



EXTREME ENVIRONMENTAL PHYSIOLOGY

特殊环境 生理学

E
E
P

吕永达 霍仲厚 主编

军事医学科学出版社

·国家自然科学基金专著出版基金资助·

特殊环境生理学

主 编 吕永达 霍仲厚

副主编 尹昭云 钱令嘉 范 明

编 委 余争平 刘桂昌 沈羨云 龚锦函

编 者 (以姓氏笔画为序)

尹昭云	毛秉智	刘桂昌	陈晓萍	钟方虎
陆惠良	刘洪涛	马 强	刘嘉瀛	李官贤
吕永达	余争平	沈羨云	范 明	金 宏
吴铭权	周 舟	袭著革	洪 欣	杨增仁
高兰兴	郭长江	钱昌清	钱焕文	钱令嘉
谢印芝	顾鼎良	龚锦函	霍仲厚	

军事医学科学出版社

·北 京·

内 容 简 介

特殊环境生理学是生理学的一个分支,主要涉及生命对环境变化的反应及其机制。作为一种实验科学,特殊环境生理学的任务是要阐明机体在新的特殊环境因素的作用下的平衡调节机制。本书共分 21 章,介绍了各种特殊环境因素的特点,对生理功能的影响,适应机制及损伤的防护原则等。

* * *

图书在版编目(CIP)数据

特殊环境生理学/吕永达,霍仲厚主编. - 北京:军事医学科学出版社,2002.

ISBN 7-80121-461-7

I. 物… II. ①吕… ②霍… III. 特殊环境-人体生理学 IV. R339.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 079435 号

* *

军事医学科学出版社出版

(北京市太平路 27 号 邮政编码:100850)

新华书店总店北京发行所发行

春园印装厂印刷装订

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:22.5 字数:550 千字

2003 年 5 月第 1 版 2003 年 5 月第 1 次印刷

印数:1-1000 册 定价:56.00 元

(购买本社图书,凡有缺、损、倒、脱页者,本社发行部负责调换)

**此书献给我国特殊环境
生理学奠基人——蔡翘教授**

适应科技发展，拓展新

领域，探索新问题

贺《特殊环境生理学》出版

王澍 二〇〇二年六月

序

我国地域辽阔,周边地区多处于特殊环境,如海拔 3 000 m 以上地区约占全国六分之一,还有大面积的干旱沙漠、戈壁、潮湿的热区和严寒的西北与东北地区等。这些地区地处边陲,位居前沿,民族众多,资源丰富,战略地位十分重要,建国以来在我国周边发生的局部战争也都是在这些特殊环境下进行的。科学技术的进步,促进了国防工业的发展,不仅改进了原有武器的性能,而且制造产生了新的武器装备。特殊地区与新武器装备带来了许多特殊环境因素,这些特殊环境因素对指战员的健康和生理功能造成了严重的影响。因此,研究和发展特殊环境生理学,对于保障部队在特殊环境中的生存能力和作战能力,具有重要的军事意义。为贯彻党中央西部大开发的战略,将有更多的人群进入我国西部地区从事生产建设和经济开发,而这些地区多处于特殊环境。为提高这些人群对特殊环境的适应能力和劳动能力,研究和发展特殊环境生理学也具有重要的社会和经济意义。

根据总后卫生部的安排,由吕永达、龚锦函、沈羨云、刘桂昌、尹昭云、刘嘉瀛等 20 余名军内著名的特殊环境生理学专家,根据多年来自己的研究资料和部队实践经验,参阅国内外有关文献,编写了一部具有科学性和实用性的参考书——《特殊环境生理学》。

目前国内尚无此类参考书,在国外也极少,近 20 年来未见新的版本,可见这方面的资料较为缺乏。因此,这部著作的出版发行是很有意义的,对从事特殊环境生理学研究的专家学者必将有所裨益,对特殊环境下从事疾病诊治的临床工作者将有所参考,对特殊环境下作业的指战员和人民群众也将有所帮助。故在此书问世之际,欣然作序,对作者们的勤奋工作和不懈努力表示感谢和鼓励。

总后勤部卫生部部长

白书忠

前 言

特殊环境生理学是生理学的一个分支,主要涉及生命对环境变化的反应及其机制。经典生物学认为,环境变化是一种刺激(stimulus),而导致机体发生的变化是一种反应(response)。简而言之,一种环境因素的变化,作为一种应激原(stressor)作用于机体而引起其原有的生物平衡的破坏。

作为一种实验科学,特殊环境生理学的任务是要阐明机体在新的特殊环境因素的作用下的平衡调节机制。显然,特殊环境生理学的产生和发展与其他科学领域的发展有关,而更重要的是它的实用性。

特殊环境生理学在人类征服自然与发展生产力的进程中具有重要作用。人类在其漫长的发展历史过程中,不断地扩大自己的生存空间,为了使人类的活动范围能从现有的生存地域向过去对人类不适宜生存的地域发展,如高原、寒区、热区、极地,乃至海洋、水下、天空、太空等,因此必须研究不同环境因素对人体生理功能的影响规律,以及提高其对环境的习服与适应的能力。特殊环境生理学就是在这种斗争中产生并发展起来的。

19世纪后半叶至20世纪中叶,这一发展进程日益加快,并为后来的发展奠定了坚实的基础。一方面,当时正处于第二次技术革命时期,科学全面迅速发展,物理学与化学的进展促进生理学得以成为生命科学中一门充满生机的科学,其在器官与系统生理学方面的理论和方法学上的进步已具备了科学地解决生产斗争中有关问题的能力。另一方面,一些资本主义国家生产力的发展以及战争的需要又在客观上推动着特殊环境生理学的加速发展。特别是第二次世界大战期间,双方都曾动员一些杰出的生理学家并投入大量人力、物力从事航空生理学、水下生理学及军事劳动生理学方面的研究。这些成就和工作经验,不仅丰富了生理学的基础理论,而且对于战后航空生理、航天生理、水下生理等特殊环境生理学的兴起与发展也至关重要。19世纪中叶至20世纪中叶的一百年期间,许多杰出的生理学家都对特殊环境生理学的发展作出杰出的贡献。

第二次世界大战后的近50年期间正处于第三次技术革命时期,一批高新技术(如航天、计算机、核能等)兴起,科学技术迅猛发展,使得生产力也进一步得到发展。同时各先进国家的军事工业技术也得到了突飞猛进的发展,出现了许多新的军事装备和武器,产生了许多新的特殊环境因素,如电磁波、电离辐射、微波、激光、次声波等。第二次世界大战后,世界各地的局部战争不断发生,而且多发生于特殊环境地区,如高原、沙漠、寒区、热带丛林等。这些都推动着特殊环境生理学朝向更广阔的领域和更深入的层次进军。一方面,除了环境的物质、能量因素外,重力、信息等因素对人体的影响规律及其防护或对策问题也日益突出;另一方面,由于新兴生物学科的兴起,如分子生物学、细胞生物学和神经生物学等,以及系统科学学术思想、方法论及技术的引入又为特殊环境生理学的发展注入了新的生机。

当前生理学本身也正处于深刻变革之中,特殊环境生理学将对整合生理学、系统生理学与人体生理学的发展作出贡献。

我国特殊环境生理学,在解放前基本处于空白状态。在建国后由于经济建设和国防建设的需要,在我国著名生理学家蔡翘教授的指导下,逐渐开展了航空生理、水下生理等特殊军事劳动生理学的研究,并培养了一批特殊环境生理学的科技骨干。以后逐步发展建立了航空、航

天、水下、高原、冷与热等特殊环境因素的研究机构。50 余年来,我国特殊环境生理学工作者进行了大量的卓有成效的工作,积累了宝贵资料,取得了可喜的成果,为我国的国防建设和经济建设作出了贡献。遗憾的是迄今在我国尚没有特殊环境生理学方面的专著,因此在总后卫生部领导下,组织我军 20 余名专家教授编写了这部《特殊环境生理学》专著,全书共分 21 章,介绍了各种特殊环境因素的特点、对生理功能的影响、适应机制及损伤的防护原则等。

在新世纪中,随着科学技术迅速发展,生产力的不断提高以及军事工业的发展和新武器的出现,必将出现新的环境因素。原有的环境因素在量与质的方面也会发生变化。这些都将对人体产生重大的影响,引起生理功能的改变,破坏其原有的平衡稳定状态。特殊环境生理学面临新的挑战 and 任务——利用技术科学和生命科学的高新技术研究解决特殊环境生理学的问题。

在本书的编写过程中,坚持自己的研究资料与最新的文献资料相结合,实验室研究与现场观察相结合,基础理论与实践经验相结合的原则,力求做到内容优化,图文并茂,期望成为特殊环境生理学科科研、教学与部队卫生保健的一部较为系统的参考书,但由于时间仓促和水平有限,遗漏、争议和不妥之处恳望读者和同志们指正。

在本书编著过程中,中国人民解放军总后勤部卫生部的领导给予了大力支持和热情鼓励,本书获得国家自然科学专著出版基金和自然科学基金委员会重大项目(高原低氧高寒损伤与适应机制)的资助,得到军事医学科学院科技部、卫生学环境医学研究所、基础医学研究所等单位的大力支持与赞助,在此一并表示感谢!

吕永达 霍仲厚

目 录

第一篇 物理环境因素

第一章 高原低氧	(3)
第一节 概 述	(3)
一、高原低氧的形成	(3)
二、高原分布	(4)
三、高原人群	(6)
四、高原气候特征	(6)
第二节 高原低氧对人体生理功能的影响	(7)
一、中枢神经系统	(8)
二、呼吸系统	(8)
三、心血管系统	(8)
四、血液与造血系统	(10)
五、泌尿系统	(10)
六、消化功能	(10)
第三节 高原低氧适应	(10)
一、血液与造血	(10)
二、肌 肉	(11)
三、呼吸系统	(11)
四、脑血流	(12)
五、内分泌	(12)
六、能量代谢	(12)
第四节 高原病及其防治措施	(13)
一、高原病	(13)
二、高原病的预防措施	(18)
第五节 平原人进入高原后劳动能力的变化	(21)
一、劳动能力改变规律	(21)
二、平原人进驻高原后适宜负重的变化	(22)
三、高原劳动能力改善措施的研究	(22)
第二章 水下(潜水、高气压)生理学	(24)
第一节 绪 言	(24)
第二节 水下环境因素的特点	(25)
一、高 压	(25)
二、寒 冷	(26)
三、黑 暗	(29)
四、水的阻力与浮力	(29)

五、定向力差·····	(30)
六、呼吸气体·····	(30)
七、通讯困难·····	(31)
八、水下生物伤·····	(32)
九、恶劣海洋环境·····	(32)
十、其 他·····	(32)
第三节 高压对机体的影响·····	(33)
一、压力本身的作用·····	(33)
二、各种气压伤及挤压伤·····	(36)
三、高分压气体对机体的影响·····	(38)
第四节 水下听觉·····	(38)
一、人在水下的听力·····	(38)
二、水中听觉辨别能力的改变·····	(39)
三、水中对音品的改变·····	(39)
四、在高压模拟潜水条件下听觉的变化·····	(39)
五、潜水中的眩晕及耳损伤·····	(40)
第五节 水下视觉·····	(40)
一、光在水面的反射·····	(40)
二、光的散射·····	(40)
三、光的吸收·····	(40)
四、光的折射·····	(41)
五、光在水下折射对视觉的影响·····	(41)
六、水下色觉·····	(42)
七、高压和高分压气体对视觉的影响·····	(42)
第六节 高压环境引起的人体生理功能变化·····	(42)
一、血液系统功能的变化·····	(43)
二、心血管系统功能的变化·····	(44)
三、呼吸系统功能的变化·····	(45)
四、消化系统功能的变化·····	(47)
五、感觉方面的变化·····	(47)
六、神经系统功能的变化·····	(47)
七、泌尿系统功能的变化·····	(48)
八、机体代谢的变化·····	(49)
九、内分泌功能的变化·····	(49)
十、免疫系统功能的变化·····	(50)
十一、其 他·····	(50)
第七节 惰性气体麻醉·····	(51)
一、临床表现·····	(51)
二、影响因素·····	(52)

三、发生机理·····	(52)
四、处 理·····	(52)
五、预 防·····	(52)
第八节 高压氧的毒性作用 ·····	(53)
一、氧中毒的压力 - 时程阈限·····	(53)
二、氧中毒的临床分型·····	(54)
三、对氧中毒的预防和处理·····	(55)
四、高压氧对细胞 DNA 的损伤 ·····	(56)
五、氧中毒的机制·····	(56)
第九节 等压气体逆向扩散 ·····	(57)
第十节 减压理论 ·····	(58)
一、Haldane 减压理论的基本要点 ·····	(58)
二、减压理论的发展·····	(59)
第十一节 饱和潜水生理 ·····	(60)
一、中枢神经系统及心理运动功能·····	(62)
二、心血管功能·····	(62)
三、肺通气功能·····	(62)
四、消化功能·····	(62)
五、营养代谢变化·····	(62)
六、应激反应·····	(63)
七、免疫功能·····	(63)
八、听觉功能·····	(63)
九、尿量变化·····	(63)
十、Doppler 超声心前区气泡音监测 ·····	(63)
十一、微循环功能变化·····	(63)
十二、其 他·····	(63)
第三章 高 温 ·····	(65)
第一节 高温环境的特点 ·····	(65)
一、热区自然气候·····	(65)
二、高温微小气候·····	(65)
第二节 高温环境对机体的影响 ·····	(65)
一、高温环境因素对热代谢的影响·····	(66)
二、高温环境对体温调节的影响·····	(67)
三、高温环境对机体能量代谢的影响·····	(68)
四、高温环境对水盐代谢的影响·····	(70)
五、高温对心血管系统的影响·····	(72)
六、高温对神经内分泌系统的影响·····	(75)
七、高温对呼吸系统功能的影响·····	(77)
八、高温对消化系统的影响·····	(78)

第三节 热适应与热习服	(79)
一、热适应与热习服	(79)
二、热习服的形成过程	(79)
三、热习服的生理指标	(80)
四、热习服形成的特点及影响因素	(81)
五、热适应机制	(81)
第四节 热损伤的主要疾病	(82)
一、中暑	(82)
二、热致皮肤病	(83)
第五节 高温环境中的卫生防护	(83)
一、军事作业卫生监控	(83)
二、军事作业水盐补充	(84)
三、军事作业人员的热习服锻炼	(85)
四、军事作业人员的个人防护	(85)
第四章 低温(冷)	(87)
第一节 寒冷环境的特点	(87)
一、我国寒冷地区的界定	(87)
二、寒区的地域划分与气候特点	(87)
第二节 环境冷强度的评价	(89)
一、环境冷强度及其影响因素	(89)
二、环境冷强度的评价方法	(89)
第三节 寒冷环境对机体的影响	(91)
一、体温	(91)
二、体热平衡	(93)
三、能量代谢	(94)
四、皮肤血管反应性	(95)
五、循环和呼吸系统	(95)
六、泌尿系统和血液系统	(95)
七、作业效率	(95)
八、内分泌系统	(96)
第四节 机体对寒冷环境的反应	(96)
一、冷应激	(96)
二、冷习服	(97)
第五节 寒冷损伤的防治	(98)
一、冷伤的致病因素与危险因素	(99)
二、冻伤的临床表现与治疗	(99)
三、非冻结性冷伤的诊断与治疗	(100)
四、低体温	(101)
五、冷损伤的预防措施	(102)

第五章 噪声与振动	(105)
第一节 噪 声	(105)
一、与听觉生理有关的声学基本概念	(105)
二、特殊环境中的噪声特点	(106)
三、噪声对人体生理功能的影响	(107)
四、噪声的评价与容许标准	(111)
五、噪声控制	(113)
第二节 振 动	(114)
一、与人体生理有关的振动基本概念	(114)
二、振动对人体生理功能的影响	(115)
三、影响振动对机体作用的主要因素	(119)
四、振动的评价与标准	(121)
五、振动危害的防治原则	(123)
第六章 射频电磁波辐射	(125)
第一节 射频电磁波发展简史	(125)
第二节 射频电磁波应用	(126)
一、频率和电场	(126)
二、射频波段及应用	(126)
第三节 电磁波影响机体健康的机制	(127)
一、电磁波与生物体相互作用	(127)
二、比吸收率	(127)
三、热效应和非热效应	(128)
第四节 电磁波对人体健康的影响	(129)
一、眼 睛	(129)
二、生殖系统	(129)
三、神经系统	(130)
四、心血管系统	(130)
五、内分泌系统	(130)
六、血液与免疫系统	(131)
七、致畸、致突变、致癌	(131)
八、其他方面	(131)
第五节 防护原则	(132)
一、屏蔽材料	(132)
二、吸收材料	(132)
第七章 高功率微波生理学	(134)
第一节 高功率微波的物理特性与高功率微波武器	(134)
一、高功率微波技术	(134)
二、高功率微波源的主要物理性能参数	(136)
三、高功率微波武器的特点	(137)

第二节 高功率微波的生物效应	(139)
一、热效应与非热效应	(139)
二、影响微波能量吸收的因素	(141)
三、微波对人的生物学作用	(144)
四、对实验动物的生物效应	(145)
第三节 高功率微波辐射的卫生标准	(147)
一、职业暴露标准	(147)
二、居民辐照标准	(148)
三、设备泄漏标准	(149)
第四节 高功率微波辐射的防护	(149)
一、时间防护	(149)
二、距离防护	(149)
三、屏蔽防护	(150)
四、减源防护	(151)
五、微波辐射的个体防护	(152)
六、抗微波药物	(152)
第八章 激光与激光致伤	(154)
第一节 概 述	(154)
一、激光特性及种类	(154)
二、激光武器	(154)
第二节 激光致盲	(155)
一、激光致盲的生物学基础	(155)
二、激光致盲的影响因素	(156)
三、激光眼损伤效应	(157)
第三节 激光眼损伤的病理生理学	(158)
一、紫外激光眼损伤的病理学变化	(158)
二、可见和近红外激光眼损伤的病理学变化	(159)
三、中红外与远红外激光眼损伤的病理学变化	(160)
四、激光致视网膜中自由基形成的机制	(161)
五、光眼损伤中的视网膜细胞凋亡与 bFGF 的作用	(161)
第四节 激光眼损伤的临床表现与治疗	(162)
一、激光意外眼损伤的临床表现与治疗	(162)
二、激光引起的慢性损伤	(163)
第五节 激光眼损伤的防护原则	(163)
一、激光危害类别	(163)
二、激光辐照眼的安全标准	(164)
三、军用激光野外使用的安全	(165)
四、激光眼损伤的防护措施	(166)
第九章 电离辐射	(169)

第一节 基本概念	(169)
一、电离辐射的类型	(169)
二、电离辐射的单位	(170)
第二节 电离辐射的生物效应	(170)
一、电离辐射的时间效应	(171)
二、电离辐射的确定性生物效应	(172)
三、电离辐射的随机性生物效应	(172)
四、影响辐射生物效应的主要因素	(172)
第三节 电离辐射的确定性生物效应	(174)
一、急性放射病	(175)
二、局部放射损伤	(177)
第四节 电离辐射的随机性生物效应	(179)
一、辐射致癌效应	(179)
二、辐射遗传效应	(180)
第十章 航空生理	(184)
第一节 低气压生理	(184)
一、高空胃肠胀气	(184)
二、高空减压病	(186)
三、体液沸腾	(189)
四、迅速减压损伤	(190)
五、中耳及鼻窦的气压性损伤	(191)
第二节 高空缺氧生理	(191)
一、急性高空缺氧	(191)
二、暴发性高空缺氧	(196)
第三节 加速度生理	(197)
一、加速度概述	(197)
二、+ Gz 对人体的影响	(198)
三、人体对加速度的耐力	(199)
四、人体对 + Gz 的防护	(200)
第十一章 航天生理	(202)
第一节 航天中的环境因素	(202)
一、航天中的部分物理环境	(202)
二、超 重	(203)
三、失 重	(204)
第二节 失重引起生理系统变化的起因	(204)
一、航天医学研究的初步结论	(204)
二、失重生理系统变化的总起因	(206)
第三节 我国失重生理学研究的概况	(206)
一、航天员选拔方法的研究	(207)

二、模拟失重对机体生理系统影响的研究	(207)
三、机制探讨	(208)
四、失重防护措施的研究	(209)
第四节 失重对生理系统的影响	(209)
一、体液调节系统	(210)
二、心血管系统	(211)
三、感觉和感觉-运动功能	(212)
四、血液系统	(213)
五、骨骼肌	(213)
六、骨骼系统	(214)
七、免疫系统	(215)
八 航天运动病	(216)
第五节 航天中的防护措施	(217)
一、合理的作息制度	(217)
二、饮食和营养	(217)
三、药 物	(218)
四、体育锻炼	(218)
五、改变体液分布的方法	(220)
六、其他有希望的防护措施	(221)
第十二章 极限环境的模拟	(222)
第一节 低 氧	(222)
一、人工低压舱	(222)
二、低氧混合气法	(222)
三、简易动物实验舱	(223)
四、动物密闭缺氧实验	(223)
五、细胞低氧离体培养	(224)
第二节 低 温	(224)
一、人工低温舱	(224)
二、人工局部冷暴露	(224)
三、动物局部冷暴露	(224)
四、血管内皮细胞冷损伤实验	(225)
第三节 高 温	(225)
一、人工高温舱	(225)
二、人工高温箱	(225)
三、热水游泳	(226)

第二篇 化学环境因素

第十三章 无机有害气体	(229)
第一节 一氧化碳	(229)

一、理化性质	(229)
二、来 源	(229)
三、不同环境中 CO 的量及其消长规律	(229)
四、CO 中毒的发生机制	(231)
五、影响 CO 中毒程度的因素	(231)
六、CO 中毒对机体的影响	(232)
七、CO 中毒的防治	(234)
第二节 氮氧化物	(235)
一、理化性质	(235)
二、主要来源	(235)
三、NO _x 对人体的影响	(236)
四、氮氧化物中毒的预防	(236)
第三节 其他无机有害气体	(237)
一、二氧化硫	(237)
二、二氧化碳	(237)
三、臭 氧	(238)
四、氨	(238)
五、硫化氢	(238)
第十四章 挥发性有机物	(240)
第一节 醛类化合物	(240)
一、甲 醛	(240)
二、乙 醛	(241)
三、丙烯醛	(242)
第二节 苯系物	(243)
一、苯	(243)
二、甲 苯	(244)
三、乙 苯	(244)
第三节 脂肪烃	(245)
一、烷 烃	(245)
二、不饱和烃	(246)
第四节 多环芳烃	(246)
第十五章 颗粒物	(251)
第一节 颗粒物的主要来源及分类	(251)
一、天然来源	(251)
二、人为来源	(251)
三、颗粒物的分类	(251)
第二节 颗粒物的性质	(252)
一、颗粒物的粒径及其分布	(252)
二、化学性质及其化学过程	(252)