

生物武器 医学防护

主编 曹广文 张宏伟



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

介 简 容 内

生物武器医学防护

主 编 曹广文 张宏伟

副主编 顾春英 常文军

编 者 (按编写先后为序)

主 编 曹广文 张宏伟

刘 岩 王国萍

韩 磊

殷建华 张 璐 李小黎 虎文英

潘 蕊 杜 琰 苏 彤

秘 书 王国萍 张 璐

编 小 胡 人 出 版 出

编 高 向 欣 辞 辞 升 责

付 初 学 器 器 器 器 器

科 室 科 室 科 室 科 室 科 室



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

内 容 简 介

本书重点介绍生物武器医学防护中的流行病学侦查、采样和检验、污染区和疫区的划定与处理人员的防护及处理、医学防护中的卫勤保障、心理问题及对策和快速侦检等内容。具有很强的理论指导意义和实用应用价值,即同时兼顾了理论的科学性和实际运用的可操作性。

本书适合广大医学及军事医学学生在教学、实践时使用,也可供医学继续教育及国防教育时参考。

图书在版编目(CIP)数据

生物武器医学防护/曹广文,张宏伟主编. —上海:
第二军医大学出版社,2013.9

ISBN 978-7-5481-0639-5

I. ①生… II. ①曹… ②张… III. ①生物武器—损伤—防治 IV. ①R827.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 149169 号

出 版 人 陆小新

责任编辑 刘 向 高 标

生物武器医学防护

主 编 曹广文 张宏伟

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

江苏天源印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:11.25 字数:303 千字

2013 年 9 月第 1 版 2013 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5481-0639-5/R·1416

定价:48.00 元

前言

编委会

主 编 曹广文 张宏伟

副主编 顾春英 常文军

编 者 (按编写先后为序)

顾春英 曹广文 张宏伟 常文军

刘 岩 王国萍 谭晓契 谢佳新

韩 磊 丁一波 徐兴兴 韩一芳

殷建华 张 琪 李小攀 鹿文英

蒲 蕊 杜 琰 苏 彤

秘 书 王国萍 张 琪

2013年5月

上海

前言

当今世界以和平发展为主题,但局部冲突不断,恐怖主义猖獗,民族矛盾和领土纠纷时有发生。生物战和生物恐怖的威胁始终是影响人类健康与安全的主要因素。战时的生物武器的攻击和非战时的生物恐怖袭击是目前生物威胁存在的主要形式。尽管1972年国际社会签署了国际禁止研制生物武器协定,但生物恐怖与袭击的事件却时有发生,其中以2001年美国发生的“炭疽白色粉末邮件”事件为代表。连续出现的生物恐怖事件已经引起全世界对生物恐怖与袭击的关注。加强生物恐怖与袭击的防控已经成为当今世界的共识。近年来,新发传染病且对人类有严重威胁的有数种,而且基因重组技术进展迅速,这对生物武器的防护提出了更高的要求。为了适应当前国际形势和全社会对生物恐怖与袭击医学防护知识和方法的需求,我们组织该领域的专业人员编写了这部专著。其目的是加强社会对生物战与生物恐怖医学防护知识的了解和掌握,促进理论与方法在实际工作中的运用,增强人们的防范能力和意识,学会应对生物战和生物恐怖的基本技能。

本专著有十二章,共计30余万字。主要的内容包括:生物武器攻击时的流行病学侦查、采样和检验、污染区和疫区的划定与处理、人员的防护及处理、医学防护中的卫勤保障、心理问题及对策和快速侦检等内容。本书引入了最新的生物武器医学防护知识和当今关注的热点问题,特别融入了本书的主创团队近年来在生物武器防护方面所取得的科研成就以及相关领域的研究进展,字里行间渗透了作者们的学术思想和创新精神。同时也参考了大量国内外同行们在生物武器防护方面取得的经验,对于读者深入、透彻地了解 and 掌握医学防护知识和方法具有重要的指导意义。

本书的特点是可读性和实用性强,同时具有一定的科学性和可操作性。在突出军事特色的同时,也兼顾了一般专业人员和广大群众的需求,适合广大医学生教学使用,也可作为继续医学教育参考。

本书尚有诸多不完善之处,望广大读者指正,以便再版时予以完善。

2013年5月

上海

第五章 生物武器攻击时的人员防护

第一节 生物武器攻击时防护的原理

第二节 物理防护

第三节 药物预防

第四节 免疫防护

第六章 生物武器攻击时的人员处理

第一节 暴露人员的处理

目 录

第一章 生物武器概述

第一节 基本概念	(1)
第二节 生物战简史	(1)
第三节 生物战剂的分类	(4)
第四节 生物武器的性能	(6)
第五节 生物战剂的标准和分级	(8)
第六节 生物战剂的施放方式	(9)
第七节 生物武器的发展趋势	(11)

第二章 生物武器攻击时的流行病学侦查

第一节 生物武器攻击时的流行病学调查	(13)
第二节 生物武器攻击时的仪器侦查	(17)
第三节 生物武器攻击的常见流行病学线索	(19)

第三章 生物武器攻击时的采样和检验

第一节 样本的采集	(20)
第二节 样品的检验	(23)

第四章 污染区和疫区的划定与处理

第一节 污染区和疫区的划定	(26)
第二节 污染区和疫区的封锁和处理	(29)
第三节 污染区和疫区的洗消	(30)
第四节 污染媒介昆虫和动物的处理	(39)

第五章 生物武器攻击时的人员防护

第一节 生物武器攻击时防护的原则	(41)
第二节 物理防护	(42)
第三节 药物预防	(47)
第四节 免疫防护	(49)

第六章 生物武器攻击时的人员处理

第一节 暴露人员的处理	(53)
-------------	--------

第二节 生物武器损伤患者的处理	(54)
第三节 普通人群的管理	(56)

第七章 生物武器医学防护中的卫勤保障

第一节 生物武器医学防护卫勤保障的特点	(58)
第二节 生物武器防护卫勤保障的任务	(59)
第三节 生物武器医学防护卫勤保障的实施	(60)
第四节 生物攻击危害的估算	(65)

第八章 生物武器攻击时的心理问题及对策

第一节 主要心理问题及影响	(68)
第二节 对策	(72)

第九章 生物恐怖

第一节 概念	(80)
第二节 生物恐怖袭击的现实威胁	(81)
第三节 生物恐怖袭击的基本特点	(84)

第十章 生物战剂的快速侦检

第一节 生物战剂快速侦检的意义	(90)
第二节 生物战剂的快速侦检方法	(92)
第三节 未知生物战剂快速侦检的原则	(95)
第四节 生物战剂快速侦检的新装备及新技术	(97)

第十一章 基因武器

第一节 基因武器的概念	(100)
第二节 基因武器的分类	(101)
第三节 基因武器的特点	(103)
第四节 基因武器的可能施放方式	(105)
第五节 基因武器的现实威胁	(105)
第六节 基因武器的防护	(108)

第十二章 生物战剂各论

第一节 细菌类主要生物战剂	(110)
第二节 病毒类主要战剂	(122)
第三节 立克次体类主要战剂	(150)
第四节 衣原体类主要战剂	(158)
第五节 真菌类生物战剂	(160)
第六节 毒素类战剂	(166)

第一章 生物武器概述

第一节 基本概念

一、生物战剂

生物战剂(biological agent)是指用来杀伤人员、牲畜和毁坏农作物的致病性微生物及其毒素。

生物战剂以前只是致病性细菌,现在已包括多种致病性微生物及其毒素。主要有细菌(如炭疽杆菌、鼠疫杆菌、霍乱弧菌等)、病毒(如黄热病毒、天花病毒、马尔堡病毒、裂谷热病毒等)、衣原体(如鹦鹉热衣原体等)、立克次体(如普氏立克次体、Q热立克次体等)、真菌(如球孢子菌等)、毒素(如肉毒杆菌毒素、葡萄球菌肠毒素等)。

二、生物武器

生物武器(biological weapon)是由生物战剂及其施放装置所组成的一种大规模杀伤性特种武器。施放装置包括炸弹、导弹、气溶胶发生器、布洒器等,用以装载生物战剂,并将其直接投放到目标区。生物武器有时还需要运载工具将其运送到目标区,然后施放装置将装载其中的生物战剂分散成为有杀伤作用的气溶胶或撒布带,有生物战剂的媒介昆虫起到杀伤人员、牲畜和毁坏农作物的目的。

三、生物战

敌对双方军事人员利用生物武器来完成军事目的的行动称为生物战(biological warfare)。以前生物战剂只有细菌,故又称为细菌战。针对生物战的措施称为反生物战。

四、生物恐怖

生物恐怖(bioterrorism)是指蓄意在民众中使用活的病原微生物及其毒素,用来杀伤人员、牲畜及农作物,以达到民众恐慌、社会动荡或威胁政府等的政治或宗教目的的行动。

第二节 生物战简史

现代生物武器的历史虽不长,但利用毒物或传染病来征服敌人的思想和行动却已有很长的历史。

一、古代的生物战历史

早在希腊神话中就有关于魔法女神的两个女儿美狄亚和色西应用毒物帮助伊阿宋(Jason)王子赢得胜利的传说。古代,将患病动物、尸体、排泄物等污染物或有毒植物、动物毒素直接用于

污染军队水源、袭击平民的事件屡有记载。公元 1155 年,神圣罗马皇帝菲德烈克一世用腐烂动物或尸体污染水源而攻占了意大利的 Tartuna 城。

历史上真正意义上的生物战可追溯到 14 世纪的卡法城之战,当时鞑靼人(蒙古大军)挥戈西进,进攻克里米亚要塞卡法(Caffa)——位于克里木半岛的一座重要商业贸易城市,热那亚人在这儿修筑了坚固的城防,因此,鞑靼人连续三年未能攻克。到 1346 年,鞑靼的军队又发生了鼠疫流行,于是鞑靼的首领就想了一个办法,把自己队伍中死于鼠疫的尸体投入城堡中,致使城内很快引发鼠疫流行,卡法城内的军民恐惧到了极点,以为上帝在惩罚他们,认为不应该继续作战了,于是就放弃了卡法城。意大利商人乘船逃回老家亚平宁半岛的过程中,并把鼠疫通过意大利港口传播到整个欧洲,从而引发了 1348—1350 年的世界性第二次鼠疫大流行,最终酿成了 2 500 万人死亡的大灾难,该数字是当时欧洲人口的三分之一,这也就是后来历史上著名的欧洲“黑死病”。这次灾难后欧洲人口骤降,导致的经济损失历经 100 多年才得以逐渐恢复。

历史上有明确记载的第一次生物战是英国殖民军对美洲印第安人发动的。1763 年,英国殖民者入侵加拿大,遭到了当地的印第安人部落的顽强抵抗,使英国殖民者接连受挫,当时英军驻北美总司令阿姆赫斯特(Jeffersy Amhest)指示他的部下把天花患者用过的两条毯子和毛巾送给印第安人首领,试图以传播天花来征服印第安人。于是,很快在印第安部落中出现了一种从未有过的疾病,而且迅速蔓延开来,印第安人以为是神在惩罚他们,所以无条件投降了,英军达到了不战而胜的目的。

人们为什么会在微生物学尚未诞生以前就产生了生物战的思想,并不断在战争中进行生物战的尝试呢?这是由于自古以来,传染病流行所造成的巨大灾难,给人们留下了深刻的印象。

人类历史上曾发生过多次传染病大流行,如鼠疫、天花、流感等,仅鼠疫就发生过三次世界性的大流行,第二次发生在 14 世纪,称为“黑死病”,遍及欧、亚、非三大洲,是生物战的结果。每一次传染病大流行都是一次深重的灾难,导致上百万人死亡,对社会、经济造成极大影响。这种影响如果被带至战争必然改变战场形势,战争是残酷而不择手段的,自然就有人产生了战争中利用传染病来赢得胜利的想法。

此外,战争本身常伴随着传染病的流行。在历次战争中军队因传染病造成的疾病减员往往超过战斗减员。这一事实,也促使人们产生生物战的思想。

如 1489 年,西班牙军队进攻格林纳达岛期间,有 17 000 人死于斑疹伤寒,比战斗减员高 5 倍。克里米亚战争期间,法军的一个师几乎所有兵员都染上了霍乱,在 8 000 名病员中死亡 5 000 人,尚未与俄军交战就撤退了。

二、现代的生物战历史

现代的生物战历史主要指 20 世纪初至今,是现代意义上的生物战时期,即直接将生物战剂用于战争目的。随着微生物学、生物技术和武器生产工艺的发展,生物战剂的研制不断增强,战剂种类不断增多,施放方式不断改变,生物武器逐渐由简单的手工撒布方式逐步发展为大规模撒布的现代化武器。现在生物战的发展历史大致可以分为三个阶段。

(一) 第一阶段

第一阶段为初始阶段,主要指第一次世界大战时期,主要研制者是当时具有侵略性,而且细菌学和工业水平发展较高的德国。主要战剂仅限于少数几种致病细菌,如炭疽杆菌、马鼻疽杆菌等。

该阶段生物战剂主要用于感染军用牲畜来削弱战斗力,当时军队的马和骡是军队重要的战

斗力,也是主要的运输工具,德国特工在美索不达米亚用马鼻疽杆菌感染了法国军队的 45 000 头军用骡子,从而严重削弱了军队的战斗力。尔后,将感染了炭疽杆菌和马鼻疽杆菌的家畜出售给盟军,造成了很多军马死亡。施放方式主要有特工人员人工投放,污染范围很小。

(二) 第二阶段

第二阶段自 20 世纪 30 年代开始至 70 年代末。主要研制者先是德国和日本,后来是英国和美国。战剂主要仍是细菌,但种类增多,后期美国开始研究病毒战剂。

该阶段病原体直接作为战剂研发用于战争。施放方式从敌特工人人工施放发展到通过飞机施放带有生物战剂的媒介昆虫和动物,后期开始应用气溶液撒布,污染面积显著增大,并且在战争中实际应用,取得了一定的效果,如德军曾用细菌弹施放病原菌使苏军战俘营发生了斑疹伤寒流行。期间最臭名昭著的生物武器研制者是盘踞在哈尔滨近郊的日本“731”部队,自 1932 年后一直在我国东北秘密进行生物武器研制,更惨绝人寰地利用俘虏的中国军民进行活体试验,至少有 10 000 名中国同胞死于生物武器试验。朝鲜战争期间,美国在朝鲜北部和我国东北地区多次投掷带有鼠疫杆菌、霍乱弧菌、炭疽杆菌、脑炎病毒等生物战剂的昆虫、动物、杂物和食物,造成传染病流行。二战后,前苏联也加紧进行了生物武器研究,研究水平相当于美国。

(三) 第三阶段

第三阶段 20 世纪 70 年代至今,研制者以美、苏为主,其他国家也以生物防护为名进行生物武器的研究。虽然 1972 年美、英、苏等 100 多个国家签署了《禁止生物武器公约》,但很多国家秘密研制生物武器的工作一直在进行。

该阶段没有发生大的战争,生物武器主要被用于生物恐怖袭击,如暗杀、污染食物导致中毒等,此类事件发生多起。

1. 保加利亚叛国者暗杀事件

1978 年保加利亚叛国者 Georgi Markov 被生物武器暗杀身亡,暗杀使用了特制的伞式武器,伞的顶端有装填了蓖麻毒素的微型金属小球,伞尖刺进皮肤后小球迅速释放毒素而使人中毒。

2. 美国潜水艇事件

1984 年 11 月 30 日美军一潜水艇突然发出肉毒毒素中毒的求救信息,3 天内潜艇上中毒的 13 人中 10 人死亡,邦考基地中毒的 50 人中 40 人死亡。进一步调查证实,从地方订购的感恩节食品罐装橘汁被认为污染了肉毒毒素。事件发生 24 小时后一恐怖组织声称与此事件有关。

3. 色拉污染事件

1984 年 9 月,美国俄勒冈州出现了鼠伤寒沙门氏菌发生食物中毒事件,致 751 人染病,经流行病学调查分析,怀疑是人为因素所致,但没有证据,直到 1985 年一个恐怖分子承认后才得以证实,某一宗教团体的成员多次污染了 10 家饭店的色拉,目的是使投票者失能无法参加投票从而影响选举结果。

4. 甜点事件

1996 年 10 月 29 日到 11 月 1 日,美国得克萨斯州的一家大型医学中心的 12 个实验室工作人员出现严重胃肠疾病,所有人都吃过 10 月 29 日夜間和早晨摆在休息间的甜点小馅饼。经调

查发现,此次暴发的原因是Ⅱ型痢疾杆菌污染小馅饼所致食物中毒,而病原体与该医疗中心保藏的痢疾杆菌相一致,是一种极少发生的菌型,因此被认为是人为因素所致。

5. 炭疽生物恐怖信件事件

2001年“9·11”事件后,10月美国又出现了炭疽生物恐怖信件事件,恐怖分子将炭疽杆菌芽孢粉末放在信封中寄至美国参议院和众议院议员及美国《太阳报》编辑部等多处,导致100多人感染,22人发病,5人死亡。此后数十个国家声称发现有可疑粉末的邮件,其中大多是鱼目混珠、混淆视听的,目的是扰乱人心。

此类的生物恐怖事件还有不少,包括未能实施的。可见生物武器的潜在威胁不但存在而且很大。而2001年的炭疽邮件恐怖袭击事件表明,生物恐怖袭击已经成为现实威胁。无论何种形式的生物恐怖袭击,都将造成人员生命和健康的直接伤害、环境微生物污染,国家公共卫生应急反应系统和医疗体系的挑战以及民众心理恐慌和社会动荡。特别是生物恐怖袭击引发的民众恐慌心理是短时间内无法彻底消除的,有的人甚至留下慢性心理问题或疾患。而且一旦经历过一次,以后一有风吹草动或流言蜚语,民众和社会的恐慌情绪很容易诱发。因此,做好生物武器医学防护知识和技能的培训至关重要,万一遭受袭击,能够从容应对,及时采取有效措施预防和控制事件的进一步发展。

第三节 生物战剂的分类

所有武器的杀伤因素,不外乎物理学的、化学的和生物学的三大类。生物杀伤因素主要是致病微生物和各种生物毒素。对人、畜和农作物致病微生物及生物种类繁多,至于能否作为生物战剂,还必须符合以下条件:高度致病性、易传播蔓延、对外界的抵抗力强、能大量生产、防治困难。根据以上条件,Heden(1967)认为可能作为生物战剂的致病微生物大约有100种。

一、根据军事效能分类

(一) 致死性与失能性战剂

致死性战剂是指病死率较高(一般大于10%)的战剂,如埃博拉出血热病毒、鼠疫杆菌、炭疽杆菌等。失能性战剂是指病死率很低(一般低于1%~2%),但临床症状较重,使其暂时失去劳动能力和战斗力的战剂,如委内瑞拉马脑炎病毒、Q热立克次氏体、葡萄球菌肠毒素等。

致死性与失能性是相对而言,并无不可逾越的鸿沟,实际上,在不同条件下,致死性战剂如果剂量不够不一定都致死,而失能性战剂量足够大的话也可以使人致死。一般情况下,致死性战剂能引起对方较多的人员死亡,迫使对方消耗大量人力、物力,同时直接或间接的影响交通和生产的正常进行,而且在群众中所造成的恐怖心理也远比常规武器大。失能性战剂虽不能造成大量人员死亡,但在一定时间内却能使污染区内大部分人员暂时丧失劳动能力和战斗力,而且需要很多人去护理他们,这同样也能消耗敌方的大量人力和物力。正因为它不引起大量的人员死亡,而被生物战的鼓吹者宣扬为“没有死亡的、人道主义的”武器。因而,这一类生物武器对于某些军事家具有更大的吸引力。

(二) 传染性与非传染性战剂

所谓传染性就是生物战剂进入机体后,不但能大量繁殖引起疾病,而且还不断向体外排出,使周围人群感染,如肺鼠疫患者经咳嗽、喷嚏等从呼吸道排出大量鼠疫杆菌,经空气、接触等途径

传染给易感人群,造成流行。

非传染性生物战剂能使被袭击者发病,从而使其暂时丧失劳动能力和战斗力,但病原体不能从患者体内排出,故对周围人群不构成威胁,如布氏杆菌、土拉杆菌、Q 热立克次体、肉毒毒素等,这些战剂可用来攻击和己方接近的敌人,而且对使用者无被感染的危险。

(三) 长潜伏期战剂与短潜伏期战剂

有些生物战剂进入机体后要经过较长时间(1~4 周以上)的潜伏期才能发病,称为长潜伏期生物战剂,如布氏杆菌的潜伏期为 1~3 周,甚至有长达数月之久的,Q 热立克次体的潜伏期为 2~4 周。这些长潜伏期生物战剂主要用于攻击战略后方,可以使被袭击者意识不到袭击行动与发病的关系,从而达到秘密袭击的目的。

有些生物战剂的潜伏期较短(短于 1 周),甚至只有 1~3 天,如流感病毒、霍乱弧菌等,有的仅数小时,如葡萄球菌肠毒素 A、肉毒毒素等,这类生物战剂称为短潜伏期生物战剂。短潜伏期生物战剂可用来袭击不久即将对之发起攻击的敌人,使之发动攻击时即发病而降低战斗力或严重损害民众健康。

二、根据微生物学分类

(一) 细菌类战剂

细菌类战剂是一类形状细短、结构简单、多以二分裂方式进行繁殖的原核生物,是自然界分布最广、数量最多的有机体。不含叶绿素,有细胞壁和细胞膜,绝大多数细菌的直径为 $0.5 \sim 5 \mu\text{m}$ 。核内有 DNA 和 RNA。细菌类战剂种类很多,常见的有炭疽杆菌、鼠疫杆菌、霍乱弧菌、伤寒杆菌等,这类微生物较易培养并大量复制,容易大量生产。早期的生物战剂都是细菌,故生物武器又被称为细菌武器。

(二) 病毒类战剂

病毒(virus)是一类个体微小、无完整细胞结构、含单一核酸(DNA 或 RNA)、必须在活细胞内寄生并复制的非细胞型微生物。其主要成分仅为核酸和蛋白质两种。病毒有高度的寄生性,完全依赖宿主细胞的能量和代谢系统,获取生命活动所需的物质和能量,遇到宿主细胞时它会通过吸附,进入、复制、装配、释放子代病毒而显示典型的生命体征,所以病毒是介于生物与非生物的一种原始的生命体。目前病毒类生物战剂已占现有生物战剂的一半以上,且随着新传染病病原体的发现,此类战剂还会增加。常见的病毒类战剂有天花病毒、脑炎病毒、出血热病毒等。

(三) 立克次体类战剂

立克次氏体(rickettsia)是介于最小细菌和病毒之间的一类独特的微生物,其大小、结构和繁殖方式都近似于细菌,长为 $0.3 \sim 0.8 \mu\text{m}$,宽为 $0.3 \sim 0.5 \mu\text{m}$,只能在活细胞内寄生。立克次体大部分在吸血节肢动物与哺乳动物之间循环以维持其种的延续,对外界环境的抵抗力较强,因此,很容易通过气溶胶方式传播,人对其较敏感。作为主要战剂的立克次体有 Q 热立克次体、普氏立克次体、立氏立克次体等。

(四) 衣原体类生物战剂

衣原体是一种既不同于细菌也不同于病毒的原核生物,细胞内没有形成核膜的细胞核。其

与细菌的主要区别是其缺乏合成生物能量来源的 ATP 酶,故自己不能合成 ATP,其能量完全依赖被感染的宿主细胞提供。而衣原体与病毒的主要区别在于其具有 DNA、RNA 两种核酸、核糖体和一个近似细胞壁的膜,并以二分裂方式进行增殖。常见的生物战剂如鸟疫衣原体等。

(五) 真菌类战剂

真菌类战剂是一类单细胞或多细胞的真核微生物,其核质四周有核膜与胞浆隔开,不含叶绿素,也无质体,绝大多数具有坚韧的多糖细胞壁,是典型的异养生物。它们从动物、植物的活体、死体和它们的排泄物及断枝、落叶和土壤腐殖质中吸收和分解其中的有机物,作为自己的营养。作为生物战剂的真菌可侵害人的内脏和皮下组织,引起慢性疾病,主要有球孢子菌、组织胞浆菌等。

(六) 毒素类战剂

毒素是生物在生长代谢过程中产生的有毒蛋白质类物质。包括植物毒素、细菌毒素、动物毒素和真菌毒素四类,微量毒素侵入机体后即可引起生物功能破坏,致使人畜中毒或死亡。常见有葡萄球菌肠毒素、肉毒毒素等。毒素不能自然繁殖,蛋白质性能稳定,可长期保存,也可人为通过化学方式生产或改变毒素,因此,其在军事方面的研究和应用颇受重视。

第四节 生物武器的性能

一、生物武器的危害性

(一) 面积效应大

武器的面积效应(area effect)是指单位重量的武器所造成的有效杀伤范围。就核化生武器而言,1 吨武器所造成的有效杀伤范围分别为:核武器 300 km^2 ,化学武器 60 km^2 ,生物武器 10 万 km^2 。生物武器以气溶胶形式施放时的面积效应更大,在适宜的气象、地形条件下可造成大面积污染。例如用飞机喷洒生物战剂,在下风方向可造成几百或几千平方公里的污染区,投下的带菌昆虫、动物等各种媒介物也可在相当大的范围内活动造成大面积的污染,使人员生病。此外,这些病原微生物在外界环境中的抵抗力较强,存活时间较长,会随着空气流动而将污染范围不断扩大,还会渗入一切不密闭的空间。

(二) 危害时间长

如果施放的是生物战剂气溶胶,则其危害性受气象因素、植被、地形、地貌等的影响很大,一般多数生物战剂气溶胶的危害时间白天为 2 h,夜晚或阴天 8 h 左右。如果施放的气溶胶沉降到地面,或直接污染水源、泥土,或者污染媒介昆虫动物,则其危害时间会大大延长,甚至长达数年,如霍乱弧菌在 20°C 水中,可以存活 40 d 以上,而炭疽杆菌芽孢则可在土壤中存活数十年,不少啮齿动物能长期保存鼠疫杆菌和土拉杆菌,蚊子中乙型脑炎病毒可经卵传至下一代,最多可传四代。在条件具备的情况下,生物战剂有可能会引发新的自然疫源地,其危害长期延续。

(三) 传染性强

生物战剂与化学战剂最大的不同点是,绝大部分生物战剂感染机体后,不但能在机体内大量

生长繁殖,并且还能不断排出体外,感染新的易感者,造成疾病在人群或动物中传播。有的传染病在潜伏期内即具有传染性,有的感染者临床症状较轻,甚至是病原携带状态,很难发现,随着他们的活动而将传染病从一个地区传播至另一地区。而且能成为生物战剂的病原体往往传染性强,只有极少量生物战剂进入机体,就能引起疾病。有人推算人只要吸入一个活的贝克氏体就能发生 Q 热。

(四) 不易被发现,防治困难

生物武器的主要施放方式是气溶胶,而气溶胶无色、无臭,看不见也摸不着,人的感官很难辨别,到目前为止还没有一种准确、灵敏、快速的侦察仪器可供应用。由于人们无法及时发现施放生物战剂气溶胶,因此,不能及时使用面具,口罩等防护器材,阻止生物战剂气溶胶吸入,往往要在大批患者出现时才能发觉。即便采用其他的施放手段,如污染食物、水源或通过投放带有病原体的媒介昆虫动物,由于施放较隐蔽,也较难及时发现,甚至出现了大量病员仍不明确生物战剂的施放方式和途径。

发现患者以后,治疗也比较困难,作为生物战剂的病原体大部分是烈性传染病病原体,且没有有效的预防或治疗手段,很难救治。也可能生物战剂是利用遗传工程技术,通过基因重组改装的,对抗生素具有抗药性的病原株,使平时治疗有特效的抗生素变得无效或治疗效果较差。对于大部分病毒类生物战剂目前还没有有效的治疗措施。这类生物战剂往往没有有效的疫苗,或者原有的疫苗变得无效,对健康人群较难进行免疫预防。

(五) 生物专一性

生物战剂只能使人、蓄和农作物致病或死亡,对没有生命的生产和生活物资、建筑物、军事装备等均无破坏作用。

(六) 成本低廉,易于大量生产

据 1969 年联合国化学生物战专家统计的数据计算,为杀伤军民进行大规模袭击,以当时每平方公里导致 50% 死亡率的成本,平均每平方公里的成本费用,常规武器、核武器、化学武器和生物武器分别为 2 000、800、600 和 1 美元。可见生物武器的成本非常低廉,微生物大量培养所需原料简单,来源方便,加上现代高效培养技术的发展,使生物战剂的大量生产成为可能,正因为生物武器的生产容易,成本低廉,为不富裕的国家发展生物武器提供了便利,因此才被称为“穷人的原子弹”。

二、生物武器的局限性

(一) 无立即杀伤作用

生物战剂进入人体以后,必须经过一定时间的潜伏期才能发病。潜伏期的长短随战剂种类和进入机体的数量而异,潜伏期最短的为数小时,如葡萄球菌肠毒素 2~3 h;长的可达数周之久,如 Q 热立克次体为 2~3 周。

(二) 效应结果难以预测

由于生物战剂绝大多数是活的微生物,其施放后的效应受到各种自然环境因素的影响,如气候、地形、植被等,尤其是温度、湿度、风力、紫外线照射等气候因素的影响较大。因此,生物武器

的使用受到许多条件的限制,如大晴天、降雨、大风等情况都不宜使用。此外,生物武器攻击后的效应结果还受防护措施、医疗卫生条件及军民防护意识和能力等因素的制约,使其真正的效应结果很难预测。

一般而言,要使生物战剂气溶胶在目标区形成大面积污染,且在一定时间内保持有效浓度,必须满足以下气象条件。

- 1) 必须有一定的风速,但不能太大,理想的风速是 $3\sim 6\text{ m/s}$ 。
- 2) 风向比较稳定,不能短时间内改变,保证生物战剂气溶胶向目标区飘散。
- 3) 近地面大气层较稳定(即在距离地面 0.5 m 高处气温低于或等于距离地面 4 m 处的气温)。
- 4) 光照不能太强,否则日光中的紫外线对生物战剂有较强的杀灭作用。
- 5) 不能下雨,一旦大量降水,生物战剂气溶胶很容易沉降,甚至被雨水冲刷干净。

(三) 不能长期储存

生物战剂都是活的致病微生物或具有生物活性的毒素,在储存、运输和施放过程中不断死亡,即使经真空冷冻处理,储存在低温条件下,仍会不断衰亡。一些活的生物战剂的半衰期为 $3\sim 4$ 年,短的仅为 $3\sim 6$ 个月。因此,生物战剂的储存时间一般比化学战剂短,而且低温储存的成本也比高,不利于长期储存。

第五节 生物战剂的标准和分级

一、生物战剂的标准

- 1) 已知被发展、生产、储存或用作武器的生物战剂。
- 2) 感染剂量低或高毒性。
- 3) 潜伏期短且发病率高。
- 4) 在人群中具有高度传染性。
- 5) 通过不同途径,尤其是通过呼吸道途径感染或中毒。
- 6) 引起失能或死亡的程度高。
- 7) 缺乏可通过获得的广泛使用的有效预防(如免疫血清、疫苗、抗生素)和(或)治疗措施。
- 8) 在环境中稳定。
- 9) 在早期难以检测或鉴定。
- 10) 易于生产和运输。

二、生物战剂的分级

1. A 类生物战剂

杀伤力强、能造成大量伤亡,容易造成人间传播,引起公众恐慌的生物战剂。需要政府和全社会进行精心准备进行重点防御。

A 类生物战剂:炭疽、鼠疫、天花、土拉热、肉毒毒素、病毒性出血热(马尔堡、埃博拉等)等。

2. B 类生物战剂

中等程度传播,引起中等强度的发病率和较低的病死率,需要疾病预防控制部门加强实验室

检测能力和监测能力加以预防的生物战剂。

B类生物战剂：Q热、布鲁氏菌病、马鼻疽、委内瑞拉马脑炎、东部马脑炎、西部马脑炎、蓖麻毒素、产气荚膜梭状芽胞杆菌 δ 毒素、葡萄球菌肠毒素、食源性和水源性致病菌等。

3. C类生物战剂

储备的新发传染病，将来经过基因工程改造后作为生物战剂的病原微生物。

第六节 生物战剂的施放方式

生物战剂的施放方式是根据生物战剂进入人体的途径而确定的，不同的侵入途径采用不同的施放方法。

一、生物战剂侵入人体的途径

(一) 消化道途径

消化道途径是指人或动物通过食用战剂污染的水或食品而感染发病，敌人可能利用破坏分子携带装有高度传染性战剂的小容器秘密投放，污染水源或食物，或由飞机投洒战剂污染水源。

(二) 皮肤途径

1) 生物战剂直接穿透皮肤进入人体，如利用装有生物战剂的小弹丸、细针、弹片及各种特殊的注射器等直接接触皮肤，将战剂注入皮肤内，达到伤害个别人员的目的，多用于暗杀性武器。

2) 利用媒介昆虫的叮咬将战剂输入人体的方法。如将昆虫感染战剂，然后将其投放到人群中，使人群被昆虫叮咬吸血而感染致病。二战中及美国侵朝中都被使用过。

(三) 呼吸道途径

呼吸道途径主要通过微生物气溶胶吸入呼吸道而使人畜受感染。是当代生物战中使用最广泛的施放方式。

感染过程是将生物战剂分散成气溶胶悬浮在空气中，人、畜随呼吸吸入生物战剂，病原体先沉积在呼吸道，进一步侵入血流，并在全身或身体的某一部位造成损害。

二、生物战剂的施放方式

(一) 施放生物战剂气溶胶

1. 生物战剂气溶胶的概念

固体或液体微粒悬浮在空气中所形成的胶体系统统称为气溶胶(aerosol)，生物战剂粉末或液滴通过特殊方式分散成细小的微粒悬浮在空气中所形成的胶体系统就称为生物战剂气溶胶。气溶胶的粒谱范围通常为 $0.01\sim 50\mu\text{m}$ ，但95%以上为 $0.1\sim 10\mu\text{m}$ ，这些大小的粒子很容易随呼吸进入人体呼吸系统，称为有效气溶胶。气溶胶可通过气溶胶发生器发生、通过飞机布洒、利用炸弹、炮弹、导弹等爆炸发生。施放生物战剂气溶胶是现代战争最可能使用的方式。

2. 生物战剂气溶胶的特点

(1) 覆盖面积大 气溶胶在空气中可自行扩散,还会随风向下风向播散,导致危害范围较广。

(2) 渗透力强 气溶胶悬浮在空气中,无孔不入,可渗透入不密闭且无空气过滤的任何空间,如防御工事、车辆、舰艇和建筑物内部。

(3) 可通过多种途径侵入机体 施放生物战剂气溶胶后,除了经呼吸道吸入外,部分气溶胶微粒逐渐沉降到地面,污染裸露的水源、食物、草地、泥土等,有可能经食物而引起消化道感染,或者通过破损的皮肤接触直接侵入机体。

(4) 不易被发现 气溶胶微粒悬浮在空气中肉眼无法看见,如果施放非常隐秘,则很难发现。

(5) 施放容易 气溶胶可以经飞机喷洒,也可经生物弹药爆炸发生,还可经气溶胶发生器产生,只要有相应的施放装置,实施并不难。

(6) 施放后性能较稳定 能经气溶胶攻击的生物战剂往往是抵抗力较强的病原体,在空气中能存活一定的时间,只要吸入带有活的生物战剂都能感染致病。

(7) 储存方便 进行气溶胶攻击的生物战剂形态都为粉末或者液体,储存较方便。

3. 生物战剂气溶胶的发生方法

(1) 爆炸型生物弹药 适用于悬液,不适用于干粉,因干粉难以控制粒子大小。

(2) 喷雾型生物弹药 该型有水力雾化法和空气喷射法两种方式,适用于悬液。

(3) 喷粉型生物弹药 顾名思义是用于干粉。

4. 影响生物战剂气溶胶施放效果的因素

生物战剂气溶胶施放后是否能达到预期效果受很多因素的影响。

(1) 生物战剂的影响

1) 施放源强度:施放源的强度就是每发生物弹药中装填的生物剂量数。以每发弹中装有多少人体半数致死剂量(HLD_{50})或发病剂量(HID_{50})来表示。如果装载的生物战剂量多,则强度大,危害性也大。

2) 有效气溶胶回收率:有效气溶胶回收率是指悬液或干粉战剂形成 $1\sim 5\mu m$ 粒子的存活微生物气溶胶百分率。如果施放的气溶胶粒子都在该范围内,则回收效率就高,杀伤性大,取决于弹药的施放原理、生物战剂的物理性能和战剂对分散应力的耐受性。

3) 生物战剂气溶胶衰亡率:指生物战剂病原体在空气中的下降或死亡一半的时间,由病原体对外环境的抵抗力决定,抵抗力越强,衰亡率时间越长,危害越大。

(2) 气象条件 气象条件对生物战剂效应的影响很大,温度、湿度、日光、降水、风向、风速等如前所述。

(3) 地形与植被 地形通过热力和机械作用的影响使空气分流和改变方向,从而影响生物战剂的扩散。茂密林区可使生物战剂气溶胶云团聚集在一起,不易扩散,且滞留时间较久。

(二) 施放带有生物战剂的媒介物

通过飞机、汽车等工具投放带有生物战剂的昆虫、小动物,如带有生物战剂的蚊子、苍蝇、老鼠等,或者投放污染有生物战剂其他媒介物,如食物、物品等。在日军侵华和美军朝鲜战争中都