

海军卫生学

HAIJUN WEISHENGXUE



主 编 李 敏
副主编 沈 慧
阮芳铭



第二军医大学出版社

Second Military Medical University Press

海军卫生学

HAIJUN WEISHENGXUE



主编 王 卫
副主编 王 卫
编 委 王 卫
编 委 王 卫

海军卫生学

主 审 陈尧忠
主 编 李 敏
副主编 沈 慧 阮芳铭



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

内 容 提 要

全书分海军环境卫生、海军营养与食品安全和海军劳动卫生三篇,包括空气卫生、给水卫生、营区卫生、营养学基础、食品安全学基础、海军部队营养保障和食品卫生管理、劳动生理学基础与军事训练卫生、军事航海作业物理环境卫生、军事航海作业化学环境卫生、军事航海作业生物环境卫生、海军航空兵飞行劳动卫生等,共 11 章。本书密切结合当前军事斗争实际和海军建设需求,系统介绍了海军卫生学的基本概念和应用技术以及相应的标准和规范,反映了我国海军最新卫生工作经验、成果和未来发展趋势。本书内容丰富,科学性和实用性强,可作为军队医学院校教材和海军部队医务人员继续教育用书,也可作为海军卫生工作者和其他相关人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

海军卫生学/李敏主编. —上海:第二军医大学出版社,2009.9

ISBN 978-7-81060-960-9

I. 海... II. 李... III. 海军-军队卫生学
IV. R821.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 125203 号

(限军内发行)

出 版 人 石进英

责任编辑 王 勇 单晓巍

海军卫生学

主 编 李 敏

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

全国各地新华书店经销

江苏句容排印厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:26.25 字数:688 千字

2009 年 9 月第 1 版 2009 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-81060-960-9/R·772

定价:65.00 元

主 审 陈尧忠
主 编 李 敏
副主编 沈 慧 阮芳铭
编 者 (以姓氏笔画为序)

第二军医大学

马文领 王万银 王晓黎 仇瑶琴
阮芳铭 李 雨 李 敏 沈 慧
张黎明 周利梅 秦海宏 唐云翔
蔡懿灵

海军医学研究所

刘民航 许林军 余 浩 竺 青
胡家庆 柯文棋

92919 部队后勤部卫生处

黄 旻

上海体育学院

陈文鹤

编委秘书 王晓黎 周利梅 王万银 张 哲

本书是在第二军医大学 2003 年版内部教材《海军卫生学》的基础上修订而成。在修订过程中严格遵循教学培养目标,密切结合海军医学和海军卫生学创新人才培养要求,将掌握海军卫生学基本理论和技能、培养分析和解决平时海军卫生学实际问题的能力作为重点。主要供海军临床医学、海军全科医学、海军卫生学等相关专业的教学使用。

此次修订,力求充分运用我军的资料,也注意吸收外军的先进经验。针对高科技条件下一体化战争海军卫生学工作需求,结合近年来海军卫生学相关领域的最新进展和研究成果,对原有内容作了扩展和深入,并增加了植物化学物、海军陆战队的营养保障、海军航空兵飞行作业营养保障、“核、化、生”特殊作业环境的饮食保障、常见海洋生物伤、海军航空兵飞行劳动卫生等章节。为使教材的适用性更加广泛,我们吸纳了国内相关学科和具有丰富实际工作经验的海军部队卫生学专家参加编写。为鼓励自学,书后列有相关参考书目,供学生进一步阅读。

由于我们水平有限,书中难免存在问题和不足,敬请同行专家、使用本教材的师生和其他读者批评指正。

李 敏

2009 年 7 月

绪论	(1)
第一篇 环境卫生学	(3)
第一章 空气卫生	(4)
第一节 大气的物理性状及其卫生学意义	(4)
第二节 大气污染及其卫生防护	(9)
第二章 给水卫生	(17)
第一节 饮用水与健康	(17)
第二节 饮用水卫生标准	(27)
第三节 水源卫生侦察及水质处理	(35)
第四节 舰艇部队给水卫生	(55)
第五节 应急供水	(64)
第三章 营区卫生	(72)
第一节 固定营区卫生	(72)
第二节 野营卫生	(82)
第二篇 营养与食品卫生学	(87)
第四章 营养学基础	(88)
第一节 能量与营养素	(88)
第二节 植物化学物质	(138)
第三节 食物营养价值	(142)
第四节 营养调查	(151)
第五节 合理膳食	(159)
第五章 食品卫生学基础	(166)
第一节 食品污染及其预防	(166)
第二节 食源性疾病及其预防	(187)
第三节 食品添加剂及其管理	(199)
第四节 部队食品卫生监督管理	(203)
第六章 海军部队营养保障和食品卫生管理	(211)
第一节 海军各兵种部队营养标准	(211)
第二节 军事航海与潜水作业的营养保障	(214)
第三节 海军陆战队的营养保障	(223)
第四节 海军航空兵飞行作业营养保障	(228)
第五节 “核、化、生”特殊作战环境的饮食保障作业	(234)

第六节 舰艇部队食品卫生管理	(240)
第三篇 劳动卫生学	(245)
第七章 劳动生理学基础与军事训练卫生	(246)
第一节 工效学概述	(246)
第二节 体力劳动生理学基础	(253)
第三节 脑力劳动	(260)
第四节 疲劳	(264)
第五节 精神卫生	(267)
第六节 军事训练作业卫生	(275)
第八章 军事航海作业物理环境卫生	(279)
第一节 微小气候	(279)
第二节 噪声	(289)
第三节 舰艇振动	(298)
第四节 舰艇冲击运动	(303)
第五节 微波	(307)
第六节 核辐射	(317)
第七节 晕船	(325)
第八节 海水浸泡伤	(334)
第九章 军事航海作业化学环境卫生	(339)
第一节 潜艇供氧和二氧化碳消除	(339)
第二节 舰艇化学污染物的危害与防治	(341)
第三节 舰艇化学污染物的检测与消除	(352)
第十章 军事航海作业生物环境卫生	(360)
第一节 舱室空气中常见病原微生物的危害与预防	(360)
第二节 舰船鼠类和蟑螂的危害与防制	(362)
第三节 常见海洋生物伤	(367)
第十一章 海军航空兵飞行劳动卫生	(374)
第一节 飞行环境卫生	(374)
第二节 飞行应急逃生	(391)
第三节 飞行应激	(393)
第四节 飞行劳动负荷评定及卫生保障	(397)
第五节 机场劳动环境及卫生防护	(401)
第六节 航空母舰劳动卫生保障	(404)
主要参考文献	(406)
中英文名词对照	(408)

绪 论

一、海军卫生学的定义

海军卫生学(nautical hygiene)属于军事预防医学领域,是军队卫生学的分支学科。

海军是国防力量的重要组成部分。海军部队无论在军事生活环境还是在作业(作战)环境都有其特殊性,远航、潜水、作战、训练、抢险救灾等过程中军事技术装备和劳动(包括脑力劳动和体力劳动)负荷对军人的体质要求很高。因此,海军卫生学的主要任务是:研究平时海军部队,尤其是舰艇部队所处的特殊环境中各种环境因素与军人健康的关系,根据环境因素的性质、变化和对机体的影响,提出卫生要求或卫生标准、制定卫生措施,以提高生活质量和环境质量,达到维护军人健康的目的;利用环境因素提高海军官兵的体力、耐力、生存能力,防止过度疲劳,增强其对各种特殊环境的适应能力,同时提出各种防护措施,防止不利环境因素对机体的过度伤害;通过卫生监督、监测,规范军人的生活、训练和执勤,提高部队战斗力,保障军事任务的完成。

二、海军卫生学的主要研究内容

海军卫生学是一门综合性的应用学科,是在多个学科相互渗透、相互融合的基础上组建形成的交叉性学科,包含的内容既有自然科学又有社会科学。就自然科学而言,其中有环境科学、生物科学、营养科学、食品科学、劳动科学、心理学等。海军卫生学的研究内容非常广泛,随着学科的发展,任务的需要和武器装备的更新,必然还有新的科学技术融入到海军卫生学之中,同时可能有些原有内容将分化组合成为新的学科。目前,海军卫生学的主要内容包括:

1. 海军环境卫生学 包括大气卫生、给水卫生和营区卫生。
2. 海军营养与食品卫生学 包括营养学和食品卫生学基础、海军部队营养保障和食品卫生管理。
3. 海军劳动卫生学 包括劳动生理学基础与军事训练卫生、军事航海作业物理环境卫生、军事航海作业化学环境卫生、军事航海作业生物环境卫生及海军航空兵飞行劳动卫生。

三、海军卫生学的研究策略和方法

(一) 海军卫生学的研究策略

为了更好地实现海军卫生学的研究目的,完成研究任务,实际工作中应注重实施下列研究策略:

1. 理论和实践相结合 理论与实践相结合是一切科学工作的基本要求。实践上升为理论,又指导以后的实践。例如通过研究总结获得卫生要求和卫生标准,用以指导部队的卫生检测、监督等实际工作;卫生监测的结果,又为修订标准、改善环境质量提供了依据。

2. 宏观与微观相结合 宏观和微观是相对的概念。在确定海军卫生学的研究任务和制定计划时,必须考虑到国家的方针政策、军队的战略需要、部队的任务要求。在研究环境因素的健康效应时,要认识到环境和人体是对立统一的整体,在充分了解环境因素变化规律性的基础上,探讨环境因素和健康的相关性、相关的密切程度和因果关系。在研究某一环境因素对机体的损伤作用时,可以从整体、器官、细胞、亚细胞和分子等不同层面进行探索,逐步深入,相互验证。从实际需要出发,宏观与微观相结合,才能促进海军卫生学迅速发展。

3. 分析和综合相结合 分析是综合的基础,综合是分析的目的。海军卫生学运用医学、生物

学等多个学科的理论和方法,对环境因素变化规律及其对机体的影响进行综合研究。不论是自然环境、生活环境还是劳动(作战)环境,对机体的影响都是诸多因素综合存在共同作用于人体。各环境因素之间也是相互作用、相互制约,对人体的影响有主次之分,还可能存在相加或拮抗效应。因此,必须在分析各个环境因素的基础上加以综合研究。

4. 现场研究与实验室研究相结合 现场研究包括战争现场、试验武器效应现场、发生各类事故和灾害现场、特殊环境现场和特殊作业现场等。在现场可以直接观察到发生伤害的当时、当地环境状况和伤病表现,可以直接获取第一手资料,可以验证防护、预防、救治措施和一些装备使用的实际效果。但现场研究受到许多因素的限制,必须由实验室研究予以补充和深化。实验室研究中应注意现场研究提出的重大问题,进行周密设计,进行单因素或多因素的研究和器官、组织、细胞等不同层次的研究。现场研究和实验室研究的良好结合可大大提高研究水平和效益。

(二) 海军卫生学研究的常用方法

海军卫生学的研究方法基本和卫生学的研究方法相同。由于环境因素及其对健康影响的多样性和复杂性,因此必须根据各环境因素的性质及其与健康的关系,选择应用基础医学、临床医学、预防医学以及其他相关学科的有关知识、技术和方法。常用的方法可分为两大类:

1. 调查研究 主要用于探讨部队的生活和劳动条件下各种环境因素对指战员影响的作用规律;了解各种环境中物理、化学、生物、心理因素的变化规律和作用途径,以及对健康的影响;观察和评价各种卫生措施的效果。调查研究主要采用流行病学的方法,阐明某些环境因素对人群中某种疾病流行的影响,查明某种特异性有害因素的危害程度,以及观察和评价各种干预措施的效果。

2. 实验研究 主要用于分析环境因素对机体作用机制的研究。在严格控制的实验室条件下,模拟某一因素或几种因素对机体的综合作用,阐明其机制,探索预防措施。许多环境因素按其存在的性质、深度或强度,对机体呈现有利或有害的双重性。即某种环境因素在一定浓度或强度范围内,对人体生理功能有利或必需,而当这种环境因素的浓度或强度超过某个阈值或范围时,致使机体与环境不能保持平衡,可对健康产生有害影响。对这些环境因素就要通过实验研究去寻找剂量-反应关系,研究它的安全阈值,制订最高容许浓度作为预防危害的卫生标准。至于对机体所必需的环境因素,则又需通过实验研究确定其最低需要量或最适量,作为保护健康的卫生标准。

四、海军卫生学的学习目的

学习海军卫生学的目的,是为了正确认识环境因素与人体健康的关系,了解平战时“病多于伤”的实际状况及其对部队战斗力的严重影响,进一步强化预防为主的理念,掌握发现和解决海军部队平、战时可能出现的各种卫生学问题所必须具备的卫生学基础知识和技能,丰富知识结构,为今后从事海军医学各个领域的工作,尤其是开展海军部队卫生学工作打下良好的基础。

第一篇

环境卫生学

环境卫生学(environmental hygiene)是卫生学的一个分支,是研究自然环境和生活居住环境与人群健康和疾病的关系,探索环境因素的变化及其健康效应,为提高环境质量与健康水平而提出相应对策的一门学科。

环境卫生学内容广泛,根据海军部队生活居住的特定环境,本篇主要介绍空气卫生、军队给水卫生和营区卫生等三部分内容。

第一章 空气卫生

大气层是指包围在地球表面,并随地球旋转的空气层,其厚度为 2 000~3 000 km,没有明显的上界。随着距离地面高度的不同,大气层的物理和化学性质有很大变化。按气温的垂直变化特点可将大气层分为 5 层:对流层、平流层、中间层、热层和逸散层。其中对流层的气温特点是随高度的增加而降低,称为温度递减(lapse of temperature),一般每升高 1 km 气温下降 6.5℃。另外,该层空气重量占大气层内全部空气总重量的 3/4 以上,主要的气象变化、大气污染均发生于此层,与人类生活及健康关系最为密切。

空气的物理性状及化学成分的变化都可直接或间接地影响人的生理状态和健康。在海军部队生活的环境中,气温、气湿、空气的污染等都可能对指战员的健康和军事行动产生影响。所以研究空气与气候的特点及变化规律,对保障指战员的健康和战斗力具有重要意义。

第一节 大气的物理性状及其卫生学意义

大气的物理性状主要包括太阳辐射、空气离子和各种气象因素等。

一、太阳辐射及其卫生学意义

太阳辐射(solar radiation)是指来自太阳的电磁波辐射。太阳辐射是产生各种大气现象的根本原因,同时也是地球上光和热的源泉。太阳辐射通过大气层时约有 43%被云层、大气、地表所反射,14%为大气的尘埃、水蒸气、二氧化碳、臭氧所吸收,仅有约 43%以直射和散射日光形式到达地面。太阳辐射中波长小于 290 nm 的一切射线都已被臭氧层所吸收,不能到达地球表面,因而使地球表面生物避免受到宇宙射线、短波紫外线等有害射线的杀伤作用。

太阳辐射的强度受到多种因素影响,如太阳的高度角、海拔高度、大气的污染程度等。太阳的高度角越大、海拔越高、大气污染越轻,太阳的辐射强度越大。到达地面的太阳辐射,一部分被土壤吸收转变为热能,一部分被反射回大气。各种不同的地表面反射亦不同,雪的反射率为 80%~90%,草地的反射率为 20%,而黑色土壤仅反射 10%。

太阳辐射对人体的影响取决于辐射的强度与波长、人体吸收程度和它的生物学作用。

(一) 红外线

红外线(infrared ray)占太阳辐射一半以上,波长集中在 760~2 000 nm。凡温度高于绝对温度零度即 0°K(-273.2℃)的物体都是红外线的辐射源。物体的温度越高,其辐射的红外线波长越短。

红外线照射皮肤,一部分反射,大部分被吸收。红外线的生物学作用主要是使机体产生热效应。红外线经皮肤吸收后,可使局部组织温度升高、血管扩张充血,新陈代谢加快,细胞增生,并有消炎和镇痛作用。红外线波长越短,生物作用越强。长波红外线被皮肤表层吸收,短波红外线则被较深层皮肤吸收,使血液及深部组织加热。较强的红外线作用于皮肤可产生痛感甚至组织损伤(烧伤)。瞬时暴露于碳弧灯或原子弹爆炸时,超大剂量的红外线能引起严重烧伤。波长 600~1 000 nm 的红外线可穿过颅骨,使颅骨和脑髓间的温度升高到 40~42℃,引起日射病。红外线照射于眼睛,可引起炎症、疼痛,长期照射可引起白内障。

人体对红外线辐射比较敏感,0.085 J/(cm²·min)即有热感,6.35 J/(cm²·min)可致强烈的

烧灼感。南方地区夏季中午前后,太阳辐射可达 $5.4 \sim 6.35 \text{ J}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$,加上高温、高湿,可能导致机体过热。在军事作业时,应注意预防各种红外线照射引起的疾病。

(二) 紫外线

紫外线(ultraviolet ray,UV)按波长可分为3类,即UV-A($320 \sim 400 \text{ nm}$)、UV-B($275 \sim 320 \text{ nm}$)和UV-C($200 \sim 275 \text{ nm}$)。

太阳辐射中的UV-C和绝大部分UV-B为平流层的臭氧层所吸收,到达地面的主要是UV-A和少部分UV-B(波长 $>290 \text{ nm}$)。与UV-B相比,UV-A穿透皮肤能力较强,但生物活性较弱。

1. UV-A 主要有产生色素沉着的作用。UV-A可使皮肤中黑色素原通过氧化酶的作用转变为黑色素,沉着于皮肤表层。黑色素能将吸收的光能转变为热能,使汗液分泌增加,从而增强了局部散热,并可防止光线深入穿透组织,避免内部组织过热。

2. UV-B 主要有产生红斑作用和抗佝偻病的作用。接触中等剂量紫外线1h以上可出现无痛性红斑,暴露较长时间(数小时)可引起痛性红斑和水肿。高剂量暴露数十分钟后即可出现水肿性红斑,继而发生水疱,数日后消退、脱屑而愈。UV-B能使皮肤和皮下组织中麦角固醇和7-脱氢胆固醇形成维生素 D_3 ,后者是一种类固醇激素,主要参与矿物质(钙、磷)代谢。缺少紫外线照射可导致机体维生素D缺乏,引起儿童佝偻病或成人软骨病。另外,在适宜强度的UV-B照射下能增强机体免疫力,增强抗病能力。

过度UV-B暴露能引起皮肤癌已为动物实验和流行病学所证实。UV-B可使上皮细胞中胸腺嘧啶转化为环丁基嘧啶二聚体,成为皮肤光损伤的分子基础和皮肤癌的始动因子。此外,过量UV-B照射还可引起免疫系统的抑制,这可能也是其引起皮肤癌的原因之一。

UV-B可透过角膜与晶状体,可引起光电性损害。在高山雪地作业时,由于照射与反射使得局部环境中紫外线过于强烈,可引起雪盲(snow blindness)。军队的电焊工、探照灯手及医护人员使用紫外线灯时,如无防护会引起电光性眼炎。

3. UV-C 具有极强杀菌和杀病毒作用,也可损伤正常细胞。波长越短,杀菌(包括细胞损伤)作用越强。太阳辐射中紫外线波长一般都大于 290 nm ,杀菌作用远不如紫外线灯。

紫外线除有上述作用外,对神经、肌肉、呼吸道、胃肠道、内分泌、性腺、血液和血液循环、代谢等均产生一定影响,具有提高组织氧化能力、促进酶的活性、增强物质代谢、增加血红蛋白水平、促进伤口愈合等作用。因此,长期在潜艇或密闭舱室工作的人应争取多晒太阳。但是,过度的暴晒又会引起皮炎、眼炎、皮肤老化,甚至皮肤癌。因此,长期在海上或野外工作的官兵应注意防护。此外,人工紫外线辐射源如电焊、水银石英灯、探照灯、石英卤素灯等,其产生的紫外线波长多为短波紫外线,对人体危害较大,操作人员应注意加强防范。在紫外线较强的场所,应穿着防紫外线衣帽,减少皮肤暴露面积;戴防护眼镜及使用含防晒剂的护肤品等。

(三) 可见线

波长在 $400 \sim 760 \text{ nm}$ 的电磁波是可见光线(visible ray),为七色光谱,被机体的视觉分析器感觉为白色光。可见光线作用于机体高级神经系统,产生视觉效应,并能够促进物质代谢、平衡兴奋与镇静、提高情绪与工作效率,是生物生存必须条件之一。

较强的可见线也可造成眼损伤。如日食性盲(solar eclipse blindness),就是由于直视太阳,由可见光线与红外线协同作用造成视网膜损伤。

二、气象因素对机体的影响及评价指标

气象因素包括气温、气湿、气流、气压、辐射等。气象因素对机体冷热感觉、体温调节、心血管功

能、神经功能、免疫功能、新陈代谢等多种生理过程都有调节作用。一定范围的气象条件变化有益于健康,但气象条件变化过于强烈,如酷暑、严寒、低气压、暴风雨等,超过机体的代偿能力,可损害健康,引发或加重疾病,甚至导致死亡。

(一) 气温、气湿、气流、辐射对人体的影响

1. 气温(air temperature) 各种气象因素中气温对机体热平衡的影响最大。气温高低可影响代谢(产热)和散热的方式。气温低于 15°C 时,人体代谢增强; $15\sim 25^{\circ}\text{C}$ 时,代谢保持基础水平;高于 25°C 时代谢略有降低;高于 35°C 时代谢又随气温而升高。在 20°C 左右人体散热方式以辐射、传导、对流、蒸发4种方式散热,随环境温度上升,蒸发散热增加,至 38°C 时,蒸发是散热惟一形式。

人体对外界气温的变化有很大的适应能力,特别是经过耐受锻炼以后。有研究报道,裸体的健康成人在气温 $15.6\sim 54.5^{\circ}\text{C}$ 范围内,仍可将体温维持在 $36.7\sim 37.8^{\circ}\text{C}$ 的范围内。另有研究报道,人体对垂直温差和水平温差比较敏感,温差大于 3°C 可造成机体温度调节紧张,下肢受凉可引起上呼吸道黏膜水肿。

2. 气湿(air humidity) 气湿为大气中所含的水汽量。大气中的水汽主要来源于露天水面、潮湿土壤和植物表面水分的蒸发。大气中的水汽含量随着气温增高而增大。空气中水汽多少,常用湿度来表示。常用的气湿单位有:

(1) 绝对湿度:是指在某一温度下,一定容积大气中所含水蒸气的绝对量。以单位容积表示时单位为 g/m^3 ,以分压表示时单位为 mmHg 。从生理学角度用水蒸气压力表达湿度条件更恰当,因人体汗液的蒸发率与皮肤表面同周围空气的水蒸气压力差值成正比。

(2) 饱和湿度:是指在某一温度下,大气中水蒸气达到饱和量时的绝对湿度。气温越高,饱和湿度就越大。

(3) 相对湿度:是指空气中绝对湿度与饱和湿度之比,以百分数表示。相对湿度在80%以上称为高气湿,30%以下称为低气湿,50%~70%为适宜湿度。相对湿度过高,在高温情况下可影响机体蒸发散热;在低温情况下,可增加身体传导辐射,大量丧失体热,并成为感冒、呼吸道炎症、风湿病、神经痛、结核病等疾病恶化的诱因。而相对湿度很低,空气过于干燥,可引起皮肤、口、鼻、气管黏膜干裂与出血,易产生感染与炎症。

3. 气流(air current) 地面上不同区域气温和气压存在差异,空气由低温、高压处向高温、低压处流动形成气流,有方向性。跟地面大致平行的空气流动称之为风,通常用“风速”和“风向”表示气流状态。气流的散热效应受温度和湿度的影响很大。当气温低于皮肤温度时,气流促进对流散热和汗液蒸发。当气温高于皮肤温度时,气流可将环境热量带到人体。此外,气流有促进水分蒸发的作用,高温低湿状态,热而干的风很快将汗液蒸发,可导致机体失水;高温、高湿状态,气流散热的作用很小;低温时,气流速度增加,可促使人体散热,易造成冻伤。

4. 辐射(radiation) 分正辐射(positive radiation)和负辐射(negative radiation)。当周围环境中物体温度高于人体皮肤温度($32\sim 33^{\circ}\text{C}$)时,物体向人体辐射热量的现象称为正辐射,反之称为负辐射。人体对正、负辐射都敏感,如四周墙壁温度只相差 1°C ,就会产生不同温热的感觉。正辐射过强可造成皮肤灼痛和灼伤;负辐射能使皮肤表面散热,还可以使更深的组织如肌肉、血管散热,即使有衣服的遮盖,皮肤温度也会下降,且恢复很慢。

当环境中存在辐射源时,可将周围物体加热成为二次辐射源,而被加热的物体又可通过传导、对流加热空气,使气温上升。

综上所述,气温、气湿、气流、辐射是同时存在、相互联系、相互制约、综合作用于人体,主要对热

平衡产生影响。产热量和散热量的动态平衡是人体健康的基本条件之一。部队在训练、作战时可遇到恶劣的气象条件,如气温高、气湿大,又有正辐射,同时气流又小,就容易发生热积蓄而中暑;或气温低、气湿大,气流速度大,又存在负辐射,则因散热过多容易引起冻伤。故应及时了解气象因素变化,尽早做好预防工作,以保障指战员健康。

(二) 气象因素的综合评价指标

气象因素是综合作用于人体,因此,不能单用一种气象因素的测定结果来判断人体对环境温热的感觉。常用作评价气象因素的综合作用指标有多种,主要有:以环境物理因素测定为主的湿球温度、黑球温度;以主观感觉结合物理因素测定的有效温度、风冷指数;以生理反应结合物理因素测定的三球温度指数;以及以人体与环境热交换量为基础的热强度指数等。其中以有效温度和三球温度指数最为常用,本节仅介绍这两种指标。

1. 有效温度(effective temperature, ET) 是指相当于气流静止(0 m/s)而相对湿度为 100% 条件下,使人产生相同温热感觉的空气温度,是人在不同温度、湿度和风速综合作用下所产生的冷、热感觉指标。例如:当受试者处于气温 17.7℃、相对湿度 100%、气流速度 0 m/s;或气温 22.4℃、相对湿度 70%、气流速度 0.5 m/s;或气温 25.0℃、相对湿度 20%、气流速度 2.5 m/s 等三组不同的气象条件下,都有同样的温热感觉,即有效温度是相同的。因此,后两组的有效温度都是 17.7℃。

国外对安静状态穿衣服成人进行反复试验,所得数据制成有效温度线解图或表,根据干、湿球温度和气流速度可查算出有效温度。以 50% 人感到舒适的有效温度范围作为舒适区,以 95% 人感到舒适的有效温度为舒适线。夏季感到舒适的有效温度在 19.3~23.9℃ 之间,冬季在 17.3~21.7℃ 之间(图 1-1)。

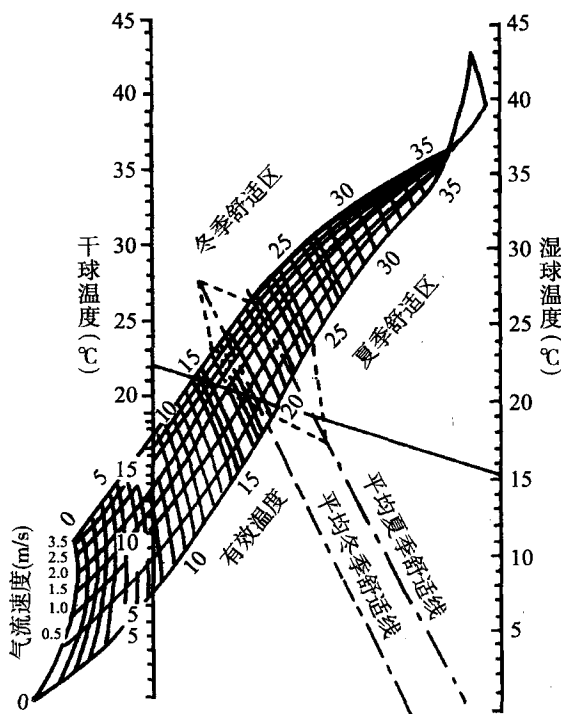


图 1-1 有效温度线解图

据外军资料,在有效温度 32.2℃ 条件下进行轻体力劳动时,已有不舒适感。一般来说,脱去上衣进行短时中等强度体力劳动,有效温度不应超过 28.4~30.6℃;重体力劳动时有效温度不应超过 26.7℃。如果有效温度超过 32.2℃,直肠温度将迅速升高,有中暑的危险。

有效温度没有包括辐射热,因此不适用于太阳下与室内有辐射源的场合。在上述场合测定气象因素时,可用黑球温度计代替干球温度计,称为修正有效温度(corrected effective temperature, CET)。WHO 建议坐着工作时修正有效温度不应超过 30℃,轻体力劳动为 28℃,重体力劳动为 26.5℃,经过热适应锻炼者可增加 2℃。

作为气象因素综合评价指标,有效温度存在着一些缺点,如有效温度是以相对湿度 100%、气流速度 0 m/s 作为比较基础的,而在这种条件下人体不可能有舒适感觉;有效温度的测定是以受试者主观感觉为依据,不能客观地体现人体的生理反应;没有包括辐射热等。虽有上述缺点,但因其操作方便且能够在一定程度上反映气象因素的综合作用,有效温度这一指标在实际工作中仍在使用的。

2. 湿球黑球温度(wet black global temperature, WBGT) 又称三球温度指数,是一种包括气温、气湿、气流和辐射的综合作用、评价环境热强度的指标,通过将测定所得的湿球温度(WB)、黑球温度(GT)和干球温度(DB)3 个参数代入下列公式计算而获得。

室内或无太阳辐射的室外作业: $WBGT(^{\circ}C) = 0.7 WB + 0.3 GT$ 。

有太阳辐射的室外作业: $WBGT(^{\circ}C) = 0.7 WB + 0.2 GT + 0.1 DB$ 。

WBGT 最早应用于美国海军,曾以 WBGT 31.1℃ 作为停止室外训练的界限。美国职业安全与保健研究院于 1974 年制订了 2 h 工作期间湿球黑球温度允许限值:风速 < 1.5 m/s 时,轻劳动为 30℃,中等劳动为 27.8℃,重劳动为 26.1℃;风速 > 1.5 m/s 时,则分别为 32.2℃、30.6℃ 和 28.9℃。由于测定参数操作简单、计算简便,目前 WBGT 应用较广。

三、空气离子

(一) 空气离子化

大气中各种气体分子和原子,在宇宙射线、紫外线、放射线以及雷电、瀑布、浪花冲击等的作用下,失去外层电子而成为正离子;游离的电子与另一中性分子或原子结合成为负离子。空气中的气体分子产生正、负离子的过程称为空气离子化(air ionization)。每个阳离子或阴离子能将周围 10~15 个中性分子吸附在一起,形成轻阳离子(n^{+})或轻阴离子(n^{-})。这类轻离子再与空气中的灰尘、烟雾、水滴等相结合,形成更大的重阳离子(n^{+})或重阴离子(n^{-})。

(二) 空气离子的生物学作用

空气离子对人体健康的影响及其机制迄今尚无定论。在一般情况下,空气正、负离子的生物学作用是相反的,正离子作用于交感神经,负离子作用于副交感神经。不少研究结果显示,在一定浓度范围内,空气正、负离子联合作用于人体,对维护正常生理功能有益。而空气离子超过一定的浓度范围($> 10^6$ 个/ cm^3),正、负离子对健康都有不良的影响。空气清新场所负离子含量较高(表 1-1),一般认为其具有良好的生物学作用。研究发现,空气负离子对机体有振奋精神,提高工作效率,改善睡眠质量,促进血氧输送、吸收和利用,解除血管痉挛,提高肺活量等作用。另外,有研究显示负离子能灭菌除尘,对空气的消毒和净化有一定作用。

表 1-1 空气离子浓度的卫生参数

空气环境	空气负离子浓度(个/ml)	空气环境	空气负离子浓度(个/ml)
海滨森林瀑布	20 000	公 园	400~600
乡 村	5 000	街道绿化地带	200
清洁空气	1 000	城市办公室	100
旷野郊区	700~1 000	城市街道居室	50

(三) 空气离子的卫生学评价

空气质量恶化时空气离子状况变动很大。空气离子可作为评价空气清洁度指标。常用的指标有:

1. 负离子数(n) 新鲜空气负离子多,故空气中负离子数越多,空气越清洁。
2. 重轻离子比值 新鲜空气重离子较少;若重轻离子比值大于 50,说明空气污浊。
3. 空气离子单极系数(q) 即正离子数与负离子数之比,用来说明正离子超出负离子的倍数。公式为: $q=n^+/n^-$ 或 N^+/N^- 。一般在低层大气中 $q=1.2$,清洁地区单极系数较污染地区为低。
4. 空气离子评价指数(CI) 即安培指数,是指空气中离子浓度接近自然界空气离子水平的程度。计算公式是: $CI=(\text{被测空气中负离子浓度}/1\ 000)\times(1/q)$ 。根据 CI 对空气清洁度评价如表 1-2 所示:

表 1-2 空气质量的安培指数评价分级标准

等 级	A 级	B 级	C 级	D 级	E 级
清洁度	最清洁	一般清洁	中等清洁	容许	临界值
CI	>1.0	1.0~0.7	0.69~0.50	0.49~0.30	0.29

第二节 大气污染及其卫生防护

大气污染(atmospheric pollution)是指大气中污染物浓度超过环境质量标准的现象。凡是能使空气质量变坏的物质都是大气污染物。大气污染不仅对一定地区(甚至全球)的天气和气候产生影响,还可对人类的健康与生活,动、植物的生长,工业产品的质量和建筑物的寿命等造成危害。

一、大气污染来源

大气污染来源包括天然污染(natural pollution)和人为污染(anthropogenic pollution)两大类。天然污染主要是由于森林火灾、火山爆发等,多为一时性。人为污染包括生活性污染、生产性污染、交通运输污染和战争污染等。两者相比,人为污染来源更多、范围更广,已成为大气污染的主要来源。

(一) 工农业生产性污染

工业企业是大气污染的主要来源。工业企业排放的大气污染物来自燃料的燃烧和生产过程中排出的污染物。农业生产中化肥的施用、农药的喷洒、秸秆等的焚烧也会导致大气污染。

工业生产中燃料燃烧,是大气污染最严重的来源(表 1-3)。污染源数量多、排污量大、受污染范围广,甚至可超越国界。燃料除可燃成分外,还含有各种杂质。目前,我国主要的工业燃料