

# Value Discussion of Hyperbaric Oxygen Application in the Treatment of Diving and Decompression Disease Patients

Zhenchao Wang Xiaofei Ge Huihui Huang Dong Guo Guanyu Yan

Naval Submarine Academy, Qingdao, Shandong, 266000, China

## Abstract

**Objective:** To explore the effect of hyperbaric oxygen therapy in diving and decompression disease patients. **Methods:** The experimental subjects were 100 patients with diving and decompression disease in our hospital in total. The experimental time was from March 2020 to September 2023. The treatment method was hyperbaric oxygen therapy, and the treatment efficiency of the patients was investigated. **Results:** The effective rate was 98%, with 46 obviously effective patients, 52 effective patients and 1 ineffective patient. **Conclusion:** Active early prevention and treatment of patients in a limited HBO room can delay the development of elevated blood pressure and create favorable conditions for future treatment. This disease is usually manifested as divers failing to perform appropriate decompression in time during or after the water, especially after a long dive, and failing to follow the prescribed procedures, resulting in the accumulation of excessive pressure in the body, and then cause damage to the nervous system.

## Keywords

hyperbaric oxygen therapy; diving and decompression disease; effective treatment

## 高压氧应用于潜水减压病患者治疗中的价值探讨

王振超 葛晓菲 黄辉辉 郭栋 闫冠宇

海军潜艇学院, 中国·山东 青岛 266000

## 摘要

**目的:** 探讨潜水减压病患者应用高压氧治疗的作用。**方法:** 实验对象为本院潜水减压病患者, 共100名, 实验时间为2020年3月到2023年9月, 治疗手段为高压氧治疗, 调查患者治疗有效率。**结果:** 患者治疗有效率为98%, 显效患者46例, 有效患者52例, 无效患者1例。**结论:** 在有限的HBO室内, 对患者进行积极的早期预防和治疗, 可以延缓血压升高的发展, 为以后的治疗创造良好的条件。这种病症通常表现为潜水员在潜水过程中或出水后未能及时进行适当的减压, 尤其是在长时间潜水之后, 未按照规定程序进行减压处理, 导致体内积累了过量的压力, 进而引起神经系统的损伤。

## 关键词

高压氧治疗; 潜水减压病; 治疗有效率

## 1 引言

潜水减压症是一种在深海潜水活动中经常出现的医学现象, 它主要是由于潜水员对潜水安全和减压程序了解不足所致。长期处于高压环境下, 神经组织可能会受到永久性的伤害, 这不仅严重影响潜水员的日常生活质量, 也可能对他们的职业生涯造成长远的负面影响<sup>[1,2]</sup>。在一些极端情况下, 如果治疗不够及时或不当, 患者可能面临残疾甚至死亡的风险。因此, 对于潜水减压病的预防和治疗, 国内外的医疗机构都投入了大量的研究和实践。近年来, 高压氧疗法(Hyperbaric Oxygen Therapy, HBOT)被引入潜水减压病的治疗中, 并取得了令人鼓舞的疗效。高压氧舱通过提高空气中的氧气含量, 提高人体内氧的吸收效率, 有效缓解了潜

水员因减压不当导致的身体不适<sup>[3,4]</sup>。此外, HBOT还能帮助修复受损的神经纤维, 恢复其正常功能, 从而大大改善了潜水员的健康状况。总的来说, 虽然潜水减压症仍然是一种需要高度关注和严格管理的病症, 但随着科技的进步和治疗方法的创新, 我们有理由相信, 通过合理的预防、恰当的治疗以及专业的监护, 潜水减压病将不再是一个令人畏惧的挑战, 而是可以控制的潜在威胁。

## 2 资料与方法

### 2.1 基础资料

回顾性分析2020年3月—2023年9月本院收治的100例潜水减压病患者的临床资料, 均为男性, 年龄21~56岁, 平均(38.24±3.41)岁; 潜水深度为13~66m, 平均(26.54±5.32)m; 他们都没有接受过专业的潜水训练, 所用的装备都是自己制作的简单轻潜装备, 没有储存气体, 只有一根普通的输气管。所有病例都有重复潜水的经历, 并且

【作者简介】王振超(1985-), 男, 中国山东青岛人, 本科, 讲师, 从事潜水医学研究。

在每次深潜后都没有停下来减压,一般在出水5分钟后发病。轻者41例,以瘙痒、肌肉疼痛为主;中度32例,以肌肉、关节剧痛、屈肢症等症状为主;重症27例,以中枢神经、呼吸、循环等功能异常为主,以瘫痪、昏迷、呼吸困难等为主。

## 2.2 方法

术后3~10次进行高压氧(HBO)常规治疗。HBO的处理方法为:1小时氧气吸入0.15MPa(1.5ATA),中间隔5分钟换气,每日一次。重症9例,除常规HBO疗法外,还加用补液,抗生素,脱水剂,激素等综合疗法。

## 2.3 疗效评价标准

疗效标准参照中国陆军总医院《临床疾病诊断依据治愈好转标准》制订:显效:临床表现完全消失,无后遗症;有效:症状和体征有了很大的好转,已经可以自己走路。经过六个月的追踪,病人能完全自理;无效:病人的情况并没有好转,经过半年的住院治疗,仍然卧床不起。

## 3 结果

患者治疗有效率为98%,显效患者46例,有效患者52例,无效患者1例。

## 4 讨论

何尔登降压原理揭示了一条关键的临床观察:在最浅的水下深度——即水深不超过12.5m的区域,通常被认为是安全的,因为在这个水深范围内,过饱和安全系数低于2.25,从而使得事故发生的风险降至最低。然而,实际情况往往比理论更复杂。在我们的案例中,有两名患者的工作深度超过了12.5m,并且他们的工作时间长达一个小时<sup>[5,6]</sup>。这就提出了一个问题:在临床实践中,是否可以简单依据浅水区域来判断作业的安全性?答案显然是否定的,因为每个人对水深和安全界限的感知都不尽相同,这意味着对于不同个体来说,安全标准应该根据具体情况而定。因此,虽然浅水区可能被视为安全的起点,但最终判断还需考虑个人的具体情况和能力。根据临床表现,减压病分为3种:1型减压病,2型减压病,3型减压病<sup>[7,8]</sup>。①1型减压病通常是在高空飞行或潜水时,由于空气中的惰性气体含量较高,在压力释放过程中会形成泡沫。这些泡沫在释放气体的同时也可能沉积在皮下组织、关节或肌肉上,导致局部肿胀和疼痛。患者可能会经历皮肤瘙痒、刺痛、红疹等症状,并且这种不适感会随着时间的推移逐渐加重,最终影响关节和肌肉的功能。②2型减压病则更为严重,它是由于空气泡沫在人体内部形成阻塞,特别是呼吸系统、循环系统或神经系统中的堵塞。这一情况会严重损害人体的正常生理功能,造成血液循环不畅、氧气供应不足,甚至可能引发休克。患者的临床表现多样且严重,包括头昏、眼花、恶心、呕吐、耳鸣、晕眩等感觉异常,以及视力模糊、四肢麻木、协调困难等。若病情恶化,还可能出现胸闷、胸痛、眼盲、休克乃至死亡的极端后果。③慢性减压病与1型减压病相比,其发病机制更为复杂,通常是因

为在减压过程中使用了不当的减压方法,如速度过快、时间过短或者减压舱设置不当等因素。这类疾病会对中枢神经系统或机体组织造成长期的慢性损伤,从而影响到患者的日常生活和工作能力。慢性减压病的主要表现包括注意力无法集中、视力显著下降、记忆力减退、动作缓慢以及行为举止异常等症状,这些症状会随着时间的推移而不断加剧,给患者带来极大的困扰。此外,值得注意的是病理性骨坏死这一现象,它是一种在没有明显创伤性,也不会引起感染性的情况下发生的缺血性骨坏死区。这种疾病的潜伏期非常短,通常在出水前就开始出现,大约有一半的病例在出水后仅10min内就显现出来,而超过90%的病人在1h以内即被诊断出来<sup>[9,10]</sup>。因此,对于那些潜伏期较长的患者,我们必须保持高度警觉,以便能够及时进行诊断和治疗。在潜水人员当中,四肢疼痛的发病率是相当高的,而且疼痛主要集中于右侧。这种情况可能与潜水人员右下肢承受的压力和工作量有关。在本研究中,7例患者表现出了眩晕、耳鸣和听力减退的临床表现,多数医生认为这些症状很可能是由前庭系统受损所导致的。因此,这也提醒了潜水医务工作者在处理潜水事故时需要更加细心地评估病人的体征变化,以免漏诊或误诊。

高压氧疗法,作为一种在临床实践中广泛应用的减压治疗手段,其原理是通过增加患者的血液氧分压来改善体内环境。然而,值得注意的是,当前国内外的研究普遍采用的气压标准超过6ATA(atmospheres of air pressure),这种做法带来的弊端远远超出了它所能提供的益处。由于高压状态下,惰性气体如氮气等会不断饱和,进而触发惰性气体的去饱和现象,这不仅对设备和操作人员构成了风险,同时也可能导致治疗效果不佳。对于那些深度较浅、工作时间较短的患者来说,他们通常只会出现皮肤症状以及轻微关节肌肉疼痛,因此初始治疗时可以选择第一种气压方案。而对于那些病情较为严重的轻、中、重型减压病患者,则应该优先选择较高气压的方案II、V。这样做的目的是为了尽早清除血管内的有害气泡,从而降低内压,减轻血管壁的压力,促进康复。尽管再压治疗能够有效清除血管内部的气泡,减少血管内的压力,但这种治疗手段并不意味着所有损伤都能在短期内完全恢复。特别是针对组织和器官的损伤,甚至包括对中枢神经系统的损伤,这些伤害往往需要更长时间的恢复过程,才有可能达到一个相对稳定的状态。因此,选择合适的气压水平和治疗方案,对于确保高压氧疗法的安全性和有效性至关重要。此外,关于高压氧疗法的其他潜在问题也不容忽视。例如,加压过程中产生的热量如何被有效散热,以及在高气压环境下如何避免高压气体泄漏和爆炸等安全问题,都是医疗工作者需要重点关注的领域。随着医学技术的不断进步和发展,未来对于高压氧疗法的研究和应用将更加深入,以期找到更为安全、高效且经济的治疗方法。HBO(High Concentration Oxygen Therapy)作为一种先进的治疗方法,在治疗减压病方面显示出了显著的疗效。它不仅可

有效地减轻脑水肿,还能通过增加组织内氧气的供应来提升患者的血氧饱和度,进而改善微循环。这种综合的辅助治疗手段为2型减压病患者提供了更为全面的救治方案。然而,对于2型减压病的治疗并不是一蹴而就的。这类疾病需要一系列综合治疗措施的支持,包括但不限于减压、抗休克药物使用、呼吸支持以及对脑脊髓水肿等严重并发症的及时干预。如果这些严重并发症未能得到及时纠正,仅仅依靠加压治疗可能无法取得理想的治疗效果。鉴于此,辅助治疗方法已逐渐成为研究热点。为了更好地服务于患者,本院自2002年起采取了更加积极的措施。除了对2型减压病患者实施再加压治疗外,我们还针对这一病症开展了专门的辅助治疗工作。相较于过去的报告,本院的疗效有了显著提升。恰当的治疗方法至关重要,它们旨在挽救患者的生命,并为病人提供接受进一步治疗的机会。因此,在有条件的情况下,应当尽可能多地普及潜水医学的相关常识,提醒潜水人员注意潜水后出现的健康问题,并鼓励他们及早就医。这样做可以大大提高2型减压病的治愈率,使患者能够早日回归正常生活。

减压病是一种不确定的病,也不是潜水员独有的病,所以在工作前,要提前做好预防和规划,不仅要做好充分的准备,还要反复地了解减压程序,才能保证自己的安全。①对潜水人员或非正常气压项目应进行正确的概念和规范培训。②严格执行正确、确切的降压手术程序。③对潜水专用设备和施工设备的维护和注意。④对患者进行常规体检,注意自身的患病情况。根据病因,制定出针对性的防治措施,对于预防和治疗各类潜在性疾病具有重大意义。

## 5 结语

本次研究中,治疗有效率98%,有效46例,无效52例,无效1例,这是由于潜水减压病是指没有接受过多的潜水知识,多次潜水,把自己的身体暴露在高压下,然后在潜水完毕后没有进行减压,从而引起了一种神经疾病,因为外部压力急剧下降,振幅过大,使得体内原本溶解的惰性气体游离出去,产生了大量的气泡,从而引起了一系列的病理反应。

这种反应表现为平面损伤与纵向损伤并存,表现为广泛、多损伤,涉及脊髓各节段。压力疗法被认为是一种理想的疗法,它能迅速、有效地减轻病人的急性症状,使之消失。然而,简单的加压疗法,也就是使用高压的撞击疗法,并不能提高疗效,反而会出现氮气麻醉等副作用。近年来,为减少潜水减压病的疗效,临床上逐步探讨高压氧疗法,以期尽早减轻组织水肿及缺血缺氧状态,加速神经功能的恢复。HBO是一种通过“人工加压”方式,将堵塞在血管内的气体“再溶”入血管或组织,达到快速减轻症状的目的,从根本上解决了“减压病”的发病机制。因此,HBO在潜水减压病中的作用是肯定的,没有任何副作用,是一种值得在临床上广泛使用的方法。

## 参考文献

- [1] 史碧维.非断水条件下市政雨污水管道改排封堵技术研究[J].山西建筑,2024,50(8):178-181.
- [2] 宋子嵩,王小舟,段杰.基于行为树的水下运载器减压行为决策研究[J].舰船科学技术,2024,46(4):61-65.
- [3] 周英杰,庆龙,朱包良,等.新型氮氧潜水减压表安全性实验验证[J].海军军医大学学报,2023,44(4):427-432.
- [4] 汤军,王靖林.基于AHP-FAST的潜水减压病救助船创新设计[J].艺术与设计(理论),2022,2(12):112-114.
- [5] 周英杰,朱包良,张坤,等.潜水减压方案的安全性验证研究进展[J].中国职业医学,2022,49(6):712-716.
- [6] 官振标,董宇超,周燕燕,等.潜水员气体栓塞及其加压治疗[J].海军医学杂志,2022,43(10):1173-1176+1180.
- [7] 姚承谕,宋银根,朱宝利,等.潜水减压病致死法医学鉴定1例[J].法医学杂志,2022,38(4):555-557.
- [8] 许骥,方以群,包晓辰,等. $\gamma$ 射线外照射对大鼠潜水减压病风险的影响研究[J].军事医学,2021,45(8):568-571.
- [9] 付庆义,张家茂,林焕泉.潜水支持船大型潜水减压舱组的安装设计[J].广东造船,2020,39(3):64-66.
- [10] 孙晓鹏,廖慧.高原潜水减压问题研究[J].军事体育学报,2020,39(2):113-117.