

· 技术创新 ·

## 3D 显微镜下椎弓钉固定治疗寰枢椎骨折脱位<sup>△</sup>

丰瑞兵<sup>1</sup>, 胡昊<sup>1</sup>, 吴刚<sup>1</sup>, 黄一拯<sup>1</sup>, 李超<sup>1</sup>, 张海涛<sup>1</sup>, 李朝文<sup>2</sup>, 黄勇<sup>1\*</sup>

(1. 湖北省中医院脊柱外科, 湖北武汉 430074; 2. 武汉体育学院研究生院, 湖北武汉 430070)

**摘要:** [目的] 介绍 3D 显微镜下椎弓钉固定治疗寰枢椎骨折脱位的手术技术和初步临床效果。[方法] 2018 年 1 月—2020 年 6 月本科采用 3D 显微镜下椎弓钉固定治疗寰枢椎骨折脱位患者 11 例。术前经 PACS 系统测量椎弓钉置钉长度与角度, 术中行颈后路显露寰枢椎后方结构, 在 3D 显微镜下对术野精准止血, 利用磨钻对寰枢椎进钉点开口, 置入椎弓钉并连接两侧钛棒, 根据透视情况, 适当提拉复位, 于寰枢椎后方植入自体骨颗粒。[结果] 11 例患者均顺利完成手术。共置入椎弓钉 44 枚, 其中 0 级与 I 级置钉 42 枚, 置钉优良率 95.45%。所有患者均获随访, 随访时间 12~24 个月, 平均 (16.36±4.72) 个月, VAS 评分由术前的 (6.36±1.63) 分, 显著降低至术后 1 年的 (1.27±1.10) 分, 差异有统计学意义 ( $P<0.05$ ); JOA 评分由术前的 (11.91±2.84) 分, 显著提高至术后 1 年的 (15.55±1.51) 分, 差异有统计学意义 ( $P<0.05$ )。[结论] 3D 显微镜下椎弓钉固定治疗寰枢椎骨折脱位疗效确切, 术中置钉精准, 手术安全性高。

**关键词:** 寰枢椎骨折脱位, 3D 显微镜, 椎弓钉固定

**中图分类号:** R683.2      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1005-8478 (2022) 11-1012-04

**3D microscope assisted posterior pedicle screw internal fixation for atlantoaxial fracture and dislocation** // FENG Rui-bing<sup>1</sup>, HU Hao<sup>1</sup>, WU Gang<sup>1</sup>, HUANG Yi-zheng<sup>1</sup>, LI Chao<sup>1</sup>, ZHANG Hai-tao<sup>1</sup>, LI Chao-wen<sup>2</sup>, HUANG Yong<sup>1</sup>. 1. Department of Spinal Surgery, Hubei Hospital of Traditional Chinese Medicine, Wuhan, 430074 China; 2. Graduate School, Wuhan Institute of Sports Education, Wuhan, 430070, China

**Abstract:** [Objective] To introduce the surgical technique and preliminary clinical results of 3D microscope assisted pedicle screw fixation for atlantoaxial fracture and dislocation. [Methods] From January 2018 to June 2020, 11 patients received 3D microscope assisted pedicle screw fixation for atlantoaxial fracture and dislocation. The length and angle of pedicular screw placement were measured by PACS system before operation. After posterior atlantoaxial structures were exposed through posterior cervical approach, the operation field was accurately hemostatic under 3D microscope. The entry point of atlantoaxial screw was opened by grinding drill, and the pedicle screw was placed and connected with titanium rods on both sides, which were adjusted to reduce the atlantoaxial alignment under fluoroscopy. Finally, bone autografts in granule were implanted behind the atlantoaxial vertebrae. [Results] All patients had operation completed successfully with 44 pedicle screws placed totally, and 42 screws inserted in 0 and I grades with accuracy of 95.45%. The VAS score decreased significantly from (6.36±1.63) to (1.27±1.10) ( $P<0.05$ ), whereas the JOA score increased significantly from (11.91±2.84) preoperatively to (15.55±1.51) at 1 year after operation. [Conclusion] This 3D microscopic assisted pedicle screw fixation is an effective treatment for atlantoaxial fracture and dislocation, with improving accuracy of intraoperative screw placement and operation safety.

**Key words:** atlantoaxial fracture and dislocation, 3D microscope, pedicle screw fixation

寰枢椎骨折脱位是常见的急危重症, 常因车祸伤、高处坠落伤等高能外伤导致<sup>[1]</sup>。由于解剖部位的特殊性, 寰枢椎骨折脱位可导致患者出现高位脊髓损伤, 甚至死亡等严重并发症<sup>[2]</sup>。通过手术重建寰枢椎的稳定, 不仅能避免进一步出现严重的并发症, 还有助于患者早期下床活动, 回归生活、工作<sup>[3]</sup>。在

寰枢椎骨折脱位众多的治疗方法中, 经后路椎弓钉固定技术因“三柱”固定牢靠, 操作简便、术中显露少等优势, 已成为目前治疗此类患者较理想的治疗方案之一<sup>[4]</sup>。但是, 由于解剖结构复杂, 术中显露与置钉难度较高, 学习曲线长, 极大地限制了该手术的应用推广<sup>[5]</sup>。三维 (3 dimensions, 3D) 显微镜能放大手术

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.11.11

<sup>△</sup>基金项目:湖北省卫生健康委员会项目(编号:WJ2021M182);湖北省中医院院内课题(编号:20190619、20191011)

作者简介:丰瑞兵, 主治医师, 医学博士, 研究方向:脊柱外科, (电话)15629053081, (电子信箱)fengruibing@126.com

\* 通信作者:黄勇, (电话)13871168161, (电子信箱)1187321355@qq.com

视野, 自带的光源能为术野提供更好的照明, 让术者清晰地分辨术野下的各解剖结构, 在显露过程中实现精准止血, 保证术野清晰, 置钉过程中, 迅速找到最合适的置钉点, 为安全置钉提供前提条件<sup>[6]</sup>。在经后路椎弓钉固定治疗寰枢椎骨折脱位中具有较大的应用潜力, 但目前尚缺乏类似临床研究报道。本科2018年1月—2020年6月采用3D显微镜下椎弓钉固定治疗11例寰枢椎骨折脱位患者, 现将手术技术和初步临床效果报告如下。

## 1 手术技术

### 1.1 术前准备

患者入院后, 如条件允许, 立即行颅骨牵引, 如生命体征不平稳或合并其他危急重症, 先予以颈部制动, 待其他科室处理完, 患者生命体征平稳后, 再行颅骨牵引。术前需完善颈部正侧位、张口位X线片、颈椎CT三维重建, 颈椎核磁共振成像及椎动脉CTA等检查, 并利用PACS影像系统测量患者的寰枢椎椎弓根的置钉长度与角度。

### 1.2 麻醉与体位

患者行全身麻醉。待麻醉满意后取俯卧位, 颈部稍屈曲, 保留患者颅骨牵引, 术野常规消毒、铺无菌巾(单)。

### 1.3 手术方法

手术切口显露: 自枕骨隆突至C<sub>3</sub>棘突, 取颈后正中纵行切口长约10 cm, 连接3D显微镜(三鹰光器株式会社, 日本)设备, 根据术中情况实时调整3D显微镜放大倍数(2~40倍)与焦距。逐层切开颈后皮肤、皮下筋膜、项韧带达枕骨及棘突, 逐层向两侧剥离椎旁肌, 显露寰椎后弓及枢椎椎板与关节突关节, 注意保护延髓、颅基底动脉、椎动脉、C<sub>2</sub>神经根及静脉丛。在3D显微镜辅助下利用双极电凝对术野各出血点予以精准止血(图1d), 充分显露寰枢椎双侧进钉点。其中寰椎椎弓根螺钉的进钉点位于枢椎侧块中线上, 距寰椎后弓上缘至少应达到3 mm, 内斜10°, 上斜5°, 枢椎椎弓根螺钉进钉点位于枢椎侧块内上象限, 显露枢椎椎板上缘和椎弓内缘后在直视下进钉, 内斜25°, 上斜25°<sup>[7]</sup>。

寰枢椎钉道准备: 在3D显微镜辅助下用神经剥离子对进钉点做骨膜下剥离, 然后利用磨钻对进钉点开口(图1e), 注意避免磨钻对周围软组织卷刮而造成损伤, 利用限深手钻沿术前预测量的进钉角度缓慢钻入, 使用球形探针试探进钉孔壁无穿破后置入定位

针, 经C形臂X线机透视, 确保定位针位置、长度、方向合适。

螺钉固定与复位: 将患者额头垫高, 恢复颈椎生理弧度, 保证患者术后可自然平视前方, 结合术前行PACS系统上测量的置钉长度与角度, 选择直径3.5 mm长度适宜的椎弓根螺钉沿适当角度缓慢拧入, 根据术前及术中透视寰枢关节脱位情况, 选择合适长度预弯好的钛棒并连接, 通过钛棒的弧度对存留的寰枢关节脱位提拉复位。再次C形臂X线机透视见椎弓根螺钉、钛棒位置、长度合适、寰枢关节复位满意。

植骨与缝合: 于髂后上棘取自体松质骨, 剪成直径2~3 mm的自体骨颗粒。用尖嘴咬骨钳将寰椎后弓、枢椎椎板、枢椎棘突上缘咬出松质骨面, 制备植骨床, 彻底冲洗伤口后将自制自体骨颗粒植于植骨床表面, 伤口内置入负压引流管, 逐层缝合切口, 覆盖无菌敷料。

### 1.4 术后处理

术后酌情予以抗感染、镇痛、手术切口换药等对症治疗。术后24~48 h拔除引流管, 拔除引流后嘱患者在颈托保护下适度下床活动, 逐步锻炼、恢复生活能力。术后颈托固定保护6~8周。术后3、6个月、1年门诊定期复查随访, 对患者行颈部正侧位、张口位X线片等影像学检查, 采用疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)与日本骨科协会(Japanese Orthopaedic Association, JOA)颈椎评分评价临床效果<sup>[8]</sup>。

## 2 临床资料

### 2.1 一般资料

选取本院脊柱外科2018年1月—2020年6月收治的11例寰枢椎骨折脱位患者, 所有患者均采用3D显微镜下椎弓钉固定治疗, 男7例, 女4例, 年龄18~72岁, 枢椎椎弓骨折伴寰枢关节脱位2例, 枢椎齿状突骨折伴寰枢关节脱位7例, 寰椎椎弓与枢椎椎弓均骨折伴寰枢关节脱位2例。寰枢关节侧方脱位2例, 前脱位1例, 旋转脱位3例, 混合脱位5例。本研究经医院伦理委员会审批, 所有患者均知情同意。

### 2.2 初步结果

11例患者均顺利完成手术, 手术时间90~180 min, 平均(125.00±26.36) min, 术中出血量50~200 ml, 平均(121.82±50.56) ml, 术后引流量50~

300 ml, 平均 (163.64±66.37) ml, 术后卧床时间 2~5 d, 平均 (3.09±0.94) d。共置入寰枢椎椎弓钉 44 枚, 按 Kawaguchi 评价标准<sup>[9]</sup>, 完全在椎弓根内共 40 枚, 有 2 枚螺钉穿破椎弓根皮质但不超过 2 mm, 另有 2 枚螺钉穿破椎弓根皮质且超过 2 mm, 所有螺钉置入过程中均未出现神经、血管损伤、硬膜破裂, 总体置钉优良率 (0 级+I 级) 为 95.45%。

所有患者术后均未出现切口感染、神经症状加重等并发症。仅 1 例出现手术切口脂肪液化, 通过

加强伤口换药后, 切口延期愈合。

所有患者均获随访, 随访时间 12~24 个月, 平均 (16.36±4.72) 个月, 术后所有患者颈部疼痛症状均明显缓解, 神经症状得到不同程度恢复。VAS 评分由术前的 (6.36±1.63) 分, 显著降低至术后 1 年的 (1.27±1.10) 分, 差异有统计学意义 ( $P<0.05$ ); JOA 评分由术前的 (11.91±2.84) 分, 显著提高至术后 1 年的 (15.55±1.51) 分, 差异有统计学意义 ( $P<0.05$ )。典型病例见图 1。

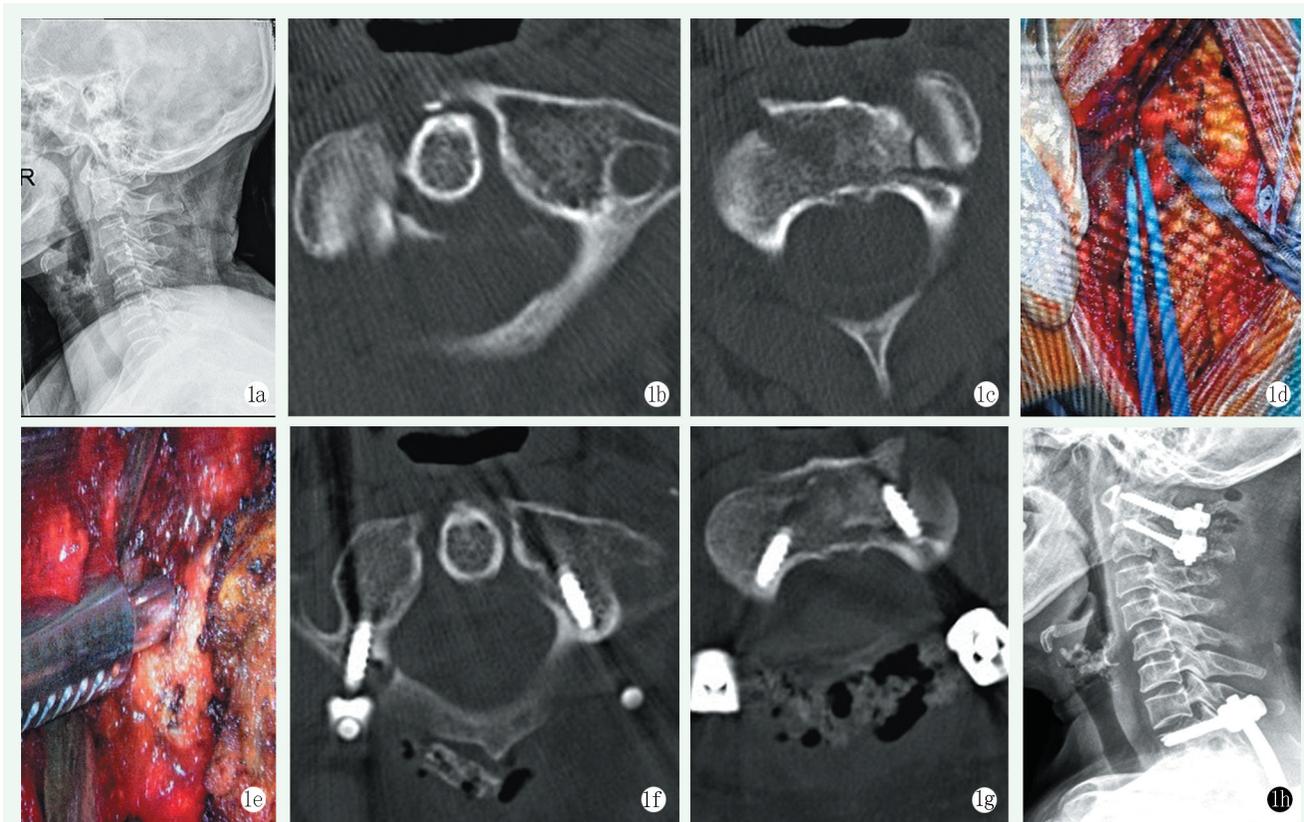


图 1 患者, 女, 64 岁, 枢椎骨折伴寰枢关节脱位, 行 3D 显微镜下后路椎弓钉固定治疗 1a: 术前颈椎侧位 X 线片示枢椎齿状突骨折, Anderson-D'Alonzo III 型 1b, 1c: 术前寰枢椎轴位 CT 示枢椎骨折、寰枢椎旋转脱位、侧方脱位 1d: 术中 3D 显微镜辅助下双极电凝静脉丛止血照 1e: 术中 3D 显微镜辅助下磨钻对寰枢椎置钉点开口照 1f, 1g: 术后 3 d 寰枢椎轴位 CT 示寰枢椎侧方、旋转脱位纠正, 内固定物位置、长度合适, 4 枚椎弓根螺钉均在椎弓根内, Kawaguchi 置钉准确度评级均为 0 级 1h: 术后 1 年颈椎侧位 X 线片示骨折达到骨性愈合, 寰枢椎稳定, 位置未丢失, 内固定物未松动、断裂

### 3 讨论

寰枢椎骨折脱位是一种严重的上颈椎损伤, 局部解剖关系复杂<sup>[10]</sup>。进行寰枢椎椎弓钉固定要求术者能正确辨别各解剖结构, 而精准高效地止血是保证术野清晰, 准确辨别解剖结构的前提。另外, 该手术对术者的置钉技术具有较高要求, 如何快速精准地找到准确的进钉点是成功置钉的关键<sup>[11, 12]</sup>。

在 3D 显微镜下进行寰枢椎椎弓钉固定手术优势

包括<sup>[13-15]</sup>: (1) 提高手术安全性: 3D 显微镜下, 术者可精确分辨寰枢椎后方的神经、血管等组织, 防止术中损伤。精准止血, 保证术野清晰, 便于术中准确找到置钉点, 减少术中反复调整螺钉位置, 造成周围神经、血管损伤; (2) 舒适的手术体验: 3D 显微镜无目镜设计及超大的工作距离, 能给术者提供更舒适的手术体验, 有助于术者在一种相对轻松的状态下进行手术, 更符合人体工程学的手术姿势, 也有助于保护术者的脊柱健康; (3) 绝佳的示教方式: 颈后路手术部位较深, 手术助手、低年资医生及学生等参与人

员在术中很难完整、清晰地看到手术画面，3D显微镜能将放大的术野画面，实时投放到4K高清显示屏幕，让所有参与人员均能看到清晰的术野画面。

3D显微镜下椎弓钉固定治疗寰枢椎骨折脱位的注意事项<sup>[16, 17]</sup>：(1) 周密的术前准备：术前检查应详实，并仔细分析术前的X线片、CT重建及椎动脉CTA等影像资料，排除寰枢椎发育异常及椎动脉变异等特殊情况，防止因这些原因导致的术中意外；(2) 手术室设备摆放：3D显微镜占用空间较大，在手术开始之前，需将3D显微镜、C形臂X线机等手术室设备做好规划，防止术中相互干扰，浪费手术时间；(3) 术前规划：根据CT结果，测量寰椎后弓高度等参数排除不适合选用椎弓钉固定的患者<sup>[18]</sup>。测量的参数有助于指导术中精准置钉。

综上所述，3D显微镜下椎弓钉固定治疗寰枢椎骨折脱位疗效确切，术中止血、置钉精准，安全性高，值得在临床中加以应用，但需要把握好手术适应证，并做好周密的术前准备。

#### 参考文献

- [1] Meyer C, Eysel P, Stein G. Traumatic atlantoaxial and fracture-related dislocation [J]. *Biomed Res Int*, 2019, 18 (1): 5297950.
- [2] 王圣林, 田英轮, 许南方, 等. 颈椎后路“组合式”内固定治疗寰枢椎关节不稳或脱位的临床疗效 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2020, 30 (4): 338-345.
- [3] 陈其昕. 上颈椎损伤治疗策略的选择 [J]. *中华创伤杂志*, 2019, 35 (11): 961-965.
- [4] 王正雷, 王海斌, 刘建辉, 等. 采用椎弓根螺钉内固定治疗寰枢椎骨折脱位 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28 (10): 933-935.
- [5] 吴超, 邓佳燕, 谭伦, 等. 逐级扩大型3D打印导板系统辅助寰枢椎椎弓根置钉准确性分析及临床应用 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2019, 33 (2): 212-218.
- [6] Rotermund R, Regelsberger J, Osterhage K, et al. 3-dimensional video microscope system (ORBeye) for transsphenoidal pituitary surgery [J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2021, 22 (1): 12-15.
- [7] 马向阳, 刘景发, 尹庆水, 等. 多种寰枢椎后路钉棒固定技术的临床组合应用 [J]. *中国骨科临床与基础研究杂志*, 2010, 2 (1): 12-16.
- [8] 临床神经外科杂志编辑部. 颈椎 JOA 评分 [J]. *临床神经外科杂志*, 2011, 8 (5): 254.
- [9] Kawaguchi Y, Nakanom M, Yasudat T, et al. Development of a new technique for pedicle screw and Magerl screw insertion using a 3D dimensional image guide [J]. *Spine*, 2012, 37 (23): 1983-1988.
- [10] 林斌, 赵忠胜, 蔡彗艺, 等. 后路椎弓根螺钉内固定治疗寰枢椎联合骨折 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2016, 18 (9): 805-808.
- [11] 周建国, 段永壮. 3D打印导向器椎弓根螺钉固定寰枢椎骨折脱位 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (12): 1087-1090.
- [12] 陈乃旺, 庄青山, 徐兆万, 等. 提高颈椎椎弓根置入准确性的新技术 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2019, 27 (8): 749-753.
- [13] 陈杰文, 李春海. 3D显微镜在脊柱外科手术中的应用 [J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2020, 35 (3): 273-274.
- [14] 王鹏涛, 张嘉男, 刘团江, 等. 3D显微镜辅助下颈椎前路间盘切除椎体间植骨融合术的临床疗效 [J]. *骨科*, 2021, 12 (3): 232-235, 253.
- [15] 刘屹林, 王玉强, 杨浩, 等. 3D显微镜下经口松解复位二期后路内固定治疗难复性寰枢关节脱位 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2018, 20 (4): 280-285.
- [16] 冀旭斌, 吴沁民, 徐兆万, 等. 3D打印辅助单侧椎弓根钉固定寰枢椎脱位 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28 (8): 739-743.
- [17] Kwan K, Schneider JR, Du V, et al. Lessons learned using a high-definition 3-dimensional exoscope for spinal surgery [J]. *Oper Neurosurg (Hagerstown)*, 2019, 16 (5): 619-625.
- [18] 马向阳, 钟世镇, 刘景发, 等. 经后路寰枢椎椎弓根螺钉固定的置钉研究 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2004, 18 (5): 392-395.

(收稿:2021-09-01 修回:2021-12-10)

(同行评议专家: 孔长旺 魏坦军)

(本文编辑: 闫承杰)