

高原医学研究与临床

GAOYUAN YIXUE
YANJIU YU LINCHUANG

主编◎崔建华

 河南科学技术出版社

高原医学研究与临床

主编 崔建华

河南科学技术出版社

· 郑州 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

高原医学研究与临床/崔建华主编. —郑州: 河南科学技术出版社, 2016. 10

ISBN 978 - 7 - 5349 - 8431 - 0

I. ①高… II. ①崔… III. ①高原医学—研究 IV. ①R188

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 236697 号

出版发行: 河南科学技术出版社

地址: 郑州市经五路 66 号 邮编: 450002

电话: (0371) 65788613 65788629

网址: www.hnstp.cn

责任编辑: 范广红

责任校对: 柯 姣

封面设计: 张 伟

责任印制: 朱 飞

印 刷: 河南省瑞光印务股份有限公司

经 销: 全国新华书店

幅面尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 16.75 字数: 408 千字

版 次: 2016 年 10 月第 1 版 2016 年 10 月第 1 次印刷

定 价: 198.00 元

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与出版社联系并调换。

《高原医学研究与临床》

编写人员名单

主 编 崔建华

副主编 毛 忠 阳盛洪

编 委 (以姓氏笔画为序)

王福领 毛 忠 阳盛洪 李 彬

李年华 高 亮 崔 宇 崔建华

作者简介



崔建华，陕西蓝田人，研究员，享受国家政府特殊津贴。现任中华医学会高原医学分会常务委员，中国病理生理学会缺氧与呼吸专业委员会委员，全军高原与寒区医学专业委员会副主任委员，全军高原环境损伤防治重点实验室学术委员会委员，新疆维吾尔自治区特殊环境重点实验室学术委员会委员，兰州军区环境医学专业委员会主任委员，兰州军区后勤科学技术委员会评价专家。在边远艰苦地区工作三十余年，长期从事高原病发病机制与防治研究，主持完成多项国家和军队基金课题。荣立个人三等功两次，被四总部表彰为“爱军精武标兵”，先后被兰州军区表彰为“科技新秀”“学习成才标兵”“十五”期间优秀科技工作者、“十一五”期间医学科技创新先进个人，2009年被兰州军区确定为“科技领军人才”，2012年被中国科学技术协会评为“全国优秀科技工作者”。以第一作者发表学术论文180余篇，主编出版专著《高原基础医学与临床》《高原卫生保健》和《高原常见病防治手册》等5部，获国家科学技术进步一等奖、二等奖各1项，新疆维吾尔自治区科技进步一等奖1项，军队和省级科技进步二等奖7项、三等奖10项。



毛忠，甘肃定西人，副主任医师，全军环境医学专业技术委员会委员。在边远艰苦地区和西藏阿里高原工作二十余年，长期从事医院管理与高原军事医学技术推广服务工作，先后承担或参与国家科技支撑计划项目、军队特需药品保密专项等课题4项。2009年被兰州军区确定为“学科带头人”，2012年被兰州军区评为“保健工作先进个人”。以第一作者发表学术论文10余篇。



阳盛洪，安徽太湖人，副研究员，现任解放军第十八医院新疆军区高山病研究所所长，第十届全军医学科委会高原与寒区医学委员会常务委员，第八届中华医学会高原医学委员会委员，主要从事高原军事医学、药学研究。组织和承担新疆维吾尔自治区科技支撑计划1项、兰州军区科技攻关课题2项。荣立个人三等功2次，以第一作者或通信作者发表学术论文30余篇，参与出版专著3部，获新疆维吾尔自治区科技进步三等奖1项。

前 言

喀喇昆仑山和西藏阿里高原地域辽阔，自然资源丰富，边境线长，经济和军事战略地位十分重要，也是我国经济可持续发展的重要战略地区。然而，高原环境恶劣，尤其是低氧可引发急性、慢性高原病，严重影响人体健康，甚至威胁高原人群的生命安全，也是制约高原地区经济社会发展的重要因素。为防治高原病，保障高原居民的身体健康，推动我国高原医学的发展，围绕解放军第十八医院高原医学基础生理研究、高原疾病临床救治及劳动卫生等方面，总结我们多年来在高原现场的研究工作和救治经验编著此书。

多年来，解放军第十八医院高山病研究所科研工作者利用高原独特的群体和资源优势，突出高原地域特色，坚持“现场－实验室－临床”三结合的研究模式，在高原低氧适应机制研究、高原疾病防治、提高高原机体作业能力等方面，为高原部队的综合卫勤保障解决诸多的实际问题。

高山病研究所成立 27 年来，科研人员把海拔 5 000 m 以上极端高原环境作为主战场，紧盯部队卫生勤务需求，以应用研究为龙头，突出成果转化和服务保障，在高原官兵作业能力保持、低氧损害健康恢复、高原习服机制等研究上课题立项，与军内外科科研机构深入合作，共同搭建高原医学现场研究平台，为保障高原官兵健康助推护航。先后对驻守海拔 5 000 m 以上地区官兵进行了呼吸、循环、消化、神经等系统的广泛调查，对高原性疾病防治进行了深入研究，尤其对急性高原病防治和提高驻高原部队作业效率方面做了大量研究工作。完成研究课题 50 多项，在国内外核心期刊发表学术论文 800 余篇，出版专著 11 部。获国家、军队和省级科技进步奖 47 项，其中国家科技进步一等奖、二等奖各 1 项，新疆维吾尔自治区科技进步一等奖 1 项，军队和省级科技进步二等奖 10 项。1999 年荣立集体二等功，连续 20 年被兰州军区表彰为“医学科技工作先进单位”，2005 年被评定为全军高山病防治研究中心，2006 年被国家人事部和博士后管理中心确定为科研流动工作站，2008 年被四总部表彰为“科技创新群体奖”。涌现出“全国优秀科技工作者”“全国中青年有突出贡献专家”“全军专业技术重大贡献奖”“全军爱军精武标兵”“科技功臣”“全军学习成才先进个人”等一批国内外有影响的专家学者。

本书系统总结了解放军第十八医院多年来在高原现场的研究成果和救治

经验，介绍了高原环境对人体健康的影响和危害，高原病的发病特点、治疗及预防，阐述了高原环境因素影响下的机体损伤及防护、人体习服高原的措施及高原人体合理用氧等医学问题，共分十章。第一章介绍高原自然环境的特点；第二章介绍高原习服的病理生理；第三章介绍急性重复缺氧的生理适应与心理变化；第四章和第五章介绍急性、慢性高原病防治研究；第六章介绍高原睡眠呼吸障碍的防治研究；第七章介绍高原脱习服；第八章主要介绍高原供氧措施；第九章介绍提高高原人群军事作业能力的措施研究；第十章介绍高原合理用氧方案的研究。

鉴于我们的学术研究水平有限，加之时间仓促，我们的研究工作还存在有不足之处。恳请同人和读者不吝指出，我们不胜感谢。

编 者

二〇一六年五月

目 录

第一章 高原	(1)
第一节 高原概念	(1)
第二节 新疆高原医学研究发展史	(5)
第二章 高原习服病理生理研究	(7)
第一节 高原习服	(7)
第二节 驻守高原不同高度和时间生理病理变化	(14)
第三节 高原低氧环境对感官功能的影响	(36)
第四节 海拔 4 300 m 高原汉族和藏族习服适应机制的研究	(40)
第三章 急性重复缺氧生理适应与心理变化	(50)
第一节 急性重复缺氧对机体氧自由基代谢的影响	(50)
第二节 急性重复缺氧对机体血流动力学的影响	(52)
第三节 急性重复缺氧机体营养状况的随访调查	(53)
第四节 急性重复缺氧脂代谢和相关细胞因子的变化	(54)
第五节 急性重复缺氧对脑功能的影响	(56)
第六节 急性重复缺氧下个性心理特征和心理状态的变化	(60)
第四章 急性高原病防治研究	(64)
第一节 急性高原病概况	(64)
第二节 急性高原病药物预防措施研究	(67)
第三节 高压氧预防和治疗急性高原病的研究	(85)
第五章 慢性高原病防治研究	(100)
第一节 慢性高原病	(100)
第二节 慢性高原病生理病理变化	(105)
第三节 缺氧性肺动脉高压的防治研究	(109)
第四节 高原红细胞增多症的防治	(127)
第六章 高原睡眠呼吸障碍防治研究	(130)
第一节 高原睡眠	(130)
第二节 高原睡眠呼吸障碍药物防治研究	(134)
第七章 高原脱习服	(142)
第一节 高原脱习服概述	(142)
第二节 高原脱习服生理变化与返回平原健康恢复时间	(144)

第三节 高原脱习服药物防治措施研究 (149)

第四节 高压氧治疗高原脱习服研究 (153)

第八章 高原供氧措施 (161)

第一节 高压氧抗低氧效果的应用 (161)

第二节 富氧室在高原的应用研究 (164)

第三节 车载及单兵液态氧供氧技术在高原的应用 (178)

第四节 富氧水抗低氧效果的研究 (182)

第五节 单兵高原增氧呼吸器 (185)

第六节 氧烛 (187)

第九章 提高高原人群军事作业能力措施研究 (191)

第一节 高原劳动能力 (191)

第二节 改善高原劳动能力的途径 (198)

第三节 药物改善高原劳动能力的措施研究 (200)

第四节 营养补充剂提高高原军事作业能力的研究 (222)

第十章 高原合理用氧方案的研究 (234)

第一节 急进高原合理用氧方案研究 (235)

第二节 常驻高原合理用氧方案研究 (237)

第三节 氧疗对缺氧损伤的保护作用 (253)

第一章 高原

第一节 高原概念

一、高原定义

地理学上，海拔在 500 m 以上，地势平缓，山势起伏较小，而面积又比较辽阔的高地（平坝）称为高原。医学上的高原是指能引起明显生物效应的海拔 3 000 m 以上广泛地域。可对人体引起明显的生物学效应，是高原病的多发地区。由于生物的个体差异或群体差异，其生物学效应也大不相同。耐受性差的人到达海拔 2 000 m 时也可能出现明显的高原反应。

根据引起生物效应的不同，将高原划分为：

1. 中度高原 (moderate altitude)

海拔高度为 2 000 ~ 2 500 m，当人体进入此高度时，一般无任何症状，或者出现轻度生理反应，如呼吸和心率轻度增加、运动能力略有降低，肺气体交换基本正常。除了极少数对缺氧特别易感者外，很少发生高山病。

2. 高原 (high altitude)

海拔高度为 3 000 ~ 4 500 m，生物效应明显。多数人进入这个高度时会出现明显的缺氧症状，如呼吸和心率增加、头痛、食欲减退、睡眠差。动脉血氧饱和度低于 98% 容易发生高原病。

3. 特高高原 (very high altitude)

海拔高度为 4 500 ~ 5 500 m，生物效应显著。进入特高高原地区时缺氧症状更进一步加重，动脉血氧饱和度一般低于 80%，运动和夜间睡眠期间出现严重的低氧血症。高原病的发病率和严重程度很高。一般认为海拔 5 000 m 以上为生命禁区。

4. 极高高原 (extreme altitude)

海拔高度在 5 500 m 以上，人类难以长期生存、长期居住或执行任务的高原。进入此高度时机体的生理功能进行性紊乱，常失去机体内环境自身调节功能，出现极严重的高山反应、显著的低氧血症和低碳酸血症。动脉血氧饱和度在 70% ~ 60%，常常需要额外供氧。

二、高原自然环境特点

高原环境因素对高原机体的身体健康和工作效率有一定的影响。大气中的气象要素和人体之间直接进行的能量交换和物质交换,对人体的生理功能产生直接影响。在高原地区,影响人体健康的主要气象因素有气压、氧气、太阳辐射、温度、湿度、风、空气离子和空气成分等。低气压、低氧、低温、大风和强辐射是高原环境的主要气候特点,其中低氧和低温是高原病的主要致病因素。氧是人体生理代谢的基本要素,空气中的氧经过呼吸进入血液,与红细胞中的血红蛋白结合,再经血液循环到全身组织细胞。海拔3 000 m以上的高原地区,由于空气中氧分压过低,使得肺泡气氧分压降低,进入动脉血液的氧也减少,不能完全满足机体的需要,造成机体缺氧。平原人进入高原后,常因低氧而发生急性高原病(高原肺水肿、高原脑水肿等),严重者甚至导致死亡,长期居住则可能发生慢性高原病(高原红细胞增多症、高原心脏病等),高原地区特有的环境因素及其气象条件还可引起冷损伤、呼吸道疾患、胃肠道疾患、皮肤病、失眠、脱水、体重减轻、雪盲等高原疾病。而且,低氧和低温相互增强加速高原病的发生。

高原自然环境特殊,除大气压低、氧分压低、气温低、风沙大和紫外线辐射强的主要气候特征外,还有昼夜温差大、干燥、山高、谷深、落差大、自然灾害多等特点,这些环境因素与人体健康密切相关,加之人体自身的原因,如感冒、疲劳、饥饿、精神紧张等因素,均可诱发或加重高原病,若不及时预防和治疗,可能产生严重后果,造成职业性高原损伤。因此,了解高原环境的特点与危害因素,对于高原病的治疗方法与预防措施是非常重要的。

(一) 气压低、氧分压低

气压是大气压强的简称,即单位地球表面积上所承受的大气的重量。地球表面被一层厚约200 km的空气包绕,由于重力的作用,空气对地面产生压力。在海平面,大气压为760 mmHg (101.33 kPa)。由于大气越接近地面越密集,越远离地面越稀薄,因此,随海拔高度的升高,气压逐渐降低,空气中的氧分压也逐渐降低。大气是数种气体的物理混合,其中 O_2 占20.95%, N_2 占78.09%, CO_2 占0.027%。通常情况下,无论海拔高低,各气体所占有的比例基本不变。由于氧分压=大气压 $\times$ 氧含量,因而当海拔增高时,氧分压就随大气压的降低呈规律性的降低,一般来说,海拔每升高100 m,大气压下降5 mmHg (0.67 kPa)。在海平面,空气中氧气分压约为159 mmHg (21 kPa)。随着海拔的升高和氧分压的下降,肺泡气氧分压和动脉血氧饱和度亦降低(表1-1),超过一定限度后,将导致机体供氧不足,产生一系列生理和病理改变。

对人体产生显著影响的高度为海拔3 000 m以上,快速进入这一地区后数小时到数天,多数人会发发生高原反应,如头昏、头痛、恶心、呕吐、心慌、气短、烦躁、食欲减退和乏力等,对人体生理功能有较大影响,严重者可发生急性高原病。在海拔5 000 m以上高原,体力和脑力劳动能力明显下降,甚至丧失。另外,虽然医学上将海拔3 000 m作为高原的最低高度,但是,由于个体差异,极少数对缺氧敏感者在海拔3 000 m以下高度亦可发病,而有些人在海拔4 000 m,甚至更高地区亦无明显的高原反

应症状表现。

由于大气压低，水的沸点也低，海拔每升高 100 m，水的沸点降低 0.6 ℃。在海拔 5 000 m，水的沸点下降到 88 ℃。因此，在高原做饭易“夹生”，进食后不易消化，产生腹胀和胃不适等消化道症状。

表 1-1 不同海拔高度大气压、氧分压及动脉血氧饱和度对照表

海拔高度 (m)	大气压		氧分压		肺气泡氧分压		动脉血氧饱和度 (%)
	kPa	mmHg	kPa	mmHg	kPa	mmHg	
0	101.1	760	21.1	159	13.9	105	95
1 000	89.6	674	18.8	141	12.0	90	95
2 000	79.3	596	16.6	125	9.6	72	92
3 000	70.5	530	14.8	111	8.2	62	90
4 000	61.6	463	12.9	97	6.6	50	85
5 000	53.8	405	11.3	85	6.0	45	75
6 000	47.2	355	9.8	74	5.3	40	66
7 000	41.2	310	8.6	65	4.7	35	60
8 000	35.9	270	7.4	56	4.0	30	50
9 000	30.6	230	6.4	48	<3.3	<25	20~40

注：1 mmHg = 0.133 kPa。

(二) 辐射强

太阳辐射强、日照时间长是高原气候的另一特点。辐射是指光波或微粒子，如质子、粒子在空间或媒介中向各个方向传播的过程。辐射强是高原的气候特点之一，地表接收的太阳辐射量随海拔升高而增加。在平原地区，较密集的大气层对太阳辐射起到“隔离毯”的作用。而在高原，空气稀薄，没有工业污染，空气清洁，尘埃少，加之日照时间长，所受到的辐射量明显多于平原。海拔每升高 100 m，辐射强度约增加 1%，紫外线的辐射量增加 3%~4%，高度越高增加的量越大（图 1-1）。

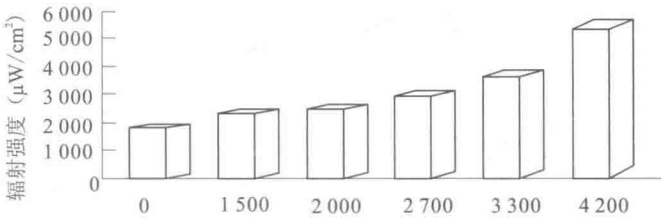


图 1-1 不同海拔地区紫外线辐射强度

高原强紫外线对人体也有明显影响，紫外线是太阳光辐射的一个组成部分，紫外线光波谱为 200~400 nm。在高原，由于太阳光辐射强，紫外线辐射亦强，特别是波长为

280~315 nm 的紫外线增加更多。在海拔 3 600 m 高度, 宇宙电辐射、紫外线强度对皮肤的穿透力是在海平面的 3 倍; 海拔 5 000 m 处, 紫外线辐射为平原地区的 300%~400%。此外, 高原夏季臭氧低谷进一步增加了紫外线的辐射强度。在缺少防护的情况下, 紫外线照射过久, 可引起皮肤灼伤和光照性皮炎, 产生脱皮、水疱等症状。积雪能反射日光, 高原积雪期较长, 也是增加人体太阳辐射能的重要因素。在无积雪地带辐射强度低于 25%, 而在积雪地带可达 75%~90%。资料显示, 积雪使人体遭受紫外线的双重辐射作用。

(三) 寒冷、风大、湿度低

在平原, 空气较为致密, 从阳光中获得的热量不易散失, 气温易于保持。在高原, 空气较稀薄, 大气热量难以保持。海拔每升高 150 m, 气温约下降 1℃, 高寒气候区年平均气温 -10~-1℃, 极端最低气温 -40~-35℃, 即使在夏季, 海拔 5 000 m 以上高原的积雪也不融化, 一片严冬景象, 最热的 7~8 月平均气温也仅 3~10℃, 最冷的 1 月平均气温低达 -21~-11℃。高寒气候区不但气温低, 而且低温持续时间长, 全年冷季长达 9 个月。低温日 (日最低气温低于 -20℃) 长达 270 d, 严寒日 (日最低气温低于 -30℃) 长约 60 d。另外, 高原植被稀少, 甚至没有植被, 太阳照在由石头和沙子构成的地面上, 石头与沙子吸热多而快, 散热也快, 因此, 高原地区中午温度较高, 早晚温度较低, 一天之内的温差可达 15~30℃, 故称“年无炎夏, 日有四季”。在高原 11 月初至翌年 4 月为冬季, 平均温度 -10℃以下, 最低温度可达 -40℃以下。我们曾在最热的 7~8 月, 于喀喇昆仑山海拔 5 270 m 处测到的夜间气温为 -17℃。寒冷对人体的影响是诱发或加重急慢性高原病或其他疾病 (感冒、支气管炎、哮喘、冻伤等) 的发生。由于气温低且多变, 如不注意防寒保暖, 极易发生上呼吸道感染和冻伤等疾病。

随海拔高度的升高, 气流的速度也增大。在高原地区 50 km/h 的阵风 (相当于风速 12 级) 并不少见, 有人提出在珠穆朗玛峰上会有 60 km/h 的大风。高原上的风向昼夜不同, 白天风沿山坡吹向山顶, 夜晚寒风由积雪的山顶吹向山谷, 彻夜寒冷。强风有降低大气温度、加速机体表面水分蒸发的作用, 加重了寒冷的程度。随着风速的增大, 皮肤表面的温度也随之下降。实际上刮风时吹散了紧贴皮肤的暖空气隔离层, 这称为风寒因素, 故风大与寒冷有密切关系, 是引起冷损伤的重要因素之一 (表 1-2)。

表 1-2 不同海拔高度的大气压、干燥气体和饱和水蒸气的氧分压变化

海拔高度 (m)	大气压 (mmHg)	干燥气体氧分 压 (mmHg)	饱和水蒸气氧 分压 (mmHg)	混合气氧 含量 (%)	温度 (℃)
0	760	159	149	20.9	15.0
500	716	150	140	19.7	11.7
1 000	674	141	132	18.6	8.3
1 500	634	133	123	17.6	5.0
2 000	596	125	115	16.4	1.7
2 500	560	117	108	15.4	-1.7

续表

海拔高度 (m)	大气压 (mmHg)	干燥气体氧分 压 (mmHg)	饱和水蒸气氧 分压 (mmHg)	混合气氧 含量 (%)	温度 (℃)
3 000	526	110	100	14.5	-5.0
3 500	493	103	94	13.6	-8.3
4 000	462	97	87	12.8	-11.7
4 500	433	91	81	12.0	-15.0
5 000	405	85	75	11.2	-18.3
6 000	354	74	64	9.7	-25.0
7 000	308	65	55	8.5	-31.7
8 000	267	56	46	7.4	-38.3
9 000	231	48	39	6.4	-45.0

注：该表提供了配制模拟相应海拔高度混合气所需氧百分比和不同海拔高度的温度。

随海拔升高，大气中水蒸气的分压降低，空气干燥，空气湿度降低。如以海平面空气中水蒸气的绝对含量作为 100%，则在海拔 3 000 m 高原上，空气中水蒸气含量仅为 20%，不及海平面的 1/3，而海拔 6 000 m 时，只有海平面的 5%。由于高原地区的相对湿度较平原地区低，正常情况下通过人的呼吸和汗液蒸发，人体可失去较多水分，却不易被人体察觉。水分蒸发将促使人的体液丧失，如果体液丧失过多，可出现脱水症状。轻度脱水对人体的影响较小，一般仅造成黏膜干燥、皲裂，如嘴唇干裂、鼻出血，严重的还有皮肤皲裂，冬季尤为明显。

第二节 新疆高原医学研究发展史

高原病第一次文字记载源于中国。汉书记载，公元前 32 年至 8 年汉成帝时，大将军武库令向当时的大司马大将军王凤建议，不派专使去罽宾（大概包括阿富汗、克什米尔和印度河上游地区）。他说：“越过皮山以后，必须穿过大头痛山和小头痛山，赤土、身热之坂，这些山这样命名，是因为它们使人头痛、头晕及呕吐。以后还要通过三十里长的三池盘峡谷，在悬崖陡壁下，路宽只有两尺，行人须用绳子拴在一起，以免失足。从这里到身毒（古印度）还有三千里，沿途充满了危险。”

据考证，皮山是和田与大头痛山（藏北高原）之间的喀拉喀什山口，三池盘是喀喇昆仑山口。公元 399 年至 414 年，中国和尚法显去克什米尔、阿富汗等地，途经高山关口时，见到他的一位同伴口吐泡沫死去，这可能是一例高原肺水肿。德国探险家勒柯克 1906 年翻越喀喇昆仑山时有过这样的一段记载：“沿途帐幕露宿，发生种种奇事异闻。同人中既多有遇合，而遗此失彼，也时有所发生。在喀喇昆仑关附近喀什噶尔的撒得汗苏丹即死于此。苏丹于战胜西藏的西部后，凯旋经此，遽得山病而死。染山病者，

皆为异域之人，而西藏人则否。然而西藏人，每至印度平原，居之既久，也常得肿病及胸胀病而死。凡染山病者，皆头痛眩晕，继之发狂，有时不能言语，手足渐肿。约日出及早饭时即死。”这段描述的所谓“山病”与现在我们诊断的高原脑水肿（也称高原昏迷）临床过程十分相似。

1739年一位外国神父提到“高山对人和动物的影响或者来自大气稀薄，或者来自有害的散发物”。当时西藏人认为这是恶神的散发物。高原病在有些地方被人们称为云瘴或瘴气。

近代我国高原医学研究起步较晚，到目前为止新疆维吾尔自治区尚未设立高原医学研究和高原疾病防治的相关机构，青海和西藏均于20世纪80年代相继成立，这可能与新疆高山地区人烟稀少有关。

我国真正认识并着手研究高原病是在新中国成立后1950年解放军进驻西藏和修筑康（西康省）藏公路开始的。当时进军西藏的部队卫生人员曾收治过大量高原病患者，原西南军区卫生部曾几次组织医疗队去康藏公路沿线调查此病。随后兰州军区和新疆军区也进行了这方面的调查和研究。

南疆部队主要担负着西藏阿里高原、喀喇昆仑山和塔什库尔干等高原边防一线的戍边任务，高原边防部队所处的地理环境和气候特点与平原截然不同，部队常年驻守在海拔4500 m以上的边防哨卡，高原缺氧和气候严寒严重威胁着广大边防官兵的身心健康。1950年8月，驻南疆部队派遣进藏先遣连进入藏北高原，不到一年时间先后牺牲了半数官兵，后期牺牲者多因水肿起病，由于当时不能认识此病，也得不到必要的救治。1962年中印边界自卫反击作战中，我军因高原性疾病使部队非战斗减员高达40%。半个世纪过去了，随着科学技术的发展，我国在高原医学研究方面已做了大量工作，并取得较好的成绩。整体和组织器官水平的研究已深入细胞和分子水平的研究。在高原疾病防治方面已总结出许多行之有效的办法。除了阶梯适应性训练，药物预防特别是各类中草药预防高原病已取得可喜的成绩。

为探索部队高原疾病的防治，1964年南疆军区决定成立高原卫生调查组，对高原自然地理、气候特点、流行病学以及有关高原部队的生理与病理方面进行了初步调查。在此期间发表过几篇有价值的高原部队卫勤保障方面的相关论文，并在国内首次发现高原性蛋白尿。1966年“文化大革命”开始，此项工作被迫停止。相隔十多年以后，1980年，经中国人民解放军总后勤部卫生部批准，在新疆军区正式组建成立了高山病防治研究所，先后对驻守海拔5000 m以上地区官兵的呼吸、循环、消化、神经等系统进行深入研究，以及对急性、慢性高原性疾病防治进行经验总结。经过近40年的长期攻关研究，掌握了大量的高原病的临床资料，在高原病的命名、分型、发病机理和防治方面均取得了显著的成绩。值得一提的是，在长期的科学实践中总结出部队进驻高原行之有效的高原疾病防治措施和方法，通过推广应用，使高原肺水肿和高原脑水肿的患病率由2.0%~4.0%下降为0.5%~1.0%，部队急性高原病的病死率由20世纪80年代的2.0%下降为零。在国内首创吸入低浓度一氧化氮现场救治高原肺水肿150余例均获成功，治愈率100%，治愈时间平均48 h，显著提高了临床治愈水平。

第二章 高原习服病理生理研究

第一节 高原习服

高原环境影响人体的主要因素是缺氧。平原人进入高原后，机体在神经-体液调节下发生一系列的代偿适应性变化，如肺通气增强、红细胞和血红蛋白增加、血红蛋白氧解离曲线右移、毛细血管增生等，改善机体氧供和氧的利用，以适应高原低氧环境，这个过程称为高原习服（acclimatization）。

一、高原习服机制

对高原低氧环境的习服不是机体某个系统功能代偿的结果，而是由多个系统和器官，各种组织、细胞代谢调整共同参与的整体综合反应。而组织、细胞水平的适应是机体对高原低氧的“根本性适应”。从组织、细胞水平进行高原低氧习服适应机制的研究已是高原医学研究的主流和热点。如图 2-1 所示，进入高原后，机体从组织、细胞对氧的感受、信号传导以及由此介导的红细胞增生、毛细血管密度增加、能量代谢调整等多个方面、多个层次进行调整，以习服适应于高原低氧环境。机体对高原的习服也主要是围绕着氧的摄取—运输—利用这条轴线来进行的。

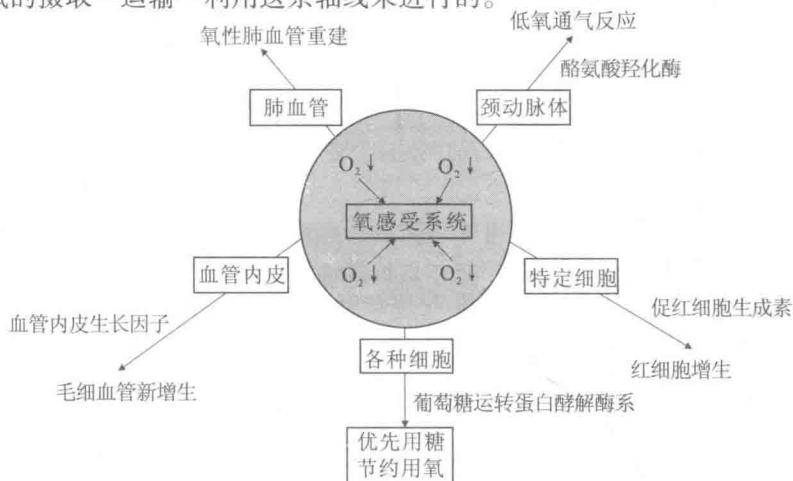


图 2-1 缺氧习服适应机制示意