

高压氧在急救中的应用

中华外科学会高压氧医学组

高压氧在急救中的应用

屈占魁 编译

刘子藩 校对

李温仁 审阅

中华外科学会高压氧医学组

一九八六年

前 言

1983年1月由美国潜水医学会、北美高压氧中心，Albert Einstein医学院，等7个团体发起，在纽约召开了一次“高压氧在急救中的应用”的专题座谈会。一些美国著名的高压氧科、外科医生参加了这次会议。一些学者在会上作了专题报告。后经修稿，于同年10月由R. W. Hamilton和E. C. Peirce II进行了整理编辑工作，以书名《HYPERBARIC OXYGEN IN EMERGENCY MEDICAL CARE》由美国潜水医学会出版发行。

原书主要文章有14篇，我们选取10篇对我国有参考价值的文章，进行了翻译纳入本书。另加几篇译文，以飨读者。从每篇文章来看，理论性、数据性很强，值得我们学习。但由于国情不一样，其中有些经验和标准只能供我们参考。

本书由北京燕山石油化工公司职工医院高压氧科主任屈占魁医师编译，中山医科大学一院高压氧科主任刘子藩讲师校对，福建心血管病研究所李温仁教授审阅。由于高压氧医学涉及多种学科，再加编校者医学和英语水平有限，难免有误译和错误之处，敬请批评指正。我们的目的在于向医务工作者提供医学信息，并衷心希望能和同志们一起为使我国高压

氧医学赶超世界水平，贡献自己菲薄的力量。

在编印本书的过程中，承蒙辽宁营口轻工机械制造厂（高压氧舱制造厂）、北京市中国建筑一局安装公司大力支持和协助，在此表示衷心的感谢。

编 校 者

1986年2月

目 录

高压氧治疗的发展史.....	(1)
高压氧治疗原理.....	(6)
一氧化碳中毒.....	(12)
火灾中的毒气.....	(23)
减压病和潜水问题.....	(41)
气栓症.....	(56)
创伤和气性坏疽.....	(69)
急性脊髓损伤的高压氧治疗.....	(74)
高压氧作为外科的一种辅助手段.....	(80)
急性颅脑损伤的高压氧治疗.....	(89)
高压氧治疗急性脑水肿.....	(96)
高压氧在中枢神经系统疾病方面的应用进展.....	(112)
临床高压氧舱的安全操作.....	(121)
美国高压氧应用简况.....	(130)
结束语.....	(135)

高压氧治疗的发展史

美国潜水医学会 C·W·Shilling M·D

在一些人们的头脑中有些印象，似乎压力治疗疾病是从现在开始的。还有一些人认为高压气治疗疾病已停止了一段时间（Jacobson等，1965）。300年前（1664年）一种叫做“Chap”的病曾被Henshaw用压力治疗过。特别有趣的是，他还发现一些慢性疾病如坏血病、关节炎亦可用较低的压力治疗。有关急性病，他还治疗过发烧和发炎。他的压力显然不会太高，因为病人在房间内使用风箱升压。虽然他认为压力可达到了3 bars（1 bar = 1.013 atm）那么高，但我推测恐怕不会那么高。不管怎么样，说明300年前压力治疗疾病就已经开始了。

令人兴奋地，大约在同一个时间即1675年，Mayow写了一本书。我们看见上面写着“用压力治疗呼吸病，证实空气中对生命有某种重要的物质，无论如何它们是存在的。它们进入血液中，空气又能从肺中排出。而从肺里出来的气体中有些生死攸关的粒子，再亦不适合呼吸。”这是很有趣的，那时的记载不知道有氧气的存在。他还大略地指出“硝基化合物与含硫的盐类粒子混合后产生一种酞剂，在血液的

刺激下可以发酵”。这就是100年前所发现的氧气。氧气当然就存在我们身边，但人们并不知道它的存在。

氧气几乎被两个人同时发现的。从报告来看，似乎是很平静地获得的。他们其中的任何一个人人都知道对方在作同样的工作。1775年Priestly使用燃烧在玻璃瓶里氧化汞的方法，提出一种特殊的空气。蜡烛在其中能很快地燃烧。他得到了氧气，但他不知道那是什么物质。1779年Schaele加热碳酸银，获得了银的氧化物，再用高温获得了银和氧气。他取其名叫做“纯净的火的空气”。因为他使用这种新物质时，火焰燃烧得很亮。

又过了2年即1777年Lavoisier制取这种新的气体，那就是现在所知道的氧气。他取其名叫“重要的能呼吸的空气”。他发现动物没有它就不能生存。他用老鼠作实验，如果氧气不存在，老鼠就不能活着。上述这几个人都有一个念头，他们把氧气叫做“燃素”。他们发现氧气确实能燃烧物质。所有这些早的报告均提到两方面的问题，氧气既能维持生命又能帮助燃烧。

氧气既是祸根，又是幸事。它既能维持生命，又有毒性。正象你所知道的，它在地球上无处不有。有空气的地方就有氧气存在。它能使人生存，又能使人死亡。

现在，让我们考虑一下氧气的毒性。我请问你：“现在你想把氧气有可能投放到市场上去作为一种药物吗？”。把婴儿置于氧气中可造成失明。它还可以造成肺部、血管和脑部的损害。作为这样一种物质能作为一种药物和食物给予成

吗？对于这一点的评论是“作为呼吸，少量的给予能使生命延长，加到一定程度人就会死亡。”我们很高兴地是作为氧气象阿斯匹林一样少量的给予，就不会落入鸣铃者的圈套。即我们不会在很不良的方式中使用。

1861年Louis Pasteur指导了一些有趣的实验工作。他用小臭虫作研究。当小臭虫在无氧条件下，不能生存，称为“需要氧的”。但当它们与氧气无限地接触时，它们本身能无限繁殖，这种现象称“厌氧的”。后来，这些现象均被Pasteur所记载。

真正想象到建立高压氧舱是在早些时候。它们与矿泉水间断地相竞争。那时甚至有手术舱。我不了解他们如何能达到所需要的压力，但他们确实地作了。为了使组织更多地获得氧气，他们确实地做了手术。

1895年Haldane发现了我们现在所知道的情况。他用一氧化碳和鼠作工作。他发现在很高的氧张力存在下，动物很少依赖能携带氧气的红细胞。他写到“当氧压很高的时候，因为氧气可以足够地溶解在血液中。”。

64年以后于1960年Boerema发表了著名的论文“没有血液的生命”（Leven zonder bloed, Ned Tijdschr Geneesk 104: 949, 1960）。他使用小猪：他把没有红血球的猪的浆输入放着血的猪内，直到该猪只剩下了0.1%的血红蛋白为止。这种猪没有血红蛋白在一般情况下就死了。如果将其置于3 ATA的高压氧下，它活了45分钟，如果较长期地放在3 ATA下，它甚至可以一直活着。在舱内把原

来放出来的血再输回猪内，减到正常压力，猪毫无损害。

现在我们所说的高压氧治疗是真正目前我们所谈论的高压氧治疗。应当指出，300年前使用的是高压空气治疗。真正使用氧气治疗是在1700年以后。一个名叫Pierre的人，他使纯氧治疗不能呼吸所造成的窒息。这就是今天我们所议论的内容。同样的概念但我们已晚了200多年。

1779年Ingen Housz发展到了另一个阶段。他发现氧气是植物被阳光照射后释放出来的。1792年Beddoes亦证明了这一点。他在英国提倡氧气治病。1790年De Fourcroy亦主张用氧气治病。关于这一点他是非常感兴趣的，他作了大量的工作。1807年Thorton报告了，对比18世纪与以前任何一个世纪，有更多的人主张使用氧气治疗疾病。

1961年在荷兰Brummelkamp首先用3 ATA下呼吸纯氧，治疗厌氧性细菌感染性疾病。我们呢？！（我很厌恶说这些！但我不得不说。）。我们有内科医生、矫形科医生、外科医生等，谁能说，“为什么？！”很明显我们没有一个人想到应当作这一工作！一些人封闭了自己的才智。但为了使医学界所信服，我们还是作了一些工作。

1927年Cunningham在美国克利夫兰建设了一个大球式氧舱。它是钢结构，园形，有5层楼高。实际上，那时我就在那里。当你看见它时，那个氧舱非常美丽地在那躺着，简直象一个半裸的女人。现在，如果我们读一下他的著作，你将发现他会被医学界所指责。其实他是一个很诚实的人，很多事情被他误解了。但是他是走在时间前面的人。那时关

于氧舱的资料少的可怜。如果你要先行一步，人们亦会敲打你的头脑。因为那时没有一种可遵循的模样。没有誉本可参考。

现在，在我们这一世纪，我们有了许多漂亮的氧舱。将来还会有极好的氧舱出现。美国在纽约、富尔沃基、威斯康星、马里兰、旧金山等地都有氧舱。他们治疗休克、创伤、软组织感染、骨髓炎等。

美国潜水医学会（Undersea Medical Society）作了大量工作。1976年在潜水医学会中成立了高压氧医学会。1977年 Jeff Davis 和 Tom Hunt 编写了“高压氧治疗”一书。高压氧学会第一任主席是 Eric Kindwall，后来是 Dean Heimbach，现在是 Jeff Davis⁷。由潜水医学会 Cady 负责编辑“高压氧评论”杂志。（Hyperbaric Oxygen Review）。

当你发现有许多痛苦的病人需要作高压氧治疗时，如有些骨髓炎患者要锯掉大腿时，那就会想到了高压氧治疗。有一个内科医生告诉我，并对我说“的确我不知道有关高压氧的知识”，我对他说“让我们正式声明一下，你不知道有关高压氧的知识，但是总让我们去睡觉恐怕是极坏的吧！”。我们要象关心自己那样去关心高压氧治疗就足够了。

高压氧治疗原理

St. Luke's 医院 E. P. Kindwall M. D

引 言

我们已有一段时间在压力下使用氧气治疗了。有许多的临床经验。我们还进行了潜水性的实验工作。我想目前在我们的医院里，恐怕还有些人担心把人放在压力下，他们认为只有潜水员才能在高压下，而普通人经受不了。基于此，我们应当了解高压氧治疗原理。

目前，在一些医院里已有了临床应用的高压氧舱。在美国这些舱大约需要1—2个月就能装设好。1977年美国大约有37个氧舱在使用。而今天，1983年已超过了200多个舱。今年可能又有50个氧舱将被装设投入使用。各医院团体开始对氧舱有了兴趣，这就有可能从这些舱的使用中，有助于对疾病的治疗标准更准确一致。

氧舱有两种型式即单人舱和多人舱。由于技术的发展，甚至很复杂的病例，例如合并许多问题的窒息病人，亦能在单舱中治疗，从而达到预期目的。这种具有较多优点的单舱其输液方式被Hamilton医生所发明。在另一章再谈。

氧 气 毒 性

在把病人置于高压氧舱进行治疗前，我们必须了解一下在压力下氧气的毒性。首先，先了解一下氧气纯粹的毒性。如果在1ATA下即海平面的压力下，连续吸100%的氧气，在24小时内或更短的时间，首先发现一些胸骨下的胸痛。如果我们能进行检查，我们还会发现在肺内所存在的表面活性物质，在数量方面随着进一步吸氧而逐渐地在减少。继续发展则可发展成小片状地许多肺囊膨胀不全或萎陷。如果一直继续坚持吸氧则会顺序出现肺活量减少，肺内微循环出血，直到肺部发生不可逆的肺纤维化。上述这些表现都是在1ATA下发生的。这种症状被叫做Lorrain—Smith效应。这种表现在1899年就被发现了。

在高压氧舱内，在一定的压力下，呼吸纯氧，氧气毒性很快会发生。在2ATA下呼吸纯氧，这种肺部症状在6小时内就可能发生。故我们应知道在一定的压力下，氧气会产生很快的更多的毒性。

在3ATA下呼吸纯氧，我们没有发现象肺部症状那样的毒性，因为这时已表现在中枢神经系统方面的毒性作用了。在这方面，Paul Bert和French进行了研究。在这样的压力下，他们发现相当快地产生严重的癫痫病发作。在3ATA下连续呼吸纯氧在3小时内，大约每个人都将产生这种症状。但如果我们对人体使用巴比妥或别的麻醉剂进行麻醉，

那么他们就不会产生痉挛。如果在 4 ATA 下，连续呼吸 100% 的氧气，在 5 小时多或更长一点时间，身体就会患减压病。我们发现其脊髓有严重损害。氧气是一种药物，超剂量的连续使用，其结果是相当严重的。

氧分压和氧的运输

在 3 ATA 时，动脉 PO_2 大约为 1800 mmHg，而在静脉中其氧分压只有 200 mmHg。这说明，血液通过组织循环后，溶解于血浆中的氧气有 1600 mmHg 而被利用。而血红蛋白中的氧气并没有任何丧失。静脉血已经出现动脉化这是显而易见的。氧气不能通过血红蛋白释放出去。但 CO_2 是通过释放出氧气的血红蛋白由组织带回肺内。在高压氧条件下，使二氧化碳的排除造成困难。可是 CO_2 比氧气在血浆中的溶解大约多 20 倍，比氮气多 40 倍，这种物理性的溶解，再加上我们体内有一个非常有效的缓冲系统，由碳酸氢根离子所构成的缓冲系统。由于这些因素的存在，使任何人在 3 ATA 下呼吸纯氧不会致死。

高压氧的治疗作用

高压氧的治疗作用有几个。首先，物理性的压缩。这只使用在少数病种方面（如减压病和空气栓塞）。它可以使在机体内出现的气泡变小。物理性的压缩在医院中很少用到。

另一个作用是使缺血组织的氧气升到正常水平。当氧气达到正常水平时，就可以调节正常代谢。在损伤部位，我们还能使氧分压比正常水平高，稍后我们将讨论研究这方面的价值。

高压氧使血管收缩总是要发生的。它将减少血流量。这种改变看来是有害的，但有时又的确是有益的。我们可以依靠这种方法去进行疾病的治疗。例如，如果病人患有脑水肿，因为体液从损伤区的毛细血管漏出。机体对过剩的氧气产生正常的生理反应将减少血流量，进而又减少了水肿。另一方面，如果我们将氧气进入患有糖尿病的躯体的末端，由于血管收缩反应，使损伤组织不能获得更多的氧气。（编者注：比常压下吸氧要多）。

高压氧还能降低新陈代谢率。当氧气加入汽油中，其火焰燃烧得又快又炽热。然而，我们人类的新陈代谢的进行是靠氧化酶的作用。在压力下氧气可以抑制许多酶，引起一些中间产物的蓄积，妨碍同GABA（ γ -氨基丁酸）的代谢。由于这些因素，在组织中有太多的氧气存在时，将降低新陈代谢。

高压氧本身有难得的杀菌作用。在厌氧梭状菌引起的坏疽病，它的效果是确实的。厌氧微生物在氧分压1200—1400 mmHg时将被杀死。在3 ATA呼吸纯氧时氧分压是能达到这个数值的。在气性坏疽动脉血管本身没有这个作用，但其血液可以杀菌。在组织中 PO_2 只有250—300 mmHg，厌氧菌仍然可以活着。高压氧治疗气性坏疽是有益的，并不是因为

它可能杀死细菌。但高压氧可以使厌氧菌停止产生 α -毒素， α -毒素可造成病人中毒。

在需氧细菌方面，1971年Sheldon Gottlieb在试管中作了研究，表明葡萄球菌在较高的氧张情况下实际生长较好，这种现象是在氧的浓度近似100%的时候。然而在1.3 ATA(实际相当130%氧浓度的效果)，葡萄球菌的生长被抑制了。它们似乎是被毒死的。这正象通常所说又被证明的Biphasic生长曲线。然而，这些需氧性的微生物不是被杀死的，而只是轻微地被抑制的。这样我们不能说高压氧直接地去杀死葡萄球菌或任何其他的需氧微生物。当然，我们可以用2 ATA的压力去治疗慢性葡萄球菌性骨髓炎。在这种情况下，微生物位于骨骼深部，那里的氧分压还达不到抑制细菌生长的水平，但是人体中的白细胞在较高的高压氧下，可以杀死细菌，使骨髓炎能得到痊愈。

高压氧还能在损伤区域促进新鲜血管的形成。自从1955年在早熟婴儿发现有成纤维组织生成，但作到这一点只有氧气在适度量的时候才可以生成。在这些早熟婴儿中，血管向下越过晶状体，造成纤维生成和永久性失明，这种情况发生在氧含量在1 ATA下，氧气浓度大于40%时。幸运地是这种情况并不发生在小儿全期，亦不发生在生长期。遭受外伤时，1970年被Ketchum证明，在被烧伤的鼠身上，如把这些鼠置于高压氧2 ATA时，其治疗组比对照组有大量的微血管生成。这种现象在烧伤后几天到了3周均可出现。

对于外伤，我们认为高压氧可以治疗局部缺血和开放性

的外伤。Mother Nature发现对于外伤的治疗其组织中最适宜的氧分压是30—40mmHg。如果我们推理使 PO_2 增加到60mmHg能加快其愈合速度。一个正常的外科切口，使刀口两边达到30—40mmHg治疗不会较快进展。然而外伤常是感染的，至少有细菌存在。而当氧分压低于30mmHg时，白血球是不能吞噬或吃掉细菌的。另外一个因素，在外伤治疗中，很重要的是成纤维细胞的活性。这种细胞可以形成疤痕组织。我们还知道这种粘胶或基质，作为胶原可以把我们身体粘结在一起。在 PO_2 降到20mmHg时，成纤维细胞不再分裂或产生胶原，这样对外伤的治疗将发生困难。基于上述原因，我们可使氧分压尽可能提高，以使受伤组织产生较高的氧浓度。这作为一种方法，在某些情况下可以限制细菌感染。为了使水肿组织的收缩，这样就有利于治疗脑外伤后引起的脑水肿。还能加速由于低氧状态下损伤组织的神经血管的形成。

氧气的燃烧性在压力下增加了。人类在2 ATA下呼吸100%的氧气将维持全身的氧化作用，象煤炭一样地为身体服务。在压力下纯净的氧气易燃，而身体则不会。关于氧舱的安全问题将在另一章中讨论。

一氧化碳中毒

St. Luke's医院高压氧科主任E. P. Kindwall M. D.

引 言

1956年McBay的一篇文章指出在美国每年致命性的中毒有一半是由于一氧化碳引起的。阿斯匹林常被人认为是常见的中毒，其实不是这样。服一片阿斯匹林是产生一种故意地作用。但是一个人确实完全地不自觉地通过一氧化碳所中毒。每年有数千例一氧化碳中毒，但有些未被诊断出来，其原因是中毒症状与胃痛、流行性感冒或一些其他原因所造成的头痛相似。对于轻度的一氧化碳中毒常常不能作出诊断。

病 原 学

一氧化碳是在不完全的氧化过程中产生的。在现代的文明生活中，火到处在使用，一氧化碳亦就容易产生。在美国最常见的原因是汽车所造成的。来我院治疗的一氧化碳中毒病人有75%是由汽车造成的。在寒冷季节，在星期六早晨机械修理工常常把汽车门关上，开动汽车5分钟调整发火装