

· 综述与讲座 ·

高压氧治疗对急性高原病的应用与发展探析

刘显胜 秦献魁 高钰琪

高原地区自然环境特殊,主要体现在大气压低、含氧量低、且昼夜温差大、太阳辐射强等。低压缺氧刺激机体产生一系列可逆的、非遗传的代偿适应性变化,部分人员可达到习服状态,对作业能力影响不大,但是有相当一部分人员可出现头痛、头晕、恶心、呕吐等不适症状,出现急性高原病(acute mountain sickness, AMS)。机体对高原环境所出现的代偿适应性反应是全身的综合反应,也是逐步发生的,表现为器官水平适应性反应和组织、细胞水平适应性反应,主要表现在肺通气量增加、红细胞和血红蛋白增多、线粒体功能和数量变化等^[1]。低压缺氧是 AMS 的始动因素,在 AMS 治疗过程中的吸氧与提高血氧饱和度(SaO₂)措施得到全球学者的认同。高压氧(hyperbaric oxygen, HBO)临床应用历史悠久、覆盖面广、形式多样,既有简易的高压氧袋、Gamow 袋、Certeo 袋和 PAC 等,也有较大型的富氧室、单人高压氧舱、多人高压氧舱等。HBO 治疗对 AMS 的治疗有异于普通吸氧,可有效缓解 AMS 患者症状,对重症患者也可起到急救和争取后送时间的积极作用。

一、HBO 的出现和发展简述

1887 年巴伦苏埃拉率先成功应用 2.0 MPa 纯氧治疗临床疾病,至此 HBO 已有一百多年的历史。HBO 治疗是指患者在 100% 氧气、大于 1 个大气压的正压密闭舱室内进行吸氧治疗。其基本原理主要是增加血液中的物理溶解氧,增加人体组织对氧的储备力和提高氧在组织中的弥散力,这也是高压氧能有效治疗多种疾病的主要原因。在美国的大医院和大城市医疗中心高压氧设备逐渐增多,应用也越来越广泛。美国海底高压医学会(Undersea & Hyperbaric Medical Society, UHMS)和欧洲高压医学委员会(European Committee for Hyperbaric Medicine, ECHM)均在持续更新高压氧适应证列表,但 HBO 的基础理论尚需进一步深入研究^[2]。

我国 1964 年由福建医科大学首次使用 HBO 临床疾病,并得到了快速发展,在中国 HBO 治疗各类疾病已有 51 年。

高压氧最基础的原则就是给机体提供大于 0.1 MPa 的纯氧,进而给机体和组织一个高氧环境。Wang 等^[3]报道,截至 2006 年我国高压氧舱总数为世界第一,超过 5 000 个。在中国高压氧舱用于治疗疾病比较广泛。中国医师协会于 2004 年颁布 HBO 治疗的适应证和禁忌证。将适应证分为急性适应证和非急性适应证,将禁忌证分为绝对禁忌证和相对禁忌证。

AMS 一般指由平原进入高原或由高原进入更高海拔地区时,在数小时至数天内发病者。我国把急速进入高原后,发生的各种临床症候群称为 AMS,分为急性轻型高原病、高原肺水肿和高原脑水肿^[4]。AMS 救治重点在于快速、及时、准确、有效,HBO 已逐步成为 AMS 急救的重要辅助治疗手段。HBO 不同于常压吸氧,可及时快速提高血氧分压,扩大血氧有效扩散范围,改善组织供氧,加速昏迷者苏醒并且出舱后还有数小时的持续治疗效应。陈真英等^[4]报道,高压氧舱治疗重症高原病在疗效和治愈的时间上均明显优于常规治疗组。

二、HBO 与急性轻型高原病急救

急性轻型高原病(acute mild altitude disease, AMAD)以往又被称为急性高原反应,具有发病早、起病急、症状轻,治疗难度不大等特点,治疗及时一般都可治愈。但是如若不重视,病程拖延往往可引起严重的高原病,如高原肺水肿和高原脑水肿,更有甚者可引起患者死亡。急性轻型高原病治疗除常规治疗措施外,宜采用持续性低流量给氧,氧气流量以 1~2 L/min 为宜,禁止间断性给氧,以防止机体适应高原环境的时间延迟。通过吸氧可有效克服恐惧心理、稳定情绪、改善睡眠、缓解症状^[1]。根据症状严重程度可分为轻度、中度和重度 3 个等级,文献报道对不同程度 AMAD 患者高压氧治疗方法不一。HBO 治疗使用 100% 纯氧,轻度 AMS 者要多休息并使用 0.125 MPa 持续 25 min,中度患者使用 0.125 MPa 持续 50 min,重度患者使用 0.125 MPa 持续 75 min。期间每隔 25 min 要吸 5 min 空气以预防氧中毒^[5]。

段晋庆等^[6]报道,在海拔 4 600 m 高压氧与常压面罩吸氧治疗 AMAD 的比较研究,结果显示 2 组自觉症状和评分分度均有明显好转,但是 HBO 组取得相同疗效所需时间更短,且无须加用药物治疗,在治疗中、重度 AMS 效果明显优于常压面罩吸氧组。高压氧舱适用于在无法及时后送至低海拔区域等特殊情况下,可快速及时地给患者提供模拟低海拔环境,可防止病情的进一步发展,提高治愈率。

三、HBO 与高原肺水肿急救

高原肺水肿(high-altitude pulmonary edema, HAPE)是较

DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-6906.2016.03.025

基金项目:“十三五”军队重大课题(AWS14C007);国家基础科学人才培养基金(J1310001)

作者单位:400038 重庆,第三军医大学高原军事医学系高原特需药品与卫生装备研究室(刘显胜、高钰琪);解放军 96819 部队门诊(秦献魁)

通信作者:高钰琪,电子信箱:gaoy66@yahoo.com

严重的 AMS。发病率的报道差异较大,一般为 0.5% ~ 1.0%。目前,国外成人最高发病率为 15.5%,最低为 0.57%。国内报道成人最高发病率为 9.9%,最低为 0.15%^[1]。未经治疗 HAPE 患者总体死亡率高达 44%^[7]。治疗 HAPE 的方法很多,有药物、呼吸道正压通气法、持续正压通气法(CPAP)、高压吸氧等。但是 Pennardt 曾明确表示,在紧急情况下治疗 HAPE 最可靠有效的方法是快速抵达海拔 1 000 m 以下和(或)吸氧以维持 SaO₂ 90% 以上^[8]。野战等无法实施立即后送条件下,采用高压氧舱模拟海拔 1 500 m 数小时以缓解患者症状,赢得后送时间。只有在后送、吸氧、高压氧舱都无法实现的情况下才考虑采用辅助药物治疗。Pennardt 将治疗 HAPE 方式优先次序分别为后送至低海拔、吸氧、高压氧舱、药物(硝苯地平)、持续正压通气、磷酸二酯酶抑制剂、 β -受体激动剂^[9]。个案报道在海拔 7 060 m 使用便携式高压氧袋治疗急性肺水肿^[9],也有给予患者 6 ~ 8 L/min 高流量吸氧以辅助治疗 1 例 HAPE^[10]。练杰贞等^[11]报道给予患者酒精湿化面罩吸氧 5 ~ 8 L/min,酒精湿化鼻塞吸氧 2 ~ 3 L/min。关于 HBO 治疗 HAPE 的治疗压力的具体数值以及适用范围,国际上尚无统一规定,马兰生等^[12]曾做过 0.14、0.20、0.26 MPa 压力下治疗 HAPE 的临床疗效比较研究,结果显示在高原施工现场采用 0.20 MPa 压力的 HBO 是比较合适的。通过小鼠研究显示在高压氧情况下热休克蛋白-70(HSP-70)可有效预防急性肺损伤^[13]。

四、HBO 与高原脑水肿急救

经过适当的高原习服后,高原脑水肿(high-altitude cerebral edema, HACE)的发病率并不高,但是一旦发生后果非常严重,病死率高,需要进行及时的医学处理。HACE 治疗一般分昏迷前期治疗和昏迷期治疗两个部分。除常规治疗外,在不能立即后送至低海拔地区情况下,需要进行 HBO,外加口服或肌注 4 mg/6 h 地塞米松或联合使用乙酰唑胺^[5]。在使用 HBO 过程中必须注意氧气浓度及氧舱压力的调节,防止引起中枢神经系统损害,出现呕吐、躁动、恶心、惊厥甚至昏迷加深等不良反应。HBO 的禁忌证包括上呼吸道感染、急性鼻窦炎、中耳炎、青光眼、高血压、严重肺气肿、气胸、出血倾向及妊娠等^[1]。研究显示,模拟海拔 4 000 m 环境下高压氧可通过降低基质金属蛋白酶(matrix metalloproteinase-9, MMP-9)表达进而保护小鼠脑组织损伤^[14]。高原环境可加重脑损伤,小鼠研究显示高压氧可通过改善颅内局部血流和脑组织氧分压减缓高原环境对脑损伤的加重程度^[15]。吕红民等^[16]报道,在海拔 4 636 m 现场 HBO 高原脑水肿 42 例,入院抢救 4 h 后与对照组相比较格拉斯哥昏迷评分差异显著,治疗效果明显优于对照组。

五、讨论

高原疾病源于高原特殊环境的低压缺氧,是高原卫勤保障异于平原卫勤保障的主要特点。高压氧舱通常分为单人舱和多人舱,但是高压氧舱不是真正的低海拔环境,只能作为辅助或紧急治疗手段,不能长期使用。研究显示,高压氧

治疗对 SaO₂、心率、潮气量(VT)、呼吸频率(RR)、每分钟通气量(VE)等都有明显的效果^[16],并且能明显改善在低氧条件下的生理功能,提高移居者的脑-体功能水平和人员体力负荷劳动时的抗氧化能力^[17-19],对提高高原卫勤保障能力有一定意义。国外高压氧治疗舱配备到所有 3 级及其以上野战医院,并附有使用指导手册和优先次序分级,高压氧舱可有效辅助战区伤员阶梯救治,促进伤员合理后送与分类管理^[20]。美军在阿富汗和伊拉克战场上 HBO 使用频率大大增加^[2]。

我国拥有的高原面积世界最大、高原海拔世界最高、高原人口世界最多、高原边界线世界最长。AMS 对急进高原人群作业能力影响较大,也是高原卫勤保障的难点和重点。HBO 可有效缓解 AMS 症状,提高人员作业能力,保障高原各类任务的顺利完成和人员健康。为适应未来信息化战场,保障打赢未来高技术条件下高原特殊环境局部战争,HBO 的发展可以考虑以下 3 个方面:第一,加强 HBO 基础理论研究。从原理上解决 HBO 的技术难题,提高 HBOT 的科学性和适应证的精度;第二,加强 HBO 相关卫生装备的自主创新研制。突出其效能的充分发挥,注重其使用和携带的便捷性、安全性和自动化,提高其应对极端复杂自然和电磁环境的能力;第三,加强 HBO 治疗 AMS 的标准化研究。目前,HBO 运用很广,尤其是在 AMS 急救上。但是尚缺乏针对不同海拔、不同个体、不同病症患者的标准、细微和个性化的 HBO 准则,需要做进一步深入探索。

参 考 文 献

- [1] 高钰琪. 高原军事医学[M]. 重庆:重庆出版社, 2005:221, 250-276.
- [2] Verghese G, Verma R, Bhutani S. Hyperbaric oxygen therapy in the battlefield[J]. Med J Armed Forces India, 2013, 69(1): 94-96. DOI:10.1016/j.mjafi.2012.04.025.
- [3] Wang Q, Liu L. Hyperbaric oxygen medicine course[M]. Beijing: China Military Medical Science Press, 2006:5-15.
- [4] 陈真英. 高压氧治疗重症急性高原病并发 MODS 的疗效分析[J]. 高原医学杂志, 2008, 18(2):29-30. DOI:10.3969/j.issn.1007-3809.2008.02.011.
- [5] Butler GJ, Al-Waili N, Passano DV, et al. Altitude mountain sickness among tourist populations: a review and pathophysiology supporting management with hyperbaric oxygen[J]. J Med Eng Technol, 2011, 35(3-4):197-207. DOI:10.3109/03091902.2010.497890.
- [6] 段晋庆, 刘征, 刘宏斌. 高压氧与常压面罩吸氧治疗急性轻症高原病疗效比较[J]. 中华航海医学与高气压医学杂志, 2007, 14(3): 184-185. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-6906.2007.03.027.
- [7] Bezručka S. High altitude medicine[J]. Med Clin N Am, 1992, 76(7181):1481-1497.
- [8] Pennardt A. High-altitude pulmonary edema: diagnosis, prevention, and treatment[J]. Curr Sports Med Rep, 2013, 12(2):115-119. DOI:10.1249/JSR.0b013e318287713b.

- [9] Dubravko Markovic, Hasan Kovacevic. Recompression therapy of mountain sickness[J]. Arch Ind H Toxicol, 2002, 53(1):3-6.
- [10] 杨清萍, 张利岩, 尹利华, 等. 高原急性肺水肿一例紧急救护[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2010, 5(9):889-889. DOI:10.3969/j.issn.1673-6966.2010.09.038.
- [11] 练杰贞, 和学义. 高原急性肺水肿的急救措施与护理[J]. 中国医学创新, 2010, 7(13):155-156. DOI:10.3969/j.issn.1674-4985.2010.13.103.
- [12] 马兰生, 许峰, 唐爱科, 等. 高原地区现场高压氧治疗高原肺水肿的治疗压力研究[J]. 中华航海医学与高气压医学杂志, 2012, 19(2):111-112. DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-6906.2012.02.416.
- [13] Tsai MC, Lin HJ, Lin MT, et al. High-altitude pulmonary edema can be prevented by heat shock protein 70 - mediated hyperbaric oxygen preconditioning [J]. J Trauma Acute Care Surg, 2014, 77 (4): 585- 591. DOI: 10. 1097/TA. 0000000000000408.
- [14] Hu SL, Hu R, Li F, et al. Hyperbaric oxygen preconditioning protects against traumatic brain injury at high altitude[J]. Acta Neurochir Suppl, 2008, 105:191-196.
- [15] Hu S, Li F, Luo H, et al. Amelioration of rCBF and PbtO₂ following TBI at high altitude by hyperbaric oxygen preconditioning[J]. Neurol Res, 2010, 32(2):173-178. DOI: 10.1179/174313209X414524.
- [16] 吕红民, 段晋庆, 刘征, 等. 海拔 4 636 m 现场高压氧治疗高原脑水肿 42 例[J]. 中华航海医学与高气压医学杂志, 2008, 15(2):73. DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-6906.2008.02.029.
- [17] Rodway GW, Windsor JS, Hart ND, et al. Supplemental oxygen and hyperbaric treatment at high altitude: cardiac and respiratory response[J]. Aviat Space Environ Med, 2007, 78(6):613-617.
- [18] 王宏运, 崔建华, 马勇, 等. 高压氧对从平原移居高原者脑-体功效的影响[J]. 中华航海医学与高气压医学杂志, 2009, 16(1):39-41. DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-6906.2009.01.015.
- [19] 冯恩志, 戴胜归, 贺巍, 等. 高压氧预处理对平原移居高原人员抗氧化状态的影响[J]. 中华航海医学与高气压医学杂志, 2015, 22(1):5-7,11. DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-6906.2015.01.002.
- [20] Yan L, Liang T, Cheng O. Hyperbaric oxygen therapy in China [J]. Med Gas Res, 2015, 5(1):3. DOI:10.1186/s13618-015-0024-4.

(收稿日期:2015-10-14)

(本文编辑:林永丽)

(上接第 241 页)

为了加热除氯,需专门安装锅炉做加热除氯消防水用。考虑节能、环保等实际情况,选用了最大 300 L 的太阳能热水器,夏季加热能达到 100 ℃,冬季也能达到 80 ℃,然后放置容器冷却至常温,再加注到消防储水罐中。经过 3 年的临床应用及对水质的对比观察,常用公共自来水不加热,在环境温度 ≥ 25 ℃时,2 个月水质浑浊,铁锈色明显。3 个月水质浑浊,铁锈严重,无法在有人空间作为消防水使用。这就需要勤更换自来水来改善水质,但更换后的自来水含氯又增加,加重碳钢锈蚀,周而复始,便形成了一种恶性循环。这就造成各单位有消防水储水罐而无法使用的问题,消防水罐成为摆设。公共自来水加热 80 ℃,冷却后加注到消防储水罐中,在环境温度 ≥ 25 ℃时,3 个月水质清,无浑浊,无铁锈色;6 个月只在储水罐排污出水口有 1 000 ml 淡黄色的浑浊水;但可用于氧舱消防水灭火使用,这充分证明除氯后的水对罐壁锈蚀很轻,可延长消防水的更换时限,对储水罐的锈蚀有防护作用。

通过调查全省各地氧舱消防水罐,发现消防水罐都存在不同程度的腐蚀情况,各氧舱使用单位也不知腐蚀严重后果和如何防护。消防水罐常年保持压力在 1 MPa/cm² 左右,国家质量监督检验检疫总局颁布的《氧舱安全技术监察规程》TSG24-2015 第 8.2.6.1 条要求,每年至少组织 1 次事故应急

预案的演练,记录演练情况。由于消防水锈蚀严重,演练污水对座椅及周边设备喷洒后,无法清洗。有的单位也就把演练当成一种形式,没有把演练当成学习和熟练提高的过程,没有打开消防水阀,检查喷水面积及流速是否符合国标要求,这就给氧舱带来潜在的不安全因素。笔者通过对这一问题进行调查分析后,发现了消防水罐发生腐蚀的原因,腐蚀的程度,并且根据腐蚀的原因,针对性地提出了物理加热除氯法,并在 3 年临床使用中及时对水质进行对比观察,充分证明加热除氯对碳钢腐蚀轻,能延长消防水的更换时间达半年以上,达到了《氧舱安全技术监察规程》要求,节省水的更换及对设备的污染,此方法经济、节水、安全、性价比高,有较好的推广使用价值。

参 考 文 献

- [1] GB/T12130-2005,医用空气加压氧舱[S].
- [2] GB5749-2006,生活饮用水卫生标准[S].
- [3] 陈惠玲,李晓娟,魏雨. 碳钢在含氯离子环境中腐蚀机理的研究[J]腐蚀与防护,2007,1:17-19.

(收稿日期:2015-06-22)

(本文编辑:彭润松)