

GAOYAYANG
ZAI ERKE JI CHANKE
DE YINGYONG

高压氧在 儿科及产科的应用

卫生部医政司医用高压氧岗位培训中心 主编



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

高压氧在儿科及产科的应用

GAOYAYANG ZAI ERKE JI CHANKE DE YINGYONG

卫生部医政司医用高压氧岗位培训中心主编



人民军医出版社

People's Military Medical Press

北京

图书在版编目(CIP)数据

高压氧在儿科及产科的应用/吴钟琪编著. 北京:人民军医出版社,2003.10
ISBN 7-80157-958-5

I. 高… II. 吴… III. ①小儿疾病-高压氧疗法②产科病-高压氧疗法 IV. ①R720.5
②R714.05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 059398 号

主 编:吴钟琪 朱双罗

出 版 人:齐学进

策划编辑:张怡泓

加工编辑:罗子铭

责任审读:李 晨

版式设计:赫英华

封面设计:吴朝洪

出 版 者:人民军医出版社

(地址:北京市复兴路 22 号甲 3 号,邮编:100842,电话:(010)66882586,51927252,

传真:68222916,网址:www.pmmp.com.cn)

印 刷 者:三河市印务有限公司

装 订 者:春园装订厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所发行

版 次:2003 年 10 月第 1 版 2003 年 10 月第 1 次印刷

开 本:787×1092mm 1/16

印 张:15.25

字 数:438 千字

印 数:0001~3000

定 价:36.00 元

(凡属质量问题请与本社联系,电话:(010)51927289,51927290)

内 容 提 要

本书是作者根据自己的临床经验和国内外有关资料编著而成的。全书共分 5 个部分,第一部分简要地介绍了高压氧医学的发展史和相关的基础理论知识;第二、第三部分重点介绍了儿科及产科与高压氧治疗有关的基础知识,以及高压氧治疗儿科及产科疾病的适应证、治疗方法、注意事项等;第四部分汇集了近几年来在各种医学专业杂志上发表的 30 余篇高压氧治疗儿科疾病的论文;第五部分为相关附件,供读者参阅。本书充分反映了高压氧在儿科和产科临床应用的最新进展,具有临床实用参考价值。

责任编辑 张怡泓 罗子铭

作者名单

主 编 吴钟琪 朱双罗

作 者 (以姓氏笔画为序)

朱双罗	刘丽旭	肖平田	吴钟琪
吴致德	张绪中	林彦群	周冬娥
房广才	易军晖	彭争荣	彭慧平

前 言

高压氧医学在我国发展已有近 40 年的历史,不论高压氧舱的数量,还是高压氧治疗的应用和普及范围,现在我国均居世界之首。目前全国共设有各种类型高压氧舱 4 000 台左右(不含婴儿氧舱);治疗病种在 100 种以上,几乎涉及所有临床专科的疾病;全国高压氧已累积治疗近 1 亿人次;全国高压氧从业人员达万人以上。高压氧治疗所显示的良好疗效已为医学界普遍重视,使这一新兴的医学分支学科具有良好的发展前景。

因为早期曾有报道,认为高压氧可使未成熟儿或早产儿发生眼的晶体后纤维化,甚至导致失明。为此,在很长一段时间里,许多医师都回避用高压氧治疗儿科疾病,严重影响了高压氧医学在儿科领域的发展。但是,也有不少学者对此进行了尝试和探讨。20 世纪 80 年代初,我国一批学者先后对高压氧治疗新生儿缺氧性脑病及其后遗症、胎儿宫内发育迟缓、儿童病毒性脑炎等进行了探索性治疗。同时,我国即已开发并少量生产了供新生儿及婴儿专用的婴儿氧舱,但未获推广普及。随着婴幼儿疾病高压氧治疗在我国应用的不断扩大,20 世纪末以后,婴儿氧舱在我国得以迅速推广应用,不仅高压氧专科广泛开展了婴幼儿疾病的高压氧治疗,而且许多综合医院的新生儿科及妇幼保健医院等单位也在病房附近设置了婴儿氧舱,使用方便、及时,有力地推动了高压氧在儿科的应用。目前我国各地已拥有婴儿氧舱 3 000 多台,治疗了大量患儿,取得了较满意的疗效。

随着高压氧在儿科疾病中应用的进展,人们同时开展了高压氧对胎儿及分娩影响的研究与实践,目前高压氧在产科的应用日益受到重视,并在临床取得许多进展,例如对流产、高危妊娠、胎儿宫内发育迟缓等的高压氧治疗都取得满意疗效。特别是前苏联报道在高压氧下行剖宫产术,应用于重症先兆子痫、心脏病合并心力衰竭及其他危及母婴安全的分娩,取得了较常压下分娩更为安全的效果。对“珍贵胎儿”的分娩亦可采取此项措施。

鉴于目前我国许多高压氧专科医师对产科及儿科知识掌握得不够深入,儿科及产科医师对高压氧医学的认识也较有限,为了进一步推动高压氧治疗在儿科及产科的应用,我们特编写本书以飨读者。

本书内容包括 4 个部分。第 1 部分简要介绍了高压氧医学的发展史和相关基础理论知识;第 2、3 部分重点介绍了儿科及产科与高压氧治疗有关的一些基础

知识,以及高压氧治疗儿科及产科疾病的适应证、治疗方法、注意事项和疗效等;第4部分汇集了近几年来在各种医学专业杂志上发表的高压氧治疗儿科疾病的部分论文,以供参考。

由于利用高压氧治疗儿科及产科疾病还处于探索阶段,本书所列的相关适应证是在初步总结我国各地实践经验中提出,我们相信在今后的实践过程中,适应证的范围将会不断调整、扩大。

高压氧治疗应特别重视安全管理,本书就此也做了详细介绍,我们在此提醒各位读者,在开展高压氧治疗的过程中务必认真掌握适应证与禁忌证,加强设备管理,严格各项治疗操作技术,切实加强对每一个环节的安全管理。

我们的知识水平和编写水平有限,本书一定有许多不完善之处,诚望读者批评、指正。

编委会

2003年5月

目 录

第一部分 高压氧医学基础

第一章 高压氧医学概述	(3)
第二章 高压氧医学的物理学基础	(6)
第三章 高压氧对人体生理功能的影响	(12)
第四章 高压氧治疗机制	(14)
第五章 缺氧与氧疗	(17)
第一节 氧的一般特性	(17)
第二节 缺氧症	(17)
第三节 氧气疗法	(20)
第四节 新生儿重症监护和呼吸支持治疗	(27)
第六章 高压氧治疗设备及管理	(32)
第一节 高压氧舱舱型分类及组成结构	(32)
第二节 高压氧舱保养与维修	(34)
第三节 婴儿氧舱设备及管理	(36)
第七章 高压氧治疗方法及操作规程	(40)
第一节 婴儿氧舱操作规程	(40)
第二节 单(双)人氧舱操作规程	(41)
第三节 空气加压舱操作规则	(43)
第四节 高压氧治疗方案	(45)
第八章 高压氧治疗儿科、产科疾病的适应证与禁忌证	(47)
第一节 适应证	(47)
第二节 禁忌证	(48)
第九章 高压氧的毒副作用	(52)
第一节 气压伤	(52)
第二节 氧中毒	(55)
第三节 减压病	(59)
第十章 高压氧治疗的护理与消毒	(60)
第十一章 儿童高压氧治疗的护理	(64)
第一节 婴幼儿高压氧治疗护理常规	(64)
第二节 婴幼儿高压氧治疗时的安全管理	(65)

第十二章	高压氧的安全管理	(67)
------	----------------	------

第二部分 高压氧在儿科的应用

第十三章	儿童的生长发育及其障碍	(73)
第一节	儿童生长发育规律	(73)
第二节	影响小儿生长发育的因素	(73)
第三节	各年龄分期和保健原则	(74)
第四节	儿童体格生长发育	(75)
第五节	儿童体格生长发育障碍	(76)
第六节	儿童心理行为发育障碍	(77)
第十四章	儿科病历书写及体格检查	(79)
第一节	儿科问诊及病历书写	(79)
第二节	儿科体格检查	(80)
第三节	儿童实验室检查	(88)
第十五章	新生儿生理特点与保健	(93)
第十六章	新生儿疾病及高压氧治疗	(95)
第一节	新生儿破伤风	(95)
第二节	新生儿肺透明膜病	(96)
第三节	新生儿核黄疸	(97)
第四节	新生儿窒息	(99)
第五节	新生儿肺炎	(100)
第六节	新生儿坏死性小肠结肠炎	(101)
第七节	新生儿颅内出血	(102)
第八节	脑性瘫痪	(103)
第九节	羊水吸入综合征	(104)
第十节	新生儿缺血缺氧性脑病	(105)
第十七章	儿科疾病及高压氧治疗	(107)
第一节	支气管哮喘	(107)
第二节	肺部感染	(108)
第三节	病毒性心肌炎	(109)
第四节	小儿充血性心力衰竭	(111)
第五节	病毒性肝炎	(113)
第六节	慢性肾小球肾炎	(114)
第七节	儿童糖尿病	(115)
第八节	病毒性脑炎	(117)
第九节	化脓性脑膜炎	(118)
第十节	结核性脑膜炎	(119)
第十一节	流行性乙型脑炎	(121)

第十二节	感染中毒性脑病·····	(122)
第十三节	小儿癫痫·····	(123)
第十四节	进行性肌营养不良·····	(125)
第十五节	特发性面神经麻痹·····	(126)
第十六节	小儿急性脑水肿·····	(128)

第三部分 高压氧在产科的应用

第十八章	产科生理基础·····	(133)
第一节	妇女各阶段的生理特点·····	(133)
第二节	妊娠期母体变化·····	(134)
第三节	胎儿循环系统生理特点及胎儿附属物·····	(135)
第十九章	产科疾病及高压氧治疗·····	(137)
第一节	妊娠高血压综合征·····	(137)
第二节	先兆流产·····	(138)
第三节	过期妊娠·····	(139)
第四节	胎儿宫内发育迟缓·····	(140)
第五节	胎儿窘迫·····	(141)
第六节	胎盘功能不全·····	(143)
第七节	妊娠并发症·····	(143)
第八节	剖宫产术·····	(146)

第四部分 高压氧医学儿科论文汇编

高压氧在产科及新生儿学科中的应用·····	练庆林等(149)
新生儿缺氧缺血性脑病·····	韩玉昆(153)
高压氧治疗新生大鼠缺氧缺血性脑损伤模型量效及时效关系分析·····	刘丽旭等(161)
高压氧治疗对新生鼠缺血缺氧性脑损伤后 bFGF 及其 mRNA 表达的影响 ·····	余 海等(166)
高压氧对新生大鼠缺氧缺血性脑病脑组织匀浆中 SOD、GSH-PX 及 MDA 的 影响·····	张丽达等(170)
高压氧预处理对宫内缺氧缺血大鼠脑组织内皮素及降钙素基因相关肽含量的 影响·····	张 奇等(173)
高压氧治疗新生大鼠缺氧缺血性脑损伤模型与细胞凋亡及半胱天冬酶-3 的 关系探讨·····	刘丽旭等(176)
高压氧治疗新生儿缺氧缺血性脑病时血清超氧化物歧化酶和丙二醛的动态 变化·····	万致婷等(178)
新生儿缺氧缺血性脑病脑干听觉诱发电位变化及高压氧干预·····	张秀丽等(181)
高压氧对缺氧缺血性脑病患儿神经、智能发育的影响 ·····	黄 明等(183)

高压氧综合治疗新生儿缺氧缺血性脑病近期及远期疗效分析·····	谢金祥(185)
新生儿行为神经测定对高压氧治疗新生儿缺氧缺血性脑病的评价·····	雷晔飞等(188)
高压氧综合治疗改善新生儿脑病意识及肌张力障碍疗效分析·····	陈 军等(191)
CT 对高压氧治疗新生儿缺氧缺血性脑病疗效的评价·····	刘一平等(193)
高压氧治疗新生儿窒息·····	彭国忱(195)
新生儿窒息致神经及智能发育异常早期高压氧治疗疗效观察·····	张京滨(197)
高压氧治疗婴幼儿脑瘫·····	林 志等(200)
高压氧综合治疗小儿脑瘫 33 例临床分析·····	王汉勋等(202)
高压氧治疗胎儿缺氧的研究·····	杨 茵等(204)
高压氧治疗胎儿宫内发育迟缓 69 例·····	刘 苏等(207)
高压氧治疗对胎儿宫内发育迟缓脑及脐动脉血流速率的影响·····	凡利俊等(209)
高压氧综合治疗病毒性脑炎患儿的临床研究·····	师榆红等(212)
高压氧综合治疗儿童颅脑外伤后昏迷的疗效分析·····	贾晓忠等(214)
高压氧综合治疗小儿颅脑损伤 27 例·····	师榆红等(216)
高压氧治疗小儿颅脑损伤的疗效观察·····	夏佐中等(217)
高压氧综合治疗新生儿颅内出血临床疗效观察·····	庞进军等(219)
高压氧综合治疗小儿自发性颅内出血·····	庞进军等(222)
高压氧辅治婴儿捂热综合征 48 例临床疗效观察·····	张海强等(224)
高压氧治疗小儿股骨头无菌性坏死二例·····	吴生康等(226)
婴幼儿氧舱安全使用应注意的几个问题·····	刘家文等(227)
GYQ 型婴幼儿氧罩·····	郑世钢等(228)

第五部分 附 件

附件一 水下与高压医学网址介绍·····	(235)
附件二 毫米汞柱(mmHg)与千帕(kPa)数值换算表·····	(239)
附件三 高压氧治疗适应证·····	(240)
附件四 医用氧舱安全技术检查的内容和要求·····	(242)
附件五 小儿发育量表	

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1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,因为不同地区大气压力并不一致,例如我国西藏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医学边缘学科。高压氧医学的任务是运用基础医学和临床医学,及其有关基础理论,不断探索与掌握高压氧治疗的原理,研究高压性疾病的诊断及防治措施,并应用其作用机制,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,涉及到相关学科的基本原理和方法,其研究内容主要有: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;⑥高压氧治疗方法;⑦高压氧安全管理。

三、高压氧医学发展史

(一) 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,此乃高压医学的萌芽。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。

(二) 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”,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 1 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》一书,阐明了高气压引起的生理反应及病理变化,并推荐用氧气于减压病的治疗过程中,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。

(三) 高压氧医学与高压氧医学的发展

1834 年,法国人 Junod 建造了 1 个铜舱,用 0.2~0.4MPa 的高气压治疗病人,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 1 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 1 次成功地在高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高压舱,5 层楼高,直径 19.5m,但因限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。

(四) 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,进入了一个新的发展时期。

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 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 3 个大气压下吸纯氧,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 3 000 台座。舱体质量及舱内设备也在不断改善和提高。舱内照明、温湿度控制、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九种监护仪器,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 30~40 年间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、前苏联、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。

(五) 中国高压氧医学的发展与现状

我国高压氧医学起步较晚,但发展速度十分迅速。解放前,上海打捞局装备了为潜水员治

疗减压病的高压舱。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年代初,曾应用高压氧对气性坏疽、脉管炎、脑水肿、溺水等病症进行治疗,为我国高压氧的临床应用作出了贡献。1964年,福建医学院附属协和医院建成了我国第1台医用高压氧治疗舱,并开展了在高压氧舱内进行心外科手术,如在高压氧舱内进行体外循环心脏直视手术,结合低温进行房间隔缺损、室间隔缺损的修补手术等,都获得显著效果,受到世界医学界的关注与肯定。此后我国高压氧医学不断发展,至20世纪末全国各型氧舱已达4000台左右(不含婴幼儿氧舱)。

1973年在杭州召开了我国第1次全国高压氧学术交流会,以后每2年举行1次。1992年中华医学会高压氧学会正式成立,由李温仁教授任主任委员。学会于1996年制订了“医用高压氧舱管理与应用规则”,提出了高压氧治疗的适应证与禁忌证。1993年在我国福州市举办了第十一届国际高气压医学会议。1993年开始创办了“高压氧医学杂志”,2001年与“中华航海医学杂志”合并改版为“中华航海医学与高气压医学杂志”。此外我国还出版了有关高压氧基础理论、临床应用、设备管理等专著,以及高压氧医学论文汇编等书籍近20部。近年来,国内外还建立了许多高气压和高压氧医学网站,为高压氧医学信息交流提供了新的平台(附件一)。

1995年以后,国家特别加强了高压氧临床应用的安全管理,建立了高压氧从业人员上岗前培训基地;针对医用高压氧舱制订了中华人民共和国国家标准和安全操作规程,规范了医用氧舱的生产管理;从而使我国的高压氧医学走上了正规、健康的发展的轨道。

(六) 高压氧医学在儿科的应用

由于曾经有人报道高压氧对未成熟婴儿的眼有毒性作用,表现为晶体后纤维组织增生,视网膜功能障碍,甚至造成失明,因此国内外对孕妇和婴幼儿的高压氧治疗普遍采取极为慎重的态度。

我国于20世纪70年代即有人应用高压氧治疗新生儿及婴幼儿缺氧性脑病并取得较为良好的疗效,在大量的病例观察中并未发现高压氧造成眼部的严重损害,以后高压氧在儿科疾病中的应用逐渐拓宽。1984年我国制成第1台婴幼儿专用氧舱并投入临床使用,20世纪90年代以后高压氧在婴幼儿治疗中的应用迅速发展,治疗病种不断增加,目前全国各地已拥有婴儿氧舱3000台以上,许多医院的新生儿科都配备了婴儿氧舱,在临床上得到较广泛地应用。许多研究证明,高压氧对婴幼儿眼的毒副作用远非过去描述的那么严重,还有人提出前述未成熟儿的眼部损害系因缺氧所致,故不应以此作为阻碍高压氧在儿科应用的理由。

近年有人在动物实验中发现,高压氧有使致畸率增高的倾向,因此我们认为3~4个月内的孕妇高压氧治疗应取慎重态度。

(七) 高压氧医学在产科的应用

随着高压氧在儿科疾病治疗中的应用,人们同时开始探索高压氧对胎儿宫内缺氧、先兆流产等某些病理状态以及对分娩过程的影响,并逐步将其推广应用于临床。目前高压氧在产科的应用已引起妇产科学者的普遍重视,并获较快发展。

第二章 高压氧医学的物理学基础

高压氧治疗设备及治疗原理虽然涉及多方面的物理学问题,但主要涉及的是气体的一般物理特性和氧气、二氧化碳、氮气的物理特点,现就这方面的问题介绍如下。

一、高压所涉及的气体及主要参数

1. 氧气 分子式 O_2 , 分子量 31.9998, 原子序数 8
2. 氮气 分子式 N_2 , 分子量 28.0134, 原子序数 7
3. 二氧化碳 分子式 CO_2 , 分子量 44.0103
4. 一氧化碳 分子式 CO , 分子量 28.1016
5. 水蒸气 分子式 H_2O , 分子量 18.0153

二、气体的基本特性

地球表面周围被大气层环绕,接近地球表面的大气层一般称之为空气。空气是与人类生存关系最为密切的气体。空气由多种气体混合组成,也称为“大气”,各种气体所占的比例大致为氮气占 78%,氧气占 21%,二氧化碳占 0.03%,此外还有少量的一氧化碳、稀有气体、水蒸气等。

(一) 气体分子运动学

物质具有 3 种聚集状态,即固体、液体和气体。一切物质的分子都在不停地作不规则运动。气体分子之间的空隙大,运动速度快,且不断改变运动方向,并对周围的物体进行撞击,产生压力。气体对周围物体的压力强度随气体体积和温度的变化而改变。温度增高,分子运动加快,压强增加;一定量气体的体积被压缩时,容器壁上单位面积所承受的分子撞击次数随之增加,压力也将增加。

(二) 气体的压力与压强

压力是垂直作用于物体表面上的力。在工程学中,压力概念相当于压强。

气体压强是大量做无规则运动的气体分子频繁撞击器壁造成的,它决定于单位体积内的分子数和分子运动的平均速率。单位体积内的分子数越多,分子运动平均速率越大气体的压强就越大。单位时间内,气体分子对器壁的总作用力叫气体压力,单位面积器壁所受的压力叫气体压强。所以,气体压强是由测定受力面积(S)上的压力(F)而得出的($F = P \cdot S$)。

压强是单位面积上受到的压力,单位为帕斯卡(Pascal),简称为帕(Pa)。压强的计算公式:

$$P(\text{压强}) = \frac{F(\text{压力})}{S(\text{受力面积, cm}^2)}$$

1. 标准大气压 又称物理大气压或大气压,即在温度为 0°C 、纬度 45° 海平面上空气压力所产生的压强。

2. 附加压(additional pressure)与表压(gauge pressure) 在地球表面空气层所形成的