

· 基础研究 ·

寰椎定量解剖研究及仿生寰椎前弓钢板的研制

胡勇,徐荣明,马维虎,校佰平,周雷杰,谢辉
(宁波市第六医院脊柱外科,浙江 宁波 315040)

【摘要】目的:观察和测量国人寰椎以获取形态学参数,为研制仿生寰椎前弓钢板提供解剖数据。**方法:**用电子游标卡尺和量角器测量 48 套正常成年人寰椎新鲜标本的相关参数,包括寰椎前弓宽度(AW)、寰椎前弓与侧块相连处厚度(AD)、寰椎前结节厚度(AT)和高度(AH)、寰椎侧块中点高度(MHL)和长度(L)、寰椎侧块宽度(LW)、寰椎侧块外倾角(α°)等内容,并进行统计学分析,为设计仿生寰椎前弓钢板提供形态学参数范围。**结果:**测得 AW(20.68±1.38) mm, AD 为(3.86±1.42) mm, AT 和 AH 分别为(8.65±1.88) mm 和(10.36±1.49) mm, MHL 和 LW 分别为(12.82±1.76) mm 和(12.86±1.63) mm, 寰椎侧块外倾角(α°)平均为(13.84±1.73) $^\circ$ 。仿生寰椎前弓钢板由两侧的寰椎侧块固定板和中间前弓连接板构成。**结论:**仿生寰椎前弓钢板的研制在形态学上具有可行性。仿生寰椎前弓钢板的研制是既能重建因寰椎疾患导致上颈椎不稳,又不干扰寰枢关节旋转功能的脊柱非融合性技术。

【关键词】 解剖学; 寰椎; 颈椎; 功能恢复; 钢板

Quantitative anatomic study on atlas and design of bionic plating of anterior arch of atlas HU Yong, XU Rong-ming, MA Wei-hu, XIAO Bai-ping, ZHOU Lei-jie, XIE Hui. Department of Spinal Surgery, Ningbo NO.6 Hospital of Zhejiang Province, Ningbo 315040, Zhejiang, China

ABSTRACT Objective: To observe and measure specimen of Chinese atlas to obtain morphological parameter, providing anatomic data for designing bionic plating of anterior arch of atlas. **Methods:** The anatomic parameters of 48 sets of fresh Chinese adults' atlas specimens were measured with a electric digital caliper and a goniometer, including width of anterior arch of atlas(AW), thickness of atlas at the junction of anterior arch and lateral mass(AD), thickness and height of anterior tubercle of atlas(AT and AH), middle height, length and width of the lateral mass(MHL, L and LW), the extraversion angle of lateral mass of atlas (α°) and so on. The data were statistically analyzed in order to ascertain the range of morphological parameter of bionic plating of anterior arch of atlas. **Results:** The measurement results showed that AW was (20.68±1.38) mm, AD was (3.86±1.42) mm, AT was (8.65±1.88) mm, AH was (10.36±1.49) mm, MHL was (12.82±1.76) mm, LW was (12.86±1.63) mm, the extraversion angle of lateral mass of atlas(α°) was (13.84±1.73) $^\circ$. The plating was composed of connecting plate of anterior arch of atlas and fixing plate of atlas lateral mass in bilateral. **Conclusion:** The designation of bionic plating of anterior arch of atlas is feasible on morphology. The bionic plating of anterior arch of atlas can not only rebuild the stability of atlas, but also reserve the rotation function between atlas and axis. The plating could be used for patient suffering from instability of upper cervical because of atlas affection.

Key words Anatomy; Atlas; Cervical vertebrae; Recovery of function; Plate

Zhongguo Gushang/China J Orthop & Trauma, 2008, 21(12):907-909 www.zggszz.com

寰椎骨折或先天性双分寰椎畸形造成上颈椎不稳或脊髓神经压迫症状,常需及时手术治疗,传统的手术治疗方法是经后路复位内固定植骨融合术^[1-2]。而后路融合术虽然能稳定上颈椎不稳,但均以牺牲寰枢关节的旋转功能为代价,导致患者术后头颈活动,特别是旋转运动明显受限^[3]。为了探讨一种既能重建因寰椎疾患导致上颈椎不稳,又不干扰寰枢关节旋转功能的脊柱非融合性技术,笔者对新鲜寰椎标本进行了解剖学测量,设计出了仿生寰椎前弓钢板。

通讯作者:胡勇 E-mail:huyong610@163.com

1 材料与方法

1.1 标本采集 由宁波大学医学院解剖教研室提供的华东地区 48 套完整成年人新鲜寰椎标本(男 26 个,女 22 个),均为汉族;年龄 30~68 岁,平均 50.6 岁。排除外观畸形和破损者。清除椎体周围的软组织,游离成单个的椎体,双层塑料袋密封,放入-96℃超低温冰箱(SANYO,日本生产)中冷冻保存。测试前 24 h 取出,室温下自然解冻后进行实验。线性测量采用精度为 0.01 mm 的国产游标卡尺,角度测量用量角器测量,精度为 0.1 $^\circ$ 。每一标本重复测量 3 次,以求精确并取平均值。

1.2 寰椎解剖学观察内容及测量指标 ①寰椎前结节基部前弓厚度(AD),在寰椎前弓前后径最窄处测量;②寰椎前弓宽度(AW),为前弓与侧块交界处侧块内缘之间的垂直距离;③寰椎前结节高度(AH);④寰椎前结节厚度(AT);⑤侧块中点高度(MHL),为上下关节面外缘与内缘连线的中点之间的垂直距离;⑥侧块内侧高度(IHL),为寰椎上、下关节面在前弓移行处之间的垂直距离;⑦侧块外侧高度(OHL),为寰椎上、下关节面最外侧缘之间的最大垂直距离;⑧侧块宽度(LW),为横突孔内侧壁与侧块内缘之间的垂直距离;⑨侧块长度(L),为侧块中心轴与侧块前面上两交点间的距离;⑩寰椎侧块外倾角(α°),为侧块中心轴与矢状面的夹角。

1.3 人工寰齿关节设计 本组设计的仿生寰椎前弓钢板采用医用钛合金 Ti-6Al-4V 制造。仿生寰椎前弓钢板由两侧的寰椎侧块固定板和中间前弓连接板构成(图 1-2)。两侧寰椎侧块固定板左右对称,侧块固定板内侧缘高 10 mm,外侧缘高 13 mm。固定板厚 2 mm,呈蝶形。两侧侧块固定板上各有 2 个直径 3.5 mm 螺钉孔,螺钉孔在侧块固定板上呈内下和外上分布。寰椎前弓连接板厚 2 mm,高 10 mm,宽 10 mm。两侧寰椎侧块固定板与冠状面呈 5° 夹角。寰椎前弓钢板呈向前凸起的弧形,与寰椎前弓呈向前凸起的弧形相匹配。两侧寰椎侧块固定板上的螺钉孔设计呈凹陷性,选用螺钉直径 3.5 mm,长 14~22 mm 不同规格的松质骨螺钉。

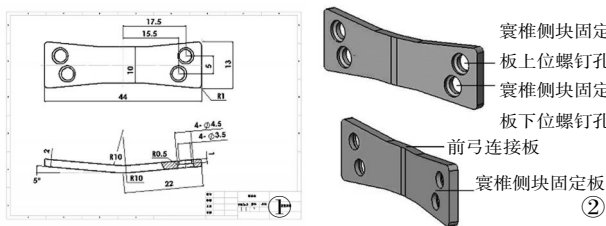


图 1 仿生寰椎前弓钢板设计工程图 图 2 仿生寰椎前弓钢板三维图侧前观和侧后观

Fig.1 Graphics of bionic plating of anterior arch of atlas Fig.2 Three-dimensional graphics of bionics plating of anterior arch of atlas

1.4 统计学分析 使用 SPSS 10.0 统计软件对数据进行处理。两组计量资料均数间比较采用成组设计定量资料的 *t* 检

验,以 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。采集的数据均同时比较男、女及左右两侧的差异。

2 结果

寰椎骨性标本观测指标及结果:两侧对称的测定值经配对资料的 *t* 检验显示,差异无统计学意义($P > 0.05$)。对左右两侧进行比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。男性略大于女性。遂将资料合并,见表 1 和图 3^[4-5]。侧块为内低外高的楔形,以内侧高度最低,以外侧高度最高。两侧块之间距离以前弓处最窄,侧块纵轴前后方向观稍向外斜。寰椎侧块固定板上位螺钉进针点在寰椎侧块外上方,下位螺钉进针点在寰椎侧块内下方,故上位螺钉外倾角(α_1)比下位螺钉外倾角(α_2)要小 10° 左右(图 4)。

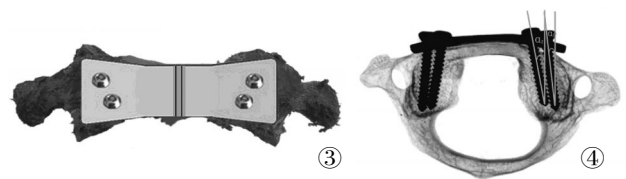


图 3 仿生寰椎前弓钢板术后前面观模型图 图 4 仿生寰椎前弓钢板固定后 X 线片上面观

Fig.3 Postoperative diagrammatic figure of bionic plating of anterior arch of atlas in anterior view Fig.4 X-ray after fixation of bionic plating of anterior arch of atlas in superior view

3 讨论

3.1 仿生寰椎前弓钢板设计的数据及相关分析 仿生寰椎前弓钢板尺寸设计系总结 48 套国人新鲜寰椎骨性标本,其不仅能提供寰椎稳定性又能较好地满足寰枢关节生理功能。根据寰椎侧块中点高度(MHL)、侧块内缘高度(IHL)和侧块外缘高度(OHL)分别为 (12.82 ± 1.76) 、 (10.54 ± 1.82) 和 (16.37 ± 1.37) mm,上述数据表明,寰椎侧块呈内低外高的楔形,以内侧高度最低,以外侧高度最高,故螺钉进钉点分别位于侧块内下和外上。寰椎侧块较宽,本组测得 (12.86 ± 1.63) mm, Dong 等^[6]测量结果为 (15.47 ± 1.19) mm, Hong 等^[7]测量结果为 (11.6 ± 1.4) mm,以上数据表明,寰椎侧块部分可容纳直径较大螺钉。考虑到生物力学因素,采用 2 枚直径 3.5 mm 螺钉为宜。根据寰椎侧块长度范围 14.86~23.67 mm,故两侧寰椎侧块

表 1 寰椎解剖学测量指标及结果($\bar{x} \pm s$)

Tab.1 Anatomical parameters and results of atlas($\bar{x} \pm s$)

测量指标(mm)	男(n=26)		女(n=22)		合并后
	左	右	左	右	
AD	4.06±1.94(2.64~5.38)		3.67±1.13(2.83~5.19)		3.86±1.42(2.64~5.38)
AW	20.97±1.95(16.78~22.74)		20.32±0.87(16.49~21.86)		20.68±1.38(16.49~22.74)
AH	10.81±1.53(4.86~13.01)		9.92±1.46(4.91~13.09)		10.36±1.49(4.86~13.09)
AT	8.94±1.96(4.73~9.21)		8.23±1.81(4.74~9.16)		8.65±1.88(4.73~9.21)
MHL	12.98±1.82(9.20~13.75)	12.96±1.87(9.15~13.72)	12.73±1.73(9.13~12.96)	12.75±1.74(9.14~13.56)	12.82±1.76(9.13~13.75)
IHL	10.67±1.87(6.82~11.79)	10.64±1.86(6.83~11.75)	10.41±1.69(6.85~11.74)	10.39±1.73(6.87~11.69)	10.54±1.82(6.82~11.79)
OHL	16.76±1.31(12.91~19.34)	16.59±1.42(12.75~18.97)	16.25±1.13(12.62~19.15)	16.31±1.50(12.62~19.34)	16.37±1.37(12.62~19.34)
LW	12.84±1.54(10.48~15.39)	12.87±1.61(10.51~15.61)	12.85±1.71(10.49~15.61)	12.86±1.66(10.51~15.61)	12.86±1.63(10.48~15.61)
L	20.76±1.72(15.29~23.67)	20.74±1.67(15.03~23.54)	20.57±1.58(14.86~23.63)	20.57±1.58(14.86~23.63)	20.68±1.65(14.86~23.67)
α°	13.81±1.68(9.13~10.68)	13.89±1.74(9.08~10.68)	13.79±1.59(9.09~10.56)	13.78±1.63(9.10~10.61)	13.84±1.73(9.08~18.68)

固定板上侧块螺钉的长度选取范围为 14~22 mm 不同规格的松质骨螺钉。螺钉理想进钉方向为寰椎侧块长轴方向,寰椎侧块外倾角(α°)为 $(13.84\pm 1.73)^\circ$,螺钉向后外侧偏斜 $10^\circ\sim 15^\circ$ 。值得注意的是,由于寰椎侧块固定板上位螺钉进针点在寰椎侧块外上方,而下位螺钉进针点在寰椎侧块内下方,故上位螺钉比下位螺钉向后外侧偏斜角度要小 10° 左右,即随着螺钉进针点的外移,螺钉向后外侧进钉角度逐渐减少。由于寰椎侧块固定板上的螺钉孔不在同一平面及进钉方向不同,因而具有整体角度效应,增加了钢板固定的强度^[8]。两侧寰椎侧块固定板与冠状面呈 5° 夹角。寰椎前弓钢板呈向前凸起的弧形,与寰椎前弓呈向前凸起的弧形相匹配。两侧寰椎侧块固定板上的螺钉孔设计呈凹陷性,使螺钉拧紧后其尾端与侧块固定板在一个平面上,而不致螺钉尾端凸于侧块固定板上,增加了钢板的厚度,不利于咽部软组织的覆盖。仿生寰椎前弓钢板均厚 2 mm,有利于通过折弯、扭转和修剪来调整角度和匹配关系^[9-11]。

3.2 仿生寰椎前弓钢板固定适应证和禁忌证 采用经口入路仿生寰椎前弓钢板固定可将重建上颈椎稳定和保留寰枢关节旋转功能结合起来,根据笔者的体会及结合相关文献^[12],经口入路仿生寰椎前弓钢板固定手术指征概括为:寰椎前弓骨折;先天性双寰椎畸形和寰椎前弓发育不良或缺如造成上颈椎不稳或脊髓神经压迫症状;Jefferson 骨折合并横韧带撕裂;寰椎前弓孤立性骨折合并骨不愈合;寰椎前弓肿瘤。不稳定寰椎骨折区别于稳定寰椎骨折是合并有横韧带损伤,在张口位 X 线片上两侧寰椎侧块移位之和大于 6.9 mm 表明横韧带撕裂^[13]。对于寰椎骨折的治疗仍存争议。保守治疗主要是颅骨牵引、Halo 架或头颈胸石膏固定,手术治疗主要是 $C_1\text{-}2$ 固定融合或者枕骨到 C_2 固定融合。Ruf 等^[12]采用经口入路复位并行钢板或钉棒系统固定治疗 6 例 Jefferson 骨折合并横韧带撕裂,前 3 例采用钢板固定,后 3 例采用钉棒系统固定,钉棒系统固定最大的特点是在螺母拧紧之前通过螺钉之间的压应力便于骨折复位,但钉棒系统连接部暴露在骨质外面远远超过 2 mm,一旦咽部软组织水肿较剧就很难覆盖内固定。经 2 年至 13 年 9 个月随访,通过体格检查和影像学评估表明获得了良好临床效果。所有两侧侧块平均外移之和由术前 13.5 mm(范围 8~19 mm)恢复到术后 4.3 mm(范围 1~8 mm)。术后颈部屈伸时寰齿间距平均是 2 mm(范围 1~3 mm)。术后寰枢关节旋转功能通过旋转 MRI 评价平均为 39.2° (范围 $10^\circ\sim 61^\circ$)。术后体格检查颈椎活动接近正常生理功能,屈伸平均 $38^\circ/45^\circ$ (范围 $30^\circ\sim 40^\circ/30^\circ\sim 50^\circ$),左右侧屈平均 $35^\circ/37^\circ$ (范围 $15^\circ\sim 45^\circ/25^\circ\sim 45^\circ$),左右旋转平均 $60^\circ/66^\circ$ (范围 $30^\circ\sim 80^\circ/40^\circ\sim 80^\circ$)。手术禁忌证:口腔炎、牙周炎及扁桃体炎、舌体肥大导致口腔空间小、全身情况差不能耐受手术者。

3.3 仿生寰椎前弓钢板设计存在的缺陷及设想 目前仿生寰椎前弓钢板还是存在着很多不理想的地方。针对目前设计的仿生寰椎前弓钢板存在的缺陷提出如下一些设想,为完善仿生寰椎前弓钢板设计提供参考。①仿生寰椎前弓钢板板体和固定螺钉采用可吸收材料制成,待骨折端骨性愈合后,板体和螺钉在体内可以被人体自动吸收,继而避免了二次手术取

出钢板的痛苦,而且还节省了患者的手术费及医药卫生资源。②Resnick 等^[14]CT 研究表明寰椎侧块部分可容纳最大 7 mm 直径的侧块螺钉,故设想把寰椎侧块固定板上的 2 枚螺钉改为 1 枚直径为 6 mm 的空心侧孔皮质骨螺钉,螺钉进针点为寰椎两侧侧块的中心点,这样可以避免 2 枚螺钉在侧块内部“打架”现象,同时也因减少螺钉置入次数降低了手术风险。在空心侧孔螺钉植入的过程中,骨颗粒可通过空心侧孔螺钉周边的小孔进入到螺钉的中空部分,使空心侧孔螺钉与寰椎侧块融合形成一个整体,从而克服了骨-螺钉界面连接不牢的缺陷^[15]。③螺钉固定孔设计为椭圆形,有利于螺钉根据个体差异情况在固定孔中滑动。

参考文献

- [1] Howard JJ, Duplessis SJ. Posterolateral dislocation of the $C_1\text{-}2$ articulation associated with fracture of the anterior arch of C_1 ; a case report. *Spine*, 2004, 29(24): E562-564.
- [2] Osti M, Philipp H, Meusburger B, et al. Os odontoideum with bipartite atlas and segmental instability; a case report. *Eur Spine J*, 2006, 15 (Suppl 5): 564-567.
- [3] 胡勇, 杨述华, 谢辉, 等. 四点内固定技术治疗创伤性寰枢椎不稳. *中华创伤杂志*, 2006, 22(8): 584-586.
- [4] 胡勇, 杨述华, 谢辉, 等. 人工寰齿关节设计依据及可行性分析. *中国骨伤*, 2007, 20(9): 587-591.
- [5] 胡勇, 杨述华, 徐荣明, 等. 国人寰椎定量解剖研究及螺钉置入的安全性探讨. *中国骨伤*, 2007, 20(10): 679-683.
- [6] Dong Y, Xia H, Jianyi L, et al. Quantitative anatomy of the lateral mass of the atlas. *Spine*, 2003, 28(9): 860-863.
- [7] Hong X, Dong Y, Yunbing C, et al. Posterior screw placement on the lateral mass of atlas; an anatomic study. *Spine*, 2004, 29(5): 500-503.
- [8] 胡勇, 杨述华, 谢辉, 等. 人工寰齿关节在寰枢关节骨性标本上置换后的测量. *中国脊柱脊髓杂志*, 2007, 17(2): 133-136.
- [9] 胡勇, 杨述华, 谢辉, 等. 经口咽入路人工寰齿关节置换术的解剖学研究. *中华骨科杂志*, 2006, 26(11): 739-743.
- [10] 胡勇, 杨述华, 谢辉, 等. 寰齿关节定量解剖研究及人工寰齿关节研制的可行性研究. *中华创伤杂志*, 2006, 22(11): 858-863.
- [11] Hu Y, Yang SH, Xie H, et al. Quantitative anatomic study of atlanto-odontoid joint and design of an artificial atlanto-odontoid joint for the orthopedic clinic. *Chinese Journal of Traumatology*, 2007, 10(3): 138-144.
- [12] Ruf M, Melcher R, Harms J. Transoral reduction and osteosynthesis C_1 as a function-preserving option in the treatment of unstable Jefferson fractures. *Spine*, 2004, 29(7): 823-827.
- [13] Bayar MA, Erdem Y, Ozturk K, et al. Isolated anterior arch fracture of the atlas; child case report. *Spine*, 2002, 27(2): E47-49.
- [14] Resnick DK, Lapsiwala S, Trost GR. Anatomic suitability of the $C_1\text{-}2$ complex for pedicle screw fixation. *Spine*, 2002, 27(14): 1494-1498.
- [15] 杨述华, 胡勇, 陈中海, 等. 空心侧孔椎弓根螺钉系统添加聚甲基丙烯酸甲酯骨水泥的生物力学研究. *中华创伤杂志*, 2002, 18(1): 17-22.

(收稿日期: 2008-07-15 本文编辑: 连智华)