

基础研究

下颈椎经关节突关节椎弓根螺钉固定的可行性

刘观燚, 徐荣明, 马维虎, 阮永平, 孙韶华, 黄 雷, 应江伟, 蒋伟宇

(浙江省宁波市第六医院骨科 315040)

【摘要】目的:探讨下颈椎后路经关节突关节椎弓根螺钉固定的可行性和技术参数,为临床应用提供参考。方法:取 20 具颈椎标本,仔细解剖颈部的后侧和前侧方,清楚显露颈椎侧块和椎弓根。以侧块外下象限的中心点为进钉点,从 C3/4~C6/7 直视下经关节突关节置入椎弓根螺钉,通过 CT 重建,测量经关节突关节椎弓根螺钉内固定进钉角度和钉道长度。结果:经关节突关节椎弓根螺钉均成功置入,螺钉固定方向在矢状面呈尾倾,冠状面呈内倾,理想角度为在矢状面尾倾 $50.3^{\circ} \pm 4.9^{\circ}$,在冠状面内倾 $42.8^{\circ} \pm 4.0^{\circ}$ 。螺钉钉道长度为 (34.1 ± 1.4) mm,各固定节段间略有不同,但差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。结论:下颈椎后路经关节突关节椎弓根螺钉固定是可行的,但置钉时要求较高的准确性,可以作为颈椎侧块螺钉和椎弓根螺钉固定的一种补充方法。

【关键词】颈椎;内固定器;解剖学;经关节突关节;椎弓根螺钉

中图分类号:R687.3, R318.01 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2007)-07-0539-04

The feasibility of the feasibility of posterior cervical transarticular pedicle screw fixation/LIU Guanyi, XU Rongming, MA Weihu, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2007, 17(7):539~542

【Abstract】 Objective: To study the the feasibility and the technical parameters in posterior transarticular pedicle screw fixation, and to discuss the clinic significance of transarticular screws in the lower cervical spine. Method: Twenty cadaver cervical spines were dissected, with care taken to expose the lateral masses and pedicles. After the entrance point of transarticular pedicle screws was determined, transarticular pedicle screws were inserted posterior under visual control from C3/4 to C6/7. Then the angle and the length of the transarticular pedicle screw were measured from the reconstruction image of CT scan. Result: For a successful screw insertion, the trajectory of the cervical transarticular pedicle screw must tilt caudally in the sagittal plane and laterally in the axial plane. The ideal insertion angles of the screws were $50.3^{\circ} \pm 4.9^{\circ}$ in the sagittal plane and $42.8^{\circ} \pm 4.0^{\circ}$ in the axial plane. The ideal length of the trajectory was (34.1 ± 1.4) mm. There was a little bit difference in the measuring data from different cervical vertebrae, but no statistical significance was found ($P > 0.05$). Conclusion: Posterior transarticular pedicle screw fixation is feasible, but the trajectory of the screws must be strictly determined. Transarticular pedicle fixation in the lower cervical spine can be an alternative to standard screw placement for plate fixation and cervical stabilization.

【Key words】 Cervical vertebrae; Internal fixators; Anatomy; Transarticular; Pedicle screws

【Author's address】 Department of Orthopaedics, Ningbo Sixth People's Hospital, Ningbo, 315040, China

上颈椎和腰椎经关节突关节螺钉固定技术是一种已被接受的内固定方法,具有良好的生物力学稳定性^[1,2]。近年来国内外学者开始关注下颈椎经关节突关节螺钉(transarticular screw)固定^[3-7],但对于下颈椎经关节突关节椎弓根螺钉(transarticular pedicle screw, TPS)固定的研究却鲜有报

道。本研究提出下颈椎 TPS 这一后路内固定技术,并通过颈椎标本的实际置钉探索这项技术的可行性,应用 CT 重建来明确下颈椎 TPS 固定螺钉安置角度、长度,为临床应用提供依据。

1 材料与方法

20 具 C2~T1 尸体标本(男 16 具,女 4 具)均由浙江大学医学院解剖教研室提供。福尔马林浸泡保存 32~41 年,排除大体上的畸形,如脊柱侧凸和驼背。剔除颈部后侧所有的软组织,仔细解剖颈部的前侧方,清楚显露颈椎侧块、椎弓根。将侧

基金项目:宁波市社会发展攻关项目(项目编号:2006C100061)

第一作者简介:男(1981-),医学硕士,研究方向:脊柱经关节固定技术

电话:(0574)87801999-2107 E-mail:lgysimon@yahoo.com.cn

通讯作者:徐荣明

块均分为四个象限,选择上位椎骨侧块外下象限中心点为进钉点(图 1),在直视下,螺钉由上位椎骨下关节突经关节突关节、下位椎骨椎弓根,置入下位椎体内的前下方,钉尖接近椎体前缘皮质。手锥标记螺钉的进钉点,再用直径为 3.0mm 的钻头钻孔,从 C3/4~C6/7 置入直径为 3.5mm 皮质骨螺钉(浙江广慈医疗器械公司提供)。所有螺钉的置入均由一位有在尸体标本上置钉经验并熟悉颈椎解剖和颈椎后路内固定技术的外科医生完成,以避免或减少技术上的差别。

使用多层螺旋 CT 扫描机 (siemens somatom volume zoom, 德国, 120kV, 250mAs) 对颈椎标本进行扫描,层厚 2mm,准直 1.0~2.5mm,斜度 2.5~5.0,重建间隔 1mm。将原始数据传入 Sgi02 工作站处理,分别采用多平面重建法 (multi-planer reconstruction, MPR) 和容积再现法 (volume rendering, VR) 行二维和三维 CT 重建,在重建后的矢

状位和横断面图像上运用软件测量各个节段的螺钉相对于侧块后表面的尾倾角度(图 2)、内倾角度(图 3)、螺钉在骨内的实际深度(螺钉握持距离: bone purchase)。分别测量左右侧数值,线性参数精确到 0.1mm,角度精确到 0.1°。

应用 SPSS 10.0 软件进行统计学分析,数据以均数±标准差表示,对各颈椎固定节段之间数据采用方差分析, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

所有 TPS 均由上位椎骨下关节突经下位椎骨的椎弓根成功置入下位椎骨的椎体内。TPS 的置钉角度和钉道长度 CT 重建测量结果见表 1。C3/4~C6/7 TPS 在冠状面的内倾角度为 $42.8^\circ \pm 4.0^\circ$, 在矢状面的尾倾角度为 $50.3^\circ \pm 4.9^\circ$, TPS 钉道长度为 (34.1 ± 1.4) mm, 在各节段间略有不同,但差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

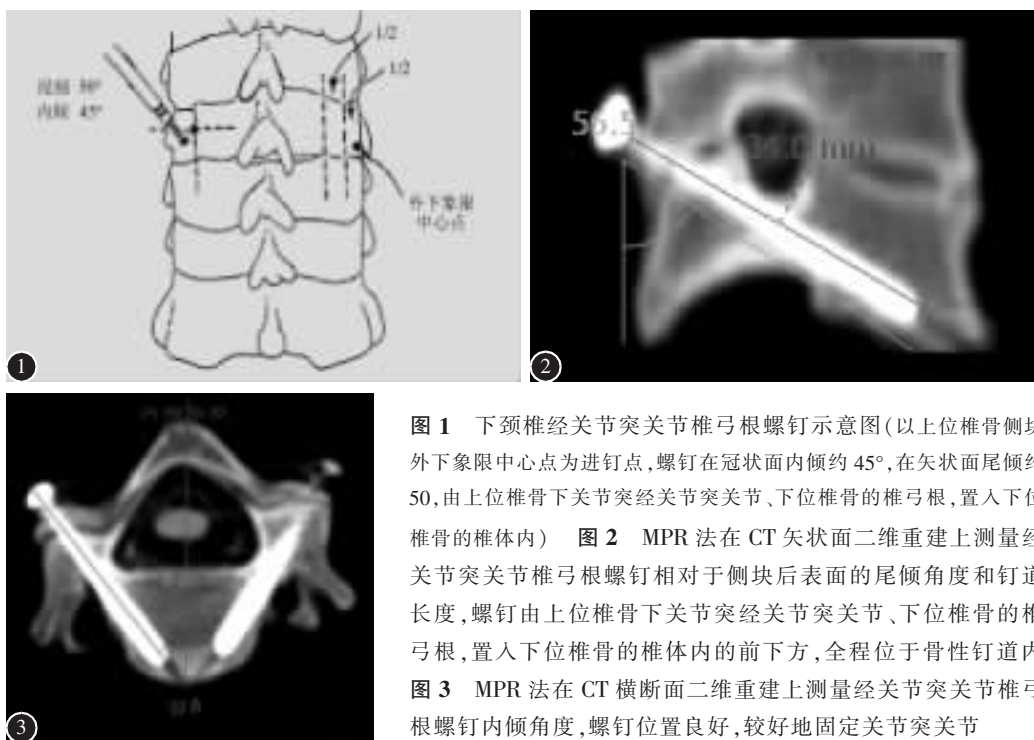


图 1 下颈椎经关节突关节椎弓根螺钉示意图(以上位椎骨侧块外下象限中心点为进钉点,螺钉在冠状面内倾约 45° ,在矢状面尾倾约 50° ,由上位椎骨下关节突经关节突关节、下位椎骨的椎弓根,置入下位椎骨的椎体内) 图 2 MPR 法在 CT 矢状面二维重建上测量经关节突关节椎弓根螺钉相对于侧块后表面的尾倾角度和钉道长度,螺钉由上位椎骨下关节突经关节突关节、下位椎骨的椎弓根,置入下位椎骨的椎体内的前下方,全程位于骨性钉道内 图 3 MPR 法在 CT 横断面二维重建上测量经关节突关节椎弓根螺钉内倾角度,螺钉位置良好,较好地固定关节突关节

表 1 下颈椎经关节突关节螺钉固定的尾倾角、内倾角及钉道长度 ($\bar{x} \pm s, n=40$)

	C3/4	C4/5	C5/6	C6/7
内倾角($^\circ$)	42.5 ± 3.7	44.3 ± 4.2	41.1 ± 3.2	43.3 ± 4.7
尾倾角($^\circ$)	47.2 ± 5.2	51.6 ± 6.2	49.7 ± 4.1	52.5 ± 4.2
钉道长度(mm)	34.2 ± 1.6	35.4 ± 1.1	33.3 ± 1.4	33.4 ± 1.5

3 讨论

3.1 下颈椎后路 TPS 固定的提出

颈椎后路钉板固定技术已被证明是有效的内固定方法。在临床上 An、Magerl、Jeanneret 和 Roy-Camille 等多种侧块螺钉技术已被广泛研究和应用,但其血管神经损伤的并发症^[8]以及由于生物力学上的相对不足导致术后螺钉松动、脱出时

有报道^[9]。颈椎椎弓根螺钉固定成功在临床使用,并表现出坚强的三柱固定稳定性。然而椎弓根螺钉固定的适应证还在不断的探讨之中,其生物力学的稳定所带来的好处是否超过其血管神经损伤的风险仍存在争议^[10]。不管是颈椎侧块螺钉和还是椎弓根螺钉,都依赖于辨认解剖学上参考点和形态学上的一致性,然而具体到每一例患者的局部解剖上可能存在变异。先天畸形、肿瘤、创伤及以前的手术均可能改变局部解剖学的特征,从而会不同程度地限制颈椎侧块螺钉和椎弓根螺钉固定技术的应用。下颈椎经关节突关节螺钉(transarticular screw)不仅具有固定牢固,而且相对安全、经济及置钉简单,近几年国内外学者逐渐重视这一技术^[3-7]。生物力学研究发现下颈椎经关节突关节螺钉固定具有与侧块螺钉钢板固定同等甚至更好的稳定性^[6,7]。我们在经关节突关节螺钉的解剖学研究基础上^[4,5],提出了下颈椎经关节突关节椎弓根螺钉(transarticular pedicle screw, TPS)固定。

3.2 TPS 的置钉技术及钉道长度

Abumi 等^[11]将标准椎弓根螺钉进钉点定位为关节突中线略外侧邻近上一颈椎的下关节突下边缘。我们根据标本的实际观察,将侧块均分为四个象限,选择上位椎骨的侧块外下象限的中心点为 TPS 进钉点,螺钉由上位椎骨下关节突经关节突关节复合体、下位椎骨的椎弓根,置入下位椎骨的椎体内,钉道指向内前下方,螺钉全程位于骨质内。由于椎弓根在横断面内倾为 45° 左右,TPS 的内倾角度为 $42.8^\circ \pm 4.0^\circ$,尾倾角度为 $50.3^\circ \pm 4.9^\circ$ ^[12]。钉道除包括标准椎弓根螺钉钉道外还有尾部一段位于上位椎骨下关节突内的钉道,所以总的钉道长度为 $(34.1 \pm 1.4)\text{mm}$,明显长于标准椎弓根螺钉^[10]。

3.3 TPS 与经关节突关节螺钉固定的区别

经关节突关节螺钉与 TPS 在进钉点、进钉角度和钉道长度均有明显的区别。根据目前的文献报道经关节突关节螺钉主要有以下三种不同的置钉方法,(1)Klekamp 技术:以侧块中心点内侧 1mm 为进钉点,进钉角度在矢状面上尾倾 40° ,在冠状面上外倾 20° ^[6];(2)Dalcanto 技术:以侧块中心点尾侧 2mm 为进钉点,进钉角度为在矢状面上尾倾 40° ,在冠状面上外倾 20° ^[7];(3)Masakazu 技术:以侧块中、上 1/3 的中心点为进钉点,进钉角

度为在矢状面上尾倾 $60^\circ \sim 80^\circ$,在冠状面上外倾 0° ^[3]。

以上三种经关节突关节螺钉置钉技术均从上位椎骨的下关节突进钉,经关节突关节,从下位椎骨上关节突穿出,形成四层皮质固定,钉道指向侧前下方,钉道长度约为 16~20mm。TPS 以上位椎骨的侧块外下象限中心点为进钉点,螺钉由上位椎骨下关节突经关节突关节复合体、下位椎骨的椎弓根,置入下位椎体的前下角,钉道指向内前下方,钉道长度为 $(34.1 \pm 1.4)\text{mm}$ 。

3.4 TPS 的优点及不足

下颈椎侧块螺钉或椎弓根螺钉固定一般都不能单独使用螺钉固定,必须以钉板或钉棒形式应用,而 TPS 既可在钉板系统或钉棒系统中作为锚定钉应用,也可以单独行螺钉固定。如果单纯使用螺钉固定,不仅可以省去钢板或棒的费用,而且所需螺钉数目也成对减少,如颈椎单水平固定,侧块螺钉或椎弓根螺钉固定至少需 4 枚螺钉及 2 块钢板,而 TPS 固定只需用 2 枚螺钉即可,这样可节省相当可观的费用。此外,单纯 TPS 固定还有着潜在的经皮固定可能性。较长的钉道,理论上有着更强的生物力学强度。

虽然 TPS 总体钉道较长,但螺钉近端位于上位椎骨的下关节突的钉道长度是一定的。而且 TPS 的置钉具有挑战性。本研究中所有螺钉的置入均是在暴露椎弓根后直视下进行的。由于颈椎椎弓根四周围绕重要的神经和血管,所以在实际术中置钉时存在着较高的神经血管损伤的风险。在临床实际应用此项技术前,有必要进行进一步的解剖学和生物力学研究,适应证有待探讨。

4 参考文献

1. Wright NM, Lauryssen C. Vertebral artery injury in C1-2 transarticular screw fixation: results of a survey of the AANS/CNS section on disorders of the spine and peripheral nerves. American Association of Neurological Surgeons/Congress of Neurological Surgeons[J]. J Neurosurg, 1998, 88(4): 634-640.
2. Ferrara LA, Secor JL, Jin BH, et al. A biomechanical comparison of facet screw fixation and pedicle screw fixation: effects of short-term and long-term repetitive cycling[J]. Spine, 2003, 28(12): 1226-1234.
3. Takayasu M, Hara M, Yamauchi K, et al. Transarticular screw fixation in the middle and lower cervical spine: technical note[J]. J Neurosurg Spine, 2003, 99(Suppl 1): 132-136.
4. 刘观毅, 徐荣明, 马维虎, 等. 下颈椎经关节螺钉和 Magerl 侧块

- 螺钉与脊神经关系的解剖学比较[J].中华创伤骨科杂志,2006,8(10):965-969.
5. 刘观斌,徐荣明,马维虎,等.下颈椎关节突关节的解剖学测量与经关节螺钉固定的关系[J].中国脊柱脊髓杂志,2007,17(2):140-144.
6. Klekamp JW, Ugbo JL, Heller JG, et al. Cervical transfacet versus lateral mass screws: a biomechanical comparison[J]. J Spinal Disord, 2000, 13(6):515-518.
7. DalCanto RA, Lieberman I, Inceoglu S, et al. Biomechanical comparison of transarticular facet screws to lateral mass plates in two-level instrumentations of the cervical spine[J]. Spine, 2005, 30(8):897-902.
8. Graham AW, Swank ML, Kinard RE, et al. Posterior cervical arthrodesis and stabilization with a lateral mass plate[J]. Spine, 1996, 21(7):323-328.
9. Heller JG, Silcox DH, Sutterlin CE. Complications of posterior cervical plating[J]. Spine, 1995, 20(9):2442-2448.
10. 徐荣明,马维虎,刘观斌,等.椎弓根螺钉技术在下颈椎不稳的安全使用方法[J].中华创伤杂志,2007,23(1):21-24.
11. Abumi K, Shono Y, Ito M, et al. Complication of pedicle screw fixation in reconstructive surgery of the cervical spine[J]. Spine, 2000, 25(8):962-969.

(收稿日期:2007-01-19 修回日期:2007-03-05)

(英文编审 陆 宁)

(本文编辑 卢庆霞)

(上接第 538 页)



图1 患者,女,59岁 a 术前行L4/5椎间盘造影,诱发疼痛复制,X线片未见造影剂进入椎管 b 术前MRI T2加权像示L4/5椎间盘呈低信号改变,纤维环撕裂,无髓核突出 c 术后18个月随访时X线片示椎间融合,内固定无松动、断裂

认为下列情况可以考虑手术治疗^[2]:(1)症状反复发作,持续半年以上;(2)保守治疗无效;(3)椎间盘造影阳性。其手术治疗主要是阻断致病机制,彻底切除致痛的椎间盘组织,恢复椎间隙高度、重建局部的稳定性,消除椎间盘的运动。目前常用的方法主要是椎间融合术,包括应用或不用器械的前路椎间融合术(anterior lumbar interbody fusion, ALIF),后路椎体间融合术(posterior lumbar interbody fusion, PLIF),前后路联合椎间融合(circumferential fusion, CAPF),应用椎间融合器完成的前、后路融合术等。手术效果取决于两种机制的消除,常用改善率和融合率作为观察指标,各种术式的成功率国内外报道不一。本组患者采用TLIF加椎弓根螺钉固定加后外侧植骨融合,JOA评分改善率达92%;17例患者获得骨性融合,效果满意。

与ALIF、PLIF、CAPF相比较,由于TLIF术中充分保留了脊柱前后纵韧带复合体,从而能够对植入的骨块起到张力带作用并能防止植骨向外滑出;对后方结构破坏较少,对脊柱稳定性影响较小;采用基于椎弓根钉的椎间隙撑开,具有恢复椎间隙高度和腰椎生理曲度的优势;椎弓根螺钉的应用有效地控制节段间运动,使植骨块不受牵张力干扰,而植骨块又能有效承载降低椎弓根螺钉的弯曲载

荷。通过椎体间融合和椎弓根内固定来重建前柱的支撑作用与后柱张力带对抗张力的功能。TLIF通过后外侧途径到达椎间隙,轻轻牵开或不需要牵开硬膜囊即可到椎间隙,主要缺点有手术侧需较大的分离和暴露,置入物不易放置对称性,因为髂嵴的内侧部分阻挡,后外侧入路在L5/S1间隙完成TLIF过程较困难,最适合的患者是L4/5椎间盘源性腰痛。本组病例通过行TLIF并椎弓根螺钉内固定,既有效清除致病因子,又能够明显增加融合椎节早期稳定性且有较高融合率,缩短康复时间,术后无一例伴有根性,症状及马尾神经受损表现,疼痛症状均有明显缓解,近期疗效满意,但远期疗效有待进一步观察。

参考文献

1. 赵杰,王新伟,侯铁胜,等.斜向单枚BAK置入后路腰椎椎间融合术的生物力学及临床研究[J].中国脊柱脊髓杂志,2000,10(4):208-211.
2. Peng B, Wu W, Hou S, et al. The pathogenesis of discogenic low back pain[J]. J Bone Joint Surg Br, 2005, 87(1):62-67.
3. Jeffery S, David MF. Diagnosis and treatment of discogenic low back pain[J]. Orthopaedic Review, 1993, 3(6):311-317.

(收稿日期:2006-10-31 修回日期:2007-03-14)

(本文编辑 彭向峰)