار اکسیژن شریانی.



۶-۸- علائم مواجهه با گاز فشرده CO

نشت از مخزن نگهدارنده مایع فشرده گاز CO از جمله گاز مایع یخچال موجب متسع شدن سریع گاز و تولید سرما می‌شود و مواجهه بدن با آن می‌تواند منجر به آسیب پوستی یا سرمازدگی عضو (frostbite) بشود. بنابراین استفاده از لباس مخصوص حفاظتی برای چشم و پوست توصیه می‌شود.

۶-۹- علائم مسمومیت در کودکان

- شامل تهوع و استفراغ، سردرد، لتارژی و تشنج می‌باشد.
- علائم شبیه به گاستروانتریت، کولیت روده در شیرخواران.
- بچه‌ها نسبت به بزرگسالان به مسمومیت منواکسید کربن حساس‌ترند و در COHb کمتر از ۱۰٪ هم علامت دار می‌شوند ولی برعکس احتمال بروز آسیب‌های نورولوژیک تاخیری در بچه‌ها کمتر است و با درمان اکسیژن بموقع به کمتر از ۲۰٪ میرسد ولی بهرحال در بچه‌ها آسیب مغزی می‌تواند منجر به اختلال در تمرکز و افت تحصیلی و اختلالات رفتاری بشود.

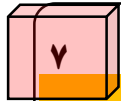
۶-۱۰- علائم مسمومیت در دوران بارداری

علائم در مادر باردار شبیه به سایر افراد بالغ است ولی نکته مهم این است که جنین نسبت به مادر از حساسیت بسیار بیشتری به منواکسیدکربن برخوردار می‌باشد و گاز منواکسیدکربن در دوران بارداری بسته به سن حاملگی می‌تواند تراتوژنیک باشد. آسیب به جنین می‌تواند منجر به کاهش وزن تولد، مرده زایی، مرگ دوران نوزادی و اختلالات رفتاری در نوزاد بشود.

۶-۱۱- مسمومیت مزمن

مسمومیت مزمن در تماس طولانی مدت یا مکرر با غلظت پایین CO از جمله در محیط کار رخ می‌دهد. تظاهرات شایع مسمومیت مزمن عبارتند از:

- سردرد دایم، مبهم و خفیف در ناحیه پیشانی، تپش قلب، سرگیجه، عدم تعادل و خواب آلودگی.
- درد قفسه سینه (به دلیل آنژین یا سکته قلبی).
- احساس خستگی، درد عضلانی و احساس بیماری.
- اختلال حافظه، بیقراری، اختلالات شناختی و شخصیتی.



۷- شدت مسمومیت

در هر بیمار با مسمومیت با گاز منواکسیدکربن تعیین شدت مسمومیت برای تصمیم‌گیری درمانی و همچنین تعیین پیش‌آگهی و تصمیم‌گیری در خصوص بستری یا ترخیص و تدوین برنامه درمانی ضرورت دارد. مسمومیت شدید می‌تواند منجر به عوارض ماندگار و مرگ بشود.

شاخص‌های مهم در مسمومیت شدید:

- مواجهه با غلظت بالای CO یا مواجهه طولانی مدت با غلظت‌های متوسط.
- علائم بالینی: پیشرفت علائم بالینی و عدم بهبودی با گذشت بیش از ۲ ساعت، ادم ریوی، ادم مغزی و تشنج، نشانه‌های بروز ایسکمی قلبی و یا بروز نارسایی حاد کبدی و کلیوی.
- سطح COHB بیش از ۴۰ درصد.
- اسیدوز متابولیک شدید ($PH < 7.2$).

۸- عوارض مسمومیت با گاز CO

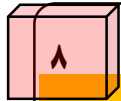
گاز منواکسیدکربن برای هر فردی می‌تواند خطرآفرین باشد ولی گروه‌های زیر بیشتر از سایرین در معرض خطر بروز عوارض حاد یا تاخیری گاز منواکسیدکربن هستند و این افراد ممکن است بدون بروز علائم فوت نمایند.

۸-۱- گروه‌های در معرض خطر

- بچه‌های کم‌سن و سالمندان.
- زنان باردار.
- افراد با بیماری زمینه‌ای قلبی-عروقی بویژه بیماری عروق کرونر قلب.
- افراد با بیماری زمینه‌ای ریوی.
- افراد مبتلا به کم‌خونی.
- افراد با کاهش سطح هوشیاری از جمله مصرف الکل یا داروهای خواب‌آور.
- مواجهه با گاز CO هنگام خواب.

۸-۲- عوارض مهم و حاد مسمومیت با گاز منواکسیدکربن

- آنژین صدری و سکته حاد قلبی ناشی از اختلال در اکسیژن‌رسانی.
- ایسکمی روده‌ها.



- ✚ ایسکمی احشا از جمله کبد (هیپاتیت حاد ایسکمیک).
- ✚ رابدومیولیز و بروز نارسایی حاد کلیوی توبولار.
- ✚ پنومونی اسپیراسیون ثانویه به کاهش سطح هوشیاری.
- ✚ نکروز عضلانی (میونکروز) و سندرم کومپارتمان.
- ✚ خونریزی شبکیه چشم (به ویژه در مواجهه طولانی مدت با منواکسید کربن).

۸-۳- عوارض تأخیری و مزمن

عوارض عصبی دیررس و ماندگار گاز CO ممکن است تا ۴۰ روز بعد بروز نمایند. در مسمومیت های شدید شیوع آن حدود ۱۵٪ می باشد و در افراد بالای ۳۰ سال و افرادی که مواجهه طولانی مدت با گاز منواکسیدکربن داشته اند شایعتر است. عوارض تأخیری و دیررس شامل:

- عوارض عصبی: فلج عضلانی، پارکینسونیم، اختلال حسی-حرکتی اندام ها(نوروپاتی محیطی).
- اختلالات رفتاری و روانی و کاهش قوای ذهنی (زوال عقل) و فراموشی.
- بی اختیاری مدفوع و یا ادرار.
- کوری (به دلیل آسیب ناشی از فقدان اکسیژن در قشر بینائی).

۹- تشخیص مسمومیت CO

تشخیص زودرس بسیار اهمیت دارد و به شدت میزان مرگ و میر را کاهش می دهد. استفاده از تجهیزات شناساگر (Detector) مهم است.

تشخیص بر پایه شرح حال مثبت مواجهه با گاز منواکسید کربن و مشاهده علائم و نشانه های بالینی و سطح COHB بیش از ۱۰ درصد داده می شود.

در شروع فصل سرما و در صورت استفاده از وسایل گرما زا و یا حضور در کانون آتش سوزی بایستی به فکر مسمومیت CO بود.

۹-۱- نکات مهم در شرح حال

- نوع حادثه (آتش سوزی، استفاده از وسایل گرمازا، آلودگی با گاز مایع فشرده یا مایع سردکننده CO) را مشخص نمایید؟
- زمان دقیق مواجهه و مدت تماس با گاز CO را مشخص نمایید؟
- آیا بیمار در مرحله پیش بیمارستانی اکسیژن دریافت نموده است؟
- علائم بیمار در ابتدا چه بوده؟ و آیا علائم بیمار روبه وخامت گذاشته یا در حال بهبودی است؟
- در مورد بیماری های زمینه ای از جمله بیماری عروق قلبی، ریوی و کم خونی که موجب تشدید مسمومیت و افزایش خطر بروز عوارض می شوند پرسش نمایید؟

۹-۲- نکات مهم در معاینه

- نبض و فشار بیمار را اندازه گیری نمایید (بررسی علائم شوک).
- تنفس بیمار را بررسی کنید.
- سطح هوشیاری بیمار را ارزیابی نمایید.
- شدت مسمومیت را تعیین نمایید (مسمومیت خفیف است یا شدید؟).

۹-۳- انجام آزمایشات و اقدامات تشخیصی - درمانی ضروری

- انجام پالس کواکسی متری: جهت تعیین سطح سرمی کربوکسی-هموگلوبین (COHb) و تعیین سطح اشتباع اکسیژن خون شریانی (O₂ Saturation).
- شمارش سلول های خونی (CBC)، سطح گلوکز سرم، هماتوکریت و هموگلوبین، آزمایشات عملکرد کلیوی و کبدی.
- اندازه گیری CPK، LDH و بررسی ادرار از نظر وجود میوگلوبین برای بررسی عارضه رابدومیولیز.
- بررسی ایسکمی و انفارکت قلبی: شامل اندازه گیری CK-MB، تروپونین و تهیه نوارالکتریکی قلب (EKG) و در صورت بروز افت فشار خون و شوک انجام اکوکاردیوگرافی قلبی.
- تهیه عکس رادیولوژی قفسه سینه در بیماران با کاهش هوشیاری، علائم قلبی و اختلال تنفسی.
- در تمامی زنان در سنین باروری با تشخیص مسمومیت با منواکسید کربن بایستی تست بارداری درخواست شود.
- انجام سیتی اسکن مغزی در صورت تشنج و یا اغما جهت بررسی آسیب و ادم مغزی.
- معاینه ته چشم (فوندوسکوپی) در صورت وجود اختلال بینائی.

۹-۴- معیارهای تشخیصی

- شرح حال مواجهه با گاز CO مانند حضور در کانون آتش سوزی.
- وجود علائم و نشانه های مسمومیت.
- علائم مثبت پاراکینیکی زیر:
 - بالا بودن سطح خونی COHb در پالس کواکسی متری (Co-oxymetry).
 - طبیعی یا بالا بودن سطح اشباع اکسیژن شریانی (O₂ Saturation) در پالس اکسی متری (Oxymetry).
 - طبیعی یا بالا بودن فشار اکسیژن شریانی (PaO₂) در بررسی گازهای خون شریانی (ABG).
 - بالا بودن فشار اکسیژن در خون وریدی.
 - رنگ آلبالویی یا قرمز روشن خون وریدی.

نکات مهم کربوکسی - هموگلوبین

- ✓ سطح کربوکسی هموگلوبین خون کاربردی ترین آزمایش جهت تشخیص مواجهه و مسمومیت محسوب می‌شود و تا ۱۰% طبیعی محسوب می‌گردد.
- ✓ کواکسی متری یک روش غربالگری برای تعیین سطح COHb با حساسیت خوب می‌باشد و به ویژه در بیماران مراجعه کننده به اورژانس با علائم غیراختصاصی که شک مسمومیت با منواکسید کربن وجود دارد، کاربرد تشخیصی دارد.
- ✓ کواکسی متری در محل انتشار گاز CO از جمله کانون آتش‌سوزی، برای غربالگری قربانیان و تشخیص افراد مسموم شده کاربرد دارد.
- ✓ افراد سیگاری ممکن است کربوکسی هموگلوبین بالا تا ۱۰% داشته باشند.
- ✓ کربوکسی-هموگلوبین بیش از ۱۰% نشانه مسمومیت و بش از ۳۰ تا ۴۰% نشانه مسمومیت شدید می‌باشد.

۹-۵- طبقه‌بندی احتمال مسمومیت

مورد مشکوک^۱: هر فرد حاضر در کانون آتش‌سوزی، مشکوک به مسمومیت با گاز منواکسید کربن فرض می‌شود (جدول زیر موارد مشکوک را نشان می‌دهد).

مورد احتمالی^۲: فردی که مدت زمان کافی در مواجهه با گاز CO قرار داشته است با شک بسیار قوی مسموم شده است.

مورد تایید شده و قطعی^۳: شرح حال مثبت مواجهه با گاز CO به همراه علائم بالینی مسمومیت و سطح خونی کربوکسی-هموگلوبین بالای ۱۰ درصد.

نکته: امکان تشخیص گاز منواکسید کربن در محیط توسط دستگاه آشکار کننده (Detector) وجود دارد.

مواردی که بایستی به مسمومیت گاز CO شک نمود:

- ✓ بروز علائم یکسان و شبیه به هم در چند نفر در منزل یا محل کار به ویژه در شروع هوای سرد و استفاده از وسایل گرمازا.
- ✓ از بین رفتن علائم زمان خروج فرد از محیط آلوده و بروز مجدد علائم هنگام برگشت به محیط.
- ✓ بازگشت یا تکرار علائم مسمومیت.
- ✓ هر فردی که با کاهش سطح هوشیاری با علت نامشخص از یک فضای بسته به اورژانس آورده شده باشد.

1 Suspected

2 Probable

3 Confirmed

۹-۶- تشخیص‌های افتراقی

علائم مسمومیت با منواکسیدکربن کاملاً غیراختصاصی است و شبیه به انفلوانزا، سندرم ویروسی، سردرد میگرنی یا تنشی و مسمومیت غذایی است. در موارد مسمومیت شدید، منواکسیدکربن می‌تواند تظاهرات هر بیماری را از جمله سکتة مغزی، سکتة قلبی، نارسایی کلیه، بیماری حاد کبدی و یا اختلالات روانشناختی را تقلید نماید و با این بیماری‌ها اشتباه شود.

رد سایر علل کوما از جمله تروماها، مسمومیت با گازهای خفه‌کننده در کانون آتش‌سوزی مانند سیانید و غیره، مسمومیت با سایر مواد شیمیایی یا داروها ضرورت دارد. بهمین منظور تعیین گلوکز خون، سی تی اسکن مغز، لومبار پانکچر، اسکرین دارویی، بررسی الکل و مواد مخدر جهت رد این علل ضرورت دارد.

۱۰-۱- پیش‌آگهی

۱۰-۱-۱- پیش‌آگهی خوب

- ✓ بیمارانی که مدت کوتاهی در مواجهه با غلظت کم گاز CO بوده‌اند.
- ✓ مسمومیت خفیف.
- ✓ بازگشت سریع علائم مسمومیت.

۱۰-۲- پیش‌آگهی بد

- ✘ مواجهه طولانی مدت با گاز CO.
- ✘ مسمومیت شدید.
- ✘ بیمارانی با شوک، تشنج، ایسکمی قلبی، نارسایی حاد کلیوی و ادم ریه.
- ✘ بروز تغییرات زودرس در ۲۴ ساعت اولیه در سی تی اسکن مغزی.
- ✘ وجود علائم اختلال عصبی موضعی (Focal neurologic signs).
- ✘ اسیدوز شدید و افزایش میزان لاکتات سرم: شدت اسیدوز و میزان افزایش لاکتات یک شاخص پروگنوستیک محسوب می‌گردند.
- ✘ سن بالا (بیش از ۳۶).
- ✘ سطح بالای کربوکسی هموگلوبین ($\text{COHb} > 25\%$).

نکته: سطح COHb شاخص پیش‌گویی‌کننده مناسبی برای شدت علائم بالینی یا پیش‌آگهی نهایی بیمار محسوب نمی‌گردد. یعنی نمی‌تواند تعیین کند کدام بیمار دچار کاهش سطح هوشیاری یا آسیب‌های عصبی تاخیری خواهد شد. بنابراین سطح بالای COHb تنها تایید‌کننده مواجهه با گاز CO بوده و برای تعیین پیش‌آگهی کاربردی ندارد.

۱۱- شعاع ایزولاسیون و اقدامات حمایتی

در موارد آتش‌سوزی در صورتیکه مخزن بزرگ باشد مانند واگن قطار، تانکر حمل و نقل در معرض خطر آتش قرار گرفته است بایستی در تمامی مسیرها ۸۰۰ متر تخلیه تخلیه افراد صورت گیرد. در آسیب مخازن کوچک شعاع ایزولاسیون اولیه (First isolation in all direction) در تمامی جهات ۳۰ تا ۲۰۰ متر می باشد. جدول (۲) فاصله را در نشت از مخزن نشان می دهد.

جدول ۲: شعاع ایزولاسیون و اقدامات حمایتی در هنگام نشت از مخزن

مخازن کوچک (Small Spill)			مخازن بزرگ (Large Spill)		
ایزولاسیون اولیه در تمامی جهات			ایزولاسیون اولیه در تمامی جهات		
حمایت افراد در مسیر باد			حمایت افراد در مسیر باد		
روز	شب	روز	شب	روز	شب
30 m	1000 m	2000 m	200 m	1200 m	4400 m

۱۲- تجهیزات حفاظت شخصی (PPE)

در حوادث تصادفی یا عمدی (حمله جنگی یا تروریستی) کارخانه ها از جمله انفجار خطر آسیب به مخازن نگهدارنده گاز مایع فشرده CO وجود دارد و همچنین در صورت آتش‌سوزی خطر تولید گاز CO وجود دارد. در مواقعی که هنوز نوع مواد سمی آزاد شده مشخص نگردیده است ضرورت دارد که پرسنل امدادی در منطقه داغ از تجهیزات حفاظت فردی (PPE^۱) کامل سطح A و رسپراتور استفاده نمایند.

آتش نشانان نیز بایستی با لباس مخصوص ضدآتش و ماسک تنفسی با فشار مثبت (SCBA= self-contained breathing apparatus) وارد کانون آتش‌سوزی شوند.

نکته: در موارد مسمومیت تنفسی با گاز منواکسیدکربن خطر آلودگی ثانویه پرسنل امدادی و پزشکی در تماس با قربانی وجود ندارد.

۱۳- خدمات پزشکی پیش بیمارستانی (در محل حادثه انتشار گاز CO)

در مسمومیت با گاز منواکسیدکربن خدمات پزشکی پیش بیمارستانی در محل حادثه و حین انتقال قربانی به مرکز درمانی ارائه می گردد و شامل اقدامات حمایتی فوری برای حفظ حیات قربانی در اولین زمان ممکن و تجویز اکسیژن می باشد.

۱۳-۱- اقدامات در منطقه داغ (Hot)

الف) خارج‌سازی سریع قربانیان از محل آلودگی

1 Personal Protection Equipment (PPE)

- ✓ اگر قربانی قادر به راه رفتن نمی‌باشد او را روی برانکاردر قرار داده و از منطقه آلوده خارج نمایید.
- ✓ در صورت شک به ترومای همراه، گردن را با دست بیحرکت نموده و در صورت امکان از کلار گردنی و تخته پشتی بلند برای بیحرکت سازی قربانی استفاده نمایید.
- ✓ قربانی را به خارج از محیط آلوده و هوای تازه ببرید و اگر قربانی قادر به راه رفتن است از او بخواهید که بسرعت از محل آلوده به گاز CO خارج شده و به فضای باز برود و از هوای تازه تنفس نماید.

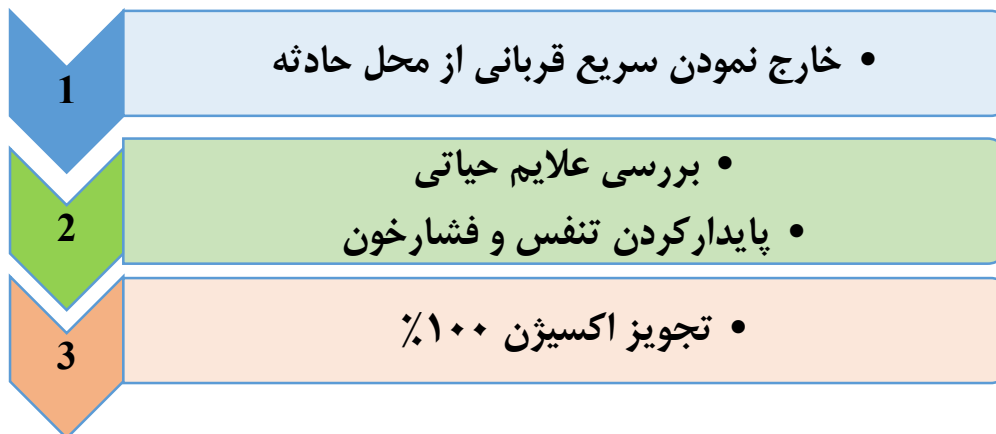
ب) اقدامات حیاتی اولیه

- ✓ با ماسک به بیمار اکسیژن ۱۰۰٪ بدهید.
 - ✓ در صورتیکه بیمار تنفس ندارد، اقدام به لوله گذاری راه هوایی نمایید.
- نکته: در صورت مسمومیت با چندین گاز از جمله حضور در کانون آتش‌سوزی، بدون داشتن تجهیزات تنفسی اقدام به احیای تنفسی نکنید.

ج) انتقال قربانی به منطقه امن

- ✓ به محض پایدار نمودن علائم حیاتی، قربانی را به سرعت به داخل آمبولانس یا وسیله نقلیه انتقال دهید.
- ✓ در حین انتقال اکسیژن ۱۰۰٪ تجویز نمایید.
- ✓ قربانیان بدحال (نارسایی شدید تنفسی یا بدون تنفس، شوک و کلاپس قلبی عروقی، بدون نبض، تشنج مکرر و ناپایداری علائم حیاتی) را بایستی به فوریت به اولین مرکز درمانی انتقال داد.

شکل ۲: چارت اقدامات پزشکی در کانون حادثه گاز منواکسیدکربن



۱۳-۲- اقدامات در منطقه گرم (ناحیه آلودگی زدایی)

- ✓ مسمومیت تنفسی با گاز منواکسیدکربن نیازی به سم زدایی ندارد و خطر آلودگی ثانویه پرسنل امدادی نیز وجود ندارد.
- ✓ ادامه تجویز اکسیژن بعنوان آنتی دوت (پادزهر).

۱۳-۳- اقدامات در منطقه سرد (حمایتی)

- ✚ تنفس بیمار را بررسی نموده و مطمئن شوید که راه های هوایی فوقانی باز و بدون انسداد هستند و در صورت نیاز اقدامات لازم جهت حمایت تنفسی را بر مبنای پروتکل ALS ارایه نمایید. در صورت فقدان تنفس، لوله گذاری تراشه را مدنظر قرار دهید و به قربانی تنفس مصنوعی بدهید.
- ✚ اکسیژن ۱۰۰٪ با ماسک تجویز نمایید.
- ✚ قربانی را گرم نگه دارید.
- ✚ نبض بیمار را بررسی نموده و در صورت وجود شوک و در صورت امکان، برای بیمار دو رگ بزرگ با آنژیوکت بگیرید و مایعات وریدی افزایش دهنده حجم داخل عروقی مانند نرمال سالین تجویز نمایید.
- ✚ هرگز بیمار را وادار به استفراغ نکنید (خطر آسپیراسیون و خفگی).
- ✚ فوراً بیمار را به یک مرکز درمانی منتقل نمایید.
- ✚ در حین انتقال بیمار بدحال، او را تحت پایش تنفسی و قلبی-عروقی قرار دهید.
- ✚ در صورت در دسترس بودن مرکز مسمومیت، انتقال وی به مرکز مسمومین در اولویت می باشد.

نکته‌ها:

- ✓ شرط اساسی حفاظت از خود می باشد بنابراین در قربانیان حاصل از آتش‌سوزی، از ماسک تنفسی و لباس مخصوص استفاده نمایید.
- ✓ تمامی بیماران علامت دار بایستی به بیمارستان برده شوند و تا زمان بهبودی علایم در بیمارستان تحت نظر باشند.
- ✓ تجویز آنتی دوت مسمومیت با گاز CO (اکسیژن ۱۰۰٪) را از راه ماسک فشاری (nonrebreather) تا زمانیکه بیمار بدون علامت شود، ادامه دهید.

۱۳-۴- مدیریت حوادث با قربانیان زیاد

- ✚ در صورت وقوع حوادث با قربانی زیاد (MCI)، وضعیت قربانیان را با استفاده از سیستم تریاژ ملی (START) از نظر آسیب های تهدید کننده حیات ارزیابی کنید.

Guideline for Carbon Monoxide Gas Poisoning

- ✚ تمامی افراد بایستی تا فاصله ۱۰۰ متری در تمامی مسیرها از محل مخزن آسیب دیده که نشت مایع فشرده و سردکننده دارد، در مسیر خلاف جهت باد دور شوند و در صورت امکان در مکان های مرتفع قرار گیرند.
- ✚ پیش از ورود به داخل مکانی که گاز نشت نموده باید درب و پنجره ها را باز نمود تا تهویه مناسب صورت گیرد.
- ✚ در صورت در دسترس بودن بایستی از اکسیژن استفاده نمود.
- ✚ بیماران علامت دار بایستی فوراً "خود را به نزدیک ترین مرکز درمانی برسانند.
- ✚ قربانیان با شرایط تهدید کننده حیات، بدون آلودگی زدایی و با رعایت احتیاطات لازم، مستقیماً به مرکز درمانی منتقل شوند.

۱۳-۵- درمان آسیب سرمایی

- ✓ به آرامی لباس را از روی ناحیه دچار سرمازدگی بردارید، اگر لازم شد لباس را قیچی نمایید.
- ✓ در صورت آلوده شدن لباس ها با گاز مایع فشرده CO لباس های آلوده را خارج نموده و داخل کیسه نایلونی قرار دهید.
- ✓ عضو گرفتار را درون وان آب گرم با درجه حرارت ۴۰ درجه سانتیگراد قرار دهید.
- ✓ ناحیه آسیب دیده را با قراردادن حوله تمیز و نرم، خشک نمایید و گرم نگه دارید.
- ✓ در صورت آلودگی پوست با گاز مایع فشرده، پوست را به مدت ۲۰ دقیقه شستشو دهید.
- ✓ بلافاصله بیمار را به مرکز درمانی تخصصی انتقال دهید.

خلاصه اقدامات پزشکی پیش از بیمارستانی در مسمومیت گاز CO

فوراً بیمار را از منطقه آلوده خارج و دور کنید/ تنفس و نبض قربانی را بررسی نمایید/ از بازبودن راه هوایی بیمار مطمئن شوید/ اکسیژن ۱۰۰٪ تجویز نمایید و در صورت نیاز لوله گذاری و تهویه مصنوعی را مدنظر قرار دهید/ بیمار را هیدراتاسیون کافی نمایید/ مانیتورینگ قلبی، پالس اکسی متری و بررسی گازهای خون شریانی را در نظر داشته باشید/ در اولین فرصت بیمار را به مرکز درمانی و بطور ارجح به مرکز مسمومیت انتقال دهید.

۱۳-۶- اقدامات پزشکی بیمارستانی

هدف اصلی درمان در اورژانس بیمارستان، رفع کمبود اکسیژن و اکسیژن رسانی مناسب و پیشگیری از بروز آسیب های ناشی آن از جمله سکتة حاد قلبی، آسیب های مغزی و عوارض دیررس کمبود اکسیژن، با تجویز آنتی دوت یا پادزهر (اکسیژن ۱۰۰٪) و درمان های علامتی و حمایتی می باشد. مهمترین اقدام درمانی تمرکز بر روی راه هوایی و تجویز اکسیژن می باشد.

مسمومیت خفیف تا متوسط تنها نیاز به تجویز اکسیژن، پایش و مانیتورینگ تنفس، سیستم قلب و عروقی و درمان علامتی دارد، در حالیکه مسمومیت های شدید نیاز به بستری در بخش مراقبت های ویژه داشته و علاوه بر اقدامات فوق ممکن است نیاز به لوله گذاری راه هوایی، تنفس مصنوعی، و درمان اکسیژن هیپرباریک داشته باشند. بیمار با مسمومیت شدید، نیاز به معاینه مکرر نورولوژیک به ویژه جهت بررسی ادم مغزی دارد. میزان مرگ و میر در مسمومیت های شدید در صورت تجویز اکسیژن ۱۰۰٪ و مراقبت های ICU تا ۳۰٪ می باشد.

۱۳-۶-۱- معیارهای لوله گذاری تراشه

- توقف تنفس و ادم ریوی.
- کاهش شدید سطح هوشیاری و عدم توانایی بیمار در حفظ راه هوایی.
- اختلال همودینامیکی شدید و مقاوم به درمان.
- روبه وخامت گذاشتن حال بیمار.
- اسیدوز متابولیک شدید ($PH < 7.1$) بدون پاسخ به درمان رایج.
- نیاز به انجام اکسیژن درمانی هیپرباریک (HBO).
- قربانیان کانون آتش سوزی با مسمومیت همزمان با سایر گازهای خفه کننده.

نکته: در قربانی که به دنبال تنفس گازهای ناشی از آتش سوزی (smoke inhalation injuries) دچار آسیب ریوی شده اند، لوله گذاری زودرس راه هوایی و تجویز اکسیژن از راه لوله تراشه را مدنظر قرار دهید.

۱۳-۶-۲- مراحل درمان مسمومیت CO

- a.** پایدار نمودن علایم حیاتی
- b.** تجویز اکسیژن ۱۰۰٪ بعنوان آنتی دوت (پادزهر)
- c.** درمان های علامتی

۱۳-۶-۳- پایدار نمودن علایم حیاتی

علایم حیاتی قربانی به ویژه تنفس و نبض بیمار را بررسی نمایید و در صورت ناپایداری وی را بر مبنای پروتکل ALS تحت حمایت تنفسی و قلبی عروقی (A,B,C,D) و حمایت تنفسی قرار دهید.

۱۳-۶-۴- تجویز آنتی دوت (اکسیژن تراپی)

✚ اکسیژن پادزهر مسمومیت با گاز CO محسوب می شود و باستی برای تمامی بیماران علامتدار، اکسیژن ۱۰۰٪ به مدت حداقل ۴ ساعت تجویز نمود. مانیتورینگ سطح کربوکسی هموگلوبین با پالس کوکسی متری حین اکسیژن تراپی تازمانی که بیمار بدون علامت شود یا سطح کربوکسی هموگلوبین به کمتر از ۵٪ برسد، توصیه می شود.

- ✚ تجویز اکسیژن منجر به حذف منواکسید کربن و تسهیل در جدا شدن اکسیژن از مولکول COHB می‌شود. با تجویز اکسیژن ۱۰۰٪ نیمه عمر کربوکسی هموگلوبین از ۴ تا ۶ ساعت به کمتر از ۶۰ تا ۷۵ دقیقه می‌رسد.
- ✚ توصیه می‌شود اکسیژن با ماسک با فشار مثبت (pressure mask) یا از راه لوله تراشه به بیمار رسانده شود.
- ✚ زنان باردار بایستی مدت زمان بیشتری اکسیژن دریافت نمایند.

۱۳-۶-۵- درمان های علامتی

- درمان هیپوتانسیون و شوک: در مسمومیت های شدید و بیمار با شوک و کوما، گرفتن دو رگ بزرگ با آنژیوکت، کارگذاری کاتتر فولی ادراری، کنترل میزان دفع ادرار ۲۴ ساعته، گرفتن رگ بزرگ مرکزی با کار گذاشتن CV Line و اندازه گیری فشار وریدهای مرکزی و تجویز وریدی مایعات کریستالوئید کافی، تجویز تنگ کننده های عروقی و داروهای اینوتروپ مثبت بویژه در موارد دپرسیون و نارسایی حاد میوکارد قلبی توصیه می‌گردد.
- درمان تشنج: استفاده از داروهای بنزودیازپینی و باربیتورات ها.
- حفظ کارکرد کلیه: با تجویز مایعات وریدی و هیدراتاسیون کافی.
- درمان رابدومیولیز: با تجویز مایعات وریدی و هیدراتاسیون کافی، برقراری دیورز ادراری مناسب و در صورت لزوم تجویز بی کربنات سدیم جهت برقراری دیورز قلیائی.
- درمان دیس ریتمی: آریتمی های خطرناک و تهدید کننده را طبق پروتکل استاندارد حمایت پیشرفته قلبی (ALS) درمان نمایید.

۱۳-۶-۶- درمان سرمازدگی (Frostbite)

سرمازدگی در اثر مواجهه با گاز فشرده و یا مایع سرد کننده CO رخ میدهد. اقدامات زیر را مدنظر قرار دهید:

- لباس روی محل آسیب را به آرامی بردارید و در صورت لزوم لباس را قیچی نمایید.
- عضو آسیب دیده در برای مدت ۲۰ دقیقه درون وان گرم ۴۰ درجه قرار دهید.
- موضع آسیب را با حوله خشک، نرم و تمیز خشک نموده و گرم نگه دارید.
- وضعیت خونرسانی عضو گرفتار را بررسی نموده و در صورت وسیع و عمیق بودن آسیب یا اختلال خونرسانی مشاوره جراحی عروق یا ارتوپدی درخواست نمایید.

۱۳-۶-۷- تصمیم گیری برای ترخیص یا بستری

- قربانیان با مسمومیت خفیف و بدون علامت را می‌توان پس از دریافت ۴ تا ۶ ساعت اکسیژن و مراقبت، مرخص نموده و در منزل تحت نظر قرارداد.

- بیماری با مسمومیت متوسط که پس از 6 ساعت اکسیژن تراپی، بدون علائم بالینی و بدون علائم آزمایشگاهی مبنی بر ایسکمی قلبی باشد را می‌توان از اورژانس بیمارستان ترخیص نمود.
- بیماران با مسمومیت شدید، اختلال نورولوژیک، آسیب قلبی و زنان باردار بایستی در بخش بستری شوند.
- بیماران با علائم اغما، تشنج، شوک، ادم ریوی، دیسترس تنفسی، نارسایی حاد کلیوی، انفارکت قلبی، رابدومیولیز شدید و پیشرونده نیاز به بستری در بخش مراقبت‌های ویژه دارند.
- پیش از ترخیص نام و تلفن بیمار را ثبت و درخواست مشاوره با توکسیکولوژیست (متخصص سم‌شناسی پزشکی) نمایید.

اندیکاسیون‌های مشاوره با متخصص سم‌شناسی پزشکی

- تمامی مسمومیت‌های شدید
- احتمال نیاز به درمان اکسیژن هیپرباریک
- پیش از ترخیص بیمار از اورژانس

۱۳-۷- اقدامات درمانی - تشخیصی تخصصی در بخش مسمومیت یا آی سی یو

- A. ادامه اکسیژن درمانی و در صورت نیاز درمان با اکسیژن هیپرباریک.
- B. مانیتورینگ قلبی-عروقی و تنفسی.
- C. برقراری دیورز کافی و حفظ عملکرد کلیوی.
- D. درمان‌های علامتی: شامل درمان تشنج/ شوک/ اختلال الکترولیتی و اختلالات اسیدوز و باز.
- E. بررسی قلب از نظر انفارکتوس قلبی و یا نارسایی حاد میوکارد.
- F. اقدامات تشخیصی-درمانی برای بروز ایسکمی حاد در کلیه (ARF) و هپاتیت ایسکمیک.
- G. بررسی بروز ایسکمی مغزی و تعیین عوارض نورولوژیک و شناختی.
- H. مانیتورینگ از نظر بروز رابدومیولیز و درمان آن: تجویز مایعات کریستالوئید وریدی و هیدراتاسیون کافی و برقراری دیورز قلیایی ادرار (Forced alkaline diuresis).
- I. شناسایی و درمان سندرم کومپارتمان.
- J. درمان عوارض احتمالی: مانند ایسکمی مغزی، قلبی، کبدی و رابدومیولیز.
- K. سایر داروها: تجویز داروهایی مانند ان-استیل سیستئین، ویتامین C و E برای جلوگیری از کاهش آسیب سلولی ناشی از هیپوکسی سلولی.
- L. درخواست آزمایشات ضروری:
 - ✓ بررسی ادرار از نظر وجود میوگلوبین اوری.
 - ✓ بررسی CPK، لاکتات سرم (LDH) برای تشخیص رابدومیولیز.

- ✓ تهیه عکس ساده ریه در موارد مشاهده علائم اختلال تنفسی مانند خس خس سینه، سرفه و تنگی نفس و احتمال پنومونی اسپیراسیون.
- ✓ تهیه نوار الکتریکی قلب به ویژه برای بررسی علائم ایسکمی قلبی و هیپرکالمی و بررسی آنزیم های قلبی شامل CK-MB و تروپونین جهت رد یا تایید ایسکمی قلبی ثانویه به اختلال در اکسیژن رسانی به قلب.
- ✓ اکوکاردیوگرافی در صورت بروز شوک و ادم ریوی.
- ✓ بررسی گلوکز سرم: در بیماران با وضعیت اغما، بررسی گلوکز سرم ضروری است. هیپوگلیسمی و هیپرگلیسمی هر دو نیاز به درمان دارند.
- ✓ بررسی عملکرد شناختی مغز (بررسی نوروسایکولوژیک) با آزمون Mini mental status exam
- ✓ انجام سی تی اسکن یا ام آر آی مغز جهت بررسی آسیب های هیپوکسیک مغزی.

۱۳-۷-۱- درمان پیشرفته شوک و اختلال همودینامیکی

- در صورت مشاهده علائم و نشانه های شوک و فشار خون کمتر از ۸۰ میلیمتر جیوه در بالغین یک لیتر محلول نرمال سالین وریدی تزریق و در صورت نیاز تکرار نمایید (در بچه ها 20ml/kg).
- در صورت عدم افزایش فشارخون با تجویز کریستالوئیدها برای بیمار داروهای تنگ کننده عروقی مانند دوپامین و نوراپی نفرین را بصورت تزریق وریدی مدنظر قرار دهید.

۱۳-۷-۲- درمان اختلالات تنفسی

- در صورت وجود خس خس ریه (ویزینگ) به دلیل انقباض مجاری تنفسی و برونکواسپاسم، برای بیمار اکسیژن با ماسک و برونکودیلاتور بصورت اسپری یا نئوبلایزر تجویز نمایید.

Epinephrine aerosol; 0.25-0.75 mL of 2.25% racemic epinephrine solution; repeat q 20 min as needed

- در کودکان با علائم انسداد راه هوایی فوقانی (استرایدور)، تجویز اپی نفرین راسمیک را در نظر بگیرید . بیمار در حین تزریق مانتیورینگ قلبی شود.

۱۳-۷-۳- نحوه دیورز قلیایی Forced alkaline diuresis

- آلكالیزاسیون ادرار در مسمومیت شدید و رابدومیولیز شدید به ویژه در حضور نارسایی حاد کلیوی اندیکاسیون دارد.
- هدف رساندن PH ادرار به بیش از ۷,۵ و همچنین رسیدن حجم ادرار به ۲ تا ۴ سی سی به ازای کیلوگرم وزن بدن در ساعت می باشد.
- ادم ریوی، هیپرناترمی و آنوری محدودیت های این روش محسوب می شوند. در این صورت می توان همزمان با همودیالیز آلكالیزاسیون را ادامه داد.

- آکالیزاسیون با تجویز 100-50 میلی‌اکی والان از محلول بی‌کربنات سدیم داخل یک لیتر سرم قندی ۵ درصد به‌مراه تجویز دیورتیک مانیتول انجام میشود.
- قلیایی کردن ادرار تا زمانیکه هموگلوبین آزاد ادرار منفی شود یا زمان بروز عوارض و محدودیت‌های، ادامه می‌یابد.
- در حین دیورز قلیایی بصورت سریال سدیم، پتاسیم و کلسیم سرم را بررسی و چک نمایید.

۱۳-۷-۴- درمان هایپرکالمی

تجویز کی‌اگزالات/ تجویز گلوکز و انسولین/ بی‌کربنات سدیم/ تجویز اسپری محرک بتا (inhaled beta agonists)/ کلسیم کلراید یا کلسیم گلوکونات.

۱۳-۷-۵- درمان اکسیژن هیپرباریک (HBO)

در صورت تجویز اکسیژن هیپربار، نیمه عمر کمپلکس COHB از ۶ ساعت به ۲۰ دقیقه می‌رسد. بنابراین اکسیژن هیپرباریک درمان انتخابی مسمومیت با CO محسوب می‌گردد و می‌تواند از بروز آسیب‌های شناختی و نورولوژیک تاخیری جلوگیری نماید.

۱۳-۷-۵-۱- معیارهای درمان اکسیژن هایپرباریک (HBO)

- ✚ مسمومیت‌های شدید با خطر آسیب مغزی دیررس
- ✚ سطح کربوکسی هموگلوبین بیش از ۲۵ درصد
- ✚ کاهش سطح هوشیاری موقت یا دائم و بروز اختلالات حاد عصبی از جمله تشنج
- ✚ سنکوپ و شوک
- ✚ اسیدوز متابولیک شدید ($\text{PH} < 7.2$) یا اسیدوز طول کشیده بدون پاسخ به درمان اکسیژن و تجویز مایعات وریدی
- ✚ بروز ایسکمی یا انفارکت قلبی (افزایش احتمال مورتالیتته)
- ✚ بروز علائم نورولوژیک و اختلال روانشناختی
- ✚ زنان باردار
- ✚ زجر جنین (fetal distress)
- ✚ سن بالای ۳۶ سال
- ✚ وجود بیماری زمینه‌ای قلب و ریه
- ✚ مواجهه مزمن بیش از ۲۴ ساعت

نکته: در زنان باردار در صورت کاهش سطح هوشیاری، یا سطح COHb بالاتر از 25% و یا زجر جنینی درمان با اکسیژن هیپرباریک، درمان انتخابی محسوب می‌گردد.

۱۳-۸- پیگیری پس از ترخیص

تشخیص منبع تولید منوکسید کربن جهت پیشگیری از مسمومیت مجدد ضروری است. بیماران با مسمومیت متوسط تا شدید هر ۲ هفته یکبار بایستی از نظر بروز علائم نورولوژیک ویزیت شوند تهیه سی تی اسکن مغزی یا ام آر آی برای بررسی ضایعات مغزی به ویژه در بیماران با علائم نورولوژیک اندیکاسیون دارد.

۱۴- راه‌های پیشگیری از مسمومیت با CO

- کارگذاشتن یک هشدار دهنده گاز منواکسید کربن در محل خواب (نزدیک تخت خواب تا با آلارم موجب بیدار شدن شما شود). بهتر است از هشدار دهنده که با باتری کار کند و از نوع دیژیتالی با توانایی نشان دادن غلظت گاز CO استفاده نمایید. این دستگاه بایستی هر ۵ سال یکبار تعویض شود.
 - بخاری‌ها و دستگاه‌های گرم‌کننده بایستی سالی یکبار توسط متخصص بررسی و ارزیابی شوند.
 - از وسایل گرم‌کننده قابل حمل بدون شعله در اتاق در بسته استفاده نشود.
 - از باز بودن لوله‌های خروجی گاز (لوله بخاری) و گردش و تهویه مناسب هوا در وسیله گرم‌کننده با سوخت فسیلی یا گازی اطمینان حاصل نمایید.
 - هرگز از اجاق گاز برای گرم کردن منزل یا اتاق استفاده نکنید.
 - هرگز ژنراتور تولید برق گازی یا دیزلی که با سوخت فسیلی کار می‌کند را در حالت روشن، داخل فضای بسته قرار ندهید و حتی هنگامیکه در فضای باز است، آنرا دور از پنجره باز اتاق نگه دارید.
 - هرگز ذغال روشن را در داخل خانه استفاده نکنید.
 - کوچکترین نقص در سیستم اگزوز ماشین می‌تواند منجر به تجمع گاز منواکسید کربن داخل کابین ماشین بشود.
 - حداکثر زمان کار در محیط دارای منواکسید کربن ۳ ساعت برای 70 PPM، ۵۰ دقیقه در 150 PPM، ۱۵ دقیقه برای 200 PPM و برای ۸ ساعت کار حداکثر 15 PPM تعیین شده است.
 - در صورتیکه یخچال گازی بوی بد متصاعد می‌کند احتمال تولید و نشت منواکسید کربن هست و بایستی بلافاصله متخصص را خبردار نمود.
 - در صورت حدس به مسمومیت با گاز CO بسرعت به مرکز درمانی مراجعه نمایید.
- نکته: در صورت شکست در یافتن کانون تولید گاز منوکسید کربن، مسمومیت مکرر یا مزمن رخ خواهد داد.

۱۴ منابع برای مطالعات بیشتر

- 1- Goldfrank toxicologic emergencies. 10th Edition, McGraw-Hill Education, 2015.
- 2- Lester M. Haddad, Michael W. Shannon, Stephan W. Borron, Michael J. Burns., Clinical Management of Poisoning and Drug Overdose, 4th Edition, Saunders Elsevier, 2007.
- 3- Emergency Response Guide Book 2016.
- 4- Annane D, Chadda K, Gajdos P, Jars-Guinestre M-C, Chevret S, Raphael J-C: Hyperbaric oxygen for acute domestic carbon monoxide poisoning: two randomized controlled trials. *Intensive Care Med* . 2011;37:486–492.
- 5- Barker SJ, Curry J, Redford D, et al: Measurement of carboxyhemoglobin and methemoglobin by pulse oximetry: a human volunteer study. *Am J Physiol* . 2006; 105:892–897.
- 6- Brvar M, Finderle Z, Suput D, et al: S100B protein in conscious carbon monoxide-poisoned rats treated with normobaric or hyperbaric oxygen. *Crit Care Med* . 2006;34:2228–2230.
- 7- Centers for Disease Control and Prevention: Carbon monoxide-related deaths—United States, 1999–2004. *MMWR Morbidity and Mortality Weekly Report* . 2007;56:1309–1312.
- 8- Centers for Disease Control and Prevention: Nonfatal, unintentional, non-fire related carbon monoxide exposures—United States, 2004–2006. *MMWR Morbidity and Mortality Weekly Report* . 2008;57:896–899.
- 9- Cha YS, Cha KC, Kim OH, et al: Features and predictors of myocardial injury in carbon monoxide poisoned patients. *Emerg Med J* . 2013; published online doi: 10.1136/emmermed-2012-202152.
- 10- Chambers CA, Hopkins RO, Weaver LK, et al: Cognitive and affective outcomes of more severe compared to less severe carbon monoxide poisoning. *Brain Inj* . 2008;22: 387–395.
- 11- Chen NC, Chang WN, Lui CC, et al: Detection of gray matter damage using brain MRI and SPECT in carbon monoxide intoxication. *Clin Nuclear Med* . 2013;38:e53–e59.
- 12- Cho CH, Chiu NC, Ho CS, et al: Carbon monoxide poisoning in children. *Pediatr Neonatol* . 2008;49:121–125.
- 13- Clower JH, Hampson NB, Iqbal S, Yip FY: Recipients of hyperbaric oxygen treatment for carbon monoxide poisoning and exposure circumstances. *Am J Emerg Med* . 2012;30:846–851.
- 14- Hampson NB, Dunn SL: Symptoms of carbon monoxide poisoning do not correlate with the initial carboxyhemoglobin level. *Undersea Hyperb Med* . 2012;39:657–65.
- 15- Hampson NB, Little CE: Hyperbaric treatment of patients with carbon monoxide poisoning in the United States. *Undersea Hyperb Med* . 2005;32:21–26.
- 16- Lo CP, Chen SY, Lee KW, et al: Brain injury after acute carbon monoxide poisoning: early and late complications. *AJR Am J Roentgenol* . 2007;189:W205–W211.
- 17- Pepe G, Castelli M, Nazerian P, et al: Delayed neurological sequelae after carbon monoxide poisoning: predictive risk factors in the Emergency Department. A retrospective study. *Scand J Trauma, Resuscitation & Emerg Med* . 2011;19:16.
- 18- Suner S, Partridge R, Sucov A, et al: Non-invasive pulse CO-oximetry screening in the emergency department identifies occult carbon monoxide toxicity. *J Emerg Med* . 2008;34:441–450.

- 19- Weaver LK, Valentine KJ, Hopkins RO: Carbon monoxide poisoning: risk factors for cognitive sequelae and the role of hyperbaric oxygen. *Am J Respir Crit Care Med* . 2007;176:491–497.

نویسنده و تهیه کننده:

دکتر عباس آقابیکلوئی، فلوشیپ سم شناسی بالینی و مسمومیت، عضو هیات علمی (استاد) دانشگاه علوم پزشکی ایران