

骶髂关节螺钉固定应用及 CT 与解剖学研究

洪华兴, 潘志军, 黄宗坚, 郑强

(浙江大学医学院附属第二医院骨科, 浙江 杭州 310009)

摘要 目的: 采用 CT 扫描测量髂骨翼后外侧面至第 1 骶椎(S₁) 的距离和 S₁ 椎弓根宽, 为临床上经骶髂关节螺钉固定治疗后骨盆环不稳定提供参考。方法: 对 22 例中国成人的骨盆标本共 44 侧骶髂关节进行 CT 和解剖学研究, 测量 S₁ 椎弓根宽, 髂骨翼后外侧面的进针点至 S₁ 椎弓根中心距离, 进针点至 S₁ 椎体对侧前皮质距离, 并对解剖测量值和 CT 测量值进行比较。在实验研究的基础上, 对 11 例垂直不稳定后骨盆环骨折进行骶髂螺钉固定。结果: 髂骨翼后外侧面的进针点至椎弓根中心距离解剖和 CT 测量值分别为 49.5 ± 4.0 mm 和 49.2 ± 3.9 mm, 两者差异无显著性 ($P > 0.05$); 进针点至 S₁ 椎体对侧前皮质距离解剖和 CT 测量值分别为 86.9 ± 4.6 mm 和 86.4 ± 4.4 mm, 两者差异无显著性 ($P > 0.05$); S₁ 椎弓根宽解剖和 CT 测量值分别为 27.7 ± 2.0 mm 和 20.7 ± 2.5 mm, 两者差异有显著性 ($P < 0.01$)。临床 11 例共 13 枚骶髂螺钉均准确置入, 无骨皮质穿破或神经血管损伤等并发症。结论: 术前 CT 扫描可准确地推算骶髂螺钉长度, 具有临床实用意义。

关键词 骶髂关节; 骨折固定术, 内; 计算机断层摄影术, X 线

Anatomical and computer tomographical study of the lag screw fixation of the sacroiliac joint HONG Huaxing, PAN Zhijun, HUANG Zong-jian, ZHENG Qiang. Department of Orthopaedics, Second Affiliated Hospital, Medical College of Zhejiang University (Zhejiang Hangzhou, 310009, China)

Abstract Objective: To measure the distance from entry point on the posterolateral ilium to the first sacral vertebra (S₁) and the width of pedicle of S₁, according to computer tomographical scan. **Methods:** 22 pelvis specimens of native adults were studied, for a total of 44 sacroiliac joint. Spiral computer tomography was used to scan 22 pelvis specimens. The distance from entry point on the posterolateral ilium to the center of pedicle of S₁, the distance from entry point to contrary anterior cortex of S₁ and the width of pedicle of S₁ were measured on axial computer tomography scans. Then, anatomical measurement were performed on 22 cadaveric pelvis to determine the distance from entry point on the posterolateral ilium to the center of pedicle of S₁, the distance from entry point to contrary anterior cortex of S₁ and the broad of pedicle of S₁. 11 patients with unstable posterior pelvic fractures were treated with iliosacral screw on the basis of this study. **Results:** The distance from entry point on the posterolateral ilium to contrary anterior cortex of S₁ measured by anatomical measurement and computer tomography scan were 86.9 ± 4.6 mm and 86.4 ± 4.4 mm respectively. The distance from entry point on the posterolateral ilium to the center of pedicle of S₁ measured by anatomical measurement and computer tomography scan were 49.5 ± 4.0 mm and 49.2 ± 3.9 mm respectively. There was no significant difference between the results of anatomical measurement and computer tomography scan ($P > 0.05$). The width of pedicle of S₁ measured by anatomical measurement and computer tomography scan were 27.7 ± 2.0 mm and 20.7 ± 2.5 mm respectively. There was significant difference between the results of anatomical measurement and computer tomography scan ($P < 0.01$). 11 patients with posterior pelvic fractures fixation with 13 iliosacral screws, there was no screw penetrating pedicle of S₁ or sacral vertebral body. **Conclusions:** The length of iliosacral screw can be accurately obtained from computer tomography scan. It is a safe and easy way for orthopaedist to select the length of screw.

Key words Sacroiliac joint; Fracture fixation, internal; Computerized tomography, X ray

近年来后骨盆环骨折固定临床和生物力学研究表明, 拉力螺钉自髂骨翼后外侧面植入穿过骶髂关节进入骶骨中上部椎体, 成为较为优越的后骨盆环骨折不稳定的内固定方式^[1,2]。但不良的置钉可能会损伤髂血管、腰骶干、骶管等重要结构而造成严重的手术并发症^[3], 而不合适的骶髂螺钉长度就是其主要原因之一。本文采用骨盆 CT 扫描测量和选择骶髂螺钉长度, 以达到安全、有效的内固定。

1 材料与方法

1.1 一般资料 选用浙江大学医学院解剖教研室 22 具防腐保存的正常成人骨盆标本, 排除明显骨盆畸形、骨折和肿瘤等病变。对骨盆周围软组织仔细剔除, 线性测量采用精度为 0.02 mm 的游标卡尺。CT 片上根据 CT 扫描标尺测量。

1.2 CT 扫描研究 采用 Somatom Plus 4 螺旋 CT 对骨盆进行连续扫描, 扫描平面平行 S₁ 椎体上终板, 层厚 3 mm, 层距 3 mm; 扫描范围包括两侧完整骶髂关节、S₁ 和 S₂ 椎体。在连续扫描断面中选择或重建两侧 S₁ 椎弓根最宽平面。S₁ 椎弓根轴线被定义为经 S₁ 椎弓根最狭小处中心垂直于髂骨翼后外侧面的直线, S₁ 椎弓根轴线与髂骨翼后外侧面交点为骶髂螺钉的进针点^[4] (以下简称进针点)。测量: ①S₁ 椎弓根宽(最大径); ②进针点至 S₁ 椎体对侧前皮质距离(即骶髂螺钉钉道长度); ③进针点至椎弓根中心距离。(见图 1)

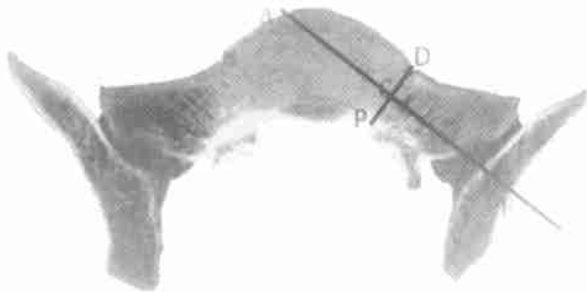


图 1 骨盆螺旋 CT 轴向扫描示意图: C 为 S₁ 椎弓根中心; F 为髂骨翼后外侧面的进针点; FC 为进针点至 S₁ 椎体中心距离; FA 为进针点至 S₁ 椎体对侧前皮质距离; DP 为 S₁ 椎弓根宽

Fig 1 Diagram of CT scanning of pelvis; C, the center of the first sacral vertebra (S₁); F, the entry point on the posterolateral ilium for iliosacral screw fixation; FA, the distance from entry point to contrary anterior cortex of S₁; FC, the distance from entry point to the center of pedicle of S₁. DP, the width of pedicle of S₁.

1.3 形态解剖学测量 以咬骨钳咬除骶椎椎板, 暴露整个骶管及 S₁ 椎弓根, 以 0.5 mm 软钢丝在 S₁ 椎弓根周径最小处紧贴骨皮质表面缠绕一周, 按 Matta 和 Saucedo^[2] 臀后线前方 15 mm 髂嵴与坐骨大切迹连线中点作为进针点, 导针以垂直于髂骨翼后外侧面钻入, 直至钻出对侧 S₁ 椎体前皮质。测量: ①进针点至 S₁ 椎体对侧前皮质距离(即骶髂螺钉钉道长度), 以线锯沿 S₁ 椎弓根周径最小处(即钢丝缠绕处)锯开, 观测 S₁ 椎弓根周径最小处横断面形状; ②进针点至椎弓根中心距离; ③S₁ 椎弓根宽(最大径)。(见图 2)

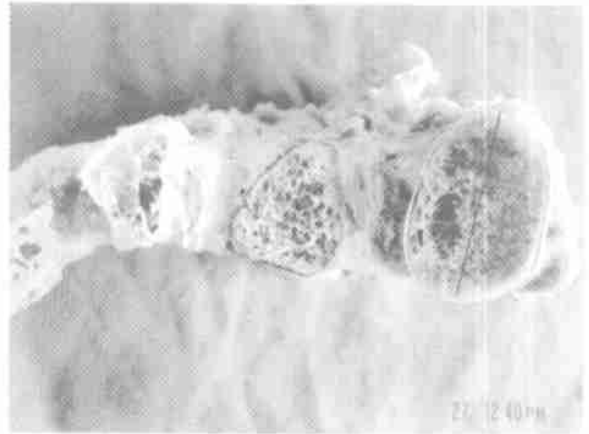


图 2 沿 S₁ 椎弓根周径最小处(即钢丝缠绕处)锯开骨盆, S₁ 椎弓根横截面呈近似椭圆形, 测量 S₁ 椎弓根宽

Fig 2 Sacrum were sectioned at the isthmus just along the fine malleable wire, the transverse section of the isthmus (narrowest circumference) of pedicle of S₁ is almost oval-shap. The width of pedicle of S₁ was measured.

1.4 统计学处理 采用 SPSS 11.0 统计软件包进行统计分析, 数据均以均数±标准差表示, 左右侧之间比较, 标本解剖实体测量值与 CT 扫描测量值之间比较均采用配对 t 检验, α=0.05, 行双侧检验。P<0.05 为差异具有显著性意义。

2 结果

(1) 形态解剖学测量结果左右侧别比较, CT 扫描测量结果左右侧别比较(配对 t 检验), 统计分析显示差异无显著性意义(P>0.05)。故在进一步分析中将左右侧别之间的数据按测量方法并在一起处理。

(2) 22 具骨盆标本 CT 和解剖测量结果: ①进针点至 S₁ 椎体对侧前皮质距离(骶髂螺钉钉道长)解剖测量值为 86.9±4.6(80.6~101.2), CT 测量值为 86.4±4.4(80.4~100.6), 两者差异无显著性意义(P>0.05)。②进针点至椎弓根中心距离解剖测量

值为 49.5 ± 4.0 (43.6~ 61.2), CT 测量值为 49.2 ± 3.9 (43.7~ 62.2), 两者差异无显著性意义 ($P > 0.05$)。③S₁ 椎弓根直径最小处横断面呈椭圆形, S₁ 椎弓根宽(最大径)解剖测量值为 27.7 ± 2.0 (23.2~ 31.2), CT 测量值为 20.7 ± 2.5 (16.0~ 26.5), 两者差异有显著性意义 ($P < 0.01$), 标本解剖测量值较 CT 测量值大 7 mm (6.29~ 7.78)。

3 临床资料

3.1 一般资料 本组共 11 例, 男 7 例, 女 4 例; 年龄 5~ 56 岁, 平均 36 岁。10 例为交通事故, 1 例为高处坠落伤。所有病例均为垂直不稳定骨盆骨折, 其中左侧骶髂关节脱位 4 例, 右侧骶髂关节脱位 6 例; 骶骨骨折 Denis I 型 1 例; 合并耻骨联合分离 8 例, 耻骨骨折 4 例, 髌臼骨折 3 例, 髂骨翼骨折 2 例; 伴有坐骨神经损伤 2 例, 其他系统损伤 1 例。术前对 3 例骶髂关节脱位超过 2 cm, 行股骨髁上骨牵引, 牵引重量为体重的 1/7~ 1/8, 所有患者术前骨盆螺旋 CT 扫描及其三维重建, 在 CT 片准确评价骨盆损伤情况, 包括测量髂骨翼后外侧面的进针点至 S₁ 椎体对侧前皮质距离。损伤至手术时间为 2~ 12 d, 平均 5 d。

3.2 手术方法 采用标准髂后上棘外侧 1~ 2 cm 的后方垂直切口, 自髂骨翼后部牵开臀肌后部, 向后分离暴露髂后上棘, 自骶骨掀开臀大肌起点, 显露坐骨大切迹和髂后下棘。骨折显露后, 牵引并用复位钳将骶髂关节复位, 通过坐骨大切迹触摸骶髂关节复位情况。复位满意后, 以导针从髂骨翼后外侧面植入, 经骶髂关节穿入 S₁ 椎体(按 Matta 和 Saucedo^[2] 臀后线前方 15 mm 髂嵴与坐骨大切迹连线中点作为进针点, 进针方向为垂直于髂骨翼后外侧面), 采用比 CT 片测量所得钉道长度短 10 mm 并结合术中导针所示长度, $\phi 7.3$ mm 的钛合金空心拉力螺钉 (Synthes 公司), 从髂骨翼后外侧面植入, 穿过骶髂关节进入 S₁ 椎体, 本组 11 例中 8 例各植入 1 枚拉力螺钉; 2 例各以 1 枚螺钉固定到 S₁ 椎体, 另各加 1 枚 $\phi 4.5$ mm 螺钉, 经 S₂ 椎弓根水平植入, 穿过骶髂关节固定到髂骨翼来加强稳定性; 其中 1 例 5 岁患儿因 CT 测得 S₁ 椎弓根为 8 mm, 钉道长度 60 mm, 术中以长 50 mm $\phi 4.5$ mm 空心拉力螺钉固定。骨盆前环骨折均进行固定以加强骨盆稳定性, 本组 11 例中 6 例采用重建钢板固定, 5 例采用外固定架固定 (Orthofix 公司), 3 例合并髌臼骨折的均同时切开复位内固定。复位、插入导针或拧入螺钉均在 C 型臂 X 线透视下进行, 手术时间 90~ 210 min, 平均 135 min,

出血量 600~ 2 200 ml, 平均 950 ml。

3.3 临床结果 术后骨盆前后位像、入口位像、出口位像和骶骨真实侧位像提示所有螺钉皆位于 S₁ 椎体内, 术中、术后均无神经、血管损伤的临床表现。术后 10 例获得随访, 平均 13 (6~ 28) 个月, 骨折均愈合, 无下肢不等长, 无骨盆畸形, 2 例坐骨神经损伤均完全恢复, 2 例髌臼骨折术后髌关节活动受限, 1 例诉腰骶痛。

4 讨论

4.1 CT 扫描测量骶髂螺钉长度的科学性和临床意义 螺钉长度是经骶髂关节螺钉固定后骨盆骨折手术时应考虑的重要环节。骶髂螺钉过长, 钉尖超过 S₁ 椎体前方骨皮质, 穿出的螺钉尖可能造成潜在的髂血管和神经结构侵蚀, 出现严重手术并发症; 螺钉过短, 骨的把持力不够, 骶髂关节固定不确定, 因而选择合适的螺钉长度显得十分重要。Zheng Y 等^[5] 对 S₁ 椎体和骶骨翼的骨矿物质密度进行研究, 结果表明 S₁ 椎体骨矿物质密度比骶骨翼高 31.9%, 螺钉固定至 S₁ 椎体的骨的把持力明显高于骶骨翼, 螺钉固定强度与骨矿物质密度呈正相关。因而手术中应将拉力螺钉自髂骨翼后外侧面通过骶髂关节固定到 S₁ 椎体而不是骶骨翼上, 以求更大的稳定性。虽然国外资料对经 S₁ 椎弓根骶髂关节螺钉固定的钉道长度曾有报道^[4], 但由于种属、性别、年龄和个体差异, 使这些数据均有不同程度的偏差, 影响了这些资料的临床使用, 不同的进针点, 不同的进钉角度, 其进钉深度也不相同。由于各种条件限制, 目前临床上常通过术中拍片或 C 型臂 X 线透视测定临时固定的导针长度来判断螺钉长度, 但由于后骨盆环的特殊结构, X 线透视因各骨骼影像重叠而模糊不清, 造成螺钉长度选择困难。拉力螺钉植入后, 骨折端和骶髂关节间加压作用也使钉道长度缩短, 螺钉可能穿出 S₁ 椎体前方骨皮质损伤髂血管和神经。故术前如能对所用的螺钉长度作测定, 将大大提高骶髂关节螺钉固定的安全性。本课题研究表明经 S₁ 椎弓根骶髂关节螺钉固定的钉道长度个体差别较大, 按 Matta 和 Saucedo^[2] 臀后线前方 15 mm 髂嵴与坐骨大切迹连线中点作为进针点, 进针方向垂直于髂骨翼后外侧面, 测得中国成人钉道长度最短为 80.6 mm, 最长为 101.2 mm, 两者相差多达 20.6 mm, 如果考虑到青少年, 变化范围将更大。因而以统一的标准长度螺钉固定可能会造成较高的不良置钉率。本课题通过术前 CT 扫描, 对不同个体的骶髂螺钉钉道长度的

测定,将有助于减小这一不足。骶髂螺钉钉道长度的解剖和 CT 片测量值分别为 86.9 ± 4.6 mm ($80.6 \sim 101.2$ mm) 和 86.4 ± 4.4 mm ($80.4 \sim 100.6$ mm), 解剖和 CT 片测量值进行比较差异无显著性,两者结果较为一致,且左右侧测得的钉道长度差异无显著性(配对 *t* 检验)。这表明通过测定未损伤侧的髂骨翼后外侧面至 S₁ 椎体对侧前皮质的距离,可以用于受伤侧的螺钉长度选择。故术前 CT 扫描除了能准确评价骨盆损伤情况,在充分显示损伤细节的基础上能够立体展示骨折形态和位移情况,使骨盆骨折分类诊断的准确率得到了进一步提高外;还能指导术中整复及选择合适的螺钉长度,以达到既牢固固定又不致出现神经血管损伤的目的。但要注意的是,术前 CT 扫描推算骶髂螺钉长度仅适用于单侧骶髂关节骨折、脱位或单侧骶骨骨折;对于双侧明显移位的骶髂关节骨折、脱位或双侧移位骶骨骨折却不适用。本实验中测得成人的髂骨翼后外侧面进针点至 S₁ 椎体对侧前皮质的距离最短为 80.6 mm,因此对于双侧明显移位的骶髂关节骨折、脱位,或双侧移位骶骨骨折,术前 CT 扫描不能测定螺钉的长度,建议选择 75 mm 长的骶髂螺钉;若术中导针测定的长度超过 80 mm 时,操作中要特别谨慎,以减少损伤位于 S₁ 椎体前方的神经和血管的风险。

4.2 螺旋 CT 扫描测量 S₁ 椎弓根的临床意义 植入螺钉数目也是经骶髂关节螺钉固定后骨盆骨折时应考虑的重要环节。S₁ 椎弓根是骶髂螺钉自髂骨翼后外侧面固定到 S₁ 椎体的必经之路,是钉道横截面最小处,也是螺钉植入时最易穿出 S₁ 椎弓根损伤神经和血管的部位。虽通常多采用 1 枚 $\phi 7.3$ mm 的空心拉力螺钉固定,但也有学者推荐使用 2 枚骶髂拉力螺钉固定到 S₁ 椎体以加强后骨盆环稳定性。此方法以臀后线前方 15 mm 髂嵴与坐骨大切迹连线中点两侧作为这 2 枚螺钉的进针点,进针方向垂直于髂骨翼后外侧面^[6]。Templeman 等^[7]对 31 例垂直不稳定后骨盆环骨折经骶髂关节螺钉固定,24 例各植入 2 枚螺钉,1 例双侧骨折植入 3 枚螺钉固定,6 例各植入 1 枚螺钉,共植入 57 枚螺钉,所有手术均在 C 型臂 X 线透视下进行,术后 CT 扫描显示螺钉平均距离 S₁ 骶孔 3 ± 2.9 mm,5 枚螺钉穿出 S₁ 椎弓根进入骶孔。有效判断 S₁ 椎弓根大小是安全植入螺钉的关键,本实验解剖测量值平均为 27.7 mm ($23.2 \sim 31.2$

mm),最小为 23.2 mm,最大为 31.2 mm,个体差别较大。依据 S₁ 椎弓根宽(前后径)最小为 23.2 mm,可以安全植入 1 枚 $\phi 7.3$ mm 的骶髂螺钉。而 2 枚 $\phi 7.3$ mm 的骶髂螺钉直径之和为 14.6 mm,且 2 枚螺钉之间以及螺钉与骨皮质之间均需要一定间距,故认为宽度在 25 mm 以上椎弓根,可考虑放置 2 枚螺钉,但考虑到术中进针方向和进针点定位的偏差,经 S₁ 椎弓根植入 2 枚 $\phi 7.3$ mm 的骶髂螺钉难度较大,因而在术前选择植入螺钉的数目时,应行 CT 扫描以了解 S₁ 椎弓根大小以供参考。本实验 S₁ 椎弓根宽 CT 测量值为 20.7 mm ($16.0 \sim 26.5$ mm),与 Templeman 等^[7]测量结果较为一致;解剖测量值与 CT 测量值进行比较,两者差异有显著性($P < 0.05$);解剖测量值较 CT 测量值大 7 mm ($6.29 \sim 7.78$ mm),这在临床工作中根据术前 CT 片判断 S₁ 椎弓根宽时应予注意。若将解剖测量值为 25 mm 宽作为放置 2 枚螺钉的参考值, S₁ 椎弓根宽 CT 扫描测量值应在 20 mm 以上时,可考虑选择 2 枚 $\phi 7.3$ mm 拉力螺钉固定到 S₁ 椎体以加强稳定性。对于 S₁ 椎弓根宽度 CT 扫描测量值 < 20 mm 时,建议使用 1 枚骶髂螺钉固定,以减小穿破 S₁ 椎弓根危及周围血管神经的风险。本研究也表明髂骨翼后外侧面进针点至 S₁ 椎弓根中心距离为 49.5 ± 4.0 mm,此处的椎弓根最狭小,因而在进针至 45~55 mm 时应特别小心,注意体会会有无突破感,或用 X 线透视来避免穿破椎弓根。

参考文献

- 1 Routt ML, Kregor PJ, Simonian PT, et al. Early results of percutaneous iliosacral screws placed with the patient in the supine position. J Orthop Trauma, 1995, 9(3): 207-214.
- 2 Matta JM, Saucedo T. Internal fixation of pelvic ring fractures. Clin Orthop, 1989, 242: 83-97.
- 3 Nelson DW, Du Welius PJ. CT-guided fixation of sacral fractures and sacroiliac joint disruption. Radiology, 1991, 180(2): 527-532.
- 4 Ebraheim NA, Xu R, Biyani A, et al. Morphologic considerations of the first sacral pedicle for iliosacral screw placement. Spine, 1997, 22(8): 84F-846.
- 5 Zheng Y, Lu WW, Zhu Q, et al. Variation in bone mineral density of the sacrum in young adults and its significance for sacral fixation. Spine, 2000, 25(3): 353-357.
- 6 Moed BR, Karges DE. Techniques for reduction and fixation of pelvic ring disruptions through the posterior approach. Clin Orthop, 1996, 329: 102-114.
- 7 Templeman D, Schmidt A, Freese J, et al. Proximity of iliosacral screws to neurovascular structures after internal fixation. Clin Orthop, 1996, 329: 194-198.

(收稿日期: 2003-08-20 本文编辑: 连智华)