

· 临床研究 ·

基于连续骨盆轴向 CT 扫描的上骶段分型

蔡鸿敏¹, 高书图¹, 成传德¹, 吴学建², 王武超¹, 汤金城¹, 段卫峰¹, 张川¹

(1. 洛阳正骨医院骨盆外科, 河南 洛阳 471002; 2. 郑州大学第一附属医院骨科, 河南 郑州 450052)

【摘要】 目的: 介绍基于连续骨盆轴向 CT 扫描的上骶段的分型及其意义。方法: 对 127 例全骨盆 2.0 mm 层厚轴向扫描图像进行观察, 测量 S₁ 的平向骶髂螺钉通道, 根据平向通道的大小对上骶段进行分型。如平向通道存在且在至少 4 层扫描图像上其宽度均 > 7.3 mm, 则将其定义为正常型上骶段; 如平向通道存在且在扫描层面上其最大宽度 ≤ 7.3 mm, 则将其定义为过渡型; 如平向通道不存在, 即在所有扫描层面上其宽度均 ≤ 0 mm, 则将其定义为变异型。计算各型的例数、百分比及平向螺钉通道的平均值。结果: 正常型 58 例 (45.7%), 其平向螺钉通道平均宽度 13.9 mm; 过渡型 42 例 (33.1%), 其平向螺钉通道的平均宽度 5.2 mm; 变异型 27 例 (21.2%), 其平向螺钉通道的平均宽度为 0.9 mm。所有病例的上骶段可归属于 3 型中的 1 型。结论: 正常型上骶段因存在平向安全通道而可置入平向骶髂螺钉, 过渡型及变异型上骶段因无平向通道而无法置入平向骶髂螺钉。过渡型较变异型的优势表现在其标准骶骨侧位像上的有限平向通道可以作为进钉点的选择区域。

【关键词】 骨盆骨折; 骶髂关节; 骶骨; 骨折固定术, 内; 体层摄影术, X 线计算机

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2014.10.016

Classification of upper sacral segment based on continuous axial pelvic computed tomography scan CAI Hong-min, GAO Shu-tu, CHENG Chuan-de*, WU Xue-jian, WANG Wu-chao, TANG Jin-cheng, DUAN Wei-feng, and ZHANG Chuan.
*Department of Pelvic Surgery, Luoyang Orthopaedic Hospital, Luoyang 471002, Henan, China

ABSTRACT Objectives: To introduce a classification system of upper sacral segment and its significance based on the continuous pelvic axial computed tomography scan. **Methods:** The whole pelvis 2.0 mm thick axial scan images of 127 cases were observed, the sacroiliac screw channel of S₁ were measured, according to the size of the transverse screw channel the upper sacral segment were classified. Such as transverse screw channel existed and in at least 4 layer scan images its width was > 7.3 mm, it was defined as sacral segment of the normal type. Such as transverse screw channel existed and its maximum width was 7.3 mm or less on scanning level, it was defined as a transitional. Such as transverse channel did not exist, or its width on all scanning level was 0 mm or less, it was defined as dysplastic. Various cases, percentage, and the average of the transverse screw channel were calculated. **Results:** There were 58 normal (45.7%), 42 transitional (33.1%), and 27 dysplastic (21.2%) upper sacral segments with an averaged width of the transverse screw channel of 13.9 mm, 5.2 mm, and 0.9 mm, respectively. Each specimen could be defined as one of the three types of upper sacral segment without exceptions. **Conclusion:** It is possible to insert a transverse iliosacral screw into a normal upper sacral segment when indicated because of the capacious transverse screw channel. The transverse iliosacral screw placement into the transitional and dysplastic upper sacral segments was contraindicated because of the limited or none transverse screw channel. The transitional upper sacral segment was superior to the dysplastic segment due to its starting point location restriction on the true lateral sacral view.

KEYWORDS Pelvic fracture; Sacroiliac joint; Sacrum; Fracture fixation, internal; Tomography, X-ray computed
Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2014, 27(10): 866-869 www.zggszz.com

骶髂复合体形似吊桥, 受损后须手术治疗。骶髂螺钉置入技术经 Matta 等^[1]推出后逐渐被推广, 目前成为治疗骶骨骨折、骶髂关节脱位或骨折脱位的标准手术方法^[2-5]。因为骨盆后环的骨性解剖非常复杂, 此外紧贴螺钉骨性通道重要的神经血管等组织

结构^[6], 使得操作难度大、风险高, 故术前需要进行周密的计划。CT 扫描是了解骨盆后环损伤的最为有效的检查手段并成为术前准备的重要组成部分。目前, 关于上骶段 (upper sacral segment), 即 S₁ 骶段分型的报道少且多有不足。为了能更好地指导骶髂螺钉置入操作, 笔者在躯体轴向连续骨盆 CT 扫描的基础上对上骶段进行了分型, 现报告如下。

1 研究对象

对 2011 年 9 月至 2013 年 6 月间于我院进行骨

通讯作者: 成传德 E-mail: doc_humane@163.com

Corresponding author: CHENG Chuan-de E-mail: doc_humane@163.com

盆 CT 检查的成人的检查结果进行筛选,排除明显骨盆后环病变及创伤所致畸形、腰椎骶化、骶椎腰化。筛选出全骨盆 2.0 mm 层厚轴向 CT 扫描图像作为研究对象,共 127 例,其中男 69 例,女 58 例;年龄 18~82 岁,平均 45 岁。

2 研究方法

通过医院影像中心 PACS 系统对筛选出的每例 CT 图像进行观察,并应用蔡鸿敏等^[7]的方法对 S₁ 骶段的连续扫描层面进行测量:髂骨皮质密度线 (iliac cortical density, ICD) 与骶骨翼斜坡 (sacral alar slope, SAS) 间存在 3 种关系,即 SAS 高于、平于、低于 ICD。SAS 高于和平于 ICD 则以双侧 ICD 连线作为平向螺钉通道的前界,SAS 低于 ICD 则以双侧 SAS 最低点连线为平向螺钉通道前界;双侧骶神经根管 (sacral nerve root tunnel, SNRT) 前缘连线为平向通道后界;前后界间最短距离为平向螺钉通道宽度。如连续轴向 CT 扫描像上至少 4 个层面^[8]的宽度测量值均 >7.3 mm,则将其定义为正常型上骶段 (见图 1);如存在平向通道,但在扫描层面上其最大宽度值 ≤ 7.3 mm,则将其定义为过渡型 (见图 2);如不存在平向通道,即所有层面扫描图像平向通道均 ≤ 0 mm (ICD 连线与 SNRT 前缘相切时为零,通过 SNRT 时为负值),则将其定义为变异型 (见图 3-4)。

记录分属于各型的 S₁ 骶段的总例数并计算其百分比,记录各型每例 S₁ 骶段内显示有平向螺钉通道的诸扫描层面上所测量的通道宽度的最大值 (负值时记录最小值) 并计算其平均值。

3 结果

3.1 各型的例数及百分比 正常型 58 例 (45.7%), 过渡型 42 例 (33.1%), 变异型 27 例 (21.2%)。所有病例的上骶段可归属于 3 型中的 1 型。

3.2 平向螺钉通道的平均宽度及其对分型的意义 正常型平均钉道宽度 13.9 mm, 其意义在于正常型上骶段有充足的平向通道 (见图 5) 以容纳至少 1 枚直径 7.3 mm 的平向骶髂螺钉。过渡型平均钉道宽度 5.2 mm, 此型上骶段平向通道狭窄而无法容纳平向骶髂螺钉, 但在标准骶骨侧位像上其局限的平向通道可作为斜向骶髂螺钉进钉点的选择区域 (见图 6)。变异型平均钉道宽度 0.9 mm, 此型无平向通道来容纳平向骶髂螺钉或作为进钉点的限制区域。

4 讨论

4.1 上骶段分型的现状 关于上骶段分型,国外应用较广且较有影响力的是 Rouff 分型^[9-10],将上骶段分为正常型 (normal) 及变异型 (dysmorphic), 并归纳出变异型上骶段的 7 个影像诊断标准: ①在骨盆出口位上 S₁ 上终板高度平双侧髂嵴最高点连线; ②在骨盆出口位上 SAS 区域存在乳突体 (mammillary body); ③在骨盆出口位上 S₁、S₂ 间可见残存的椎间隙; ④在骨盆出口位上 S₁ 骶前孔大且不规则; ⑤在骨盆入口位上 SAS 区域可见压迹 (indentation); ⑥在骨盆出口位及标准骶骨侧位像上 SAS 较为陡峭; ⑦在轴向 CT 扫描上骶髂关节表现为“沟中舌” (tongue in groove) 样外观。此分型系统有其局限性。两型之间存在一定的假阳性率,例如,笔者发现有些

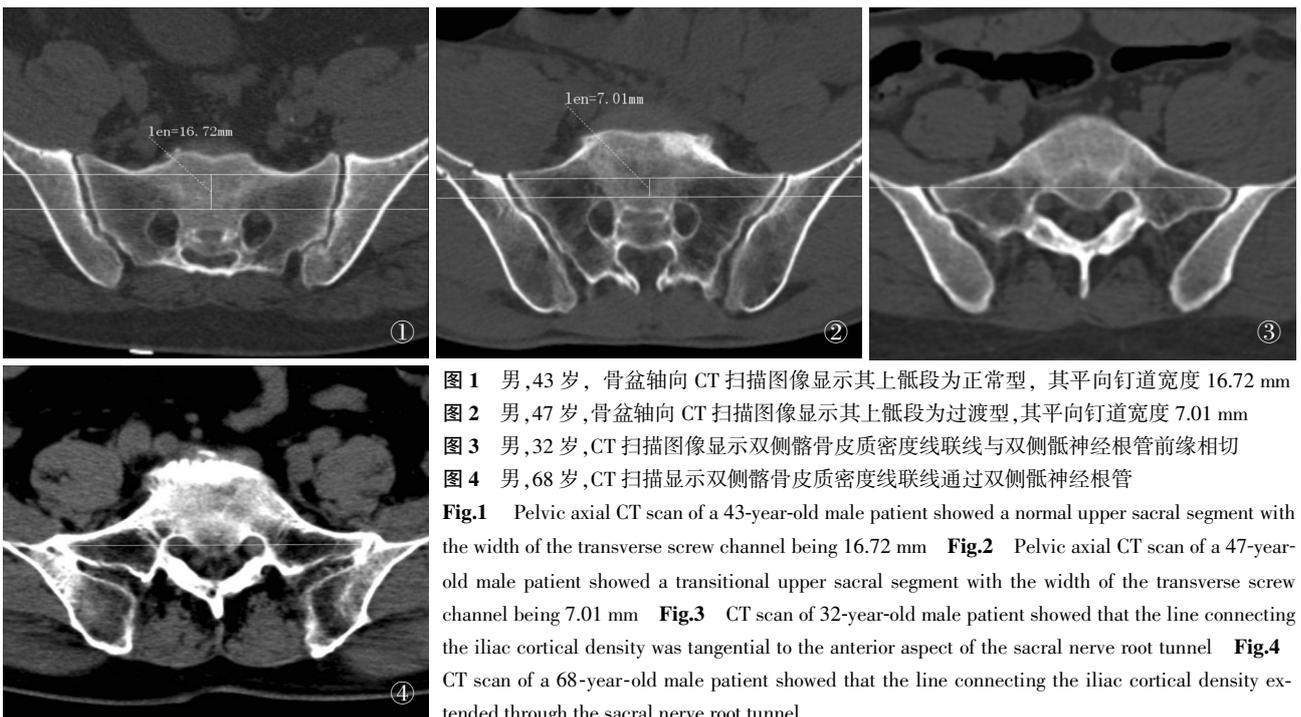


图 1 男,43 岁,骨盆轴向 CT 扫描图像显示其上骶段为正常型,其平向钉道宽度 16.72 mm
 图 2 男,47 岁,骨盆轴向 CT 扫描图像显示其上骶段为过渡型,其平向钉道宽度 7.01 mm
 图 3 男,32 岁,CT 扫描图像显示双侧髂骨皮质密度线连线与双侧骶神经根管前缘相切
 图 4 男,68 岁,CT 扫描显示双侧髂骨皮质密度线连线通过双侧骶神经根管
Fig.1 Pelvic axial CT scan of a 43-year-old male patient showed a normal upper sacral segment with the width of the transverse screw channel being 16.72 mm **Fig.2** Pelvic axial CT scan of a 47-year-old male patient showed a transitional upper sacral segment with the width of the transverse screw channel being 7.01 mm **Fig.3** CT scan of 32-year-old male patient showed that the line connecting the iliac cortical density was tangential to the anterior aspect of the sacral nerve root tunnel **Fig.4** CT scan of a 68-year-old male patient showed that the line connecting the iliac cortical density extended through the sacral nerve root tunnel

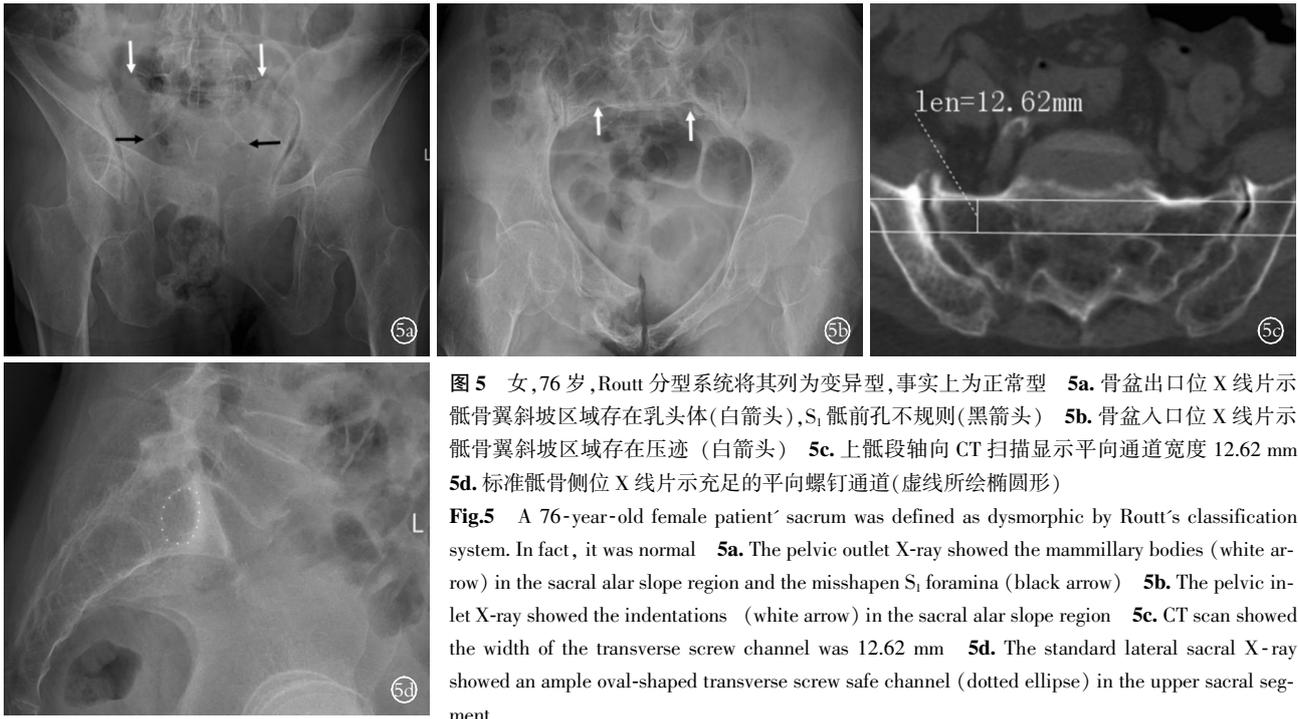


图 5 女, 76 岁, Roult 分型系统将其列为变异型, 事实上为正常型 **5a.** 骨盆出口位 X 线片示骶骨翼斜坡区域存在乳头体(白箭头), S₁ 骶前孔不规则(黑箭头) **5b.** 骨盆入口位 X 线片示骶骨翼斜坡区域存在压迹(白箭头) **5c.** 上骶段轴向 CT 扫描显示平向通道宽度 12.62 mm **5d.** 标准骶骨侧位 X 线片示充足的平向螺钉通道(虚线所绘椭圆形)

Fig.5 A 76-year-old female patient's sacrum was defined as dysmorphic by Roult's classification system. In fact, it was normal **5a.** The pelvic outlet X-ray showed the mammillary bodies (white arrow) in the sacral alar slope region and the misshapen S₁ foramina (black arrow) **5b.** The pelvic inlet X-ray showed the indentations (white arrow) in the sacral alar slope region **5c.** CT scan showed the width of the transverse screw channel was 12.62 mm **5d.** The standard lateral sacral X-ray showed an ample oval-shaped transverse screw safe channel (dotted ellipse) in the upper sacral segment

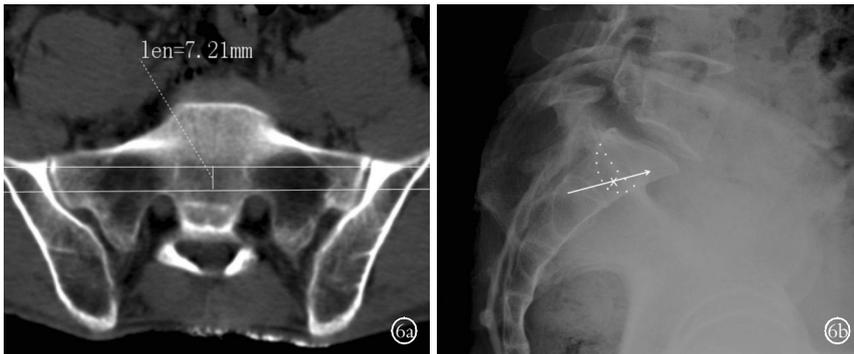


图 6 男, 47 岁, 过渡型上骶段 **6a.** 上骶段轴向 CT 扫描显示平向通道宽度 7.21 mm **6b.** 标准骶骨侧位 X 线片示上骶段内有限的可作为斜向骶髂螺钉进钉点的限制区域的平向通道(虚线), X 模拟进钉点, 白箭头模拟在侧位像上导针的头端、前方指向, 可以直接免除内置物对 S₁ 神经根的威胁

Fig.6 A 47-year-old male patient with a transitional upper sacral segment **6a.** The width of the transverse screw channel measured on the CT scan was 7.21 mm **6b.** The standard lateral sacral X-ray showed the limited transverse screw channel in the upper sacral segment (dotted zone), which can be used as a restriction for starting point location. Setting the starting point in the zone (simulated by the mark of "X") with a cranial-anterior orientation (stimulated by the white arrow) can initially preclude the S₁ nerve injury

存在上述影像表现的上骶段却有着较为宽敞的平向通道, 实际应被诊断为正常型(见图 5)。且两型之间还存在一定的过渡和重叠, 即有些具有某几项上述特征的上骶段既非正常型亦非变异型, 说明这种分型系统并不具有特异性。

4.2 分型方法、特点及依据 笔者将上骶段分为正常型、过渡型和变异型。通过 CT 测量由不同的且连续的数字区间将 3 型截然分开而使其不存在重叠及

遗漏。有研究通过测量上骶段斜向骶髂螺钉通道发现几乎所有上骶段可置入至少 1 枚标准(斜向)骶髂螺钉^[9-10]。因而, 斜向螺钉通道对上骶段的分型不存在明显的区分性。然而, 事实表明并非所有上骶段都存在平向通道且通道大小(宽度)存在差别。因此, 平向螺钉通道对不同类型的上骶段存在明显的区分性, 笔者应用其对上骶段进行分型。因目前国内外常规使用的骶髂螺钉多为直径 7.3 mm 及 6.5 mm 两种规格(前者应用较多), 且当平向通道 > 7.3 mm 时理论上可安全容纳 1 枚直径 7.3 mm 的平向骶髂螺钉, 故笔者将正常型及过渡型的区分值设定为 7.3 mm。

4.3 正常型上骶段的意义 正常型上骶段具有可以容纳平向骶髂螺钉的安全通道, 也同样存在宽敞的斜向通道^[10]。在骨盆后环损伤后可以根据具体的骨折类型置入平向或斜向骶髂螺钉。因通道宽裕而对骶髂螺钉偏差(相对于平向或斜向通道的轴)的容忍度较大, 置钉过程相对较为容易和轻松, 损伤钉道周围重要的神经、血管等组织的概率相对较小, 是 3 种类型中置钉操作最为容易的一种。某些骨折类型(如 OTA-61C1.3、2.3、3.2、3.3

等)需要置入平向甚至横贯骶髂螺钉(transiliac transsacral screw)^[9,12]时,术者首先需要通过骨盆轴向 CT 扫描或标准骶骨侧位 X 线片明确平向通道的宽度。宽度越小对平向螺钉偏差的容忍度就越小,置钉难度就越大,医源性神经血管损伤的概率就越大,就越应当慎重。

4.4 过渡型及变异型上骶段的意义 过渡型及变异型上骶段因平向钉道不充足及不存在而禁止置入超过 SNRT 及骶前孔的平向骶髂螺钉,否则必然导致医源性 S₁ 神经损伤。实际上,不超过 SNRT 及骶前孔的平向螺钉联合其他螺钉(斜向 S₁ 螺钉或平向 S₂ 螺钉)是可行的,因其也实现了两点固定(two-pointed stabilization)^[8,13]。但与主流的内固定构架(fixation construct),如 S₁ 双斜向骶髂螺钉、S₁ 斜向并 S₂ 平向骶髂螺钉等^[11]相比,除了视觉上的冲突外,主要在于固定强度方面的疑虑。可以明确的是笔者不推荐单独使用此类型的螺钉,因相对于皮质骨、骶椎体内较为致密的松质骨而明显疏松的椎体侧块松质骨对螺钉的支撑度差,易于导致固定失效^[12]。相对于变异型而言,过渡型上骶段仍有其独特的优势。在应用传统的术中透视方式置入骶髂螺钉的过程中,其操作较为容易且安全,在标准骶骨侧位像上,过渡型上骶段所存在的有限的平向通道可作为进钉点的选择区域。将进钉点确定于其内并结合骨盆出入口位确定好导针的头端、前方、内侧指向即可直接排除内置物对 S₁ 神经根的威胁(见图 6)。而在应用传统方式于变异型上骶段内置入斜向 S₁ 骶髂螺钉过程中,除非应用椎体侧块轴位像(sacral pedicle axial view, SPAV)^[14](局限性在于不易实施、要求患者俯卧及术者对该影像的透彻理解)或变异骶骨侧位像^[15](虽患者可仰卧,但局限性在于不易实施及要求术者对该影像的透彻理解),否则术中将没有任何直接的证据可证明内置物未损伤 S₁ 神经根。故相对于其他两型,于变异型上骶段内置入骶髂螺钉的难度最大、危险性最高。

总之,上骶段可以分为 3 型:正常型,过渡型及变异型。正常型上骶段因骨折类型的需要可以置入平向或斜向骶髂螺钉;过渡型及变异型上骶段禁止置入平向骶髂螺钉,但可置入斜向骶髂螺钉。过渡型上骶段较变异型上骶段而言具有局限的可以用来排除 S₁ 神经根损伤的进钉点的限制区域。

参考文献

[1] Matta J, Saucedo T. Internal fixation of pelvic ring fractures[J]. Clin Orthop Relat Res, 1989, 242: 83-97.
 [2] 李明,徐荣明,校佰平,等.经皮空心骶髂螺钉 LX 内固定技术的临床应用[J].中国骨伤,2008,21(11):814-817.

Li M, Xu RM, Xiao BP, et al. Percutaneous lag screw internal fixation of LX technique for the sacroiliac joint injury[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2008, 21(11): 814-817. Chinese with abstract in English.
 [3] 葛建华,徐瑞生,雷玉凯,等.垂直旋转不稳定型骨盆骨折的手术治疗探讨[J].中国骨伤,2008,21(11):821-823.
 Ge JH, Xu RS, Lei YK, et al. Surgical treatment for rotationally and vertically unstable pelvis fracture[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2008, 21(11): 821-823. Chinese with abstract in English.
 [4] 李绍光,刘智,李京生,等.经皮骶髂螺钉固定治疗垂直不稳定型骨盆骨折[J].中国骨伤,2011,24(2):116-118.
 Li SG, Liu Z, Li JS, et al. Treatment of vertical unstable pelvic fracture by percutaneous iliosacral screws fixation[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2011, 24(2): 116-118. Chinese with abstract in English.
 [5] Griffin DR, Starr AJ, Reinert CM, et al. Vertically unstable pelvic fractures fixed with percutaneous iliosacral screws: does posterior injury pattern predict fixation failure[J]. J Orthop Trauma, 2003, 17(16): 399-405.
 [6] Ebraheim NA, Lu J, Biyani A, et al. Location of the first and second sacral nerve roots in relation to pedicle screw placement[J]. Am J Orthop (Belle Mead NJ), 2000, 29: 873-877.
 [7] 蔡鸿敏,成传德,张俊,等.骨盆轴向 CT 扫描在平向骶髂螺钉内固定术中的应用[J].中医正骨,2013,25(6):34-37.
 Cai HM, Cheng CD, Zhang J, et al. The guidance of pelvic axial CT scan for transverse iliosacral screw placement[J]. Zhong Yi Zheng Gu, 2013, 25(6): 34-37. Chinese.
 [8] Moed BR, Geer BL. S₂ iliosacral screw fixation for disruptions of the posterior pelvic ring: a report of 49 cases[J]. J Orthop Trauma, 2006, 20(6): 378-383.
 [9] Conlitti JM, Graves ML, Routt ML Jr. Radiographic quantification and analysis of dysmorphic upper sacral osseous anatomy and associated iliosacral screw insertions[J]. J Orthop Trauma, 2010, 24(10): 630-636.
 [10] Gardner MJ, Morshed S, Nork SE, et al. Quantification of the upper and second sacral segment safe zones in normal and dysmorphic sacra[J]. J Orthop Trauma, 2010, 24(10): 622-629.
 [11] Miller AN, Routt ML Jr. Variations in sacral morphology and implications for iliosacral screw fixation[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2012, 20(1): 8-16.
 [12] Gardner MJ, Routt ML Jr. Transiliac-transsacral screws for posterior pelvic stabilization[J]. J Orthop Trauma, 2011, 25(6): 378-384.
 [13] Schildhauer TA, Ledoux WR, Chapman JR, et al. Triangular osteosynthesis and iliosacral screw fixation for unstable sacral fractures: a cadaveric and biomechanical evaluation under cyclic loads[J]. J Orthop Trauma, 2003, 17(1): 22-31.
 [14] Hou Z, Zhang Q, Chen W, et al. The application of the axial view projection of the S₁ pedicle for sacroiliac screw[J]. J Trauma, 2010, 69(1): 122-127.
 [15] Mendel T, Wohlrab D, Radetzki F, et al. The smart screw: a fancy skill for sacroiliac screw insertion[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2012, 72(4): 1089-1092.

(收稿日期:2013-08-21 本文编辑:连智华)