

عوامل کنترل اغتشاش: سم‌شناسی، رفع آلودگی و درمان

پروین صالحی کسائی M.Sc.، غلامرضا پورحیدری Ph.D.

آدرس مترجمان: مرکز تحقیقات N.B.C، پژوهشکده طب رزمی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله الاعظم (عج)، تهران- ایران

مقدمه

در زمان صلح، از بین عوامل شیمیایی نظامی، بیشترین احتمال کاربرد را عوامل کنترل اغتشاش دارند. به همین سبب، پرداختن به شناسایی، تشخیص و درمان عوارض ناشی از این عوامل ضرورت دارد. در این مقاله پزشکان و پیراپزشکان نظامی با این عوامل آشنا خواهند شد. عوامل کنترل اغتشاش محرکهایی هستند که سمیت خیلی کم (مزمین یا حاد) و طول مدت اثر کوتاه دارند. دارای دوره کمون ناچیز، یا بدون دوره نهفته می‌باشند. ارتوکلو بنزیلیدن مالونونیتریل (orthochlorobenzylidene malononitrile) (CS)، رایج‌ترین محرکی است که به منظور کنترل اغتشاشات مورد استفاده قرار می‌گیرد. در بعضی کشورها نیز به این منظور، از کلرواستوفنون (chloroacetophenone) (CN)، که سمیت بالاتری دارد، استفاده می‌شود. یک عامل جدیدتر، دی بنزواکسازپین (dibenzoxazepine) (CR) است که اطلاعات کمی از آن در دسترس است. در گذشته از دودهای آرسینکی (arsenical smokes) (عطسه‌آورها و اشک‌آورها) (sternutators) در میدان جنگ استفاده می‌شد. اینگونه مواد گذشته از اثرات اشک‌آوری، اثرات دیگری مانند انقباض برونش و ایجاد تهوع نیز دارند و گاهی عوامل استفراغ آور نیز خوانده می‌شوند. بعنوان تاریخچه بعضی ترکیبات قدیمی تر و سمی تر نیز بطور مختصر ذکر خواهند شد.

عوامل اشک آورها

الف. ارتوکلو بنزیلیدن مالونونیتریل (CS). CS در بسیاری از کشورها بعنوان عامل کنترل اغتشاش بکار می‌رود. از آن معمولاً جهت مشابه‌سازی شرایط جنگهای شیمیایی و آزمایش ماسکها نیز استفاده می‌شود. حداقل غلظت قابل احساس آن ۰/۲۵ تا ۰/۵ میلی گرم بر متر مکعب و حداقل غلظت تحریک کننده آن حدود ۰/۱ تا ۱ میلی گرم بر متر مکعب، است IC₅₀ آن ۵ تا ۱۰ میلی گرم در دقیقه بر متر مکعب است، LC₅₀ آن برای افراد، بسیار بالاتر بوده و ۶۰/۰۰۰ میلی گرم در دقیقه بر متر مکعب تخمین زده شده است. که این حاشیه امنیتی بسیار بالایی را ایجاد می‌کند.

ب. خواص CS. به دلیل اثرات تحریکی قوی تر و سمیت کمتر جانشین CN شده است. CS ماده کریستالی جامدی است که حلالیت بسیار کمی در آب، حلالیت متوسطی در الکل و حلالیت خوبی در استون، کلروفرم متیلن دی کلراید، اتیل استات و بنزن دارد. CS محلول آبی ناپایدار بوده و اگر مقدار کافی CS بتواند در آب حل شود (مثلاً با اضافه کردن پروپیلن گلیکول و یا سایر حلالهای ترکیبی آلی)، مایعات قابل اسپری با اثرات تحریکی کوتاه مدت بدست خواهد آمد. هر چند ابر حاصل از CS پایدار نیست، اما CS ممکن است به سطوح زیر (مثل لباسها) چسبیده و بتدریج آزاد شود. حداقل یک ساعت بعد از آئروسول کردن CS، باید اجسامی که در تماس با آن بوده اند را تمیز کرد. CS معمولاً به شکل آئروسول و به روش پیروتکنیک و یا با

اسپری کردن حلال مناسبی که CS در آن حل شده در محیط پراکنده می‌شود.

شناسایی . CS بصورت ابر سفیدی آزاد شده و برای چندین ثانیه دوام می‌یابد. در زمان تماس بویی شبیه فلفل داشته و اثرات چشمی شدید، تنگی نفس، سرفه و آبریزش بینی ایجاد می‌کند.

محافظت . با تکمیل لوازم حفاظت شخصی می‌توان محافظت کامل ایجاد کرد. محافظت در برابر غلظتهای محیطی این عوامل با ماسک و لباسهای نظامی معمولی که از گردن تا مچ دست و پا را محافظت کند، فراهم می‌شود. اشخاصی که با CS سر و کار دارند، باید از دستکشهای لاستیکی، کلاه، پوتین، پیش‌بند لاستیکی، ماسک تنفسی و لباسهایی که تمام بدنشان را تا گردن و مچها بپوشاند، استفاده کنند.

رفع آلودگی . الف) افرادی که در معرض اشک‌آورها قرار گرفته‌اند باید از جمع افراد آلوده جدا شده، بطرف هوای تازه بروند و برای رهایی از اثرات آن رو به باد ایستاده، چشمان را باز کرده و سپس نفس عمیق بکشند، ب) بعد از تماس، لباس و تجهیزات فردی باید از جهت بقایای گاز مورد بررسی قرار گیرد. در صورت وجود آلودگی باید لباسها را عوض کرده و شست تا از آلودگیهای بعدی جلوگیری شود.

مکانیسم اثر . الف) اشک‌آورها بر روی پایانه‌های عصبی، قرنیه، غشاءهای مخاطی و پوست اثر می‌کنند. واکنش بسیار سریع است، ب) سمیت CS خیلی کم است، بطوری که غلظت کشنده آن برای مردم بیش از ۱۰۰۰mg در متر مکعب در ساعت تخمین زده می‌شود. در صورتیکه غلظت ۱ میلی گرم در متر مکعب برای اکثر مردم غیرقابل تحمل است.

پاتولوژی . بررسیهای پاتولوژیک از خرگوشهایی که در معرض CS قرار گرفته‌اند حاکی از افزایش تعداد سلولهای گوبلت در دستگاه تنفسی است. استنشاق در غلظتهای خیلی بالا (بیش از ۲۰/۰۰۰ میلی گرم در متر مکعب)، منجر به ادم ریوی می‌گردد. بررسی سگهایی که با غلظتهای بسیار بالا تماس داشته‌اند، نشان داده که مرگ و میر به علت انسداد دستگاه تنفس فوقانی بوده است، در صورتیکه استنشاق از طریق لوله داخل نای صورت گرفته باشد ادم ریوی باعث مرگ می‌شود.

نشانه‌ها و علائم . فرد در طول تماس از انجام فعالیت هماهنگ

مؤثر، ناتوان می‌شود.

علائم تماس با CS . نشانه‌های تماس با CS عبارتند از:

الف) چشمها: علائم شامل احساس سوزش شدید، کونژکتیویت (تا ۳۰ دقیقه)، قرمزی پلکها (حدود یک ساعت)، بلفارواسپاسم، اشک ریزش شدید (بیش از ۱۵-۱۰ دقیقه) و فتوفوبی می‌باشد.

ب) دستگاه تنفسی: اولین علامت، احساس سوزش در گلو است که به درد تبدیل شده و به نای و برونشها توسعه می‌یابد. در مرحله بعد احساس خفگی ممکن است اتفاق بیفتد که اغلب با ترس همراه است. بعلاوه احساس سوزش در بینی، آبریزش بینی، قرمزی غشاء مخاطی بینی و گاهی خون دماغ خفیف اتفاق می‌افتد. تا چند ساعت پس از تماس، حس چشایی مختل می‌شود. تهوع، اسهال و سر درد نیز مشاهده شده است. پس از تماس مختصر عطسه ایجاد می‌شود و ممکن است پایدار بماند. بسیاری از مردمی که در تماس با CS قرار گرفته‌اند، تا ساعتها بعد از تماس احساس خستگی داشته‌اند. سرفه، خفگی، عرق زدن و (ندرتاً) حالت استفراغ پس از تماس اتفاق می‌افتد.

ج) پوست: احساس سوزش بخصوص در نواحی مرطوب، اتفاق می‌افتد، اما بزودی برطرف شده و ممکن است این احساس سوزش چند ساعت بعد اغلب در زمان شستشوی آن ناحیه تکرار شود. تماس طولانی با مقدار زیاد CS (مثل وقتیکه CS را در حجم زیاد بکار می‌برند) می‌تواند سبب قرمزی پوست و ایجاد وزیکول شود.

تماس طولانی مدت، مداوم یا متناوب، با غلظت بالا به همراه درجه حرارت و رطوبت بالای محیط ممکن است اثرات آن را تشدید کند. حساسیت به CS ممکن است متغیر باشد. نشان داده شده که اندازه ذرات CS روی تظاهرات کلینیکی آن مؤثر است. ذرات کوچک ۵-۱ میکرومتر چشمها و دستگاه تنفس را سریعتر از ذرات بزرگتر تحت تاثیر قرار می‌دهد اما بهبودی پس از تماس با ذرات بزرگتر (۳۰-۲۰ میکرومتر نسبت به تماس با ذرات کوچک سریعتر است. ذرات خیلی بزرگ (۵۰) میکرومتر چشمها را بیشتر از دستگاه تنفسی تحت تاثیر قرار می‌دهد در حالیکه بهبودی کندتر صورت می‌گیرد.

کمکهای اولیه . الف) در مورد تمام افراد کافی است که بیمار را در معرض هوای تازه قرار دهیم تا علائم بزودی برطرف گردد. لباسها باید عوض شود. اگر نشانه‌ها، پایدار بود چشمها، دهان و پوست

ریوی شود، تخلیه بیمار از محل ضروری است. درمان در این مورد مشابه درمان آلودگی با عوامل آسیب‌رسان ریوی است. **سیر بیماری و تشخیص** - بیشتر افرادی که در تماس با عوامل ضد اغتشاش قرار می‌گیرند، نیازمند مراقبت پزشکی خاصی نیستند و مصدومین ناشی از این عوامل نادرند.

ب. (دی بنزواکسازپین) (CR)

الف) اثرات CR شبیه اثرات CS است اما حداقل غلظت مؤثر آن پایین‌تر و LC_{50} آن بالاتر است. تشخیص بالینی و درمان عوارض آن مانند CS است.

ب) CR ماده جامد کریستالی به رنگ زرد روشن است که نقطه ذوب آن $163^{\circ}F$ ($73^{\circ}C$) بوده و در محلولهای آلی پایدار است. حلالیت آن در آب محدود و در محلولهای آبی هیدرولیز نمی‌شود. بوی آن شبیه فلفل است. این عامل معمولاً به حالت محلول و در پخش‌کننده‌های مایع مورد استفاده قرار می‌گیرد و حاوی $0.1\% CR$ ، در 80 قسمت پروپیلن‌گلیکول و 20 قسمت آب می‌باشد. در محلولهای آلی، CR با غلظتهای 0.025% یا حتی پایین‌تر، چشمها را تحریک می‌کند محلولهای آلی CR از این نظر که کمتر با استنشاق، مسمومیت ایجاد می‌کند با CS متفاوت بوده اما اثرات پوستی آن بیشتر است. همچنین CR در محیط و روی لباسها پایدارتر است.

ج. کلرواستوفنون (CN)

عاملی برای کنترل اغتشاش بوده و در آموزش هم از آن استفاده می‌شود، در حال حاضر CS بخاطر اثرات سمی بسیار کمتر، بر آن ارجح است، هر چند هنوز بوسیله پلیس بعضی از کشورها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

خواص - CN

ماده شفاف زرد مایل به قهوه‌ای، با نقطه ذوب $54^{\circ}C$ است. در آب حلالیت کمی دارد، اما در محلولهای آلی حل می‌شود. دود سفید رنگ آن بویی شبیه شکوفه سیب دارد. حداقل غلظت تحریکی آن 0.3 میلی گرم در متر مکعب است. بر اساس نتایج بدست آمده از آزمایشات تجربی LC_{50} برای مردم $7000-14000$ میلی گرم در دقیقه بر متر مکعب تخمین زده شده است. اما استنشاق 350 میلی گرم بر متر مکعب برای 5 دقیقه می‌تواند خطرناک باشد. IC_{50} آن 20 تا 40 میلی گرم در دقیقه در متر مکعب است. CN نسبت به CS

می‌تواند با آب شسته شود (با صابون در موارد پوستی). لوسیونهایی که پایه چربی دارند نباید مورد استفاده قرار گیرند. برای رفع آلودگی پوست از مواد محتوی بلیچ نباید استفاده شود. بلیچ با CS واکنش داده و ترکیبی بوجود می‌آورد که از CS تنها، محرک‌تر است. ناراحتی قفسه سینه با اطمینان دادن معمولاً می‌تواند تسکین یابد.

ب) در محلولهای قلیائی سریعتر هیدرولیز شده و محلول محتوی بی‌کربنات سدیم ($6/7\%$)، کربنات سدیم ($3/3\%$) و بنزالکونیوم کلراید (0.1%)، محلولهای قابل قبولی برای رفع آلودگی پوست هستند.

درمان - الف) چشمها:

معمولاً اثرات چشمی خود بخود بهبود یافته و نیاز به درمان خاصی ندارند مگر اینکه ذره‌ای از عامل به چشم وارد شده باشد. اگر ذرات درشت CS به چشم وارد شوند، درمان آن، مشابه آلودگی با مواد خورنده است و بهترین درمان شستشوی فوری چشم، با مقدار زیادی آب است. بعد از اینکه آلودگی کاملاً برطرف شد، استفاده از پماد کورتیکواستروئید چشمی می‌تواند مفید باشد. بیمارانی که در معرض مقدار زیادی از CS بوده‌اند، باید از نظر امکان ابتلا به کدورت قرنیه و التهاب عنیبه تحت نظر قرار گیرند.

ب) پوست: قرمزی اولیه و احساس گزش تا یک ساعت، بخصوص در نواحی گرم و مرطوب پوست، معمولاً موقتی بوده و نیاز به درمان خاصی ندارد. التهاب و تاولهایی شبیه آفتاب سوختگی ممکن است بعد از تماس زیاد یا طولانی با CS اتفاق بیفتد (بخصوص در پوست روشن). درمانیت تماسی حاد بایستی در ابتدا به همان شیوه سایر درمانتیهای حاد درمان شود. کرمهای کورتیکواستروئید با لوسیون کالامین ممکن است درمانتیهای موجود را درمان کند و یا قرمزی پوست را محدود کند. درمانیت ترشح‌دار با پانسمان مرطوب محلول ۱ به ۴۰ استات آلومینیم برای ۳۰ دقیقه، سه بار در روز، ممکن است درمان شود. یک استروئید موضعی بلافاصله بعد از پانسمان مرطوب باید بکار برده شود. با آنتی بیوتیک مناسب عفونت ثانویه درمان می‌شود. خارش شدید با لوسیون کالامین و یا ترکیبات کورتیکواستروئید درمان می‌شود. تاولها (در صورت ایجاد) مانند سوختگی درجه دو بایستی تحت درمان قرار گیرند.

ج) دستگاه تنفسی: در موارد نادر، چنانچه آلودگی شدید منجر به اثرات

سمی تر است.

مکانیسم عمل و اثرات سمی . شیوه عمل CN و CS مشابه بوده و سبب تحریک انتهایی اعصاب حسی می‌شوند.

نشانه‌ها و علائم . تماس با CN، در ابتدا روی چشمها اثر می‌گذارد و باعث احساس سوزش، اشک ریزش، التهاب و ادم پلکها، بلفارواسپاسم و فتوفوبی شده و همچنین در غلظتهای بالا می‌تواند کوری موقت ایجاد کند. شدیدترین این علائم در عرض چند دقیقه به شدت خود رسیده و سپس بتدریج کاهش می‌یابد، بطوریکه پس از حدود ۱ یا ۲ ساعت تمام علائم ناپدید می‌شود. غلظتهای بالای آن می‌تواند سبب تحریک دستگاه تنفسی فوقانی، التهاب و تاول پوست، اختلال در دید و ادم ریوی گردد. چکیدن یا پاشیدن CN روی چشم سبب سوختگیهای ناشی از خوردگی، کدورت قرنیه و حتی اختلال دائمی دید می‌گردد. چکیدن یا پاشیدن CN روی پوست ممکن است سبب درماتیت پاپولوزیکولی و سوختگیهای سطحی پوست شود. خوردن غذا یا آب آلوده به CN سبب تهوع، استفراغ و اسهال می‌شود.

کمکهای اولیه . بعد از اینکه تماس با عامل محدود شد، عوارض آن، با ورود جریان هوای تازه به داخل چشمها برطرف می‌شود. در صورت لزوم می‌توان چشمها را با آب بطری غیر آلوده شست، چشمها هرگز نباید مالیده شوند، زیرا صدمات مکانیکی ممکن است، صدمات شیمیایی را تشدید کند. باید به بیمارانی که از کوری موقت رنج می‌برند اطمینان خاطر داد که کوری دائمی در اثر تماس با بخار عامل حتی در غلظتهای خیلی بالا نیز مشاهده نشده است.

د. بروموبنزیل سیانید (CA) و برومواستون (BA)
 . بروموبنزیل سیانید (CA) و برومواستون (BA) از اشک‌آورهای قدیمی‌تر هستند. آنها بسیار سمی بوده و نباید برای کنترل اغتشاش بکار روند. خواص آنها در جدول ۱ آورده شده است.

عوامل استفراغ‌آور

عوامل استفراغ‌آور در دستگاه تنفسی فوقانی ایجاد تحریک شدید شبیه فلفل کرده و روی چشمها نیز اثر تحریکی داشته و اشک‌آور است. و این عوامل سبب عطسه، سرفه، تهوع، استفراغ شدید غیر قابل کنترل شده بعلاوه فرد یک احساس کلی ناراحتی بدنی دارد. عوامل اصلی در

این گروه دی‌فنیل کلروآرسین (DA)، دی‌فنیل آمین‌آرسین (آدامزیت DM) و دی‌فنیل سیانوآرسین (DC) است. بنابراین DA، DC، DM، بعنوان عطسه‌آور نیز طبقه‌بندی می‌شوند. این عوامل به صورت **جدول ۱: خواص CA و BA**

خواص	CA	BA
ظاهر	زرد-جامد	بی رنگ-مایع
نقطه ذوب	۲۵°C	-۵۴°C
نقطه جوش	۲۲۷-۲۴۲°C	۱۳۶°C
وزن مخصوص	۱/۵۲	۱/۶۳
حلالیت در آب	ضعیف	ضعیف
حلالیت در محلولهای آبی	خوب	خوب
قابلیت تبخیر mg/m ³	(۱۳۰°C)	(۷۵۰۰۰°C)
بوی بخار (دود)	میوه فاسد	گزنده
رنگ بخار (دود)	سفید	بدون رنگ
حداقل غلظت تحریکی	۰/۳ Mg/m ³	۱/۰ mg/m ³

آئروسول پراکنده شده و از طریق استنشاق یا اثر مستقیم روی چشمها اثرات خود را ایجاد می‌کنند.

خواص . الف) خصوصیات: این مواد عوامل پایداری نیستند. ذرات آنها پس از پراکنده شدن روی زمین عملاً بی اثر هستند، مگر اینکه مجدداً در هوا معلق شوند. دی‌فنیل سیانوآرسین (DC) در این گروه بیشترین تحریک را ایجاد می‌کند. خصوصیات اصلی این عوامل در جدول ۲ خلاصه شده است.

جدول ۲ . خواص عوامل تهوع آور

	DC	DA	DM
ظاهر	جامد بی رنگ	کریستال بی رنگ	جامد زرد یا سبز
نقطه ذوب	۲۸°C	۳۸°C	۱۹۵°C
نقطه جوش	۳۳۷-۳۴۶°C	۳۳۰°C	۴۱۰°C
وزن مخصوص	-	۱/۴	۱/۶۸
حلالیت در آب	ضعیف	ضعیف	ضعیف
حلالیت در محلولهای آبی	خوب	خوب	ضعیف
قابلیت تبخیر mg/m ³	(۱۵°C)	(۰/۶۸°C)	(۲/۲°C)
بوی بخار (دود)	سیر	واکس کفش	آتش ذغال
رنگ بخار (دود)	سفید	سفید یا خاکستری	زرد
حداقل غلظت تحریکی	۰/۲۵ mg/m ³	۰/۱ mg/m ³	۰/۱ Mg/m ³

مصدومین با برداشتن آن امکان تماس بعدی را فراهم می‌کند. (ب) بدنبال استنشاق، احساس سوزش در بینی و گلو، افزایش بزاق، آبریزش بینی، سرفه، عطسه، تهوع و استفراغ ایجاد می‌شود. بعلاوه دپرسیون فکری نیز در طول پیشرفت علائم ممکن است اتفاق بیفتد. تحریک سینوسهای اطراف بینی و پر شدن آنها از ترشح، سر درد شدیدی در ناحیه فرونتال ایجاد می‌کند.

تماس طولانی مدت با این عوامل ممکن است سبب درد در پشت جناغ، اختلال تنفسی و علائمی شبیه آسم گردد. این علائم پس از ۵ الی ۱۰ دقیقه به اوج خود رسیده و ۱ الی ۲ ساعت پس از قطع تماس از بین می‌روند. اثرات این عوامل روی چشمها جزئی بوده و منحصر به احساس سوزش و اشک ریزش می‌شود. تماس پوست با غلظتهای بالا سبب قرمزی و خارش شده و در جهت احساس سوختگی و ایجاد وزیکول پیش می‌رود. در میدان جنگ احتمال برخورد با غلظتهای بالا بعید است؛ بنابراین احتمال اثرات چشمی و پوستی بسیار کم است. خوردن غذا و آب آلوده به عوامل عطسه‌آور، ممکن است تهوع و استفراغ، اسپهال (گاهی اسپهال خونی) و ضعف و سرگیجه ایجاد کند.

(ج) در محیطهای باز که جریان هوا وجود دارد، غلظتهای بالا بعید است. اما ممکن است این حالت در فضاهای بسته (پناهگاهها و چادرها و غیره) اتفاق بیفتد. این شرایط در پوست وزیکول، آسیب موبرگی و تورم موضعی ایجاد می‌کند همچنین نکرورز قرنیه و ادم ریوی نیز ممکن است حادث شود.

عدم پایداری در راه رفتن و حرکت کردن و مثبت شدن تست رامبرگ نیز گزارش شده است. سایر عوارض نورولوژیک در اثر تماس شدید شامل بالا رفتن حساسیت، عدم احساس، بیهوشی و مختل شدن حس محیطی، بخصوص در پاها باشد. از دست دادن هوشیاری نیز گزارش شده است.

درمان . الف) علیرغم سرفه، عطسه، افزایش بزاق و تهوع ماسک محافظتی باید پوشیده شود. ماسک زمانی که ضرورت دارد (مثلاً برای استفراغ یا خارج کردن ترشحات دهان) می‌تواند مختصراً در آورده شود. سعی شود با قدرت تمام، انجام وظایف ادامه یابد، این به کمتر و

الف) شناسایی با چشم: باید بخاطر داشت که رنگ عامل جامد بستگی به درجه خلوص آن دارد (محصولات تولیدی اغلب رنگی هستند). اما رنگ و بوی دود آن بعد از پراکنده شدن ممکن است در غلظتهایی که بشدت هم تحریک کننده است، قابل توجه نباشد؛ بطوریکه برای کشف این مواد، رنگ و بو نمی‌توانند فاکتورهای قابل اعتمادی باشند.

ج سمیت: اطلاعات زیر مربوط به DM است :

LC₅₀ برای مردم بین ۱۳۰۰۰ تا ۴۴۰۰۰ میلی گرم در دقیقه بر متر مکعب برآورد شده است که بستگی به نحوه پخش عامل دارد. IC₅₀ برای مردان ۲۲ تا ۱۵۰ میلی گرم در دقیقه بر متر مکعب است. حداکثر غلظتی که استنشاق آن برای ۵ دقیقه آسیب دائمی بجا نمی‌گذارد، ۱۰۰ میلی گرم در متر مکعب است.

شناسایی

آلودگی به این عوامل ممکن است بوسیله علائم و نشانه‌های کلینیکی حدس زده شود.

محافظت . تجهیز کردن فرد به وسایل محافظتی می‌تواند حفاظت کامل ایجاد کند. ماسک محافظ استاندارد و لباسهای رزمی می‌توانند در مقابل غلظتهای میدانی عوامل استفراغ‌آور، محافظت کافی ایجاد کنند.

مکانیسم عمل . مکانیسم عمل آن عبارت است از مهار آنزیمهای SH دار، بخصوص آنزیمهای سیستم پیروات دهیدروژناز. این آنزیمها در فرآیند تولید انرژی سلول نقش دارند. صحت ساختمان سلولی بستگی به عملکرد صحیح فرایند متابولیکی دارد. مهار آنزیمهای ذکر شده سبب اختلال در تنفس سلولی و نهایتاً تخریب ساختمان سلولی می‌گردد.

پاتولوژی . عوامل استفراغ‌آور موجب التهاب موضعی دستگاه تنفس فوقانی، سینوسهای مربوط به بینی و چشمها می‌شود.

نشانه‌ها و علائم . الف) شروع علائم ممکن است چندین دقیقه پس از تماس (بخصوص با DM) به تأخیر بیفتد. بنابراین قبل از اینکه به وجود دود مشکوک شویم تماس مؤثر اتفاق می‌افتد. چنانچه پس از آن ماسک هم گذاشته شود، علائم برای چندین دقیقه افزایش می‌یابد و این باور برای فرد ایجاد می‌شود که ماسک مؤثر نیست و

سپیر و پیشرفت . علائمی که در اثر تماس با غلظت‌های میدانی عوامل استفراغ‌آور ایجاد می‌شود، معمولاً در عرض ۲۰ دقیقه تا ۲ ساعت از بین می‌روند و صدمات خاصی بجا نمی‌گذارند. هر چند نمونه‌هایی از صدمات شدید ریوی و مرگ در اثر تماس اتفاقی با غلظت‌های بالا در فضاهاى سربسته اتفاق افتاده است.

منبع اصلی این متن:

NATO handbook in the Medical Aspects of NBC Defensive operations AmedP-6 (B) Part III Chemical. (no references cited).

کوتاه‌تر شدن علائم کمک می‌کند. معمولاً علی‌رغم اثرات عوامل استفراغ‌آور می‌توان به رزم ادامه داد.

ب: علی‌رغم ظاهر رقت‌بار سندرم، تنها درمان مورد نیاز کمک‌های اولیه است. بیمار نباید برای چند ساعت سیگار بکشد. در صورت لزوم دهان با آب شسته شود، اما آب نباید قورت داده شود. چشمها و پوست نیز می‌تواند با آب شسته شوند. لباسها باید بخوبی تمیز شود. در افرادی که در معرض شدید عوامل بوده‌اند ممکن است اقدامات درمانی مسمومیت با عوامل آسیب‌رسان ریوی ضروری باشد. تجویز ضد درد ملایم می‌تواند جهت خلاصی بیمار از سردرد و ناراحتی‌های عمومی صورت گیرد.