

卫生部医政司医用高压氧岗位培训中心 编

高压氧临床医学



中南大学出版社

高压氧临床医学

卫生部医政司医用高压氧岗位培训中心 编

编委名单

主编 吴钟琪

编委 (按姓氏笔画为序)

朱双罗 张绪中 肖平田 吴致德
房广才

编者 (按姓氏笔画为序)

朱双罗 刘 敏 刘丽旭 吴钟琪
肖平田 张绪中 吴致德 陈一飞
巫怀新 房广才 李严祥 杨于嘉
杨期东 易军晖 赵素萍 黄佩刚
彭争荣 彭慧平



中南大学出版社

高压氧临床医学

卫生部医政司医用高压氧岗位培训中心编

☐责任编辑 李 炯 张碧金

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路 邮编:410083

发行科电话:0731-8876770 传真:0731-8710482

电子邮件:csucbs @ public. cs. hn. cn

☐经 销 湖南省新华书店

☐印 装 长沙市湘诚彩色印刷厂

☐开 本 787×1092 1/16 ☐印张 23.25 ☐字数 592 千字

☐版 次 2003 年 9 月第 1 版 ☐2003 年 9 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 7-81061-771-0/R·028

☐定 价 46.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换



前 言

自 20 世纪 90 年代中期开始, 卫生部、劳动部在国务院领导下, 加强了对医用高压氧设备及治疗安全的管理, 除制订了我国高压氧舱的国家标准, 颁发了《医用氧舱临床使用安全技术要求》, 实行了医用氧舱制造许可证等制度外, 还建立了医用高压氧岗位培训中心, 并规定全体高压氧从业人员须经过培训, 考试合格, 持证上岗。到目前为止, 全国经过培训的高压氧从业人员已达 8000 人以上。在此期间, 不仅高压氧从业人员的素质得到了普遍提高, 高压氧治疗设备的安全性、可靠性、有效性也有很大改进, 高压氧治疗安全事故明显减少, 使我国高压氧医疗事业进入了又一个新的发展时期。近几年我国医用氧舱数量迅速增加, 特别是在我国西部地区和一些原来经济比较落后的地区新建了一批高压氧舱并取得良好的社会效益。

随着科学技术的迅速进步, 近年来高压氧医学在基础理论和临床应用上都取得了很大发展, 我国已是一个名副其实的高压氧大国, 全国现有各种类型的高压氧治疗舱近 1 万台座 (包括婴儿氧舱 3000 余台), 超过了世界其他国家氧舱数的总和; 经中华高压氧医学会推荐的各类治疗适应证已达 75 种之多, 几乎涉及所有临床专科; 每年治疗的患者达到数百万人次。在高压氧的科学研究方面, 近十年来也取得十分喜人的进展, 现在每年发表的论文在 400 篇以上。更为可喜的是, 在世纪之交的 2000 年, 《中国航海医学及高压氧医学杂志》正式出版发行, 为高压氧学术交流提供了一个新的论坛和交流平台, 为向世人展示中国高压氧医学打开了一个窗口。

为适应我国迅速发展的高压氧医学事业的需要, 为满足广大高压氧从业人员临床工作的需要, 为提高高压氧岗位培训质量的需要, 我们特组织了一批高压氧和临床相关学科的专家, 同时邀请了张绪中、房广才等我国著名高压氧医学专家撰文, 共同编写了这本《高压氧临床医学》, 以飨读者。



本书力求做到内容全面、新颖，能反映高压氧医学的现状与发展；简明实用，能帮助解决高压氧临床工作者遇到的实际问题；注重“三基”（基础理论、基本知识和基本技能）特点，能适应高压氧岗位培训工作的要求。本书特别重视高压氧治疗的安全问题，从设备安全、治疗安全、安全制度、安全管理等多方面进行了探讨和论述。本书还对高压氧在婴幼儿治疗中的应用进行了较为详细的介绍，以满足近年来新建的大量婴儿氧舱治疗工作的需要。为便于理解记忆，本书特编写了若干试题和模拟试卷，供读者复习参考。

本书适于高压氧临床医、护、技人员使用，亦可作为高压氧岗位培训教材，同时还可作为临床医学和护理学教师 and 学生的参考用书。

由于作者水平所限，本书在内容和编写上尚存在一些问题甚至错误，诚请读者批评指正。

编 者

2003 年 8 月



目 录

第一部分 高压氧医学基础

第一章 高压氧医学概述

- 一、高压氧与高压氧疗法..... 3
- 二、高压氧医学的任务..... 3
- 三、高压氧医学发展史..... 3

第二章 呼吸生理

- 第一节 气体交换原理..... 6
 - 一、气体的扩散..... 7
 - 二、呼吸气体和人体不同部位气体的分压..... 7
- 第二节 肺换气和组织换气..... 8
 - 一、肺换气..... 8
 - 二、组织换气..... 10
- 第三节 气体在血液中的运输..... 10

第三章 缺氧与氧疗

- 第一节 缺氧..... 13
 - 一、氧的一般特性..... 13
 - 二、常用的血氧指标..... 14
 - 三、缺氧的类型、原因和发病机制..... 14
 - 四、缺氧时机体的功能代谢变化..... 16
- 第二节 氧疗..... 18
 - 一、氧疗的生理和病理生理学基础..... 18
 - 二、氧疗的指征..... 19
 - 三、氧疗的种类..... 20
 - 四、给氧方法..... 21
 - 五、氧疗注意事项..... 23
 - 六、氧疗的副作用及处理..... 24

第四章 高压氧的物理学基础与氮的饱和及脱饱和

- 第一节 高压氧医学的物理学基础..... 25
 - 一、高压所涉及的气体及主要参数..... 25



二、气体的基础本特性	25
三、气体定律	27
第二节 氮的饱和及脱饱和	30
一、氮的饱和及脱饱和过程	30
二、影响体内氮饱和及脱饱和的因素	31
三、氮气的过饱和及过饱和安全系数	31
第五章 高压氧对生理、生化功能的影响及其治疗机制	
第一节 高压氧对机体生理功能的影响	33
一、对血液系统的影响	33
二、对神经系统的影响	34
三、对循环系统的影响	34
四、对呼吸系统的影响	34
五、对消化系统的影响	35
六、对内分泌系统的影响	35
七、对免疫系统的影响	36
第二节 高压氧对机体生化功能的影响	37
一、高压氧下机体氧耗变化	37
二、高压氧对新陈代谢的影响	37
三、高压氧对酶活性的影响	38
第三节 高压氧与氧自由基	38
一、氧自由基的产生	38
二、氧自由基对人体的毒性作用	38
三、高压氧可提高组织中氧自由基的浓度	39
四、机体对氧自由基的抗氧化防御系统	39
五、氧自由基的临床意义	39
第四节 高压氧治疗机制	40
一、提高血氧张力, 增加血氧含量	40
二、增加组织氧储量	41
三、提高血氧弥散率和增加组织内氧有效弥散距离	41
四、对血管的收缩作用和对侧支循环的影响	41
五、抑制厌氧菌的生长与繁殖	42
六、增强放射线和化学药物对恶性肿瘤的作用	42
七、高压氧对气泡的作用	42
八、高压氧对损伤的修复作用	43

第二部分 医用氧舱设备及质量管理

第六章 高压氧舱的国家标准

一、主题内容与适用范围	47
二、引用标准	47
三、术语	47
四、产品分类	48



五、技术要求	48
第七章 高压氧舱安全技术检查	
一、医用氧舱资料审查	53
二、医用氧舱安全技术检查	53
第八章 高压氧舱舱型分类及组成结构	
一、高压氧舱舱型分类	60
二、氧舱的组成结构	61
第九章 医用氧舱设备的安全管理	
一、医用氧舱的设置及设置申请程序	63
二、医用氧舱对从业人员的要求与配备	63
三、医用氧舱安全及查验制度	64
四、医用氧舱对压缩空气和氧气的要求	65
第十章 高压氧设备管理制度	
一、机房管理制度	66
二、供氧管理制度	66
三、供气管理制度	67
四、配电及供电管理制度	67
五、高压氧舱保养与维修制度	68
第十一章 婴儿氧舱设备及管理	
一、婴儿氧舱主要技术性能指标	70
二、婴儿氧舱结构特点	70
三、婴儿氧舱的安全设计	70
四、婴儿氧舱的日常维护	71
五、婴儿氧舱的定期检验	72

第三部分 高压氧的临床应用

第十二章 高压氧科(室)工作人员职责	
一、高压氧科主任职责	75
二、高压氧科医生职责	75
三、高压氧科护士长职责	76
四、高压氧科护士职责	76
五、操舱人员职责	76
六、婴儿氧舱操舱人员职责	77
七、陪舱人员职责	77
八、氧舱工程师、技术员职责	78
九、主任技师、高级工程师职责	78
第十三章 高压氧科(室)管理制度	
一、高压氧科(室)安全管理制度	79
二、高压氧科(室)工作制度	79
三、进舱人员管理制度	80
四、氧舱消毒隔离制度	80



五、高压氧从业人员卫生保障制度	81
第十四章 高压氧治疗程序与治疗方案	
第一节 高压氧治疗前准备	82
一、患者的选择	82
二、设备检查	82
三、进舱人员的准备	83
第二节 高压氧治疗程序	83
一、加压	83
二、稳压吸氧	84
三、减压	84
四、高压氧治疗工作时间概念	85
第三节 高压氧治疗方案	85
一、制订治疗方案的基本原则	85
二、治疗舱型的选择	85
三、治疗压力的选择	85
四、吸氧方式与时间的选择	86
五、疗次与疗程的选择	86
六、高压氧治疗方案	86
七、高压氧混合二氧化碳治疗方案	88
第十五章 高压氧舱操作规程	
第一节 空气加压舱（多人舱）操作规程	89
一、治疗舱操作规程	89
二、过渡舱操作程序	91
三、递物筒操作程序	91
第二节 氧气加压舱（单/双人舱）操作规程	92
第三节 婴儿氧舱操作规程	93
第十六章 高压氧治疗的适应证与禁忌证	
第一节 高压氧治疗适应证	96
一、中华医学会高压氧分会推荐的适应证（1992）	96
二、中华医学会高压氧分会推荐的婴儿氧舱治疗适应证（1992）	98
三、美国高气压学会推荐的适应证（1986）	98
四、日本高气压环境医学会推荐的适应证（1990）	99
五、原苏联提出的高压氧适应证	99
第二节 高压氧治疗禁忌证	101
一、中华医学会高压氧分会推荐的禁忌证（1992）	101
二、国外推荐的高压氧治疗禁忌证	101
三、关于禁忌证的探讨	102
第十七章 高压氧的毒副作用	
第一节 气压伤	104
一、中耳气压伤	104
二、鼻窦气压伤	105
三、肺气压伤	106



第二节 氧中毒	107
一、病因	107
二、氧中毒机制	107
三、氧中毒分型	108
第三节 减压病	113
第十八章 高压氧治疗的护理	
一、治疗前的护理	122
二、加压期间护理	122
三、稳压吸氧期间护理	123
四、减压期间护理	123
五、陪舱护理	123
六、婴幼儿高压氧治疗时的护理	124
七、舱内特殊病情的护理	124
八、舱内治疗注意事项	125
第十九章 高压氧治疗的安全管理	
一、燃烧三要素	126
二、舱内燃烧的强度和速度	126
三、氧舱火灾事故的应急处理	127
四、高压氧舱火灾的预防	127
五、氧舱的安全使用与管理	127
六、医用氧舱安全技术检查	128
第二十章 高压氧在急症中的应用	
第一节 一氧化碳中毒	129
一、急性一氧化碳中毒	129
二、慢性一氧化碳中毒	134
三、一氧化碳中毒迟发性脑病	134
第二节 天然气和液化石油气中毒	136
第三节 毒物中毒	136
一、氰化物中毒	136
二、硫化氢中毒	138
三、奎宁中毒	139
第四节 气栓症	140
第五节 心肺复苏后脑功能障碍	142
第六节 休克	143
第七节 肺水肿	148
第八节 脑水肿	150
第九节 气性坏疽	152
第二十一章 高压氧在内科的应用	
第一节 冠状动脉粥样硬化性心脏病	154
第二节 心律失常	156
第三节 心功能不全	158
第四节 病毒性心肌炎	160



第五节	支气管哮喘	161
第六节	急性呼吸窘迫综合征	164
第七节	消化性溃疡	165
第八节	溃疡性结肠炎	167
第九节	传染性肝炎	168
第十节	慢性肾小球肾炎	170
第十一节	糖尿病	172
第十二节	高原病	174
第二十二章	高压氧在外科的应用	
第一节	烧伤	177
第二节	皮肤移植	181
第三节	断肢再植	183
第四节	手外伤	185
第五节	骨折延迟愈合与不愈合	187
第六节	无菌性股骨头坏死	188
第七节	慢性血源性化脓性骨髓炎	190
第八节	皮肤慢性溃疡	192
第九节	血栓闭塞性脉管炎	193
第十节	雷诺综合征	195
第十一节	破伤风	197
第十二节	动脉栓塞	198
第十三节	运动性疲劳	200
第十四节	放射性损伤	202
第二十三章	高压氧与麻醉和手术	
第一节	高压氧与麻醉	205
一、	高压氧在麻醉围术期中的作用	205
二、	高压氧下麻醉的特点	207
三、	氮麻醉（惰性气体麻醉）	207
第二节	高压氧与手术	208
一、	高压氧下手术范围	208
二、	高压氧下手术注意事项	208
三、	高压氧下心内直视手术	209
四、	高压氧下剖宫手术	210
五、	高压氧对人体移植器官的保护作用	210
第二十四章	高压氧在神经科的应用	
第一节	脑梗死	211
第二节	脑出血	212
第三节	血管性头痛	214
第四节	病毒性脑炎	216
第五节	流行性乙型脑炎	218
第六节	面神经炎	220
第七节	癫痫	221



第八节	多发性硬化	223
第九节	进行性肌营养不良	225
第十节	颅脑损伤	226
第十一节	急性脊髓损伤	230
第十二节	周围神经损伤	234
第十三节	持续性植物状态	235
第二十五章 高压氧在精神科的应用		
第一节	脑器质性精神病	238
第二节	老年性痴呆	240
第三节	血管性痴呆	242
第四节	神经症	243
第二十六章 高压氧在儿科的应用		
第一节	儿童生长发育及障碍	245
一、	儿童生长发育规律	245
二、	影响小儿生长发育的因素	246
三、	各年龄分期和保健原则	246
四、	儿童体格生长发育	247
五、	儿童体格生长障碍	249
六、	儿童心理行为障碍	249
第二节	儿科病历书写及检查	250
一、	儿科问诊及病历书写	250
二、	儿科体格检查	251
三、	儿童实验室检查	260
第三节	新生儿生理特点与保健	265
一、	新生儿生理特点	265
二、	新生儿保健	266
第四节	新生儿疾病高压氧治疗	267
	新生儿破伤风 (267)	
	新生儿肺透明膜病 (268)	
	新生儿胆红素脑病 (269)	
	新生儿窒息 (271)	
	新生儿肺炎 (272)	
	新生儿坏死性小肠结肠炎 (273)	
	新生儿颅内出血 (274)	
	脑性瘫痪 (274)	
	羊水吸入综合征 (275)	
	新生儿缺血缺氧性脑病 (276)	
第五节	儿科疾病高压氧治疗	277
	肺部感染 (277)	
	儿童糖尿病 (278)	
	化脓性脑膜炎 (280)	
	结核性脑膜炎 (281)	
	感染中毒性脑病 (282)	
	小儿癫痫 (283)	
	小儿急性脑水肿 (284)	
第二十七章 高压氧在产科的应用		
第一节	产科生理基础	286
一、	妇女各阶段的生理特点	286
二、	妊娠期母体变化	287
三、	胎儿循环系统生理特点及胎儿附属物	288



第二节 产科疾病的高压氧治疗·····	289
妊娠高血压综合征 (289)	胎儿窘迫 (294)
先兆流产 (290)	胎盘功能不全 (295)
过期妊娠 (292)	妊娠合并症 (296)
胎儿宫内发育迟缓 (293)	高压氧下剖宫产术 (298)
第二十八章 高压氧在五官科的应用	
第一节 高压氧对眼部组织的作用·····	300
一、高压氧治疗对角膜的影响 ·····	301
二、高压氧治疗对房水及眼压的影响 ·····	301
三、高压氧治疗对晶体的影响 ·····	301
四、高压氧治疗对视网膜的影响 ·····	301
第二节 高压氧在眼科疾病中的应用·····	303
视网膜动脉阻塞 (303)	视神经炎 (306)
视网膜静脉阻塞 (304)	视网膜和视神经挫伤 (307)
中心性浆液性脉络膜视网膜病变 (306)	
第三节 突发性耳聋 ·····	308
第四节 梅尼埃病 ·····	310
第五节 牙周炎 ·····	313
第二十九章 高压氧与恶性肿瘤	
一、高压氧治疗恶性肿瘤的原理 ·····	316
二、高压氧治疗恶性肿瘤的方法 ·····	317
三、高压氧在恶性肿瘤治疗中的实验及临床观察 ·····	317
四、展望 ·····	317

第四部分 附 录

附录一 毫米汞柱 (mmHg) 与千帕 (kPa) 数值换算表 ·····	321
附录二 水下与高压医学网址 ·····	322
附录三 卫生部劳动部关于下发《医用氧舱临床使用安全技术要求》的通知 ·····	326

高压氧试题、模拟试卷及参考答案

I、高压氧试题及参考答案

高压氧试题 ·····	333
高压氧试题参考答案 ·····	342

II、高压氧试卷及参考答案

模拟试卷(一) ·····	350
模拟试卷(一) 参考答案 ·····	353
模拟试卷(二) ·····	354
模拟试卷(二) 参考答案 ·····	357

第一部分



高压氧医学基础



第一章 高压氧医学概述

高压氧医学 (Hyperbaric Oxygenation Medicine) 是一门较为年轻的临床医学分支学科, 现已广泛用于临床各科疾病的治疗, 显示了良好的疗效, 具有十分广阔的发展前景。

高压氧医学应属高压医学的范畴。高压医学主要包括潜水医学和临床高压氧医学。随着航空和航天事业的发展, 低气压对人体的影响也日益受到人们的重视。

一、高压氧与高压氧疗法

机体处于高压环境中所呼吸的与环境等压的纯氧称为高压氧 (hyperbaric oxygen, HBO)。利用吸入高压氧治疗疾病的方法称为高压氧疗法 (hyperbaric oxygen therapy, HBOT)。

高压氧治疗一般系指在高于一个标准大气压的环境下吸氧进行治疗, 但这一概念并不十分确切, 不同地区大气压力并不一致, 例如我国西藏某地区大气压强仅为标准大气压的 65% 左右。因此, 准确地说, 高压氧治疗应以地方大气压为准。

二、高压氧医学的任务

高压氧医学是一门涉及多学科的边缘学科, 高压氧医学的任务是运用基础医学和临床医学, 以及其他相关学科如物理学、工程学等理论, 不断探索与掌握高压氧治疗的原理, 研究并提出与高压及高压氧所致疾病的诊断及防治措施, 进而不断扩大和完善高压氧治疗的各种适应证, 慎重掌握其禁忌证, 即从基础研究和临床应用着手, 促使高压氧医学迅速发展, 为人类健康事业作出应有的贡献。

高压氧医学的研究内容由它的任务所决定, 涉及相关学科的基本原理和方法主要有: ①高压生理学; ②高压氧治疗的机制; ③高压氧治疗临床的适应证与禁忌证; ④高压氧医学实验研究; ⑤高压氧设备的工程技术学。

三、高压氧医学发展史

1. 高压医学萌芽 在人类发现氧气之前, 英国医师 Henshaw 于 1662 年首先使用压缩空气治疗疾病, 认为高压可以帮助消化和治疗某些肺部疾病, 此即高压医学的萌芽。由于当时尚缺乏明确的理论依据, 因此没有引起人们的足够重视。

2. 氧气的发现与应用 1775 年英国的 Priestley 从氧化汞中提取了氧气, 次年法国人 Lavoisier 从空气中分离出了氧气, 根据希腊语“可生酸”的意义, 将氧取名为“Oxygen”, 并确立了“氧化”的概念, 为氧疗和高压氧治疗奠定了基础。1795 年 Beddoes 发明了吸氧装具并第一次正式提出将氧气用于临床救治工作, 取得良好效果。



1854年 Pol 和 Wattelle 阐明了减压病的病因并用加压治疗的方法治疗减压病。1878年法国 Bert 发表了《气压——实验生理学研究》一文,阐明了高气压引起的生理反应及病理变化,并推荐减压病的治疗过程中运用氧气,以促进体内氮的排出,为高压氧医学奠定了理论基础。

19世纪初,气体物理学获得重要进展,几项重要的气体定律被相继发现,为高压氧的临床应用提供了重要的理论基础。

3. 高压氧医学与高压氧医学的发展 1834年,法国人 Junod 建造了一个铜舱,用 0.2~0.4MPa 的高气压治疗患者,据称对肺部疾患取得了良好疗效。继而高气压疗法开始在欧洲广泛应用。1860年,加拿大渥太华建成了北美第一座治疗用的高压舱。1870年 Fontaine 首先在高压舱内做手术,并在舱内同时吸氧,认为有苏醒早、不发生窒息等优点。

1887年 Valenzuela 第一次成功地在加压舱内用纯氧治疗疾病,为高压氧的临床应用作出了良好的开端。1928年 Cunningham 建造了有史以来最大的加压舱,5层楼高,直径 19.5m。由于当时对高压氧治疗机制、适应证、氧中毒等认识不足,故未能取得理想的疗效,至后期仅用于治疗 and 预防深水作业潜水员发生的减压病。

4. 近代高压氧医学 第二次世界大战后,高气压和高压氧医学再次引起人们的重视,潜水医学和高压氧医学都获得了重要的发展。

1950年 Paek 等报告应用高压氧治疗一氧化碳中毒和厌氧菌感染取得了极好的效果;1955年,国外应用高压氧配合放射疗法对恶性肿瘤治疗取得良好疗效;1956年,荷兰人 Boerema 首次将高压氧应用于胸外科,在 0.3MPa 氧压(3个大气压)下给患者吸入氧气进行心脏直视手术取得成功。为高压氧医学再创辉煌的 Boerema,于 1960年发表了《无血生命》的论文,引起医学界的轰动。论文报告说,将血液放尽并注入等量液体的荷兰猪置于 0.3MPa 下吸纯氧,几乎无血细胞的动物安然生存了 15min。实验后,将放出的血液输还给动物,动物脱离高压氧环境仍然富有活力,继续生存;而在舱外不吸纯氧的动物却很快死亡。

随着高压氧医学的发展,不但在基础研究、临床应用方面取得重大成果,而且在高压氧舱设备方面也取得令人瞩目的进展。目前世界上拥有高压氧设备的国家和地区逐渐增多,至 20 世纪末,除中国以外,世界各地氧舱已超过 3000 台座。舱体质量及舱内设备也在不断改善和提高。舱内照明、温湿度、检诊仪器、安全措施等都尽可能满足临床治疗的需要,某些设备还以计算机来控制,不少豪华型氧舱先后问世。美国某些多人舱装有 9 种监护仪器,可同时监测心、脑、呼吸等多种生理功能;有的还可在舱内拍摄 X 线片以及进行放射治疗。

随着医学科技的不断发展,人们对高压氧的生理作用、治疗原理、毒副作用及其预防等都有了较多的认识,近三四十年来全世界出版的高压氧医学书刊达 1 万余种,世界最大的医学文献数据库《Medical index》每年收录高压氧论文期刊达 100 余种。

为加强学术交流,自 1963 年以来,先后在荷兰、英国、日本、加拿大、原苏联、澳大利亚、中国和意大利等国召开了 13 次国际高气压学术会议。许多区域性和国际性的高气压医学学会也相继成立。自此高压氧医学进入了一个兴盛发展的时期,逐步成为现代医学的又一重要分支学科。

5. 中国高压氧医学的发展与现状 我国高压氧医学起步较晚,但发展十分迅速。1949 年前,上海打捞局装备了为潜水员治减压病的加压舱。解放后,海军医学研究所于 1954 年建成了加压舱,在国内首先开展了用高压氧治疗减压病、肺气压伤及缺氧症的工作。20 世纪 60