

پدافند در برابر جنگ افزارهای توکسینی

ترجمه و تلخیص: حسن میرحاج^۱

چکیده:

عوامل بیولوژیک محدوده وسیعی از موجودات زنده را شامل می‌شود که مهمترین آنها میکروب‌ها می‌باشند. کاربرد میکروب‌ها در جنگ از زمانهای بسیار قدیم و با روشهای ابتدایی مرسوم بوده است. دسته‌ای از عوامل بیولوژیک توکسین‌ها (سموم) هستند که این عوامل از موجودات زنده اعم از میکروب‌ها، جانوران و گیاهان به دست می‌آیند. سمومی مانند بوتولین، رایسین، تریکوتسن‌ها و سموم مار و عقرب از جمله این عوامل می‌باشند.

با توجه به این که تولید سموم به مقیاس زیاد امکان‌پذیر است و احتمال این که دشمن علیه ما در جنگ‌های آینده استفاده نماید بسیار زیاد است، لازمه اتخاذ تدابیر پدافندی مناسب و مؤثر در برابر چنین عواملی، در گرو داشتن اطلاعات کافی در زمینه ماهیت و عملکرد این گونه عوامل است..

مقاله حاضر ترجمه و تلخیص فصل «پدافند در برابر جنگ‌افزارهای توکسینی»^۲ از کتاب «جنبه‌های پزشکی جنگ‌های شیمیایی و بیولوژیک»^۳ می‌باشد که توسط دکتر دیویدفرانز، سرهنگ رسته دامپزشکی در انستیتو تحقیقات پزشکی بیماریه‌های عفونی ارتش آمریکا نوشته شده است. در این فصل عناوینی از قبیل مقایسه سموم و عوامل شیمیایی، خصوصیات سموم جنگی، منابع و مکانیزم عمل سموم، اقدامات حفاظتی در برابر سموم، درمان، تشخیص و رفع آلودگی و حفاظت از منابع آب و ... مورد بررسی قرار گرفته است.

واژه های کلیدی: جنگ‌های بیولوژیک، عوامل بیولوژیک، عوامل توکسینی، پدافند

۱- مدرس گروه جنگ نوین دانشکده پیاده مجتمع دانشگاهی حضرت امیرالمومنین^(ع)

۲- Defense Against toxin Weapons

۱- Medical aspects of chemical and biological Warfare

مقدمه:

سموم یا توکسین ها عوامل بیولوژیکی هستند که توسط موجودات زنده (باکتریها، گیاهان و جانوران) تولید می شوند. این مواد به طور چشمگیری از عوامل تکثیر شونده (باکتریها و ویروس ها) و عوامل شیمیایی کلاسیک متفاوت هستند. شناخت خواص فیزیکی و مکانیزم عمل سموم، در نحوه دفاع علیه آنها موثر می باشد.

اصطلاحات مورد استفاده در زمینه جنگ افزارهای توکسینی درنمایه شماره ۱ تعریف گردیده است.

نمایه شماره ۱: اصطلاحات جنگ افزارهای توکسینی

سم (توکسین): هر ماده سمی است که توسط گیاهان، جانوران و میکروبها تولید می شود. همچنین بعضی از سموم با روش های بیولوژی مولکولی (مانند سموم پروتئینی) یا روشهای مصنوعی شیمیایی (مانند سموم با وزن مولکولی کم) به وجود می آیند. عوامل شیمیایی از قبیل سومان، سارین، VX، سیانیدها و عوامل خردل (که به طور عمده جهت سلاحی شدن توسط انسان ساخته شده اند) در مبحث سموم وارد نمی شوند.

جنگ افزار کشتار جمعی بیولوژیک^۱ (MCBW): هر سلاح سمی است که بتواند بیماری یا مرگ به مقیاس وسیعی ایجاد نماید؛ به طوری که شالوده نظامی یا شهری یک کشور یا تمدن در اثر حمله نابود شود (نکته: در این زمینه عبارت سلاحهای کشتار جمعی^۲ (WMD) مقبولیت بیشتری دارد؛ گر چه معنای این عبارت از بین رفتن شهرها، ایجاد چاله های وسیع بمب و از بین رفتن اکثر اشکال حیات می باشد. در صورتی که عبارت MCBW فقط حیات را با خطر مواجه می کند).

سلاحهای حائز اهمیت نظامی (یا سلاح تروریستی): تسلیحاتی هستند که قادرند مستقیم یا به طور غیر مستقیم از نظر فیزیکی و یا از طریق اثرات روانی بر موفقیت عملیات نظامی اثر منفی بگذارند.

1-MCBW= Mass Casualty Biological (Toxin) Weapons

2-WMD= weapons of Mass Destruction

بعضی از سمومی که در این مقاله توضیح داده می شوند، به عنوان تهدیدات جنگ های بیولوژیک مطرح می باشند. ایجاد آژورسل های قابل تنفس یکی از روشهای

محتمل برای آلوده کردن سربازان و یا حمله علیه اهداف در حملات تروریستی است. روش دیگر آلودگی آب و غذا و در نتیجه درگیری سیستم گوارش است. گرچه این روش در آب‌های تصفیه شده با کلر و یا دریاچه‌ها و منابع آب به علت رقیق شدن سموم، دارای محدودیت می‌باشد. تأثیر سموم از راه تنفس، نسبت به مواقعی که از راه مصرف غذای آلوده و یا نیش حشرات وارد می‌شوند، شدیدتر است. با ایجاد تغییر در راه ورود سم به بدن، تابلوی بالینی آن هم متفاوت می‌شود که در نتیجه آن تشخیص با مشکل مواجه شده و درمان به تأخیر می‌افتد. به طور کلی اقدامات فیزیکی از قبیل ماسک حفاظتی و سیستم‌های رفع آلودگی که برای تهدیدات عوامل شیمیایی استفاده می‌شوند، علیه سموم نیز حفاظت ایجاد می‌نمایند.

مقایسه سموم و عوامل شیمیایی جنگی:

سموم، هم از نظر منشأ و منبع تولید و هم از نظر ویژگیهای فیزیکی با عوامل شیمیایی کلاسیک متفاوت هستند. در جدول شماره ۱ این عوامل با هم مقایسه شده‌اند. مهمترین تفاوت سموم و عوامل شیمیایی، تأثیرات پوستی و فرآریت آنها می‌باشد. از لحاظ قدرت تکثیر، سموم با عوامل باکتریایی (نظیر عواملی که ایجاد طاعون و سیاه زخم می‌کنند) و عوامل ویروسی (نظیر عواملی که آبله و آنسفالت اسبی ویروسی ایجاد می‌کنند) متفاوتند و سموم قابلیت تکثیر شدن ندارند.

جدول شماره ۱: مقایسه سموم و عوامل شیمیایی

ویژگیها	سموم	عوامل شیمیایی
منشأ	طبیعی	مصنوعی (ساخته دست بشر)
تولید	مشکل و به مقیاس کم	به مقیاس وسیع و گسترده
فرآریت	غیر فرآر	فرآر
سمیت نسبی	اکثراً شدیداً سمی	کمتر از سموم
عملکرد پوستی (تأثیر روی پوست)	هیچ عملکردی ندارد*	فعالیت پوستی دارد
موارد استفاده دیگر	پزشکی قانونی	غیر از سلاح استفاده ای ندارد
مزه و بو	بدون بو و مزه	دارای بو و مزه قابل توجه
اثرات سمی	تأثیرات سمی وسیع و متفاوت	تأثیر سمی کم
ایمنی زایی	اکثراً ایمنونوژنهای قوی**	غیرایمنونوژن
روش پخش	به صورت آئروسل	مست، قطرات و آئروسل

به علت این که سموم مانند عوامل شیمیایی فرآر نیستند (تبخیر نمی شوند) و به طور مستقیم روی پوست اثر نمی گذارند، مهاجمین برای آلوده کردن جمعیت های هدف، این عوامل را به آئروسل قابل تنفس تبدیل کرده، که این حالت باعث آلودگی سطح داخلی و حساس تر ریه ها می شود. خوشبختانه این امر تعداد سموم قابل سلاحی کردن را محدود و تلاش مهاجمین را با مشکل مواجه می سازد. ذرات آئروسل ۰/۵ تا ۵ میکرون داخل ریه ها باقی می مانند. ذرات کوچکتر از این مقدار نیز تنفس می شوند ولی اکثر آنها با بازدم خارج می شوند. ذرات بزرگتر از ۱۵-۵ میکرونی در مسیر بینی تا نای

* بجز مایکوتوکسین های تریکوتسن، لینگ بایوتوکسین و بعضی از سموم جلبک های سبز- آبی. دو مورد آخری باعث صدمات پوستی در شناگران آبهای آلوده می شود ولی لینگ بایوتوکسین به مقیاس گسترده در دسترس نیست و سموم جلبک های سبز- آبی سمیت کمی دارند.

** بدن انسان سموم را به عنوان مواد خارجی شناسایی کرده، علیه آنها آنتی بادیهای حفاظت کننده تولید می نماید.



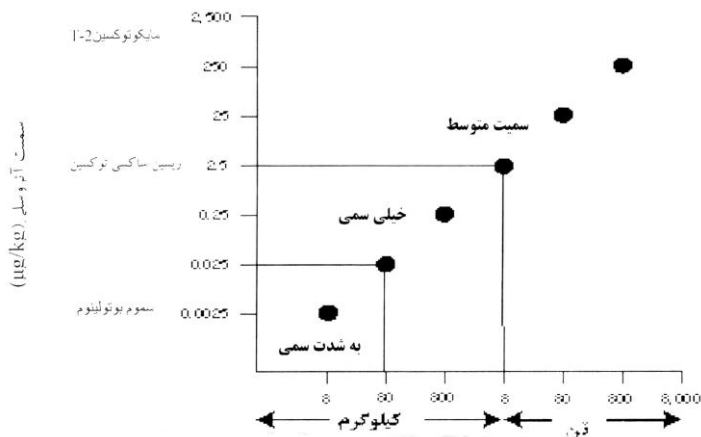
به دام می افتند و وارد ریه ها نمی شوند. درصد زیادی از ذرات آئروسول ۲۰-۱۵ میکرونی به صورت بی ضرر روی زمین قرار می گیرند، که به علت غیر فرار بودن برای نیروهای بدون وسایل حفاظتی به مدت طولانی تهدیدی به حساب نمی آیند. گرچه در مورد سموم آئروسول شده اطلاعات کمی در دسترس می باشد، تشکیل آئروسول ثانویه (یعنی تشکیل ذرات ۵-۱ میکرونی از قطرات روی زمین) در اثر حرکت نیروها یا وسایل نقلیه، بعید است (البته این حالت در مورد آلودگی سنگین با عوامل عفونی از قبیل اسپورهای سیاه زخم که ممکن است در نزدیک نقطه رهایی عامل اتفاق افتد، صحیح نمی باشد).

خصوصیات سموم جنگی

سمیت، سهولت تولید و پایداری سموم ارتباطی تنگاتنگ با هم دارند. صرف نظر از سمیت توکسین، سمی که به اندازه کافی قابلیت تولید نداشته باشد و یا آئروسول آن بعد از پرتاب، ناپایدار باشد، نمی تواند به عنوان سلاح کشتار جمعی بیولوژیک مؤثری مطرح شود. سموم با سمیت کمتر که هزینه تولید و پرتاب کمتری دارند و آئروسول آنها پایدار است، تهدید واقعی به شمار می روند. به علت این که باید سموم به صورت آئروسول های قابل تنفس وارد بدن شوند، مطرح بودن آنها به عنوان سلاح کشتار جمعی بیولوژیک، محدود به سمیت و سهولت تولید آنهاست. با استفاده از نمودار شماره ۱ می توان از نظر تئوری میزان احتمالی یک را برای مسمومیت افراد در یک منطقه وسیع و باز در میدان جنگ با شرایط جوی ایده آل محاسبه نمود. به عنوان مثال در این نمودار نشان داده شده است که جهت پوشش منطقه ای به وسعت صد کیلومترمربع طوری که افراد داخل منطقه دوز LD_{50}^* را دریافت نمایند، ۸۰ کیلوگرم از سمی با سمیت آئروسولی ۰/۰۲۵ میکروگرم در کیلوگرم^۲، مورد نیاز است.

۱- مقداری از سم را که باعث می شود نیمی از جمعیت مورد هدف بدون وسایل حفاظتی از بین بروند دوز کشنده

متوسط گویند ($Lethal\ Dose=LD_{50}$)



نمودار شماره ۱: این نمودار نسبت سمیت (LD50 در موش) به مقداری از سم که لازم است در یک شرایط جوی ایده آل، مساحت یک صد کیلومتر مربعی را به طور مؤثر در یک فضای باز آلوده نماید، نشان می دهد. گرچه سمیت مورد بحث در این نمودار بر اساس مطالعات انجام شده بر روی موشها می باشد ولی عقیده بر این است که با موارد انسانی نیز شباهت زیادی دارد. رایسین، ساکسی توکسین، سموم بوتولینوم و مایکوتوکسین های تریکوتسن (T-2) در غلظت های رسم شده در نمودار، کشنده اند.

به شدت سمی: این سموم دارای LD50 کمتر از ۰/۰۲۵ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشند.

خیلی سمی: سموم با LD50 ما بین ۰/۰۲۵-۲/۵ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن

سمیت متوسط: دارای LD50 بیشتر از ۲/۵ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن

جدول شماره ۲-LD50 بیست و پنج سم و عامل شیمیایی را مقایسه کرده است.

جدول شماره ۲: مقایسه سمیت بعضی از سموم و عوامل شیمیایی در موش آزمایشگاهی

۲- به ازای هر کیلوگرم وزن بدن، ۰/۰۲۵ میکروگرم از سم مورد نیاز است.



عامل	LD50($\mu\text{g/kg}$)*	وزن مولکولی ⁺	منبع
سم بوتولینوم	۰/۰۰۱	۱۵۰,۰۰۰	باکتری
شیگا توکسین	۰/۰۰۲	۵۵,۰۰۰	باکتری
سم کزاز	۰/۰۰۲	۱۵۰,۰۰۰	باکتری
آبرین	۰/۰۴	۶۵,۰۰۰	گیاه خانواده نخود
سم دیفتری	۰/۱۰	۶۲,۰۰۰	باکتری
مائی توکسین	۰/۱۰	۳,۴۰۰	جانوران دوتاژی دریایی
یالی توکسین	۰/۱۵	۲,۷۰۰	مرجانهای نرم دریایی
سیگو آتو کسین	۰/۴۰	۱,۰۰۰	جانوران دوتاژی دریایی
تکسیر تیلو توکسین	۰/۶۰	۸۰,۰۰۰	مار سمی
سم کلستریدیوم پرفرینژنس	۰/۱-۵	۳۵,۰۰۰-۴۰,۰۰۰	باکتری
باتراکو توکسین	۲	۵۳۹	قورباغه سمی
ریسین	۳	۶۴,۰۰۰	گیاه (دانه کوچک)
آلفا-کونوتو کسین	۵	۱/۵۰۰	نوعی مار
تائی بوکسین	۵	۴۶,۰۰۰	مار سمی
تترو دو توکسین	۸	۳/۹	ماهی یف کننده
آلفا-تیتوسر توکسین	۹	۱/۰۰۰	عقرب
ساکسین توکسین	۱۰ (استنشاقی: ۲)	۲۹۹	تاژکداران دریایی
VX	۱۵	۲۶۷	عامل شیمیایی
انتروتوکسین B استاف	۲۷	۲۸/۴۹۴	باکتری
آنانو کسین: A	۵۰	۵۰۰	جلیک سبز-آبی
میکروسیتین	۵۰	۹۹۴	جلیک سبز-آبی
سومان (GD)	۶۴	۱۸۲	عامل شیمیایی
سارین (GB)	۱۰۰	۱۴۰	عامل شیمیایی
آکونیتین	۱۰۰	۶۴۷	گیاه تاج الملوک
توکسین T-2	۱۲۱۰	۴۶۶	مایکو توکسین قارچی

* مقادیر مربوط به LD50 تقریبی است و از منابع منتشر شده و بعضاً منتشر نشده استفاده گردیده است. روش کار تزریق داخل صفاتی و یا داخل رگی است.

⁺ به رابطه معکوس بین وزن مولکولی و سمیت توجه کنید.

اگر توکسینی به اندازه کافی سمیت نداشته و به مقدار کافی قابل تولید نباشد، صرف نظر از خصوصیات دیگر آن، نمی تواند به عنوان سلاح مطرح گردد. بنابر این، صدها سم به علت سمیت پایین از لیست سلاحهای کشتار جمعی بیولوژیک حذف می گردند. فاکتور مهم دیگر پایداری سموم بعد از تبدیل شدن به آئروسول می باشد؛ زیرا این فاکتور محدودیت کاربرد سلاح سمی را بیشتر می کند. برخی سموم، سمیت کافی دارند و برای سلاحی شدن به اندازه کافی تولید می شوند؛ ولی پایداری آن در هوا آنقدر کم است که کاندیدایی خوب و مناسب برای سلاحی شدن به شمار نمی روند.

علاوه بر ایجاد تلفات، ناتوان کنندگی سموم نیز باید مد نظر قرار گیرد. بعضی از سموم به مقدار کمتر از میزان کشندگی، ناتوانی ایجاد می نمایند. به عنوان مثال سمومی که به طور مستقیم غشاها و تنظیم مایعات سلولی را تحت تأثیر قرار می دهند، می توانند در داخل ریه ها انتقال گازها به طور شدید تأثیر گذاشته، ناتوانی در فرد ایجاد نمایند. سموم که سمیت کمتری دارند، در فضاهای سربسته مانند ساختمانها تهدید عمده ای به حساب می آیند (پخش این گونه سموم از طریق سیستم های تهویه امکان پذیر است).

منابع سموم و مکانیزم عمل آنها

سموم از نظر منشأ تولید، اندازه و ساختمان مولکولی و مکانیزم عمل متفاوت هستند. گرچه سموم در طبیعت توسط موجودات زنده ریز (میکروارگانیسم ها)، گیاهان و جانوران تولید می شوند، بعضی از آنها با روشهای مصنوعی نیز قابل تولید هستند. سهولت تولید سموم (چه طبیعی چه مصنوعی) فاکتور مهمی در ارزیابی تهدید آنها به شمار می رود، ولی روش تولید یک سم، ساختمان مولکولی یا مکانیزم عمل آن را تغییر نمی دهد. سموم با وزن مولکولی کم به طور معمول کمتر از ۱۰۰۰ دالتون یا تقریباً ۱۰ آمینواسید هستند و مولکولها یا پپتیدهای آلی از این دسته اند. سموم پروتئینی، پروتئینهای بزرگتر از ده آمینو اسید هستند.



منابع سموم

الف-باکتریها:

سمی ترین مواد بیولوژیکی شناخته شده سموم پروتئینی اند که توسط باکتریها تولید می شوند. تولید زیاد سموم باکتریایی نسبت به سموم گیاهی مشکل تر است ولی سمیت شان بسیار بیشتر از سموم گیاهی می باشد. سموم بوتولینوم (هفت نوع سم شبیه به هم)، انتروتوکسین های استافیلوککی، دیفتری و سم کزاز بهترین نمونه های سموم باکتریایی هستند.

سمیت سموم بوتولینوم آنقدر زیاد است که می توان با فن آوری حال حاضران در تولید جنگ افزارهای کشتار جمعی بیولوژیکی استفاده نمود. این سم با ایجاد فلج در عضلات تنفسی و بدون ایجاد تغییرات میکروسکپی در بافت ها، باعث مرگ می شود. تنفس انتروتوکسین های استافیلوککی باعث تب، سردرد، اسهال، حالت تهوع، استفراغ، دردهای عضلانی، کوتاه شدن تنفس و سرفه های خشک در طول ۲ تا ۱۲ ساعت بعد از در معرض قرارگیری می شود.

سموم باکتریایی دیگری که تحت عنوان آسیب رسان به غشاها طبقه بندی می گردند، از باکتریهای نظیر اشیریشیاکولی (که همولیزین تولید می کند)، آئروموناس، پseudomonas و استافیلوکک (که سیتولیزین و فسفولیپاز نیز تولید می کنند) به دست می آیند و تولید نسبتاً آسانی دارند ولی پایداری آنها متغیر می باشد. اکثر این سموم باعث ناتوانی شخص می شوند و ممکن است با تشکیل منافذی در غشای سلول های میزبان باعث مرگ انسان شوند. این سموم به علت سمیت کمتری که دارند، به ندرت به عنوان تهدیدات جنگ بیولوژیک مطرح می شوند.

ب- موجودات دریایی: بعضی از سموم توسط موجودات آبی و یا باکتریهای موجودات آبی، تولید می شوند و ممکن است در تسلیحات تروریستی به کار برده

شوند (یعنی در مواقعی که برای رسیدن به اهداف، مقدار کمی از عامل مورد نیاز باشد) ولی به عنوان تهدیدی در میداین نبرد (فضای آزاد) مطرح نمی‌باشند. ساکسی توکسین که یکی از بهترین سموم شناخته شده در این گروه است، نورو توکسین قوی است که توسط نرم‌تنانی از قبیل صدفهای دو کفه‌ای، نرم‌تنان خوراکی و حلزون دو کفه‌ای تولید می‌شود. این سم متوقف کننده کانالهای سدیم است و از طریق استنشاقی نسبت به روشهای دیگر، بسیار سمی تر است. ساکسی توکسین به عنوان جنگ‌افزار ضد نفر علیه نیروها استفاده می‌شود ولی به دلیل این که در حال حاضر با روش های شیمیایی قابل تولید نیست و تولید طبیعی آن مشکل است، به عنوان تسلیحات بیولوژیک فراگیر در نظر گرفته نمی‌شود. تترودوتوکسین که از ماهی پف کننده و دیگر اعضای رده تترادوتی فورم‌ها به دست می‌آید، نورو توکسینی است که از نظر مکانیزم عمل، سمیت و ویژگیهای فیزیکی بسیار به ساکسی توکسین شبیه است.

ج- قارچها: تریکوتسن‌ها، سموم قارچی هستند که توسط گونه‌های مختلف قارچها تولید می‌شوند و از گروه سموم با وزن مولکولی کم (کمتر از هزار دالتون) به حساب می‌آیند. بر اساس شواهدی که در دست می‌باشد، واقعه باران زرد که در اوایل سالهای ۱۹۸۰ در جنوب شرق آسیا اتفاق افتاد، کاربرد یکی از سموم قارچی تریکوتسن (T2) به عنوان عامل بیولوژیک جنگی را نشان می‌دهد.

T-2 یکی از سموم پایداری است که خاصیت بیولوژیکی آن حتی در دماهای بالا باقی می‌ماند. غلظت زیاد هیدورکسید سدیم و هیپوکلریت سدیم جهت سم‌زدایی آن مورد نیاز است. سمیت این دسته از سموم از طریق آئروسل آن قدر کم است که به عنوان تسلیحات کشتار جمعی بیولوژیک مطرح نمی‌باشد ولی برخلاف سموم دیگر، این سم از طریق پوست نیز اثرگذار است.

د- گیاهان: تولید به مقیاس وسیع وبا هزینه کم و فن آوری پایین سموم گیاهی امکان پذیر است. ریسین (پروتئینی که از گیاه کرچک به دست می آید) و آبرین (که از گیاهان خانواده نخود به دست می آید) نمونه هایی از سموم گیاهی به شمار می روند. در سراسر جهان به طور تقریبی یک میلیون تن دانه های کوچک برای تولید روغن کرچک فرآوری می شوند. تفاله های باقیمانده از این عمل دارای ۳ تا ۵ درصد ریسین می باشد. به علت این که سمیت ریسین پایین است، برای تولید تسلیحات کشتار جمعی بیولوژیک ، حداقل یک تن یا ۱۰۰۰ کیلوگرم آن مورد نیاز می باشد.

ه- جانوران: سموم جانوران اغلب حاوی مقداری از پروتئین های سمی و غیر سمی است. جمع آوری مقدار کافی از این مواد برای توسعه به عنوان جنگ افزارهای بیولوژیک از نظر عملی امکان پذیر نمی باشد. با این حال تاکنون ساختمان مولکولی تعداد زیادی از سموم مار و عقرب مشخص گردیده است و بعضی از آنها با استفاده از فن آوری بیولوژی مولکولی تولید شده اند و بعضی سموم کوچکتر با روشهای سنتز شیمیایی نسبتاً ساده، تولید شده اند.

مکانیسم عمل سموم

اولین مرحله در توسعه اقدامات پزشکی در برابر سموم و مهمترین فاکتور تأثیرگذار برای حفاظت سربازان، دانستن مکانیزم عمل سمومی است که به عنوان تهدید محسوب می گردند. در مورد سموم دو دسته مکانیزم عمل وجود دارد:

۱- نورو توکسین ها (سموم عصبی) به طور مستقیم بر عمل سیستم عصبی تأثیر گذارند (غالباً سیستم عصبی محیطی)، که اثرات آن معمولاً موقت و برگشت پذیر است.

۲- سموم آسیب‌رسان به غشاها به طور مستقیم یا غیر مستقیم از طریق آزادسازی واسطه‌های بیماری باعث نابودی یا تخریب بافت‌ها و اندام‌ها می‌شوند. برگشت‌پذیری اثرات این سموم معمولاً کمتر می‌باشد.

الف-نوروتوکسین‌ها (سموم مؤثر بر سیستم عصبی):

ساکسی‌توکسین: استنشاق دوز سمی بعضی از نوروتوکسین‌ها مانند ساکسی‌توکسین و تترودتوکسین در عرض چند دقیقه افراد را از بین می‌برد. این سموم به طور مستقیم با توقف جریان عصبی و ایجاد مرگ از طریق فلج عضلات تنفسی عمل می‌کنند. به علت این که بعد از در معرض قرارگیری با این سموم علائم بسرعت ظاهر می‌شود، پروفیلاکسی (چه واکسن و چه دارویی) برای حفاظت سربازان علیه این دو سم، سریعاً باید انجام گیرد..

سموم بوتولینوم: نوروتوکسین دیگر یعنی سم بوتولینوم به انتهای اعصاب رفته و آزاد شدن انتقال دهنده‌های پیام عصبی (که درحالت طبیعی باعث انقباض عضلانی می‌شوند) را مهار می‌کند. به طور عمده این نوروتوکسین‌های پروتئینی بزرگ به آرامی (ساعت‌ها تا یک روز) موجب از کار افتادن سیستم تنفسی و در نتیجه مرگ می‌شوند. فردی که با این سم آلوده شده باشد ممکن است علایم را ۲۴ تا ۷۲ ساعت بعد هم نشان ندهد. این سم با مهار فعالیت بیوشیمیایی اعصاب مؤثر در فعالیت عضلات تنفسی، باعث خفگی بیمار می‌شود.

مسمومیت‌هایی از این قبیل را می‌توان با تزریق ضد سم‌ها (آنتی‌بادیهای تهیه شده از انسان یا حیوان) تاچند ساعت (کمتر از ۲۴ ساعت در میمون و حدود همین زمان در انسان) پس از تنفس دوز کشنده از بین برد و از بیماری یا مرگ شخص جلوگیری نمود.



ب- سموم آسیب‌رسان به غشاءها:

سموم آسیب‌رسان به غشاءها، مستقیماً بافت‌ها را تخریب و از بین می‌برند که در مورد این سموم پروفیلاکسی (پیشگیری) بسیار مهم است زیرا زمان کمی پس از آلودگی، تغییرات پاتولوژیکی غیر قابل برگشتی در بدن ایجاد می‌گردد.

میکروسیستین: یکی از سموم این دسته، میکروسیستین می‌باشد که توسط جلبک‌های سبز-آبی تولید می‌گردد و به صورت کووالانسی به فسفاتاز داخل سلولهای کبدی متصل می‌شود. این سم به سلولهای دیگر بدن آسیب نمی‌رساند. اگر از ورود سم به داخل سلولهای کبدی جلوگیری نشود، ۱۵ تا ۶۰ دقیقه بعد از دریافت دوز کشنده، ضایعات برگشت‌ناپذیری به بافت کبدی تحمیل می‌گردد. در صورت بروز چنین حالتی، آسیب بافتی به کبد آنقدر شدید است که ممکن است درمان هیچ ارزشی نداشته باشد.

ریسین: ریسین یک سم گیاهی است که با متوقف کردن پروتئین‌سازی در بسیاری از سلولهای بدن باعث مرگ می‌شود ولی تأثیر تخریبی سم بر روی ریه‌ها فقط از طریق استنشاق صورت می‌گیرد. با استنشاق سم و ورود به ریه‌ها ابتدا آسیب‌های جزئی و محدود در ریه‌ها به وجود می‌آید و مکانیزم ایجاد مرگ با روشی متفاوت از ورود سم به پوست صورت می‌گیرد. در نهایت گرچه علایم مسمومیت ممکن است ۱۲ تا ۲۴ ساعت طول بکشد، تغییرات شیمیایی برگشت‌ناپذیر ۶۰ تا ۹۰ دقیقه پس از در معرض قرارگیری به وجود می‌آید که درمان را مشکل‌تر می‌کند.

سموم قارچی تریکوتسن: تنها گروه سموم آسیب‌رسان به غشا که به آسانی تولید می‌شوند و از طریق پوستی اثرگذار هستند، سموم قارچی تریکوتسن می‌باشند. بنابر این باید این سموم را با استانداردهایی متفاوت از سایر سموم بررسی کرد. تریکوتسن‌ها بدون این که از طریق استنشاق تنفس شوند، باعث ایجاد زخمهایی روی پوست و بیماریهای سیتیمیک می‌شوند.

آلودگی پوستی و مسمومیت با مواد غذایی آلوده دو مسیر متداول برای مصدومیت سربازان با این سموم می باشد. در ارتش های مدرن و آموزش دیده، مسمومیت از طریق گوارش غیر متحمل است. حدود یک نانوگرم سم برای هر سانتیمتر مربع پوست ایجاد سوزش می کند و یک میکروگرم آن باعث نکروز پوست می شود. حدود یک میکروگرم سم قادر است آسیب های غیر قابل برگشت در قرنیه چشم ایجاد نماید.

اقدامات حفاظتی در برابر سموم

حفاظت فیزیکی

همانگونه که قبلاً اشاره گردید، اغلب سموم فرار نیستند و بر روی پوست اثر چندانی ندارند. بنابر این دشمن به این سمت متمایل می شود که سموم را به صورت آئروسل قابل تنفس پخش کند. آئروسل سموم بر روی پوست و لباس باقی نمی ماند و اثرات مخرب محیطی عمده ای در طولانی مدت به جای نمی گذارند. ابر حاصل از آئروسل سموم بسته به شرایط آب و هوایی و با وزش باد در سطح زمین حرکت کندی دارد و یا به بالاتر از سطح رفته و در اتمسفر هوا رقیق می شود.

بنابر این آلودگی در نزدیکی نقطه انفجار یا در محل آزادسازی سم وجود دارد. با عبور تدریجی عوامل سمی از یک ناحیه، انسانهایی که در مسیر ابر آئروسل قرار دارند در معرض عامل قرار می گیرند. عمده ترین راه در معرض قرارگیری انسان در برابر عوامل، سیستم تنفسی است. ذرات آئروسل سموم باید به داخل ریه ها بروند تا ایجاد آسیب نمایند.

پوشیدن صحیح ماسک حفاظتی علیه آئروسل سموم مؤثر است. با این حال اثربخشی این اقدام به دو عامل بستگی دارد: ۱- ماسک اندازه صورت فرد باشد. ۲- حین

حمله از آن استفاده شود. اندازه مناسب ماسک بسیار حیاتی است. به علت سمیت بالای بعضی از سموم باکتریایی، نشت بسیار جزئی سم داخل ماسک باعث در معرض قرارگیری فرد می شود. تا جایی که امکان دارد، چشم ها باید حفاظت شوند. اطلاعات قطعی در مورد اثر سموم آئروسول شده بر روی چشم ها وجود ندارد. با این حال در معرض قرارگیری چشم ها با آئروسول سموم (اگر فرد نزدیک نقطه آزادسازی سم نباشد)، به علت دوز سم دریافتی کمتر، اثرات عمومی خفیفی ایجاد می کند.

بعضی از سموم بر روی چشم تأثیرات مستقیمی دارند ولی این سموم به صورت آئروسول قابل استفاده نیستند. البته پوشیدن ماسک حفاظتی، قبل از قرار گرفتن در معرض، چشم ها را محافظت می نماید.

به علت این که در تهدیدات عوامل بیولوژیک جنگی نسبت به حملات و تهدیدات شیمیایی، خطرات آلودگی پوستی کم است، پوشیدن لباسهای حفاظتی مخصوص به غیر از ماسک، اهمیت کمتری دارد. لباسهای حفاظتی موجود باید علیه تهدیدات بیولوژیک شناخته شده مؤثر باشد. فرماندهان نظامی باید به دقت در نظر بگیرند که اثرات سموم از طریق پوستی چقدر خواهد بود و حفاظت از طریق لباسهای محافظ چقدر مؤثر است؟

تشخیص زمان وقوع حمله

به علت ماهیت تهدید، سربازان برای آگاهی از حمله قریب الوقوع یا در حال انجام به سیستم های مکانیکی تشخیص و اخطار نیاز دارند. بدون اخطار به موقع اکثر اقدامات عمومی و مؤثر (مثل پوشیدن ماسک حفاظتی) ممکن است زیاد مؤثر واقع نگردد. آشکارسازی حمله با عوامل شیمیایی در زمان مناسب، به طور موفقیت آمیزی توسعه یافته اند. توسعه آشکارسازهای عوامل بیولوژیک به چندین دلیل مشکل تر می باشد. همانگونه که قبلاً ذکر گردید، این عوامل باید به صورت آئروسول های قابل

تنفس پخش گردند؛ در صورتی که عوامل شیمیایی به صورت قطرات ریز منتشر گشته و بر روی زمین می نشینند و به مرور زمان تبخیر می شوند. ابر آئروسل حاصل از سموم، در حالت معمولی بر اثر حملات شبانه تشکیل می گردد و با وزش باد ملایم پخش شده، در میدان نبرد حرکت می کند و یا با ورود به جو رقیق تر می شود و یا بر روی زمین نشسته و خطرات بعدی آن از بین می رود. برخلاف عوامل شیمیایی که چندین ساعت قابل تشخیص و شناسایی اند، سموم در یک نقطه و فقط به مدت چند دقیقه قابل تشخیص می باشند. آشکارساز ویژه سموم باید به طور مداوم روشن بوده و از هوا نمونه برداری کند یا به طور خودکار در اثر نشر آئروسلهای سمی، روشن گردد. به علاوه بر اساس فن آوری حال حاضر، آشکارسازهای سموم برای تعیین هویت سم و تمایز آن از مواد آلی دیگر موجود در هوا، باید به دستگاههای ایمونوآسی* مجهز باشند (دستگاههایی که اساس سنجش در آنها استفاده از سیستم دفاعی بدن انسان می باشد). کنترل مداوم با چنین تجهیزاتی پر هزینه و به مواد گران قیمت نیاز دارد و به علت نیاز به معرف های خاص از نظر لجستیکی مشکل می باشد. برای تعیین هویت هر سم با استفاده از این روشها (ایمونوآسی)، معرف های متنوعی مورد نیاز است.

روشهای شیمیایی اساساً پیچیده و برای شناسایی همه سموم تقریباً غیر عملی اند ولی با استفاده از این روشها ممکن است بتوان مواد غیر عادی را که همراه سموم هستند شناسایی نمود. تصور کنید ساخت یک سیستم تشخیصی بر اساس وزن مولکولی یا خصوصیات فیزیکی دیگر، برای تمایز بین هفت نوع سم بوتولسم چه مشکلاتی در بردارد (وزن مولکولی هفت نوع سم بوتولینوم یکسان است و هر کدام برای تشخیص یا درمان به آنتی بادیهای ویژه و متفاوتی نیاز دارند). سرانجام، به جهت این که یک آشکارساز به طور مؤثر عمل باید در محلی قرار گیرد که ابر سمی را استشاق نماید

*Immunoassay

(نمونه‌گیری کند) و جمعیت در معرض خطر را آگاه سازد. این کار ممکن است در میدان جنگ عملی باشد ولی در حملات تروریستی و در مناطق ناشناخته، غیر ممکن است. با این حال اگر همه قابلیت‌های توصیف شده در زمان و مکان مناسب قابل دسترسی و توسعه باشد، احتمال دارد که ابر آئروسول همه سموم مورد علاقه، تشخیص و تعیین هویت شوند. پیشرفت فن‌آوری در آینده می‌تواند مشکلات حال حاضر ما را حل نماید.

تشخیص: ملاحظات عمومی

واحدهای بهداری، اغلب از خود سؤال می‌کنند که آیا قادر به تشخیص تفاوت بین بوتولیسم تنفسی، مسمومیت با انتروتوکسین استافیلوککی و مسمومیت با عوامل شیمیایی عصبی خواهند بود؟ جدول شماره ۴ این اختلافات را نشان می‌دهد. عموماً عوامل عصبی شیمیایی سریع عمل می‌کنند (در عرض دقیقه) و باعث افزایش فعالیت غدد ترشحی (ترشحات بزاق و راههای هوایی)، نقطه‌ای شدن مردمک و تشنج یا اسپاسم عضلانی می‌شوند. مسمومیت با سم بوتولیسم به کندی صورت گرفته (۱۲ تا ۷۲ ساعت) و با اختلالات بینایی، ضعف ماهیچه‌های اسکلتی و یا فلج عضلات حلقی-دهانی شروع می‌شود. مسمومیت با انتروتوکسین B استافیلوکک نیاز به زمان متوسطی بین دو تا چند ساعت دارد و معمولاً کشنده نمی‌باشد ولی شدیداً ناتوان کننده است. مسمومیت با عوامل عصبی شیمیایی، بیماری شدیدی ایجاد می‌کند که حاصل آن نارسایی تنفسی به علت اسپاسم عضلانی، تنگ شدن راههای هوایی و ترشحات بیش از حد مجاری تنفسی می‌باشد. مسمومین با سم بوتولیسم بسیار ضعیف و خسته به نظر می‌رسند و مرگ آنها به علت اختلال در عملکرد ماهیچه‌های تنفسی می‌باشد. مسمومین با سم انتروتوکسین B استافیلوکک بسیار ضعیف بوده، ولی با درمانهای کمکی زنده می‌مانند. واحدهای بهداری باید با تشخیص افتراقی، مسمومیت‌ها را شناسایی نمایند، بویژه در مواقعی که چندین بیمار با علائم مشابه مراجعه می‌نمایند. بیماران باید از نظر

همه گیری شناسی بررسی شوند و در باره اینکه کجا بوده اند، با چه کسانی بوده اند، چه تعداد سربازان دیگر آنجا بوده اند و گرفتار شده اند و غیره، سؤالاتی پرسیده شود. دوز تنفس شده سم بین سربازان در معرض قرار گرفته متفاوت است. آنهایی که بیشترین دوز را دریافت نموده اند، به طور معمول علایم بیماری را زودتر بروز می دهند.

جدول شماره ۴- تشخیص افتراقی بین مصادومین تنفسی عوامل عصبی، سم بوتولیسم و

انتروتوکسین B استافیلوکک

علایم و نشانه ها	عوامل عصبی شیمیایی (ارگانوفسفاتها)	سم بوتولیسم	انتروتوکسین B استافیلوکک
شروع علایم	چند دقیقه	ساعت ها (۷۲-۱۲) (ساعت)	چند ساعت (۱۲-۲ ساعت)
سیستم عصبی	تشنج، فاسیکولاسیون (گرفتگی عضلات)	فلج عضلانی پیشرونده	سردرد، درد عضلانی
سیستم قلبی-عروقی	کاهش ضربان قلب (برادی کاردیا)	ضربان طبیعی قلب	طبیعی یا افزایش ضربان قلب (تاکی کاردیا)
سیستم تنفسی	اشکال در تنفس، گرفتگی راههای هوایی	طبیعی و سپس فلج پیشرونده عضلات تنفسی	سرفه های خشک و در موارد شدید: درد قفسه سینه و تنفس دشوار
سیستم گوارشی	افزایش حرکات روده (دفع مدفوع) درد و اسهال	کاهش حرکات روده	تهوع، استفراغ و یا اسهال
سیستم بینایی	تنگ شدن مردمک	افتادگی پلک های چشم	قرمز شدن چشم ها
سیستم بزاقی	ترشح مداوم بزاق رقیق	بزاق طبیعی اما اشکال در بلع	افزایش کم ترشح بزاق
مرگ	در عرض چند دقیقه	۱۰-۲ روز بعد	غیر محتمل است
پاسخ درمانی به آتروپین/اکسایمها نظیر 2-PAM Cl [®]	بله	خیر	آتروپین ممکن است عوارض دستگاه گوارش را کاهش دهد

* پیریدین آلدوکسیم متیل کلراید



واحدهای بهداری باید نمونه‌های کلینیکی و محیطی را برای تشخیص عامل، نگهداری نمایند. آزمایش‌های ایمونواسی و روش‌های تجزیه‌ای برای تشخیص تعداد زیادی از سموم در دسترس می‌باشد. نمونه‌های سموم که مستقیماً از سلاح گرفته می‌شوند (و یا از جاهای دیگر محیط) نسبت به نمونه‌های بیولوژیکی راحت‌تر قابل تشخیص‌اند، زیرا این نمونه‌ها حاوی پروتئینهایی از بدن و مواد تداخل‌کننده دیگر نیستند.

یکی از بهترین و سریع‌ترین نمونه‌ها برای تشخیص اغلب سموم، نمونه‌گیری از مخاط بینی است. به طور کلی تشخیص سمومی که سمیت بالایی دارند در مایعات و بافت‌های بدن مشکل است؛ زیرا برای ایجاد ضایعات شدید در بدن ورود مقدار کمی از سم به بدن کافی است. با این حال برای تعیین هویت سموم مهم در مایعات بدن و بافت‌ها و همچنین سموم دیگر در نمونه‌های محیطی، قابلیت‌هایی وجود دارد. امکان دارد تشخیص قطعی آزمایشگاهی ۴۸ تا ۷۲ ساعت زمان ببرد، با این حال اخیراً روشهای جدیدی ابداع شده‌اند که بعضی از سموم را در مدت سی دقیقه تعیین هویت می‌کنند.

اصول پیشگیری و درمان

در به کارگیری اقدامات متقابل پزشکی در برابر سموم، باید هر سم را به طور جداگانه در نظر گرفت. بعضی از سموم آنقدر سریع فرد را ناتوان می‌کنند که زمان مناسب برای درمان بعد از حمله، بسیار کوتاه است. بعضی دیگر از سموم تا ساعت‌ها فاقد علائم کلینیکی (بالینی) قابل تشخیص‌اند و در عرض چند دقیقه یا چند ساعت ضایعات غیر قابل برگشتی در واکنش‌های بیوشیمیایی بدن ایجاد می‌کنند که باعث ضعف شدید یا مرگ پس از چند روز می‌گردند.

خوشبختانه بعضی از سموم پروتئینی و قوی باکتریایی آنقدر کند عمل می‌کنند که در صورت تعیین هویت به موقع آنها، درمان بعد از ۱۲ تا ۲۴ ساعت معمولاً

موفقیت آمیز خواهد بود. در حال حاضر پیشگیری با استفاده از ایمنی فعال و غیر فعال در دسترس می باشد ولی اجازه این کار برای تمام سموم با خطر بالا داده نمی شود.

الف-ایمنی فعال:

پیشگیری از مصدومیت ها همیشه بهتر از درمان سربازان آسیب دیده است. در مورد اکثر سموم که در تهدیدات سلاح های بیولوژیک نظامی مطرح هستند، واکسیناسیون مؤثرترین وسیله جلوگیری از تلفات است. اکثر سموم مهم در تهدیدات بیولوژیک برخلاف عوامل شیمیایی جنگی ایمونوژن^۱ هستند و در حیوانات آزمایشگاهی ایمن شده در مقابل دوز بالای آئروسول سموم، کاملاً حفاظت ایجاد می نماید.

ایجاد مصونیت نیاز به داشتن اطلاعاتی از چگونگی تهدید، در دسترس بودن واکسن و زمان دارد. حداقل زمان مورد نیاز بدن جهت تولید آنتی بادی حفاظت کننده علیه یک سم حداقل بین ۴ تا ۶ هفته و در بعضی موارد ۱۲ تا ۱۵ هفته و بیشتر می باشد. برای بعضی از واکسن ها (که در دسترس نیز می باشند)، چند تزریق جداگانه به فاصله یک یا چند هفته نیاز است. پشتیبانی نیروها با واکسینه کردن به موقع و تزریق مجدد یادآورها به تمام نیروهای در معرض تهدید و در زمان مناسب، می تواند حملات سریع و ناجوانمردانه دشمن را در هم شکند.

بعضی مواقع لازم است زمان و اقدامات مورد نیاز برای ایجاد مصونیت را کاهش دهیم. به عنوان مثال می توان آنتی ژن ها را در کپسول های کوچکی قرار داد تا به تدریج آزاد شده و بدن را تحریک نماید. دوز یادآور اول دو هفته بعدی یادآور دوم ده هفته بعد داده می شود.

^۱ - به موادی که قادر باشند سیستم ایمنی بدن را فعال نموده و پاسخ ایمنی ایجاد نمایند، ایمونوژن گفته می شود (Immunogene)

پاسخ ایجاد شده توسط سلولهای خاطره‌ای سیستم ایمنی (لنفویست‌های B) می‌تواند به مدت چند ماه و یا چند سال دوام داشته باشد، گرچه امکان دارد تمام سربازان بعد از دریافت دو مرحله ایمن‌سازی، مصونیت کامل دریافت نکرده باشند. در واحدهای خط مقدم، اندکی قبل از شروع عملیات خصمانه و تهدیدآمیز، تزریق یک دوز یادآور کمکی قادر به ایجاد حفاظت سریع و کافی می‌باشد و به تزریق دوز یادآور اضافی بعد از تهدیدات نیاز نیست. اطلاعات اولیه حاصل از آزمایش‌ها نشان می‌دهد که تزریق یک دوز یادآور به فاصله ۲۴ ماه پس از دوز یادآور اولیه (یعنی طولانی‌ترین زمانی که بین تزریق‌ها فاصله ایجاد می‌شود) می‌تواند مؤثر واقع شود. این مورد حتی در مورد واکسن‌های با ایمنی‌زایی کمتر مثل توکسوئید بوتولینوم مؤثر واقع شده است.

ب- پیشگیری با آنتی‌بادی غیر فعال (پاسیو):

پیشگیری به وسیله آنتی‌بادی غیر فعال علیه سموم در حیوانات آزمایشگاهی کاملاً مؤثر بوده است (در این روش افراد خود آنتی‌بادی نمی‌سازند، بلکه آنتی‌بادی که در انسان و یا حیوانات دیگر ساخته شده است به فرد تزریق می‌گردد). با این حال، این روش به چند دلیل برای تعداد زیادی از مردم قابل کاربرد نمی‌باشد. مصونیت ایجاد شده توسط آنتی‌بادی انسانی ممکن است یک تا دو ماه باقی بماند و ایمنی به وجود آمده توسط آنتی‌بادی اسبی تغییر یافته (آنتی‌بادیهای به دست آمده از حیوانات مثل اسب را به روش شیمیایی تغییر می‌دهند تا بدن انسان آن را به عنوان پروتئین غریبه شناسایی نکند) فقط چند هفته باقی می‌ماند. بنابر این پیشگیری با این نوع آنتی‌بادی موقعی عملی است که زمان تهدید معلوم و قریب‌الوقوع باشد. به علاوه، احتمال دارد که آنتی‌بادی حیوانی استفاده شده در یک شخص، قبل از برخورد با سم به علت وجود پروتئین‌های خارجی در آن عوارض جانبی هر چند ناچیزی ایجاد نماید.

ایمونوتراپی غیر فعال (درمان با آنتی بادی غیر خودی) بعد از در معرض قرارگیری با سم بوتولینوم بسیار مؤثر است؛ با این شرط که درمان به حد کافی زود آغاز شود (تا ۲۴ ساعت بعد از در معرض قرارگیری با دوز بالای آتروسل سم).

مزایای درمان با آنتی بادی که مدت کمی بعد از شروع اولین علائم بیماری آغاز شود، کاهش می یابد. مشخص شده است که در آن زمان مقدار زیادی از سم توسط نقاطی از بدن که هنوز آنتی بادی های جریان خون به آن نرسیده است، گرفته می شود. آنتی بادی درمانی بعد از شروع علائم، زمانی را که بیمار باید حمایت تنفسی شود کاهش می دهد.

درمان اختصاصی

در حال حاضر درمان اختصاصی با داروها ارزش کمی دارد: اغلب سموم یا باعث آسیب سریع فیزیکی سلولها و بافت ها می شوند (مثل ریسین) و یا مکانیزم های پایه ای را داخل سلولها تحت تأثیر قرار می دهند (مانند نورو توکسین ها). طراحی داروهایی که بتوانند از اثر سموم جلوگیری کنند، اغلب باعث ناتوانی بدن شده و یا اثر سمی جانبی به جای می گذارند. با این وجود محققین نشان داده اند که تجویز ریفامپین برای حیوانات آزمایشگاهی ۱۵ تا ۳۰ دقیقه بعد از در معرض سم قرار گرفتن، اثرات سمی میکروسیستین را از بین می برد. در حال حاضر تولید داروی مؤثر در درمان مسمومیت با سموم به طور گسترده ای در دست بررسی است. در مواردی که مکانیزم عمل سم مشخص باشد و سم به پروتئین های سلولی پیوند کووالانسی (دائمی) برقرار نکند (مانند سمومی که به کانالهای یونی می چسبند)، کوششها معطوف به ساختن دارویی است که با سم برای متصل شدن به جایگاه عمل خود رقابت کند و از چسبیدن سم به جایگاه عملش جلوگیری نماید. برای سمومی که فعالیت آنزیمی دارند (مانند رایسین و سم بوتولسم)، می توان داروهایی تهیه نمود که اثر واکنش های آنزیمی را در موضع هدف تغییر دهد.

برای سمومی مانند بوتولسم که باعث مهار آزاد شدن پیام‌رسان‌های عصبی می‌شود، کوششها معطوف به ساختن داروهایی است که از مسیرهای دیگر موجب آزادسازی پیام‌رسانهای عصبی گردند. داروهایی مثل دی‌آمینوپیریدین‌ها به طور موقت اثر مسمومیت با سم بوتولسم را با این روش کاهش می‌دهند. سرانجام برای سمومی مانند انتروتوکسین استافیلوکوک و رایسین که ایجاد پیامهای بیوشیمیایی ثانویه می‌کنند، مهار کننده‌هایی به منظور متوقف کردن این پیامها در دست مطالعه است. اقدامات عمومی حمایتی در درمان مسمومیت‌ها مؤثر است. در مسمومیت با سموم عصبی از قبیل بوتولینوم و ساکسی توکسین، تنفس مصنوعی می‌تواند مصدوم را نجات بخشد. اکسیژن درمانی همراه ونتیلاسیون برای مسمومیت با سمومی مانند رایسین که به طور مستقیم بر روی غشای سلولی مویرگهای کیسه‌های هوایی اثر گذارند، مؤثر است.

رفع آلودگی و حفاظت

آئروسلهای قابل استنشاق سمی روی لباس، تجهیزات و محیط زیست اثرات مضر کمتری نسبت به ذرات بزرگتری که توسط مهمات شیمیایی تولید می‌شوند، به جای خواهند گذاشت. این امر حاکی از آن است که رفع آلودگی بعد از حمله با آئروسل سموم، زیاد مهم نیست. با این حال با توجه به نبودن تجربیات میدانی، شرط احتیاط آن است که سربازان بعد از حمله رفع آلودگی از خود را انجام دهند.

به عنوان یک قاعده کلی، پروسه رفع آلودگی که برای عوامل شیمیایی توصیه می‌شود، به طور مؤثر سموم را نیز از بین می‌برد. استفاده از محلول ۰/۱ درصد هیپوکلریت سدیم (سفید کننده خانگی) به مدت ده دقیقه، اغلب سموم پروتئینی را نابود می‌کند. برای غیر فعال کردن سموم قارچی تریکوتسن مواد پر قدرت تر و مقدار بیشتری نیاز است ولی حتی این عوامل به سادگی با شستشوی پوست با آب و صابون برطرف

می شوند (گر چه غیرفعال نمی شوند). آب و صابون و حتی بعضی مواقع آب در برداشتن اغلب سموم از پوست، لباس و تجهیزات مؤثر می باشد.

چون سموم فرار نیستند، مصدومین با یک حمله توکسیتی در اغلب موارد به فضا های سربسته یا ساختمانها منتقل می گردند؛ مگر این که آلودگی شدید باشد. با این حال شرط احتیاط آن است که بیماران مانند مصدومین شیمیایی در حداقل زمان با آب و صابون شستشو داده شوند. (نکته: رفع آلودگی و ایزولاسیون (جداسازی) بیماران بعد از حمله با یک باکتری یا ویروس که داخل بدن تکثیر می یابند، مهم است).

فضولات انسانی افرادی را که بعد از حمله با سموم یا عوامل بیولوژیک دیگر باقی می ماند باید مانند دفع فضولات باقیمانده حملات شیمیایی نابود کرد. در اغلب اوقات سموم نسبت به عوامل شیمیایی سریعتر از بین می روند و همچنین آسانتر از اسپورهای سیاه زخم تخریب می شوند (سیاه زخم یک بیماری باکتریایی است که عامل آن می تواند در شرایط نامساعد تبدیل به شکل مقاوم یا اسپور شود). ضد عفونی لباسها و وسایل آلوده با محلول ۰/۲ درصد هیپوکلریت سدیم به مدت ده دقیقه تمام سموم سطحی و حتی اسپورهای سیاه زخم را از بین می برد و به طور وسیعی خطر آلودگی ثانویه را کاهش می دهد.

جمع آوری نمونه، قواعد کلی برای سموم:

تعیین هویت سموم یا متابولیت های آن (محصولات حاصل از شکست سموم) در نمونه های بیولوژیکی (خون، ادارار، مدفوع، بزاق یا بافت های بدن) به چند دلیل مشکل می باشد:

۱- مقدار کمی از اغلب سموم برای تأثیر بر بدن نیاز است، بنابر این یافتن این مقادیر کم، نیاز به دستگاههای اندازه گیری فوق العاده حساس دارد.

۲-اغلب سموم که قابلیت کاربرد در جنگ را نیز دارا می‌باشند، پروتئینی هستند که با شکسته شدن آنها داخل بدن، قطعات حاصل از آنها غیر قابل شناسایی می‌شود.

۳-در تعیین هویت، ما دنبال خود سم یا متابولیت های آن هستیم نه پاسخ آنتی با دی که همانند عوامل عفونی در بدن ایجاد می‌شود. شخصی که دوز کشنده یکی از سموم را دریافت کند، مدت زمان زیادی زنده نمی‌ماند تا آنتی‌بادی در بدنش تولید شود. با این حال در مورد بعضی از سموم پروتئینی (مانند رایسین و انتروتوکسین‌های استفیلوکک) که ایمونوژن قوی‌اند ولی کمتر کشنده‌اند، در سربازان آلوده‌ای که زنده مانده‌اند، شاید بتوان آنتی‌بادی تولید شده را در سرم‌شان پیدا کرد.

بعضی از سموم را می‌توان در سرم حیوانات و همچنین در بدن انسانهایی که از طریق استنشاقی آلوده شده‌اند، شناسایی نمود. نمونه‌های خون باید در لوله‌های استریل جمع‌آوری و فریز گردند و یا حداقل در شرایط سرد نگهداری شوند (که این کار بعد از لخته شدن و جدا کردن سرم از لخته صورت می‌گیرد). اگر نمونه‌برداری روز اول آلودگی انجام شود، برای شناسایی بعضی از سموم مفیدتر است. این نمونه‌ها نیز باید در جای خنک نگهداری شوند. به عنوان یک اصل کلی هر نمونه‌ای که در هوای اطاق (تقریباً ۷۵ تا ۸۰ درجه فارنهایت) یا کمی بالاتر نگهداری شود، ارزش تشخیصی نخواهد داشت.

نمونه های بیولوژیکی گرفته شده از بیماران برای تشخیص مسمومیت‌ها به اندازه تشخیص بیماریهای عفونی، ارزش ندارند و فایده کمتری دارند. همین امر در مورد نمونه های گرفته شده بعد از مرگ نیز صادق است. مسمومیت با سم رایسین با روش ایمونواسی از نمونه‌های گرفته شده از ریه‌ها، کبد، معده و روده‌ها تا ۲۴ ساعت بعد از آلودگی، تشخیص داده می‌شود (روش ایمونواسی روشی است که در آن آنتی‌بادیهای

تولید شده را در معرض نمونه های بیولوژیکی گرفته شده قرار می دهند تا وجود عامل بیماریزا مشخص شود).

انترتوکسین استافیلوکوکی را می توان با ایمونواسی مواد شستشو داده شده برونش ها تشخیص داد. همانند نمونه های خون و سوآپ ها، توصیه می شود که نمونه های بافتی و مایعاتی که بعد از مرگ گرفته می شود تا موقع تعیین هویت در یخچال نگهداری شود (ترجیحاً فریز شوند). نمونه های گرفته شده از مهمات یا محیط باید در ظروف درب دار یا ظروف پلاستیکی تفلن (پلی تترافلوئورواتیلن) به صورت خشک و در صورت امکان سرد، نگهداری نمود.

حفاظت از منابع آب:

احتمال کمی وجود دارد که در حملات آئروسل با ذرات کوچک سموم، منابع آب آلوده شوند. به علاوه به عنوان یک قاعده، آلوده کردن مستقیم منابع آب با ریختن سموم داخل آن، باید در ناحیه ای بعد از تأسیسات تصفیه آب و در نزدیکی مصرف کنندگان، صورت گیرد. روشهای معمولی کلرزنی آب علیه اغلب سموم قوی، مؤثر است. افزودن مستقیم سموم به یک دریاچه یا منبع آب به علت حجم زیاد آب باعث رقیق شدن سم می شود و احتمال ایجاد بیماری انسانی از این طریق وجود ندارد. تولید طبیعی سموم جلبکی در آبهای راکد (مانند سم میکروسیستین)، برای ایجاد بیماری با آشامیدن این آب، کافی به نظر می رسد. در جدول شماره ۵ تأثیر سه روش تصفیه آب بر روی سموم مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول شماره ۵: تأثیر روشهای تصفیه آب بر سموم

تأثیر	سم (وزن مولکولی به دالتون)	روش
مؤثر	رایسین (۶۴۰۰۰)	اسمز معکوس
مؤثر	میکروسیستین (۱۰۰۰)	
مؤثر	مایکوتوکسین T-2 (۴۶۶)	
مؤثر	ساکسی توکسین (۲۹۴)	
مؤثر	سموم بوتولینوم (۱۵۰/۰۰۰)	
	انتروتوکسین B استاف (۲۸۴۹۴)	
مؤثر نمی باشد	رایسین	روش انعقادی-رسوبی
مؤثر نمی باشد	میکروسیستین	
مؤثر نمی باشد	مایکوتوکسین T-2	
مؤثر نمی باشد	ساکسی توکسین	
مؤثر نمی باشد	سموم بوتولینوم	
	انتروتوکسین B استاف	
مؤثر نمی باشد	رایسین	کلرزنی آب (۵ میلی گرم در لیتر به مدت ۳۰ دقیقه)
مؤثر نمی باشد	میکروسیستین	
مؤثر نمی باشد	مایکوتوکسین T-2	
مؤثر نمی باشد	ساکسی توکسین	
تخریب سموم	سموم بوتولینوم	
	انتروتوکسین B استاف	

* آزمایش نشده است اما تأثیر آن قابل انتظار است.

آزمایش نشده است ولی تأثیر آن قابل انتظار نیست.

آینده

الف- سموم به عنوان جنگ افزار:

تحقیقات انجام شده نشان می دهد که اکثر سموم طبیعی با سمیت بالا (یعنی LD50 کمتر از ۰/۰۲۵ میکروگرم در کیلوگرم) در حال حاضر شناسایی شده اند. در مورد افزایش سمیت سموم با منشأ طبیعی به روشهای مصنوعی در مطالعات حال حاضر سابقه ای وجود ندارد؛ با این حال این احتمال وجود دارد که بتوان پایداری فیزیکی بعضی از سموم ناپایدار در تسلیحات را افزایش داد. این کار باعث می شود قدرت تهدید سموم به طور مؤثری افزایش یابد. ساخت سموم غیر پروتئینی با ساختمان پیچیده به روش شیمیایی در آینده نزدیک مشکل به نظر می رسد؛ با این حال احتمال تولید به مقیاس زیاد سموم پروتئینی که شامل ده تا ۱۵ اسید آمینه اند (مثل سم مارها) در آینده وجود دارد.

ب- اقدامات متقابل در برابر سموم:

گرچه تهدید جنگ افزارهای توکسینی در آینده، ترسناک است، چشم انداز اقدامات پزشکی نسبت به قبل روشن تر و بهتر می باشد. روشهای فن آوری زیستی (بیوتکنولوژی) برای افرادی که می خواهند در مقابله با تهدیدات توکسینی چاره اندیشی کنند نسبت به کسانی که با سوء نیت می خواهند از سموم استفاده کنند، کاربرد بیشتر و مفیدتری دارد. روشهای زیست شناسی مولکولی که در چند سال اخیر توسعه و تکوین یافته اند، در حال حاضر به ما اجازه می دهند واکسن های کم هزینه تر و مؤثرتر علیه سموم پروتئینی تولید نماییم. چنین واکسن های مؤثری طی چند سال آینده برای اکثر سموم با اهمیت، در دسترس خواهد بود. پیشرفت خوبی در خصوص تهیه و تولید واکسن های نو ترکیب سموم با تهدید بالا صورت گرفته است. فن آوری های مشابه به ما این امکان را می دهد که آنتی بادی های انسانی را جایگزین آنتی بادی های تولید شده در حیوانات کنیم. آنتی بادی های انسانی نسبت به آنتی بادی های غیر اختصاصی اسبی پیشرفت فوق العاده

مهمی به حساب می‌آیند و این به ما امکان می‌دهد سربازان غیر ایمن را با تجویز این آنتی‌بادیها قبل از رفتن به میدان نبرد مصون سازیم و بدین طریق حفاظت فوری ایجاد نماییم.

خلاصه

اگر ما به طور مؤثر تمام امکانات خود را به کار گیریم، می‌توانیم سربازان میدان نبرد را علیه سموم و سایر عوامل تکثیر شونده حفاظت کنیم. اقدامات دفاعی فیزیکی شامل به کار بردن ماسک و لباس حفاظتی و استفاده از ابزارهای رفع آلودگی و ضد عفونی می‌باشد. با استقرار سیستم‌های آشکار ساز در مناطق نبرد، دادن اخطار اولیه به سربازان رنگ واقعیت به خود می‌گیرد. از بین اقدامات متقابل پزشکی، واکسن‌ها برای تعدادی از عوامل در دسترس هستند که می‌توانند به طور مؤثر علیه عوامل بیولوژیک مهم به کار گرفته شوند و برای بعضی از عوامل نیز درمانهایی وجود دارد. به علت محدود بودن منابع برای تولید واکسن‌ها و روشهای تشخیص و درمان، فقط علیه تعداد نسبتاً کمی از عوامل تهدید کننده می‌توانیم اقدامات پزشکی متقابل انجام دهیم و کوششها باید در این جهت متمرکز شوند. به منظور تکمیل برنامه دفاعی ما باید سرویس اطلاعاتی خوب و قوی داشته باشیم. با داشتن اطلاع از عوامل تهدید بیولوژیکی، سیستم پرتابی و استعداد نیروهای مهاجم می‌توانیم با اطمینان و مؤثر اقدامات فوق را به کار بندیم و در نهایت با دانش و اطلاعات به روز خود می‌توانیم نقاط قوت و ضعف تسلیحات سمی را بررسی کرده، آنها را به دقت در چشم انداز خود قرار دهیم تا بتوانیم این ترس از سموم را از بین ببریم. بنابر این آگاهی ما درباره یک تهدید، ترس سربازان ما را کاهش می‌دهد.



منابع:

FRANZ,D.R. (1997). **Medical aspects of chemiced and biological warfare**: Defense against toxin weapons. USA, borden institute walter reed army medical center washing ton D.C.

اقتباس از سایت اینترنتی:

www.bordeninstitute.army.mil/published –
volumes/chembio/ch30-ppf