·专家论坛·

胸椎椎弓根解剖与临床

Anatomy and clinic of thoracic pedicle

赵建华,刘 鹏 (第三军医大学附属大坪医院野战外科研究所骨科,重庆 400042)

[关键词] 胸椎;椎弓根;解剖;椎弓根螺钉技术;脊柱外科
[中图分类号] R681.5;R322.71 [文献标识码] B [文章编号] 1672-5042(2008)05-0297-03

椎弓根是连接脊柱前后柱的管状骨性结构。Roy-Camille首先应用椎弓根螺钉技术治疗胸腰椎骨折[1-2],此后椎弓根螺钉技术的应用范围逐渐扩展到腰椎、中、上胸椎和颈椎。胸椎椎弓根螺钉技术在力学强度等方面具有无可替代的优越性,使其在脊柱复杂畸形、脊柱创伤和脊柱肿瘤等疾病治疗中的应用呈增多趋势[3-4]。然而,同腰椎椎弓根螺钉技术相比,胸椎椎弓根螺钉技术的操作难度较大,目前尚难以普及,主要是因为胸椎椎弓根直径狭小,可允许的操作误差范围小,准确植入的难度大。作者总结胸椎椎弓根的解剖特点与螺钉植入技术,为临床医生提供参考。

1 胸椎椎弓根解剖数据

与临床密切相关的椎弓根解剖数据包括椎弓根宽度(横断面径线)、高度(矢状面径线)、长度、横断面内倾角和矢状面倾斜角。Zindrick等[5]对2 905个成人胸椎和腰椎椎弓根($T_1 \sim L_5$)的解剖数据进行了详细测量。解剖特点:①个体间差异很大。②胸椎椎弓根的高度普遍大于宽度。③T_5的椎弓根宽度最小,约5 mm,T_1和T_{11}最大,约8 mm(图1)。T_1至T_5椎弓根宽度呈减小趋势,T_5至T_{12}椎弓根宽度呈增大趋势,在T_{11}处达到高峰,在T_{12}处有轻度下降。④T_1的椎弓根高度10 mm,T_{11}17 mm(图2)。T_2至T_7椎弓根高度变化不大,约12 mm;T_7至T_{11}椎弓根高度逐渐增大,T_{11}至T_{12}呈下降趋势,T_{12}约15 mm。⑤T_1的椎弓根内倾角最大,T_{12}最小(图3)。T_1至T_5的椎弓根内倾角呈减小趋势,由T_1的27°下降到T_5的10°。T_5至T_9变化较小,T_9的内倾角约8°;T_9至T_{12}的椎弓根内倾角减小较明显,T_{11}约为1°,T_{12}甚至可为负值。⑥整个胸椎的矢状面中心轴线指向头侧。从图1中数据可以看出,在胸椎,椎弓根宽度是影响椎弓根螺钉精确植入的最主要因素,同时影响椎弓根螺钉直径的选择。在成人骶椎,可以安全植入直径7.5 mm的椎弓根螺钉;在下腰椎($L_4 \sim L_5$),对于大部分成人患者,植入直径6.5 mm

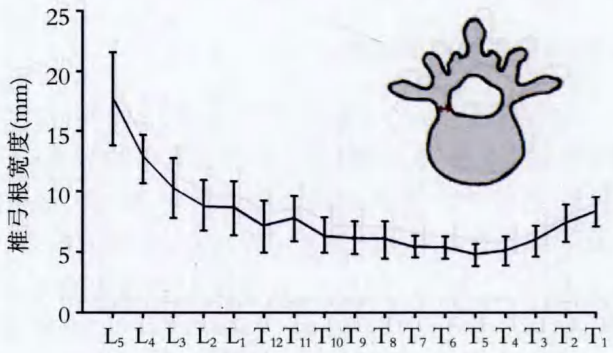


图1 胸椎椎弓根的宽度变化

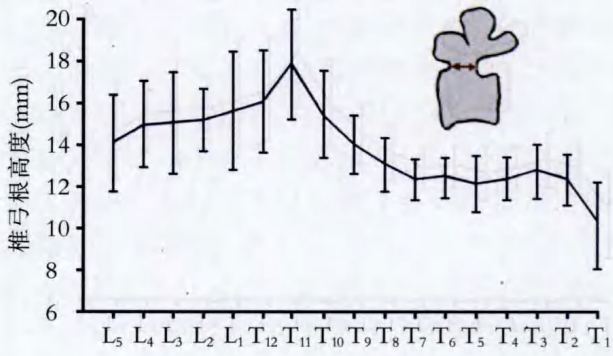


图2 胸椎椎弓根的高度变化

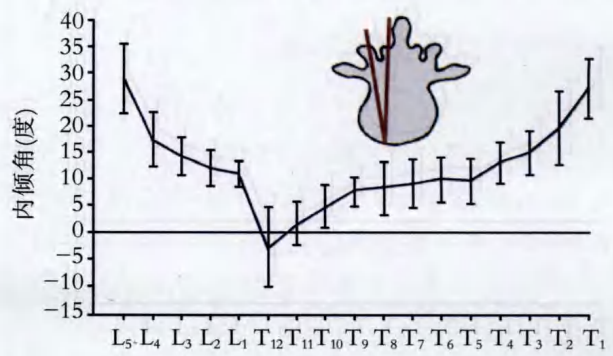


图3 胸椎椎弓根的内倾角变化

[收稿日期] 2008-06-23 [修回日期] 2008-07-25

的螺钉是安全的；在胸腰段（T_{11}～L_2），大部分成人患者可以耐受直径6.5 mm或者6.0 mm的螺钉；在中下胸椎（T_4～T_{10}），使用直径5.0 mm或者4.5 mm的椎弓根螺钉是恰当的；在上胸椎（T_1～T_3），成人患者可以耐受使用直径5.0 mm的椎弓根螺钉，青少年和儿童患者的椎弓根内径虽然小，但是由于其骨皮质具有比成人更好的可塑性，植入直径4.5 mm甚至5.0 mm的螺钉是可行的[4,6]。Zindrick还测量了青少年的椎弓根数据[7]，结果提示在下腰椎可以安全使用标准直径的螺钉（6.5 mm），椎弓根螺钉的植入对于青少年患者而言是可行的。Kothe研究椎弓根的内部结构后发现，椎弓根内壁的骨皮质厚度是其外壁厚度的2～3倍，这一结构特点可以解释为何椎弓根骨折以外壁多见，对于术中准备钉道的操作也有指导意义[8]。

2 胸椎椎弓根毗邻结构

胸椎椎弓根是一个狭长的管状骨性结构，与之毗邻的重要结构包括：内侧的硬膜囊及其内的脊髓；外侧的肋横突关节；上下两侧的椎间孔内容物（胸神经根、节段血管分支及脂肪组织），前方的心脏和大血管；前侧方的肺。了解椎弓根与上述重要毗邻结构的关系对于准确植入胸椎椎弓根螺钉、避免严重并发症具有重要意义。研究表明，胸椎椎弓根内壁与硬膜囊紧密相贴，几乎无任何间隙[9]，因此螺钉突破椎弓根内壁造成脊髓损伤的可能性较大，加上胸椎弓根宽度较小，操作中应掌握好横断面内倾角，极力避免突破椎弓根内壁。椎弓根外侧的肋横突关节具有一定保护胸膜和肺的作用，在椎弓根外侧壁破裂时，有助于维持钉道的稳定性[10]。椎弓根上下缘与相邻椎间孔内的神经根均具有一定距离，分别为1.6～3.8 mm和1.6～3.5 mm，因此置钉过程中在矢状面允许的误差相对较大。如果椎弓根螺钉突破椎体前侧骨皮质，可能伤及位于中胸段前方的心脏及胸椎左前侧的胸主动脉。已有术中的定位克氏针刺伤冠状动脉导致心包填塞的报道[6]。

3 胸椎椎弓根螺钉植入技术

在植入腰椎椎弓根螺钉中常用的“徒手”（free hand）技术同样适用于胸椎椎弓根螺钉[4]。由于胸椎椎弓根个体间差异很大，掌握“个体化原则”对于准确植入椎弓根螺钉显得尤为重要[11]。笔者主要通过术前CT扫描和术中摄片来确定椎弓根在横断面和矢状面上的角度。

3.1 显露

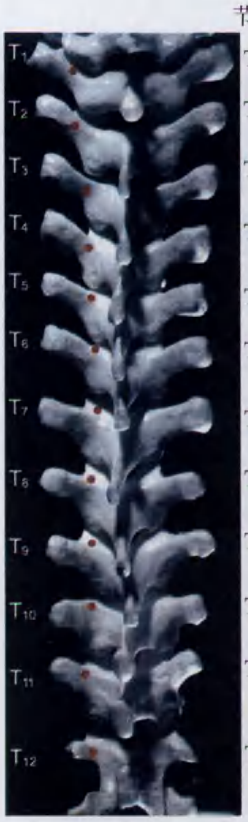
拟手术的椎体后方结构均需要显露，最上下端的椎体可以不切除小关节囊，并保持棘上韧带和棘间韧带完整，两侧要显露到横突的尖端。

3.2 小关节切除

椎体之间的小关节切除，既是植入螺钉的需要，也是融合的需要。切除上位椎的下关节突3～5 mm（最上端椎体的上位椎不应被切除下关节突），这样可以充分显露拟置钉椎的上关节突基底，这是植入椎弓根钉的重要标志之一。清除上关节突的关节软骨，为融合做准备。

3.3 确定进钉点

每个胸椎椎弓根钉的进钉点稍有不同，取决于横突、上关节突基底和关节突间峡部等后方附件的解剖学位置（图4）。



节段	纵向定点标志	横向定点标志
T_1	横突中点	横突和椎板交界处
T_2	横突中点	横突和椎板交界处
T_3	横突中点	横突、椎板交点
T_4	横突近1/3中点	横突、椎板交点
T_5	横突近端1/3交点	横突、椎板交点
T_6	横突上缘中外1/3交点	横突、椎板、关节面交点
T_7	横突上缘	关节面中点
T_8	横突上缘	关节面中点
T_9	关节面中点、横突上缘	关节面中点
T_{10}	横突上缘中内1/3交点	横突、椎板、关节面交点
T_{11}	横突中上1/3交点	紧帖副横突内侧
T_{12}	横突中点	副横突水平

图4 胸椎椎弓根进钉点及说明

3.4 去除骨皮质

用3.5 mm的锐利钻钻出约5 mm深的皮质骨缺口。在腰椎，缺口处可以看到“出血变红”，说明已经进入了椎弓根的松质骨，而在胸椎，由于椎弓根的松质骨相对较少，“出血变红”的现象不一定会出现。

3.5 准备钉道

准备钉道是非常关键的一步。使用变向椎弓根探针（2 mm，钝头，尖端轻度弯曲）向腹侧适当用力，进入

椎弓根基底部去找椎弓根松质骨的软点。开始时探针的尖端指向外侧比较安全,可以避免尖端穿透内壁;探入大约15~20 mm之后,退出探针,改变方向,将尖端指向内侧,可以避免穿破椎体外侧壁。在使用探针扩开钉道的过程中,始终要平稳用力,一旦探针有落空感,说明探针突破皮质骨进入了软组织,需要马上退出探针并改变方向,挽回椎弓根。椎体容易被探针穿透。因椎弓根钉约60%的受力位于椎弓根,约20%的受力位于椎体后部,因此除了骶骨钉需要双皮质固定以外,其他椎体均要求保持前侧皮质完整。取出探针后,要确认从钉道内缓慢地流出血液而非脑脊液。用细的椎弓根软探触探椎弓根的五个壁:底部、内侧、外侧、上壁和下壁,需要特别关注管道10~15 mm处的内侧壁和上壁的连接处,因为此处是椎弓根和椎管之间的峡部。仔细感觉管道壁是否为骨性,就可以调整钉道的方向,以挽回椎弓根。

3.6 透视确认钉道位置

在每个钉道内植入一个长度为40 mm的定位针,用C形臂透视正侧位,检查钉道的位置。理想的位置:在正位上针尖应该位于椎弓根内壁和椎体的假想中线之间,如果针尖超过中线则提示椎弓根内侧壁破裂,如果针尖未超过椎弓根内壁,说明钉的位置偏外;在侧位片上针应该与椎体的上终板平行且不能超过椎体前缘(图5)。



图5 青少年特发性脊柱侧弯后路椎弓根螺钉矫形术后正侧位片

3.7 攻丝及再触探

目前市售的椎弓根螺钉鲜有自攻螺钉,应先攻丝。确认钉道壁完整后,则测量钉道的深度(即螺钉的长度),一般上胸椎为30~35 mm,中胸椎为35~40 mm,下胸椎为40~45 mm。攻丝的直径应比预计植入的椎弓根螺钉直径小1 mm。攻丝时始终沿着钉道的方向,完成后再探触钉道壁的完整性并测量螺钉长度。

3.8 植入螺钉

沿着攻丝后的钉道轴心缓慢钻入螺钉,使螺纹匀速进入钉道,均匀地对钉道四壁产生膨胀压力,使其产生粘弹形变,接受螺钉的进入且不产生爆裂骨折,如此螺纹对骨质的抓持力较好。始终保持同心圆状转动手柄,尽量避免摇晃。植入螺钉后再次透视,按照前述的标准判断螺钉的位置。

作者认为,只要通过熟练掌握局部解剖关系,在标本上反复练习,最终可以掌握准确植入胸椎椎弓根螺钉的技术要领,并安全用于临床。有报道称约有40%左右的胸椎椎弓根螺钉经过术后CT证实不在椎弓根内[12],笔者认为这种情况发生,总体而言只是一个技术问题,不能因噎废食,停止其应用和在这方面的探索。

[参考文献]

[1] 赵建华,李 明,金大地. 脊柱外科实用技术[M]. 北京:人民军医出版社,2005.
[2] 张永刚,王 岩,卢世壁. 脊柱[M]. 沈阳:辽宁科学技术出版社,2003.
[3] Suk SI, Lee CK, Kim WJ, et al. Segmental pedicle screw fixation in the treatment of thoracic idiopathic scoliosis[J]. Spine, 1995,20(12):1399-1405.
[4] Kim YJ, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Free hand pedicle screw placement in the thoracic spine: is it safe? [J]. Spine, 2004,29(3):333-342.
[5] Zindrick MR, Wiltse LL, Doornik A, et al. Analysis of the morphometric characteristics of the thoracic and lumbar pedicles[J]. Spine, 1987,12(2):160-166.
[6] 潘少川. 青少年特发性脊柱侧弯[M]. 北京:人民卫生出版社,2006.
[7] Zindrick MR, Knight GW, Sartori MJ, et al. Pedicle morphology of the immature thoracolumbar spine[J]. Spine, 2000,25(21):2726-2735.
[8] Kothe R, O'Holleran JD, Liu W, et al. Internal archetecture of the thoracic pedicle. An anatomic study[J]. Spine, 1996,21: 264-270.
[9] 王欢喜,邓展生,向铁成,等. 胸椎弓根及其周围神经解剖关系的研究[J]. 湘南学院学报(自然科学版),2005,7(4):8-10.
[10] 严 军,宦 坚,郑祖根,等. 上中胸椎椎弓根-肋单位的CT测量及其临床意义[J]. 中国临床解剖学杂志,2007,25(6):636-639.
[11] Cinotti G, Gumina S, Ripani M, et al. Pedicle instrumentation in the thoracic spine. A morphometric and cadaveric study for placement of screws[J]. Spine, 1999;24(2):114-119.
[12] Lonstein JE, Denis F, Perra JH, et al. Complications associated with pedicle screws[J]. J Bone Jiont Surg, 1999,81A: 1519-1528.

(编辑:余汇洋)