

R-61/1
1403

中国医学百科全书

生物武器的医学防护

上海科学技术出版社

R-61/1

中国医学百科全书

中国医学百科全书编辑委员会

上海科学技术出版社

中国医学百科全书

生物武器的医学防护

蒋豫图 主编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷四厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 6.25 字数 233,000

1985 年 9 月第 1 版 1985 年 9 月第 1 次印刷

印数 1—4,700

统一书号: 14119·1744 定价: 1.70 元

《中国医学百科全书》编辑委员会

主任委员 钱信忠

副主任委员 黄家驷 季钟朴 郭子恒 吴阶平 涂通今 石美鑫 赵锡武

秘书长 陈海峰

副秘书长 施奠邦 冯 光 朱克文 戴自英

委员 (以姓氏笔划为序)

丁季峰	土登次仁	马飞海	王 懿(女)	王玉川	王世真	王用楫
王永贵	王光清	王叔咸	王季午	王冠良	王雪苔	王淑贞(女)
王鹏程	王德鉴	王翰章	毛文书(女)	毛守白	邓家栋	石茂年
石美鑫	卢惠霖	卢静轩	叶恭绍(女)	由 崑	史玉泉	白清云
邝贺龄	冯 光(女)	兰锡纯	司徒亮	毕 涉	吕炳奎	曲绵域
朱 潮	朱壬葆	朱克文	朱育惠	朱洪荫	朱既明	朱霖青
任应秋	刘世杰	刘育京	刘毓谷	米伯让	孙忠亮	孙瑞宗
苏德隆	杜念祖	杨医亚	杨国亮	杨树勤	杨铭鼎	杨藻宸
李 昆	李永春	李宝实	李经纬	李振志	李肇特	李聪甫
吴之理	吴执中	吴阶平	吴英恺	吴征鉴	吴绍青	吴咸中
吴贻谷	吴桓兴	吴蔚然	余 瀛	宋今丹	迟复元	张 祥
张世显	张立藩	张孝骞	张昌颖	张泽生	张学庸	张涤生
张源昌	陆如山	陈 信	陈中伟	陈明进	陈国桢	陈海峰
陈灏珠	林巧稚(女)	林克椿	林雅谷	郁知非	尚天裕	罗元恺
罗致诚	季钟朴	依沙克江	周金黄	周敏君(女)	郑麟蕃	孟继懋
赵炳南	赵锡武	荣独山	胡传揆	胡熙明	钟学礼	钟惠澜
侯宗濂	俞克忠	施奠邦	姜春华	洪子云	夏镇夷	顾学箕
顾绥岳	钱 惠	钱信忠	徐丰彦	凌惠扬	郭 迪	郭乃春
郭子恒	郭秉宽	郭泉清	郭振球	郭景元	唐由之	涂通今
诸福棠	陶桓乐	黄 量(女)	黄文东	黄耀桑	黄家驷	黄祯祥
黄绳武	曹钟梁	盖宝璜	梁植权	董 郡	董承琅	蒋豫图
韩 光	程之范	傅丰永	董尔昌	曾宪九	谢 荣	谢少文
裘法祖	蔡 荣	蔡 翹	蔡宏道	戴自英		

序

《中国医学百科全书》的出版是我国医学发展史上的一件大事，也是对全人类医学事业的重大贡献。六十年代初，毛泽东同志曾讲过：可在《医学卫生普及全书》的基础上编写一部中国医学百科全书。我们深感这是一项重大而艰巨的任务，因此积极进行筹备工作，收集研究各种有关医学百科全书的资料。但由于十年动乱，工作被迫中断。粉碎“四人帮”后，在党和政府的重视和支持下，医学百科全书的编写出版工作又重新开始。一九七八年四月，在北京正式召开筹备会议，拟订了编写出版方案和组织领导原则。同年十一月，在武汉举行了第一次编委会，落实了三十多个主编单位，全国医学界的著名专家、教授和中青骨干都参加了编写工作。

祖国医学发展史中，历代王朝就有学者编纂各类“集成”和“全书”的科学传统，但系统、全面地编写符合我国国情和医学科学发展史实的大型的医学百科全书还是第一次。这是时代的需要，人民的需要，是提高全民族科学文化水平，加速实现社会主义现代化建设的需要。从长远来看，这是发展我国医药卫生事业和医学科学的一项基本建设，也是建设社会主义精神文明建设的重要组成部分。因此，编写出版《中国医学百科全书》是我国医学界的一项重大历史使命。

我国既有源远流长的祖国医学，又有丰富多彩的现代医学。解放以来，在党的卫生方针指导下，还积累了群众性卫生工作

和保健强身的宝贵经验，涌现了许多中西医结合防治疾病的科研成果。在我们广大的医药卫生队伍中，有一大批具有真才实学，又善于写作的专家，他们都愿意为我国科学文化事业竭尽全力，把自己的经验总结出来，编写出具有我国特点的医学百科全书。

《中国医学百科全书》是一部专科性的医学参考工具书，主要读者对象是医药院校毕业及具有同等水平的医药卫生人员，但实际需要查阅这部全书的读者将远远超过这一范围。全书内容包括祖国医学、基础医学、临床医学、预防医学和特种医学等各个学科和专业，用条目形式撰写，以疾病防治为主体，全面而精确地概述中西医药科学的重要内容和最新成就。在编写上要求具有高度的思想性和科学性，文字叙述力求言简意明，浅出深入，主要介绍基本概念、重要事实、科学论据、技术要点和肯定结论，使读者便于检索，易于理解，少化时间，开卷得益。一般说来，条目内容比词典详尽，比教材深入，比专著精炼。

为适应各方面的需要，《中国医学百科全书》的编写出版工作准备分两步走：先按学科或专业撰写分卷单行本，然后在此基础上加以综合，按字顺编排出版合订本。这两种版本将长期并存。随着学科发展的日新月异，我们并将定期出版补新活页。由于涉及面广，工作量大，经验不足，缺点错误在所难免，希望读者批评指正。

钱信忠

1982年11月

中国医学百科全书

生物武器的医学防护

主 编：蒋豫图（军事医学科学院）

副 主 编：陈宁庆（军事医学科学院）

编 委：（以姓氏笔画为序）

刘育京（军事医学科学院）

齐雅韶（军事医学科学院）

高树德（军事医学科学院）

学术秘书：李荣芬（军事医学科学院）

编写说明

- 一、本分卷选收生物武器医学防护的基本理论(总论)和23种生物战剂及其所致的疾病(各论)共105条。各论条目按病毒、衣原体、立克次体、细菌、真菌、毒素的顺序排列;每类战剂又按每一战剂的性状,每一疾病的临床特征、诊断、治疗及其流行病学与预防三部分描述。
- 二、本分卷选收的生物战剂除为日军及美军在侵华战争及侵朝战争中使用过的以外,多为联合国世界卫生组织及斯德哥尔摩国际和平研究所列为生物战剂或可能的生物战剂者。亦包括新近发现的病原菌——亲肺军团杆菌(美国有关单位正在对该菌作为生物战剂的可能性进行积极研究)。
- 三、所用名词术语原则上采用常用者,凡采用最新规定的正式名称者,亦同时列出习惯使用的名称。外国人名、地名,除常用的不注外文用译名外,一般的直接写外文,不再转译。
- 四、常用单位及方法用英文符号或略词表示。卷末附有英文略词全名及词义检索,按字母顺序排列。还附有常用词的汉英、英汉词汇及索引,分别按字母顺序和笔画排列。有的索引既可按名称顺序(如生物战剂气溶胶)检索,亦可按分段名称(如气溶胶,生物战剂)检索。
- 五、承朱明宝同志协助绘制插图,特此致谢。
- 六、本分卷主编单位为中国人民解放军军事医学科学院。
- 七、文稿虽经分卷编辑委员会多次审改,仍可能有重复和欠妥之处,诚恳欢迎读者批评指正。

生物武器的医学防护分卷编辑委员会

一九八三年九月

中国医学百科全书

生物武器的医学防护

目 录

生物武器的医学防护.....	1	森林脑炎病毒.....	29
生物武器的历史.....	1	森林脑炎.....	30
生物武器的特点.....	2	森林脑炎的流行病学.....	30
生物战剂.....	3	登革病毒.....	31
生物战剂分类.....	3	登革热.....	31
生物战剂气溶胶.....	3	登革热的流行病学.....	32
生物战剂气溶胶的衰亡.....	4	拉沙病毒.....	33
生物战剂气溶胶对人体的侵袭.....	5	拉沙热.....	33
生物战剂的生物媒介.....	7	拉沙热的流行病学.....	34
生物武器袭击的可疑迹象.....	8	马尔堡病毒和伊博拉病毒.....	34
生物战剂气溶胶侦察仪.....	8	马尔堡病毒病和伊博拉出血热.....	36
生物战剂气溶胶观测仪.....	9	马尔堡病毒病和伊博拉出血热的流行病学.....	37
激光雷达.....	9	委内瑞拉马脑脊髓炎病毒.....	39
生物发光侦察仪.....	9	委内瑞拉马脑脊髓炎.....	39
化学发光警报器.....	9	委内瑞拉马脑脊髓炎的流行病学.....	40
粒子颜色警报器.....	10	东部马脑脊髓炎病毒.....	41
生物战剂标本的采样.....	10	东部马脑脊髓炎.....	41
病毒战剂检验.....	11	东部马脑脊髓炎的流行病学.....	41
病毒战剂分离.....	12	西部马脑脊髓炎病毒.....	42
病毒战剂鉴定.....	13	西部马脑脊髓炎.....	42
细菌战剂检验.....	14	西部马脑脊髓炎的流行病学.....	42
细菌战剂鉴定.....	17	裂谷热病毒.....	43
污染区的划定.....	18	裂谷热.....	44
疫区的划定.....	19	裂谷热的流行病学.....	44
污染区和疫区的处理.....	19	天花病毒.....	45
生物战剂的消除.....	20	天花.....	46
生物战剂污染物体的表面消毒.....	20	天花的流行病学.....	46
生物战剂污染食物、餐具和饮水的消毒.....	21	天花病毒的类似病毒：猴痘病毒.....	48
生物战剂污染人员的卫生处理.....	21	鸚鵡衣原体.....	48
生物武器的物理防护.....	21	鸚鵡热——鸟热.....	50
生物战剂媒介昆虫的防护.....	22	鸚鵡热的流行病学.....	50
生物武器防护中的杀虫.....	22	贝纳柯克体.....	51
生物武器防护中的灭鼠.....	23	Q热.....	51
生物战剂的免疫防护.....	24	Q热的流行病学.....	51
免疫接种方法.....	25	立氏立克次体.....	52
化学预防.....	26	落矶山斑点热.....	52
黄热病毒.....	27	落矶山斑点热的流行病学.....	53
黄热病.....	28	霍乱弧菌.....	54
黄热病的流行病学.....	29	霍乱.....	55

霍乱的流行病学.....	56	粗球孢子菌.....	66
鼠疫杆菌.....	56	球孢子菌病.....	67
鼠疫.....	58	球孢子菌病的流行病学.....	67
鼠疫的流行病学.....	58	荚膜组织胞浆菌.....	68
炭疽杆菌.....	59	组织胞浆菌病.....	68
炭疽.....	59	组织胞浆菌病的流行病学.....	69
炭疽的流行病学.....	61	肉毒毒素.....	69
土拉杆菌.....	61	肉毒毒素中毒.....	70
野兔热.....	62	葡萄球菌肠毒素.....	71
野兔热的流行病学.....	63	葡萄球菌(肠毒素)食物中毒.....	71
类鼻疽假单胞菌.....	63	葡萄球菌食物中毒的流行病学.....	72
类鼻疽.....	64	英汉略词检索.....	73
类鼻疽的流行病学.....	64	汉英生物武器的医学防护词汇.....	76
亲肺军团杆菌.....	65	英汉生物武器的医学防护词汇.....	82
军团杆菌病.....	65	索引.....	88
军团杆菌病的流行病学.....	66		

生物武器的医学防护

生物武器是由一些致病微生物及其毒素(生物战剂)和施放战剂的装置组成的一种特殊武器。

生物武器的医学防护是战时军事医学工作的一部分,是将医学中传染病防治的知识用于对生物武器的防御。

针对人的生物武器的医学防护包括:对生物战剂的侦察、报警、检验和鉴定、消毒、杀虫、灭鼠、免疫预防、化学预防、个人和集体物理防护、收容和治疗病人、流行病学监测与防疫(限制)措施等。

所有这些措施,如果综合实施,再结合发动群众,对于任何生物武器都应该有效。为了有效地实施这些措施,除平时对各种战剂进行防护措施研究外,应将专业人员组织起来,进行关于生物武器防护的专门训练和教育。对于广大人民群众也应通过各级爱国卫生运动委员会,进行广泛深入的关于生物武器及其防护知识的教育。要使群众了解生物武器的可能危害、特点和防护措施。一旦发生生物武器袭击时,他们就可以立即配合专业队,迅速行动起来,尽量减少生物武器可能造成的损伤。同时,使他们知道生物武器的局限性,知道生物武器是可以防御的,消除不必要的恐慌。

生物武器对于一个卫生水平比较高,卫生防疫组织比较健全的国家地区的危害性就比较小。因此,我们应当提高我国、我军的卫生水平,健全预防措施,平时为战时做好充分准备,一旦对方使用生物武器,使其危害减少到最低限度,维护我军战斗力和广大群众的健康。

(蒋泽图)

生物武器的历史

历史上,在战争中传染病所引起的非战斗减员常大大超过战斗减员,严重地影响军事行动。公元571年,由于天花流行,曾使包围麦加的埃塞俄比亚军队全军覆没。企图人为制造传染病流行来征服对方,以求战争胜利的思想早已产生,而且一些军事家曾付诸实施。1346年,鞑靼人围攻黑海港口卡法时,久攻不下,当时正值鼠疫流行,鞑靼人把鼠疫引入城内,造成了鼠疫流行,终于迫使守军乘船逃亡。1793年,英国在北美的殖民军司令曾派人将天花病人用过的毛毯和手帕送给当地印地安人领袖,结果在印地安人中引起天花流行,从而占领了大片印地安人的土地。但这仅是把致病微生物用来攻击对方的初步尝试。系统地研制生物武器,还是在微生物学发展到较高水平以后才开始的。

生物武器的发展大致可分为三个阶段:

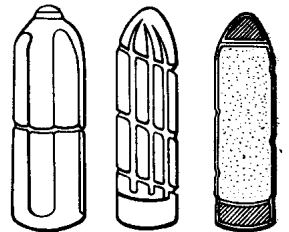
第一阶段,从廿世纪初到第一次世界大战结束。主要研制者是当时最富侵略性的德意志帝国。战剂仅限于少数几种细菌,如:炭疽杆菌、马鼻疽杆菌和鼠疫杆菌等。生产规模很小,施放方法很简单,主要由特务潜入对方,把装在小瓶中的细菌培养物秘密污染水源、食物或饲料。1915年俄国反间谍机关曾在彼得堡捕获一名带有鼠疫杆菌培养物的德国间谍。1917年,德国间谍曾在美索不达

米亚用马鼻疽杆菌感染协约国从中东购买的4,500头骡子。这些撒布生物战剂的尝试虽然并未对战争造成重大影响,但却引起人们对生物武器的重视,认为在今后战争中有可能成为大规模杀伤武器。因而,在第二次世界大战以前有四十多个国家(包括我国)同意或批准1925年日内瓦关于在战争中禁止使用化学与细菌武器的议定书。我国于1929年8月同意了该议定书,1952年7月新中国政府重申在相互遵守的条件下承认该议定书。至1972年为止,全世界已有89个国家正式承认或批准了这个议定书。

第二阶段,自三十年代至第二次世界大战结束。主要研究者开始是日本;战争后期德国和美国也进行了生物武器的研究。这一阶段生物武器发展的特点是:战剂种类增多;战剂生产规模扩大;主要施放方式是用飞机施放带菌媒介物,扩大了攻击范围。

1936年,日本在我国东北地区建立了大规模生产生物武器的工厂,即设在哈尔滨附近平房区的“731”部队,司令官为细菌战的积极鼓吹者日本军医中尉石井四郎,该部队有工作人员约三千人,每年经费约1,000万日元,细菌战剂每月的最高生产能力为:鼠疫杆菌浓稠菌液300kg,炭疽杆菌600kg,伤寒杆菌800kg,霍乱弧菌1,000kg。还大量培养能传播鼠疫的人蚤,每3~4个月能生产45kg。并研制出至少8种生物战剂的特殊施放装置,如石井式陶瓷细菌炸弹(见图),自来水笔式,手杖式施放器材等。此外,在黑龙江省安达县设有细菌武器试验靶场,并附有专用航空队;在林口、海林、孙吴和海拉尔设有4个支队,也能生产并施放细菌战剂。

“731”部队曾残酷地用活人作实验,因此而丧生者至少有3,000人。设在南京的“荣”字第1644部队和设在广州的“波”字8604部队也都是日本研究细菌武器并培训细菌战人员的机构。



石井式陶瓷细菌炸弹

1939年,日本进犯苏蒙边境时,在诺门坎战役中曾将伤寒杆菌、副伤寒杆菌投入哈勒欣河污染河流。

1940年7月石井四郎曾亲自率领远征队,在我国宁波上空投洒70kg伤寒菌,50kg霍乱菌和5kg带鼠疫菌的跳蚤。据当时不完全统计,曾发生鼠疫患者99人,死亡98人。1941年夏季又对我国湖南常德及河南南阳等地进行细菌武器袭击,在当地居民中发生了一些鼠疫病人,1942年夏,日军从浙赣战线撤退时,“731”部队和“荣”字1644部队共同在撤退区用霍乱菌、伤寒菌和副伤寒菌污染水源和食物,引起居民患病。并惨无人道地把污染病菌的食物发给战俘食用,然后再把他们放回我方,造成疫病流行。

1943年德国在Posen地方建立了生物武器研究所,主要研究利用飞机喷洒细菌悬液的装置。研究的战剂为鼠疫杆菌、霍乱弧菌、斑疹伤寒立克次体和黄热病毒。

美国国防部于1941年11月成立了生物战委员会。1943年4月美国陆军在马里兰州的 Detrick 要塞建立生物战研究机构,占地520公顷,有2,500名雇员和500名研究人员(其中包括哲学博士120人,医学博士14人)。1944年在犹他州达格威试验基地建立了生物武器野外试验场。美国负责研制、生产生物武器的主要机构是 Detrick 要塞的生物研究所,埃奇伍德兵工厂和松树崖兵工厂。1954~1962年,美国共发生实验室感染3,300例,其中半数发生在 Detrick。

在此期间,美国在生物武器研究方面最突出的成就是完成了一系列空气生物学的实验研究,即所谓的“气雾罐计划”(cloud chamber project)。对生物战剂气溶胶的存活、动物感染机理及感染剂量进行了研究,为以后生物战剂的气溶胶攻击奠定了基础。当时,他们研究的战剂有:炭疽杆菌、鼻疽杆菌、布氏杆菌、土拉杆菌、类鼻疽杆菌、鼠疫杆菌、鸟疫衣原体和粗球孢子菌。

在第二次世界大战期间,英国和加拿大也曾建立生物战研究机构。1940年英国于设在波顿(Porton Down)的化学战研究机构中成立了微生物研究所,1944年夏季共有45人,1942年他们曾在 Gruinard 岛上用小型航弹和炮弹施放炭疽芽胞,24年后检查该岛仍被炭疽芽胞严重污染。1948年建立独立的微生物学研究所。该所与加拿大和美国有密切合作关系。第二次世界大战结束后还作过一些微生物气溶胶动物感染及存活的研究。

加拿大的生物战研究始于1941年。他们曾经研究过肉毒杆菌毒素的大量生产方法,并在苏非尔德野外试验基地进行过肉毒毒素气溶胶飞机喷洒试验。

第三阶段,自第二次世界大战末至七十年代末。主要研制者是苏联和美国。这一阶段的特点是:战剂种类除细菌外扩大到细菌毒素、病毒、衣原体、柯克体、立克次体和真菌;剂型除液体外,还有冻干的粉剂;施放方式以气溶胶为主;运载系统除飞机以外还有火箭、导弹;杀伤范围扩大到数百至数千平方公里。

通过大量实验室及野外试验,从理论上阐明了呼吸道传染病的传播机制;从技术上解决了细菌和部分病毒的大量生产,冷冻干燥保存。自1952年开始,美军在朝鲜北部和我国东北地区不断使用生物武器。据不完全统计,到1953年7月止,美军使用生物武器袭击近3,000次。由带菌昆虫、动物及其它杂物曾引起一些鼠疫、霍乱及炭疽病例。美国空军战俘供认,曾进行过若干次生物战剂气溶胶攻击。

苏联对生物武器的研制,由于严格保密,进展情况外界知之甚少。据各国报刊及文献报道,1979年西伯利亚斯维尔德洛夫斯克一生物武器工厂发生事故,引起下风方向地区发生大量吸入性炭疽病例。

美国于1969年曾宣布放弃使用生物武器。1972年美国与苏联又签定了所谓的“禁止试制、生产和储存并销毁细菌和毒剂武器公约”。但条约中并没有明确规定禁止使用,更没有规定销毁生产生物武器的设备和工厂,而且也没有具体监督措施。因此,实际上这种条约对双方都毫

无约束力。

今后生物武器的发展,将是致力于微生物遗传学和遗传工程的研究,利用基因重组技术,定向控制和改变微生物的遗传性状,以期创造出适合生物战要求的、致病力更强的微生物。目前已获得对一些抗生素有抗药性的菌株。当然,要创造一种对外界抵抗力很强而又具有高度毒力的微生物新种,也不是轻而易举的。所谓的“基因武器”目前还只是一种设想而已。但从近代科学发展史来看,军事技术和科学的结合,制成新式杀人武器的事实是屡见不鲜的。因此,“基因武器”(gene weapon)的出现也并非完全不可能。

(陈宁庆)

生物武器的特点

生物武器是由生物战剂装料和施放装置(即弹药部分)组成的一种特殊武器。用来散布生物战剂的炸弹、集束航弹以及各种气溶胶发生器等称为施放装置。它们可用飞机、火箭和导弹作为运载工具。应用生物武器达到军事目的的行动称为生物战。

生物武器具有常规武器不具备的以下特点:

(1) 面积效应大:在核战争时代,军队多采用疏散配置,军事家特别重视武器的面积效应。在核武器、生物武器和化学武器(NBC)中,生物武器单位重量战剂的面积效应最大。因为生物战剂的感染剂量极小,成人吸入20个到50个土拉杆菌即能发病;A型肉毒毒素的呼吸道半数致死浓度仅为最强的神经毒VX的0.3%。据世界卫生组织顾问组报告,一架飞机所载NBC武器造成的杀伤面积如下:一枚百万吨级核武器空爆杀伤面积为300km²,15吨神经毒剂为60km²,10吨生物战剂可达数千平方公里。Fothergill 报告,一艘行进中的船在离海岸16km处施放粒径2μm的干粉200kg,其气溶胶严重污染范围(>1,000个/L)达11,520km²。

(2) 具有传染性:有些生物战剂(如鼠疫杆菌、霍乱弧菌、马尔堡病毒、伊博拉病毒)能从受感染的病人排出而感染周围的健康人,可能造成疾病流行。

(3) 危害时间久:生物战剂气溶胶的危害时间一般为数小时。在一定条件下,有些生物战剂的危害时间则较长,如霍乱弧菌在21℃井水中可活存长达51天;Q热柯克体在某些物体表面及生水、牛乳中可活存数周至数年;炭疽芽胞和一些真菌孢子在某些土壤中可活存数年以上。

(4) 生物专一性:生物武器只伤害人、畜的生命,不破坏物资、建筑物或其它固定设施及武器、装备等无生命物体。因而适用于攻击不拟破坏的目标区。

利用生物战剂污染水源的效果远比化学毒剂强。如污染一个5,000吨的蓄水池,加入0.5kg沙门氏杆菌培养物或5kg半精制A型肉毒毒素,每人饮用100ml水就能感染或中毒,而用氰化钾则需10吨。

由于生物战剂没有立即杀伤作用,进入人体后必须经过或长或短的潜伏期才能发病,因此,它不能立即停止受攻击一方的战斗行动,一般说不宜用作战术武器。此外,

外界温度、湿度、日光、风速、风向、降水和大气稳定度等自然因素对生物武器的效应影响很大。如紫外线对生物战剂气溶胶有强大的灭活作用；风速超过8m/s或近地面大气层处于对流状态，都能使生物战剂气溶胶难以保持有效感染浓度；风向改变，战剂云团就不能到达目标区，甚至可能危及施放者本身。因此，生物武器的效应不易预测和控制，而且它的使用在时间和空间上都有一定限制。

由于生物武器的面积效应大，又没有立即杀伤作用，故主要用作战略武器。但一些潜伏期短又无传染性的战剂也能用于战术攻击。具体攻击目标主要是：政治、经济、军事指挥中心；重要的工业基地、交通枢纽、港口；海、空军基地；军队大量集结地区或训练基地；不久将进行登陆或空降攻击的目标区；隐蔽在坚固工事中的防守部队等。

适合生物战剂气溶胶攻击的自然条件是：近地面大气比较稳定，如晴朗的夜晚，日出以前和多云的白天；风速不超过8m/s；风向变化不大。

为了提高生物武器的威力，还可能同时或先后使用两种生物战剂。苏联和美国都曾进行过两种致病微生物气溶胶混合感染的研究。混合感染可以使症状更加复杂，病情更加严重，难于及时诊断和治疗。此外，生物武器还可以和核武器和化学武器结合使用。放射和化学损伤能降低人体对生物战剂的抵抗力，而生物战剂感染又能加重放射或化学损伤者的病情，提高病死率。

(陈宁庆)

生物战剂

生物战剂是指军事上用来伤害人和动、植物的致病微生物及其产生的毒素。作为生物战剂的致病微生物的必要条件是：①致病力强，少量微生物即能使人致病。②容易大量生产。③稳定性较高，在储存、运输、施放时和气溶胶状态下都比较稳定。目前已知约有160种致病微生物，实际上符合上述条件的微生物并不很多。世界卫生组织顾问组提出可能用来攻击人的生物战剂有30多种。美军已经标准化的生物战剂有：黄热病毒、委内瑞拉马脑炎病毒、Q热柯克体、炭疽杆菌、土拉杆菌和猪型布氏杆菌；此外，B型葡萄球菌肠毒素和A型肉毒杆菌毒素系细菌代谢产物，都用微生物学方法生产，虽有人把它们列为化学战剂，我们仍旧列为生物战剂。

生物战剂的施放主要采用气溶胶方式。利用飞机、舰艇以及火箭、导弹等运载工具，投掷或发射装有生物战剂的特殊结构的航弹、集束炸弹或气溶胶发生器。据国外报道，生物炸弹渐趋小型化。因为投掷许多枚小炸弹比一枚大炸弹的战剂分布面积广且均匀。其次，撒布带战剂的生物媒介，如蚊、蚤、蝇等昆虫，及其他带战剂的媒介物。此外，也可能利用特务人员秘密撒布生物战剂污染水源、食物或重要建筑物的通风或空气调节系统等。

(陈宁庆)

生物战剂分类

生物战剂可根据其对人的危害程度分为失能性生物战剂和致死性生物战剂。病死率小于10%的战剂称为失能性战剂，如委内瑞拉马脑炎病毒、Q热柯克体等。这类战剂受到军事家的高度重视，因为它能使大批人员丧失活动能力，迫使对方消耗大量人力、物力。最终如果攻方胜利，还可能保留下大量可供驱使的劳动力而不必用大力打扫战场上的尸体。病死率超过10%的称为致死性战剂，如黄热病毒、炭疽芽胞(呼吸道感染)。

根据生物战剂是否有传染性，又可分为传染性生物战剂与非传染性生物战剂。天花、流感、鼠疫和霍乱等微生物属于传染性生物战剂。它们能在人群中传播，形成流行，危害的范围广，可用于攻击对方的战役后方。土拉杆菌、肉毒杆菌毒素等属于短潜伏期非传染性生物战剂。这类战剂适用于攻击与己方距离较近的对方部队，登陆或空降作战前的对方阵地等战术目标。

生物战剂种类繁多，性能各异。优先使用的选择条件有：①受攻击一方人员对它没有免疫力，或该地区从来没有的致病微生物，不但人们对它普遍易感而且当地医生没有诊治经验。②目前还没有疫苗，或受攻击一方尚不能生产该种疫苗的致病微生物。③尚无特效治疗药物的致病微生物。

(陈宁庆)

生物战剂气溶胶

气溶胶(aerosol)是液体或固体微粒均匀分散于气体中所形成的一种悬浮系统。液体微粒分散在空气中通常称为雾。固体微粒分散在空气中通常称为烟或尘。气溶胶的粒径范围一般为0.01~50μm。含有生物战剂的液体或固体微粒分散在空气中所形成的悬浮系统称为生物战剂气溶胶。微生物气溶胶的发生、运动、消亡、检测及其对人和动、植物影响的研究已形成一门综合性学科称为空气生物学(aerobiology)。廿世纪三十年代美国人Fred C. Meier首先提出空气生物学这一名称。他对空气中微生物的分布、来源和消亡作了开创性的研究，1938年在太平洋上空乘气球作空气采样时不幸遇难。当前，空气生物学研究已渗透到许多领域中，它与工业、农业、医学及生物武器的发展关系十分密切。

生物武器的发展给空气生物学提出了一系列问题：气溶胶是否为最有效的生物武器攻击的方式？它是否适用于大多数生物战剂？造成微生物气溶胶感染的最佳条件是什么？生物战剂气溶胶衰亡的原因及如何延长生物战剂气溶胶中微生物的存活时间，微生物气溶胶在大气中扩散的规律等。生物武器的研制推动了空气生物学的发展，空气生物学的发展又使生物武器进入了以气溶胶攻击为主的新阶段。

气溶胶之所以作为生物武器常用的攻击方式是因为：①施放比较简单，所需后勤支援较少，一架飞机或一枚导弹施放的生物战剂即可污染上千平方公里。②具有较强

的渗透能力,它能进入无特殊防护装置的一切工事、坑道、舰艇、车辆和各种建筑物。③人的感官或一般检测仪器难以发现。④大多数致病微生物可以通过气溶胶方式感染人,如蚊传播的黄热病病毒和委内瑞拉马脑炎病毒,动物传播的狂犬病毒,虱和蜱传播的斑疹伤寒、落矶山斑点热立克次体以及食物传播的葡萄球菌肠毒素、肉毒毒素等都能以气溶胶方式感染给人。⑤除经呼吸道进入人体外,还能污染水、食物或各种物体表面,通过消化道、皮肤、粘膜进入人体。

生物战剂气溶胶中的微生物很容易通过呼吸道进入血液。因为人一刻也不能停止呼吸,而呼吸系统是人体与空气接触面最大的部分,肺泡壁与紧贴其上的毛细血管壁的厚度不到 $1\mu\text{m}$,因而肺泡中的微生物很容易进入血液。与经消化道感染比较,一般经呼吸道的感染剂量较小,病情较重,病死率也较高,如吸入性炭疽的感染剂量约为20,000个芽胞,肠炭疽的感染剂量在数十万以上; $1.0\mu\text{m}$ 气溶胶粒子的土拉杆菌10个到50个即能使人感染,而经口感染则需 10^8 个菌。

生物战剂气溶胶的发生方法主要有以下几种:

(1) 爆炸分散法:将生物战剂装在薄壁炸弹中,炸弹中央装有少量炸药,由引信控制可在低空或地面爆炸,依靠爆炸形成的巨大压力把生物战剂分散成气溶胶。爆炸时产生的热和压力对生物战剂有相当大的破坏作用,但由于每单位容积生物战剂中所含微生物数量极大,虽然破坏了一部分,剩余微生物的数量仍很可观。它的优点是结构简单,易于生产。缺点是只适用于分散糊状战剂,所形成的气溶胶中 $5\mu\text{m}$ 以下粒子比例较少。美军装备的E133型集束炸弹和M143型球形小炸弹即属于这一类型。

(2) 压缩气体分散法:利用压缩气体所产生的高速气流把战剂从分散装置的小孔中喷出形成气溶胶。此法对生物战剂破坏较少,而且 $5\mu\text{m}$ 以下粒子所占比例较高,对液体或粉状战剂均适用。但这种装置结构比较复杂,造价较高。

(3) 高速气流分散法:利用超声波或机械振动把液体或糊状生物战剂分散到飞机飞行时所产生的高速气流中,由气流的切割作用形成气溶胶。最简单的分散器是安装在飞机上的布撒箱。这种布撒箱只有在100m左右低空布撒,气溶胶方能达到地面。故美军又研制了大型自由降落布撒器和遥控无人驾驶飞机布撒器。

生物战剂气溶胶的攻击方式有两种。一是直接攻击,即利用飞机、导弹等运载工具向目标区直接投掷许多生物炸弹、集束航弹或气溶胶发生器,形成多点源气溶胶云团。这种攻击方法适用于风向不稳定或不能预测的情况,并能袭击森林中的隐蔽人员。另一种是间接攻击,即利用飞机、舰艇或低空导弹在离目标区上风向一定距离处,与风向垂直方向喷撒一条生物战剂气溶胶带,借助风力使气溶胶覆盖下风向的目标区。这种方法的优点是:覆盖面积大,不易被发现。但要求风向比较稳定,并有中等风速(3~6m/s)。

(陈宁庆)

生物战剂气溶胶的衰亡

生物战剂气溶胶的衰亡是指微生物气溶胶经过一定时间而逐渐失去其毒力和活力。

生物战剂气溶胶在发生过程中受到热、压力和剪切力等多种因素的作用而丧失其部分活力。特别是在没有保护剂的条件下,活力丧失更快。单位时间内微生物气溶胶中活微生物粒子减少的百分率称为总衰亡率;其中由于重力沉降和撞击损耗而减少的衰亡率称为物理衰亡率;由于生物自然死亡而减少的称为生物衰亡率。总衰亡率减去物理衰亡率即为生物衰亡率。物理衰亡率可用加入示踪剂的气溶胶在特殊的设备中用简单方法测出。总衰亡率有时也以衰亡常数(K)表示,K值可用下列公式计算:

$$K = \frac{1}{t} \log_e \frac{a}{a-x} = \frac{2.3}{t} \log \frac{a}{a-x}$$

t=时间(分钟),a=原始活菌数,x=t时间后减少的活菌数。K值乘100即为每分钟总衰亡百分率(%/min)。K值越大即每分钟总衰亡百分率也越大。故生物战剂的K值是一个非常重要的参数。但由于微生物的种、株、培养条件、培养时间和悬液中附加成分不同,K值也随之改变。几种微生物的衰亡常数的参考值见下表:

几种生物战剂的衰亡常数(未加保护剂)

战 剂 名 称	K 值
委内瑞拉马脑炎病毒	0.3
森林脑炎病毒	0.3
黄热病毒	0.3
流感病毒	0.3
流行性斑疹伤寒立克次体	0.1
立氏立克次体	0.1
Q热柯克氏	0.1
布氏杆菌	0.02
鼠疫杆菌	0.02
土拉杆菌	0.02
炭疽杆菌芽胞	0.001

微生物气溶胶的衰亡是一种从量变到质变的过程,在失去活性以前,有些细菌已失去毒力,有些细菌则失去对噬菌体的敏感性,有些细菌从气溶胶状态再回到适宜的培养基上会发生菌落形态的改变,如所谓的“小菌落”(petites colonies)。病毒气溶胶的衰亡常数比细菌更大。

气溶胶中微生物的存活,除种、株间有明显差别外,不同的培养条件、培养物预先处理条件、贮存条件、微生物的悬浮基质的性质和有无保护剂等,都可以明显地影响微生物气溶胶化后的存活时间。

微生物气溶胶中微生物的存活与气溶胶发生技术密切相关。不同类型的气溶胶发生器对微生物所产生的机械损伤和生理损伤,直接影响微生物气溶胶化后的微生物的存活。

环境因素对气溶胶化的微生物存活影响极大，主要有以下几方面：

(1) 温度：一般，低温有利于气溶胶中微生物的存活，温度愈高，衰亡率愈高。表中大肠杆菌、土拉杆菌及液体委马病毒气溶胶，随着温度升高，其每分钟衰亡率都有明显增加，但委马病毒干粉气溶胶对温度变化有一定耐受力，在38℃以下衰亡率变化不大。

微生物气溶胶在-40℃至49℃的衰亡率

温度 (℃)	相对湿度 (%)	衰亡率(%/min)			
		大肠杆菌	土拉杆菌	委马病毒悬液	委马病毒干粉
-40	环境湿度	0.8	2.4	0.3	2.2
-18	环境湿度	1.0	0.8	0.6	1.7
-3	70~88	2.6	1.3	0.1	2.3
24	70~88	2.2	2.9	0.9	2.9
29	70~88	—	4.3	—	1.8
38	70~88	7.4	8.7	—	1.6
49	70~88	9.9	—	3.9	—

(2) 湿度：微生物气溶胶粒子对湿度比较敏感，特别在细胞内水分与周围湿度平衡过程中生物衰亡率急速增高。一般高湿有利于液态气溶胶微生物的存活；与温度比较，湿度对病毒气溶胶存活的影响更大。根据实验观察，湿度对病毒气溶胶的影响与核酸的种类无关，而与病毒是否有包膜密切相关。一般，含有类脂包膜的病毒(如流感病毒、麻疹病毒、腮腺炎病毒等)气溶胶比不含类脂的病毒(如呼肠孤病毒、脊髓灰质炎病毒)气溶胶在低湿条件下比在高湿条件下更加稳定，这与上述病毒在冬季室内相对湿度较低时容易传播有关。

(3) 光辐射：波长从200~700μm的紫外光及可见光对微生物气溶胶均有灭活作用，但不同波长辐射的灭活作用有很大区别，其中以200~290μm的紫外光，特别是其中的紫外部分，灭活作用最强，最大杀菌波段为250~260μm，它的杀菌作用比290μm强10倍，比360μm强4,000倍，比大部分可见光强30,000倍。各种微生物对光辐射的抵抗力大小可相差50倍以上；气溶胶微生物比悬液中或琼脂表面的微生物对光更敏感、在光辐射作用下，液态气溶胶的衰亡率随湿度增加而降低；干粉气溶胶在相对湿度60%以下的衰亡率与液态气溶胶一致，60%以上时比液态气溶胶衰亡快。光辐射灭活的机理是作用于微生物细胞的核酸。受到紫外线照射时DNA的双股螺旋结构受到破坏，氢键断裂，邻近的胸腺嘧啶形成双聚物，使分子的支架变形，影响生命活动从而使微生物灭活。

(4) 大气中的有害成分：大气中的氧、臭氧、二氧化硫和二氧化氮等成分对微生物气溶胶都有毒害作用。在相对湿度为85%，NO₂浓度为10ppm时，委马病毒气溶胶的生物衰亡率比不含NO₂的对照组高10倍。近年来发现：大肠杆菌气溶胶在密闭气溶胶实验室内衰亡率为每小时10%以下，而在同样温、湿度条件下，通入户外大气时，衰

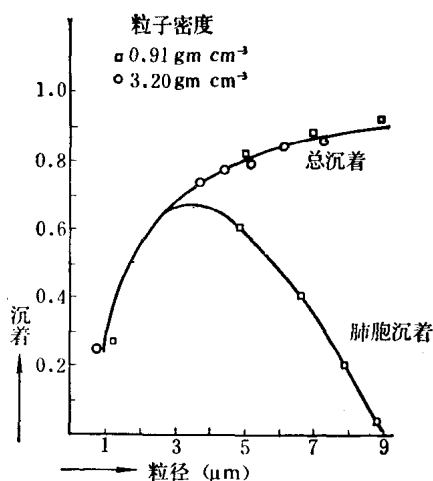
亡率可超过10%。大气中这种有害因素叫做开放空气因子(OAF)。这种因子很不稳定，容易吸附在金属管道和容器壁上。它是由臭氧和石油废气中的烯氢类化合物经光化学反应形成的一种不稳定化合物。对大肠杆菌、土拉杆菌、布氏杆菌和痘病毒气溶胶有明显的灭活作用；而对枯草杆菌芽胞、炭疽杆菌芽胞和口蹄疫病毒等的灭活作用不明显。

为了探讨微生物气溶胶生物衰亡的原因，加拿大学者Webb提出结合水假说。他认为与氢键结合的水分子对维持核酸分子的立体结构起重要作用，当结合水移走后，DNA不能维持正常结构而丧失功能。针对这一假说，他提出以羟基化合物、肌醇等代替丧失的结合水分子使DNA分子保持空间结构的完整性。实验证明，在细菌悬液中加入糖类或醇类等保护剂确能降低一些细菌气溶胶的衰亡率。如土拉杆菌悬液气溶胶在相对湿度35%时，不加保护剂的生物衰亡率为12.9%/h，加入棉子糖作保护剂后仅为2.1%/h。除糖类和醇类外，血清蛋白、明胶、蛋白胨和吡啶等也有这种保护作用。此外，利用微胶囊技术，即在微生物颗粒外面包上一层有保护作用的可溶性薄膜，也能提高生物战剂气溶胶对日光及其他不利因素的抵抗力，降低衰亡率。

(陈宁庆)

生物战剂气溶胶对人体的侵袭

生物战剂气溶胶对人体的侵袭系指微生物气溶胶主要通过呼吸道被吸入而使人感染发病。成人每天大约要吸入10⁴升空气，悬浮在空气中的各种气溶胶微粒也随之吸入。吸入的气溶胶粒子由于沉着、撞击、扩散等效应而沉降在呼吸道的不同部位，见图。一般情况下，10μm以上的



粒径对总沉着和肺泡沉着的影响

粒子几乎全部沉着在鼻咽部，5~10μm粒子大部分沉着在气管和支气管壁，很少到达肺泡，3μm左右的粒子60%以上沉着在肺泡管和肺泡中。由于呼吸道粘膜纤毛层的不断运动，沉着在呼吸道的粒子不断被输送到喉部而被咳出或吞入胃中，沉着在喉头以上部位的粒子一般经

10~20分钟即被排出。沉着在肺泡中的粒子排出的速度较慢,因为肺泡上皮没有纤毛。沉着在肺泡壁上的粒子一部分由吞噬细胞运送到向上运动的粘液层中,一部分穿过肺泡壁进入淋巴和血液,被白细胞吞噬。

因此,只有沉着在肺泡管和肺泡中的小于 $5\mu\text{m}$ 的微生物气溶胶粒子才能侵入机体引起感染。但这些粒子除受到纤毛运动和吞噬细胞的清除作用外,还受到呼吸道粘膜分泌的溶菌酶、干扰素和IgA等的对抗作用。因而,正常人体虽经常吸入各种微生物,而肺泡中却基本上保持无菌状态。致病微生物有的能分泌抑制纤毛运动的物质,有的能产生粘液分解酶,有些病毒能损伤纤毛细胞。由于这些作用它们才能在粘膜表面或细胞内繁殖,引起病变。

生物战剂气溶胶对机体的感染力通常以感染剂量表示,感染力越强,感染剂量越小。感染剂量常用以下两种方法表示:

第一种表示方法是半数致死浓度(LC₅₀或LN₅₀)或半数感染浓度(IC₅₀或IN₅₀):是使半数受试者死亡或发生感染的气溶胶浓度与暴露时间的乘积。浓度(C或N)以每升空气中含有多少个感染单位或多少个菌体表示,暴露时间以分钟为单位。只要Ct值相等,不论是高浓度短时间还是低浓度长时间,同体重的同种动物所接受的剂量基本上是一致的。如已知某种生物战剂对人的LC₅₀值,又测得某地区该战剂气溶胶的浓度,即能估计大约有多少人发病或死亡。

第二种表示方法是吸入剂量:即动物或人实际吸入的小于 $5\mu\text{m}$ 的微生物气溶胶中的感染单位数。公式为:

$$D=(A)(W)(C)(t)$$

其中D=吸入的菌落或空斑形成单位(pfu)数

A=呼吸量(每分钟L/gm体重)

W=人或动物体重(gm)

C=气溶胶浓度(菌落数或pfu数/L(空气))

t=暴露于气溶胶的时间

各种动物的呼吸量不同,对它们的感染剂量亦不同(见表1)。

表1 人和实验动物的呼吸量

	呼吸量(每分钟 L/gm体重)
人	0.00013
大白鼠	0.00069
小鼠	0.00110
豚鼠	0.00051
家兔	0.00033
猴	0.00029
狗	0.00018
绵羊	0.00016

生物战剂气溶胶除主要通过呼吸道侵入人体外,还能通过眼结膜、破伤皮肤和粘膜或污染的水源、食物和手指等经消化道侵入人体。

生物战剂气溶胶的感染剂量受到许多因素的影响,因而它的波动范围较大。

(1) 生物战剂种类的影响:不同的致病微生物对人和动物的感染剂量不同。根据人体实验, $1\mu\text{m}$ 气溶胶粒子的土拉杆菌,人只要吸入25个到50个菌体就能致病,而炭疽芽胞则至少需要 2×10^4 个。同一种菌的不同菌株由于毒力不同,感染剂量也不同。表2为几种生物战剂对人的呼吸道半数感染剂量的估计值。

表2 几种生物战剂对人的呼吸道半数感染剂量

战剂名称	剂 量
委内瑞拉马脑炎病毒	$1 \sim 10^3$ MICLD ₅₀ (小白鼠脑内半数致死量)
森林脑炎病毒	10^4 TCID ₅₀ (组织培养半数感染量)
黄热病毒	10^4 EID ₅₀ (鸡胚半数感染量)
流感病毒	10^4 EID ₅₀ (鸡胚半数感染量)
普氏立克次体	5×10^5 EID ₅₀ (鸡胚半数感染量)
立氏立克次体	5×10^5 EID ₅₀ (鸡胚半数感染量)
贝氏柯克体	10^3 细胞
土拉杆菌	2.5×10^2 细胞
鼠疫杆菌	3×10^3 细胞
布氏杆菌	10^4 细胞
炭疽杆菌	$2 \times 10^4 \sim 10^5$ 细胞

(2) 气溶胶粒子大小:实验证明,气溶胶粒子在呼吸道中的沉着部位主要决定于粒子大小,而沉着部位与是否发病、病变的类型和感染剂量都有直接关系。沉着在上呼吸道中的大粒子很快被排出,就不能致病。一定条件下,即使致病,临床类型也不尽相同,例如, $18\mu\text{m}$ 的土拉杆菌气溶胶主要引起局部淋巴结炎,而小于 $5\mu\text{m}$ 的粒子则引起肺炎。委内瑞拉马脑炎病毒对豚鼠的半数致死剂量,气溶胶粒子为 $8.3 \sim 13\mu\text{m}$ 时比 $0.3 \sim 1.5\mu\text{m}$ 时大 1.4×10^4 倍; $1\mu\text{m}$ 气溶胶对豚鼠和恒河猴的剂量比较接近,而 $22\mu\text{m}$ 的气溶胶对恒河猴的剂量仅为豚鼠的剂量的2.5%。这是因为猴的鼻咽腔曲折较少而且用口呼吸,大粒子比较容易到达下呼吸道。

表3 土拉杆菌气溶胶粒子大小与剂量的关系

粒子直径(μm)	半数致死剂量(菌数)		
	豚	鼠	恒河猴
1	2.5		17.3
6.5~6.9	$< 6.4 \times 10^3$		2.4×10^2
11.5~12.0	$< 1.96 \times 10^4$		5.5×10^2
19~22	$< 1.7 \times 10^5$		3.75×10^5

(3) 微生物气溶胶的胶龄:胶龄是微生物气溶胶颗粒喷出后在空中悬浮的时间。胶龄越长,气溶胶粒子中微生物死亡越多,活存微生物的致病力也随之减低。实验结果表明,土拉杆菌气溶胶的胶龄从60分钟到180分钟,感染剂量就增大60多倍。有些微生物气溶胶常先丧失致病力,后丧失活力,这种现象称为致病力与生物活性解离。因此,发现空气中存在活的致病微生物还不能肯定

它是否致病。

(4) 宿主机体的生理状态及所处环境: 呼吸的快慢和深浅与吸入剂量直接相关, 呼吸慢而深时, 吸入的气溶胶粒子比快而浅明显增多。吸气和呼气之间的间隔从2秒增加到12秒时, 气溶胶粒子在呼吸道的滞留率增加20~60%。此外, 机体处于寒冷、缺氧、饥饿等情况下, 对微生物气溶胶的抵抗力明显下降。将一组50只小鼠放在3℃的环境中, 以链球菌气溶胶攻击, 与放在22℃环境中的对照组比较, 前者发病时间提前, 累积死亡率增高, 血液中5-羟色胺增高, 而5-羟色胺具有降低纤毛运动及使肺毛细血管收缩等作用。把小鼠置于相当3,000米高空的缺氧条件下, 能显著降低肺炎杆菌对小鼠的感染剂量。此外, 吸烟、酒精中毒和空气中的有害化学成分也能明显降低呼吸道对微生物的清除功能, 从而降低感染剂量。

(陈宁庆)

生物战剂的生物媒介

生物战剂的生物媒介是指用作散布生物战剂手段的某些吸血昆虫和动物贮存宿主以及某些机械传播病原体的昆虫。在生物战历史上, 日本、美国都曾撒布过感染鼠疫杆菌的蚤类; 美国还投掷过携带炭疽杆菌的家蝇, 感染鼠疫杆菌的田鼠和感染霍乱弧菌的文蛤等进行生物战。当前, 微生物气溶胶技术已研究成功, 今后使用微生物气溶胶进行生物战的可能性很大。但是, 生物武器研究者并未放弃使用生物媒介。譬如媒介昆虫大量养殖和大量感染病原体的方法和技术已日臻完善, 对蚊、蝇、蚤进行规格化的大量养殖, 可能达周产几十万、几百万甚至几千万只。媒介昆虫的储存方法也有进展; 曾进行提高昆虫的耐寒性、耐药性及传播病原体效能的研究; 利用放射性同位素技术和荧光标记方法研究从不同高度撒布后, 蚊、蝇在时间和空间方面的分布规律; 研究高空携带与特殊环境条件对昆虫的影响等等。这些都说明撒布感染生物战剂的生物媒介仍有可能是进行生物战的一种手段。

可能用于生物战的昆虫、动物的条件有: ①它必须是媒介种类。自然界某些疾病的传播有它特定的媒介虫种, 这种媒介和病原体之间的生物学联系是在长期生物进化过程中形成的。到目前为止, 还不能把本来不是生物媒介的虫种人为地使它变成生物媒介。②它是具有吸血习性或与人、畜关系密切、喜活动于人住区的种类。③它在人工养殖、人工感染病原体等方面均已获得成功, 短时间内可以很容易地获得大量感染生物战剂的个体的虫种。蚊、蚤两类昆虫中的某些种最可能用来进行生物战。此外, 与人关系密切、能机械传播病原体的蝇、蟑螂也应受到重视。

生物媒介在生物战中的重要性如下:

目前认为最可能使用的20多种生物战剂中, 一半以上为虫媒传染病或鼠源性传染病的病原体(见表), 这些生物战剂都可以利用相应的生物媒介来撒布。在各类生物战剂中种类多、致病后治疗困难的又以虫媒病毒占突出地位。新发现的一些病毒病, 如拉沙热与非洲一种鼠类

可能作为生物战剂的虫媒传染病病原体

病原体	媒介	宿主
黄热病毒	蚊类	猴类
森林脑炎病毒	蜱类	鼠类、鸟类
东部马脑脊髓炎病毒	蚊类	鸟类、马
西部马脑脊髓炎病毒	蚊类	鸟类、马
委内瑞拉马脑脊髓炎病毒	蚊类	野鼠、蝙蝠、马
登革病毒	蚊类	猴、猪(?)
齐孔贾雅病毒	蚊类	猴、蝙蝠
裂谷热病毒	蚊类	羊
流行性斑疹伤寒立克次体	虱	
立氏立克次体	蜱类	鸟类、野生哺乳类
Q热柯克体	蜱类	家畜、鼠类
鼠疫杆菌	蚤类	鼠类
炭疽杆菌	*蝇、虻	家畜
土拉杆菌	蜱、蚊、虻	鼠类、野兔
霍乱弧菌	*蝇	

* 机械传播

(*Mastomys natalensis*)有关, 马尔堡病毒能在伊蚊体内繁殖。拉沙病毒和马尔堡病毒都是世界卫生组织(WHO)报告中可能的生物战剂。

不少生物战剂在昆虫体内能长期活存、繁殖甚至传代。如流行性乙型脑炎病毒和黄热病毒可在蚊体内保持3~4个月或更久。温带蛰伏和寒带越冬状态下的媒介昆虫又提供长期贮存病原体的机会, 如曾经观察到某些蚊虫(淡色库蚊、白纹伊蚊等)可携带乙型脑炎病毒越冬; 苏联和美国的某些野鼠蚤在越冬期间可长期保持鼠疫杆菌。一些病毒、立克次体、细菌在蚊、蜱、蚤体内可以增殖, 有的还可以经卵传递, 使下一代虫体也带毒, 如全沟蜱带森林脑炎病毒。此外, 当地对某种战剂易感的野生动物受到撒布的生物媒介侵袭, 动物受感染后再通过当地的媒介昆虫传给当地其他动物, 如此辗转循环, 形成人为的疫源地, 从而造成长期危害也是可能的。

生物媒介具有一定活动能力, 一般来说, 蚊、蝇一次飞行距离可达1km, 并能主动侵袭人、畜或污染人、畜的饮水、食物, 从而达到散布生物战剂的目的。生物媒介还能主动趋避不利的外界条件(如恶劣的气候)从而减少生物战剂的衰亡率。甚至还可利用遗传工程方法培育耐寒或(和)耐药虫株来增强它们的活动能力, 这是微生物气溶胶撒布方式无法比拟的。

在实验条件下, 通过人工感染方法, 某种昆虫确能感染、传播某种病原体, 使易感动物发病, 而在自然情况下并未发现自然感染这种病原体的虫体存在, 这种昆虫通常称作这种病原体的潜在媒介。如埃及伊蚊、白纹伊蚊是委内瑞拉马脑炎等脑炎病毒的潜在媒介。另一种情况是一种分布广泛的昆虫, 在甲地它是传播某种疾病的媒介, 但该病分布较窄, 在乙地仅有这种昆虫而无该病发生, 自然界亦无自然感染的虫体, 这种昆虫在乙地也是该病的潜在媒介。在我国, 不少生物战剂所致的疾病迄今均未