

齿状突螺钉钢板内固定术的研究进展

Research progress of odontoid screw plate internal fixation

胡 勇,董伟鑫

(宁波大学医学院附属宁波市第六医院脊柱外科 315040 宁波市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2015.01.14

中图分类号: R687.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2015)-01-0085-03

基于枢椎在脊柱中特殊的解剖结构,其在创伤过程中会出现多种骨折类型^[1],从单一解剖部位骨折(齿状突骨折占颈椎骨折的 9%~18%^[2-4]、Hangman 骨折占颈椎骨折的 4%~7%^[5]、枢椎椎体骨折占颈椎骨折的 0.3%^[6])到联合多个解剖部位的复合型骨折(约占颈椎骨折的 1%~3.4%^[7-8])。目前临床上对单一解剖部位骨折的治疗意见基本一致,而对于复合型骨折的处理目前仍无一致的意见^[7,9,10]。以往对于发生于枢椎的复合型骨折(如 Hangman 骨折合并齿状突或枢椎椎体骨折^[7,9,10])的处理,多采用后路 C1~C3 或 C0~C3/C4 固定融合术,这会使颈椎 50%以上的旋转和 20%的侧屈功能丧失^[11,12]。由于复合型骨折的损伤机制较为复杂,常伴随 C2/3 椎间盘-韧带结构的破坏,因此这类损伤具有较高的不稳定性。目前对此类损伤的手术方式选择尚缺乏相关理论指导,临床易扩大融合范围^[12]。随着对上颈椎疾患病理生理认识的加深和内固定器材的不断发展,出现了齿状突螺钉钢板这类新型内固定物^[13-15],其理论上可以处理上述复合型骨折,并且已有临床应用的报道^[14]。自从 Vichard 等^[13]首次提出齿状突螺钉钢板内固定术以来,相关的解剖学、生物力学研究使此类技术日趋成熟,并获得了较好的临床效果^[14,16,17]。笔者针对该技术的相关研究作一综述。

1 齿状突螺钉钢板相关解剖学参数

齿状突螺钉钢板相关解剖学参数是基于枢椎及其邻近结构的,因此,对枢椎及邻近结构的相关解剖学参数进行研究可以帮助齿状突螺钉钢板的设计及研制。胡勇等^[17]测量了 40 份颈椎 CT 数据,得到齿状突高度(DH)为 $14.89 \pm 1.13\text{mm}$ 、齿状突前后径为(DD) $10.74 \pm 0.85\text{mm}$ 、齿状突横径(DW)为 $10.4 \pm 1.18\text{mm}$,提示有较大比例的患者无法容纳 2 枚直径 3.5mm 的齿状突螺钉。Feng 等^[18]的研究结果显示,单枚和双枚齿状突螺钉生物力学稳定性差异没有统计学意义,支持齿状突螺钉钢板采用单枚齿状突螺钉固定的设计。依据枢椎椎体矢状面前缘与 C2-C3 椎体前缘

平面夹角 ε 为 $20.17^\circ \pm 3.07^\circ$,齿状突理想钉道与 C2-C3 前缘平面的夹角 κ 应为 $28.25^\circ \pm 2.94^\circ$,结合齿状突螺钉的理想进钉和出钉位置,将齿状突螺钉与齿状突螺钉钢板的夹角定为 25° 较为合理。依据枢椎椎体横径(C2VBW)为 $28.05 \pm 2.07\text{mm}$ 、枢椎前下唇的高度(C2AILH)为 $3.03 \pm 0.61\text{mm}$ 、枢椎前下唇的宽度(C2AILW)为 $16.60 \pm 1.03\text{mm}$ 、枢椎前唇与枢椎椎体后缘最高点连线与 C2 椎体下终板面的夹角 α 为 $47.13^\circ \pm 3.75^\circ$,将枢椎锚定螺钉的角度设置为上倾 15° 和内倾 12° 较为合理。

2 齿状突螺钉钢板的生物力学研究

Daniels 等^[15]在比较不同类型齿状突螺钉治疗 II 型齿状突骨折的生物力学稳定性时发现,齿状突螺钉内固定术失效的主要机制是螺钉从枢椎椎体前下部剪切而出,而不是从齿状突的钉道拔出,但目前该失效机制未明,可能是枢椎椎体的内部骨质结构和螺钉受力方向造成的,枢椎椎体相比齿状突皮质骨厚度较薄,骨小梁较稀疏,且齿状突螺钉受力大多是前后方向上的切割力,提示在设计相关置入物时,应该注重加强枢椎椎体前表面的强度,而不是齿状突本身。鉴于这些原因,1996 年, Vichard 等^[13]设计了三叶草型的齿状突螺钉钢板,并证实此类设计可以用于齿状突螺钉内固定术无法处理的部分齿状突骨折类型,其还被成功用于治疗 C2/3 半脱位的复位和固定。2009 年 Platzer 等^[14]设计了一种新的齿状突螺钉钢板(图 1),并在 2010 年进行了一项生物力学实验来验证齿状突螺钉钢板的生物力学性能^[19],结果显示齿状突螺钉钢板组的破坏载荷明显高于单枚或双枚齿状突螺钉内固定组,且差异有统计学意义;齿状突螺钉钢板组能够恢复到完整状态的 86%,而无论是一枚还是两枚齿状突螺钉内固定组都只能恢复到完整状态的 50%左右。实验结果还提示齿状突螺钉钢板组在屈伸和侧屈方向上相比较其他组有较高的强度,且差异有统计学意义。2011 年 Platzer 等^[16]又进行了一次类似的生物力学实验,结果与 2010 年的实验结果类似。2012 年 Daniels 等^[15]设计了一款齿状突螺钉钢板,将齿状突螺钉固定在钢板上,并将钢板通过两枚螺钉固定在枢椎椎体上,从而形成一个整体。在临床上齿状突螺钉失效的最常见原因就是枢椎椎体前下部剪切而出^[20],齿状突螺钉钢板

第一作者简介:男(1974-),主任医师,医学博士,研究方向:脊柱外科

电话:(0574)87996165 E-mail:huyong610@163.com

能够减少齿状突螺钉从枢椎椎体前下部剪切而出的概率。为了更好地评估齿状突螺钉钢板的性能,2012 年 Daniels 等^[15]进行了生物力学实验,实验结果显示,齿状突螺钉钢板组的平均破坏载荷($498 \pm 133\text{N}$)高于单独齿状突螺钉组($362 \pm 109\text{N}$),且差异有统计学意义;齿状突螺钉钢板组造成结构破坏的平均后移位($3.1 \pm 0.5\text{mm}$)高于单独齿状突螺钉组($2.0 \pm 0.5\text{mm}$),且差异有统计学意义。该研究结果证明在枢椎椎体前部额外附加一块锁定钢板,能够提高治疗 II 型齿状突骨折的齿状突螺钉内固定术的破坏载荷。该研究结果间接证实了前路锁定钢板能够减少前路齿状突螺钉从枢椎椎体前下部剪切而出的风险,同时能够增加内固定的整体强度。

对于齿状突螺钉的选择,Magee 等^[20]建议使用全螺纹变螺距螺钉,不建议使用部分螺纹的拉力螺钉;Sasso 等^[21]则认为齿状突螺钉的螺纹对生物力学稳定性的影响较小,其通过实验证实单枚齿状突螺钉固定后,其生物力学强度远远大于齿状突螺钉本身的强度,并得出了依靠齿状突螺钉不同螺纹产生的拉力效果远不如术前齿状突骨折准确复位与齿状突骨折本身的性质重要。2014 年,胡勇等^[17]自主设计了一款新的齿状突螺钉钢板内固定系统(图 2),理论上该齿状突螺钉钢板内固定系统能够处理齿状突骨折联合 Hangman 骨折同时合并 C2/3 椎间盘损伤。此类复合伤在临床上发病率较低,约占上颈椎损伤的 1%~3.4%^[7, 8],目前对于齿状突骨折联合 Hangman 骨折同时合并 C2/3 椎间盘损伤的治疗尚没有较好的方式,临床上采用的后路 C1~C3 或 C0~C3/C4 固定融合术丧失了寰枢关节的生理活动功能且有损伤椎动脉和脊髓的风险。鉴于这些原因,胡勇等^[17]设计的齿状突螺钉钢板内固定系统既可以提供骨折愈合所需的稳定性,同时又可保留寰枢关节的生理功能,待其相关生物力学实验完善后可进一步观察其设计的齿状突螺钉钢板是否合理。

3 齿状突螺钉钢板的临床应用

1996 年 Vichard 等^[13]首次将齿状突螺钉钢板应用于治疗齿状突螺钉内固定术无法处理的齿状突骨折,同时将其用于帮助处理脱位、半脱位和严重 C2/3 节段扭伤。从理论上他们设计的齿状突螺钉钢板可以应用于齿状突骨折合并枢椎椎弓根骨折,但对于此类复合型损伤,其设计的齿状突螺钉钢板尚无生物力学和临床应用的报道,故暂不能认为其能够处理此类复合型损伤。2009 年 Platzer 等^[14]设计的齿状突螺钉钢板,其应用指征较广,不仅包含齿状突螺钉内固定术的应用范围,还适用于一些特定的骨折类型,比如:前斜型 II 型齿状突骨折(因螺钉加压时会导致骨折移位压迫脊髓)、III 型齿状突骨折伴有较大移位、齿状突粉碎性骨折和病理性骨折;应用自主设计的齿状突螺钉钢板治疗了 9 例不能用齿状突螺钉固定的患者,其中 4 例患者为前斜型 II 型齿状突骨折,5 例患者为粉碎性 II 型齿状突骨折。按 Anderson-D'Alonzo(1974 年)分型方法有 6 例

为 II 型齿状突骨折,3 例为 III 型齿状突骨折。这 9 例患者齿状突骨折的移位为 3~11mm,平均为 7.2mm。术后 9 例患者全部获得了骨性愈合,随访观察发现 8 例患者获得了满意的临床效果(都能恢复到受伤前的活动水平,并对治疗结果表示满意);1 例患者颈椎活动受到部分限制并且伴有慢性颈痛。Daniels 等^[15]设计的齿状突螺钉钢板相比 Platzer 等^[14]设计的齿状突螺钉钢板,不足之处在于前者只有生物力学的研究,而不能证明他们设计的齿状突螺钉钢板在临床使用中的有效性,也没有证实该设计是否能够在前斜型 II 型齿状突骨折(因螺钉加压时会导致骨折移位压迫脊髓)、粉碎性骨折和病理性骨折等齿状突螺钉不能适用的情况下使用,因此 Daniels 等^[15]的设计在临床应用前还需要进一步改进。胡勇等^[17]设计的齿状突螺钉钢板内固定系统目前尚处于实验研究阶段,尚无相关临床应用的报道。

4 齿状突螺钉钢板内固定术的适应证和禁忌证

齿状突螺钉钢板内固定术的适应证及禁忌证目前国内尚无统一标准,相较于传统的后路 C1~C3 或 C0~C3/C4 固定融合术和齿状突螺钉内固定术,齿状突螺钉钢板内固定术有其自身手术适应证和禁忌证,而且不同学者设计的齿状突螺钉钢板亦有一定的差异。Vichard 等^[13]和 Platzer 等^[14]各自设计的齿状突螺钉钢板内固定术不仅适用齿状突螺钉内固定术的适应证,还适用于单纯齿状突螺钉内固定术无法处理的一些情况,比如:①齿状突骨折合并一侧或者两侧的寰枢关节粉碎性骨折;②前斜型 II 型齿状突骨折(因螺钉加压时会导致骨折移位压迫脊髓);③粉碎性 II 型齿状突骨折;④病理型 II 型齿状突骨折;⑤伴有骨质疏松症患者的 II 型齿状突骨折。Vichard 等^[13]和 Platzer 等^[14]各自设计的齿状突螺钉钢板内固定术的禁忌证为:①齿状突骨折伴 Hangman 骨折;②齿状突骨折伴有寰椎骨折;③短颈、颈椎强直或脊柱后凸畸形等手术操作困难的患者;④有横韧带损伤的患者。对于陈旧性齿状突骨折,特别是形成假关节的患者,齿状突螺钉钢板内固定术能否处理现在还不明确。胡勇等^[17]设计的齿状突螺钉钢板内固定术的适应证为:①各种原因引起的 C2-3 不稳;②齿状突螺



图 1 Platzer 等设计的齿状突螺钉钢板 图 2 胡勇等设计的齿状突螺钉钢板

钉内固定术的适应证;③Hangman 骨折;④伴有①、②、③中两者或三者的复合型损伤。其禁忌证为:①颈椎强直或脊柱后凸畸形等颈前路手术操作困难的患者;②伴有横韧带断裂的患者;③C2 或 C3 椎体粉碎性骨折导致锚定螺钉无法置入者。

齿状突螺钉钢板内固定术已经初步展现出了它的优点,克服了一些传统内固定术所存在的问题,值得进一步研究。通过在枢椎椎体前部放置钢板,使得它相比齿状突螺钉内固定术能够提供额外的支撑,具有更好的可靠性,因此,齿状突螺钉钢板内固定术在治疗骨质疏松和延迟愈合的患者时更具有优势。齿状突螺钉钢板内固定术也存在不足之处,如目前齿状突钢板内固定术的临床应用病例较少,且生物力学研究尚不够透彻。如果只考虑这两类内固定术中齿状突螺钉本身的事故率和适用证范围,那么齿状突钢板内固定术有明显优势。

总之,齿状突螺钉钢板内固定术已经在国外应用于临床,并取得了一定的疗效,与传统的后路 C1~C3 或 C0~C3/C4 固定融合术比较,齿状突螺钉钢板内固定术的最大优势在于在有效固定骨折部位的同时保留了寰枢关节的运动功能,使整个颈椎活动范围最大程度地接近于生理状态,减少了传统后路 C1~C3 或 C0~C3/C4 固定融合术后由于寰枢关节运动功能丧失所造成的相邻节段过度运动和应力集中,从而避免相邻节段退变的发生和发展。齿状突螺钉钢板内固定术作为寰枢椎融合术的一种候补选择,值得进一步探讨和研究。

5 参考文献

- Wang L, Xia T, Dong S, et al. Surgical treatment of complex axis fractures with adjacent segment instability [J]. J Clin Neurosci, 2012, 19(3): 380-387.
- Butler JS, Dolan RT, Burbridge M, et al. The long-term functional outcome of type II odontoid fractures managed non-operatively[J]. Eur Spine J, 2010, 19(10): 1635-1642.
- Hsu WK, Anderson PA. Odontoid fractures: update on management[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2010, 18(7): 383-394.
- White AP, Hashimoto R, Norvell DC, et al. Morbidity and mortality related to odontoid fracture surgery in the elderly population[J]. Spine, 2010, 35(9 Suppl): S146-S157.
- Choi WG, Vishteh AG, Baskin JJ, et al. Completely dislocated hangman's fracture with a locked C2-3 facet: case report [J]. J Neurosurg, 1997, 87(5): 757-760.
- Korres DS, Papagelopoulos PJ, Mavrogenis AF, et al. Chance-type fractures of the axis[J]. Spine, 2005, 30(17): E517-E520.
- Shinbo J, Sameda H, Ikenoue S, et al. Simultaneous anterior and posterior screw fixations confined to the axis for stabilization of a 3-part fracture of the axis (odontoid, dens, and hangman fractures): report of 2 cases [J]. J Neurosurg Spine, 2014, 20(3): 265-269.
- Gleizes V, Jacquot FP, Signoret F, et al. Combined injuries in the upper cervical spine: clinical and epidemiological data over a 14-year period[J]. Eur Spine J, 2000, 9(5): 386-392.
- Blondel B, Metellus P, Fuentes S, et al. Single anterior procedure for stabilization of a three-part fracture of the axis (odontoid dens and hangman fracture): case report[J]. Spine, 2009, 34(7): E255-E257.
- Koller H, Assuncao A, Kammermeier V, et al. Simultaneous anterior arthrodesis C2-3 and anterior odontoid screw fixation for stabilization of a 4-part fracture of the axis: a technical description[J]. J Spinal Disord Tech, 2006, 19(5): 362-367.
- Martin MD, Bruner HJ, Maiman DJ. Anatomic and biomechanical considerations of the craniovertebral junction [J]. Neurosurgery, 2010, 66(3 Suppl): 2-6.
- Goldschlager T, Leach JC, Williamson OD, et al. Oblique axis body fracture: Pitfalls in management[J]. Injury, 2012, 43(4): 505-508.
- Vichard P, Gagneux E, Garbuio P. Osteosynthesis of the odontoid process by a clover-shaped plate[J]. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot, 1996, 82(7): 663-667.
- Platzer P, Thalhammer G, Krumboeck A, et al. Plate fixation of odontoid fractures without C1-C2 arthrodesis: practice of a novel surgical technique for stabilization of odontoid fractures, including the opportunity to extend the fixation to C3[J]. Neurosurgery, 2009, 64(4): 726-733.
- Daniels AH, Magee W, Badra M, et al. Preliminary biomechanical proof of concept for a hybrid locking plate/variable pitch screw construct for anterior fixation of type II odontoid fractures[J]. Spine, 2012, 37(19): E1159-E1164.
- Platzer P, Eipeldauer S, Leitgeb J, et al. Biomechanical comparison of odontoid plate fixation versus odontoid screw fixation[J]. J Spinal Disord Tech, 2011, 24(3): 164-169.
- 胡勇, 董伟鑫, 袁振山, 等. 齿状突螺钉钢板内固定系统的研制及解剖学可行性分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2014, 24(6): 533-541.
- Feng G, Wendlandt R, Spuck S, et al. One-screw fixation provides similar stability to that of two-screw fixation for type II dens fractures[J]. Clin Orthop Relat Res, 2012, 470(7): 2021-2028.
- Platzer P, Eipeldauer S, Vécsei V. Odontoid plate fixation without C1-C2 arthrodesis: biomechanical testing of a novel surgical technique and comparison to the conventional screw fixation procedure[J]. Clin Biomech, 2010, 25(7): 623-627.
- Magee W, Hettwer W, Badra M, et al. Biomechanical comparison of a fully threaded, variable pitch screw and a partially threaded lag screw for internal fixation of type II dens fractures[J]. Spine, 2007, 32(17): E475-E479.
- Sasso R, Doherty BJ, Crawford MJ, et al. Biomechanics of odontoid fracture fixation: comparison of the one- and two-screw technique[J]. Spine, 1993, 18(14): 1950-1953.

(收稿日期:2014-07-30 修回日期:2014-09-19)

(本文编辑 卢庆霞)