

· 临床研究 ·

经皮骶髂螺钉联合逆行耻骨支螺钉治疗不稳定型骨盆骨折的疗效

崔 伟 孙育良 刘 婧 顾 韬 石华刚 邓轩赓*

(四川省骨科医院脊柱科, 成都 610041)

【摘要】 目的 探讨经皮骶髂螺钉联合逆行耻骨支螺钉治疗不稳定型骨盆骨折的安全性和疗效。**方法** 回顾性分析 2021 年 8 月 ~ 2023 年 11 月经皮骶髂螺钉联合逆行耻骨支螺钉治疗 32 例不稳定型骨盆骨折的临床资料。在 C 臂引导下置入通道螺钉。**结果** 置入通道螺钉 75 枚, 其中骶髂螺钉 36 枚, 逆行耻骨支螺钉 39 枚。每枚骶髂螺钉透视 (32.2 ± 4.6) 次, 每枚耻骨支螺钉透视 (40.3 ± 11.7) 次, 手术时间 (154.2 ± 43.8) min, 术中出血量 (30.5 ± 8.7) ml。均无医源性血管或神经损伤。1 例术后耻骨支螺钉钉道感染, 清创取出内固定。骨折均骨性愈合, 愈合时间 (13.2 ± 3.7) 周。骨折复位质量 (Matta 标准) 优 27 例, 良 3 例, 可 2 例, 优良率 93.8% (30/32)。CT 判断螺钉穿透 0 级 73 枚, 1 级 1 枚, 2 级 1 枚。32 例随访 6 ~ 42 个月, (16.3 ± 6.1) 月, 按 Majeed 功能评分, 优 28 例, 良 3 例, 可 1 例, 优良率 96.9% (31/32)。**结论** 经皮骶髂螺钉联合逆行耻骨支螺钉治疗不稳定型骨盆骨折, 操作简单, 安全, 疗效满意。

【关键词】 骨盆骨折; 骨折内固定; 骨钉; 微创手术

中图分类号: R6

文献标识: A

文章编号: 1009 - 6604 (2025) 04 - 0210 - 06

doi: 10.3969/j.issn.1009-6604.2025.04.004

Efficacy of Percutaneous Sacroiliac Screws Combined With Retrograde Pubic Ramus Screws in the Treatment of Unstable Pelvic Fractures

Cui Wei, Sun Yuliang, Liu Jing, et al. Department of Spine Surgery, Sichuan Provincial Orthopedic Hospital, Chengdu 610041, China

Corresponding author: Deng Xuangeng, E-mail: tigerd@163.com

【Abstract】 Objective To explore the safety and efficacy of percutaneous sacroiliac screw combined with retrograde pubic ramus screws in the treatment of unstable pelvic fractures. **Methods** A retrospective analysis was made on clinical data of 32 cases of unstable pelvic fractures treated with percutaneous sacroiliac screws combined with retrograde pubic ramus screws from August 2021 to November 2023. The channel screws were inserted under the guidance of C-arm fluoroscopy. **Results** A total of 75 channel screws were inserted, including 36 sacroiliac screws and 39 retrograde pubic ramus screws. Each sacroiliac screw underwent fluoroscopy for (32.2 ± 4.6) times, and each pubic ramus screw for (40.3 ± 11.7) times. The operation time was (154.2 ± 43.8) min, and the intraoperative blood loss was (30.5 ± 8.7) ml. There were no iatrogenic vascular or nerve injuries. One case of pubic ramus screw infection occurred after surgery, and a debridement was performed to remove internal fixation. All the fractures had bone union, and the healing time was (13.2 ± 3.7) weeks. The quality of fracture reduction (Matta criteria) was excellent in 27 cases, good in 3 cases, and fair in 2 cases, with an excellent and good rate of 93.8% (30/32). CT images showed the penetration of 73 screws at level 0, 1 screw at level 1, and 1 at level 2. All the 32 cases were followed up for 6 - 42 months (mean, 16.3 ± 6.1 months). According to the Majeed functional scoring criteria, 28 cases were excellent, 3 cases were good, and 1 case was fair, with an excellent and good rate of 96.9% (31/32). **Conclusion** Percutaneous sacroiliac screws combined with retrograde pubic ramus screws in the treatment of unstable pelvic fractures is easy to operate and safe, and has satisfactory therapeutic effects.

【Key Words】 Pelvic fracture; Internal fixation of fractures; Screw; Minimally invasive surgery

骨盆骨折多由高能量损伤导致,不稳定型骨盆骨折保守治疗易导致骨折畸形愈合、局部慢性疼痛,因此主张积极手术,以获得良好的骨折复位与稳定,尽早进行康复锻炼,从而提高生活质量^[1]。骨盆经皮通道螺钉技术是经皮小切口通过骨盆骨性柱状通道进行螺钉固定,不需要大切口显露及广泛剥离,具有创伤小、皮肤要求低等优点^[2],包括骶髂螺钉、逆行或顺行耻骨支螺钉、LC-II 螺钉、坐骨支螺钉等。骶髂螺钉是最常见的通道螺钉,能为骨盆后环提供充足而稳定的生物力学支撑^[3]。骨盆前环骨折微创固定方法包括外固定架、前环皮下内置外固定系统(internal fixation, INFIX)、经皮桥接钢板等,属于间接复位固定,且神经激惹、切口感染等并发症较多^[4]。耻骨支螺钉是骨盆前环通道螺钉的一种,出血少,下地时间早,骨折愈合快,并发症少,生物力学良好^[5,6],但骨性通道狭窄,置入相对不易,需要 3D 体外导板或机器人辅助完成。经皮骶髂螺钉联合逆行耻骨支螺钉是治疗不稳定型骨盆骨折的一种选择。罗俊浩等^[7]报道机器人辅助经皮空心钉内固定治疗 Tilt 骨盆骨折,徐启飞等^[8]报道骶髂关节螺钉联合前环耻骨支螺钉治疗 Tile B 型骨盆骨折,均获满意疗效。2021 年 8 月~2023 年 11 月,我院共收治不稳定型骨盆骨折 152 例,其中 32 例采用经皮骶髂螺钉联合逆行耻骨支螺钉固定,现进行回顾性分析,探讨其安全性和有效性。

1 临床资料与方法

1.1 一般资料

纳入标准:①Tile 分型^[9]B 型或 C 型闭合性骨折;②骨折无移位或经术前、术中牵引后骨折复位满意,满足置钉要求(骨盆正位、入口位及出口位均有骨皮质接触);③受伤至手术时间<2 周;④生命体征稳定。

排除标准:①病理性骨折;②累及髌臼的骨折;③拟定的骶髂螺钉进钉点区域有髌骨骨折;④严重内科疾病或合并其他部位损伤不能耐受手术。

本组 32 例,男 22 例,女 10 例。年龄 18~66 (46.3±13.0) 岁。致伤原因:高处坠落伤 9 例,交通伤 18 例,重物砸伤 2 例,摔伤 3 例。受伤至手术时间 3~12 (6.8±2.1) d。查体均骨盆挤压分离征阳性。骨盆 X 线及 CT 示耻骨支骨折及骶髂关节损

伤。根据骨折 Tile 分型^[9],B1 型 6 例,B2 型 11 例,B3 型 3 例,C1 型 7 例,C2 型 4 例,C3 型 1 例。创伤严重程度评分(injury severity score, ISS)^[10]12~22 (17.8±4.2) 分。合并上肢骨折 4 例,下肢骨折 5 例,脊柱骨折 2 例,肋骨骨折 3 例,腹部损伤 3 例。入院时休克 2 例,贫血 10 例,肺部感染 2 例。合并高血压 4 例,糖尿病 3 例,高血压和糖尿病 1 例。术前准备 3~10 (5.8±2.5) d。

1.2 手术方法

1.2.1 术前准备 入院后动态监测生命体征及各项指标。2 例合并休克患者入 ICU 积极抗休克治疗,生命体征平稳转入骨科病房。3 例合并肋骨骨折行肋骨带固定,其中 2 例血气胸行胸腔闭式引流。3 例合并腹部损伤者中,2 例肾挫伤,1 例腹腔少量积血,保守治疗。合并上肢骨折 2 例、下肢骨折 4 例及脊柱骨折 1 例均在骨盆手术当天同期手术,其余 4 例骨折保守治疗。

术前均行双下肢静脉彩超,排除下肢深静脉血栓。行骨盆 X 线(正位、入口位、出口位、骶骨侧位)和骨盆 CT 三维重建,评估骶髂螺钉通道情况,包括直径、长度、方向。有垂直移位者术前采用股骨髁上或胫骨结节(同侧股骨有骨折)牵引,术中维持牵引。术前 1 天充分灌肠,会阴部备皮消毒。

1.2.2 手术方式 手术均由同一术者完成。全身麻醉,使用全透碳纤维床。对于 B1 型“翻书样”或 B2 型“关书样”骨盆骨折,必要时术中行外固定临时辅助复位固定(3 例),有限切口辅助复位(2 例)。先取俯卧位,确保 C 臂旋转无障碍,图像无遮挡。透视标准骨盆侧位,2 mm 克氏针作为导针,透视下使针尖位于 S_{1/2} 间隙平面和骶管后壁交界处,水平刺入皮肤使导针尖抵达骨质,透视确认为上述进针点(图 1A),骨锤轻轻敲击进针,导针稳妥。C 臂监视下使用锤击或电钻使导针穿过骶髂关节进入骶骨,在入口位导针维持在 S₁ 截面中点之前至 S₁ 前缘 5 mm 范围内(图 1B),在出口位导针维持在 S₁ 上终板及 S₁ 骶孔之间(图 1C)。使用空心钻开口,置入空心螺钉(直径 6.5 mm 全螺纹螺钉或 7.3 mm 空心加压螺钉,大博医疗科技股份有限公司)。

更换为仰卧位,将 C 臂放在患侧(术者对侧),透视标准的“耻骨体入口位”^[11](图 2A),标记投射

角度及主机位置,此位置用来确定导针的水平面进针点及角度,2 mm 克氏针作为导针。在闭孔出口位上调整,此位置用来确定冠状面进针点及角度。确定理想的进针点及角度后,维持方向通过锤击、钻入

等方式使克氏针进入耻骨骨髓腔内,空心钻开口,置入空心螺钉(图 2B)(均使用直径 6.5 mm 全螺纹螺钉,大博医疗科技股份有限公司)。

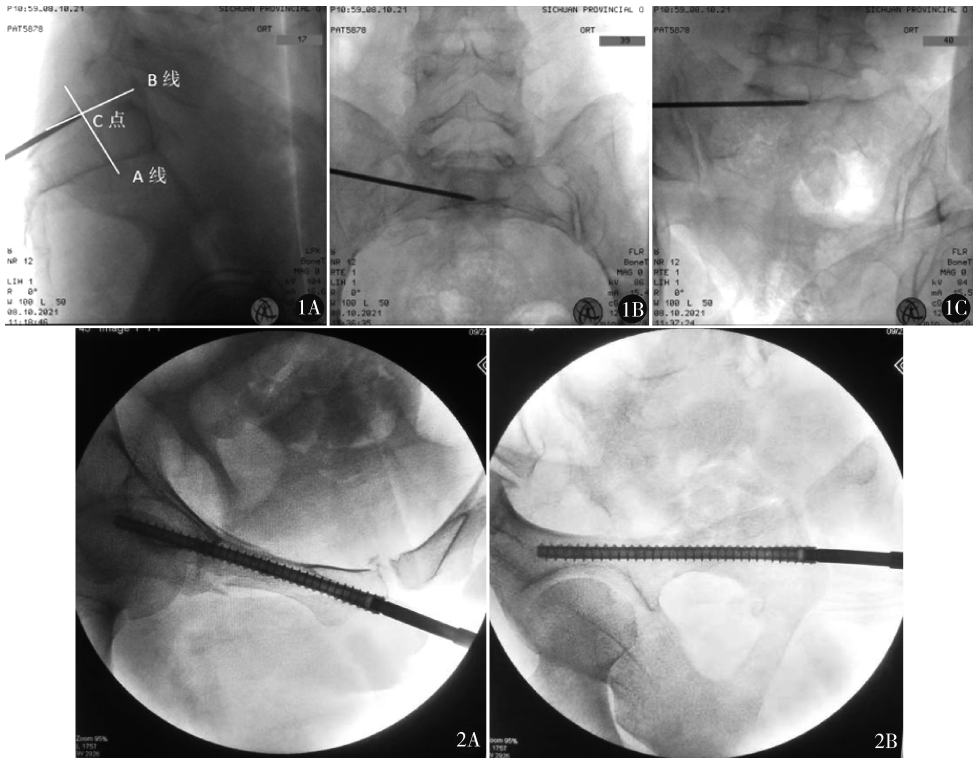


图 1 骶髂螺钉的导针置入:A.透视标准骨盆侧位,导针针尖位于 $S_{1/2}$ 间隙平面(A 线)和骶管后壁(B 线)交界处(C 点);B. 入口位导针在 S_1 截面中点之前至 S_1 前缘 5 mm 范围内;C. 出口位导针在 S_1 上终板及 S_1 骶孔之间 图 2 逆行耻骨螺钉置入:A. 透视标准的“耻骨体入口位”;B. 置入空心螺钉

1.3 术后处理及观察指标

麻醉清醒后,评估下肢血液循环、感觉、运动,明确有无医源性血管、神经损伤。常规使用抗生素预防感染及抗凝治疗。术后第 1 天起指导患者进行主、被动屈髋屈膝锻炼,手术 6 周后循序渐进患肢负重,完全负重时间根据门诊复查情况决定。术后 2 周拆线。

术后 1 天复查骨盆 X 线片(正位、入口位、出口位)及 CT,采用 Matta 标准^[12]评价骨盆骨折复位质量(骨折块断端间残存最大移位 < 4 mm 为优,4 ~ 10 mm 为良,11 ~ 20 mm 为可, > 20 mm 为差),CT 评价螺钉置入位置^[13](0 级,螺钉未穿透皮质;1 级,螺钉穿透皮质 < 2 mm;2 级,螺钉穿透皮质 2 ~ 4 mm;3 级,螺钉穿透皮质 > 4 mm)。术后 1、3、6、12 个月及 3 年、5 年复查,包括并发症如切口愈合不

良、神经刺激症状等。术后 6 个月后 X 线评价骨盆骨折愈合情况,Majeed 评分^[14]评估骨盆功能(包括疼痛 30 分,能否恢复至受伤前工作状态 20 分,站立 36 分,性功能 4 分,坐位时是否舒适及疼痛 10 分,总分 100 分,85 ~ 100 分为优,70 ~ 84 分为良,55 ~ 69 分为可, < 55 分为差)。

2 结果

32 例共置入通道螺钉 75 枚,其中骶髂螺钉 36 枚,逆行耻骨支螺钉 39 枚。每枚骶髂螺钉透视 25 ~ 40 (32.2 ± 4.6) 次,每枚耻骨支螺钉透视 30 ~ 48 (40.3 ± 11.7) 次。手术时间 70 ~ 207 (154.2 ± 43.8) min,术中出血量 10 ~ 65 (30.5 ± 8.7) ml。均无医源性血管或神经损伤。1 例耻骨支螺钉钉道感染,术后 14 天清创取出内固定。骨折均骨性愈合,

愈合时间 8 ~ 18 (13.2 ± 3.7) 周。骨折复位质量 (Matta 标准) 优 27 例, 良 3 例, 可 2 例, 优良率 93.8% (30/32)。CT 判断螺钉穿透情况 0 级 73 枚,

1 级 1 枚, 2 级 1 枚。32 例随访 6 ~ 42 (16.3 ± 6.1) 月, 按 Majeed 评分标准, 优 28 例, 良 3 例, 可 1 例, 优良率 96.9% (31/32)。典型病例见图 3、4。

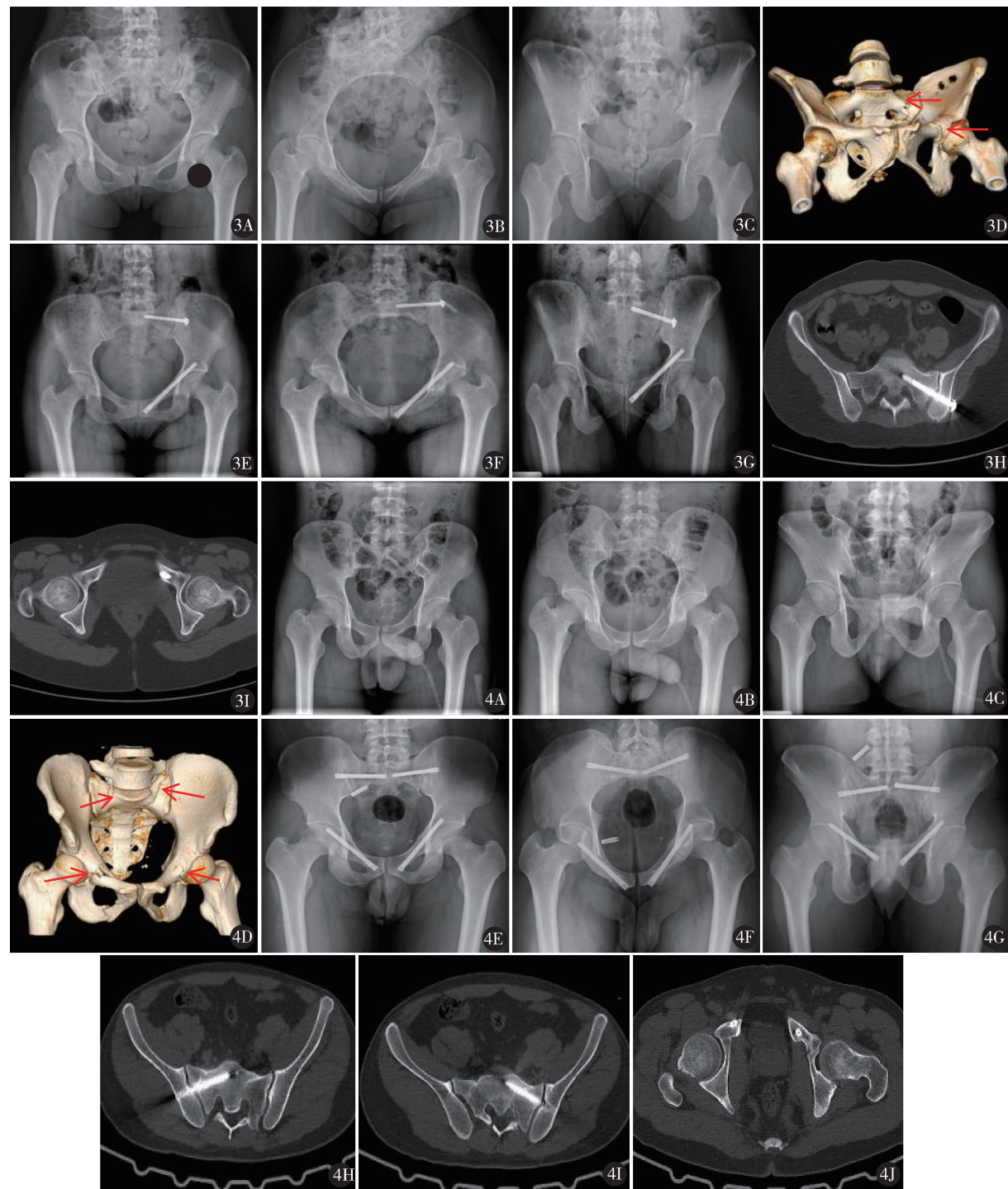


图 3 女, 29 岁, 交通伤致骨盆骨折, 术前 X 线 (A ~ C)、CT 三维重建 (D) 示 Tile B2 型骨盆骨折, 伤后 4 天采用左侧经皮骶髂螺钉联合左侧逆行耻骨支螺钉固定, 术后 2 天骨盆 X 线 (E ~ G) 示骨折复位为优, 术后 8 周 CT (H、I) 示骨盆骨折骨性愈合 图 4 男, 34 岁, 高处坠落致骨盆骨折, 术前 X 线 (A ~ C)、CT 三维重建 (D) 示 Tile C3 型骨盆骨折 (骶骨两侧骨折、双侧耻骨上下支骨折), 伤后 8 天采用双侧经皮骶髂螺钉联合双侧逆行耻骨支螺钉固定, 术后 2 天骨盆 X 线 (E ~ G) 示骨折复位为优, 术后 11 周 CT (H ~ J) 示骨盆骨折骨性愈合

3 讨论

3.1 不稳定型骨盆骨折前后环同时固定的必要性

不稳定型骨盆骨折分为旋转不稳定和垂直不稳定,由于致残率高,故目前主张积极手术,以重建骨盆的稳定性,尽早康复锻炼,避免长期卧床所致并发症^[15]。骨盆 60% 的稳定性由后环提供,骨盆前环提供 40% 的稳定性^[16]。不稳定型骨盆骨折同时行前后环固定,可恢复骨盆闭合环形结构,受力时能维持原有的结构和形态,从而达到生物力学上最大的稳定^[17]。另外,不稳定型骨盆骨折后环稳定后,辅助前环固定能减少骨盆后环的力学载荷,增加骨盆的稳定性,有效改善骨盆骨折长期疗效^[18]。因此,对于不稳定型骨盆骨折,有必要同时固定后环及前环,不仅提高骨盆骨折的即刻稳定性,而且改善预后。

3.2 微创通道螺钉治疗不稳定型骨盆骨折的优势

3.2.1 手术微创 经通道螺钉治疗骨盆骨折,无需暴露骨折断端,保护骨折端血供,利于骨折愈合,并且手术时间短,创伤小,术中出血少,术后恢复快,并发症少。

3.2.2 力学优势 经皮骶髂螺钉固定为中心性固定,是安全且生物力学稳定的方式^[19],因此不稳定型骨盆骨折后环采用骶髂螺钉固定目前已经是主流方案。骨盆前环骨折微创固定方式较多,如通道螺钉、Infix、前环经皮钢板、外固定等,生物力学证明通道螺钉治疗前环骨折有足够的稳定性^[20],且具有髓内固定的作用,使骨折直接复位及中心性固定,相对于经皮桥接钢板、INFIX 等间接或偏心固定,耻骨支螺钉可缩短骨折愈合时间,使患者早期下地^[5,21]。本组骨盆骨折均骨性愈合,未出现骨折延迟愈合或不愈合。

3.2.3 开展容易 蔡鸿敏等^[11]在置入逆行耻骨支螺钉时,将骨盆出口位及耻骨体入口位像作为参考,较传统的骨盆入口位片联合闭孔出口位片,该方法能明显减少透视次数、时间,提高效率及安全性。我们在置入耻骨支螺钉时也借鉴此方法,每枚耻骨支螺钉透视 30 ~ 48 (40.3 ± 11.7) 次,说明此方法简便,重复性高。另外,由于不需要机器人等价格高昂的设备,容易在基层医院开展。

3.3 注意事项

骶髂螺钉骨性通道的选择:目前经皮固定骶髂

关节治疗不稳定型骨盆骨折的 S₁ 骨性通道共有两种:斜形骨性通道和髂-骶-髂螺钉。我们认为,虽然髂-骶-髂螺钉有更好的把持力,但是操作难度大,风险高,故本组选择斜形固定方案,这种固定尤其适合于骶髂分离和骶骨 1、2 区骨折。需要注意的是,这种方法仍有穿出骶骨前方皮质或骶孔的风险,进而引起盆腔血管和骶神经损伤。因此建议术中耐心透视,必要时通过术中三维 CT 进一步明确螺钉位置及方向。本组 97.2% (35/36) 骶髂螺钉未穿透皮质。

对于前环损伤,我们采用逆行耻骨支螺钉固定。我们认为这种方式进针位置容易寻找。对于无明显移位或移位较小者,采用闭合复位内固定。对于 B1 型“翻书样”或 B2 型“关书样”骨盆骨折,骨折移位较大,3 例术中行外固定临时辅助复位固定,2 例有限切口辅助复位。对于肥胖患者,必要时垫高臀部侧或旋转床,让骨折侧处于高位,可将对侧下肢悬吊于手术床边以增加逆行螺钉向下压的空间。

目前可用的通道螺钉为长的全螺纹空心螺钉和短螺纹的空心拉力螺钉。在骶骨体内的拉力作用,长螺纹螺钉是短螺纹螺钉的 10 倍^[22],因此我们优先使用全螺纹的长螺钉,但是后环骨折需要进一步闭合复位时(如“开书样”损伤),则建议骶髂螺钉选择使用带垫片的空心加压螺钉,以进一步闭合分离的骶髂间隙。本组耻骨支螺钉均选择全螺纹的长螺钉,因为此种螺钉为埋头钉,能完全置入耻骨骨质内,减少螺钉切迹,减少对邻近脏器如精索等结构的刺激。另外,在置入螺钉之前,使用空心钻开口时建议突破第一层皮质即可,避免透过骶髂关节或过度的耻骨支髓腔“扩髓”,以避免削弱螺钉的把持力。

综上所述,利用 C 臂徒手置入经皮骶髂螺钉联合逆行耻骨支螺钉治疗不稳定型骨盆骨折,可以实现微创复位固定,操作方便,安全有效。本研究的不足之处在于病例数量少、随访时间短、不是随机对照研究,结论尚需进一步验证。

参考文献

- 1 Wakayama Y, Higashi T, Kobayashi N, et al. Clinical utility of minimally invasive posterior internal fixation within the pelvic ring using S2 alar iliac screws for unstable pelvic ring fracture. *Injury*, 2022, 53(10): 3371 - 3376.

2

杨光,祁宝昌,赵天昊,等. TiRobot 骨科手术机器人辅助下微创经皮通道螺钉固定治疗骨盆骨折的疗效分析. 中华创伤骨科杂志,2022,24(3):200–205.

3

肖鸿鹄,赵春鹏,曹奇勇,等. 智能化骨折微创复位手术机器人系统治疗不稳定型骨盆骨折的随机对照研究. 中华创伤骨科杂志,2023,25(4):341–350.

4

郑明,聂娜,刘列华,等. 骨盆前环骨折微创内固定技术研究进展. 中华创伤杂志,2021,37(6):571–576.

5

余荣峰,张彬,蒋昆豆,等. 机器人辅助下前柱螺钉与前环内置外固定架治疗不稳定骨盆骨折的疗效比较. 中华创伤杂志,2023,39(1):38–46.

6

齐红哲,张伟,李嘉琦,等. 切开复位与闭合复位内固定治疗不稳定型骨盆骨折长期预后的多中心队列研究. 中华创伤骨科杂志,2023,25(6):485–490.

7

罗俊浩,马运宏,李泽清,等. 机器人辅助经皮空心钉内固定治疗 Tilt 骨盆骨折的疗效. 中国微创外科杂志,2025,25(1):21–26.

8

徐启飞,林岚然,赵代杰,等. 骶髂关节螺钉联合前环耻骨支螺钉在 Tile B 型骨盆骨折中的应用. 中国骨伤,2017,30(3):202–207.

9

Zingg T, Uldry E, Omoumi P, et al. Interobserver reliability of the Tile classification system for pelvic fractures among radiologists and surgeons. Eur Radiol,2021,31(3):1517–1525.

10

Osler T. Injury severity scoring: perspectives in development and future directions. Am J Surg,1993,165(2A Suppl):43S–51S.

11

蔡鸿敏,成传德,李红军,等. 改良经皮逆行耻骨上支或髌臼前柱髓内螺钉置入技术治疗骨盆髌臼损伤. 中华创伤骨科杂志,2018,20(9):750–756.

12

Matta JM. Indications for anterior fixation of pelvic fractures. Clin Orthop Relat Res,1996,(329):88–96.

13

Smith HE, Yuan PS, Sasso R, et al. An evaluation of image-guided technologies in the placement of percutaneous iliosacral screws. Spine (Phila Pa 1976),2006,31(2):234–238.

14

Majeed SA. Grading the outcome of pelvic fractures. J Bone Joint Surg Br,1989,71(2):304–306.

15

Pan ZH, Chen FC, Huang JM, et al. Modified pedicle screw-rod versus anterior subcutaneous internal pelvic fixation for unstable anterior pelvic ring fracture: a retrospective study and finite element analysis. J Orthop Surg Res,2021,16(1):467.

16

Bi C, Wang Q, Nagelli C, et al. Treatment of unstable posterior pelvic ring fracture with pedicle screw-rod fixator versus locking compression plate: a comparative study. Med Sci Monit,2016,22:3764–3770.

17

刘东,王志强,陈林,等. 骶髂螺钉联合前环内支架系统治疗不稳定骨盆骨折的临床疗效. 安徽医学,2023,44(11):1349–1353.

18

Liu L, Zeng D, Fan S, et al. Biomechanical study of Tile C3 pelvic fracture fixation using an anterior internal system combined with sacroiliac screws. J Orthop Surg Res,2021,16(1):225.

19

Al-Naseem A, Sallam A, Gonnah A, et al. Robot-assisted versus conventional percutaneous sacroiliac screw fixation for posterior pelvic ring injuries: a systematic review and meta-analysis. Eur J Orthop Surg Traumatol,2023,33(1):9–20.

20

Xu L, Cao X, Lu H, et al. Biomechanical evaluation of percutaneous anteropgrade and retrograde screw implantation for superior ramus pubis fractures: a finite element analysis. Am J Transl Res,2022,14(12):8676–8685.

21

Flanagan CD, Fairchild R, McCaskey M, et al. Union and displacement characteristics following percutaneous screw fixation of superior pubic rami fractures. Eur J Orthop Surg Traumatol,2024,34(7):3535–3541.

22

Sagi HC, Ordway NR, DiPasquale T. Biomechanical analysis of fixation for vertically unstable sacroiliac dislocations with iliosacral screws and symphyseal plating. J Orthop Trauma,2004,18(3):138–143.

(收稿日期:2024–08–31)

(修回日期:2025–02–25)

(责任编辑:王惠群)