

不稳定性寰椎骨折的治疗进展



邹小宝^{1,2}, 欧阳北平^{1,2}, 马向阳^{1,2}, 陈育岳², 葛苏², 张双², 倪菱², 夏虹², 吴增晖²

1. 南方医科大学第一临床医学院 (广州 510515)
2. 中国人民解放军南部战区总医院骨科 (广州 510010)

【摘要】 目的 总结不稳定性寰椎骨折的治疗进展, 提出存在问题并展望研究方向。方法 通过查阅国内外不稳定性寰椎骨折治疗的相关文献, 就寰椎骨折稳定性评价及治疗方法、手术入路以及内固定器械选择等方面进行总结分析。结果 目前, 临床上认为除横韧带完整的寰椎前弓单处骨折或单纯后弓骨折外的所有寰椎骨折, 均为不稳定性骨折。不稳定性寰椎骨折的治疗从传统非手术治疗、融合术, 逐渐发展至单节段固定治疗。非手术治疗效果欠佳, 融合术牺牲了上颈椎活动度, 而单节段固定不仅能复位固定骨折, 同时保留了上颈椎运动功能。单节段固定手术入路分为后路及经口入路, 术中采用的内固定器械也在不断改良, 主要包括钉棒系统、钉板系统以及钢板系统等。结论 对于不稳定性寰椎骨折, 单节段固定较非手术及传统融合术更具优势, 是理想的手术方式。其中, 经口入路单节段固定复位寰椎前弓骨折更直接, 但存在感染风险; 后路单节段固定对寰椎前弓骨折的复位效果欠佳, 有待进一步探究更加有效的复位方法。

【关键词】 不稳定性寰椎骨折; 非手术治疗; 手术治疗; 单节段固定; 治疗进展

Progress in treatment of unstable atlas fracture

ZOU Xiaobao^{1,2}, OUYANG Beiping^{1,2}, MA Xiangyang^{1,2}, CHEN Yuyue², GE Su², ZHANG Shuang², NI Ling², XIA Hong², WU Zenghui²

1. The First School of Clinical Medicine, Southern Medical University, Guangzhou Guangdong, 510515, P.R.China
2. Department of Orthopedics, General Hospital of Southern Theatre Command of Chinese PLA, Guangzhou Guangdong, 510010, P.R.China

Corresponding author: MA Xiangyang, Email: maxy1001@126.com

【Abstract】 Objective To summarize the progress in treatment of unstable atlas fracture, the existing problems, and the research direction. **Methods** Related literature at home and abroad was reviewed. The stability evaluation of atlas fracture and treatment methods were introduced, and the selection of surgical approach and fixation instruments in treatment of unstable atlas fracture were summarized and analyzed. **Results** At present, atlas fractures are considered as unstable fractures except single anterior arch fractures with complete transverse ligament or simple posterior arch fractures. The treatment of unstable atlas fracture has been developed from nonsurgical treatment and traditional fusion surgery to single-segment fixation. Nonsurgical treatment is less effective, while traditional fusion surgery has a disadvantage of limited the motion of the upper cervical spine. Single-segment fixation can not only restore and fix the fracture, but also preserve the upper cervical motion function. Single-segment fixation approaches include posterior and transoral approaches, and the fixation instruments are being constantly improved, mainly including screw-rod system, screw-plate system, and plate system. **Conclusion** For unstable atlas fracture, single-segment fixation is an ideal surgical method, and has more advantages when compared with nonsurgical treatment and traditional fusion surgery. Single-segment fixation via transoral approach is more direct for atlas anterior arch fracture reduction, but there is a high risk of infection; and single-segment fixation via posterior approach is less effective for the reduction of atlas anterior arch fracture. Therefore, a better reduction method should be explored.

【Key words】 Unstable atlas fracture; nonsurgical treatment; surgical treatment; single-segment fixation; treatment progress

Foundation item: Science and Technology Planning Project of Guangzhou (201803010046)

DOI: 10.7507/1002-1892.201909129

基金项目: 广州市科技计划项目 (201803010046)

通信作者: 马向阳, Email: maxy1001@126.com

不稳定性寰椎骨折是指除横韧带完整的寰椎前弓单处骨折或单纯后弓骨折以外的所有寰椎骨折,此类骨折可采用非手术或手术治疗,但非手术治疗效果欠佳,可能发生骨折不愈合或畸形愈合,因此临床主要选择手术治疗。寰椎椎融合术或枕颈融合术是治疗不稳定性寰椎骨折的传统术式,但术后患者上颈椎运动功能丧失,对患者生活质量有较大影响^[1-5]。为此,国内外学者们提出了单节段固定治疗,以保留上颈椎运动功能。现对不稳定性寰椎骨折的治疗研究进展作一综述,为临床治疗此类疾病提供参考。

1 寰椎骨折的稳定性评价

横韧带是否完整是评价寰椎骨折稳定性的主要依据。横韧带虽是维持寰椎稳定性的主要结构,但枕-寰-枢复合体中的骨性结构、关节囊、横韧带及其他韧带以及纵向韧带等,也在维持寰椎稳定性中发挥了不可或缺的作用。因此, Dickman 等^[6]认为即使是横韧带完整的寰椎半环骨折,虽然横韧带能防止侧块发生分离移位,但骨折仍可以韧带附着点为中心发生旋转移位,也属于不稳定性寰椎骨折,故仅根据横韧带是否完整不能准确判断寰椎骨折的稳定性。Lee 等^[7]及杨惠林等^[8]通过回顾分析大量寰椎骨折病例,认为只有横韧带完整的寰椎前弓单处骨折或单纯后弓骨折是稳定性骨折,其余类型寰椎骨折均为不稳定性骨折。该观点也成为目前临床上广泛采用的判断寰椎骨折稳定性的依据。

2 不稳定性寰椎骨折治疗方式发展

2.1 非手术治疗

早期不稳定性寰椎骨折主要选择非手术治疗,如颅骨牵引以及颈托、颈胸支具、Halo 架等外固定。但非手术治疗后寰椎骨折复位效果较差,可能出现骨折不愈合、骨折移位等问题。同时,非手术治疗时间较长,可能导致患者不耐受,出现相关并发症,最后仍需手术治疗。2005年, Dvorak 等^[9]对寰椎爆裂骨折患者远期生活质量进行了研究,其中大部分患者采用非手术治疗,结果表明患者功能较难恢复至伤前水平,提示非手术治疗不是最理想的治疗方法。另外,虽然国内外研究显示非手术治疗不稳定性寰椎骨折总体临床效果较好,但仍有相当一部分患者非手术治疗失败而最终采取手术治疗,耽误了最佳手术时机,延长了治疗周期,增加了患者痛苦^[10-13]。因此,目前对于不稳定性寰椎骨折以手术治疗为主。

2.2 手术治疗

传统的寰椎椎融合术或枕颈融合术治疗不稳定性寰椎骨折,牺牲了上颈椎运动功能,明显降低了患者术后生活质量。为解决该问题,有学者采用枕颈固定系统间接内固定非融合治疗不稳定性寰椎骨折,待寰椎骨折愈合后再取出内固定物^[14]。该方法虽然能保留上颈椎运动功能,但两次手术对患者损伤较大。

随着手术技术及内固定材料的发展,有学者提出采用单节段固定治疗不稳定性寰椎骨折,在保留上颈椎运动功能的同时,减少手术损伤^[15-25]。但目前对单节段固定治疗伴横韧带断裂的不稳定性寰椎骨折存在争议,术后是否会因为横韧带断裂而出现寰椎不稳是关注焦点。Li 等^[17]在单节段固定治疗伴横韧带断裂的不稳定性寰椎骨折研究中提出“浮标假说”,认为寰椎骨折患者虽横韧带断裂,但由于枕-寰-枢复合体高度降低,纵向韧带因松弛而完整保留,单节段复位固定寰椎骨折后,恢复枕-寰-枢复合体的正常排列关系、收紧纵向韧带,可维持寰椎稳定性。生物力学研究也表明,单节段固定合并横韧带断裂的寰椎骨折模型后,寰椎椎间三维稳定性无显著丧失,具有手术可行性^[24,26]。单节段固定治疗合并横韧带断裂的不稳定性寰椎骨折的临床研究中,也未出现术后寰椎不稳的情况,表明了单节段固定治疗的有效性。

3 不稳定性寰椎骨折单节段固定术的选择

3.1 手术入路选择

单节段固定手术入路包括后路及经口入路,临床研究表明经两种入路手术均可有效治疗不稳定性寰椎骨折^[19-20,22-25],术者可根据两种入路特点进行选择。

后路单节段固定是基于寰椎侧块螺钉^[24]及椎弓根螺钉^[27]固定技术,目前寰椎侧块螺钉植钉技术已较成熟,螺钉固定强度大,且经后路手术术中操作空间大,术后不易出现内固定物松动。另外,后路手术相对于经口入路手术感染风险小。但是,后路单节段固定虽可借助器械横向加压,复位侧块向两侧的分离合移位,但前弓骨折分离较大时,前弓骨折线的闭合不理想,导致骨折愈合时间较长,甚至骨折不愈合。这可能与后路横向加压复位力量的传递方向存在偏差有关,至今尚无相关研究解决该问题。寰椎前弓对寰椎稳定性更加重要,故对于不稳定性寰椎骨折,手术复位前弓骨折的重要性远大于后弓^[28]。

经口入路单节段复位固定寰椎前弓骨折的效果更直接,可以很好地闭合骨折线。但是,经口入路毗邻椎动脉、脊髓、咽升动脉等结构,寰椎前方侧块螺钉植钉风险较大。而且手术视野较小,对于骨折线靠近并累及侧块的寰椎骨折,植钉操作角度空间有限,可能导致手术失败。对于合并骨质疏松患者,前路寰椎侧块螺钉及前弓小螺钉固定极可能出现内固定物松动。此外,经口入路属于污染切口,故手术感染风险较大。

3.2 内固定选择

3.2.1 后路单节段固定 ① 钉棒系统固定:钉棒系统是目前临床应用最广泛的寰枢椎后路内固定器械。2006 年, Böhm 等^[21]首先报道采用后路寰椎双侧侧块螺钉联合横向连接棒复位固定治疗 8 例不稳定性寰椎骨折患者,术后患者上颈椎活动度均保留。2011 年, Abeloos 等^[15]利用横向钉棒系统治疗不稳定性寰椎骨折,但他们认为该方法适用于无韧带损伤的孤立性寰椎骨折,而前 1/2 Jefferson 骨折、前 3/4 Jefferson 骨折及典型 Jefferson 骨折是相对禁忌证。国内,马维虎等^[25]最早采用后路钉棒系统单节段固定治疗不稳定性寰椎骨折,获得满意临床效果。此后,国内外学者们广泛采用后路钉棒系统单节段固定治疗不同类型的不稳定性寰椎骨折,在获得满意骨折愈合的同时保留了寰枢椎运动功能,术后也未出现寰枢椎不稳的情况^[15-18, 22-25]。

② 钉板系统固定:2011 年,蒋小红^[29]提出了寰椎椎弓根螺钉联合多孔钛板固定寰椎骨折,并对该方法进行了生物力学研究,结果表明钉板系统固定可有效恢复寰枢椎三维稳定性。覃海鹰等^[30]利用上述钉板系统治疗 10 例不稳定性 Jefferson 骨折,临床效果良好,但该钉板系统只具有固定作用而无加压复位作用,易导致骨折复位不佳。2014 年,He 等^[31]自行设计了具有加压复位作用的后路钉板系统,临床应用治疗 22 例不稳定性寰椎骨折获得满意疗效。他们认为相对于传统横向钉棒系统固定,该钉板系统具有零切迹特点,可减少对 C₂ 神经根的刺激,进而减少相关并发症的发生。2015 年,陈诚等^[32]设计了一种后路板-棒系统,并对其治疗不稳定性寰椎骨折的生物力学特性进行了分析。结果显示该系统既能恢复上颈椎稳定性,又能保留其生理运动功能,其治疗寰椎后弓两处骨折的稳定性效果稍优于典型 Jefferson 骨折。

3.2.2 经口入路单节段固定 ① 钉棒系统固定:2004 年, Ruf 等^[33]率先介绍了经口入路单节段固定治疗不稳定性寰椎骨折,通过一横棒连接两侧前

路侧块螺钉,直视下完成了寰椎前弓骨折复位,术后颈椎动力位 X 线片显示颈椎活动度得以完整保留,获得了良好临床效果。但寰椎前方钉棒系统固定不符合寰椎前方解剖学特点,钉棒装置的高切迹可能造成咽后壁损伤及吞咽困难等并发症。

② 钢板固定:2011 年,胡勇等^[34]采用经口入路 4 孔重建钢板单节段固定治疗不稳定性寰椎骨折 10 例,有效保留了上颈椎活动度。孙韶华等^[35]及 Ma 等^[19]同样利用经口入路重建钢板固定治疗不稳定性寰椎骨折,但该重建钢板不是根据寰椎前方解剖特点所设计,不易贴合;同时,该钢板只有固定作用而无术中即时复位骨折机制,操作难度较大。为此,尹庆水等^[36]自行研制了具有术中复位机制的 Jefferson 骨折复位内固定钢板(JeRP),并临床应用治疗 15 例不稳定性寰椎骨折,术后所有患者骨折复位良好,随访期间未见明显寰枢椎脱位或不稳,上颈椎活动度基本正常。2015 年,夏虹等^[37]在解剖研究基础上对 JeRP 进行改良,使其更加符合寰椎前方解剖学特点及便于手术操作,经初步临床应用获得了满意效果。2018 年,马向阳等^[28]利用颈椎后路单开门小钢板经口入路单节段固定治疗不稳定性寰椎前后弓骨折。该钢板不仅具有与 JeRP 相同的复位机制,而且规格较小,便于手术操作。2019 年,李小峰等^[38-39]也设计了寰椎前弓加压钢板用于重建寰椎骨折并应用于临床。他们认为采用该钢板可维持寰椎环的高度及稳定性,临床疗效确切,但也存在无术中即时复位机制的不足。

4 小结

不稳定性寰椎骨折的治疗由传统的非手术治疗、融合术逐渐发展为目前的单节段固定,在恢复骨折稳定性的基础上,保留了整个上颈椎运动功能,符合脊椎非融合治疗趋势。其中,经口入路单节段固定复位寰椎前弓骨折更直接,但存在感染风险。而后路单节段固定对于寰椎前弓骨折复位效果较差,有待进一步探究更有效的后路骨折复位方法,以缩短骨折愈合时间,提升手术疗效。

作者贡献:邹小宝负责查阅文献及撰写论文;欧阳北平、陈育岳、葛苏、张双、倪菱负责检索文献;马向阳、夏虹、吴增晖负责审校并修改论文。

利益冲突:所有作者声明,在课题研究和文章撰写过程中不存在利益冲突。经费支持没有影响文章观点。

参考文献

- Hein C, Richter HP, Rath SA. Atlantoaxial screw fixation for the treatment of isolated and combined unstable Jefferson fractures—experiences with 8 patients. *Acta Neurochir (Wien)*, 2002, 144(11): 1187-1192.
- 王迎松, 刘路平, 张颖, 等. C_{1,2} 椎弓根钉棒固定治疗寰椎骨折 (Jefferson 骨折) 疗效分析. *脊柱外科杂志*, 2010, 8(1): 1-3, 14.
- 宫德峰, 肖增明, 陈前芬, 等. 后路寰椎侧块螺钉结合枢椎椎弓根螺钉内固定治疗 Jefferson 骨折伴横韧带损伤 11 例. *广东医学*, 2011, 32(24): 3246-3247.
- 陈建明, 张成程, 许天明, 等. 经寰枢椎椎弓根螺钉固定治疗 Jefferson 骨折合并寰枢椎不稳. *中华创伤杂志*, 2011, 27(10): 873-877.
- 郭翔, 倪斌, 谢宁, 等. 寰枢椎椎弓根钉内固定植骨融合术治疗不稳定寰椎爆裂骨折. *中国骨与关节损伤杂志*, 2013, 28(1): 10-12.
- Dickman CA, Sonntag VK. Surgical management of atlantoaxial nonunions. *J Neurosurg*, 1995, 83(2): 248-253.
- Lee C, Woodring JH. Unstable Jefferson variant atlas fractures: an unrecognized cervical injury. *AJNR Am J Neuroradiol*, 1991, 12(6): 1105-1110.
- 杨惠林, 唐天骝, 费仕相, 等. 变异型 Jefferson 骨折(一种尚未认识的颈椎损伤). *中华外科杂志*, 1995, 33(12): 707-710.
- Dvorak MF, Johnson MG, Boyd M, et al. Long-term health-related quality of life outcomes following Jefferson-type burst fractures of the atlas. *J Neurosurg Spine*, 2005, 2(4): 411-417.
- Lvine AM, Edwards CC. Fractures of the atlas. *J Bone Joint Surg (Am)*, 1991, 73(5): 680-691.
- Kontautas E, Ambrozaitis KV, Kalesinskas RJ, et al. Management of acute traumatic atlas fractures. *J Spinal Disord Tech*, 2005, 18(5): 402-405.
- 陈学明, 张雪梅, 李响, 等. 寰枢椎骨折的非手术治疗. *中国脊柱脊髓杂志*, 2006, 16(8): 600-603.
- 秦辉, 曾勇, 李康仁, 等. 横韧带未断裂寰椎骨折的疗效分析. *中华创伤杂志*, 2013, 29(7): 626-627.
- 胡万坤, 顾龙殿, 李承, 等. 枕颈固定系统间接内固定治疗不稳定寰椎骨折. *中国骨与关节损伤杂志*, 2017, 32(11): 1163-1164.
- Abeloos L, De Witte O, Walsdorff M, et al. Posterior osteosynthesis of the atlas for nonconsolidated Jefferson fractures: a new surgical technique. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2011, 36(20): E1360-E1363.
- Jo KW, Park IS, Hong JT. Motion-preserving reduction and fixation of C₁ Jefferson fracture using a C₁ lateral mass screw construct. *J Clin Neurosci*, 2011, 18(5): 695-698.
- Li L, Teng H, Pan J, et al. Direct posterior C₁ lateral mass screws compression reduction and osteosynthesis in the treatment of unstable Jefferson fractures. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2011, 36(15): E1046-E1051.
- 徐荣明, 赵红勇, 胡勇, 等. 后路寰椎有限内固定治疗寰椎不稳定性骨折. *中国脊柱脊髓杂志*, 2012, 22(2): 118-122.
- Ma W, Xu N, Hu Y, et al. Unstable atlas fracture treatment by anterior plate C₁-ring osteosynthesis using a transoral approach. *Eur Spine J*, 2013, 22(10): 2232-2239.
- Hu Y, Xu RM, Albea TJ, et al. Function-preserving reduction and fixation of unstable Jefferson fractures using a C₁ posterior limited construct. *J Spinal Disord Tech*, 2014, 27(6): E219-E225.
- Böhm H, Kayser R, El Saghir H, et al. Direct osteosynthesis of instable Gehweiler type III atlas fractures. Presentation of a dorsoventral osteosynthesis of instable atlas fractures while maintaining function. *Unfallchirurg*, 2006, 109(9): 754-760.
- 欧阳振, 杨斌辉, 刘丰虎, 等. 后路单椎节椎弓根钉横向加压内固定治疗寰椎骨折. *中国骨与关节损伤杂志*, 2018, 33(11): 1161-1163.
- 张岩, 韩应超, 李立钧, 等. 2 例后路寰椎侧块螺钉内固定治疗不稳定性寰椎骨折的远期疗效观察. *中国脊柱脊髓杂志*, 2017, 27(2): 181-184.
- 韩应超, 杨明杰, 潘杰, 等. 单纯寰椎侧块螺钉固定选择性治疗不稳定性寰椎骨折的生物力学分析. *中国脊柱脊髓杂志*, 2014, 24(1): 68-73.
- 马维虎, 许楠健, 徐荣明, 等. 经后路单纯寰椎椎弓根螺钉内固定治疗不稳定性寰椎骨折. *脊柱外科杂志*, 2011, 9(3): 140-143.
- Koller H, Resch H, Tauber M, et al. A biomechanical rationale for C₁-ring osteosynthesis as treatment for displaced Jefferson burst fractures with incompetency of the transverse atlantal ligament. *Eur Spine J*, 2010, 19(8): 1288-1298.
- 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植钉准确性分析及临床应用. *中国修复重建外科杂志*, 2019, 33(2): 212-218.
- 马向阳, 杨进城, 邹小宝, 等. 经口单开门小钛板复位固定治疗寰椎前后弓骨折. *脊柱外科杂志*, 2018, 16(2): 66-70.
- 蒋小红. 椎弓根螺钉寰椎骨环重建术治疗不稳定性寰椎骨折的生物力学分析. 南宁: 广西医科大学, 2011.
- 覃海鹰, 韦蒙, 刘义斌, 等. 后路寰椎钉板系统内固定治疗不稳定性 Jefferson 骨折. *中国脊柱脊髓杂志*, 2012, 22(2): 123-126.
- He B, Yan L, Zhao Q, et al. Self-designed posterior atlas polyaxial lateral mass screw-plate fixation for unstable atlas fracture. *Spine J*, 2014, 14(12): 2892-2896.
- 陈诚, 顾庆国, 王占超, 等. 后路板-棒内固定系统治疗不稳定性寰椎骨折的生物力学研究. *中国脊柱脊髓杂志*, 2015, 25(4): 349-354.
- Ruf M, Melcher R, Harms J. Transoral reduction and osteosynthesis C1 as a function-preserving option in the treatment of unstable Jefferson fractures. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2004, 29(7): 823-827.
- 胡勇, 马维虎, 顾勇杰, 等. 经口咽入路内固定治疗孤立性寰椎骨折临床疗效分析. *脊柱外科杂志*, 2011, 9(3): 131-134.
- 孙韶华, 方剑利, 马维虎, 等. 经口咽入路钢板内固定治疗不稳定性寰椎骨折. *中国骨伤*, 2013, 26(1): 81-84.
- 尹庆水, 夏虹, 吴增晖, 等. 经口入路复位内固定治疗不稳定性 Jefferson 骨折. *中国骨科临床与基础研究杂志*, 2012, 4(6): 405-410.
- 夏虹, 尹庆水, 林宏衡, 等. Jefferson 骨折复位钢板的设计、改良及初步临床应用. *中华骨科杂志*, 2015, 35(5): 527-535.
- 李小峰, 谢富荣, 占龙, 等. 寰椎前路锁定加压钢板的设计. *中国组织工程研究*, 2019, 23(12): 1824-1828.
- 李小峰, 冀晶, 农桔安, 等. 经口咽入路重建钢板单节段内固定治疗不稳定性寰椎骨折. *脊柱外科杂志*, 2019, 17(3): 158-162.

收稿日期: 2019-09-17 修回日期: 2020-04-07

本文编辑: 刘丹