

军队高等医学院校教材

● 供临床医学专业本科用 ●

军队卫生学

赵法伋 龚书明 主编

人民军医出版社

军队高等医学院校教材

供临床医学专业本科用

军队卫生学

赵法伋 龚书明 主编

侯 悦 顾景范 审阅

编 者

邱仞之	(第一军医大学)	李焕三	(第一军医大学)
赵法伋	(第二军医大学)	印木泉	(第二军医大学)
宁竹之	(第三军医大学)	卓鉴波	(第三军医大学)
杨家驹	(第三军医大学)	龚书明	(第四军医大学)
董兆申	(第四军医大学)	李瑞珍	(第四军医大学)

人民军医出版社

1995·北京

(京)新登字 128 号

图书在版编目(CIP)数据

军队卫生学/赵法伋 龚书明主编. 北京:人民军医出版社,1995. 4

军队高等医学院校教材

ISBN 7-80020-536-3

I. 军… I. ①赵… ②龚… II. 军事医学:军队卫生学-医学院校-教材 IV. R821

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 03569 号

军队卫生学

赵法伋 龚书明 主编

责任编辑 曹金盛

人民军医出版社出版

(北京复兴路 22 号甲 3 号)

(邮政编码:100842 电话:8222916)

第二军医大学印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所发行

*

开本:787×1092mm/16·印张:15.25·字数:331 千字

1995 年 4 月第 1 版 1995 年 4 月(北京)第 1 次印刷

印数:1-7000 定价:9.50 元

ISBN 7-80020-536-3 /R·472

临床医学本科军事医学教材说明

为了适应医学科学的迅速发展,医学模式的转变和高技术在现代战争中的广泛应用,总后卫生部组织了军队医学院校军事医学教材的编写工作,由科技训练局王谦、徐军、李瑞兴和人民军医出版社张晓宇同志具体负责。

本套教材服从于军委新时期军事战略方针,贯彻预防为主的预防医疗保健一体化的大卫生观,注意吸收军事医学发展的新成就和教学改革的新成果,力求突出军队特色。全套教材包括:《军队流行病学》(孟凡和主编)、《核、化学武器损伤防治学》(罗成基、欧阳子倩主编)、《医学统计学》(范思昌主编)、《卫生勤务学》(伊宗江主编)和《军队卫生学》(赵法伋、龚书明主编)五门。

我们希望这套教材的出版能为军事医学教育的进一步发展发挥较大作用,并热诚欢迎广大师生提出宝贵意见。

编写说明

在总后勤部卫生部的主持和指导下,我们编写了这本《军队卫生学》教材,主要供军队医学院校临床医学专业本科使用,基础医学、预防医学、空医、海医、口腔、检验和卫生事业管理等专业也可选用。

本教材共分四篇十二章。在第一篇军队环境卫生中,着重介绍部队平时所处自然环境和居住生活环境对指战员健康的影响及其对策。主要内容有空气卫生、军队给水卫生、粪污处理和阵地卫生。在第二篇军队营养与食品卫生中,着重介绍营养和食品卫生质量对指战员健康的影响及其对策。主要内容有营养需要、营养标准、营养评价以及食品污染及其预防、食物中毒及其预防。在第三篇军事劳动卫生中,重点介绍军事劳动条件对指战员健康的影响及其对策。主要内容有军事劳动过程和军事劳动环境,如冷、热、高原环境,噪声、振动、微波、有害气体、粉尘等有害因素对机体的影响和卫生防护。在第四篇卫生毒理中,重点介绍环境致突变、致畸和致癌作用。

在编写过程中得到了侯悦教授、顾景范研究员的热情指导和帮助,得到了各军医大学军队卫生学教研室的大力支持,在此表示衷心感谢。

由于编者水平所限,本教材错误难免,恳请读者提出宝贵意见,以便再版时修改。

赵法伋 龚书明

1994.6.

绪 言

军队卫生学(military hygiene)属于预防医学,是卫生学的一个分支,军事医学的组成部分,是研究外环境因素对军人健康的影响及其对策,阐明卫生要求的理论根据和卫生措施的原则,提出卫生评价和卫生监督的方法,以保护和增进军人的健康,保障部队战斗力。

军队卫生学的内容,随着学科的不断发展和、任务的需要以及武器装备的更新而不断扩大。多年来我军将军队卫生学的范畴按所研究的环境因素划分为军队环境卫生、营养与食品卫生及军事劳动卫生三个部分。近年来,又将卫生毒理辟为专章。

军队环境卫生包括空气卫生、给水卫生、粪污处理和阵地卫生。主要内容有大气、室内空气污染与健康,水与健康,水质标准、水质改善,水源选择与防护,粪污无害化和医院污水处理,进驻坑道卫生和敞开式防御工事卫生等。

营养与食品卫生包括军队营养和食品卫生两个部分,主要内容有营养需要、营养标准、食物营养、营养评价和食品污染及其预防、食物中毒及其预防等。

军事劳动卫生包括劳动生理和心理基础,冷、热、高原环境对人体的影响及预防保健和军事劳动环境中有害因素对机体的影响等。主要内容有军事劳动对机体的影响、疲劳的判断、过度疲劳的预防;人体对寒冷的应激反应与冷习服,冻伤的预防;热气候对人体的影响,中暑的预防;高原低氧对机体的影响,高原病的预防;粉尘、有害气体、噪声、振动、微波对机体的影响及防护等。

卫生毒理包括环境的致突变、致癌、致畸作用,以及卫生毒理学的应用。

军队卫生学的研究方法基本上和卫生学的研究方法相同。由于环境因素错综复杂、多种多样,对健康的影响也是多方面的,因而要根据各环境因素的性质及其与健康的关系,综合应用基础医学、临床医学及预防医学学科的有关知识,采用不同的研究方法。在探讨部队的生活和劳动条件下各种环境因素对指战员健康作用的规律方面,主要采用下列方法:

1. 调查研究:对现场的实际情况进行调查,了解环境中各种物理的、化学的、生物的因素的变化及其规律和作用途径,以及对健康的影响。用流行病学方法,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。

2. 实验研究:在严格控制的实验室条件下,模拟某一特异因素或几种综合因素对机体的作用,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),对机体呈现有利和有害的两重性。即某种环境因素在一定浓度(或强度)范围内,对人体生理机能有利或必需,只有当这种环境因素的浓度(或强度)超过某个阈限值或范围时,致使机体与环境不能保持平衡,才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,则又须通过实验研究确定最低需要量或最适量,作为保护健康的卫生标准。

3. 统计学方法:在设计卫生调查和实验研究以及分析调查资料与实验资料时,在研究多种环境因素的变动与人群健康状况的相互关系时,都要运用统计学方法。根据对大量调查资料和实验数据的统计分析来揭示某些环境因素对人群作用的规律性。

临床医学本科生学习军队卫生学的目的,就是要掌握和了解外环境因素对军人健康的影响规律及其卫生防护原则和措施,丰富知识结构,为从事军医工作奠定一种专业基础。

目 录

绪 言	(I)
-----------	-------

第一篇 军队环境卫生

第一章 空气卫生	(1)
第一节 大气的物理性状与健康	(1)
一、太阳辐射	(1)
二、气象因素对健康的综合影响及评价指标	(2)
三、空气离子化的卫生学意义与评价指标	(5)
第二节 大气污染与健康	(6)
一、大气污染来源	(7)
二、大气污染对健康的影响	(7)
第三节 室内空气与健康	(9)
一、室内微小气候	(9)
二、室内空气污染来源	(10)
三、室内空气污染与健康	(10)
四、室内空气卫生评价指标	(11)
五、室内空气污染的防护措施	(12)
第二章 给水卫生	(13)
第一节 水与健康	(13)
一、水的生理卫生学意义	(13)
二、水媒性传染病	(13)
三、生物地球化学性疾病	(14)
四、水中化学性污染物引起的疾病	(16)
第二节 水质	(16)
一、生活饮用水卫生要求	(17)
二、国家生活饮用水水质标准	(17)
三、军队战时饮用水卫生标准	(24)
第三节 水源	(26)
一、水源污染	(26)
二、水源选择与卫生防护	(30)

三、水源卫生侦察·····	(34)
第四节 水质改善·····	(36)
一、沉淀与混凝·····	(36)
二、过滤·····	(38)
三、消毒·····	(41)
四、军队集中式给水·····	(46)
第三章 粪污处理·····	(49)
第一节 粪污无害化原理与方法·····	(49)
一、粪污无害化原理·····	(49)
二、粪污无害化方法·····	(50)
三、评价粪污无害化效果指标·····	(51)
第二节 医院污水处理·····	(51)
一、医院污水水质特点·····	(51)
二、医院污水处理卫生要求·····	(52)
三、医院污水处理方法·····	(52)
四、放射性同位素污水处理·····	(53)
五、医院其他污物处理·····	(54)
第四章 阵地卫生·····	(55)
第一节 进驻坑道卫生·····	(55)
一、坑道环境特点·····	(55)
二、坑道内空气污染与卫生防护措施·····	(55)
三、坑道潮湿与防潮·····	(60)
第二节 敞开式防御工事卫生·····	(61)
一、敞开式防御工事卫生要求·····	(61)
二、饮水与饮食卫生·····	(62)
三、阵地个人卫生·····	(62)
四、尸体除臭·····	(62)

第二篇 军队营养与食品卫生

第五章 军队营养·····	(65)
第一节 营养需要·····	(65)
一、蛋白质·····	(65)
二、脂类·····	(70)
三、碳水化合物·····	(72)
四、能量·····	(73)
五、维生素·····	(77)
六、矿物质与微量元素·····	(83)
第二节 营养标准·····	(85)

一、营养素供给量及营养素需要量	(85)
二、中国人民解放军军人日膳食营养素供给量	(85)
三、中国人民解放军军人食物定量标准	(87)
第三节 食物营养	(88)
一、谷类	(88)
二、豆类和坚果类	(89)
三、蔬菜和水果	(89)
四、畜禽肉及鱼类	(90)
五、蛋类	(91)
六、奶类	(91)
七、军用口粮	(92)
第四节 合理膳食	(93)
一、膳食组成	(93)
二、合理烹调	(93)
三、膳食制度	(94)
第五节 营养调查及评价	(94)
一、膳食调查	(94)
二、实验室检查	(96)
三、体格检查	(97)
第六章 食品卫生	(100)
第一节 食品污染及其预防	(100)
一、生物性污染及其预防	(100)
二、化学性污染及其预防	(102)
三、放射性污染及其预防	(108)
第二节 食物中毒及其预防	(109)
一、细菌性食物中毒	(110)
二、非细菌性食物中毒	(112)
第三节 食品卫生管理	(114)
一、食品腐败变质及控制措施	(114)
二、食品卫生质量鉴定	(116)
三、厨房食堂卫生	(117)

第三篇 军事劳动卫生

第七章 劳动生理学基础与军事体育训练卫生	(119)
第一节 军事劳动对机体的影响	(120)
一、体力活动时的能量消耗	(120)
二、体力活动时的机体调节和适应	(123)
三、脑力劳动和心理紧张特点	(128)

第二节 疲劳.....	(129)
一、疲劳的概念	(129)
二、疲劳的类型	(129)
三、疲劳的机制	(129)
四、过度疲劳	(130)
第三节 作业能力与工作效率.....	(131)
一、作业能力与工作效率的动态变化	(131)
二、提高作业能力和工作效率的措施	(131)
第四节 军事体育训练卫生.....	(134)
一、训练的卫生学原则与体能评价	(134)
二、军事体育训练安全卫生保障	(136)
第八章 冷、热、高原环境对人体的影响及预防保健.....	(139)
第一节 冷环境对人体的影响及预防保健.....	(139)
一、我国寒冷气候特点	(139)
二、人对寒冷的应激反应与冷习服	(140)
三、冻伤及急救	(142)
四、预防保健	(143)
第二节 热环境对人体的影响及预防保健.....	(145)
一、我国暑热气候的特点	(145)
二、热气候对人体的影响	(147)
三、中暑的救治	(149)
四、预防保健	(151)
第三节 高原环境对人体的影响及预防保健.....	(153)
一、高原环境特点	(153)
二、高原低氧对机体的影响	(154)
三、高原病的分型与救治原则	(156)
四、预防保健	(158)
第九章 军事劳动环境中有害因素对机体的影响.....	(159)
第一节 粉尘.....	(159)
一、粉尘的理化性质及其对人体的影响	(159)
二、尘肺	(161)
三、防尘、降尘措施.....	(164)
第二节 有害气体及其危害.....	(165)
一、一氧化碳	(165)
二、氮氧化物	(166)
三、有害气体的预防	(168)
第三节 噪声和振动.....	(168)
一、声的计量与频谱	(168)

二、噪声的危害	(170)
三、噪声评价指标	(172)
四、噪声标准	(173)
五、噪声控制原则	(174)
六、振动对机体的影响与防护	(176)
第四节 微波	(177)
一、微波的物理特征	(177)
二、微波生物效应	(178)
三、微波辐射的卫生标准	(181)
四、微波辐射的防护	(182)

第四篇 卫生毒理

第十章 概述	(185)
一、外源性化学物质对机体的损害作用和非损害作用	(185)
二、剂量和剂量效应(反应)关系	(186)
第十一章 环境的致突变、致癌、致畸作用	(188)
第一节 环境致突变作用	(188)
一、基本概念	(188)
二、突变的类型和机制	(188)
三、突变的后果	(191)
第二节 环境致癌作用	(191)
一、基本概念	(191)
二、致癌过程	(192)
第三节 环境致畸作用	(193)
一、基本概念	(193)
二、致畸作用的机制	(193)
三、致畸作用的毒理学特点	(194)
第四节 环境中存在的致突变、致癌及致畸物	(195)
一、环境污染物	(197)
二、氯化消毒的副产物	(197)
三、食品添加剂	(197)
四、烹调过程中产生的物质	(197)
五、残留农药和其他化学污染	(199)
六、军事生产中的化学物	(199)
第十二章 卫生毒理学的应用	(201)
一、毒理学安全性评价	(201)
二、环境监测	(202)
三、健康监护	(203)

四、卫生标准制定	(204)
五、临床工作中的应用	(206)
附录一.....	(208)
附录二.....	(213)
附录三.....	(217)

第一篇 军队环境卫生

军队环境卫生学(military environmental hygiene)是环境卫生学的一个分支,是研究部队平时所处自然环境和居住环境与指战员健康和疾病关系的科学。主要研究环境因素变化所引起的健康反应,研究制订军队环境卫生标准及实施卫生监测、监督的原则和方法,并探索改善环境的措施,以维护指战员的健康。

第一章 空气卫生

空气(air)是人类重要环境因素之一,具有正常的化学组成和物理性状的清洁空气,对维持人体的健康有重要意义。但当空气的化学组成或物理性状发生较大变化,人体不能适应时,就可能影响人体健康,例如空气的温度、湿度、气流、气压较大的变动;空气受到化学物质和生物的污染;军事作业特殊环境空间的有害气体等对指战员的健康都可能产生影响。因此,研究和了解空气的特点和变化规律,对保障指战员的健康和战斗力是十分重要的。

第一节 大气的物理性状与健康

一、太阳辐射

太阳辐射(solar radiation):是电磁波的一种。太阳辐射通过大气层时,约38%被大气及云层反射回宇宙空间,约14%被大气中尘埃、水汽和二氧化碳吸收,只有48%左右以直射或散射形式到达地面。到达地面时太阳辐射波长在 $5000\sim 289\mu\text{m}$ 。波长 $5000\sim 760\mu\text{m}$ 为红外线(infrared ray), $760\sim 390\mu\text{m}$ 为可见光线(visible light), $390\sim 289\mu\text{m}$ 为紫外线(ultraviolet ray)。

太阳辐射对机体的影响取决于辐射强度、被人体吸收的程度及其生物学作用。太阳辐射可通过皮肤和视觉器官作用于神经系统,引起精神和全身各器官、组织的变化,如太阳辐射作用于皮肤,可引起热效应和光电效应,加速组织内各种物理化学过程,增强全身物质代谢。光电效应还可引起神经系统兴奋,改变人体的生理机能。太阳辐射还可使红细胞和血红蛋白增加;促进吞噬细胞增高,提高人体免疫力;对结核病、佝偻病、痛风病、皮肤病等也有治疗作用。因此,太阳辐射是预防疾病、增进健康的自然因素。久住坑道、掩蔽部或

长期在密闭式办公室、地下室工作,应争取时机外出晒太阳。但强烈的太阳辐射持久地作用于人体,也可产生不良作用,引起皮肤烧伤、热调节障碍和中暑等病。

(一)红外线

红外线约占太阳辐射 59%,而且大部分集中在波长 2 000~760 μm 部分。红外线也可人工产生,凡温度高于绝对温度(-273.2°C)的物体都是红外线的辐射源。

红外线对人体的作用与波长有关,主要为热效应。长波红外线被皮肤表层吸收,而短波红外线则被深层皮肤吸收。较强的红外线作用于皮肤,能使皮肤温度升高到 $40\sim 49^{\circ}\text{C}$,引起 I 度烧伤。波长 1 000~600 μm 的红外线可穿过颅骨,使颅骨和脑髓间的温度达到 $40\sim 42^{\circ}\text{C}$ 而引起日射病。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。看日蚀或强光引起的视网膜烧伤,称为日蚀性视网膜炎。

(二)紫外线

到达地面的紫外线波长大于 290 μm ,人工产生的紫外线如电焊、水银石英灯、探照灯波长多短于 290 μm 。

紫外线按其生物学作用可分为三类:波长 400~320 μm 为长波紫外线(晒黑线),其生物学作用较弱,但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,有防止皮肤过热和光线穿透组织引起过热的作用;波长 320~275 μm 为中波紫外线(红斑线),有较强的红斑和抗佝偻病作用,而且能提高人体的免疫力,增强抵抗疾病的能力;波长 275~180 μm 为短波紫外线(杀菌线),对机体细胞有强烈作用,具有较强的杀菌能力,能杀灭一般的细菌和病毒。

此外,紫外线还有促进组织氧化过程和酶的活动,增强物质代谢,促进血红蛋白增加,加速伤口愈合作用。

但如紫外线过强,特别是中、短波部分,可对人体产生不良影响。如过度照射可以发生光照性皮炎,长期过度照射可引起皮肤癌。部队的电焊工、探照灯手和医护人员使用紫外线灯时,如不注意防护,可引起电光性眼炎。部队在高山、雪地、沙漠行军及海、空军由于紫外线照射与反射,可引起雪盲。为此,应使用防护眼镜或用简便方法进行防护。

(三)可见光线

可见光线是太阳辐射中波长 760~390 μm 的部分。光线主要通过视觉器官对人体产生影响,能影响人体的物质代谢、激素分泌、脉搏、体温、呼吸以及睡眠和觉醒等生理机能。光线还可直接作用于皮肤、粘膜,引起对周围末梢神经的刺激。光线还能对高级神经系统起着不同作用,适宜的光线可预防眼睛疲劳和近视,并可改善人的一般感觉,提高情绪和工作效率。但光线过强可引起眩目、眼睛疲劳、头痛等症状。

二、气象因素对健康的综合影响及评价指标

(一)气象因素对健康的综合影响

气温、气湿、气流、辐射等各种气象因素一般都是同时存在的,因此,对人体健康的影响也必然是综合的,但气温却起着主要作用,气温的高低可影响代谢和机体散热的方式。

如气温低于 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 略有降低;高于 35°C 时代谢又随气温而升高。散热方式在 20°C 以下时以辐射、传导对流、蒸发散热,随温度上升蒸发散热增加,至 38°C 时,蒸发就成为散热唯一形式了。

人对外界气温的变化有很大的适应能力。据研究,裸体的人在气温 $15.6\sim 54.5^{\circ}\text{C}$ 范围内,仍能保持体温在 $36.7\sim 37.8^{\circ}\text{C}$ 的正常范围内。根据试验,与体温变化有关的因素有气温、气湿、气流、辐射热、衣服、劳动强度与时间等,其中只有气温与体温有明显相关,其他因素只能加强或减弱气温的作用,但也不能忽视其他因素所起的作用。

气温和气湿综合对人体散热的影响,在气温适宜时,气湿的影响较小,但在高温或低温时高气湿对人体影响较大。气温高时,人体出汗增加,由于汗液的蒸发而散热,而汗液能否蒸发则决定于生理饱和差。

生理饱和差(physiologic saturation deficit)是气温为 37°C 时(相当于体温)空气的饱和湿度和当时绝对湿度之差,它表示人体能向空气中散发的水分的能力。当空气的饱和湿度大于体温或皮肤温度时的饱和湿度,蒸发就不能进行,如在湿度大的夏日,虽然不断流汗,但因蒸发得少,人仍感闷热不舒服。相反,即使在 45°C 的高温下,如湿度很低(15% 以下),体温仍可维持在恒定水平。一般认为气温 32°C ,相对湿度 100% 为人体蒸发调节上限,但对已热适应的人上限还可以提高。

气流能促进对流散热和汗液蒸发。在不同的温度和湿度下,气流对人体散热的作用是不同的,当气温低于皮肤温度时,散热量与气流速度成正比,如气流速度为 $0.1\sim 0.18\text{ m/s}$ 时散热量增加 20% ,而 0.6 m/s 时,却可增加到 100% ;气温高于皮肤温度时,人体反可因对流而从环境中获得热量,不过气流仍有促进水分蒸发的作用,因而在高温低湿时,增加气流速度仍有助于散热。但在高温低湿时气流大反而对人体不利,因热而干的风可很快将汗液蒸发,而致失水。而在高温高湿时,气流散热的作用很小。在低温时,气流对对流散热的作用意义更大,因为气流速度增加,可从人体夺取较多的热量,易使人冻伤。

气象因素中辐射受其他因素影响较小。对辐射有影响的主要是人体表面温度与周围表面的温度差和辐射的面积。气温、气流对辐射影响不大,气湿则可吸收辐射热。

辐射分正辐射(positive radiation)和负辐射(negative radiation)。当周围物体温度高于人体皮肤温度($32\sim 33^{\circ}\text{C}$)时,周围物体向人体辐射热量的现象称为正辐射,反之称为负辐射。人体对正负辐射都很敏感,如人可区别 $0.0063\text{ J}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s})$ 的热源,壁温只相差 1°C ,人就有不同温热感觉。负辐射不单能使皮肤表面散热,而且直接从更深的组织如肌肉、血管散热,即使有衣服遮盖的皮肤温度也可下降,且恢复很慢。

高温加上正辐射,不但影响散热,还要给人体增加热量。气流或冷风可稍缓解辐射热,但作用不大。在高温时,温度较低的墙壁,却可增加机体的散热。

低温时,人体藉辐射散热较多,如周围物体温度低于气温,就可增加辐射散热量。此时如有风,对流散热也大大增加,容易引起冻伤。例如冬季在混凝土工事内就会感到特别冷。然而正辐射却不受气温的影响。即使气温低到 0°C ,如果附近有较大的辐射源也可使皮肤温度上升到 40°C 以上。

综上所述,可见气温、气湿、气流、辐射四种因素对机体散热的作用,是相互联系,相互制约的。人体只有在一定气象因素配合下,产热量和散热量平衡时,才会感到舒适。例如

在室内穿着一件衣服休息的人,在气温为 18~20℃,气湿 30%~60%,气流速度为 0.2~0.4m/s 的条件下,感到最舒适。

部队在训练、作战时,可能遇到一些最不利的气象因素组合。例如在气温高于体温时,存在着高气湿和正辐射,而气流又小,就容易发生热蓄积而中暑。而当气温很低,气流速度大,气湿高,又存在负辐射,则散热过多,容易发生冻伤。故应根据气象因素的变化,及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

因为气象因素是综合对人体产生作用的,所以就不能单用一种气象因素的测定结果来说明人体对环境温热的感觉。长期以来,各国学者都在研究寻找一种综合评价指标,既能把几种气象因素对人体的冷热感觉表示出来,又能反映人体的生理反应。目前常用的有有效温度、湿球黑球温度、热强度指数、相当温度、风冷指数等,其中有效温度和湿球黑球温度更为常用。

1. 有效温度(effective temperature, ET):是相当于气流静止而相对湿度为 100%条件下,使人产生同样温热感觉的空气温度,是人在不同温度、湿度和风速的综合作用下所产生的热感觉指标。

例如:气温 17.7℃	相对湿度 100%	气流速度 0 m/s
气温 22.4℃	相对湿度 70%	气流速度 0.5 m/s
气温 25.0℃	相对湿度 20%	气流速度 2.5 m/s

在这三组不同的气象条件下,受试者都有同样的温热感觉,也就是有效温度是相同的,因此,后两组的有效温度也是 17.7℃。

国外用处于静止状态和穿衣服成人进行反复试验,制成有效温度线解图或表,根据干、湿球温度和气流速度即可查算出有效温度。试验以 50%的人感到舒适的有效温度范围作为舒适区,以 95%的人感到舒适的有效温度为舒适线。根据试验结果,夏季感到舒适的有效温度为 19.3~23.9℃,冬季为 17.3~21.7℃(见图 1-1)。

据外军资料,进行安静作业时,有效温度如为 32.2℃,已有不舒适之感;脱去上衣进行短时中等劳动,有效温度不应超过 28.4~30.6℃;重劳动时有效温度不应超过 26.7℃。当有效温度超过 32.2℃,直肠温度迅速升高,有中暑的危险。已经适应及有训练的士兵可以耐受稍高的有效温度。

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情况。为此,有的学者对有效温度进行了修正,即在测定气象因素时,以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 建议坐着工作修正有效温度不应超过 30℃,轻工作 28℃,重工作 26.5℃,已适应者还可增加 2℃。

作为气象因素综合评价指标,有效温度还存在一些缺点。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良好舒适感觉;有效温度的测定是以受试者主观感觉为依据,没有同时客观地观察人体的生理反应;没有包括辐射热等等。有效温度虽有上述缺点,但在实际工作中,于一定限度内仍在使用,如用于比较评价各种气象因素综合对人体影响,评价各种保健措施等。由于有效温度各种标准均属国外资料,故在采用时只能作为参考。

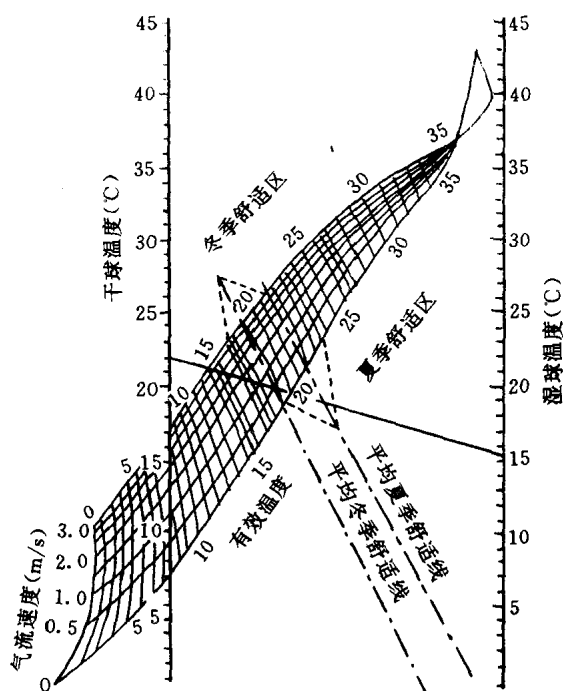


图 1-1 有效温度线解图

2. 湿球黑球温度指数(三球温度指数 wet black global temperature, WBGT):是一种包括气温、气湿、气流和辐射综合作用,评价环境热强度的指标,适用于室外环境。用普通干湿球温度计和黑球温度计测得温度后,代入下式:

$$WBGT = 0.7t_{\text{湿}} + 0.2t_{\text{黑}} + 0.1t_{\text{气}}$$

$t_{\text{湿}}$ = 湿球温度(°C)

$t_{\text{黑}}$ = 黑球温度(°C)

$t_{\text{气}}$ = 干球温度(°C)

此指数也可用于室内,如室内无太阳辐射或其他辐射源,上式可改为:

$$WBGT = 0.7t_{\text{湿}} + 0.3t_{\text{黑}}$$

湿球黑球温度指数最早应用于美国海军,曾以指数为 31.1°C 作为停止室外训练的界限。美国曾订立湿黑球温度指数标准(风速 > 1.5 m/s),轻劳动时为 30°C,中等劳动 27.8°C,重劳动 26.1°C。如风速 > 1.5 m/s,可各增加 2.2°C。

湿球黑球温度指数简单、易测、易算,且我军已研制有三球温度仪使用更方便,因此应用较广。

三、空气离子化的卫生学意义与评价指标

(一)空气离子化

空气离子化(air ionization)是指大气中空气分子形成带电荷的阴、阳离子过程。空气的分子或原子在太阳紫外线和宇宙线及放射性物质作用下,或在闪电放电、电弧放电、瀑