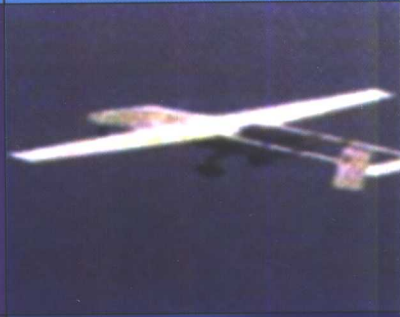
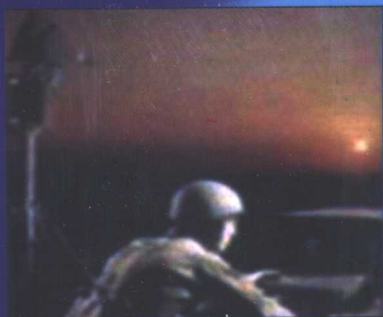


国防卫生知识丛书

核损伤医学防护

HE SUNSHANG YIXUE FANGHU

主编 毛秉智



军事医学科学出版社

国防卫生知识丛书

核损伤医学防护

主 编:毛秉智

副主编:鲁华玉

编 者:杨国山 鲁华玉 毛秉智 朱茂祥

高家峰 罗庆良 陈肖华 蒋铭敏

审 阅:吴德昌 郭力生

军事医学科学出版社

11-31/06

军事医学科学出版社出版
(北京市太平路 27 号 邮政编码:100850)
潮河印刷厂印刷 春园装订厂装订

* *

开本:850mm×1168mm 1/32 印张:5 字数:127 千字
2002 年 2 月第 1 版 2002 年 2 月第 1 次印刷
印数:1-10000 册 定价:12.00 元
1480121·13

*

(本社图书,凡有缺、损、倒、脱页者,本社发行部负责调换)

国防卫生知识丛书

提高全民国防意识
普及三防卫生知识

二〇〇二年一月十日 吴阶平



加强军事医学研究
提高卫勤保障能力

王克

二〇〇二年元月

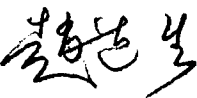
序

迈入新世纪,人类既面临着难得的发展机遇,又面临着严峻的挑战。维护世界和平,促进共同发展,是当今时代的主题和世界各国人民的普遍愿望。

然而,树欲静而风不止。在世界范围内,局部地区战祸连年,恐怖事件时有发生,大规模毁灭性武器的威胁依然存在。面对这种形势,积极防御,未雨绸缪,有备无患的思想,已在全球爱好和平的人们心中形成共识。

因此,为了减轻战争特种武器的使用和恐怖事件给人们带来的灾难,满足人们对核、化、生武器医学防护知识的需求,组织我院资深专家编撰了《国防卫生知识丛书》。本丛书不但从学术上阐述了核、化、生武器的致伤机理,更从实用的角度,深入浅出地介绍了可靠的防护措施和方法。我相信,这套丛书的出版,对核、化、生武器医学防护知识的普及,有效地防范各种恐怖事件,提高全民的国防意识将有所裨益。

军事医学科学院院长



二〇〇一年十二月

目 录

第一章 核武器概述	(1)
第一节 核武器	(1)
第二节 核武器的致伤作用	(3)
第三节 核武器的综合杀伤区和可能发生的伤类	(11)
第二章 光辐射烧伤	(16)
第一节 特点和分类	(16)
第二节 临床表现	(17)
第三节 诊断	(19)
第四节 急救与治疗	(20)
第五节 特殊部位烧伤	(22)
第三章 冲击伤	(28)
第一节 特点及伤类伤情	(28)
第二节 临床表现	(30)
第三节 诊断	(33)
第四节 急救与治疗	(35)
第四章 急性放射病	(39)
第一节 急性放射病病因和发病学特点	(39)
第二节 急性放射病的分型和临床表现	(41)
第三节 急性放射病的诊断	(51)
第四节 急性放射病的治疗	(59)
第五章 放射性落下灰的危害和防治	(72)
第一节 落下灰及其放射性污染	(72)
第二节 落下灰 γ 射线外照射损伤及其防治	(77)
第三节 落下灰 β 射线皮肤损伤及防治	(85)

第四节	放射性落下灰体内污染及医学处理	(92)
第六章	复合伤	(103)
第一节	分类和特点	(103)
第二节	临床表现	(106)
第三节	诊断	(110)
第四节	急救与治疗	(114)
第七章	核爆炸损伤的三级救治和技术准备	(118)
第一节	核爆炸损伤的三级救治	(118)
第二节	核爆炸损伤医学应急救治的准备	(127)
第八章	核辐射损伤心理效应与处理	(130)
第一节	概述	(130)
第二节	伤员的主要症状表现	(131)
第三节	影响心理损伤效应的主要因素	(132)
第四节	预防	(133)
第五节	治疗	(134)
附录一	核辐射损伤病人临床重点观察项目	(136)
附录二	核事故应急医学处理药箱简介	(144)

第一章 核武器概述

第一节 核武器

一、核武器发展简况

核武器是利用能自持进行的原子核裂变或聚变—裂变反应，瞬时释放出巨大能量而产生爆炸，对目标实施大规模杀伤破坏的武器。

核武器一般是指核战斗部和承载壳体，有时还包括姿态控制及突防系统，俗称核弹。核战斗部的主体是核爆炸装置，简称核装置。核装置由核部件、炸药部件、核点火部件（中子发生器）和其他结构件组成。核装置与引爆控制系统组成核战斗部。核武器的投掷发射系统由运载工具、投掷装置及各种辅助设备构成。核武器至今已发展到第三代：第一代为原子弹；第二代为氢弹；第三代是一类具有特殊性能的核武器。而特殊性能核武器是将核武器的某种杀伤破坏因素增强或减弱，以满足不同战场和不同作战目的的需要，例如中子弹、冲击波弹、减少剩余放射性弹等。中子弹也称为“增强辐射武器”，它是利用核聚变反应产生的大量高能中子以杀伤作战人员为主要目的的战术核武器，中子弹对武器和设施破坏很小，放射性沾染相对原子弹要低，因此又称为“干净”的核武器。中子弹是战术核武器的重要类型之一。

二、核武器的威力和使用方式

核武器的威力用梯恩梯（TNT）当量（简称当量）表示，即相当

于多少吨 TNT 炸药爆炸时的能量。核武器威力以吨为单位,分为百吨、千吨、万吨、十万吨、百万吨和千万吨等等级。一般原子弹在数十万吨以下,氢弹在数十万吨以上,中子弹约千吨当量。

核武器可以制成导弹核武器(核弹头)、核炸弹、核深水炸弹、核钻地炸弹、核鱼雷、核炮弹、核地雷等。核武器的投掷发射系统有导弹、飞机、火炮等。核地雷不用投掷发射系统。核武器可以从飞机、陆上、水面上、水下潜艇发射。核武器正不断向小型化发展,以满足机动发射和远距离、多目标攻击的需要。

三、核爆炸方式和核爆炸景象

核武器破坏杀伤效应的大小与核武器性能和核爆炸方式密切相关。相同类型、相同威力的核武器在不同介质和不同高度发生爆炸,其杀伤破坏效应也不相同。核爆炸可以分为空中爆炸(空爆)、地(水)面爆炸(地爆)和地(水)下爆炸。空爆和地爆是根据爆炸实际高度和当量的比例关系来区分的,这种比例称为比例爆高,简称比高。

$$\text{比高} = \frac{\text{爆炸高度}}{\sqrt[3]{\text{当量}}} (\text{m/kt}^{1/3})$$

空爆和地爆时,会依次出现闪光、火球和蘑菇状烟云三大典型景象特征,在一定的范围内还可听到爆炸声。

1. 空中核爆炸

空爆时首先见到的是耀眼的闪光,紧接着在空中爆炸点处出现明亮的火球,火球不与地面接触。火球猛烈向外膨胀,压缩周围空气,高速向外扩展形成冲击波。火球迅速上升,同时对地面产生很大的抽吸作用,卷起大量的尘土,随着火球的升高而形成尘柱,与火球烟云逐渐相连构成蘑菇状烟云。核爆炸时发出巨响,在距爆心几十公里甚至上百公里处可听到响声。

空爆可分为低空、中空、高空和超高空爆炸。低空核爆炸在爆

区和下风向地面会有较重的放射性污染。高空核爆炸落下灰沉降量很小,地面放射性污染轻。超高空核爆炸是指高度在30 km以上的核爆炸。超高空核爆炸的打击目标是卫星、导弹、电子和通讯系统等,对地面人员影响较小。

2. 地(水)面核爆炸

地爆时,火球接触地面,因而呈半球形,爆炸点处土壤表面被烧焦,火球卷起大量尘土,粗大的放射性尘柱一直和烟云相接,烟云的颜色较暗,有大量放射性落下灰沉降,爆区和下风向云迹区放射性污染严重。水面核爆炸与地面核爆炸相似,也能形成半球形火球和蘑菇状烟云,烟云中含有大量的水和水蒸气,沉降后会产生严重的放射性污染。

3. 地(水)下核爆炸

地下和水下核爆炸的外观景象因爆心周围介质及爆心深度不同而不同,深地层核爆炸地面看不到闪光和火球,浅地层和浅水层爆炸时火球能冲出地面,把大量土石块和爆炸残渣抛向空中,形成粗大的暗黑色烟云和很深的弹坑,烟云沉降后造成严重放射性污染。

第二节 核武器的致伤作用

核武器爆炸产生的杀伤破坏效应主要有五种:光辐射、冲击波、早期核辐射、放射性污染和核电磁脉冲。核爆炸时核部件发生裂变或聚变反应,产生几千万度的高温,发出强烈闪光,气化的弹体物质和爆心周围迅速加热的空气形成明亮的火球。闪光和火球向外释放光和热,称为光辐射;火球迅速膨胀,急剧压缩周围空气,形成核爆炸冲击波;核爆炸过程产生的大量中子会被空气中氮原子核吸收,放出 γ 射线,核裂变产物也在爆炸最初十几秒内发射出大量 γ 射线,这些中子及各种来源的 γ 射线称为早期核辐射;核爆炸过程产生的大量X、 γ 射线会使空气分子电离,产生出非对称电

子流,在大气中激起向远方传播的核电磁脉冲;核爆炸裂变产物、未烧掉的核燃料和被中子活化的元素,都会由气化状态冷凝为尘粒,沉降到地面,造成地面和空气的放射性污染,所发出的 γ 和 β 射线成为剩余核辐射。

光辐射、冲击波、早期核辐射、核电磁脉冲都只在爆炸后几十秒钟的短时间内起作用,统称为瞬时杀伤因素,放射性污染能在几十天甚至更长时间内起致伤作用。

核爆炸的杀伤和破坏程度同爆炸威力和爆炸高度有关。威力在百万吨以上的空中爆炸,主要的毁伤作用是光辐射和冲击波,光辐射的范围尤其大,对于城市还会造成大面积的火灾。威力在万吨以下的低威力空中爆炸,则以早期核辐射的杀伤范围为最大,冲击波次之,光辐射最小。中子弹威力一般在千吨以下,主要杀伤作用为由中子和 γ 射线组成的早期核辐射。

一、光辐射

1. 光辐射的特性

光辐射从核爆炸闪光开始,到火球停止发光结束,持续时间数秒到几十秒,随当量增大而延长。光辐射的成分包括紫外线、可见光和红外线,在空气中以近每秒 30 万 km 的速度传播。在传播过程中受到空气、水蒸气、尘埃等介质的吸收和散射,强度逐渐减弱。

光辐射以两个脉冲释放,第一个脉冲由核爆炸闪光产生,持续时间极短,所释放的能量仅占光辐射总能量的 1%,主要是紫外线,一般不会引起皮肤烧伤,但有可能造成视力障碍。第二脉冲为火球发光阶段,持续时间比较长,所释放的能量占光辐射总能量的 99%,主要是红外线和可见光,人员烧伤主要由这一阶段光辐射引起。光辐射能量释放时间见表 1-1。

表 1-1 光辐射能量释放时间(s)

当量 (kt)	光辐射能量释放率(%)							
	10	20	30	40	50	60	80	100
10	0.07	0.10	0.13	0.15	0.19	0.24	0.46	1.75
100	0.19	0.26	0.33	0.41	0.51	0.64	1.20	4.70
1000	0.50	0.70	0.90	1.10	1.30	1.70	3.30	12.6

2. 光冲量

光冲量表示光辐射垂直投射到单位面积上的能量,单位是焦耳/平方厘米 (J/cm^2)。光冲量是衡量光辐射致伤作用的主要参数,其大小主要取决于核爆炸当量。在爆高、能见度相同的情况下,距爆心某一距离处的光冲量与当量近似成正比。在当量和能见度相同的情况下,距爆心某一距离处的光冲量随着爆高的降低而减少,特别是地面爆炸时,由于部分能量被土地介质消耗及被冲击波扬起的尘土所吸收,光冲量减少更显著。当量、爆高和能见度相同时,光冲量近似按距爆心距离平方反比迅速减少。在当量、爆高和距离相同时,能见度大,则光冲量也较大。此外,地形地物和雨雪云雾等气候条件对光冲量都有影响。

3. 光辐射的致伤作用

光辐射可以造成体表皮肤、粘膜烧伤,称为直接烧伤;光辐射还可引起建筑物、工事和服装等着火,致使人体烧伤,称为间接烧伤。光辐射的致伤作用主要取决于光冲量的大小,引起不同部位和某些特殊部位烧伤的光冲量阈值见表 1-2。轻型呼吸道烧伤指鼻前庭等上呼吸道烧伤;重型呼吸道烧伤指会厌骨以下烧伤。

人员烧伤的伤情,不仅决定于烧伤深度,而且与烧伤面积和烧伤部位相关。因此人员所处的位置、着装等对烧伤伤情影响很大。在开阔地面暴露人员夏季着装情况下,不同程度烧伤的光冲量估计值为:20~60 J/cm^2 为轻度烧伤;60~125 J/cm^2 为中度烧伤;125

~ 210 J/cm² 为重度烧伤;大于 210 J/cm² 发生极重度烧伤。

表 1-2 不同部位和不同深度烧伤的光冲量阈值

不同部位和不同深度烧伤	光冲量阈值(J/cm ²)
皮 肤: I 度	13
浅 II 度	21
深 II 度	34
III 度	46
眼 部:角 膜	84
视网膜	0.4
呼吸道:轻 型	105
重 型	168

由于不同当量核爆炸的光辐射作用时间不同,因而在不同当量核爆炸时,造成烧伤的光冲量也有差别。小当量核爆炸发光率高(发光率是指在单位时间内光辐射释放的百分比),引起同样的烧伤深度、烧伤伤亡率和烧伤程度所需要的光冲量小;反之,大当量核爆炸发光效率低,引起同样烧伤深度、烧伤伤亡率和烧伤,需要的光冲量大。表 1-3 给出夏季核爆炸暴露人员不同程度烧伤光冲量阈值与当量的关系。

表 1-3 夏季核爆炸暴露人员不同程度烧伤的光冲量阈值(J/cm²)

程度	当量(kt)			
	10	100	1 000	10 000
轻 度	20	23	26	30
中 度	45	52	59	68
重 度	68	78	88	102
极重度	140	161	182	210

4. 光辐射杀伤半径

光辐射对开阔地面暴露人员致烧伤半径见表 1-4。2 万吨以上核武器爆炸时,光辐射对开阔地面暴露人员的杀伤半径比冲击波和早期核辐射大。随着核武器当量的增加,光辐射的杀伤半径增加得最大。空爆比地爆杀伤半径大。

表 1-4 光辐射对开阔地面暴露人员致烧伤半径(km)

烧伤 程度	当 量(kt)									
	地 爆					空 爆				
	1	10	50	500	5 000	1	10	50	500	5 000
轻 度	0.28	0.88	3.00	6.96	15.9	0.43	1.32	4.20	10.2	23.4
中 度	0.22	0.73	1.58	4.65	12.1	0.34	1.09	2.33	6.55	17.7
重 度	0.17	0.55	1.24	3.69	9.75	0.25	0.84	1.81	5.27	14.4
极重度	0.12	0.40	0.92	2.82	7.92	0.16	0.57	1.33	4.07	11.6

二、冲击波

1. 冲击波的特性

冲击波是从爆心向四周急剧扩展的高压高速气流,开始时传播速度可达每秒 40~50 km,随着距离增加,传播速度逐渐降低,当传播速度相当于音速时,冲击波消失。由于冲击波以超音速传播,所以它要比光辐射和早期核辐射的传播慢得多。

当冲击波阵面经过某处时,该处空气先受到压缩,形成压缩区,压缩区内空气压力大于正常空气压力,致使空气向四周流动。压缩区超过正常大气压的那部分压力称为超压,空气流动所产生的压力称为动压。超压和动压统称为冲击波正压。波阵面前移过后,该处空气变的稀疏,形成负压区,周围空气往里流动,直至恢复到正常大气压。超压、动压和负压的大小用压强表示,单位为千帕(kPa)。

冲击波正压作用时间和当量的立方根成正比。距离一定时,

当量增加,正压作用时间延长。表 1-5 给出不同当量触地爆炸的正压作用时间。

表 1-5 不同当量触地爆炸的正压作用时间(s)

距 离 (km)	当 量(k _t)			
	1	10	100	1 000
0.6	0.360	0.494	0.776	2.14
0.8	0.411	0.596	0.762	2.03
1.0	0.450	0.681	0.884	1.87
1.5	0.522	0.848	1.18	1.62
2.0	0.565	0.979	1.41	1.75
3.0	0.620	1.12	1.76	2.44

地形地物对冲击波的影响较大,高地的正斜面可使冲击波压力增大,而反斜面使压力减小。

2. 冲击波的致伤作用

冲击波主要由动压和超压致伤。动压的直接冲击,或将人抛出一定距离撞击地面,都可造成损伤。颅脑伤、骨折和肝、脾破裂等严重损伤,主要是动压引起。超压可引起心、肺和听觉器官等的损伤。

冲击波直接作用于人体所引起的损伤,称为直接冲击伤。由冲击波作用而倒塌的建筑物、工事和砂石、玻璃碎片等造成的损伤,称为间接冲击伤。

冲击波所致损伤的严重程度,主要取决于超压、动压和正压作用时间。一般地说,超压 20 ~ 30 kPa 引起轻度冲击伤;30 ~ 60 kPa 可致中度冲击伤;60 ~ 100 kPa 发生重度冲击伤;大于 100 kPa 可造成极重度冲击伤。动压 10 ~ 20 kPa 引起中度冲击伤;20 ~ 40 kPa 发生重度冲击伤;大于 40 kPa 可造成极重度冲击伤。

一般正压作用时间愈长,致伤作用愈大。由于大当量核爆炸

正压作用时间长,所以大当量核武器造成同等程度冲击伤所需压力值较小(见表 1-6)。

表 1-6 造成开阔地暴露人员不同程度冲击伤的超压(kPa)

烧伤 程度	当 量(kt)													
	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1 000	2 500	5 000	10 000	25 000
轻 度	32	31	28	26	24	21	20	19	17	16	14	13	12	11
中 度	60	56	51	47	43	39	36	33	29	27	24	23	21	19
重 度	96	92	85	80	74	68	64	61	56	53	49	46	43	39
极重度	145	139	129	124	121	106	100	94	87	82	76	72	68	63

3. 冲击波的杀伤半径

冲击波杀伤半径随当量增加而增加,但次于光辐射。2 万吨以上核爆时冲击波对开阔地面暴露人员的致伤半径也次于光辐射。冲击波对开阔地面暴露人员的致伤半径见表 1-7。

表 1-7 冲击波对开阔地面暴露人员的杀伤半径(km)

烧伤 程度	地 爆(kt)					空 爆(kt)				
	1	10	50	500	5 000	1	10	50	500	5 000
轻 度	0.48	1.17	2.30	5.80	15.2	0.52	1.30	2.47	6.30	16.0
中 度	0.34	0.82	1.55	4.08	10.2	0.36	0.90	1.73	4.40	11.2
重 度	0.26	0.61	1.12	2.75	6.60	0.26	0.63	1.20	2.97	7.20
极重度	0.21	0.49	0.91	2.17	5.10	0.18	0.45	0.86	2.20	5.30

三、早期核辐射

1. 早期核辐射的性质

早期核辐射是核武器特有的杀伤破坏因素。早期核辐射由核爆炸时释放出的大量中子和各种 γ 射线组成,作用时间只有十几