

「医用高压氧」 「规范管理与临床实践」

吴嗣洪 刘玉龙 主●编

YIYONG GAOYAYANG
GUIFAN GUANLI YU LINCHUANG SHIJIAN

 科学出版社
www.sciencep.com

医用高压氧 规范管理与临床实践

张福贵 刘庆龙 主编

人民卫生出版社
地址：北京市丰台区新宫乡新宫村甲1号
电话：(010) 67616161 / 67616162 / 67616163

人民卫生出版社
地址：北京市丰台区新宫乡新宫村甲1号
电话：(010) 67616161 / 67616162 / 67616163

医用高压氧规范管理与 临床实践

吴嗣洪 刘玉龙 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书主要针对医用高压氧规范管理与合理、科学的临床实践这一目标而编写。全书共分十四章,从高压氧的基本概念、高压氧舱的设备管入手,结合医用高压氧的临床实践、质量控制,全面而详细地描述了高压氧在临床医学方面的运用,本书注重提高基层高压氧科医师的临床、科研水平,而单独撰写了论文的写作与发表相关的内容。

本书可供从事医用高压氧科临床治疗与研究的人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

医用高压氧规范管理与临床实践 / 吴嗣洪, 刘玉龙
主编. —北京: 科学出版社, 2010. 2
ISBN 978-7-03-026499-2

I. ①医… II. ①吴… ②刘… III. ①高压氧-技术
操作规程 IV. ①R459.6-65

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

南京展望文化发展有限公司排版
常熟市华通印刷有限公司印刷
科学出版社出版 各地新华书店经销

*

2010 年 3 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16
2010 年 3 月第一次印刷 印张: 27
印数: 1—3 200 字数: 622 000

定价: 68.00 元

《医用高压氧规范管理与临床实践》

顾问 刘景昌

主编 吴嗣洪 刘玉龙

副主编 杨 益 赵文刚 陈宝珍 刘青乐

编委 (按姓氏笔画排序)

卜国强	刘玉龙	刘青乐	刘景昌	孙学军
杨宝兴	杨 益	李裕梅	吴嗣洪	宋国兴
张陆弟	陆永才	陈宝珍	郑芝甫	郑成刚
练庆林	赵文刚	胡国辉	施春眉	郭美奂
黄建鑫	蒋风英	韩 扬		

高压氧医学是在潜水医学和临床氧疗学基础上发展起来的一门新兴学科,是一个多学科交叉的综合性医学专科。我国发展较晚,临床应用从 20 世纪 60 年代才起步,但发展迅速。自改革开放以来,我国高压氧医学迎来了另一个发展高潮,在氧舱数量、专业队伍、科学研究和临床应用方面都有突飞猛进的发展。目前,我国高压氧医学已从早期借鉴国外基础研究和临床应用经验发展到已能独创性开展高压氧医学研究和应用阶段,不少科研成果和临床治疗总结已引起医学界重视、肯定。

高压氧治疗是在高压氧舱密闭环境内通过压力调整和以氧疗为主的综合性治疗,完成舱内抢救、手术、疾病治疗及特殊气压环境损伤治疗和康复的一种特殊医疗技术。大量资料证明,高压氧治疗对某些疾病治疗有独特疗效,是综合治疗中不可取代的一种特殊氧疗法。它的确能提高临床疗效,改善患者生活质量,缩短病程,减少临床用药和节约医疗费用等优点。但毋庸讳言,高压氧医学因涉及高气压和高分压氧两大诱因,潜伏着一定安全隐患。目前实际情况是对高压氧医学的规律认识还不足,缺乏深入系统的研究,对高压氧治疗在医学中的定位、临床应用及疗效评估等多种异议。

在客观上势必会给高压氧医学发展带来许多困难,影响高压氧医学健康发展。首先,高压氧医学是一门新兴学科,仅百余年历史,缺乏深入系统研究。因此,对高压氧医学在医学界的定位始终不明,实际应用中难免会产生一些问题,如高压氧治疗在医院的设置标准问题,高压氧的合理应用问题等;次之,高压氧医学目前还未从法规上列入卫生部医疗技术开展科目,随之会带来一些客观困难,如体制不明确、隶属关系不明、编制不规范、人员资质难界定等;第三,高压氧医学至今还未列入医学教育范畴,影响高压氧医学人才培养,致使专业队伍素质不高。另外,高压氧医学涉及临床各科,对人才培养有更高要求。目前这种没有专业人才培养的体制会给专业队伍建设带来很大制约;第四,虽然近年来上级有关部门加强了对高压氧舱的管理力度,颁布了一系列法规,但多偏重于设备和临床治疗技术的监管,恰恰对于高压氧舱科室建设、编制、管理制度和人员资质认定、规范管理和操作等涉及管理安全方面缺乏行政上、法规上的保障。这就不难理解:一方面监管力度加强,一方面安全事故不断、时有发生的原因。

本书作者有的是科研单位和大学的资深学者,有的是从事高压氧医学事业数十

年、具有丰富实践经验的主任医师和教授,大多还是上海市高压氧质控中心的委员,有十多年高压氧质控检查经验,他们深知我国目前高压氧医学存在的弊端对高压氧医学健康发展和杜绝安全隐患的困难。作者们通过资料分析,认识到造成我国重大安全事故的主要原因有 80% 是不规范管理和操作所造成的。我们于 1998 年在上海市卫生局领导下,编写了《上海市医用高压氧临床质量控制手册》,并于 2001 年出版,在上海市贯彻执行。该手册编写是遵照高压氧医学规律,全程对高压氧治疗进行科学监管,规范管理,规范操作,用可操作、对比、量化的指标进行督查。手册的贯彻、执行,加大了对管理安全的规范管理,从而弥补了国内在这方面管理的空白。作者通过多年临床实践和质控工作经验,从 2008 年开始编写这本实用的参考书,力求从规范管理和规范操作上入手,对高压氧医学在医学界的定位、科室和队伍建设、意外事故的预防,常用适应证的临床应用及高压氧医学今后发展等发表了自己的看法,抛砖引玉,以唤起同行们的探讨,促进高压氧医学健康发展。水平有限,缺点、错误在所难免,望同行不吝批评、指正,实乃作者之幸。

吴嗣洪

2009 年 8 月 11 日于上海

目 录

前言

第一章 高压氧的基本概念	001
第一节 高压氧、高压氧、高压氧治疗的定义	001
第二节 高压氧治疗发展简史	002
第二章 高压氧医学研究新进展	005
第一节 高压氧医学生理学研究进展	005
第二节 高压氧治疗疾病的医学原理	010
第三节 高压氧治疗疾病机制新思路	013
第三章 高压氧治疗体制及管理	019
第一节 高压氧治疗在临床医学中的定位	019
第二节 科室设置及管理	019
第三节 人员编制及资质要求	020
第四节 氧舱工作人员职责	021
第五节 氧舱规章制度	025
第六节 科室考核及质量评比	030
第七节 科室管理中存在的几个问题	034
第四章 医用氧舱设备与管理	036
第一节 氧舱设备	036
第二节 氧舱配置	057
第三节 氧舱舱房建造、设备布局及安装要求	059
第四节 设备调试、验收	061
第五节 技术资料移交与保管	063
第六节 高压氧舱设备的日常保养	064

第五章 医用高压氧临床实践	068
第一节 氧舱规范操作基本要求	068
第二节 氧舱医疗器械和药品管理	080
第三节 消毒隔离	080
第四节 高压氧治疗在急诊及危重患者抢救的应用	082
第五节 高压氧治疗中发生并发症及对策	084
第六节 舱内呼吸管理	100
第七节 舱内生命体征监护	110
第六章 合理使用高压氧治疗	115
第一节 适应证与禁忌证	115
第二节 国内颁布的适应证和禁忌证	120
第七章 常用适应证介绍	124
第一节 急性一氧化碳中毒	124
第二节 常见毒物和药物中毒	135
第三节 各种原因窒息引起的脑缺氧	141
第四节 心肺脑复苏	151
第五节 休克	164
第六节 气性坏疽	175
第七节 颅脑损伤	179
第八节 脊髓损伤	189
第九节 挤压伤及挤压综合征	192
第十节 断肢(指、趾)、断耳、断鼻再植术	194
第十一节 植皮、皮瓣移植	199
第十二节 骨无菌性坏死	204
第十三节 皮肤慢性溃疡	207
第十四节 烧伤	209
第十五节 血栓闭塞性脉管炎	211
第十六节 冻伤	213
第十七节 软组织感染	215
第十八节 脑血管病	218
第十九节 冠心病	233
第二十节 病毒性脑炎及后遗症	240

第二十一节	流行性乙型脑炎	244
第二十二节	病毒性肝炎及中毒性肝损伤	247
第二十三节	消化性溃疡	251
第二十四节	糖尿病	254
第二十五节	糖尿病并发症	258
第二十六节	溃疡性结肠炎	262
第二十七节	老年性痴呆	264
第二十八节	运动性疲劳	271
第二十九节	周围神经炎	274
第三十节	眩晕综合征	277
第三十一节	面神经炎(周围性面瘫)	279
第三十二节	植物状态	281
第三十三节	中心性浆液性脉络膜视网膜炎(中浆炎)	292
第三十四节	视网膜震荡	294
第三十五节	视网膜血管阻塞	296
第三十六节	突发性耳聋	300
第三十七节	新生儿窒息	308
第三十八节	新生儿肺透明膜病	311
第三十九节	新生儿缺血缺氧性脑病临床概述	314
第四十节	小儿脑性瘫痪	315
第四十一节	外阴白色病变	326
第四十二节	高原适应不全症	328
第四十三节	气栓症	331
第四十四节	减压病	336
第四十五节	高压氧在恶性肿瘤治疗中的作用	347
第八章	高压氧与核辐射的联合治疗	352
第一节	高压氧及核辐射的生物效应	352
第二节	高压氧与核辐射在联合治疗疾病中的正相关作用	354
第三节	高压氧与核辐射在治疗疾病中的负相关作用	359
第九章	高压氧治疗护理要求	361
第一节	对护士的基本要求	361
第二节	高压氧治疗护理	361

第三节 某些特殊患者的护理	364
第十章 高压氧治疗安全问题	367
第一节 安全问题的分类	367
第二节 影响高压氧治疗安全的一些重要因素	370
第三节 杜绝安全事故的一些对策和建议	371
第四节 高压氧治疗发生意外情况及对策	373
第五节 展望	379
第十一章 高压氧治疗质量控制与评估	380
第一节 高压氧治疗质量控制范围	380
第二节 高压氧质量控制的评估	382
第十二章 高压氧治疗的心理学问题	383
第一节 高压氧治疗中常见心理问题	383
第二节 高压氧治疗患者的心理健康评估系统及心理倾向测评方法	388
第三节 心理倾向患者的干预措施	388
第四节 高压氧治疗患者的心理护理	389
第十三章 高压氧治疗中的法律问题	391
第一节 医疗事故纠纷中的法律问题	391
第二节 医疗注意义务	395
第三节 医疗告知义务	398
第四节 高压氧治疗中与法律有关的几个问题	400
第十四章 医学论文写作、科研课题设计与文献检索	403
第一节 医学论文写作	403
第二节 医学科研课题设计	409
第三节 医学文献检索与查新	413
附录 上海市医用高压氧治疗技术管理规范(试行)	417
参考文献	419

第一章

高压氧的基本概念

第一节 高压、高压氧、高压氧治疗的定义

一、大气、大气压

地球表面为大气所包围,大气具有质量,因此具有一定的压力。单位面积上所承受的大气的重量,称为压强。从海平面向上,越向上,压力越低,每上升 100 米高度,大气压降低 1 mmHg;反之,在水下,每下潜 10 m(海水中),就增加 1 个大气压(0.1 MPa)。将接近海平面附近的大气压定为 1 个大气压(760 mmHg)或称常压。

自然界中的大气,又称空气。空气是最常见和大量存在的混合气体。空气是由 78.9%的氮气(N_2)、21%的氧气(O_2)以及 0.03%的二氧化碳(CO_2)及一些惰性气体等组成的混合气体。各种互相不起化学反应的气体混合在一起,借助气体分子运动均匀地扩散和混合,组成混合气体。人类机体依赖于这一“混合气体”而生存。混合气体的总压等于各组成成分气体的分压之和,即道尔顿定律。例如,常温常压混合气体中,氧分压为 0.21 ATA,氮气分压为 0.789 ATA,二氧化碳气体分压为 0.000 3 ATA,等等。需要提出的是:对人体起生理作用的是氧分压,而不是氧浓度。

因此,在高海拔地区,整个环境的大气压降低,因此氧分压、氮气分压等气体分压也随之降低。但是,氧的浓度(%)并没有发生变化,人必须要通过主动呼吸、增加呼吸频率或幅度来加强呼吸,以便吸入更多供人体代谢所需要的氧。

二、高压、高压氧、高分压氧

在常压下,标准氧浓度为 20.9%(通常按 21%计算),我们称之为常氧或常压氧。

在医学工作中,我们一般把氧浓度在 21%~94%之间的氧气称为富氧或高浓度氧;将氧浓度大于 95%的氧气称为纯氧。

在常压下吸纯氧不是吸高压氧,而是富氧,例如医院病房中的管道氧气。标准状态下,1 个大气压称为常压,其中氧分压为 0.21 ATA。当周围环境气体压力超过 1 个大气压时,称为高压。

高压氧与高分压氧两者有所不同。高压氧一般指的是高压下的纯氧(浓度至少大于 95%);高分压氧则是指混合气中氧分压超过 0.21 ATA(21 kPa)时的氧。例如,对一密闭

舱用空气加压到 5 个大气压,其氧分压应为 $5 \times 0.21 = 1.05 \text{ ATA}$,这即是高分压氧。

加压舱内充注的介质是压缩空气的,称之为高压空气舱(患者戴面罩吸纯氧);舱内充注的介质是氧气的,称之为高压纯氧舱(患者直接吸舱内氧气)。

未加压时,舱上的压力表指针所指示的压力为“0”。当开始加压治疗时,指针开始移动,压力上升,所显示的压力为表压,又称附加压。此时的实际治疗压力=指针所指示的压力(表压或附加压)。但医学上进行高压氧治疗时一般常用绝对压(ATA)表示,附加压与绝对压表示为

$$\text{绝对压(ATA)} = \text{附加压(表压)} + \text{常压(1 个大气压)}$$

三、高压氧治疗

高压氧舱是为高压氧治疗提供压力环境的特殊设备。氧舱设备的高压密闭环境是保证患者有效吸氧的基本条件。

在空气加压舱内(通过压缩机加压大于 1 个大气压),通过面罩或类似装置吸纯氧(浓度大于 95% 的氧气),或在氧气加压舱内直接呼吸舱内氧气的过程,也就是机体暴露在超过一个大气压的环境中呼吸纯氧的治疗方法和过程,称为高压氧治疗。

换句话说,患者在空气加压舱(或氧气加压舱)内吸入纯氧,利用氧的物理、化学、生物及生理作用而达到治疗疾病的目的,就是“高压氧治疗”。由于人体吸入高压纯氧气超过一定氧压值或时程时会发生毒性作用,称为氧中毒。

目前,高压氧治疗的最高压力一般不允许超过 3 ATA。

高压氧治疗常用空气为介质的空气加压舱,而患者是通过面罩吸纯氧。

第二节 高压氧治疗发展简史

一、国外发展概况

“高气压治疗”记载最早可以追溯到 1662 年。1664 年,英国医师 Hanshaw 利用压缩空气进行治疗某些疾病,当时由于对空气的认识尚不清楚,治疗未能成功。1775 年, Priestley 在空气中分离出氧气成功。1777 年, Scheels 发现了氧气的用处。随后,氧气在机体生命活动中的重要作用才逐步得到认识。1795 年, Beddoes 发明了吸氧装置; 1834 年, 法国人 Junod 等用铜作为材料建造了一个舱; 1837 年, Pravaz 又建造了一个可容纳 12 人的大舱; 1879 年, 法国人 Fontaine 又建造了一个有轮子的活动房子, 等等。这些治疗仍是以压缩空气为主。1862 年, Betin 在高压氧舱内吸纯氧的尝试, 但并未得到重视, 直到 1867 年, Valenzuela 首次在 2 个大气压下吸纯氧治疗疾病的成功, 开创了高压氧临床应用的先河。此后, 欧美各国掀起建造高压氧舱的高潮, 随之而来的是毫无根据地治疗各种临床疾病, 甚至到了泛滥的地步, 曾一度出现了盲目发展的趋势, 同时也不可避免地发生了一些事故和并发症, 例如, 氧中毒、呼吸痉挛、氮麻醉, 以神经系统为主的症状(痉挛、晕厥、

运动失调)以及高压氧设备事故等,使人类在探索高压氧医学的道路上付出了沉重代价。1878年,P. Bert 发现了高压氧具有毒性作用;1899年,Lorrain-Smith 又观察到高压氧可以造成肺损伤。其治疗过程中的氧中毒和气压伤等事故也越来越多,影响也越来越坏,高压氧的治疗作用开始受到人们的质疑。1930年被迫停止。

第二次世界大战以后,人们在总结和积累经验的基础上,高压氧医学结合最新技术成果而被进一步应用于临床。

1950年,Haldane 利用高压氧舱治疗急性 CO 中毒患者获得显著疗效;1956年,Borema 在氧舱内成功进行心脏直视手术的成功,高压氧的治疗作用再一次引起人们的关注和重视,氧舱又一次获得了新的发展,其性能更加实用和安全;1961年,Brummelkamp 又发现了高压氧可抑制厌氧菌的感染,从而又扩大了高压氧的应用范围。

高压氧已经作为一种治疗方法用于临床,其后又扩展到治疗多种疾病,但治疗方法尚不规范,治疗适应证尚不明确、不统一,对一些疾病的疗效还未确定,治疗机制还不够清楚,对高压氧的毒性作用尚认识不足,因此,其发展也受到很大的限制。

随着自然科学、医学科学技术以及高气压潜水医学的发展,世界各国都相继重视并积极开展了一系列基础研究,对高压氧的认识也一步步深入,利用高压氧治疗临床疾病也得到了蓬勃发展,取得了一批有成果,大大地推动了高压氧医学的发展。

二、国内发展概况

20世纪50年代,我国海军及部队科研院校开始建造一批加压舱,主要是针对潜水减压病合并肺气压伤的潜水员进行加压急救治疗,同时,也对地方患者如溺水、气性坏疽、CO中毒、减压病、肺气压伤、脑水肿、心脑血管复苏、脉管炎及冠心病等患者进行急救,积累了大量临床经验。到了60年代,我国海军部队和沿海省市一些医疗单位基本上配备了加压系统设备,此外,海军医学研究所、上海、青岛、北京、长沙、西安等地有关单位,也在高气压医学、高压氧治疗在医疗、科研和人才培养方面取得诸多成果,第二军医大学还开展了高气压医学的专业教学和科研医疗。近十余年来,我国高气压医学工作者相继出版了《高压氧医学》(1990)、《临床高压氧医学》(1995)、《高压氧医学》(1998)、《高压氧医学的理论与新技术》(1998)、《高压氧治疗基础与临床》(2005)等多部专著和一些教材、资料手册,取得了显著的成就。

在国际高气压医学发展的推动下,我国的高气压医学事业以及高压氧治疗发生了突飞猛进的发展。至今,我国已有3000多家各级医疗单位拥有各种类型的氧舱,从业人员达4800多人次。中华医学会设有高气压医学分会,并在大部分省市设立有高气压医学专业分会,定期开展国内学术交流活动。《中华航海医学与高气压医学》杂志也为这一学科的发展提供了一个良好的平台。文献检索“高压氧”、“高压氧治疗”主题词发现,我国每年在各种刊物杂志上发表相关论文数百篇之多。这充分说明高压氧医学在我国正处于蓬勃发展势头。国内各省市高气压医学分会和高压氧质量控制中心的成立,大大促进了我国高压氧医学事业的发展。国内有关职能部门也充分发挥监督管理功能,加强规范化管理,逐渐将高压氧治疗科室纳入医院临床科室管理的主航道,统一要求、统一管理、统一考核。我国高压氧医学在医疗领域发展迅速,在治疗的病症、病种方面处于国际前列;而

高压氧工程领域(即医用氧舱系统)和专业规范化管理方面与发达国家比尚有差距,这在一定程度上限制了我国高压氧医学的发展,所以这就迫切要求我国从事高压氧医学领域的工作人员尽快提高自己的水平,开展对医用氧舱医护人员和操舱、维舱人员的培训工作、加强规范化管理等,也就显得尤为重要。

在临床上,高压氧用于治疗某些疾病成功之后,世界各国利用高压氧治疗临床疾病发展十分迅猛,也取得良好经验和效果。近 30 年以来,我国的高压氧也得到广泛的应用。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,逐步发展起来的,现已成为临床治疗学的一个重要组成部分。近 20 年以来,我国高压氧舱设计制造技术大大进步,高压氧舱的建设速度突飞猛进,已走在世界各国的前列。据不完全统计,我国各型高压氧舱数量比世界各国的总和还要多,人才队伍已形成相当规模,临床应用范围不断扩大、临床科研不断深入、氧舱管理也越来越规范,临床疗效越来越得到人们的关注,作为一门成熟学科的趋势越来越明显。对于高气压医学、高压氧医学、高压氧治疗学的称谓问题,我们大可不必拘泥于国内外的既有名词和概念,国外文献现有的名词和术语,只是数十年前的定论。随着医学科学技术的飞速发展以及基础理论研究的不断深入,高压氧医学也在不断地得到完善和发展,高压氧医学这一新兴的学科必将得到国内外学者的认可。

(刘玉龙)

第二章

高压氧医学研究新进展

高压氧医学是高气压医学的一个重要分支,它侧重于研究高压氧环境下机体功能、结构变化的规律、特征,相互作用调控,良性作用与毒性反应机制,以及对创伤和疾病治疗效用的基本原理和实施方案。我国高气压医学研究起步较早,高压氧医学近年来也有长足的发展。据有关资料报道,我国现有各种类型高压氧舱 3 500 余台,治疗病种上百种,20 世纪 90 年代以来,在基础与应用研究方面,又开展了较系统的高压氧作用机制研究,并取得新的重要进展。我国高压氧医学工作者在期刊上公开发表论文数量逐年增加,据不完全统计,1990~1993 年全国每年仅有几十篇论文公开发表,1994 年以后,国内每年高气压生理学与高压氧医学研究论文数量达 400 余篇。然而,尽管如此,相比之下,在高压氧基础与应用理论研究方面尚较匮乏,深入系统的研究较少,对疾病疗效判别的规范化也不够,大量资料仍是临床治疗的个案报道和经验总结,这些很值得今后加以改进。因为只有在理论与实践相结合和在提高指导下的普及,才会有活力,才能够创新和发展。下面仅就近年来我国高压氧医学生理学研究的一些主要进展及治疗疾病的医学原理作一概述。

第一节 高压氧医学生理学研究进展

一、高压氧暴露与自由基损伤

正常生理状态下,体内仅有 5%左右的氧可产生氧自由基,其余 95%的氧气通过氧化磷酸化和三羧酸循环参与生物代谢,产生人体所需能量 ATP,并形成 CO_2 和水,不产生氧自由基。就是 5%氧形成的自由基,也被体内抗氧化系统——以超氧化物歧化酶(SOD)为代表的内源性抗氧化系统酶所清除,维持动态平衡。但是,在高压氧暴露时情况就不同了,氧自由基会显著增加。当上述动态失衡时, $\text{O}_2^{\cdot-}$ 、 $\cdot\text{OH}$ 、 H_2O_2 和 $^1\text{O}_2$ 的细胞毒性反应可导致细胞损伤,它既能损伤细胞膜,又能损伤细胞质,由于血浆、脑脊液、关节液中超氧化物歧化酶和过氧化氢酶的含量比细胞内低,所以,氧自由基在细胞外常有较大的损伤作用,可使上皮组织基底膜的透明质酸变性,导致组织纤维化,造成机体功能障碍和组织器官结构损伤。

研究证实,高压氧(HBO)暴露时肺内自由基生成量随高压氧暴露剂量增加而升高。同时,肺内维生素 C 大量消耗,浓度下降,影响对自由基的消除能力,此时如补充维生素 C 可提高机体组织消除氧自由基的能力,减少自由基的损伤作用。

研究高压氧作用下组织超微结构的变化表明,高压氧暴露时组织细胞受损最早的是

线粒体,由肿胀、嵴断裂到膜解体,氧自由基损伤线粒体在先,膜破裂在后;较高氧压作用下神经元出现的一系列损伤性变化晚,表明脑组织对氧自由基作用最敏感。

用 ESR(电子自旋共振波谱仪)技术检测氧自由基信号表明,随着高压氧暴露 UPTD(肺氧中毒剂量单位)的增加, $O_2^{\cdot-}$ 信号增强,有明显的量效关系;但是,当 UPTD 值加大至 1 100 UPTD 时,ESR 谱上 $O_2^{\cdot-}$ 自由基信号并非呈线性加大,而是有一定限值。研究证实,SOD 抗氧化系统反应对自由基消除有滞后现象。

二、高压氧对神经系统作用的研究

维持机体内外环境平衡中起主导作用的是神经系统。中枢神经系统和植物性神经功能在高压氧暴露下发生的变化,取决于高压氧作用压力值的大小和暴露持续时间的长短,即所谓的压力-时程,而个体神经功能类型和对氧的敏感性因素亦有一定影响。

(一) 高压氧对神经系统的保护性作用

高压氧可减轻脑神经细胞的损伤。脑缺血动物的神经元有明显水肿,皮质分子层有疏松区、点状坏死,超微结构可见细胞核膜染色质及线粒体、内质网、高尔基体明显损伤,经 HBO 治疗后上述变化明显减轻。此外,高压氧尚可加速受损细胞的修复,并有可能使变性的神经细胞减少或免于死亡。至于高压氧暴露可通过多种途径减轻和防止脑水肿,这无疑对脑神经系统起重要保护作用。

(二) 高压氧对神经元离子通道的调制作用

高压氧对脑缺血及再灌注海马游离钙及钙通道具有调整作用。脑缺血及再灌注后,脑海马突触体内游离钙浓度显著增加,致使出现细胞内钙 $[Ca^{2+}]_i$ 超载,可造成神经细胞功能与结构损害。研究证实,高压氧作用后,可降低 $[Ca^{2+}]_i$ 浓度,防止细胞内钙超载造成的细胞损伤,尤其以 0.25 MPa(2.5 ATA)高压氧作用下效果为明显,这一变化是因为在高压氧作用下减少了细胞膜上 L 型钙通道的开放数,从而减少细胞外钙的内流,防止 $[Ca^{2+}]_i$ 超载,这可能也是高压氧治疗脑缺血的机制之一。

(三) 动物惊厥性氧中毒与海马突触体内 NO 与 Ca^{2+} 水平有关

氧惊厥时大鼠海马突触体内 $[Ca^{2+}]_i$ 和 cGMP 明显升高,可为对照组的 2~3 倍;预先给予钙通道阻断药(DSL)和 NOS 抑制剂(LNNA)后上述两项参数均明显下调。表明神经元内钙离子浓度增高和 NO-cGMP 途径被激活是引起高压氧致氧惊厥的重要原因,而钙通道阻断剂(DSL)和 NOS 抑制剂(LNNA)对氧惊厥具有防护性作用。

(四) 高压氧对脑损伤动物大脑组织细胞 Na^+-K^+-ATP 酶活力和神经胶质细胞功能结构的影响

缺血性脑损伤时大脑组织细胞 Na^+-K^+-ATP 酶活性明显下降。实验研究证明,脑损伤动物在高压氧暴露后, Na^+-K^+-ATP 酶活性增强,尤以 0.25 MPa 氧压暴露后最为明显,可接近正常对照值水平,与脑缺血组比较有显著差异($P<0.05$)。

高压氧对神经元和胶质细胞的作用也显而易见。脑缺血时脑皮层呈弥漫性及结节性胶质细胞增生,神经元出现核固缩、浓染,锥体细胞减少,核变异,膜内陷和溶解,胞质内细胞器减少,线粒体肿胀、空化等。经高压氧 0.25 MPa(2.5 ATA)治疗后,上述变化显著减少或减轻,显示出高压氧对脑细胞的保护作用。有的研究证实,中枢神经损伤 6 h 后,可见大脑和脊