

S2 椎弓根前外侧置钉法的应用解剖学研究

刘景臣¹, 李 野¹, 李 刚², 武云涛¹, 刘 波¹, 王建华¹, 朱庆三¹

(1 吉林大学白求恩第一医院脊柱外科 130012 长春市; 2 大庆油田总医院骨科 163411 大庆市)

【摘要】目的:观察 S2 椎弓根的解剖特点及与周围血管神经的毗邻关系,探讨以第一骶后孔与骶外侧嵴为解剖标志的 S2 椎弓根前外侧置钉技术的可行性。**方法:**取 20 具成人干燥骶骨标本,其中 15 具分别从 S1-S2 和 S2-S3 椎体融合遗迹(骶横线)处平行骶骨底平面截断骶骨,观察 S2 椎弓根的形态;在第一骶后孔下缘最低切迹处平行骶骨底平面截断骶骨。在 S2 椎弓根前部(即盆面),截面与骶前孔外侧缘连线的交点为 A 点,与耳状面前缘(即骶髂关节处)的交点为 B 点。在截面上测量骶外侧嵴(X 点)与 A、B 两点连线即 XA 线、XB 线长度及其与正中矢状面夹角 α 角、 β 角;在截面上测量骶中间嵴(Y 点)与 A、B 两点连线即 YA 线、YB 线长度及其与正中矢状面夹角 γ 角、 θ 角;在 5 具完整的干燥骶骨标本上于 X 点向前外侧置入椎弓根螺钉,置钉方法为矢状面平行骶骨底,角度在 α 角与 β 角之间,并行 CT 扫描观察螺钉的位置。在 10 具经福尔马林浸泡固定的成人尸体标本上观察骶骨前血管神经的毗邻关系,观察骶前孔、骶髂关节与骶前交感干、骶内动静脉的关系。并按照上述测量结果分别在 X、Y 点向前外侧置入 S2 椎弓根螺钉,使螺钉穿出骶骨前方,落在骶前孔外侧缘与耳状面前缘之间。观察螺钉的出钉点与骶前血管神经的关系。**结果:**S2 前方有大量的骨质可供螺钉置入。XA 为 26.0 ± 1.7 mm, XB 为 33.1 ± 1.1 mm, α 角为 $22.1^\circ \pm 2.0^\circ$, β 角为 $36.0^\circ \pm 3.7^\circ$; YA 为 30.1 ± 0.8 mm, YB 为 35.5 ± 1.0 mm, γ 角为 $36.7^\circ \pm 1.5^\circ$, θ 角 $43.8^\circ \pm 1.3^\circ$ 。在骶髂关节前方从骶前孔外侧缘开始向外侧依次有骶内静脉、骶内动脉、骶外静脉、骶外动脉。第 1 骶前孔与第 2 骶前孔之间的前外侧有 S1 神经通过。骶前交感干走行在骶前孔内侧缘,出钉点在骶前孔外侧,骶内动静脉后方。**结论:**S2 椎弓根前外侧置钉安全可行,向前外侧固定时螺钉不能突破前方骨皮质,以免伤及骶前血管及神经。以骶外侧嵴与第一骶后孔下缘最低切迹水平面交点(X 点)为进钉点,前外侧置钉更适用。

【关键词】 骶 2; 椎弓根; 内固定; 解剖学

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2011.12.10

中图分类号: R687.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2011)-12-1011-04

Anatomy study of the pedicle screw placement anterolaterally on S2 vertebra/LIU Jingchen, LI Ye, LI Gang, et al/Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2011, 21(12): 1011~1014

【Abstract】 Objective: To investigate the S2 pedicle anatomy and determine the anatomic landmark and technique of S2 pedicle screw anterolateral placement associated with S1 foramen and lateral sacral crest. **Method:** 15 dry sacrum specimens from human being were used and the sacrum segments between S1 and S2, S2 and S3 vestige were separated with the line parallel to plane of sacrum bottom. The profile of S2 pedicle was observed. S2 pedicle was cut from the first posterior foramen lower edge parallel to the bottom of sacrum. In the anterior edge of S2 pedicle (pelvic surface of sacrum), the intersection between cutting plane and lateral marginal line of anterior foramen was defined as point A, and the ear-shaped front edge (the sacroiliac joints) of the intersection was defined as point B. The lateral sacral crest point was defined as X, and the length of XA and XB representing the minimum and maximum length of the screw was measured respectively. The angles between XA and sagittal plane, XB and sagittal plane were defined as α and β respectively, which represented the minimum and maximum inclined angle in the horizontal plane respectively. In this plane, the middle sacral crest was defined as point Y, which was the same as X, the YA, YB, γ and θ angles were measured. Pedicle screws were placed anterolaterally in 5 dry specimens, with the sagittal plane parallel to the sacral bottom and with the angle between α and β . CT scan was used to detect the site of

第一作者简介: 男(1963-), 医学博士, 教授, 硕士研究生导师, 研究方向: 脊柱外科

电话: (0431)88782850 E-mail: liu.jingc@163.com

通信作者: 李野 E-mail: liye78913@163.com

screws. In 10 adult cadavers, the relationship between pre-sacral blood vessel and nerve and pre-sacral foramen, sacroiliac joint and pre-sacral sympathetic trunk, the iliac artery and vein were investigated. According to the above-mentioned results, S2 pedicle screws were placed in X and Y point. The tip of the screw and its relationship with pre-sacral neurovascular were also investigated. **Result:** Space was available for S2 screw placement, and XA was 26.0 ± 1.7 mm, XB was 33.1 ± 1.1 mm, α angle (22.1 ± 2.0)°, β angle (36.0 ± 3.7)°; YA was 30.1 ± 0.8 mm, YB was 35.5 ± 1.0 mm, γ angle was 36.7 ± 1.5 °, θ angle was 43.8 ± 1.3 °. In front of the sacroiliac joint, from the lateral border of the anterior sacral foramen, there sited the internal iliac vein, internal iliac artery, external iliac vein, external iliac artery respectively. In this region, S1 nerve root passed through. Pre-sacral sympathetic trunk located in the inside edge of pre-sacral foramen, and the tip of screws located behind the iliac artery and vein, and also laterally in anterior sacral foramen. **Conclusion:** S2 pedicle screw placement anterolaterally is feasible and safe, the front cortical bone should not be penetrated to avoid the injury to sacral vessel and nerve root. X point can be used as entrance point.

[Key words] S2; Pedicle; Internal fixation; Anatomy

[Author's address] Department of Spine Surgery, the First Bethune Hospital of Jilin University, Changchun, 130021, China

前期工作中设计了一种 S2 椎弓根前内侧置钉法^[1],并在此基础上应用于临床,取得了良好的临床效果^[2]。但在临床工作中我们遇到一些骶骨纵行骨折的患者,向前外侧置钉可把两骨折端固定。为了得到确切的实验数据支持,我们通过解剖学研究,探讨 S2 椎弓根前外侧置钉方法的可行性及临床应用注意事项,总结报告如下。

1 材料与方法

1.1 标本和测量工具

20 例干燥骶骨标本,10 具经福尔马林浸泡固定过的成人尸体标本,不分性别、年龄,排除骨质破损、肿瘤及畸形。测量工具采用国产游标卡尺(精确度为 0.02 mm),量角器(精确度为 1°)。

1.2 干燥骶骨的观察与测量

15 具干燥骶骨标本分别从 S1-S2 和 S2-S3 椎体融合遗迹处平行骶骨底平面截断骶骨,观察 S2 椎弓根的形态。我们已经证实从第一骶后孔最低切迹处平行骶骨底平面截断骶骨,此平面正好通过 S2 椎弓根的中轴线^[1],所以在第一骶后孔下缘最低切迹处平行骶骨底平面截断骶骨,观察 S2 椎弓根的形态。在 S2 椎弓根前部(即盆面),截面与骶前孔外侧缘连线的交点为 A 点,与耳状面前缘(即骶髂关节处)的交点为 B 点。在此平面上测量骶外侧嵴 X 点与 A、B 两点连线即 XA 线、XB 线长度及其与正中矢状面夹角 α 角、 β 角(XA 和 XB 分别代表以骶外侧嵴为进钉点时螺钉最小和最大长度, α 角和 β 角分别代表螺钉在水平面上

与正中矢状面的最小和最大夹角);在此平面上测量骶中间嵴 Y 点与 A、B 两点连线即 YA 线、YB 线长度及其与正中矢状面夹角 γ 角、 θ 角(YA 和 YB 分别代表以骶中间嵴为进钉点时螺钉最小和最大长度, γ 角和 θ 角分别代表螺钉在水平面上与正中矢状面的最小和最大夹角,图 1)。在 5 具完整的干燥骶骨标本上由 X 点向前外侧置入椎弓根螺钉,置钉方法为矢状面平行骶骨底,角度在 α 角与 β 角之间,行 CT 扫描观察螺钉的位置(图 2)。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 12.0 统计软件对数据进行处理,测量结果用均值 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,对双侧数据进行 t 检验分析,以 P 值 < 0.05 为差异有显著性意义。

1.4 尸体标本观察

剥离尸体标本骶前结构,观察骶前孔与骶髂关节附近毗邻神经血管。

1.5 尸体标本模拟置入螺钉

模拟经 S2 椎弓根向耳状面前缘与骶前孔外侧之间行螺钉固定,在 10 具成人尸体标本上两侧置入骶骨螺钉(长度分别为 30 mm、35 mm、40 mm 三种规格,直径为 6.5 mm),使螺钉前端穿出骶骨前缘。方法:进钉点的选择分为两种,第一种方法:以 X 点为进钉点,椎弓根螺钉进入方向 F 角与骶骨岬平面平行,螺钉内倾约 22°~36°,使螺钉前端穿出骶骨前缘,观察出钉点位置。第二种方法:以 Y 点为进钉点,F 角与骶骨岬平面平行,螺钉内倾

约 $36^{\circ}\sim 43^{\circ}$, 使螺钉前端穿出骶骨前缘观察出钉点位置, 测量钉道长度。螺钉以 30mm 首先进行尝试性置入, 若未能冲破前层皮质, 换以 35mm 螺钉置入依此类推。

2 结果

2.1 S2 椎弓根的观察和测量

骶骨的椎弓根不具备胸、腰段椎弓根的明显特点。S2 呈扇形分布, 从后、外侧走向前内侧, 从骶后孔内侧缘开始向外到耳状面前缘范围内都是 S2 椎弓根的辐射范围。椎弓根前端稍宽与椎体相连, 骨密度较椎体厚, 后端连椎板, 上方平坦。与颈、胸、腰椎椎弓根不同的是骶骨的椎弓根两侧没有椎间孔, 可以起到固定稳定的作用。S2 椎弓根中轴线所在平面面积较其他截面积大。所有的测量指标都是左右双侧测量, 对数据进行双侧对比, 差异无统计学意义 ($P>0.05$), 故对双侧数据合并后计算均值 (表 1), XA 为 $26.07\pm 1.7\text{mm}$, XB 为 $33.1\pm 1.1\text{mm}$, α 角为 $22.1^{\circ}\pm 2.0^{\circ}$, β 角为 $36.0^{\circ}\pm 3.7^{\circ}$; YA 为 $30.1\pm 0.8\text{mm}$, YB 为 $35.5\pm 1.0\text{mm}$, γ 角为 $36.7^{\circ}\pm 1.5^{\circ}$, θ 角为 $43.8^{\circ}\pm 1.3^{\circ}$ (表 1)。干燥骶骨标本上置入的椎弓根螺钉位置良好。

2.2 尸体骶骨前毗邻结构及出钉点位置

髂总动脉约在 L5/S1 间隙水平分为髂内、外

动脉, 其中髂内动脉, 在骶髂关节前方行走一小段后分出前干及后干及若干分支, 且有伴随静脉。在骶髂关节前方从骶前孔外侧缘开始向外侧依次有髂内静脉、髂内动脉、髂外静脉、髂外动脉。第一骶前孔与第二骶前孔之间的前外侧有 S1 神经通过。骶前交感干走行在骶前孔内侧缘 (图 3a)。

两种方法置入螺钉的出钉点位置均没有进入椎管、骶前孔。螺钉透过前层皮质, 出钉点位于第一、二骶前孔之间, 水平范围在骶前孔外侧与耳状面前缘之间的四边形区域, 出钉后钉头紧贴髂内动静脉 (图 3b)。

3 讨论

3.1 S2 置钉的相关研究

表 1 从骶外侧嵴 X 点及 Y 点进钉通道测量数据

测量值		测量值	
XA(左 mm)	26.07 ± 1.22	YA(左 mm)	29.81 ± 0.92
XA(右 mm)	25.89 ± 2.10	YA(右 mm)	30.31 ± 0.69
XB(左 mm)	32.77 ± 0.82	YB(左 mm)	35.03 ± 1.02
XB(右 mm)	33.32 ± 1.36	YB(右 mm)	35.80 ± 0.98
α 角(左 $^{\circ}$)	22.13 ± 1.54	γ 角(左 $^{\circ}$)	36.27 ± 1.62
α 角(右 $^{\circ}$)	22.33 ± 2.27	γ 角(右 $^{\circ}$)	37.07 ± 1.33
β 角(左 $^{\circ}$)	35.20 ± 3.62	θ 角(左 $^{\circ}$)	43.14 ± 0.99
β 角(右 $^{\circ}$)	36.87 ± 3.67	θ 角(右 $^{\circ}$)	44.40 ± 1.40

注: 左右侧测量数据比较 $P>0.05$

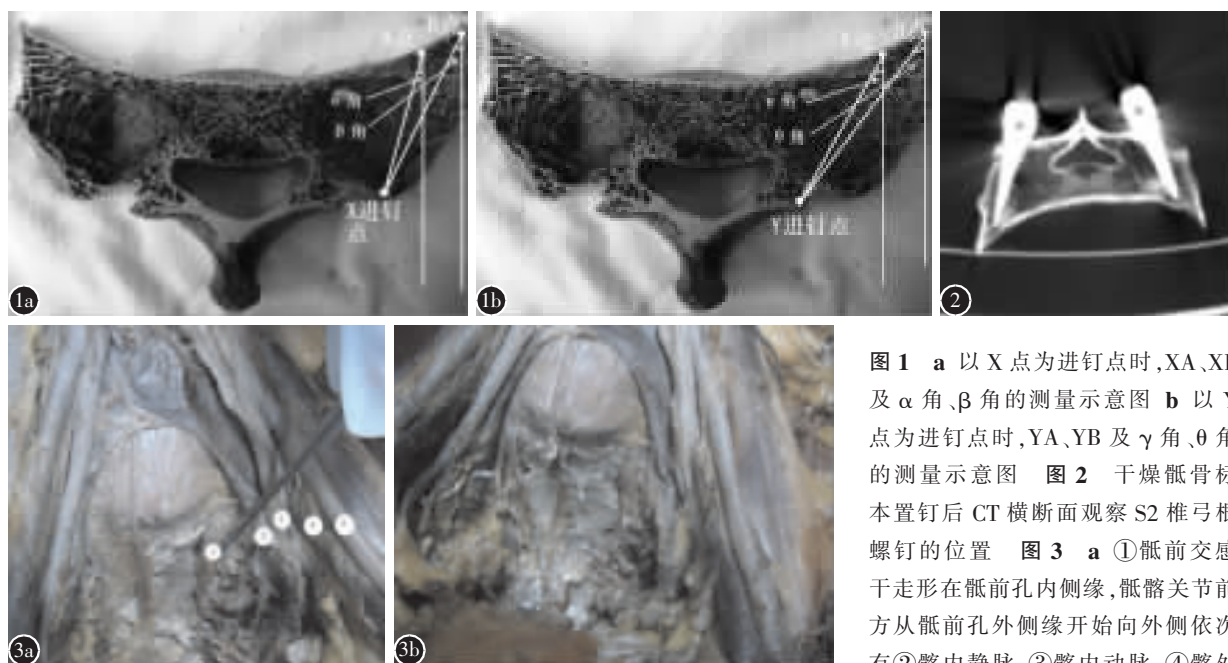


图 1 a 以 X 点为进钉点时, XA、XB 及 α 角、 β 角的测量示意图 b 以 Y 点为进钉点时, YA、YB 及 γ 角、 θ 角的测量示意图 图 2 干燥骶骨标本置钉后 CT 横断面观察 S2 椎弓根螺钉的位置 图 3 a ①骶前交感干走行在骶前孔内侧缘, 骶髂关节前方从骶前孔外侧缘开始向外侧依次有②髂内静脉、③髂内动脉、④髂外静脉、⑤髂外动脉 b S2 椎弓根螺钉的出钉点 (如箭头所示) 在骶前孔外侧缘连线与骶骨耳状面前缘之间, 位于髂内动静脉的后方

静脉、⑤髂外动脉 b S2 椎弓根螺钉的出钉点 (如箭头所示) 在骶前孔外侧缘连线与骶骨耳状面前缘之间, 位于髂内动静脉的后方

随着医疗技术水平的发展,腰骶部外伤治疗方式也随之发生改变。其中骶骨椎弓根螺钉内固定在手术中应用越来越广泛。在一些 S1 存在病变不能置钉或骨质疏松单纯 S1 置钉强度不够者,或者 S2 水平的骨折时,需要在 S2 水平置入螺钉。1991 年 Mirkovic^[3]设计了 S2 椎弓根置钉方法,以 S1 后孔下缘和 S2 后孔上缘间距离的上 1/3 为进钉点,与 S1 上终板平行,垂直向前。1997 年 Ebraheim^[4]设计了从椎弓根中轴平面进钉的方法。而 2002 年孙贺等^[5]则报道了 S2 椎弓根的内侧区置钉法和外侧区置钉法。我们在前期工作中也进行了 S2 椎弓根前内侧置钉的应用解剖学研究,同时进行了生物力学研究^[6],证实了 S2 椎弓根置钉的生物力学的可行性。在临床工作中,S2 前外侧置钉需要进一步研究,以满足不同患者的需求。

3.2 关于进钉点的选择原因

在试验测量中我们选择了 X、Y 两个解剖标志点进行测量,且在尸体标本中 X、Y 点均能置入椎弓根螺钉。在测量数据上看,Y 点的钉道长度更长。但是在临床中,一般 S2 椎弓根螺钉内固定不是单一椎体的固定,与上位腰椎螺钉连接固定的稳定性也至关重要,相对于 Y 进钉点,L4、L5 或 S1 的进钉点偏向外侧对于连接螺钉横杆不利,连接后力量传导不在垂直方向,其稳定性、安全性不能保证。X 进钉点位于腰椎椎弓根螺钉进钉点下方,便于连接固定,所以在临床工作中我们应选取 X 进钉点,放弃 Y 进钉点,该点位于第一骶后孔下缘最低点与骶外侧嵴交点,螺钉平行骶骨底平面由 S2 椎弓根后方进入向前外侧走行,螺钉长度约为 26~33mm,进钉角度为螺钉内倾且与正中矢状面夹角约为 22°~36°,螺钉不可突破前方骨皮质。同时实验中测量 X 点与骶管边缘最近的距离均大于 10mm,超过目前使用的椎弓根螺钉半径,所以确定第一骶后孔下缘最低切迹水平面与骶外侧嵴的交点是安全的进钉点(X 点)。此进钉点术中解剖标志明显,容易与腰椎螺钉连接,最大的优点是安全不容易进入椎管损伤神经及其血管。

3.3 关于进钉点与骶管的关系

在同一平面中。进钉点位于椎管的后外侧,由

于钉道走行方向是后内侧向前外侧,如果把钉尾看成坐标原点,那么螺钉的走向位于第二象限,骶管位于第一象限,即远离骶管的方向,所以从方向性来说没有可能进入骶管;再从进钉点 X 向骶管距离最近平面做垂线,测得值均在 10mm 以上,大于我们常规的螺钉直径,故螺钉不会在旋转置入的过程中,磨损骶骨边缘骨质进入椎管。

3.4 关于出钉点

观测到骶骨前外侧有众多的血管神经,不具备绝对安全区域。如果螺钉按照钉道方向通过前侧骨皮质,可能造成前方的神经血管损伤,所以螺钉应不突破前方骨皮质,此进钉方法在不能双层皮质固定的前提下,钉道越接近皮质前缘越有利于稳定。由于 XA 到 XB 是逐渐变大的, β 角到 α 角也是逐渐变大的,所以螺钉与正中矢状面夹角与进钉深度关系呈正相关,即角度越大,钉道深度越大。理论上钉道越深,螺钉越稳定,但是螺钉能否通过骶髂关节进入髂骨,需进一步研究。如果螺钉通过骶髂关节,对患者无影响,则在此进钉点的 S2 椎弓根螺钉,长度可以延长,固定更确实。

4 参考文献

1. 刘景臣,李野,武云涛,等.骶 2 椎弓根螺钉的应用解剖学研究[J].中国脊柱脊髓杂志,2010,20(2):152-155.
2. 刘景臣,李野,武云涛,等.骶 2 椎弓根螺钉固定在腰骶部稳定性重建中的临床应用[J].中国脊柱脊髓杂志,2011,21(5):404-407.
3. Mirkovic S, Abitobol JJ, Steinman J, et al. Anatomic considerations for sacral screw placement [J]. Spine, 1991, 16 (Suppl): 289-294.
4. Ebraheim NA, Lu J, Yang H, et al. Anatomic considerations of the second sacral vertebra and dorsal screw placement[J]. Surg Radiol Anat, 1997, 19(6):353-357.
5. 孙贺,徐达传,仇恒志,等.经后路第 2 骶椎螺钉进钉方法的应用解剖[J].中国临床解剖学杂志,2002,20(3):181-183.
6. 吴丹凯,刘景臣,李博,等.骶 2 椎弓根钉内进钉固定扭力与骶骨的应变分布规律 [J]. 中国组织工程与临床康复,2009,13(26):5052-5055.

(收稿日期:2011-08-02 修回日期:2011-09-15)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 刘彦)