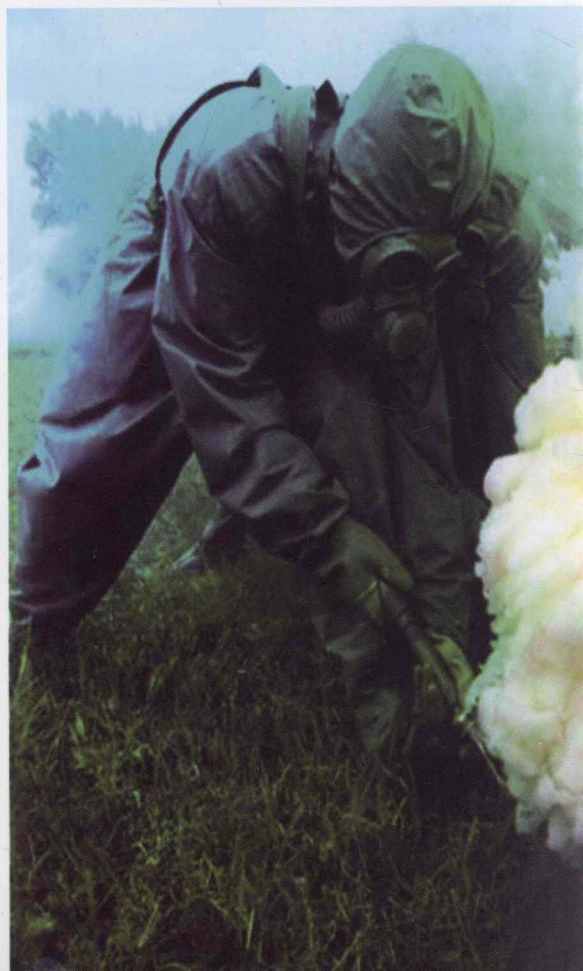




FANGHUA
YIXUE

防化医学

主编 张黎明 赵 杰



第二军医大学出版社

Second Military Medical University Press

防 化 医 学

主编 张黎明 赵 杰

主审 朱明学

编者 (按姓氏笔画排序)

王倩倩 朱明学 肖 良

肖 凯 张黎明 郑杰民

赵 杰 柳国艳



第二军医大学出版社
Second Military Medical University Press

内 容 简 介

本书共分 14 章,约 43 万字,全面系统地介绍了化学武器损伤的医学防护知识,重点内容有化学武器和化学战剂的特点,分类,各类化学战剂的理化性质,中毒机制和诊治措施,化学侦察。消毒和防护,以及化学战条件下的防化卫勤保障。简要介绍了生物化学战剂的概念,几种重要生物毒素中毒的防护,以及海洋生物毒素和海洋生物伤的防治。结合军队平时的非战争军事行动,还介绍了突发化学事件医学应急处置方面的知识。

本书可作为军队医学院校教材和部队医务人员继续教育用书,也可供相关人员参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

防化医学/张黎明,赵杰主编. —上海:第二军医大学出版社,2012.6

ISBN 978-7-5481-0435-3

I. ①防… II. ①张…②赵… III. ①化学防护—军事医学 IV. ①E929②R827.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 107021 号

出 版 人 陆小新
责任编辑 许 悦

防化医学

张黎明 赵 杰 主编

第二军医大学出版社出版发行

上海市翔殷路 800 号 邮政编码:200433

发行科电话/传真:021-65493093

<http://www.smmup.cn>

全国各地新华书店经销

江阴天源印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:17.25 字数:425 千字

2012 年 6 月第 1 版 2012 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5481-0435-3/R·1228

定价:39.80 元

前 言

《关于禁止发展、生产、储存和使用化学武器及销毁此种武器公约》签署后,国际军事战略思想的变化,并未能完全消除未来化学战的潜在威胁。军事大国仍在发展与更新化学战能力,研制毒性更大、威力更强的新毒剂,特别是上述公约禁控清单以外的潜在性新毒剂(毒物)。对此,我们绝不能丧失警惕,放松对化学防护的研究。

新世纪新阶段,我军在增强打赢信息化条件下的局部战争能力的同时,还需不断提高应对多种安全威胁、完成多样化军事任务的能力。军队的职能任务不断拓展,在非战争军事行动中承担的任务日益增强。为贯彻落实中央军委新时期战略方针,培养高质量的军事医学人才,防化医学作为军事医学的重要组成部分,必须适应高技术条件下的局部战争的需要。为此,新编的《防化医学》教材适用于军医大学军医、海医本科专业使用,亦可供卫生事业管理、生物技术本科等专业使用。

本书内容除了对传统化学战剂进行医学防护和防化卫生勤务保障外,还编入了针对潜在的化学战剂,如海洋生物毒素为代表的生化战剂的防护,以及我军和平时期非战争军事任务之一的突发化学事件应急处置等内容。

本书力求达到以下编写要求:①突出中央军委新时期的战略方针;②体现近年防化医学的新进展;③反映我军防化医学科研成果的新技术、新方法、新药物和新装备;④结构合理,专业特色明显,概念、定义和标准均与国家军用标准“化学战剂中毒医学防护原则”和“军事医学辞典”的规范相一致。

编 者

2012年3月

目 录

第一章 概论	(1)
第一节 化学武器	(2)
第二节 化学战剂	(8)
第三节 化学战剂损伤的预防、诊断、救治和护理原则	(12)
第四节 防化卫生勤务保障	(15)
第二章 神经性毒剂	(18)
第一节 概述	(18)
第二节 中毒原理	(23)
第三节 毒理学	(28)
第四节 临床表现	(30)
第五节 诊断与鉴别诊断	(32)
第六节 预防、急救和治疗	(34)
第七节 梭曼中毒特点和救治	(41)
第八节 有机磷和氨基甲酸酯类农药中毒特点和救治	(42)
第三章 糜烂性毒剂	(46)
第一节 芥子气中毒	(47)
第二节 路易氏剂中毒	(70)
第三节 氮芥中毒	(77)
第四章 全身中毒性毒剂	(81)
第一节 概述	(81)
第二节 体内代谢	(84)
第三节 中毒原理与毒理作用	(86)
第四节 临床表现	(89)
第五节 诊断与鉴别诊断	(90)
第六节 预防、急救和治疗	(91)
第七节 慢性氰化物中毒	(96)
第五章 失能性毒剂	(98)
第一节 概述	(98)

第二节	毕兹中毒	(99)
第三节	失能性化合物中毒	(105)
第六章	窒息性毒剂	(109)
第一节	概述	(109)
第二节	中毒原理	(112)
第三节	毒理学	(112)
第四节	临床表现	(113)
第五节	诊断与鉴别诊断	(115)
第六节	预防、急救、治疗和护理	(117)
第七节	窒息性气体中毒	(120)
第七章	刺激剂	(124)
第一节	概述	(124)
第二节	临床表现与诊断	(126)
第三节	预防、急救和治疗	(128)
第八章	植物杀伤剂	(130)
第一节	概述	(130)
第二节	临床表现	(131)
第三节	预防、急救和治疗	(133)
第九章	毒剂复合伤和混合毒剂	(134)
第一节	临床特点	(134)
第二节	诊断	(136)
第三节	急救和治疗	(136)
第十章	海洋生物毒素与海洋生物伤	(139)
第一节	生物化学战剂	(139)
第二节	海洋生物毒素	(145)
第三节	常见海洋生物伤防治	(153)
第十一章	军用有毒化合物	(161)
第一节	纵火、发烟剂及炸药	(161)
第二节	导弹、火箭、鱼雷推进剂	(168)
第三节	机械技术液体	(174)

第十二章 化学武器的防护	(182)
第一节 化学侦察	(182)
第二节 化学防护	(191)
第三节 消除毒剂	(204)
第十三章 舰艇及其人员的防化卫生勤务保障	(216)
第一节 舰艇的化学防护	(216)
第二节 登陆作战的防化卫生勤务保障	(223)
第三节 岛屿防御的防化卫生勤务保障	(227)
第十四章 突发化学事件的医学应急处置	(232)
第一节 突发化学事件的概念和特点	(232)
第二节 突发化学事件的毒源和危害形式	(236)
第三节 化学毒物的分类及中毒的靶器官	(244)
第四节 化学事故应急救援预案的制定	(248)
第五节 突发化学事件应急处置的卫生勤务保障	(253)
参考文献	(260)
术语缩略词表	(262)

第一章 概 论

化学武器是一种大规模杀伤性武器。早在 1899 年和 1907 年的两次“海牙和平会议”(Hague Peace Conferences)上就明确禁止在战争中使用化学武器。但在第一次世界大战中,德军首先于 1915 年 4 月 22 日在欧洲战场比利时的伊泊尔(Ypres)地区实施了大规模的氯气攻击,使毫无防护的英、法军队遭到惨重伤亡,从而揭开了人类战争史上现代化学战的序幕。根据战后统计,交战双方共使用毒剂 45 种,达 11.3 万吨,造成约 130 万人员伤亡。1925 年国际上又签订了《日内瓦议定书》(Geneva Protocol),禁止使用化学武器,许多国家也都在该议定书上签了字,但在以后的局部战争和武装冲突中,化学武器的使用从来没有停止过。第二次世界大战中虽未爆发大规模化学战,但日军侵华战争中曾在我国 19 个省市使用化学武器 1 000 多次,使中国军民中毒伤亡 8 万人以上。纳粹德国在集中营里用毒剂屠杀了 250 多万的犹太人和战俘。持续 8 年的两伊战争中有 6 年使用了化学武器,是继第二次世界大战后最惨烈的化学战。海湾战争和伊拉克战争更是严重笼罩了化学战的阴影,虽然最终没有使用化学武器,但化学战效应始终贯穿了整个战争,影响到作战准备、作战实施及战斗全过程,成为现代局部战争的缩影。随着高科技的发展,化学武器的弹药和施放系统已向多样化、通用化、密集型和精确制导方向发展,化学武器将成为现代战争中大规模杀伤有生力量和攻击特定目标的高技术武器之一,在未来的战争中发挥强大的特有威力和威慑作用。

《关于禁止发展、生产、储存和使用化学武器及销毁此种武器公约》(Convention on the Prohibition of the Development, Production, Stockpiling and Use of Chemical Weapons and on their Destruction)(简称《公约》)在第 47 届联合国大会通过后,于 1993 年 1 月 13 日签署,在 1997 年 4 月正式生效,并进入履行《公约》阶段。《公约》的签署在一定程度上能减少化学战的现实威胁,遏制化学武器的扩散势头,但必须看到,履约是一个十分艰巨、复杂的过程。《公约》并没有禁止对化学武器防护的研究,并在此目的下准许保留 1 吨以下毒剂;原计划 10~15 年销毁所有的化学武器,但迄今为止才销毁了一半左右,现在还存有大量的化学武器;一些双用途毒剂既可用于制造化学武器,也是重要的工业原料,故不在销毁之列;新的生化武器的研究,《公约》无法禁止;核查和制裁的公平性、有效性和权威性难以得到保证。因此,虽然国际形势有所缓和,某些热点问题得以解决,但世界并不总是安宁的,不稳定因素也在增长,不能认为军事冲突的危险已经消除,化学武器的现实问题和潜在威胁已经消失。我们必须认真做好对化学武器的防护准备,这本身就是对化学武器使用的强有力的遏制,也是履约的重要行动。最终《公约》能否全面、公正地执行和遵守,对签署国的核查能否保证有效,不沦为一纸空文,而重蹈屡禁不止的历史,使人类从化学战阴影中摆脱出来,还将拭目以待。

在和平建设时期,化学工业在生产、储存和运输过程中,由于自然灾害或人为的技术性因素等可引起泄漏、燃烧或爆炸。如 1984 年 12 月 3 日,印度的博帕尔农药厂泄漏异氰酸甲酯酿成的灾害性化学事故,造成 3 000 人死亡,5 万人失明,32 万人中毒。另外,化学战剂的

非战争使用,即化学恐怖活动也呈上升势头,引起了世界各国政府的重视和关注。如 1995 年 3 月 20 日在东京发生的地铁沙林施毒事件,造成 12 人死亡,5 500 多人中毒。这类化学恐怖事件与战争中大规模使用化学武器没有什么两样,对人类的生命、财产和生态环境构成了巨大威胁。因此,充分发挥防化组织、装备和技术的作用,消除和控制化学灾害或化学恐怖事件产生的后果及影响,及时实施突发化学事件的应急救援,既是国家安全工作的重要组成部分,也是我军在和平时非战争军事行动的基本任务。

防化医学(protective medicine against chemical weapons)是一门研究对化学战剂中毒进行医学防护的军事医学(military medicine)学科,其基础是军事毒理学(military toxicology),内容包括化学战剂中毒的毒理学、预防、诊断及救治;战剂对食物、水源染毒的侦检、消毒等卫生学;中毒伤员的救治等防化医学勤务保障。此外,还有一些特殊专业技术兵种接触的机械技术用液、导弹火箭推进剂及特殊环境中有毒气体中毒的防治等。防化医学是一名军医所必须具备的基本知识和技能。

第一节 化学武器

化学武器(chemical weapon)是指以毒剂的毒害作用杀伤有生力量的各种武器、器材的总称。

一、化学武器种类、使用方法和战斗状态

(一) 化学武器的种类和使用方法

化学武器按照将毒剂分散为战斗状态的原理,可分为爆炸型、热分散型和布洒型 3 类,其使用方法也相应称为爆炸分散法、加热蒸发法和布洒法。

1. 爆炸型化学武器

爆炸型化学武器是最常见的化学武器类型,采用爆炸分散法,利用毒剂弹中炸药爆炸时产生的能量,将毒剂分散为战斗状态。如毒剂炮弹、航弹、火箭弹、导弹和地雷等(图 1-1),装填的毒剂有速杀性毒剂沙林、氢氰酸、梭曼、维埃克斯(VX),持久性毒剂有芥子气、芥路混合毒剂、胶状毒剂等,还有装填的西埃斯(CS)、苯氯乙酮、亚当氏剂等固体刺激剂。

2. 热分散型化学武器

热分散型化学武器是采用加热蒸发法,利用毒剂弹中的燃烧剂燃烧产生的热能,将固体毒剂加热生成毒烟,分散成固体微粒,形成气溶胶,如毒烟罐、毒烟手榴弹、毒烟发生器、毒烟炮弹和毒烟航弹等(图 1-1)。装填的毒剂有失能剂毕兹(BZ)、刺激剂 CS、苯氯乙酮和亚当氏剂。

3. 布洒型化学武器

布洒型化学武器是采用布洒法,利用压力将毒剂从容器中喷出,分散为战斗状态。如航空布洒器、汽车布毒器、手提式布毒器等(图 1-2)。航空布洒器为一较大金属容器,悬挂在轰炸机或直升飞机的机翼或弹仓中。一架飞机可挂 2~4 具,毒剂装填量可达数百千克。布洒时飞行高度为 100 m 或更低些,飞行速度为 500~800 km/h,布洒时间为 6~20 s。布洒时在飞机经过的航线可看到明显的灰色或白色烟雾,下风方向落下毛毛雨状毒剂液滴,造成前沿地区或深远纵深的大面积染毒。外军航空布洒器可用以布洒芥子气、胶粘梭曼和 VX 等毒剂。

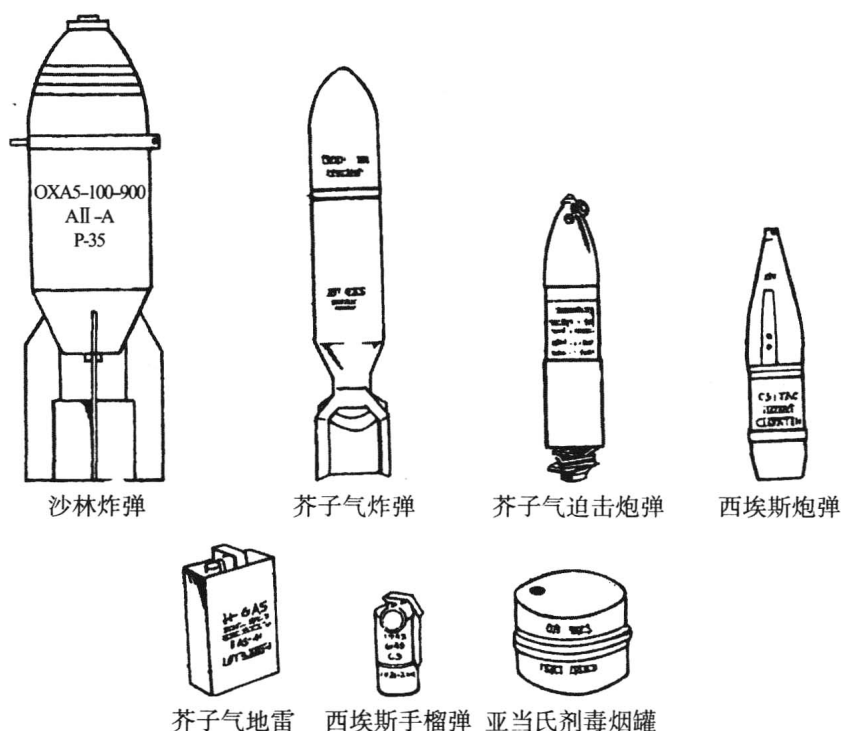


图 1-1 毒剂弹及毒烟罐

二元化学武器(binary chemical weapon)是由二元弹药组成的化学武器系统,指将两种无毒或低毒性的前体化学物质分开装在弹体内,在发射过程中两种组分迅速混合,瞬间起化学反应生成一种或混合毒剂的化学弹。如沙林二元弹是将两种沙林的前体组分二氟甲磷酰(DF)和异丙醇(IP)分装在弹体两部分,通过发射旋转迅速混合,在催化剂作用下瞬时合成沙林,爆炸后即可形成沙林毒剂云团。二元化学武器使用时和一元弹无区别,其优点是能避免毒剂弹药在生产、装填、运输和储存期间发生的泄漏及中毒危险,而且销毁时简单、方便。但由于二元化学武器结构复杂,毒剂装填量相对较少,而且爆炸时毒剂的生成率往往仅达70%~80%,造成的杀伤范围较小。

随着高技术 in 常规战争中的应用,作战趋势、战争形态和模式发生了变化,化学武器使用也发生了相应的调整 and 变化。由原先仅依靠大规模火力兵器,实施“大面积杀伤效应”,转向同时也依赖中近程精确制导武器,以导弹和化学武器相结合,强化“信息、精确、智能”系统,提高对“点目标的打击效应”。这些外军化学战动态必须引起我军警惕。

(二) 化学武器的战斗状态

化学战剂在战场上施放后发挥杀伤作用时所处的状态叫战斗状态(图 1-3)。有蒸气态、雾态、烟态、微粉态和液滴态 5 种。烟和雾统称为气溶胶,其粒子直径在 $0.1\sim 10\ \mu\text{m}$ 范围内。气溶胶和蒸气态毒剂主要通过呼吸道引起中毒。微粉比烟的粒子大,较易沉落在地面上,并能飞扬造成空气染毒。液滴态毒剂主要染毒地面和物体,通过皮肤接触中毒。无论是烟、雾,还是液滴态毒剂,都会蒸发成为蒸气态。因此,毒剂的战斗状态不是绝对的,而是变化的,通常是几种战斗状态同时存在,只是以其中之一为主。

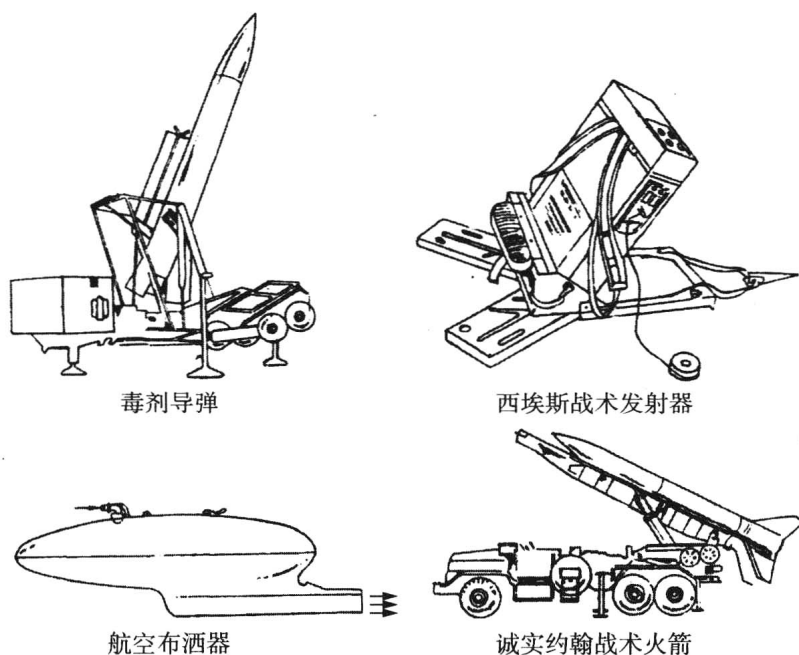


图 1-2 毒剂施放器材

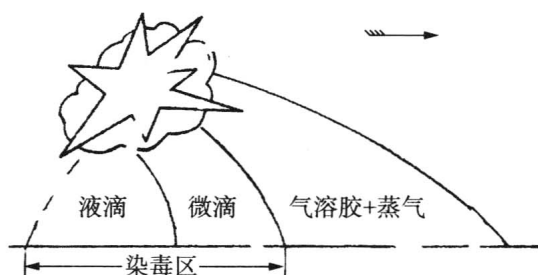


图 1-3 毒剂弹爆炸后的战斗状态

二、化学武器使用后的伤害形式

化学武器主要通过毒剂初生云(primary vapor)、毒剂液滴(droplets)和毒剂再生云(secondary vapor)3种形式对人员起伤害作用。但不是每种化学武器、每种使用方法都同时具有此3种伤害形式,如速杀毒沙林弹以初生云为主要杀伤形式,也有毒剂液滴和再生云的伤害作用;而持久毒芥子气弹则以毒剂液滴杀伤为主;固体毒剂施放成毒烟后就无液滴和再生云伤害。

(一) 初生云

毒剂弹爆炸或飞机布洒后即刻形成的毒剂云团称为初生云。特点是初始毒剂浓度高,持续时间较短,危害纵深远,杀伤作用大。如中小口径的沙林或 VX 气雾弹爆后 1 min 内,初生云平均毒剂浓度为 LC_{t50} 的 1~2 倍,最高浓度可达 10 倍。大口径弹药爆炸后初生云浓度则更高,如氢氰酸火箭弹爆后 1 min 内平均毒剂浓度为 LC_{t50} 的 5 倍,甚至 20 倍。根据这一

特点,处于下风方向的人员必须及时采取有效的防护措施。最好是在发现敌军有毒袭征候前就做好防护准备。

在袭击地域内,从袭击开始,毒剂浓度很快升高,到袭击结束后,浓度立即升高到最大值,数分钟后浓度迅速下降。因此做好袭击后最初几分钟的防护非常重要。

初生云传播一定距离后,毒剂浓度下降至低于安全剂量时,即失去对无防护人员的伤害作用,此距离称为初生云的危害纵深。部队应根据敌方袭击规模和风向、风速,及时向下风方向的友邻部队通报初生云团可能到达的时间。

(二) 液滴染毒

液态毒剂可能使地面、武器、装备、水源、食物等染毒,从而直接或间接伤害人员。地面的毒剂虽经渗透、蒸发或水解,染毒密度逐渐下降,但仍可造成较长时间的染毒。特别是在植物覆盖的地面或使用胶粘毒剂时,染毒时间更长。这一变化过程与毒剂的理化性质、分散特点、地面土壤及气象条件等因素有关。

(三) 再生云

从染毒地面、物体蒸发形成的染毒空气称为再生云。特点是毒剂浓度低、持续时间长、危害纵深短、杀伤作用小。如炮兵连在有利气象条件下,以沙林弹进行 1 min 袭击后,再生云的最高浓度为 $0.5 \sim 0.2 \mu\text{g/L}$,只有初生云最高浓度的几十分之一到几百分之一;其危害纵深仅及初生云的 $1/10$ 。因自然蒸发过程较缓慢,故持续时间较长,在一定时间内仍能影响部队的安全和机动。

能够造成再生云危害的毒剂一般在常温下为液态,并具有适宜的挥发度。那些沸点较高,挥发度很小的毒剂如 VX,一般对人员造成吸入中毒的危害相对较小,只有在地温很高,染毒地域很大或长时间暴露时才能引起人员中毒。

三、化学武器使用和化学袭击方式、目标

化学武器作为一种大规模杀伤性武器,是现代战争中重要的威慑力量之一。化学武器适用于各类战役和战斗,在不同条件下为达到不同战术企图,采取的基本袭击方式有 3 种:杀伤性化学袭击、迟滞性化学袭击、扰乱(疲惫)性化学袭击。

(一) 杀伤性化学袭击

以杀伤对方有生力量为主要目的,企图使 50% 以上人员失去战斗力而进行的化学袭击称为杀伤性化学袭击。袭击使用的化学毒剂为速杀性毒剂,如沙林、氢氰酸等,袭击的目标是人员集结地域、对方主攻方向部队或主要防御地段、指挥机关和交通枢纽。袭击的特点是突然、大量、集中地使用化学战剂,对主要目标通常采用大规模火力兵器如多管火箭炮等射速快、载量大的武器,在 $10 \sim 60 \text{ s}$ 内射击预定的全部化学弹;也可用航空兵机群一次进入目标上空齐投或连续投弹,迅速形成杀伤浓度,在极短时间内造成大面积杀伤效应。

在野战条件下,遭袭地域沙林初生云浓度 1 min 就可达到半致死浓度的数倍到数十倍,短时间内可造成无防护或防护条件差、训练水平差的部队大规模减员。如部队有良好的防护训练和装备,遭化学袭击后的减员率则可大大降低。

（二）迟滞性化学袭击

为达到削弱对方有生力量(如使 20% 人员失去战斗力)、妨碍对方机动、阻止与限制对方利用地形道路和装备所采用的化学袭击称为迟滞性化学袭击。袭击使用的毒剂常为持久性毒剂,如芥子气、VX 或 CS 等微粉状刺激剂,造成地面长期染毒,并能在一定程度上影响下风方向人员的安全。袭击的目标是对方的预备队集中地域、指挥机关,主要开进道路、隘路,其进攻轴线的侧翼目标,退却路线的侧翼和后方,重要武器发射阵地,后勤设施,军工生产基地及交通枢纽等。常用较少的兵器,进行较长时间施放,如通过火炮进行 5~15 min 芥子气弹袭击,造成 5~25 g/m² 的染毒密度;也可通过飞机在大面积目标上空布洒毒剂或投掷毒剂航弹;布设化学地雷场(或混合雷场)也是实施迟滞性化学袭击的常用手段。

（三）扰乱(疲惫)性化学袭击

以扰乱、疲惫对方军事行动和有生力量,使其暂时失去或削弱战斗力;迫使对方无防护人员离开或进入工事以利于其他火力杀伤的化学袭击称为扰乱(疲惫)性化学袭击。袭击通常使用少量、间断、无规律的刺激剂或其他速杀性毒剂,并与普通弹配合使用。

上述 3 种袭击方式各有特点,作用是相互渗透的,除了杀伤对方有生力量,增加卫生减员外,还能产生精神和心理影响,瓦解士气,影响部队战斗能力。

四、化学武器的杀伤特点及使用局限性

（一）化学武器的杀伤特点

化学武器之所以能在现代战争中具有强大的杀伤效应,其特点是由构成化学武器的基本要素化学战剂所决定,与常规武器比较有如下特点:

1. 毒性作用强

化学武器主要靠化学战剂的毒性发挥战斗作用。化学战剂多属剧毒或超毒性毒物,其杀伤力远远大于常规武器。据第一次世界大战统计,化学战剂的杀伤效果为高爆炸药的 2~3 倍。近代化学武器的发展,已使毒剂的毒性比第一次世界大战所用毒剂的毒性高数十乃至数百倍,因此在化学战条件下可造成大批同类型中毒的伤员。

2. 中毒途径多

常规武器主要靠弹丸或弹片直接杀伤人员。化学武器则可通过毒剂的吸入、接触、误食等多种途径,直接或间接地引起人员中毒。

3. 持续时间长

常规武器只是在爆炸瞬间或弹片(丸)飞行时引起伤害。化学武器的杀伤作用不会在毒剂施放后立即停止。其持续时间取决于化学战剂的特性、袭击方式和规模以及气象、地形等条件。

4. 杀伤范围广

化学袭击后的毒剂蒸气或气溶胶(初生云)可随风传播和扩散,使得毒剂的杀伤效应远远超过袭击区。故其杀伤范围较常规武器大许多倍。

染毒空气能渗入要塞、堑壕、坑道、建筑物,甚至装甲车辆、飞机和舰艇舱内,从而发挥其

杀伤作用。对于常规武器具有一定防护能力的地域或目标,使用化学武器显然更为有效。化学武器的这种扩散“搜索”能力,不需高度精确的施放手段。因此对确切方位不能肯定的小目标的袭击,使用化学武器比使用常规武器成功的可能性更大。

(二) 化学武器使用的局限性

化学武器与常规武器相比较,虽然杀伤作用大,但在使用上要受到许多因素制约,条件不同杀伤效应也会受影响及受限制。

1. 气象条件的影响

气象条件对化学武器的使用效果影响很大。不利的气象条件,如无风、风速过小($<1\text{ m/s}$)、风向不利或不时,使用气态毒剂就要受到很大限制;风速过大($>6\text{ m/s}$),毒剂云团很快被吹散,不易造成战斗浓度,甚至无法使用。炎热季节,毒剂蒸发快,有效时间随之缩短;严寒季节,凝固点较高的毒剂可冻结失效。雨、雪可以起到冲刷、水解或暂时覆盖毒剂的作用。

空气垂直稳定度对初生云的毒剂浓度影响很大。对流时,染毒空气迅速向高空扩散,不易造成战斗浓度,有效杀伤时间和范围会明显缩小,一般不宜施毒。逆温时,空气上下无流动,染毒空气沿地面移动,并不断流向散兵坑、沟壑、山谷等低洼处。这种条件下,毒剂浓度高、有效时间长、危害纵深远、杀伤效应最大。等温是介于逆温和对流之间的居中条件。

2. 地形、地物的影响

地形、地物和地面植被对毒剂的使用也有一定影响。山峦或高大建筑会阻碍染毒空气的传播,并改变传播方向和速度。在复杂的山区、洼地、丛林地带,毒剂滞留时间长、浓度高、杀伤范围则相对小。如毒剂云团传播方向与山谷走向大致相同,危害纵深可以很远。在平坦开阔地或海面,毒剂云团随风运动,不受阻碍,并向周围扩散,形成较大的杀伤范围,但有效时间短。

城市居民区因街道形状、宽窄、方向不一,建筑物高低、大小不等,风向、风速受影响的程度会有不同,毒剂云团传播和扩散就比较复杂。如街道方向与风向一致或交角 $<30^\circ$,风速 $4\sim 8\text{ m/s}$,染毒空气沿街道顺利传播;风向与街道交角 $30^\circ\sim 60^\circ$,染毒空气则部分受阻;风向与街道交角 $60^\circ\sim 90^\circ$ 时,气流可越过低小房屋穿过街道;若是高层楼房,正面则有被挡回的可能,染毒空气可从两侧通过。死胡同、小巷、拐角较多的街道、庭院及其背风处染毒空气易被滞留。

在居民区染毒空气的流动还会受空气垂直稳定度的影响。如晴天时,白天染毒空气能沿向阳面的墙壁“上楼”;夜间,染毒空气贴近街面运动,并可进入地下建筑和工事内,楼上则较安全。

3. 毒剂理化性质的影响

如光气沸点很低(8.2°C),施放后很快挥发、扩散,作用时间很短;芥子气凝固点为 14.4°C ,在冬季不便使用。有的毒剂易水解,存放过久会失去毒性。

4. 作战情况的影响

近战、夜战或双方部队处于犬牙交错态势时,或是当舰艇在快速行进时,敌人一般难以使用化学武器。

此外,化学袭击的效果还取决于化学防护的有效性。化学武器只能对毫无准备、缺乏训

练和防护设备差的部队造成很大的危害,而对训练有素、有着良好防护准备的军民,其杀伤和牵制作用将大为削弱。

第二节 化学战剂

战争中以强烈毒性作用,大规模杀伤人、畜的化学物质称为化学战剂(chemical warfare agents),也称“军用毒剂”,军语简称为“毒剂”(agents)。作为战剂,一般应具备毒性强、作用快、毒效持久,施放后易造成杀伤效应,能通过多种途径引起中毒,且不易发现、防护和救治困难,还有容易生产、性质稳定、便于储存等特点。因此,实际上作为化学战剂的毒物是不多的。

一、化学战剂的分类

根据化学战剂的性质、作用原理及战术目的,化学战剂可按不同方法进行分类。这里主要介绍与防化医学关系密切的两种分类方法:毒理作用分类法和作用持久性分类法。

(一) 毒理作用分类法

1. 神经性毒剂(nerve agents)

这是毒性最强的一类化学战剂,人员中毒后迅速引起一系列神经系统症状。主要代表有沙林、梭曼、塔崩和 VX。这些毒剂均属有机磷酸酯类化合物,其分子中含有磷元素,故又称含磷毒剂或有机磷毒剂(organophosphorus agents)。

2. 糜烂性毒剂(blister agents)

这类毒剂能引起皮肤、眼、呼吸道等局部损伤,吸收后出现不同程度的全身中毒反应。主要代表有芥子气、路易氏剂。由于皮肤中毒后可出现红斑、水疱、糜烂和坏死,故也称起疱剂(vesicants)。

3. 全身中毒性毒剂(systemic agents)

这类毒剂经呼吸道吸入后迅速破坏细胞对氧的正常利用,造成组织缺氧,导致一系列全身中毒症状。主要代表有氢氰酸、氯化氰。因分子中都含 CN^- ,故又称氰类毒剂(cyanides)。

4. 失能性毒剂(incapacitating agents)

这类毒剂可引起人员思维、情感和运动的功能障碍,暂时失去战斗力或工作能力,一般不危及生命。主要代表有毕兹(BZ)、麦角酰二乙胺(LSD)等。

5. 窒息性毒剂(choking agents)

这类毒剂主要损伤呼吸系统,引起急性中毒性肺水肿,导致缺氧和窒息。主要代表有光气、双光气。也称肺刺激剂(lung irritants)。

其他还有刺激剂和植物杀伤剂,现已不列为化学战剂,但曾在战争中大量使用过。①刺激剂(irritant agents):能对眼和上呼吸道产生强烈的刺激作用。战时用以骚扰对方军事行动,平时为世界各国装备警察维持社会治安,故也称控暴剂(riot-control agents)。主要代表有苯氯乙酮、亚当氏剂、CS、西阿尔(CR)。②植物杀伤剂(anti-plant agents):为能使植物落

叶、枯萎或生长反常的化合物。按作用性质可分为除莠剂、落叶剂及土壤不育剂 3 类, 主要代表有 2,4-D 和 2,4,5-T 等。人、畜长期接触也有一定毒害作用, 可引起亚急性或慢性中毒。

(二) 作用持久性分类法

1. 暂时性毒剂(non-persistent agents)

施放后呈蒸气或气溶胶, 造成空气染毒, 使人员吸入中毒, 有效杀伤时间短(<60 min)。使用的多为沸点低、易挥发的液态毒剂, 如氢氰酸、光气、沙林等; 常温时为固体、施放后呈烟状的毒剂, 如失能剂 BZ、刺激剂 CS、苯氯乙酮等。前者多用于迅速杀伤对方有生力量而不妨碍随后占领该地区, 故多在进攻时使用; 后者用于扰乱或疲惫对方, 降低或使对方失去战斗力。

2. 持久性毒剂(persistent agents)

施放后呈液滴态或微粉状, 地面染毒, 使人员接触中毒, 有效杀伤时间长(>60 min)。使用的多为沸点高, 不易挥发的液体毒剂如芥子气、VX 和以微粉状施放的固体毒剂。因其能造成长时间染毒, 人员不宜立即进入该地区, 故多在防御或退却时使用, 以图阻碍、迟滞或牵制对方军事行动。

微粉状毒剂施放后沉落于地面, 人员或车辆通过或风速较大时再度飞扬, 故可造成较长时间的地面和空气染毒。

3. 半持久性毒剂(semi-persistent agents)

有效杀伤时间介于前两者之间, 能保持数十分钟至数小时, 如梭曼、塔崩、双光气等。外军一直很重视所谓中等挥发度毒剂(intermediate volatility agents, IVA) 的研究, 意欲使此类毒剂能经呼吸道和皮肤双途径吸收, 发挥其致伤作用。

毒剂或刺激剂的持久性是相对的, 与毒剂的理化性质、施放方法、战斗状态、目标区的地形和气象条件等因素有关。如通常作为暂时性烟态使用的 CS, 若以微粉状布洒于地面可长期发挥毒性作用; 通常作为持久性毒剂使用的芥子气如施放呈雾态, 则为暂时性毒剂。

其他分类方法有按战术用途分类, 如致死性、致伤性、失能性、骚扰性毒剂和植物杀伤剂; 按杀伤作用快慢分类, 如速效性、非速效性毒剂等。

二、影响化学战剂损伤作用的因素

毒剂对机体的损伤作用, 实际是毒剂与机体相互作用的综合性表现。由于战况、环境、接受的毒害剂量和个体差异等因素, 中毒后机体损伤的发展不尽相同, 故影响战剂损伤的因素很多。

(一) 毒剂的种类和毒性

毒剂的化学结构是决定其损伤作用的重要基础。各类毒剂由于结构不同, 作用的靶器官和毒理作用也各有差异。如神经性毒剂为有机磷酸酯化合物, 对胆碱酯酶有很强的抑制作用, 导致以神经症状为主; 而全身中毒性毒剂的结构中含有 CN^- , 可使细胞色素氧化酶失去活性, 故可使细胞内窒息而引起缺氧。

毒剂的毒性,是指其剂量与效应之间的关系。引起机体损伤效应所需的毒害剂量越小,则表示其毒性越大。不同的毒剂,毒性可相差很大。如吸入中毒时,沙林的毒性要比氢氰酸大10倍左右。在神经性毒剂中,同类的 VX 的毒性比沙林强得多,特别是经皮肤中毒时,两者可相差数百倍。

(二) 毒剂的毒害剂量

一般来说,毒剂的毒害剂量决定了毒剂和机体间相互作用的程度。在一定范围内,毒剂损伤作用的大小随毒害剂量而递增,暴露在毒区时间越长,接受的毒害剂量也就越大,损伤则越重。

(三) 中毒途径

不同的中毒途径,对毒剂的毒性作用也有很大影响。因为不同组织或器官不仅对毒剂敏感性不同,表现在局部作用上的差异性亦甚大。而且对毒剂的吸收速度及吸收量等也有区别,从而影响其毒性作用,以致损伤的严重性和致死剂量可相差很大。一般同一种毒剂,不同途径对人员的损伤作用为:呼吸道>眼、伤口>消化道>皮肤。

1. 呼吸道中毒

在野战情况下,以呼吸道吸入中毒的危害性最大。这是因为整个呼吸道黏膜都有很强的吸收能力,特别是肺泡,它的总面积可达 $50\sim 100\text{ m}^2$,其周围有丰富的毛细血管,使进入肺泡内的毒剂吸收快而完全。因此,吸入中毒时,中毒症状出现快而重。吸入中毒之所以严重,还因为经呼吸道吸入的毒剂,不经过肝脏解毒而直接进入血液循环分布到全身。吸入中毒的毒性强度不仅取决于毒剂浓度与吸入时间,且与肺通气量也有很大关系。

2. 皮肤中毒

这也是战时毒剂侵入机体的一个重要途径。人体皮肤表面积为 $1.4\sim 2.0\text{ m}^2$,易为大量毒剂特别是液滴态毒剂所污染。某些毒剂的皮肤毒性很大,如 VX,只要吸收很小剂量就可造成严重中毒甚至死亡。此外,有的毒剂经皮肤中毒吸收过程慢,无明显刺激,症状出现也较慢,往往不易被发觉,加上在战斗过程中也难以及时进行大面积洗消。因而在战时做好皮肤防护也是很重要的个人防护措施之一。

毒剂对皮肤的毒性作用,除与毒剂剂量、接触时间、染毒面积以及个体差异、机体状态和季节等因素有关外,还与染毒部位有密切关系。如芥子气,经薄嫩部位皮肤吸收就快,腋窝、会阴等潮湿多汗部位就比较敏感。高温、高湿使皮肤表面温度升高,皮下血管扩张也有利于对毒剂的吸收或毒剂的穿透,故特别容易受到损伤。当表皮屏障的完整性受到破坏时,如外伤、灼伤等,可促进毒剂吸收。

黏膜吸收毒剂的能力比皮肤要强得多。蒸气、雾态特别是液滴态毒剂均可被眼黏膜迅速吸收,部分粉尘也可通过黏膜吸收。

3. 消化道中毒

在战时并不多见,主要因误食所致。但海上作战时,由于落水也可呛入漂浮在海面的油状毒剂,如芥子气等。胃内容及胃排空的快慢和胃肠道内酸碱度等都是影响毒剂吸收的重要因素。胃内的食物、蛋白质等可减少毒剂的吸收。在酸性胃内容物中,弱酸性物质大半不离解,故吸收良好,然而碱性物质则在胃内很少被吸收。小肠吸收面积大,但对毒剂的吸收同