

医 师 文 库

高压氧医学

主编 李温仁 倪国坛

上海科学技术出版社

高压氧医学

主编 曹文 副主编 曹文

上海科学技术出版社

高 压 氧 医 学

主 编 李 温 仁 倪 国 坛

上 海 科 学 技 术 出 版 社

高压氧医学

主编 李温仁 倪国坛

上海科学技术出版社出版、发行

(上海瑞金二路 450 号)

南京理工大学激光照排公司照排

新华书店上海发行所经销 望亭电厂印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 36.75 插页 5 字数 868 000

1998 年 12 月第 1 版 1998 年 12 月第 1 次印刷

印数 1-4 000

ISBN 7-5323-4670-6/R·1211

定价: 59.00 元

本书如有缺页、错装和坏损等严重质量问题,
请向承印厂联系调换。

高压氧医学

主 编

- 李温仁 福建省立医院名誉院长,心血管病研究所名誉所长,教授,主任医师;国际高压氧医学会议终身会员、第十一届会议主席、基金会副主席;中华医学会高压氧学会主任委员、名誉主任委员
- 倪国坛 第二军医大学潜水·高气压医学-生理学教授;国际高压氧医学学会中国区域副会长;中华医学会高压氧学会顾问;卫生部上海高压氧岗位培训中心兼职教授

副 主 编 (按姓氏笔画为序)

- 吴钟琪 湖南医科大学副校长,教授;中华医学会高压氧学会副主任委员;卫生部医政司高压氧培训中心主任
- 张绪中 南京军区南京总医院高压氧科主任,主任医师;中华医学会高压氧学会主任委员
- 倪大智 海军医学研究所副研究员;解放军军事航海医学专业委员会高压氧医学组组长
- 徐光华 海军总医院高压氧科主任,主任医师;中华医学会高压氧学会副主任委员、顾问

编辑委员 (按所编章节先后为序)

- 李温仁 见“主编”
- 倪国坛 见“主编”
- 倪大智 见“副主编”
- 易 治 暨南大学医学院二院(深圳市人民医院)高压氧科主任,教授
- 包永善 浙江医科大学二院高压氧科主任,副教授
- 徐光华 见“副主编”
- 杨安全 中国人民解放军 401 医院副院长,主任医师
- 杨 硕 河北医科大学四院高压氧科主任,教授
- 郝鸣政 中国医科大学一院高压氧科主任,教授
- 吴钟琪 见“副主编”
- 房泽生 天津市第二人民医院高压氧科主任,主任医师
- 吴嗣洪 上海第二医科大学新华医院高压氧科主任,教授,卫生部上海高压氧岗位培训中心兼职教授
- 刘子藩 中山医科大学四院高压氧科主任,副教授
- 高春锦 北京红十字朝阳医院高压氧科主任,主任医师
- 周 伟 中国人民解放军北京军区总医院高压氧科主任,主任医师
- 郑守钿 中国人民解放军 263 医院院长,主任医师
- 毛云鹏 郑州市第二人民医院高压氧科主任,主任医师

编 撰 者 (按姓氏笔画为序)

王文波	王汉勋	王慕琪	王曙光	且大文	包永善	朱双罗
朱祥祺	任玉伟	刘子藩	刘守田	汤中泉	孙长丰	杨安全
杨海鸿	杨捷云	杨 硕	李严祥	李克祥	李温仁	吴嗣洪
吕连利	余松海	张正玉	张兰菊	张郢城	张淑璞	张绪中
张慈禄	易 治	罗蕴蘅	房广才	房泽生	周 伟	郑守钿
郝鸣政	段书六	俞海泉	贺 彪	倪大智	倪国坛	徐光华
高春锦	陶恒沂	曹吾祯	曹锦泉	阎保丽	阎瑞常	谢中光
潘明达	潘晓雯					

序 一

中华医学会高压氧学会发起并组织编撰、上海科学技术出版社出版的《高压氧医学》一书面世了。这一专著的出版,是我国医学界,尤其是高压氧医学从业者队伍的一件大好事。特表祝贺且乐为之序。

医学史中不乏这样的事例:一种常用的普通物质和(或)本来用途不广泛的方法,由于实践中发现了特效的用途和特殊的优越性,以致形成突破性的发展。高气压医学中的高压氧临床应用,就属于这种情况。自 20 世纪 50 年代末、60 年代初,荷兰国医师 Boerema 根据其临床实践和科研成果倡导用高压氧处理临床疾患后,30 年左右的时间内,蓬勃发展成为高压氧医学——高气压医学中的分支之一,而且从使用的范围和频率而言,是主要的分支学科。

高氧压医学是一门发生较早而发展过程曲折的医学学科。早在 17 世纪中期,即欧洲文艺复兴(14~16 世纪)之后的一段时间,Torricelli 发现了大气压力(1643)和水银柱测量气压之后不久,Boyle 观察气压变化对机体的影响(1659),发现了气压与气体体积之间关系的定律(1662)。与此同时,英国内科医师 Henshaw 尝试使用高于大气压的空气治疗和预防某些(消化、呼吸)疾病(1662、1664)。当时的方法是用风箱和活瓣向一个穹窿式的小居室(domicillium)内打气和从该小室往外放气。其企图是利用高于大气压的压力起治疗作用。可以认为这就是高气压医学的开端。

对于空气的进一步认识,则在产业革命(18 世纪 60 年代开始)初期: Priestley(1774)和 Scheele 分别独立地发现了空气中的氧气;接着, Lavoisier(1777)确立了“氧化”的概念。但还没有认识“生物氧化”的规律,误认为体内氧多了会导致“纵火”那样的后果。他还同 Seguin 一起,劝阻人们吸纯氧和高压氧(1789)。很长时间之后,这种误认才被纠正。

以后,各种气体、元素陆续被认识,从而认识了高气压被利用的因素,可分析为两个方面,即气体的压力本身(Pressure per se)和气体各自的化学作用。在医学、生理学上,有目的地应用高气压,有些场合侧重于用其压力,另些场合侧重于用其化学作用,也有许多情况下,两种因素兼而用之。

利用气压治病,于 19 世纪中叶开始。1845 年, Pol 和 Wattelle 明确了潜水员出水后表现的特殊病症是由于加压后的减压所引起(“离开的时候付代价”),因此采取再回到压力下的措施借以治疗。正式的、规范的加压治疗,则始于 1890 年 Moir 建造了用于潜水现场的医用加压舱,实施治疗减压病。直到现在,凡体内有致病的“原地生成气泡”(autochthonous bubble)或外源性气泡(exogenous bubble),首选的处理方法是加压治疗,即利用高气压的压力借以按 Boyle-Mariotte 定律缩小体内存在的气泡的体积;同时,形成增加气泡内气体压力的条件,促进气泡内气体按 Henry 定律溶解人体液,进一步促进气泡缩小,直至消失。各国的潜水减压病和肺气压伤(动脉气栓症)加压治疗(方案)表,都按这些原理制订。有些国家(如前苏联等)的加压治疗表,更强调压力的治疗作用,故有最高压值较其他国家(如美、英等国)大得多的方案。无论如何,利用高气压治疗气泡所致疾病,是公认的特效根治法,从理论到实

践,除无知者外,没有什么原则性异议。但是,利用高压空气治疗其他临床疾病,却曾有重大的争议:1927年,美国 Cunningham 造了直径 3m、长约 26m 的大舱,舱内分室,设备俨如宾馆,用以治疗被认为有适应证的若干种临床疾病。其理论根据并不完全确切,施治带有一定程度的盲目性,以致遭到美国医学会调研组(American Medical Association Bureau of Investigation)的谴责(1928),其言词欠冷静分析。而 Cunningham 非但未作虚心考虑,反而在工业界个别人士的支持下,变本加厉地建造了规模更大的“大楼式”加压舱,继续行其所“是”。意气用事的结果,双方的合理部分都没有得到揭示和发扬,教训也未被正式总结。“空前绝后”的大楼式加压舱于 1937 年毁为废铁。

利用高压纯氧治病,始于 Valenzuela(1887),他用 2ATA(即 0.2MPa)的纯氧治疗一些临床疾病。那时,正当 Paul Bert 的专著:《气压——生理学实验研究》出版(1878年)之后,该书中系统而深入地报告了压力生理学(pressure physiology)研究结果。关于高压的空气及其组份气体对机体的生理作用,已有明确认识,也包括急性(脑型)氧中毒的认识。故免不了予人们以对使用高压氧的某些顾虑;况且,19 世纪末(1899)Smith 又发现了高压氧足以引起肺型(慢性)氧中毒,又加深了这方面的顾虑。然而,支持利用高压氧的实验却也不少,例如: Haldane 等的实验(1895):将小鼠置于含 2ATA(0.2MPa)氧和 1ATA(0.1MPa)一氧化碳氧混合气的容器内,动物并不显示一氧化碳中毒的征象。End 和 Long(1942)用高压氧有效地治疗一氧化碳中毒的实验动物(狗、豚鼠)。但用高压氧救治人体一氧化碳中毒,却直到 1961 年才开始有报告(Smith)。

直至 20 世纪 50 年代中期之前,高压氧在潜水高压以及航空等行业的特殊环境医学中用于防治疾病,比在临床工作中的应用发展较快。掌握得当时,效果确实,普遍使用,鲜有争议。对于高压氧用于治疗减压病和肺气压伤(动脉气栓)的机制,认识也完全明确:压力使致病气泡的体积缩小(机械作用),氧气可使已溶解于体内或存在于气泡内的其他气体,例如氮气,置换出来(物理化学作用);溶解氧的增加,可以改善疾病过程中因缺氧而受损组织的代谢状态(生物化学作用)。由于正确地掌握了这些规律,20 年代起,高压氧即被用于预防减压病。具体反映在有些国家为民用或军事潜水单位颁布的潜水减压(方案)表,尤其水面吸氧减压表,以及加压治疗(方案)表等都规定在适当的压力下吸高压氧持续相应的时间,使惰性气体被置换离体的效率倍增而安全缩短减压时间。至 1937 年,Behnk 和 Shaw 首创用高压氧治疗“压缩空气病(compressed air illness)”。

自第二次世界大战结束(1945 年)之后的十多年间,高压氧的应用在实验和临床实践等方面都较前增多,涉及的病种也较广泛。甚至有人试探了高压氧对肿瘤的治疗作用,得出了“高压氧可以提高肿瘤对放射能的敏感性”的结论(Churchill-Davidson,1954~1955 年)。高压氧被许多学者从各自所取的角度称名而介绍给读者,例如从物理学的角度称之为“高压下的氧气(oxygen at high pressure, OHP)”;从使用方法比拟潜水而称之为“高压氧浸泡(hyperbaric oxygen drenching, HOD)”;或从氧在体内运送时的状态即不起化合作用而称“高压氧合(hyperbaric oxygenation, HBO)”。以后,一致采用“HBO”这一名称。通常都理解为高压氧(hyperbaric oxygen)。

在 50 年代中、后期,引起举世瞩目的是荷兰 Boerema 等所进行的几项有突破性成果的工作:① 1956 年于加压舱内,处在高压氧的条件下,进行心脏直视手术,因延长了心脏停搏的安全时间,使复杂的手术也可从容进行;② 1959 年进行“无血的生命(Life without

Blood)”实验。置实验动物(猪)于高压氧下,将它的血液全部用无血的液体置换掉,却仍能维持其生命;③ 1960 年,利用高压氧治疗厌氧菌感染所致疾病。短时间内世界各地“风起云涌”似地竞相仿效和进一步发展,纷纷开展用高压氧治疗临床疾患和(或)作为条件而进行实验,而且不断出现许多新的成就和取得有益的经验。于是,Boerema 倡议召开国际高压医学会议(International Congress on Hyperbaric Medicine)进行交流。

1963 年,第一届国际高压医学会议就在 Boerema 组织和主持下举行于荷兰首都阿姆斯特丹,会议录以《高压氧的临床应用》(Clinical Application of Hyperbaric Oxygen)为名,于 1964 年出版。这次会议被认为是现代高压医学开始的标志,而 Boerema 则被公认为现代高压医学——以高压氧医学为主体——的创始人。以后,每隔 1~4 年开一次会,在全世界范围内交流有关高压医学各方面的成就、经验等,现已开过 12 次。开会地点各届都换,由东道国的高压医学权威学者任主席。其中第 11 届会议在我国的福建省福州市举行(李温仁教授任主席兼基金会副主席)。

与高压医学国际会议逐届举行的同时,世界各国新组相应的学术团体或原有团体的内涵作补充,反映了学术的发展与学术组织相互促进的“良性循环”关系。例如,在我国,中华医学会系统内,先在上海分会成立高压医学学会(1980 年),又在总会成立高压氧学会(1992 年);美国的“海下医学会(Undersea Medical Society, UMS)”于 1986 年在其名称中加了“高压”一词,成为“海下和高压医学学会(Undersea and Hyperbaric Medical Society, UHMS)”。1988 年“国际高压医学学会(International Society on Hyperbaric Medicine)”成立,在世界各大区域设其“区域副会长(Regional Vice President)”。中华人民共和国区域亦有一位副会长(倪国坛教授)。在美国,还于 1983 年设立了“美国高压医学院(American College of Hyperbaric Medicine)”,其奠基人、校长,就是高压医学方面卓有成就的 Neubauer 博士。

自 1963 年以后,不到 40 年的时间内,高压氧临床应用,各方面的进展都是空前的,其对于高压医学中多少是经典的内容,亦起推动、再思考、作新改进的作用。例如对潜水减压病、肺气压伤的加压治疗,在 1965 年发展出了“最小加压吸氧治疗减压病和肺气压伤”的方案表(Goodman 和 Workman)。同时有专门的杂志创刊和专著出版。著名的专业杂志如“Undersea and Biomedical Research”、“Journal of Hyperbaric Medicine”以及“Hyperbaric Oxygen Review”等;著名的教科书如 Jain 主编的《Textbook of Hyperbaric Medicine》等。

在我国,古代曾有原始方式的潜水和潜水医学的萌芽。但长期未能在已有基础上发扬光大,也没有及时引进和借鉴。所以,直到 20 世纪 40 年代末,尚缺乏与时代相称的科学的潜水、高压作业;至于潜水-高压医学,则为空白。因此,凭借落后方式进行潜水-高压作业,人员常罹患相应的职业病,而且无医治条件而牺牲或伤残的惨况屡屡发生。新中国成立后,高压医学开始逐渐发展。在军事潜水医学中率先利用压缩空气和高压氧;民用潜水和有关高压作业的事业中也有相应的发展。至 60 年代初,全国,尤其是海军和沿海各省、市的潜水、高压作业单位,基本上都装备了加压系统设备以防治减压病与高压有关的职业病。工业部门有些(如造船、锅炉等)工厂能兼造高压医学的重大设备;海军的医学科研单位中设立了有关潜水-高压医学科研部门,取得成果,亦培养了一些人才。首先在医学院校本科的课程系列中设置有关潜水-高压医学必修课的教学单位,是中国人民解放军总后勤部所属的军医大学,即驻在上海的第二军医大学海军医学系内设潜水生理学教研室(后改为

潜水医学教研室)。作为国内唯一的有关高压医学的专业学科,完成了可用于教学(培养)、治疗、科研等工作的高气压系统设备外,还出版了本专业的教材和普及性的和提高性的专著。另又在本院教学及各地举办的高气压“学习班”(训练班)中担任教学工作,为军用的和民用的潜水-高压医学事业培养出了为数不少的足以胜任潜水-高压医学工作的人才。

第一届国际高压医学会议之后,我国在高压氧的临床应用方面,迎头赶上:已拥有加压系统设备的单位迅速开展用高压氧于临床治疗疾病、创伤,或进行实验研究;各地急起直追的医院和医疗、科研单位,纷纷建造加压舱,使用高压氧治病及处理某些特殊的病理状态,并且在实践经验和科研成果的基础上扩大适应证,积极有效地发挥高压氧作为一种治疗手段的优越性,创造过不少疗效上的“奇迹”。

所建造的加压舱,类型不一,其中不少是供全舱充氧用的。即人在舱内,经用纯氧置换掉舱内的空气(“洗舱”)后,再充纯氧入舱以升高舱内气压。于是,人体“浸泡”于高压氧中,直接呼吸舱内的高压氧。称这类舱为“高压氧舱”是名副其实的。有许多舱以充压缩空气造成舱内高压环境,人体在此环境中通过与舱内气体环境隔绝的供氧装置(接通吸氧面罩的供氧管阀系)吸与舱内气压相当的高压氧。该类舱也被简单化地称为高压氧舱。这样,“高压氧舱”的定义就约定俗成地改变(扩大而笼统地)成为“凡能在其中造成合宜的高气压环境并可提供吸高压氧条件的舱,都称为高压氧舱”。我国的高压氧舱总数已逾 2000 台。医院中使用高压氧舱作临床和科研的单位,一般都建制为“高压氧科”。

临床应用高压氧效果令人满意以及高压氧疗法风行的状况,使许多人只知道高压氧而不知其为高压医学的一部分,甚至认为高压就是高压氧。事实正是:高压氧在高压医学范围内已“独占鳌头”。所以,我国医务界和广大伤病员,将用高压氧预防、治疗、研究疾病、创伤的实践和理论概括地统称为“高压氧医学(Hyperbaric Oxygen Medicine 或 Hyperbaric Oxygenation Medicine, HBOM)”看来是顺理成章的事了。

高压氧医学在我国的发展,情况颇为突出:所治病种之多,例数量之大,世界各国都无与伦比。科研方面有些项目,例如高压氧下一些脑区几种神经肽含量变化、高压氧与氧自由基的关系等,受到国际上的重视。第十一届国际高压会议时,相对集中地展示了我国在高压氧方面的科研成果,受到普遍的好评。当我国的代表向国际同行们介绍这些情况时,他们都首肯“高压氧医学”这一名称概括得恰当;并且赞许:“中国是高压氧医学大国”。当然,结合高科技进行研究,尚有相当差距。

同世界上其他一些国家应用高压氧发展过程中遇到挫折的情况相类似,我国在个别地区不同的单位发生过重大事故共若干起。并不是高压氧本身不适于治病或对机体造成不利影响,而主要是管理制度、操作程序、设备质量等方面的不完善或未遵守所酿成。教训的重点是:人员必须按照要求严格训练。国家卫生部针对我国的具体情况,认真对待存在的问题,开办了高压氧医学从业人员的岗位培训中心,经过严格训练而且合格者,方可持证上岗。总之,不因成绩而粗心懈怠,也不因挫折而畏葸裹足。永远兢兢业业,奋勇向前。对高压氧医学这一门新兴的学科不断加深认识,使之日臻完善,是医学界和有关的医学工程学界义不容辞的责任。

至于广泛、系统而深入地正确认识,进而更好地推广运用高压氧医学以提高医疗质量,相应的刊物尚在筹备、试刊阶段;书籍则各地曾出版过一些。上海科学技术出版社一马当先,在 1978 年即出版《高压氧的临床应用》(倪国坛教授等参加的编写组)。以后,在青岛、广州、

北京、南京、东北等地,以高压医学或高压氧医学等书名编撰或翻译出版了一些专著,还有高压医学设备方面的专著。所有这些书,对于作为医学分支学科的高压氧医学的普及和提高都起了相应的积极作用。

中华医学会高压氧学会在筹备阶段(1992年之前)即酝酿编撰出版一本专著,要求能博采众长,理论结合实践、提高兼顾普及;供医界各科参考,供本专业从业人员学习;为医学院校作教学材料,为研究生作深入钻研的基础和探求的线索。开始实施后,发挥了学会在学术活动方面的组织作用,得以在全国范围内遴选作者,使专著的内容既综合了国内外的许多资料,融会贯通地阐明问题,又结合作者专长,突出所撰章节的特色;既有共同的原则,又有独特的实例;既有异病同治,以高压氧为主的疗法,又有同病异治,以高压氧为辅的措施;既对具体实践有确切的指导作用,又对进一步深入机制的研究和进一步开拓起启发作用。经克服许多困难后,终于由上海科学技术出版社出版了,距该社为国内出版第一本高压氧临床应用的专著,恰好是20周年。

《高压氧医学》的出版,反映了一门新兴学科的学会的积极倡导和细致组织工作,从业人员的努力实践、开拓进取和认真总结以及出版社的大力支持和辛勤劳动。即从出发点,工作的方式、方法,到具体内容都是令人高兴的。高压氧的治疗作用涉及一般医学各科和特殊环境医学各个领域;其作用机制又涉及生命活动最基本的环节。所以,《高压氧医学》面世,对医学界是有普遍意义的一件大好事。希望能保持和发扬团结进取、提高和发展学科的精神,随着不断发展的形势,今后将这一专著及时地更新。不但作者和编者,广大读者也应从不同角度,采取不同的方式参与这种更新活动。务期同心协力把高压氧医学这一源远流广的新兴学科在我国蓬勃发展,大放光彩。

借祝贺《高压氧医学》面世的机会,写了上列文字,表述个人的一些认识与感想而已。

张文康

1998年7月

序 二

高压氧疗法在我国应用和研究已有三四十年的历程,并在医疗急救和学术上取得了可喜的成绩。经过多年的实践和研制,在舱型上已大小兼有,繁简俱全,大大有利于推广应用,逐渐发展为常规。在学术研究方面也有不少具有较高水平的发展,如由李温仁教授领导的福建省立医院的高压氧医疗研究组坚持在高压氧舱内进行心脏直视手术,取得了良好的成绩,在国际高压氧学术会议上受到各国学者的称赞。另外在若干医学研究中心进行着许多基础实验研究,都是值得继续深入开展的范例。

由李温仁教授领衔主编、50多位高压氧学者参与编撰的《高压氧医学》一书,由上海科学技术出版社出版,这是我国第一部全面阐述高压氧疗法的专题参考书,内容丰富,总结经验、介绍理论,具有可靠的指导作用,也是今后继续推广提高此一重要疗法的有力贡献。谨祝我国高压氧医学不断发展。

吴英恺

1998年1月5日

大力加强高压氧医学的科研工作

(代 序)

自从 1959 年荷兰国 Boerema 教授发表《Life without Blood》的论文以来,高压氧引起了世界各国医学家的极大兴趣。高压氧在医学中的应用一经为人们所认识,就以惊人的速度发展壮大,取得了很大的成绩。挽救了许多重度休克濒于死亡病人的生命,特别是对一氧化碳中毒和气性坏疽,确有起死回生之效。并且还能治疗许多常规疗法难以收效的病种,如重症肌无力,多发性硬化,脑血管栓塞引起的偏瘫,偏头痛,类风湿性关节炎,支气管哮喘,溃疡性结肠炎,病毒性肝炎,病毒性脑炎,血管性帕金森综合征,突发性耳聋,视网膜血管阻塞,骨折不愈合,慢性顽固性下肢溃疡及糖尿病的下肢溃疡,以及放射性损伤等。但因我们宣传不够,使许多医师不了解可用高压氧治疗上述各种疾病,而坐失良机,延误了治疗,造成不良的后果。因此我们应当大声疾呼、广为宣传,并向卫生部和全国各医学院校要求把高压氧医学列为医学院校三、四年级医学生的必修课程,使将来的毕业生都懂得高压氧疗法的指征。

我国在最近 20 多年的医疗工作中积累了许多高压氧治疗的宝贵经验。可惜在高压氧医学的理论水平和科研成就方面,就总体而言,尚落后于世界先进水平。为此我们必须在各医学院校和各大医疗中心大力加强高压氧的科研工作,使之能迎头赶上世界先进水平。现在我建议在以下几个方面应当集中精力开展科研工作,获得成果,以期进一步探明高压氧的效应机制,更好地用作防治手段,安全可靠、避免毒副作用。

1. 对氧自由基的研究 应进行有说服力的试验研究,得出可靠的科学结论。使广大医务工作者懂得在常用的 250kPa 高压氧下进行治疗各种疾病,虽然氧自由基的生成增多,但因人体内清除氧自由基的酶系也相应地增加,其清除氧自由基的能力也相应增强,同时服用一些维生素 E 和维生素 C 更可保证没有氧中毒的危险,打消广大医务工作者的顾虑。

2. 心血管疾病方面 应作血液流变学的研究,以证实在高压氧下血液粘稠度降低,血小板凝聚力降低,即血小板的解聚力增强,血液通过微循环的速度和量均增加,减少了血管内栓塞的机会。同时研究在高压氧治疗的过程中,冠状动脉粥样硬化的程度是否逐渐减轻。

3. 消化系统疾病方面 消化性溃疡为常见病,发病率约为人类的 10%。内科药物治疗法很难治愈。希望各大医院能加强研究,有大样本的病例与对照组作详细的疗效对比。使广大医务工作者有科学依据,坚信高压氧疗法的优越性,在开始治疗时,即采用高压氧治疗。

4. 微生物 高压氧对微生物的作用应进一步研究,特别是对病毒的作用更应仔细研究,得出科学的论据,证明哪些细菌和病毒对高压氧敏感,哪些细菌和病毒不敏感。这样使广大医务人员心中有数,有根据而不是盲目地使用高压氧疗法以达到最佳的效果。

5. 内分泌与免疫 进一步深入研究高压氧对人体内分泌的影响和对免疫的作用。

6. 烧伤 应大力提倡和推广使用高压氧治疗大面积烧伤。国外有许多报道,说明高压氧疗法确有减少输液,输血,减轻或防止休克,减少伤口感染及败血症,降低病死率及促进创

面植皮成功,减少住院日期,节省医疗费用等优点。

7. 神经外科 应大力推广认真总结高压氧对脑外伤、脑水肿、脊髓神经损伤病人的治疗。

8. 高危妊娠 高压氧对高危妊娠患者的治疗和对妇女更年期综合征的疗效,值得进一步研究。

9. 脑血管病变 高压氧治疗老年性痴呆和血管性帕金森综合征有一定的疗效,值得推广,并认真总结经验,作出科学的结论。

10. 恶性肿瘤化疗 高压氧与恶性肿瘤的化疗值得进一步研究。恶性肿瘤的化疗在我国已普遍开展,但疗效不能令人满意。若在高压氧下进行化疗,可能使瘤体更快地缩小,缓解期更长,延缓恶性肿瘤的复发,从而减轻病人的痛苦,延长病人的寿命,故应大力提倡推广,认真总结经验,得出科学的论断。

11. 外科手术 在高压氧下进行脑外科手术和心血管手术可以大大地减少输血量。同时可保证患者不致因缺氧而休克,降低了手术的危险性,保证病人安全渡过手术。希望有大舱的单位应尽可能促使外科医生在高气压舱内进行有适应证的手术。并总结经验写出报告。

12. 高压氧设备的改进 高压氧设备是高压氧医学的先决保障条件;是医学同工程学密切结合的边缘科学——医学工程学的特殊内容之一。高压氧设备的好坏及使用的得当与否,直接关系到受治病人以及操作等人员的安危、防治效果的优劣、使用和检修时的便利与否、出入和逗留时的舒适与否。故有必要在使用中积累经验和(或)接受教训的基础上,从制造原料、工艺,部件结构、性能,操作灵便、准确等角度不断改进,使高压氧在医学上的应用中更安全、更有效、更方便、更舒适。这就需要使高压氧设备的医疗、护理、技术人员同有关工程的研究、设计和制造人员通力协作,共同将高压氧理论水平和实践质量不断提高。

李 温 仁

1997年10月

前 言

作为高压医学的分支,新兴的高压氧医学发展起来尚不久,一些基本概念和内容,尚未被包括部分医务同行在内的广大人群所重视或共识或完全明确。故在全面、系统、深入地阐明高压氧医学的理论与实践之前,有必要作一“导言”式的前言,就关键问题作些提示。

(一) 气体环境与生命维持

人体,和其他动物机体一样,生命的维持必须依赖于与所生存环境之间的物质交换,即从环境中摄取一些物质为自身所用,又将体内一些废弃物排放到环境中。就大类而言,机体所摄取的物质有水、食物、氧气;排出的废弃物有食物残渣、溶解于水的以及气体等代谢尾产物。直接起相应物质交换作用的主要脏器为胃肠道、肾和肺等。

物质的摄取和排除对生命的维持都重要,而尤以摄取更重要;所需摄取的物质都重要,而尤以氧气为最迫切。事实证明:一般人体,在能充分获得氧气的前提下,不食而只饮水,可维持生命 7 日左右;不食又不饮水,可维持 3 日左右。但若饮食虽不缺乏而不能获得氧气,则只能维持数分钟。所以,机体与环境间的气体交换,特别是获得氧气,是首要的生理活动。通过这一事实,不难认识到:当氧气被用作“药物”治病时,其性质为纯粹的天然性,而且适用范围之广,是其他药物所不可比拟。当然,也正因为此,防止用之过度、过滥,又是不可疏忽的。

包括人类在内的所有陆栖的(terrestrial)、通过肺进行气体交换的动物,都与环境直接交换自由气体;水栖的(hydrocole)、用鳃进行气体交换的动物,则与水中处于溶解状态的气体交换,溶解于水的气体又与水面以上的气体环境交换。

正常状态下,气体环境中的氧可以认为是随时随地“取之不尽,用之不竭”的。所以,机体内没有发展出储藏氧气的特殊结构,必须即时从外界取得、紧接着输送到各组织细胞。一旦生理性的或治疗措施的需氧量增加,或机体内输氧环节由于结构减损或输氧量增加而相对不足时,需补充供应氧的重要性,就比其他物质更为紧迫。额外补充供应的,当然是相应质和量的气体状态的氧。所以,研究氧用于医学,必须首先对氧作为气体所具有的共性有充分的认识。

(二) 气体与气体压力

气体是物质存在的状态之一。与液体和固体比,气体本身的分子间距最大,引力最小,分子运动的自由度最高,故气体无固定形状,体积最易变化。若不受外力影响,气体可无限扩散,亦向所接触的液体、固体的分子间隙中扩散(即“溶解”),直至平衡。

围绕地球表面的气体称为空气。在地球的引力作用下,空气形成包裹着地球的大气圈(大气层),其全部或部分常被称为“大气”。大气系多种气体混合组成,主要为氮、氧、二氧化碳,还有占百分比很小的氦、氖、氩、氪、氙和氢等气体。通常还含不定比例的水蒸气。

大气圈的底(下)界就是地球表面,地表以海平面为基准,与海面向上的垂直距离愈远(即海拔愈高),空气愈稀薄,并逐渐向星际空间过渡,故无明显的顶(上)界,通常约计大气圈的厚度为 2000km。但空气总量的 99% 存在于近地面的 32km 范围以内。

在与大气接触的物体上,由于受不断运动的空气分子的碰撞而受到压力,称为大气压力。每单位面积(cm^2)上所受到的大气压力,称为大气压强或大气压(或简称“气压”)。空气,在地球纬度为 45° 处的海平面上,温度为 0°C 时,每 1 克分子量(mol)所占体积为 22.4 L,其中分子数为 6.02204×10^{23} (Avogadro 常数),所显示的气压被定为标准大气压,亦即严格意义上的“常压”。这种温度和压强的状况被定为“标准状况”。在标准状况下,任何气体,每 22.4L 中的分子数超过 Avogadro 常数或温度升高,以致分子碰撞的频率增高且力度加大,则气压升高,称高压;反之为低气压。

能耐受高压的容器被称为“耐压容器”。人为地形成机体的高气压环境,必须用有相应容积的耐压容器。使机体处于该容器内,借增加容器内气体的质量(分子数增加)而升高其气压。用于医学上的耐压容器和配套系列设备为“医用加压系统设备”,是高压医学中起决定作用的关键性保障条件。专用于高压氧的耐压容器,称为高压氧舱。所以,从事高压医学的人员都必须熟悉和掌握医用加压设备系统的结构和性能。

(三) 气压的计量单位

气压的法定计量单位现以帕(Pascal, Pa)为单位:

$$1\text{Pa} = 1\text{N}/\text{m}^2. (1\text{N} = 1\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2)$$

这是一个精细的压力计量单位,1Pa 小于一粒西瓜子仁施加在桌面上的力。故通常以千帕(kPa)或兆帕(MPa)计。

标准大气压的压值为 101325Pa,即 101.325kPa。在有些场合(如在工程上),为计算方便,可简约为 101kPa 或简为 100kPa。

对大气压的计量,曾长期用每平方厘米面积上铅直大气柱的重量(kg/cm^2)表示。标准海拔和温度下,每平方厘米面积上大气柱的重量等于相同面积上 76cm(即 760mm)高度的汞(水银,Hg)柱的重量。亦曾定 1mmHg 为 1 托(Torr),760 Torr 为 1 标准大气压。而汞的比重为 13.6。所以,此 76cmHg 的重量即等于高度为 $76 \times 13.6 = 1033.6\text{cm}$ (即 10.336m)的水柱的重量,记作 $1033.6\text{g}/\text{cm}^2$ 。在工程上,即以 $1\text{kg}/\text{cm}^2$ 计,称为工程大气压;而工程上多借以计“力(force)”的量,故记作千克力每平方厘米(kgf/cm^2)。

由于存在这些计算关系,在以重量作压力的计量单位中,还有一些传统但目前已不主张采用的单位表示方式。例如直接以毫米汞柱(mmHg)为单位,标准大气压为 760mmHg。在计算一些较小的压力值时,常采用厘米水柱(cmH_2O)为单位。在潜水高压医学中,又常以米水柱(mH_2O)为单位,则标准大气压为 10.336 mH_2O ;若以海水(SW)柱计,则为 10mSW。

在某些学科、行业或国家,曾定巴(bar)作为气压的计量单位($1\text{bar} = 0.986923$ 标准大气压)。计低于 1bar 的气压时又常用毫巴(mbar)($1\text{mbar} = 10^{-3}\text{bar}$)。

在常用压力计量的学科(行业)中,曾相当长期地用标准大气压作为压力的计量单位,符号为“atm”,实际应用中比较方便,许多公式的推导、数据的获得等,都用此单位。但标准大气压目前也是不推荐使用的计量单位。

(四) 附加压与绝对压

生物机体的组分中,水占最大比例($> 70\%$),许多物质多溶于水。水为不可压缩的流体;机体的含气腔、窦都有孔道同外环境相通,随时可保持内外平衡。故生存于大气压下的机体各部都均匀地受压,不显任何受压的影响。因此,通常用以检测气压的仪表(压力表,压力

计)以标准大气压(常压)为基准,定为“零点”。医学上以低于此基准的气压为低压(有时被不科学地称为“负压”),高于此基准者为高压(有时被称为“正压”)。压力表上所显示的压值,实际是附加于常压之上的压值,故称附加压(additional pressure),亦称表压。可见,高压就是常压与附加压之和。

若不以常压为零点,而以真空为零点,所测计的气压值,则为“绝对压(absolute pressure)”。若用大气压为单位计绝对压值,则其名数即记为“绝对大气压(atmosphere absolute, ATA)”,简便公式:

$$\text{表压值(单位:大气压)} + 1 = \text{绝对大气压值}$$

若以法定计量单位表示,则为:

$$\text{表压(kPa)值} + 100\text{kPa} = \text{绝对压值(kPa)}$$

$$\text{或表压(MPa)值} + 0.1\text{MPa} = \text{绝对压值(MPa)}$$

在实际应用中,是表压(附加压)值还是绝对压值,往往需要具体标明,以免致误。然而,在逻辑前提明确的情况下,虽不标明也不致混淆。例如,测得的储气容器内的气压、潜水时为平衡水压所施加的气压,向加压舱内充气使舱压升高的压值等都为附加压;又如,表明高压环境的总压值,无论环境气体是混合气还是单一的气体,都是绝对压,所以,凡表示高压氧的压值,都为绝对压;计算混合气中某一气体的分压总值时,也以绝对压计,例如空气中氧的分压为 21kPa,是绝对压值。

(五) 高压环境与高压氧

机体所处的容积固定的微小环境(如加压舱、潜水服、沉箱或隧道等)内,被人工充气而使气体质量增加,每平方厘米上受气体分子碰撞而显现的压力超过常压时,机体即暴露于高压环境。高压环境中的气体是被压缩了的气体,可以是含相应比例氧的混合气体(例如压缩空气或人工配制的高压混合气),在特定情况下,也可以是单纯的氧气。

机体处在任何环境中,尤其在高压环境中,所呼吸气体的压强必须同环境相平衡,否则会导致严重事故。如果直接呼吸高压环境中的气体,这种平衡尚较易保持;如果另设供气系统,供机体呼吸不同于环境中的气体时,在调控不当或机件失灵的情况下,呼吸气体的气压与环境气压之间将会失去平衡。若呼吸气体气压一定程度地高于环境气压,可造成肺撕裂等损伤;反之,若过低,则可造成挤压伤(squeeze)等事故。所以,保持呼吸气体气压与环境气压之间经常的平衡,是安全呼吸的重要物理条件之一。基于特别强调安全使用高压氧,从体内、外气压必须平衡的角度认识医学中所使用的高压氧,则高压氧的定义必须是: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)

从这一定义中明确:① 高压氧属于医学范畴内的概念。绝不能认为“压力高于常压的氧气就叫‘高压氧’”。如果根据这一错误概念,则似乎机体处在常压下也可吸高于常压的氧气,如果照此办理,必导致肺气压伤甚至更严重的后果。② 高压氧是指高于常压的吸入气总压全都或主要($\geq 95\%$)由氧气本身的分子运动所形成。至于在高压混合气中氧占了一定的较小比例而形成的高分压,即使其分压值高于正常大气压,亦只能称为“高压混合气中的高分压氧”,不能视为“高压氧”;更不能以此作为“高压氧”来作治疗。试想:如果要将压缩空气中所含的氧用作高压氧,则要达到通常用的治疗氧压 250kPa,必须置被治疗者于总气压为