

基础研究

骶骨椎弓根及侧块的应用解剖研究

李孟军¹,戴国强¹,占新华¹,韩爽¹,冯志¹,蔡思明¹,王金武²,蒋海涛²,黄敏²,廖广珊²,刘晓琳²

(1 上海市嘉定区安亭医院骨科 201805 上海市;2 上海交通大学医学院附属第九人民医院骨科、
上海交大医学院骨与关节研究中心 200011 上海市)

【摘要】目的:研究骶骨椎弓根及侧块的解剖学结构特点,为骶骨椎弓根和侧块螺钉内固定技术应用提供理论依据。**方法:**随机选择 60 例成人患者骶尾骨螺旋 CT 图像资料,应用三维重建技术确定骶骨椎弓根和侧块的进钉点,测量骶骨椎弓根和侧块的螺钉置入钉道长度和角度。选择 15 例成人尸体标本进行大体解剖,确定骶骨椎弓根和侧块的进钉点,并测量螺钉置入的钉道长度和角度。**结果:**S1~S5 的椎弓根和侧块变化较大但左右对称,椎弓根进钉点位于横突中线与骶后孔中点连线交点,侧块进钉点位于横突中线与骶外侧嵴交点内侧,椎弓根钉的钉道角度外倾约 20°,侧块螺钉轴线内倾约 20°。椎弓根、侧块及第一二尾骨均可容纳 4mm 以下的螺钉。骶骨椎弓根(S2~S5)是由五面皮质骨围绕而成的“三棱柱”状结构,而侧块只有 3 面皮质骨围成,且皮质骨壁间距大,对螺钉的夹持力较弱。而侧块钉道长度在 S1~S3 髂骨翼内长度较大,约为 35~45mm,而 S4~S5 的侧块钉道长度与椎弓根接近,约 10~15mm,置钉实验发现椎弓根和侧块发生位置错误的概率无显著性差异 ($P>0.05$)。**结论:**骶骨的椎弓根和侧块以及尾骨都可为骶尾骨骨折内固定和稳定性重建提供有效的固定解剖基础,椎弓根钉固定较侧块固定技术可能更方便、更牢固。

【关键词】 骶骨;椎弓根;侧块;尾骨;应用解剖学

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2010.10.18

中图分类号:R322.7 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2010)-10-0864-04

Anatomic study of pedicle and lateral mass of sacrum and coccyx/LI Mengjun,DAI Guoqiang,ZHAN Xinhua,et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord,2010,20(10):864-867

【Abstract】 Objective:To study the anatomic structure of sacral mass and pedicle from S1 to S5 and coccyx and to provide evidence for instrumentation at sacral and lateral mass.**Method:**CT images of 60 cases were collected randomly.The three dimensional image reconstruction was taken to explore the screw anchoring point at sacral pedicle and lateral mass as well as measuring the orientation and length and width of the sacral pedicle and lateral mass screw trace.And 15 cadaver specimens were collected,and the counterparts related to the screw fixation were also determined.**Result:**The screw anchoring point at pedicle and lateral mass from S1 to S5 was sited symmetrically.The anchoring points for sacral pedicle screws located at the intersection of the line connecting adjacent posterior sacral foramina and median line of sacral transverse process.While the anchoring point for lateral mass screw was on the media side of intersection between median line of sacral transverse process and lateral sacral crest.The shape of the sacrum pedicle from S2 to S5 were "three prism" with 5 cortex wall,while,the lateral mass comprised of only 3 cortex walls.The width of sacral pedicle from S1 to S5 and from Co1 to Co2 was enough to hold the screws of less than 4.0mm diameter.The range of pedicle length from S1 to S5 was from 10mm to 45mm,with the maximum length at S1-S3 media wing of iliac crest (35-45mm),and the angles of pedicle and lateral mass screws were about 20°.No significant difference was found with respect to misplacement of screw between pedicle screws and lateral mass screws ($P>0.05$).**Conclusion:**Both sacral pedicle and lateral mass can provide enough space for screw placement due to sacrum and coccyx fracture,and pedicle screw fixation is more reliable and easier to manage than lateral mass fixation.

【Key words】 Sacrum;Coccyx;Pedicle;Lateral mass;Applied anatomy

【Author's address】 Department of Orthopedics, Anting Hospital, Shanghai, 201805, China

基金项目:上海市嘉定区科委立项资助项目(JKJ 2007-029)

第一作者简介:男(1966-),医学硕士,副主任医师,研究方向:脊柱外科

电话:(021)59561105 E-mail:limengjun590@sohu.com

骶骨具有不同于胸腰椎的解剖特征, 骶骨本身并没有典型的椎弓根和侧块, 为研究方便, 本课题组定义骶骨横突与椎体间的过渡区为椎弓根, 横突末端与骶髂关节面接触部融合区(含骶骨翼)统称为侧块。目前, 关于骶骨的解剖学研究多集中在 S1、S2, 而 S2 以下骶骨椎弓根的应用解剖学研究尚未见报道^[1,2]。为探索骶骨椎弓根和侧块的解剖特征及固定技术的可行性, 本课题组对骶骨椎弓根及侧块的解剖基础和相关特征进行影像学和解剖学研究, 旨在为骶尾骨折内固定和骶尾骨重建技术提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

采用随机选取的我院 2004 年 1 月~2009 年 12 月的 60 例成人骶尾骨螺旋 CT 扫描图像资料。其中男 31 例, 女 29 例, 年龄 19~78 岁, 平均 45.5 岁。尸体标本由第二军医大学解剖实验室提供, 15 例均属为较新鲜、存放固定时间小于 12 个月的成人尸体标本, 其中男 9 例, 女 6 例, 年龄 19~76 岁, 平均 43.8 岁。

试验器械均购自上海市医疗器械有限公司, 游标卡尺、量角器(上海测量仪器厂生产)。试验用钢板、螺钉由上海市浦卫医疗器械有限公司提供。应用美国 GE 螺旋 CT、DW2.4 处理软件进行三维重建图像操作及数据测量。

1.2 研究方法

1.2.1 CT 片测量 应用美国 GE 螺旋 CT 配套 DW2.4 处理软件三维成像技术重建骶尾骨 CT 三维图像进行测量, 取骶骨轴位垂直切面, 依次从 S1~Co2(第二尾骨, Coccyx 2)与骶骨垂直截面选取, 选取介于两个骶骨后孔之间的中间点的截面(亦即椎弓根的中央), 推断出标记点(进钉点), 测量骶骨侧块和椎弓根螺钉置入钉道长度和角度(图 1、2), 在后位图像垂直位测量骶后孔之间的最小距离作为椎弓根的宽度参考值。测量尾骨时选取矢状位切面测量其厚度和长度。

1.2.2 尸体标本解剖及测量 先完成大体解剖, 观察骶骨前孔与骶神经、髂血管、直肠等脏器的关系, 去除皮肤、皮下脂肪、肌肉组织, 仅留神经根、骶尾骨。测量骶骨后孔之间的距离作为椎弓根的宽度。咬除骶骨椎板, 显露 S1~S5 椎弓根(图 3)后面, 截面以两侧两个骶骨后孔之间最短连线的中点为切入线角度与骶骨轴垂直截取, 在截面上采

用游标卡尺、量角器自动读数, 精确到 0.1mm 及 0.1°, 确定进钉点、出钉点, 以及椎弓根钉和侧块钉的钉道的长度和角度。S5 由于侧块消失, 对临床治疗无意义, 未做研究。选取正中矢状位切面测量尾骨的厚度、长度, 作为螺钉固定的参考依据。

1.2.3 螺钉置入实验 选择 8 例较完整的典型尸体标本, 根据本研究定位技术数据应用螺钉进行置入试验, 用手锥钻孔, 钻开背侧及对侧骶骨皮质, 钻孔直径 2.5mm, 测深后拧入直径 3.5mm 松质骨螺钉透过对侧皮质(<2mm), S2、S3 侧块因深度太大可不使螺钉透过对侧皮质, 同一节段右侧拧入椎弓根钉, 左侧拧入侧块螺钉, S5 只用椎弓根钉, 在尾骨的中点处拧入螺钉, 然后再进行解剖验证, 方法同上。

1.3 统计学处理

所得数据采用美国 SPSS 13.0 软件处理, 计数资料采用 χ^2 检验, 计量资料采用 t 检验, 差异显著性标准设定为 $P<0.05$ 水平。

2 结果

2.1 CT 片及解剖测量结果

骶骨各个节段椎弓根、侧块的钉道长度、角度、椎弓根宽度, 以及尾骨长度和厚度测量结果见表 1。CT 图像测量结果较尸体标本解剖测量数值略大, 但并无显著性差异($P>0.05$)。尾骨 CT 测量 Co1 的长度为 $12.8\pm 2.5\text{mm}$, 厚度为 $10.2\pm 1.6\text{mm}$; Co2 的长度为 $10.4\pm 1.7\text{mm}$, 厚度为 $9.6\pm 1.8\text{mm}$ 。尾骨尸体解剖测量结果: Co1 的长度为 $15.8\pm 3.7\text{mm}$, 厚度为 $10.6\pm 2.4\text{mm}$; Co2 的长度为 $11.3\pm 1.8\text{mm}$, 厚度为 $10.4\pm 2.8\text{mm}$ 。

2.2 椎弓根及侧块进钉点定位及置钉结果

第一骶椎(S1)椎弓根与腰椎相似, 进钉点位于 S1 关节突外侧缘与骶骨上缘和第一骶后孔之间的连线中点上, 侧块钉进钉点属同一点; S2~S5 椎弓根进钉点位于相邻骶后孔之间连线与横突中线交点, 外倾角约 20°; Co1、Co2 的进钉点分别位于第 1、2 尾骨的中点; S2 以下骶骨椎弓根处于骶骨后板的掩盖之下, 骶骨椎弓根结构特殊, 类似“三棱柱”状(图 4), 其外侧壁为上下骶后孔内侧及对应壁骨质, 内侧壁为骶管侧壁, 底为骶骨体前壁, 顶面为朝向骶骨后面介于两个骶后孔间的横突根部与骶管侧壁之间区域, 呈口小、底大“三棱柱”状皮质骨结构, 其轴线外倾约 20°。

S2~S5 侧块进钉点位于相邻骶后孔外侧缘连

线与横突中线交点的骶外侧嵴内侧, 内倾角约 20°。用两个骶后孔之间的连线上骶后孔间的距离代表椎弓根的直径较可靠和实用。椎弓根钉的出钉点位于骶骨体前面边缘内侧椎体前中线外侧的 1/3 处(图 5)。

本实验组共计拧入椎弓根钉 40 枚, 侧块钉 30 枚, 尾骨钉 16 枚, 解剖证实进入骶管 2 枚(5%), 进入骶骨神经孔 2 枚(5%), 进入骶髂关节 3 枚(10%), 侧块与椎弓根组对比发生置钉位置错误概率无显著性差异($\chi^2=1.247, P>0.05$)。尾骨螺钉无进入椎间盘和软组织发生。错误置入的螺钉都发生在 S2~S4 节段, 与神经根贴近, 无直接挤压、刺断、贯穿等损伤类型。

3 讨论

3.1 骶尾骨基本解剖特点

骶尾骨位于人体中轴上, 是连接脊椎与骨盆的结构和力学传导枢纽, 也是骨盆的重要组成部分, 骶骨骨折占骨盆骨折的 16%~30%^[3], 保持骶尾骨的完整对恢复人体正常负重和行走功能, 以及大小便和性功能都具有重要意义。

骶前间隙结构疏松, 静脉丛不发达, 髂内动静脉、骶丛神经位于骶前孔外侧, 而骶骨椎弓根钉的出钉点位于骶前孔内侧缘连线的内侧, 恰好可避开神经、动静脉等重要结构, 椎弓根钉如果透出皮质小于 2mm, 则被认为是安全的, 不会造成前方器官的损伤。骶骨侧块位于髂骨深面, 且被韧带组织覆盖, 显露较困难, 因此侧块螺钉容易进入骶髂关节、损伤骶前血管丛、神经丛等。断面解剖发现骶管较宽大、前后扁平呈“人”字型, 位于骶骨后方, 椎板菲薄, 棘突不发达, 神经根管和神经孔呈分叉状与骶管相接, 螺钉经过神经根后距离椎体

表 1 CT 图像及尸体标本上各指标测量结果 ($\bar{x}\pm s$)

	CT 图像					尸体标本				
	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5
椎弓根长度(mm)	41.3±5.6	31.7±3.4	20.4±3.6	10.7±2.7	8.8±2.6	42.4±6.5	33.2±4.2	22.4±3.8	11.3±3.1	9.7±2.5
椎弓根角度(°)	22.6±5.4	23.3±6.2	23.7±5.2	24.1±4.3	23.1±5.3	24.1±7.6	23.5±5.4	23.2±4.3	23.2±5.6	22.7±6.5
椎弓根宽度(mm)	19.9±2.5	10.2±1.9	10.3±2.1	10.2±1.8	10.1±1.9	16.9±4.6	12.1±2.7	11.8±1.4	10.7±2.7	10.6±2.7
侧块的长度(mm)	37.6±5.4	38.1±6.2	31.7±3.3	11.4±2.3	—	36.5±6.2	37.9±5.3	29.4±4.5	12.4±2.5	—
侧块的角度(°)	22.6±4.6	24.3±6.5	23.6±5.5	23.2±5.6	—	22.7±5.2	23.1±6.7	22.5±4.6	23.3±5.3	—

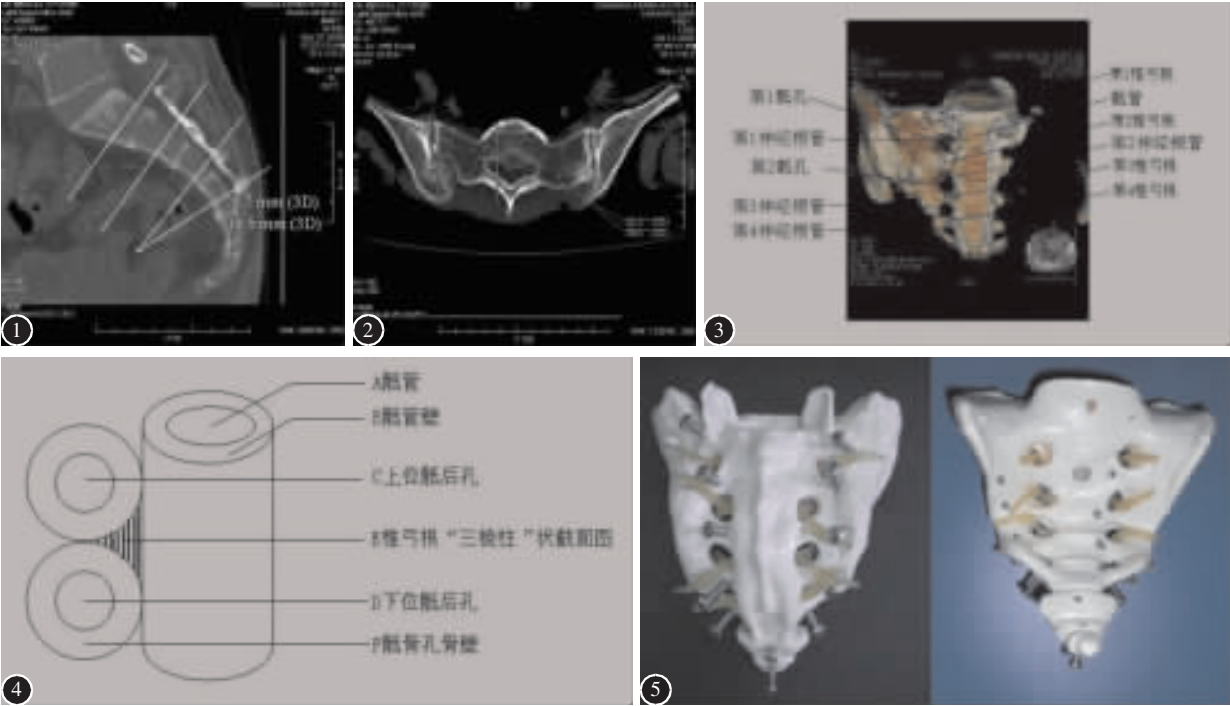


图 1 骶骨 CT 三维成像矢状面截面角度示意图 图 2 S1 骶骨横截面测量椎弓根、侧块示意图 图 3 CT 三维重建骶骨椎弓根、骶管后剖面图 图 4 骶骨椎弓根“三棱柱”状截面观示意图 图 5 骶骨椎弓根钉及侧块钉模型示意图

前缘有较长距离,只要进钉点定位正确,骶骨椎弓根钉固定技术是安全的^[4]。

3.2 应用 CT 三维重建技术研究的可靠性

应用 CT 三维重建技术重建骶尾骨模型,充分发挥随意可控切割的特点,逐层剖开发现骶骨椎弓根位于骶骨后皮质骨板下,呈“三棱柱”状,其进钉轴线斜向椎体前中线方向约 20°,由于椎弓根轴线自后外斜向前内,其进钉点位于两个骶后孔连线中点是一种安全的选择,与相关报告的关节突嵴(即骶中间嵴)外侧^[5,6]不同,考虑可能是因为骶骨的关节突已明显退化,难以作为解剖定位标记,骶后孔、横突融合而成的横突则成为其主要特征,解剖显示用两个骶骨后孔之间的距离代表椎弓根的宽度(直径)是可靠选择。尾骨可以容纳 1 枚直径 4mm 的螺钉,进钉点为尾骨的中点。

骶骨不同节段椎弓根及侧块的进钉角度和长度虽然解剖变异较大,但前后骶孔、椎弓根宽度双侧对称^[7]。本研究显示,第一骶椎的椎弓根和侧块的平均直径大于 17mm,长度基本相等,应用直径 7mm 以下的椎弓根钉是安全的;第二骶椎的椎弓根平均直径大于 12mm,应用直径 4mm 以下的螺钉,侧块应用直径 6mm 以下的椎弓根钉是适合的;第 3 骶椎以下的椎弓根平均直径大于 10mm,因此椎弓根和侧块、尾骨都可接受直径 3.5mm 螺钉固定。进钉角度和长度应以个体检查为准。根据 CT 研究结果,本研究尸体标本椎弓根置钉准确率可达 90%以上,证明了这一设计的合理性和实用性,说明计算机模拟技术可同实体及尸体实验一样,成为可靠指标。在测量操作中,截面的角度对测量结果影响较大,骶后孔间的距离测量变异较大,应以两个骶骨后孔的最小距离连线中点为参照标准来确定。

3.3 椎弓根及侧块的解剖特点与固定强度的关系

尸体标本实体测量较影像学研究更真实,但尸体标本测量与 CT 三维测量不同,尸体标本测量难以排除软骨、韧带结构的影响,但尸体解剖容易去除角度、变异的影响,可重复性操作,使结果更加真实可靠。虽然各个椎弓根及侧块的钉道测量值略大于 CT 测量值,但无统计学差异。骶骨椎弓根骨质硬度大于侧块,主要原因是:①椎弓根由五面皮质骨组成一个“三棱柱”(上下骶骨孔骨壁、椎管侧壁、椎弓根前后壁组成)状,管壁四面皮质

骨,且直径较小,对螺钉的夹持力较大,而侧块主要由外侧及前后壁骨皮质维持强度,且上下面宽大,对螺钉的夹持力弱;②S2~S3 侧块厚度极大,螺钉难以贯穿双侧皮质,靠单侧皮质骨和较长的深度,仍然难以超过椎弓根所提供的力学强度;③骶骨体的生物力学传导主要经过椎体、椎弓根传导到达侧块,再传导到双侧髂骨,而侧块关节面宽大,故椎弓根承受的生理应力远大于侧块,骨质结构紧密,所以椎弓根、椎体的骨质强度也大于侧块;④维持骶骨的稳定,椎弓根钉的力臂明显短于侧块,侧块钉固定的固定阻力臂较长会减少固定效果,故椎弓根钉固定技术与侧块相比具有更强的力学基础。由于骶骨体内主要为松质骨,为保障力学要求,不管是侧块还是椎弓根钉都应突破前皮质,达到双侧皮质固定,以增强固定力,突破的长度应小于 2mm^[7],使安全性和坚固性都能得到保障。

本研究应用计算机三维重建技术结合尸体解剖研究,初步确定骶骨椎弓根及侧块的解剖特点、螺钉进钉点、进钉角度等数据,由于不同民族、性别、个体间骶骨椎弓根、侧块差异较大,尚需多人种大样本研究,而骶骨固定专用钢板和螺钉的开发更有待进一步研究。

4 参考文献

1. Akesen B, Wu C, Mehbod AA, et al. Biomechanical evaluation of paracoccygeal transsacral fixation [J]. Spinal Disord Tech, 2008, 21(1): 39-44.
2. 刘景臣, 李野武, 云涛等. 骶 2 椎弓根置钉的应用解剖学研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2010, 20(2): 152-155.
3. Sar C, Kilicoglu O. S1 pediculoiliac screw fixation in instabilities of the sacral complex: biomechanical study and report of two cases[J]. J Orthop Trauma, 2003, 17(4): 262-270.
4. 刘正津, 陈尔瑜. 临床解剖学丛书·胸部和脊柱分册[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1996. 284-288.
5. Lehman RA Jr, Kuklo TR, Belmont PJ Jr, et al. Advantage of pedicle screw fixation directed into the apex of the sacral promontory over bicortical fixation[J]. Spine, 2002, 27(8): 806-811.
6. 王奇, 黄其杉, 王向阳, 等. 骶骨后路钉板固定的解剖学研究[J]. 中华骨科杂志, 2010, 30(3): 277-281.
7. Weh JM, Kraus KH. Unstable sacral fractures: associated injuries and morbidity at 1 year[J]. Vet Surg, 2007, 36(8): 775-782.

(收稿日期: 2010-05-13 修回日期: 2010-08-18)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)