

· 个案报告 ·

双氧水局部冲洗致空气栓塞 1 例报告[△]

井成, 郑芳珑, 郭艳波, 王卫国, 谢文鹏*

(山东中医药大学附属医院, 山东济南 250014)

关键词: 清创, 双氧水, 空气栓塞

中图分类号: R687

文献标志码: C

文章编号: 1005-8478 (2025) 06-0574-03

Local irrigation with hydrogen peroxide caused air embolism: a case report // JING Cheng, ZHENG Fang-long, GUO Yan-bo, WANG Wei-guo, XIE Wen-peng. Affiliated Hospital, Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan, Shandong 250014, China

Key words: debridement, hydrogen peroxide, air embolism

双氧水(过氧化氢溶液)与有机组织合成的催化剂接触后,如血红蛋白的血红素部分,能迅速分解并释放出大量的氧气和水^[1]。双氧水因其止血和防腐特性而常用于冲洗伤口。然而,在封闭或半封闭手术中,使用双氧水冲洗伤口存在发生空气栓塞的风险,当进入血液循环的氧气量超过吸收能力(40 mL)时,猝死的可能性显著增加^[2]。此类并发症在国内较少被报道,笔者近日在对1例右肩部术后感染患者进行清创处理时发生空气栓塞情况,现就此病例做一报告,以提高同道对双氧水的风险意识,并对双氧水在清创中的有效性和安全性进行分析。

1 病例报告

患者,男,48岁,因右肩锁关节脱位入院。术前行CT+三维重建示:右肩锁关节脱位(图1a),完善相关检查后行右肩锁关节脱位切开复位内固定术,术后行CT+三维重建示患处肩锁关节复位良好,内固定物位置可(图1b)。术后第3d患者出现发热症状,患处疼痛难忍,换药示:刀口红肿,皮下按压有波动感,有淡黄色液体渗出,拍摄X线片示:内固定物上缘可见低密度信号影(图1c)。结合查体与辅助检查,考虑为术后感染。遂于臂丛神经阻滞麻醉下行内固定物取出+清创术,术中使用3%的双氧水溶液(每次约30 mL)、生理盐水(每次250 mL)和碘伏水(碘伏生理盐水1:1混合约200 mL)交替冲洗

伤口3次。初次使用双氧水冲洗5 min后,患者自诉胸闷、呼吸困难、濒死感,1 min后血压由130/80 mmHg迅速下降到50/30 mmHg,心率由75次/分下降到35次/分,血氧饱和度由98%下降到65%。结合患者症状与体征,考虑发生空气栓塞,迅速予以大量生理盐水冲洗创口,面罩吸氧,胸外按压,锤击心脏,注射肾上腺素、阿托品等抢救措施,2 min后患者自诉症状减轻,血压、心率、血氧饱和度恢复到正常水平,未诉其他不适,生命体征稳定后行内固定物取出术+清创术,以2枚克氏针固定肩锁关节(图1d),患者于清创术后7 d出院。

2 讨论

双氧水通常用于骨科感染伤口的清洗和一些其他手术。虽然认为通常情况下双氧水是安全无害的,但据报道,双氧水在临床使用中会引起部分严重甚至致命的并发症,其中之一便是空气栓塞^[3]。

双氧水作为一种强氧化剂,在清创的过程中与组织接触后通过芬顿反应会产生大量的氧气和水。该反应每秒约发生200 000次,体积增加10倍,1 mL的双氧水约产生10 mL氧气^[4]。一旦氧气超过血液的溶解能力,其多余的氧气有可能产生空气栓塞。空气栓塞在临床中多以个案报道的形式出现,Despond等^[5]报道了1例患者在腰椎间盘突出髓核摘除术中用双氧水冲洗伤口,术中出现呼气末二氧化碳分压、血

DOI:10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.110044

[△]基金项目:山东省自然科学基金青年项目(编号:ZR2020QH312)

作者简介:井成,医师,研究方向:创伤与运动医学,(电子信箱)179874556@qq.com

*通信作者:谢文鹏,(电子信箱)xiewenpeng0925@163.com

压、血氧饱和度急剧下降，心电图出现ST段改变，他们认为俯卧位可能是在脊柱清创中使用双氧水导致空气栓塞的重要原因。Peng等^[2]报道了1例髋关节化脓性关节炎患者，在行关节镜下清创过程中使用双氧水，术中出现了空气栓塞、肌红蛋白尿及皮下气肿，他们认为应避免在封闭空腔及关节镜手术中使用过氧化氢溶液，以减少发生氧栓塞的风险。Zhao等^[6]报道了1例患者脊柱术后发生感染，在清创时

使用双氧水冲洗感染的钉道及周围组织的过程中出现空气栓塞，并经食管超声心动图进行确诊，他们认为长时间的俯卧位及半封闭腔可能会增加空气栓塞的风险。Wu等^[7]报道1例14岁患者在前臂清创过程中使用双氧水进行冲洗，术中出现空气栓塞后抢救无效死亡，尸检时发现在心脏冠状脉血管及左侧颅脑顶叶部分血管中存在空气，因此认为在靠近心脏及周围血管丰富的位置使用双氧水处理时应特别慎重。

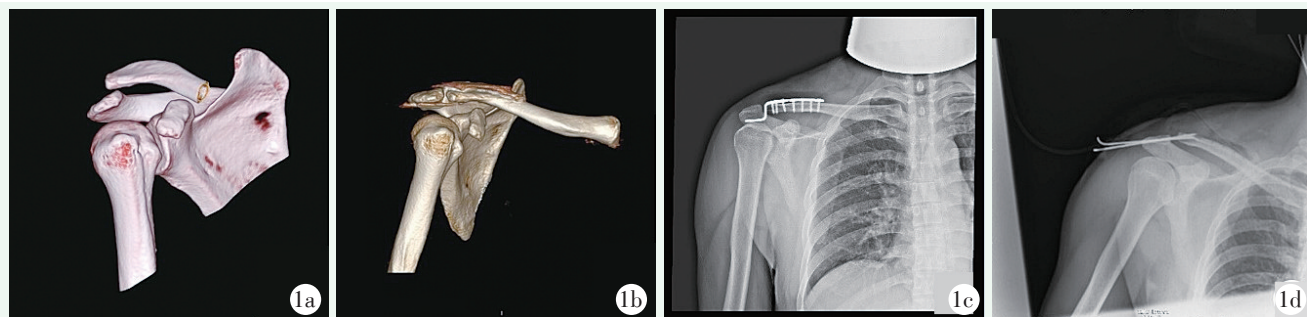


图1. 患者男性，48岁，因肩锁关节脱位切开复位内固定术感染行清创术内固定物取出。1a：术前CT三维重建示肩锁关节脱位；1b：术后CT三维重建示肩锁关节复位良好，内固定位置可；1c：术后X线片示内固定物上缘可见低密度影；1d：清创术后克氏针固定。

Figure 1. A 48-year-old male underwent debridement and implant removal due to infection after open reduction and internal fixation for acromioclavicular dislocation. 1a: CT 3D reconstruction before the primary operation showed acromioclavicular dislocation; 1b: CT 3D reconstruction after the primary surgery showed the acromioclavicular reduced well with implants in acceptable position; 1c: X ray after the primary operation revealed low density shadow at the upper edge of the hook plate; 1d: X ray after secondary debridement and implant removal presented acromioclavicular Kirschner wire fixation.

双氧水在清创术中，作为冲洗液较少单独使用，因此不能排除与其他冲洗液的作用。研究表明，双氧水可通过破坏DNA、氧化蛋白和膜脂质来杀死细菌^[8-10]。然而对于大多数感染性伤口而言，致病菌多为金黄色葡萄球菌和铜绿假单胞菌，这些细菌中存在过氧化氢酶，对过氧化氢特别耐受^[11]，因此双氧水对于清除此类致病菌并不是最佳选择。同时过氧化氢对成纤维细胞、成骨细胞、骨组织及神经组织等具有高度的毒性。所以双氧水在临床清创术中的应用一直存在争议。

由于业内对双氧水带来的并发症多集中于低发生率而非高死亡率，故其引起空气栓塞的严重后果往往被忽视。本报道的患者在术中清创的过程中出现了心率与血压同时下降的矛盾性改变，其可能的机制是由于双氧水引起的空气栓塞的体积膨胀或热降解刺激下丘脑前部导致的^[12]。空气栓子在冠状动脉和脑动脉的致死体积比一般栓子要小的多，脑血管的致死体积为2~3 mL，冠状动脉的致死体积为0.5~1 mL^[13]。因此在临床处理中一旦发现血流动力学不稳定，应立即停止双氧水冲洗，应用大量生理盐水冲洗，迅速进入

抢救流程。总之，在临床工作中应提高对双氧水的安全意识，避免医源性空气栓塞的发生。

利益冲突声明 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 井成：文章设计及写作、统计分析；郑芳珑：起草文章、分析解释数据；郭艳波：文献查阅；王卫国：提供行政技术支持；谢文鹏：文章审阅、指导

参考文献

- [1] 程磊, 万春友, 金鸿宾, 等. 过氧化氢在骨科应用中的研究进展[J]. 中国矫形外科杂志, 2012, 20 (10): 903-905. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2012.10.13.
Cheng L, Wan CY, Jin HB, et al. Research progress of hydrogen peroxide in orthopedic application [J]. Orthopedic Journal of China, 2012, 20 (10): 903-905. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2012.10.13.
- [2] Peng Z, Li H, Cao Z, et al. Oxygen embolism after hydrogen peroxide irrigation during hip arthroscopy: a case report [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2020, 21 (1): 58. DOI: 10.1186/s12891-020-3081-3.
- [3] Spiriev T, Prabhakar H, Sandu N, et al. Use of hydrogen peroxide in neurosurgery: case series of cardiovascular complications [J]. JRSMB Short Rep, 2012, 3 (1): 6. DOI: 10.1258/shorts.2011.011094.

- [4] Zimmerman GA, Lipow KI. Pneumocephalus with neurological deficit from hydrogen peroxide irrigation. Case illustration [J]. J Neurosurg, 2004, 100 (6): 1122. DOI: 10.3171/jns.2004.100.6.1122.
- [5] Despond O, Fiset P. Oxygen venous embolism after the use of hydrogen peroxide during lumbar discectomy [J]. Can J Anaesth, 1997, 44 (4): 410-413. DOI: 10.1007/BF03014463.
- [6] Zhao SL, Zhang XY, Xiao Y, et al. Gas embolism after hydrogen peroxide use during spine surgery: case report and literature review [J]. World Neurosurg, 2020, 143: 228-231. DOI: 10.1016/j.wneu.2020.07.210.
- [7] Wu T, Wang Q, Zhao M, et al. Two cases of fatal iatrogenic air embolism confirmed by autopsies [J]. J Forensic Leg Med, 2021, 82: 102209. DOI: 10.1016/j.jflm.2021.102209.
- [8] Imlay JA, Chin SM, Linn S. Toxic DNA damage by hydrogen peroxide through the Fenton reaction in vivo and in vitro [J]. Science, 1988, 240 (4852): 640-642. DOI: 10.1126/science.2834821.
- [9] Linley E, Denyer SP, McDonnell G, Simons C, Maillard JY. Use of hydrogen peroxide as a biocide: new consideration of its mechanisms of biocidal action [J]. J Antimicrob Chemother, 2012, 67 (7): 1589-1596. DOI: 10.1093/jac/dks129.
- [10] Prestel E, Suchomel M, Eder M, et al. Effects of alcohols, povidone-iodine and hydrogen peroxide on biofilms of Staphylococcus epidermidis [J]. J Antimicrob Chemother, 2007, 60 (2): 417-420. DOI: 10.1093/jac/dkm221.
- [11] Thomas GW, Rael LT, Bar-Or R, et al. Mechanisms of delayed wound healing by commonly used antiseptics [J]. J Trauma, 2009, 66 (1): 82-91. DOI: 10.1097/TA.0b013e31818b146d.
- [12] Prabhakar H, Rath GP, Dash HH. Bradycardia following hydrogen peroxide irrigation during posterior fossa surgery [J]. Anaesthesia, 2006, 61 (9): 914. DOI: 10.1111/j.1365-2044.2006.04772.x.
- [13] Ho AM. Is emergency thoracotomy always the most appropriate immediate intervention for systemic air embolism after lung trauma [J]. Chest, 1999, 116 (1): 234-237. DOI: 10.1378/chest.116.1.234.
- (收稿:2024-01-12 修回:2024-06-17)
(同行评议专家: 吴波, 高金亮, 袁永建)
(本文编辑: 闫承杰)

(上接 573 页)

- [17] Li M, Ma Y, Fu G, et al. 10-year follow-up results of the prospective, double-blinded, randomized, controlled study on autologous bone marrow buffy coat grafting combined with core decompression in patients with avascular necrosis of the femoral head [J]. Stem Cell Res Ther, 2020, 11 (1): 287. DOI: 10.1186/s13287-020-01810-8.
- [18] 胡锐, 王杨, 周才盛, 等. 两种保髋手术治疗成人股骨头坏死初步结果比较 [J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29 (21): 2005-2008. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.21.20.
- Hu K, Wang Y, Zhou CS, et al. Comparison of preliminary clinical outcomes of two hip-preserving surgeries for femoral head necrosis in adult [J]. Orthopedic Journal of China, 2021, 29 (21): 2005-2008. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.21.20.
- (收稿:2024-04-17 修回:2024-10-30)
(同行评议专家: 谭洪波, 王富友)
(本文编辑: 郭秀婷)