

下颈椎椎板螺钉固定的可行性研究

林华杰¹, 李启运¹, 徐荣明², 刘观燊², 马维虎², 孙韶华², 黄燎原²

(1. 浙江省宁波市中医院, 浙江 宁波 315010;

2. 浙江省宁波市第六医院, 浙江 宁波 315040)

摘要 目的:测量下颈椎椎板的解剖学参数,探讨对国人进行下颈椎椎板螺钉固定的可行性。**方法:**用游标卡尺和量角器测量 20 具成人尸体 C₃~C₇ 标本与下颈椎椎板螺钉进钉技术相关的解剖学数据,包括棘突根部、椎板中部和下关节突中部的椎板高度,椎板上、中、下部的厚度,钉道长度,进钉点至椎动脉及脊髓的距离,椎板轴线与矢状面的夹角。随机抽取 100 例正常成年人下颈椎 CT 图像,测量 C₃~C₇ 椎板的相关解剖数据,包括椎板中部厚度、钉道长度、进钉点至椎动脉的距离、进钉点至脊髓的距离、椎板轴线与矢状面的夹角。**结果:**20 具成人尸体 C₃~C₇ 节段椎板高度、厚度分别为 (10.1±1.8) mm~(19.4±1.3) mm、(3.3±0.4) mm~(6.8±1.1) mm。C₃~C₇ 节段钉道长度、进钉点至椎动脉的距离、进钉点至脊髓的距离分别为 (27.2±3.4) mm~(30.8±3.2) mm、(29.8±4.0) mm~(32.2±3.5) mm、(5.2±1.2) mm~(7.6±1.5) mm。椎板轴线与矢状面的夹角为 (54.1°±9.8°)~(60.0°±9.9°)。C₇ 椎板中部高度、厚度,钉道长度及进钉点至椎动脉、脊髓的距离在下颈椎中最大,依次为 (19.4±1.3) mm、(6.8±1.1) mm、(30.8±3.2) mm、(32.2±3.5) mm、(7.6±1.5) mm。C₃~C₇ 节段 CT 图像测量下颈椎椎板中部厚度为 (4.4±0.7) mm~(8.0±1.3) mm。C₃~C₇ 节段钉道长度、进钉点至椎动脉的距离、进钉点至椎动脉的距离、进钉点至脊髓的距离分别为 (25.4±2.5) mm~(28.8±3.0) mm、(27.3±2.4) mm~(30.2±3.1) mm、(5.1±1.1) mm~(7.5±1.2) mm。椎板轴线与矢状面的夹角为 (55.3°±10.8°)~(60.3°±10.1°)。**结论:**对国人进行下颈椎椎板螺钉固定在解剖学上具有可行性,该方法可以作为下颈椎后路固定技术的补充。

关键词 颈椎 椎板 骨折固定术,内 解剖学 可行性研究

The feasibility study of screw fixation on lower cervical vertebral plate LIN Hua-jie*, LI Qi-yun, XU Rong-ming, LIU Guan-yi, MA Wei-hu, SUN Shao-hua, HUANG Liao-yuan. *Traditional Chinese Medical Hospital of Ningbo City, Ningbo 315010, Zhejiang, China

ABSTRACT Objective: To measure the anatomical parameters of lower cervical vertebral plate, so as to explore the feasibility of screw fixation on lower cervical vertebral plate for Chinese. **Methods:** The anatomical parameters which related to the screw entry technique of lower cervical vertebral plate were measured in 20 adult cadaveric specimens of C₃ to C₇ segment by vernier caliper and conimeter. The anatomical parameters included the height of cervical vertebral plate in such region as the root of spinous process, the central region of vertebral plate and the central region of inferior articular process; the thickness of superior, median and inferior parts of vertebral plate; the length of screw path; the distance from screw entrance point to vertebral artery and spinal cord respectively, and the angle between axis and sagittal plane of vertebral plate. CT images of lower cervical vertebrae of 100 normal adults were randomly selected, and the anatomical parameters of vertebral plate of C₃ to C₇ in CT images were measured, including the thickness of central region of vertebral plate, the length of screw path, the distance from screw entrance point to vertebral artery and spinal cord respectively, and the angle between axis and sagittal plane of vertebral plate. **Results:** The height and thickness of vertebral plate of C₃ to C₇ segment of the 20 adult cadavers ranged from (10.1±1.8) to (19.4±1.3) mm and from (3.3±0.4) to (6.8±1.1) mm respectively. The length of screw-path of C₃ to C₇ segment, the distance from screw entrance point to vertebral artery and spinal cord ranged from (27.2±3.4) to (30.8±3.2) mm, from (29.8±4.0) to (32.2±3.5) mm and from (5.2±1.2) to (7.6±1.5) mm respectively. The angle between axis and sagittal plane of vertebral plate ranged from (54.1°±9.8°) to (60.0°±9.9°). The parameters of C₇ vertebral plate as its central height, central thickness, screw-path length and distance from screw entrance point to vertebral artery and spinal cord were the maximum ones compared with those in the lower cervical vertebrae, and they were (19.4±1.3), (6.8±1.1), (30.8±3.2), (32.2±3.5) and (7.6±1.5) mm in order. Central thickness of

基金项目:浙江省宁波市科学技术局自然科学基金项目(2010A610061)

通讯作者:徐荣明 E-mail:lhjnbly@126.com

vertebral plate ranged from (4.4 ± 0.7) to (8.0 ± 1.3) mm in CT images of C_3 to C_7 . The parameters of C_3 to C_7 as its screw path length, distance from screw entrance point to vertebral artery and spinal cord were (25.4 ± 2.5) to (28.8 ± 3.0) mm, (27.3 ± 2.4) to (30.2 ± 3.1) mm, (5.1 ± 1.1) to (7.5 ± 1.2) mm respectively. The angle between axis and sagittal plane of vertebral plate ranged from $(55.3^\circ \pm 10.8^\circ)$ to $(60.3^\circ \pm 10.1^\circ)$. **Conclusion:** It is feasible to apply screw fixation on lower cervical vertebral plate for Chinese based on the anatomical parameters, and this method can be used as a supplement to the techniques of posterior lower cervical vertebra fixation.

Key words Cervical vertebrae; Vertebral plate; Fracture fixation, internal; Anatomy; Feasibility study

下颈椎后路固定术主要包括侧块螺钉、椎弓根螺钉及经关节螺钉等技术^[1-3]。经椎板螺钉固定术是一种新近出现的颈椎后路内固定方式,这种技术相对简便而安全,并已被证实可以有效地应用于枢椎和高位胸椎的固定,而且有关枢椎椎板螺钉固定术的基础研究已有报道^[4-6],但未见有关研究下颈椎椎板螺钉固定术的相关报道。本文通过对下颈椎椎板的解剖学研究,为临床应用下颈椎椎板螺钉固定术提供相关解剖参数。

1 材料与方法

1.1 标本、测量工具及方法 20 具成人尸体 $C_3 \sim C_7$ 标本,由浙江大学医学院解剖教研室提供。男女各 10 具,年龄 27 ~ 58 岁。排除外观畸形和破损者。剔除 $C_3 \sim C_7$ 周围软组织和椎管内脊髓及其被膜,暴露 $C_3 \sim C_7$ 棘突、椎板的背侧与腹侧、关节突和横突孔(图 1)。线性指标用电子游标卡尺测量,精确度为 0.01 mm。角度测量用量角器,精确度为 0.1°。所有数据均由同一熟悉解剖学和影像学的医生测量。



图 1 下颈椎标本

1.2 测量指标和标本置钉 测量棘突根部、椎板中部和下关节突中部的椎板高度 H_1 、 H_2 、 H_3 ;椎板上、中、下部的厚度 W_1 、 W_2 、 W_3 ;椎板钉道长度、进钉点至椎动脉及脊髓的距离 L_1 、 L_2 、 L_3 ;椎板轴线与矢状面的夹角 α 。下颈椎椎板螺钉的进钉点选择为椎板轴线与棘突根部的交点,出钉点为对侧的下关节突中心点(图 2)。

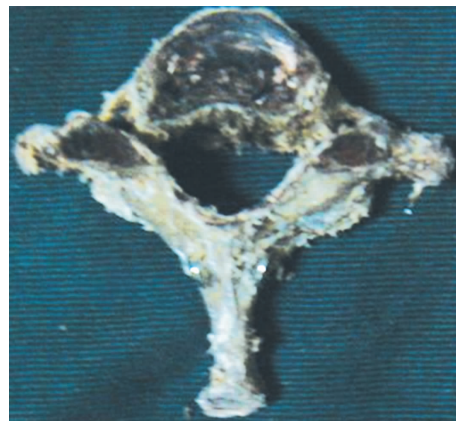


图 2 椎板螺钉双侧交叉置钉

1.3 成人颈椎 CT 图像的测量 随机抽取 100 例正常成年人下颈椎 CT 图像(由宁波市第六医院 CT 室提供),男女各 50 例,年龄 20 ~ 50 岁。利用德国 siemens somatom volume zoom 多层螺旋 CT 扫描机(管电压 120 kV,管电流 250 mAs),在骨窗图像上测量下颈椎椎板中部厚度 CW [图 3(1)]、钉道长度 CL_1 [图 3(2)]、进钉点至椎动脉的距离 CL_2 [图 3(2)]、进钉点至脊髓的距离 CL_3 [图 3(2)]、椎板轴线与矢状面的夹角 Ca [图 3(3)]。

1.4 统计学方法 采用 SPSS10.0 统计软件对所得数据进行统计学处理,计算出各测量参数的均数和标准差,对左右侧数据进行配对 t 检验,检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 成人下颈椎标本的测量结果 下颈椎标本椎板高度、厚度的手工测量结果分别见表 1、表 2,下颈椎椎板钉道长度、进钉点至椎动脉的距离、进钉点至脊髓的距离及椎板轴线与矢状面的夹角的手工测量结果见表 3。各项指标左右两侧比较 P 值均大于 0.05,差异无统计学意义,故表中数据为左右两侧数据合并后计算的平均值。 $C_3 \sim C_7$ 节段手工测量下颈椎椎板高度、厚度分别为 (10.1 ± 1.8) mm ~ (19.4 ± 1.3) mm、 (3.3 ± 0.4) mm ~ (6.8 ± 1.1) mm。 $C_3 \sim C_7$ 节段钉道长度、进钉点至椎动脉的距离、进钉点至脊髓的距离分别为 (27.2 ± 3.4) mm ~ (30.8 ± 3.2) mm、

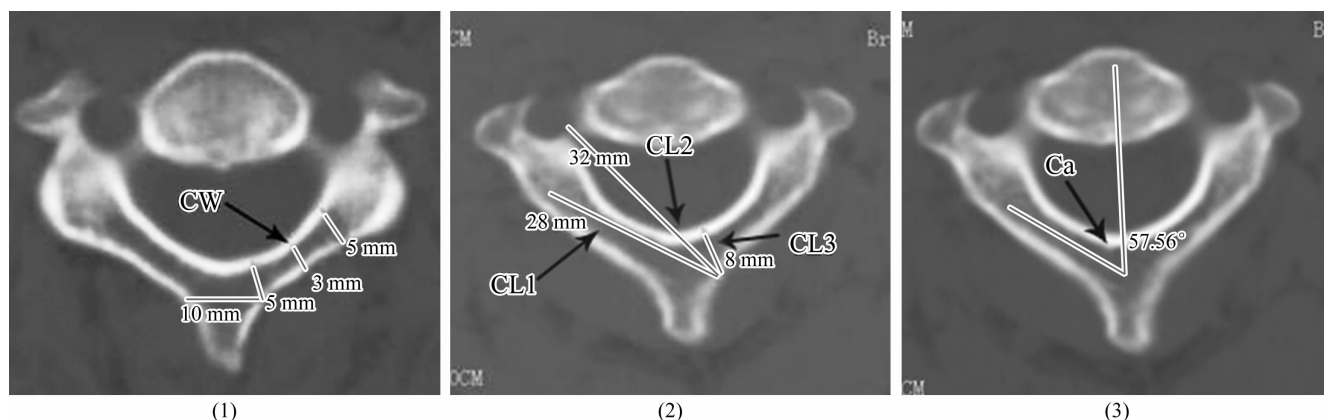


图3 正常成年人 CT 重建图像(以 C₃ 为例)

(1)椎板中缘厚度 CW (2)椎板钉道长度 CL1、进钉点至椎动脉的距离 CL2、进钉点至脊髓的距离 CL3 (3)椎板轴线与矢状面的夹角 Ca

(29.8 ± 4.0) mm ~ (32.2 ± 3.5) mm、(5.2 ± 1.2) mm ~ (7.6 ± 1.5) mm。椎板轴线与矢状面的夹角为 (54.1° ± 9.8°) ~ (60.0° ± 9.9°)。C₇ 椎板中部高度、厚度、钉道长度及进钉点至椎动脉、脊髓的距离在下颈椎中最大,依次为(19.4 ± 1.3) mm、(6.8 ± 1.1) mm、(30.8 ± 3.2) mm、(32.2 ± 3.5) mm、(7.6 ± 1.5) mm。

2.2 成人下颈椎 CT 图像的测量结果 100 例正常成年人的下颈椎椎板中部厚度、钉道长度、进钉点至椎动脉的距离、进钉点至脊髓的距离及椎板轴线与矢状面的夹角的 CT 图像测量结果见表 4。各项指标左右两侧比较 *P* 值均大于 0.05,差异无统计学意义,故表中数据为左右两侧数据合并后计算的平均值。C₃ ~ C₇ 节段 CT 图像测量下颈椎椎板中部厚度为(4.4 ± 0.7) mm ~ (8.0 ± 1.3) mm。C₃ ~ C₇ 节段钉道长度、进钉点至椎动脉的距离、进钉点至脊髓的距离分别为(25.4 ± 2.5) mm ~ (28.8 ± 3.0) mm、(27.3 ± 2.4) mm ~ (30.2 ± 3.1) mm、(5.1 ± 1.1) mm ~ (7.5 ± 1.2) mm。椎板轴线与矢状面的夹角为(55.3° ± 10.8°) ~ (60.3° ± 10.1°)。

表 1 20 具下颈椎标本的椎板高度

颈椎节段	H1 (mm)	H2 (mm)	H3 (mm)
C ₃	10.4 ± 1.7	12.5 ± 1.3	13.7 ± 1.5
C ₄	10.5 ± 1.3	12.2 ± 1.4	14.0 ± 1.2
C ₅	10.1 ± 1.8	12.1 ± 1.2	14.3 ± 1.7
C ₆	11.2 ± 1.5	12.3 ± 1.5	15.4 ± 1.5
C ₇	15.4 ± 1.8	16.3 ± 1.2	19.4 ± 1.3

表 2 20 具下颈椎标本的椎板厚度

颈椎节段	W1 (mm)	W2 (mm)	W3 (mm)
C ₃	3.9 ± 0.8	5.1 ± 0.8	4.5 ± 0.7
C ₄	3.4 ± 0.6	4.8 ± 0.9	4.2 ± 0.3
C ₅	3.3 ± 0.4	4.7 ± 0.5	4.6 ± 0.7
C ₆	4.4 ± 0.6	5.2 ± 0.3	4.7 ± 0.5
C ₇	5.5 ± 0.3	6.8 ± 1.1	5.6 ± 0.4

表 3 20 具下颈椎标本的椎板钉道长度、进钉点至椎动脉的距离、进钉点至脊髓的距离及椎板轴线与矢状面的夹角

颈椎节段	L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	α (°)
C ₃	27.2 ± 3.4	29.8 ± 4.0	5.8 ± 1.5	55.3 ± 10.3
C ₄	27.5 ± 3.6	30.8 ± 3.5	5.5 ± 1.3	54.1 ± 9.8
C ₅	28.4 ± 3.2	30.6 ± 2.0	5.7 ± 1.3	56.0 ± 10.2
C ₆	28.5 ± 2.6	30.1 ± 2.7	5.2 ± 1.2	60.0 ± 9.9
C ₇	30.8 ± 3.2	32.2 ± 3.5	7.6 ± 1.5	55.9 ± 11.3

表 4 100 例正常成年人的下颈椎 CT 图像测量结果

颈椎节段	CW (mm)	CL1 (mm)	CL2 (mm)	CL3 (mm)	Ca (°)
C ₃	5.0 ± 0.4	28.2 ± 2.3	30.0 ± 3.1	5.6 ± 1.2	57.5 ± 10.2
C ₄	4.7 ± 0.8	26.8 ± 2.4	28.4 ± 2.3	5.1 ± 1.1	55.3 ± 10.8
C ₅	4.4 ± 0.7	25.4 ± 2.5	27.4 ± 2.6	5.1 ± 1.2	58.3 ± 9.7
C ₆	5.0 ± 0.8	25.5 ± 2.6	27.3 ± 2.4	5.4 ± 1.3	60.3 ± 10.1
C ₇	8.0 ± 1.3	28.8 ± 3.0	30.2 ± 3.1	7.5 ± 1.2	57.3 ± 10.0

3 讨论

3.1 下颈椎椎板螺钉固定术的提出及可行性 目前,临床上对下颈椎后路椎弓根螺钉固定技术的要求

相对较高,且此技术在置钉时易穿出椎弓根而损伤血管^[1,7];颈椎侧块螺钉固定技术在固定螺钉时远离前中柱^[2],对椎间隙活动控制不直接,前屈稳定性尚不

能达到正常状态,特别是对于合并骨质疏松的病人,术后容易出现内固定松动;经关节螺钉固定技术也存在不足之处^[3],如当作为锚钉应用时,要比侧块螺钉或椎弓根螺钉多固定 1 个颈椎节段。 C_7 后路椎板螺钉固定的可行性已有报道,该固定技术适用于 73% 的成年国人^[8]。为解决临床上的治疗难题,我们提出了下颈椎椎板螺钉内固定技术,该技术也许可以作为下颈椎后路固定技术的一种补充。

本研究中的测量结果表明,下颈椎棘突根部的椎板高度为 $(10.1 \pm 1.8) \text{ mm} \sim (15.4 \pm 1.8) \text{ mm}$,提示在此置入直径 3.5 mm 的螺钉是可行的。 $C_3 \sim C_7$ 椎板上部厚度较小,为 $(3.3 \pm 0.4) \text{ mm} \sim (5.5 \pm 0.3) \text{ mm}$,可见在此置入直径 3.5 mm 的螺钉是不安全的。临床上,对于椎板上部厚度小于 5 mm 者,一般不能安全置入直径 3.5 mm 的螺钉。本研究中 $C_3 \sim C_6$ 椎板中部厚度小于 5 mm 者,分别有 4 具、5 具、5 具、2 具,分别占 20%、25%、25%、10%; C_7 椎板中部厚度均大于 5 mm,但 2 例因操作不当突破椎板。 $C_3 \sim C_7$ 椎板下部厚度小于 5 mm 者,分别有 5 具、4 具、4 具、2 具、1 具,分别占 25%、20%、20%、10%、5%。 $C_3 \sim C_7$ 椎板螺钉置入时发生破损者,分别有 4 具、3 具、5 具、3 具、2 具,分别占 20%、15%、25%、15%、10%。从解剖学角度来看,下颈椎椎板上部厚度较小,应尽量避免置钉,对国人在下颈椎椎板中下部置钉是可行的。考虑到骨标本因干燥风化等原因脱水后可能会影响所测数据的准确性,所以我们又测量了活体正常成人下颈椎 CT 图像的相关解剖数据,以期能更好地为临床上使用下颈椎椎板螺钉固定术提供相关参考。

3.2 下颈椎椎板与侧块在解剖结构上的比较及其在内固定术中的应用 ①椎板及侧块高度:侧块高度为 $(12.3 \pm 1.8) \text{ mm} \sim (15.7 \pm 2.0) \text{ mm}$ ^[9],椎板高度为 $(10.1 \pm 1.8) \text{ mm} \sim (19.4 \pm 1.3) \text{ mm}$,可见在椎板及侧块置入直径 3.5 mm 的螺钉均是安全可行的。②钉道长度:普通侧块螺钉钉道长度为 $12 \sim 14 \text{ mm}$ ^[2];而下颈椎椎板螺钉钉道长度为 $(27.2 \pm 3.4) \text{ mm} \sim (30.8 \pm 3.2) \text{ mm}$,明显大于侧块螺钉钉道长度。③手术难度及风险:章庆峻等^[10]研究认为,颈椎侧块的斜径为 10.57 mm 左右,倾斜角为 5.14° 左右,进钉点至椎动脉的距离为 $(13.99 \pm 1.63) \text{ mm}$ 。本研究所测椎板螺钉进钉点至椎动脉的距离为 $(29.8 \pm 4.0) \text{ mm} \sim (32.2 \pm 3.5) \text{ mm}$,可见侧块螺钉进钉点至椎动脉

的距离远小于椎板螺钉进钉点至椎动脉的距离,从而导致侧块螺钉固定术的手术风险比椎板螺钉固定术的手术风险大。而且下颈椎椎板螺钉固定术可以在直视下进钉,其技术难度也相对要小。

我们的实验数据表明,下颈椎椎板螺钉固定技术作为一种重要的补救技术,可以在其他内固定技术如椎弓根、侧块螺钉等置钉失败后应用。另外,该技术也可在一些解剖变异,如椎动脉畸形、神经根走行异常,无法进行椎弓根和侧块螺钉置钉时选择使用。但下颈椎椎板存在一定的解剖学差异,在具体操作过程中,应结合 C 形臂 X 线机透视来确定进钉深度及角度,置钉时应稍偏向于椎板背侧皮质,以免螺钉置入椎管。本研究只是对下颈椎椎板螺钉的解剖可行性进行初步探索,其固定强度有待生物力学研究进一步评价。

4 参考文献

- [1] Seichi A, Takeshita K, Nakajima S, et al. Revision cervical spine surgery using transarticular or pedicle screws under a computer-assisted image-guidance system[J]. J Orthop Sci, 2005, 10(4): 385-390.
- [2] Muffoletto AJ, Yang J, Vadhva M, et al. Cervical stability with lateral mass plating: unicortical versus bicortical screw purchase[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2003, 28(8): 778-781.
- [3] Takayasu M, Hara M, Yamauchi K, et al. Transarticular screw fixation in the middle and lower cervical spine. Technical note[J]. J Neurosurg, 2003, 99(1 Suppl): 132-136.
- [4] 张丙磊, 张强, 余枫, 等. 枢椎椎板螺钉固定的解剖学研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2006, 16(1): 45-47.
- [5] 马向阳, 尹庆水, 吴增晖, 等. 枢椎椎板螺钉固定的解剖可行性研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2006, 16(1): 48-51.
- [6] 胡勇, 徐荣明, 马维虎, 等. 枢椎后路椎板螺钉固定技术的可行性研究[J]. 中国骨伤, 2008, 21(8): 581-584.
- [7] Rath SA, Moszko S, Schäffner PM, et al. Accuracy of pedicle screw insertion in the cervical spine for internal fixation using frameless stereotactic guidance[J]. J Neurosurg spine, 2008, 8(3): 237-245.
- [8] 曹进, 徐荣明, 仲肇平, 等. C_7 后路椎板螺钉固定解剖学可行性研究[J]. 中国骨伤, 2010, 23(4): 282-285.
- [9] 胡勇, 杨述华, 杨操, 等. 枢椎后路三种螺钉固定技术的定量解剖[J]. 解剖学杂志, 2007, 30(1): 73-76.
- [10] 章庆峻, 罗卓荆, 李明全, 等. 颈椎侧块的应用解剖及其在后路钢板螺钉内固定术中的意义[J]. 中国临床解剖学杂志, 2003, 21(1): 19-21.

(2011-08-13 收稿 2011-10-22 修回)