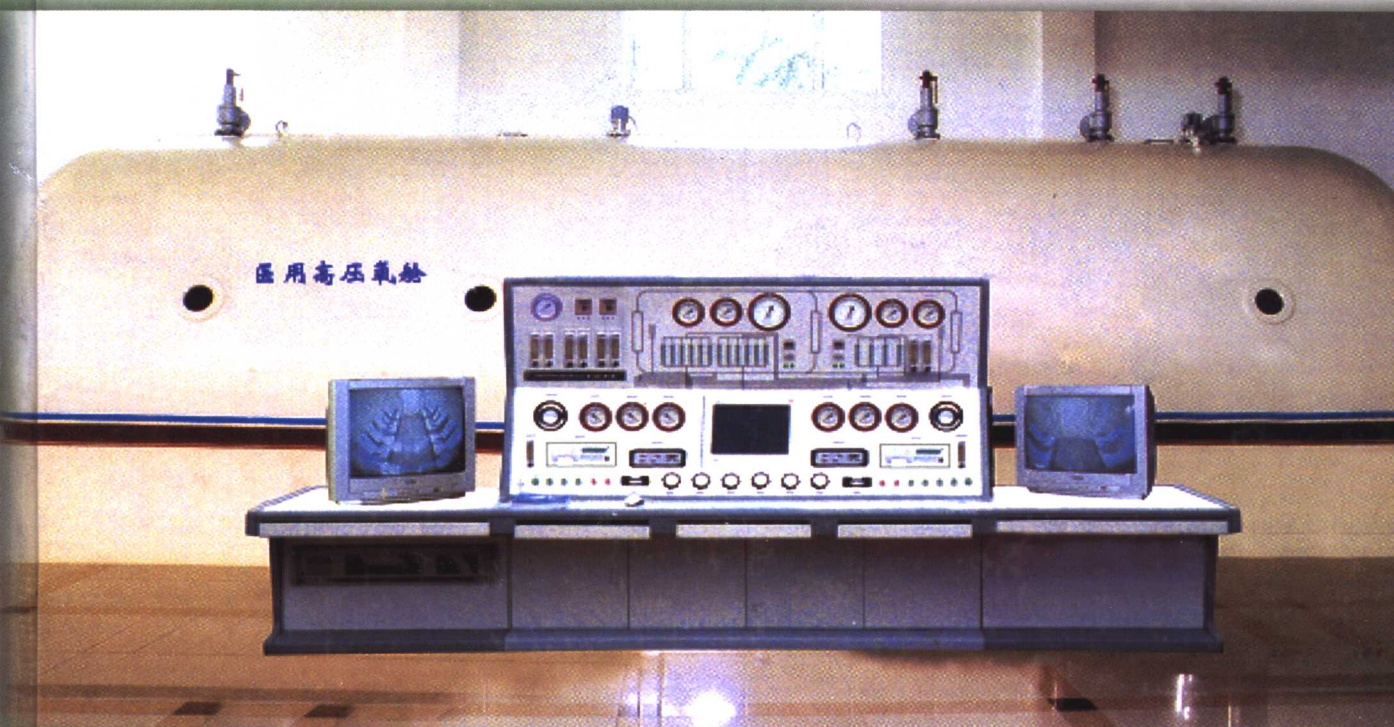


高压氧治疗 基础与临床



顾 问 倪国坛 龚锦涵 刘景昌
主 编 杨 益
副主编 吴嗣洪 金其昌 陶恒沂 练庆林

上海科学技术出版社

高压氧治疗基础与临床

顾 问 倪国坛 龚锦涵 刘景昌
主 编 杨 益
副主编 吴嗣洪 金其昌 陶恒沂 练庆林

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

高压氧治疗基础与临床/杨益主编. —上海:上海科学技术出版社,2005.6

ISBN 7—5323—7972—8

I. 高... II. 杨... III. 高压氧 IV. R459.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 029093 号

世纪出版集团
上海科学技术出版社 出版、发行

(上海瑞金二路 450 号 邮政编码 200020)

新华书店上海发行所经销

苏州望电印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 21.25 插页 4 页

字数 500 000

2005 年 6 月第 1 版

2005 年 6 月第 1 次印刷

定价:50.00 元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,
请向本社出版科联系调换

前 言

我国医用高压氧舱从业人员规范化的上岗培训已走过了 10 个年头。10 年前,在邹家华同志的关注下,由当时的劳动部和卫生部、国家药物管理局、公安部等有关部门共同抓了医用高压氧舱的工作。明确分工,由卫生部抓医用高压氧舱从业人员的培训,劳动部抓医用高压氧舱的产品质量(劳安锅局字[1995]3 号)。并明文规定,“医用氧舱操作人员必须经国务院卫生行政部门指定的机构培训,并经考试合格,取得卫生部医政司签发的合格证书后,方可上岗操作”(劳安锅局字[1995]80 号)。而后,经卫生部批准,在全国成立了两个培训中心,“上海高压氧岗位培训中心”(以下简称“中心”)就是其中的一个(卫医管发[1996]第 80 号),并“负责华东、华北、东北地区的培训资格认可”(卫医管发[1996]第 83 号)。“中心”的成员主要由上海市相关的专家组成:既有学医的,也有学工的;既有医院的,又有大学的;既有地方的,还有部队的。总之,它是一支实力较强大的“上海队”。

为了完成好卫生部交给的全国培训任务,“中心”及时组织有关的专家修改原来已编写好的教学大纲,并分工编写教材。由于大家积极投入,较快地完成了教材的编写工作。以内部印刷出版的形式,使培训班上的学员及时用上了较正规的教材。至今,使用该教材,已办了 70 多个班,参加的学员近 6 000 人(次),发挥了它应有的作用。该教材前后印制了 6 次,中间也作了些修改,但从目前的眼光分析,该教材的确是老了,存在着内容不够新、特色不够明、格式不够齐的缺点,急需新编教材。

经过 2 年多的努力,新教材终于与大家见面了。这本新教材的特点是:第一,专业性较强,突出与高压氧有关的内容,其他一般的内容从简;第二,针对性较强,主要是针对已有一定医学基础的医用高压氧舱操舱人员,内容较精练、实用;第三,内容较新,对国内外一些认识较一致的新内容,尽量给予介绍。这本新教材不仅可作为“中心”办班用书,也可作为高压氧舱操舱人员的工作参考书,对氧舱设备的维护管理人员也有参考作用。当然,新教材真正的好坏,结论应该在使用一段时间之后。

通过教材的不断更新、办班效果的不断提高、高压氧舱从业人员平时的学习不断加强,相信整个高压氧队伍的素质将会不断提高。安全意识将会不断加强,治疗水平将会不断提高。高压氧舱作为临床上一种特殊的设备,在疾病的治疗、康复方面将会越来越发挥积极的作用,我国高压氧医学也将会迅速地发展。

杨 益

2005 年 1 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 高压氧的基本概念	1
一、大气压	1
二、法定计量单位	2
三、高压氧的定义	3
四、高压氧医学	4
第二节 高压氧治疗的发展简史	5
一、发展概况	5
二、新的突破	6
三、国际学术交流	7
四、高压氧治疗在临床治疗学上的地位	8
五、日本、美国、前苏联等国家在高压氧治疗发展中的经验教训	9
六、我国的发展概况	12
第三节 高压氧治疗中的安全问题	14
一、压力变化的影响	15
二、高压氧的毒性作用	15
三、火灾事故	16
四、密闭空间的心理影响	16
五、其他影响因素	16
第四节 高压氧治疗中的火灾事故	17
一、国外资料	18
二、我国资料	19
三、对燃烧条件的认识	21
四、舱内火灾的预防	23
五、灭火问题	25
第五节 高压氧治疗的展望	25
一、适应证与禁忌证	25
二、对高压氧治疗的有利作用和不利影响的认识	26
三、引进“循证医学”的理念	28
四、高压氧治疗最优化方案的研究	30
五、值得探索的研究领域	32

第二章 高压氧治疗的设备系统	37
第一节 医用高压氧舱设备概述	37
一、高压氧舱设备的特点、分类及配套	37
二、高压氧设备发展趋势	41
三、控制台仪表及操舱系统	43
四、高压氧舱舱体及舱内的主要设备	46
五、高压氧舱舱房的建造、设备布局与安装要求	49
六、氧舱设备的调试、验收	50
七、氧舱定期检验	52
附:婴儿氧舱	53
一、婴儿氧舱的结构与原理	53
二、婴儿氧舱的操作与维护	54
第二节 高压氧舱的供排气系统	57
一、概述	57
二、空气压缩机	58
三、压缩空气净化装置	60
四、储气罐	62
五、消声器	63
六、管路及附件	64
第三节 高压氧舱的供排氧系统	68
一、供排氧系统的组成及一般要求	68
二、氧源	70
三、氧气系统的其他部件	71
四、舱内供氧	72
五、呼吸装置	74
六、排氧装置	75
第四节 高压氧舱的电气系统	76
一、电源	76
二、应急电源	78
三、高压氧舱的照明	79
第五节 高压氧舱的空调设备	80
一、概述	80
二、高压氧舱空调设备的特点、安装要求	82
三、空调设备的安全使用、维护及保养	84
第六节 高压氧舱的通讯、闭路监控电视系统和测氧仪	87
一、通讯系统	87
二、闭路监控电视系统	90
三、测氧仪	92
第七节 高压氧舱电气系统的安全要求和检测	94

一、电气系统的防火要求	95
二、电气系统的防电击要求	97
三、电气系统安全的日常监测	98
第八节 医疗仪器在高压氧舱中的应用	99
一、高压氧治疗中生命体征的监护	99
二、高气压下的机械通气	100
三、生命支持系统在高压氧治疗中的应用	102
第三章 高压氧治疗中的护理、治疗方法、工作人员的职责及医学保障	104
第一节 高压氧治疗的护理	104
一、护理人员的职责	104
二、高压氧治疗的护理	104
第二节 高压氧治疗的操作程序与准备工作	107
一、入舱前的安全教育	107
二、操舱人员的职责	107
三、高压氧治疗操舱程序	108
第三节 单人氧舱操作程序	112
一、准备阶段	112
二、加压	112
三、稳压	113
四、减压	113
五、治疗时间	113
六、出舱后处理	113
第四节 各级工作人员职责及医学保障	114
一、各级工作人员职责	114
二、医学保障	114
第四章 高压氧治疗的基础理论	116
第一节 氧的生理学与生物化学	116
一、氧的生理学	116
二、氧的生物化学	117
第二节 气体的基本物理定律和特性	119
一、气体的基本物理定律	119
二、混合气体总压与各组成气体分压的关系	123
三、气体在液体中的溶解与逸出	123
四、气体的密度	125
五、气体的扩散	125
第三节 呼吸生理概要	127
一、呼吸功能及其作用	127
二、气管-支气管-肺树的结构和功能概述	128
三、肺容积及肺容量	130

四、肺通气与肺换气	131
五、通气和血流在肺内的分布	132
六、通气/血流比例	133
七、扩散	134
八、气体在血液中的运输	135
九、呼吸动力、阻力和呼吸功	138
十、呼吸运动的调节	139
十一、肺的非呼吸功能	142
第四节 惰性气体及其在体内的运动规律	143
一、概述	143
二、惰性气体在体内的饱和	144
三、惰性气体在体内的脱饱和	148
四、惰性气体在体内的过饱和	150
第五节 减压方法及减压表	151
一、概述	151
二、高压氧治疗减压的必要性	152
三、减压方法	152
四、减压表	154
五、减压过程中应该注意的问题	154
第六节 高压氧治疗的基本原理及其对机体的影响	155
一、高压氧对机体的影响	155
二、高压氧治疗的基本原理	161
第五章 高压氧治疗的临床应用	165
第一节 高压氧治疗的适应证与禁忌证	165
一、高压氧治疗适应证选择的理论依据	165
二、高压氧治疗的适应证	165
三、高压氧治疗的禁忌证	169
第二节 急性一氧化碳及其他毒物中毒的高压氧治疗	170
一、一氧化碳中毒的高压氧治疗	170
二、其他毒物中毒的高压氧治疗	181
三、药物中毒的高压氧治疗	184
安眠药中毒	184
奎宁中毒	185
第三节 高压氧治疗在内科领域的应用	187
一、脑血管疾病	187
二、冠心病	189
三、急性心肌梗死	191
四、脑炎	192
五、溃疡病	193

六、溃疡性结肠炎	194
七、病毒性肝炎	195
八、支气管哮喘	196
九、眩晕	197
十、糖尿病	198
十一、老年性痴呆	199
第四节 高压氧治疗在外科领域的应用	201
一、厌氧菌感染	201
二、颅脑损伤	202
三、脊髓损伤	205
四、断肢(指、趾)等再植	206
五、植皮	207
六、血栓闭塞性脉管炎	208
七、烧伤	209
八、冻伤	210
九、无菌性骨坏死	211
十、骨折延迟愈合与不愈合	212
第五节 高压氧治疗在眼耳鼻喉科领域的应用	213
一、突发性耳聋	213
二、视网膜中央动脉阻塞	217
三、视网膜中央静脉阻塞	219
四、急性中心性浆液性视网膜脉络膜炎	221
第六节 高压氧治疗在儿科领域的应用	222
一、新生儿窒息	223
二、新生儿呼吸窘迫综合征	224
三、新生儿肺炎	225
四、新生儿颅内出血	226
五、新生儿坏死性小肠结肠炎	226
六、新生儿黄疸	227
七、小儿急性脑水肿	228
八、脑性瘫痪	228
第七节 高压氧治疗在心肺脑复苏中的应用	229
第八节 植物状态的综合治疗	235
第九节 高压氧治疗过程中可能发生意外的处理原则	245
一、火情	246
二、触电	246
三、观察窗和照明窗玻璃爆裂	246
四、加压时发现火种或易燃物进舱	247
五、高压氧治疗时测氧仪突然失灵	247

六、高压氧治疗时加压压力超过治疗压力时的处理	247
七、高压氧治疗时意外停电处理	247
八、夏天高压氧治疗中空调发生故障	247
九、高压氧治疗时发现呼吸器阻力大	248
十、氧惊厥发作	248
十一、肺气压伤	248
十二、减压病	249
十三、心跳呼吸骤停	249
十四、脑血管意外	249
十五、高压氧治疗时出现头痛、耳痛、鼻出血	249
十六、舱内静脉补液引起空气栓塞	250
十七、高压氧治疗时一级吸氧多,舱内氧浓度持续升高、降不下的处理	250
十八、减压时舱内起雾	250
十九、高压氧治疗时有人出现嘴唇发麻	251
二十、空压机运行过程中冷却水突然中断	251
二十一、在下列情况下运转中空压机应立即停机	251
第十节 高压氧治疗安全及临床质量控制	251
一、高压氧治疗中的一些常见不安全因素	252
二、高压氧舱安全事故原因的分析与对策	252
三、医用高压氧临床质量控制的具体要求	253
第六章 高压氧治疗中常见的并发症	255
第一节 氧中毒	255
第二节 气压伤	263
一、耳气压伤	263
中耳气压伤	263
内耳气压伤	264
二、鼻窦气压伤	265
三、肺气压伤	266
第三节 减压病	271
第七章 实习内容	285
第一节 高压氧舱设备系统	285
第二节 急性减压病动物实验	287
第三节 急性氧中毒动物实验	288
附 录	290
一、医用高压氧舱(GB12130—1995)	290
二、医用氧气加压舱(GB/T19284—2003)	304
三、医用氧舱安全管理规定(一九九九年九月十八日颁布)	312

第一章 绪 论

第一节 高压氧的基本概念

一、大气压

地球是一个椭圆形球体,围绕其周围有一空气层(又称大气、大气层或大气圈),随地球的转动而流动,是人类赖以生存的重要外界环境之一,其底界为地(或海)面。现代气象学将大气按垂直方向划分为3个主要层次。第一层,对流层,指贴近地面的最低层。对流层在地球各部的厚度不一,在赤道可达16~18km,在中等纬度为10~12km,在两极则仅7~10km,作为标准,取其中值。第二层,同温层,指离地面12km开始再向上约伸展到80km的高度。从热力性质来说,平均每升高1km,温度下降6.5℃,在同温层则恒定在-56℃。第三层,电离层,继同温层伸展到600km左右的高度。

据探测,直到2500km高度尚有大气踪迹可寻,然后消失在行星间的宇宙空间中。

大气是数种气体的物理混合,其中氮气的体积分数为0.78,氧气为0.21,二氧化碳为0.0003,还有少量的氢气、氦气、氟气、氖气、氩气、氙气等,各种气体的分子都有一定的质量,所以受地心引力作用,大气也具有重量。重量是一个力的概念,常称重力,由其重力造成对地面物体的压力。

气压(atmospheric pressure,又称大气压强,简称压强)指的是单位面积上所受大气柱的重量。在任何高度上的压力,等于位于其上的空气柱的重量。

大气总质量的99.9%集中在48km以下的中低层;在85km以下的大气层,大气的组分比例相同,称匀和层;110km以外的大气层分子扩散作用大于湍流扩散作用,大气组分是轻的在上,重的在下,称非匀和层。

地球大气运动受重力、地球旋转和太阳辐射能三种物理因素的影响,所以大气压力在重力影响下,与大气密度、温度和高度等有关。随着高度增加,气压一般按指数规律递减(降低);在1000m以下,每升高10.5m,大气压力降低1mmHg(133Pa)。

在地面上,大气压力被认为是恒定的,虽然地面和空气的局部可受到不均匀的加热并发生许多变化,但从宏观来说可略而不计。所以人类在地球表面被浸没在大气层的底部,在空气所产生的某一恒定重量下生活,和所有物体一样处于一定的压力环境条件下。

通常所说的海平面的1个大气压是指当温度为0℃时,在纬度45°处所承受的大气重力,亦称常压。1979年国际上规定101.325kPa的气压为1个标准大气压;它相当于重力加速度为9.80665m/s²、温度为0℃时760mm垂直水银柱的压强。

1643 年意大利科学家 Toricelli 测定了大气的重量。他利用一根长 1m、一端封闭的玻璃管,装满水银,倒立于一水银槽中,管内水银柱下降到 760mm 不再下降,这时水银柱压强与同时压在水银槽上的大气压强相平衡,所以可用水银柱的高度来表示气压的高低,1 个大气压等于 760mmHg(的重量)。

由于水银的相对体积质量是水的 13.6 倍,即 13.6g/cm^3 ,所以海平面上每平方厘米面积上所承受的压强也可表达为:

$$76\text{cm} \times 13.6\text{g/cm}^3 = 1\,033.6\text{g/cm}^2 = 1.033\,6\text{kg/cm}^2 \approx 1\text{kgf/cm}^2$$

一个体重约 70kg、身高约 170cm 的男子,其体表面积约为 1.7m^2 。他身体每平方厘米面积上承受 1 个大气压(即 1kgf/cm^2),全身上下要承受 17 000kg 的重量(可换算为 17t),是相当可观的;由于在大气中,机体上下、前后、左右、内外承受的压力是相等的、平衡的,所以感觉不出来,并不是身上没有承受压力。

在讨论气体的物理状态时,多用压强、温度、体积三个物理量来描述。由于气体分子无规则地运动,气体才没有一定的形状,也没有一定的体积;但是在一个密闭容器中的气体,它对容器壁的压强是大量分子对壁碰撞的结果。所以,在高压氧治疗时,加压舱内的压力就可从安装并开口于舱壁上的压力表得到读数。

二、法定计量单位

在高压医学领域里,经常要用具体的计量数值来表示压强(压力)。1 个大气压强可以用以下不同单位加以表述。

(一) 水银柱的高度

760mmHg 或 76cmHg。

(二) 水银柱的重量

可由水银柱的高度和水银的相对体积质量算出。

(三) 水柱的高度

1. 淡水柱的高度 由于水柱的高度是水银柱高度的 13.6 倍,所以相当于 1 个大气压的淡水柱高度为:

$$76\text{cm} \times 13.6 = 1\,033.6\text{cm} = 10.336\text{m} \approx 10.3\text{m}$$

在江河湖的淡水中,水深每增加 10.3m,就增加 1 个大气压。

2. 海水柱的高度 由于海水含有较多的盐分,海水的相对体积质量为 1.03,所以相当于 1 个大气压的海水柱高度为:

$$10.3 \div 1.03 = 10(\text{m})$$

在海水中,水深 10m,增加 1 个大气压。在高压氧治疗的实践中,许多资料(包括减压方案等)都是从潜水医学在海水环境中获得的研究成果移植、引用过来的,所以必须了解换算关系。

(四) 法定计量单位

我国国务院于 1984 年 2 月 27 日发布了在我国统一实行法定计量单位的命令,要求自

1986年起,压力、压强的法定计量单位为帕[斯卡],符号为Pa,与国际上压强的标准公制单位相一致,是国家法律承认、具有法定地位的计量单位。正确写法:kPa、MPa;错误写法:Kpa、mPa。

国家质量技术监督局、卫生部联合文件(质技监局量函[1998]126号)规定,关于血压计量单位:①在医疗文件,非出版物中,可用毫米汞柱(mmHg)或千帕(kPa)。②在出版物中,如用毫米汞柱,应同时注明与千帕的换算关系($1\text{mmHg}=0.133\text{kPa}$, $1\text{kPa}=7.5\text{mmHg}$)。③表示高压氧舱的压力仍应使用千帕或兆帕。

(五) 英国旧制

1个大气压为 14.7lbs/in^2 。由于单位面积不同($1\text{in}^2=6.452\text{cm}^2$),所以要换算。在阅读以往的文献资料时常会见到,希予注意。

三、高压氧的定义

从生理学角度讲,环境压力超过(或大于)1个绝对大气压(0.1MPa 或 100kPa 或 1ATA)者,称为高压(hyperbaric pressure)。

在高压环境下,呼吸气体中氧的分压(即氧的压强,简称氧压)超过(或大于) 1ATA 者,称为高压氧(hyperbaric oxygen或high pressure oxygen)。

所以,不论吸用纯氧、压缩空气还是配制的含氧混合气,只要其氧分压达到此一高度,均可吸到高压氧。临床高压氧治疗时通常通过面罩以纯氧为呼吸气体。

常氧(normoxia):在常压下呼吸空气,其中氧气的体积分数为0.21,氧分压为 21kPa ,称为常压,习惯上也以 0.21ATA 表述。混合气中如氧分压为 21kPa ,即称常氧混合气。

例如:要在加压舱 0.24MPa (2.4ATA)压力下呼吸常氧-氮混合气,可人工配制8.9%氧、91.1%氮的混合气,其氧分压正好是 0.21ATA 。

在常压条件下,呼吸含氧较多的气体,如氧浓度为0.5、0.8、0.95体积分数的高浓度氧(亦称富氧),体积分数为1.0时则称“纯氧”。这时,血液中的氧分压虽可较常氧为高,但其氧分压至多为 1ATA ,不可能超过 1ATA ;所以,不会是高压氧。这种氧分压介于 $0.21\sim 1.0\text{ATA}$ 之间的气体,称为高氧(hyperoxia)。通常也不称其为高分压氧。医用氧中除氧外,仅含有少量氮及水蒸气,绝不允许含有杂质及有害气体,所以可供医疗目的使用。而“工业用氧”中含氧 $0.7\sim 0.8$ 体积分数,并含有其他杂质和有害气体,所以不允许供人体呼吸用。

从高压氧瓶中放出的氧气会立即和外界环境大气压力取得平衡,成为常压。所以,在常压条件下只能吸到1个大气压的氧气,吸不到高压氧。加压舱是为高压氧治疗提供高压背景压力环境的特殊设备。舱内充注的介质为压缩空气者称“空气舱”,充注的介质为纯氧者称“氧舱”,用于进行高压氧治疗的加压舱可简称“高压氧舱”。当舱内压力提高到某一水平时,舱外氧气瓶中很高压力($13\sim 15\text{MPa}$)的氧气经减压器、硬质管路进入加压舱,接到供氧面罩上时,如面罩紧贴面部,面罩内的氧压与舱内环境压力平衡,即能吸到该压力的高压氧。氧舱中充满的是设定压力的纯氧,则可直接呼吸高压氧。

当加压舱的门开启时,舱内原为一般空气,其压力为 1ATA ,舱上压力表的指针在“0”位。关闭舱门,用压缩空气加压,加压舱压力表上所显示的压力值称附加压,附加压又称“表压”。

附加压与大气中原有的一个压力之和等于“绝对压”(即 ATA)。在高压氧治疗实践中,为

计算气体分压时的方便,习惯上对治疗压力均用“绝对压”表示。在用文字表述时,绝对压可不注明;如表述的是表压,则必须在压力值后用圆括号加注“(表压)”,方不致产生误解。

绝对压(ATA) = 附加压(表压) + 常压(即1个大气压)

附加压(atm) = 绝对压 - 常压(即1个大气压)

1ATA = 1个大气压 = 760mmHg $\approx$ 100kPa = 0.1MPa = 1kgf/cm² = 海水0m处的压强

2ATA = 1个大气压 + 1个附加压 = 1520mmHg $\approx$ 200kPa = 0.2MPa = 2kgf/cm² = 10m海水深度处的压强

3ATA = 1个大气压 + 2个附加压 = 2280mmHg $\approx$ 300kPa = 0.3MPa = 3kgf/cm² = 海水水下20m处的压强

在常压下吸纯氧,氧分压为1ATA(0.1MPa),不是高压氧。

在3ATA(0.3MPa)下吸纯氧,氧分压为3ATA;在2ATA(0.2MPa)呼吸0.8、0.9体积分数的氧,其氧分压分别为1.6ATA(0.16MPa)、1.8ATA(0.18MPa);在5ATA下呼吸空气,氧分压为 $5 \times 0.21 = 1.05$ ATA(0.105MPa),都是高压氧。

通过呼吸高压氧以达到治疗目的的方能称为高压氧治疗;将肢体某一部分用氧喷射不能称为高压氧治疗。

常压下氧浓度大于21%,小于100%,称为富氧或“高氧”或高浓度氧。

氧压为0.21ATA,称为常氧。

常压下氧浓度低于21%称为低氧,意思是含氧量低;而氧浓度低于16%则可引起缺氧。

Bert P(1878)已明确指出:混合气中各成分在人体内的生理作用不取决于它们在混合气中的含量百分比(体积分数,此处指浓度),而取决于各气体的“分压”。

通常有一种误解,把在高原地区患高山病的原因归诸于大气中氧的含量减少了,空气稀薄缺氧。事实上在高原地区大气中氧的体积分数与海平面是相同的,但环境总的大气压力降低了,因而氧分压也相应降低,这种缺氧称为“低压性缺氧”(hypobaric hypoxia)。

在常压下,呼吸的大气中氧的分压为0.21ATA;低于0.16ATA就开始出现缺氧的反应和症状。笔者曾做过一个实验:潜水员呼吸氮-氧混合气,其中氧体积分数仅为0.011(即1.1%),将环境压力加到36ATA,加压舱内氧分压为: $36 \times 1.1 = 0.396 \approx 0.4$ ATA,受试者十分安全。呼吸气中的氧浓度虽然非常低,看来是难以生存的,但分压值则达到常氧的1.9倍,维持正常生理功能就毫无问题了。一切从事高压医学的医护人员都必须正确掌握对氧分压重要性的认识。

四、高压医学

国家标准GB/T13745—92《学科分类与代码》中,列出:(340.20)特种医学;下一个层次有:(340.2020)潜水医学及(340.2030)航海医学。

国际上广泛采用《医学索引》中的“医学主题词表”,美国国立医学图书馆为便于国际联机检索,有利于资源共享,亦已将其用于《医学文献分析与检索系统》中。在医学主题词表中可查到:①Hyperbaric Medicine。②Underwater Medicine。③Diving Medicine。④Submarine Medicine。⑤Undersea Medicine。⑥Hyperbaric Oxygen Therapy。⑦Hyperbaric Oxygenation。但没有“高压氧医学”这一主题词。

虽然从历史发展上,高压医学是潜水医学的一个分支,航海医学将潜水医学作为它的

一个特殊领域;但从一个学科的实质特征和技术内容来看,高压医学应是一个总的名称,一切研究在高压环境条件下的医学领域,都可作为亚学科内容归在其中,例如潜水医学、水下(海下)医学、潜艇医学、高压作业(桥墩、隧道)工程、高压氧治疗等。

国际上涉及这些亚学科内容的学术会议,主要有3个系列:①International Symposium on Underwater and Hyperbaric Physiology。②International Symposium on Hyperbaric Medicine,均使用了“Hyperbaric Medicine”或“Physiology”一词。③International Congress on Hyperbaric Medicine。

专门介绍高压氧治疗的专著:1966年筹建美国水下医学会(Undersea Medical Society, UMS)的专家们出版过《Fundamental of Hyperbaric Medicine》;1977年出版过《Hyperbaric Oxygen Therapy》。

涉及高压氧治疗的学术期刊:1980年美国UMS出版的《Hyperbaric Oxygen Review》;1986年发展为《The Journal of Hyperbaric Medicine》;1993年又改名为《Undersea and Hyperbaric Medicine》。它是这一领域的权威刊物,从发展演变过程来看,趋向于使用“Hyperbaric Medicine”名称。

从学会名称来看:美国1967年成立UMS,并在其内部特设一个下属机构“Hyperbaric Oxygen Committee”;由于高压氧治疗业务发展,1993年UMS正式改名为“Undersea and Hyperbaric Medical Society”(UHMS)。日本1968年成立“日本高压环境医学会”,英译名为“Japanese Society of Hyperbaric Medicine”(JSHM),均用“Hyperbaric Medicine”名称。

在我国,《中华航海医学杂志》从专业内容上包括了前述潜水医学、高压氧治疗等众多领域,又是国内外公开发行的刊物,为便于国际联机检索,采用医学主题词表,与同类刊物相对应,所用名称必须与国外接轨一致,故现改为《中华航海医学与高压医学杂志》。

学科的发展也是日新月异、与时俱进的,在高压医学的大学科中,高压氧治疗这一领域将会有不断的进展,与潜水医学的交流也会日益增多,互相促进,采用什么名称自可百家争鸣、百花齐放,但其定位应是很清楚的。

(龚锦涵)

第二节 高压氧治疗的发展简史

一、发展概况

高压氧治疗是人类在与疾病斗争的过程中,通过不断实践、反复认识,才逐步发展起来的。随着科学技术的进步,高压氧治疗现已成为临床治疗学的一个重要组成部分。

回顾历史,1662年的文献曾有“高压治疗”的记载,一个叫Henshaw的牧师用金属建了一台“加压舱”,用压缩空气加压,凭直觉可以治疗某些疾病,由于缺乏科学依据和理论基础,没有什么结果。当时人们还不知道空气中含有氧气,所以不能认为这是高压氧治疗的萌芽。

自Priestley 1775年从空气中分离氧气成功后,氧在机体生命活动中的重要作用才被逐步认识。但总体来说,对高压氧治疗的基本生理、病理过程则是在漫长的临床实践和基础理

论的探索中不断加深理解的。

随着物理学的发展,特别是对气体在液体中的溶解以及气体分压定律的认识,才为高压氧治疗提供了理论基础,推动了临床应用的发展。

当一种气体与一种液体相接触时,一部分气体分子就会进入液体(扩散过程),即气体溶解于液体。在 0°C 、1ATA条件下,一种气体能溶解于1ml某种液体中的毫升数,称为该气体在那种液体中的溶解系数。在一定温度下,气体在某液体中达到饱和的溶解量始终与该气体的分压成正比(即Henry定律)。

氧气在 37°C 时血浆中的溶解系数为0.023 6;在1mmHg压力时,可溶解0.000 3ml;在100mmHg压力时,可溶解氧气0.3ml/100ml血浆。

某一气体的分压 = 环境总压(绝对压) $\times$ 该气体在混合气中所占的体积分数(即分压定律)

现知气体溶解在液体中,与气体的分压、溶解系数(氮在脂肪中的溶解量为在水中的5倍)、温度(升温时溶解量减少)、时间等有关。

液体中的气体分子也处于持续的运动中,在液-气界面上的分子有离开液面进入气体的趋势,温度愈高,活动愈大;在液体表层气体的张力等于这种气体在气相中的压力(分压),所以溶解状态下气体的“张力”与“分压”两词通常可互换使用。

1879年法国外科医师Fontaine建造了一个有轮子的活动房子,可以加压。他用压缩空气加压到2ATA,可产生0.42ATA的氧分压条件,他用氧化亚氮(Nitrous oxide, N_2O , 又称笑气)作麻醉剂,施行疝修补手术。患者麻醉醒来,不再出现通常存在的紫绀。对他的高压外科实践,被认为仅是“半科学”的努力。

1887年Valenzuela第一次成功地在2ATA压力下用纯氧治疗疾病,为高压氧的临床应用作出了良好的开端。

1918年流感大流行,Cunningham将一名濒死的年轻医师放进加压舱,加压到2ATA,使处在缺氧危象中的患者成功获救,证明了他采取的应急措施是合理、有效的。

1878年Bert指出了高压氧的毒性作用,仅暴露很短时间,即发现高压氧可引发抽搐的大发作的抽搐。1899年Lorrain-Smith又观察到,即使在较低氧压下,长时间暴露亦可造成肺损伤。这些发现在第二次世界大战期间对使用密闭回路潜水呼吸器、呼吸高压纯氧的各类战斗潜水员来说非常重要。为了安全完成作业任务,英国海军专门研究了高压氧的各类课题,提出了使用高压氧的临界深度(压力)-时程,进行了大量临床研究,一系列成果为高压氧治疗提供了指导,开辟了道路。

在20世纪30年代,曾出现了建造许多大型加压舱的势头。1928年在美国Cleveland建造的一座号称“钢球医院”的加压舱,直径20m,有6层楼高,设72个房间。但由于毫无科学根据地治疗各种临床疾病,影响极坏,受到严厉的批评和抵制,于1930年被强行取缔。

在这一段发展过程中,虽然高压氧治疗已作为一种治疗方法应用于临床,但治疗方法上尚不规范;治疗适应证也不够明确,大多属探索试验性治疗,对有些疾病的疗效也未必确实,使用不当还有一定毒性,治疗机制多不清楚。所以,广泛应用受到许多限制,也谈不上有什么突破性进展。

二、新的突破

20世纪60年代,荷兰Amsterdam大学外科教授Boerema在荷兰海军合作支持下,建造

了一台手术加压舱,在高压条件下开展了多种心血管外科手术,包括大血管移植、法洛四联症手术治疗等。1956年他首次报道了,在3ATA氧压下,延长循环停止时间,成功地进行了心脏直视手术。此后,高压氧疗法才重新受到世界范围的重视。

1959年Boerema又报道,在3ATA氧压条件下,仅靠动物血浆中物理溶解的氧量,即可维持没有血红蛋白的动物的生命。这一工作之所以有价值,因为它为阐明高压氧治疗的机制——主要依靠增加血浆中溶解的氧量,而不是红细胞中血红蛋白结合的氧,以解决组织的缺氧状态而起到治疗作用——奠定了基础(表1-2-1)。

表1-2-1 氧气在血液中的溶解量与其分压成正比

压力 (ATA)	呼吸 气体	动 脉 血				
		氧合血红蛋白 氧饱和度(%)	结合氧量(ml)	血浆中的 溶解氧量(ml)	倍数*	血氧含量 (ml/100ml 血浆)
1	空气	97	18.2	0.3	0	18.5
1	氧气	100	18.8	2.0	6	20.8
2	氧气	100	18.8	4.2	13	23.0
2.5	氧气	100	18.8	5.3	17	24.1
3	氧气	100	18.8	6.4	20	25.2

注:测定条件为37℃、血红蛋白14g/100ml血浆、静息状态。

* 指比常压下呼吸空气时增加的倍数。

1961年Brummelkamp又发现高压氧可抑制厌氧菌的感染,成功地用高压氧治愈了梭状芽胞杆菌引起的气性坏疽,扩大了高压氧的应用范围。

1962年英国Smith在门诊用高压氧成功地治愈了急性一氧化碳中毒患者。

在上述一些领域获得的崭新成果,使高压氧治疗发展的沉闷局面有了突破,逐渐进入一个新的发展阶段。随着自然科学、医学科学以及潜水医学等邻近边缘学科的进展,特别是近50年来,世界各国相继重视并积极开展了一系列应用基础的科学实验研究工作,认识步步深入,利用高压氧治疗多种临床疾病的工作得到蓬勃发展,总结了许多经验和教训,取得了一批又一批的新成果,使高压氧治疗发展成为高气压医学的一个重要组成部分,在临床治疗学上得到了应有的地位。

三、国际学术交流

自1955年1月以来,国际上举行了一系列“水下及高气压生理学学术讨论会”(表1-2-2),其内容涉及到高压氧治疗的生理学基础和临床研究。

表1-2-2 水下及高气压生理学学术讨论会

时 间	地 点
1955	美国 Washington DC
1963	美国 Washington DC
1966	美国 Washington DC
1969	美国 Philadelphia
1972	巴哈马群岛 Freeport