

· 临床论著 ·

开放获取

髂骨间固定与骶髂螺钉治疗 B 型骨盆骨折疗效比较[△]

陈宝, 王振山, 许田恩, 范恒恺, 张苍宇, 丁明聪, 万麟*

(兰州大学第二医院骨科, 甘肃兰州 730030)

摘要: [目的] 比较髂骨间固定 (transiliac internal fixator, TIFI) 和骶髂螺钉 (sacroiliac screw, SIS) 结合前环固定治疗 B 型骨盆骨折的临床疗效。[方法] 回顾性分析 2016 年 10 月—2021 年 7 月本院手术治疗 47 例 Tile B 型骨盆骨折患者的临床资料。根据医患沟通结果, 23 例采用 TIFI 结合微创前环钢板治疗 (髂间组), 24 例采用 SIS 结合前环钢板固定 (骶髂组)。比较两组围手术期、随访和影像学结果。[结果] 髂间组手术时间 [(262.4±33.2) min vs (316.9±46.9) min, $P<0.001$]、术中出血量 [(107.6±13.0) ml vs (128.8±13.3) ml, $P<0.001$]、透视次数 [(13.0±3.1) 次 vs (27.9±5.6) 次, $P<0.001$] 均显著少于骶髂组, 但切口总长度 [(13.3±1.1) cm vs (10.7±1.2) cm, $P<0.001$] 显著大于骶髂组。所有患者随访 12 个月以上。两组患者下地行走时间、完全负重时间的差异无统计学意义 ($P>0.05$)。随时间推移, 两组 VAS 评分、Majeed 评分均显著改善 ($P<0.05$)。相同时间点, 两组 VAS 评分、Majeed 评分的差异无统计学意义 ($P>0.05$)。影像方面, 与术前相比, 末次随访时, 两组患者 Matta 评级显著改善 ($P<0.05$), 相同时间点, 两组间 Matta 评级的差异无统计学意义 ($P>0.05$)。两组骨折愈合时间的差异无统计学意义 ($P>0.05$)。[结论] TIFI 结合微创前环固定治疗 B 型骨盆骨折具有手术时间短, 出血量少, 透视次数少及骨折复位满意等优点。

关键词: 骨盆骨折, 髂骨间内固定, 骶髂螺钉, 微创手术

中图分类号: R683.3 文献标志码: A 文章编号: 1005-8478 (2024) 24-2209-06

Transiliac internal fixator versus sacroiliac screw for Tile type B pelvic fractures // CHEN Bao, WANG Zhen-shan, XU Tian-en, FAN Heng-kai, ZHANG Cang-yu, DING Ming-cong, WAN Lin. Department of Orthopaedics, The Second Hospital, Lanzhou University, Lanzhou, Gansu 730030, China

Abstract: [Objective] To compare the clinical efficacy of transiliac internal fixator (TIFI) versus sacroiliac screw (SIS) combined with anterior ring fixation for type B pelvic fracture. [Methods] A retrospective study was conducted on 47 patients who had Tile type B pelvic fracture treated surgically in our hospital from October 2016 to July 2021. According to doctor-patient communication, 23 patients were treated with TIFI combined with minimally invasive anterior ring plate (the TIFI group), while other 24 patients had the sacroiliac joint fixed with SIS combined with anterior ring plate (the SIS group). The documents regarding perioperative period, follow-up and images were compared between the two groups. [Results] The TIFI group proved significantly superior to the SIS group in terms of operation time [(262.4±33.2) min vs (316.9±46.9) min, $P<0.001$], intraoperative blood loss [(107.6±13.0) ml vs (128.8±13.3) ml, $P<0.001$] and fluoroscopy times [(13.0±3.1) vs (27.9±5.6), $P<0.001$], but the former consumed significantly longer total incision length than the latter [(13.3±1.1) cm vs (10.7±1.2) cm, $P<0.001$]. All patients in both groups were followed up for more than 12 months, and there was no significant difference in time to regain ambulation and full weight bearing activity between the two groups ($P>0.05$). The VAS scores and Majeed scores were significantly improved in both groups over time ($P<0.05$), whereas which were not significantly different between the two groups at any time points accordingly ($P>0.05$). With respect of imaging, the Matta scale in both groups was significantly improved at the last follow-up compared with that preoperatively ($P<0.05$), which was not statistically significant between the two groups at any corresponding same time points ($P>0.05$). There was no significant difference in fracture healing time between the two groups ($P>0.05$). [Conclusion] TIFI combined with minimally invasive anterior ring fixation in the treatment of Tile type B pelvic fracture has the advantages of shortening operation time, reducing bleeding, declining fluoroscopy and achieves satisfactory fracture reduction.

Key words: pelvic fracture, transiliac internal fixator, sacroiliac screw, minimally invasive surgery

DOI:10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.110095

△基金项目: 甘肃省自然科学基金项目 (编号: 23JRRA0989)

作者简介: 陈宝, 副主任医师, 研究方向: 创伤骨科, (电子信箱) ery_chenb@lzu.edu.cn

* 通信作者: 万麟, (电子信箱) WLin0301@163.com

不稳定性骨盆骨折出血量大, 易引起循环不稳定, 威胁患者生命, 需要积极治疗, 治疗的首要目的是稳定骨盆环, 减少出血量, 减轻疼痛, 降低死亡率。在保证患者生命安全的基础上, 纠正骨盆畸形, 能够改善患者的生活质量^[1]。研究发现, 骨盆旋转不稳定骨折, 即 B 型骨折, 前后环同时固定可以稳定骨盆环, 减少翻身疼痛, 便于护理, 减少并发症发生率^[2, 3]。急诊处理可采用“C”形钳或外固定架固定骨盆环, 即刻限制骨盆容积, 减少出血量, 保持循环稳定^[2, 4]。骨盆后环最终的固定方式有多种, 较常选择骶髂螺钉 (sacroiliac screw, SIS) 和后路钢板^[5, 6], 以及近些年来采用的髂骨间固定 (transiliac internal fixator, TIFI) 也取得较好的疗效。TIFI 置钉简单, 安全有效, 固定骨盆后环的同时降低医源性神经血管损伤的发生率^[7, 8], 也为 SIS 置入困难的病例提供了有效的解决方案^[9]。为了进一步提高骨盆骨折的稳定效果, 有学者应用 TIFI 结合前环钢板固定取得了满意的疗效^[10]。但 TIFI 结合微创前环钢板固定相对于 SIS 结合前环切开复位钢板固定的优势和疗效差异如何, 以往报道较少, 本研究回顾性分析 2016 年 10 月—2021 年 7 月收治的符合纳入和排除标准的 47 例 Tile B 型骨盆骨折患者的病例资料, 分析比较两种不同固定方式治疗 B 型骨盆骨折临床及影像资料, 探讨 TIFI 结合微创前环钢板治疗 Tile B 型骨盆骨折的优点, 为 TIFI 结合微创前环钢板在 Tile B 型骨折治疗中的应用提供依据。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准: (1) Tile B 型骨盆骨折; (2) 后环 TIFI 结合微创前环钢板固定, 或后环 SIS 固定结合前环切开复位钢板固定。

排除标准: (1) 合并严重心肺基础疾病及凝血功能障碍等手术禁忌证; (2) 合并骶神经损伤需要行神经减压; (3) 手术部位开放性伤口或感染; (4) 随访资料不完整或者患者失访。

1.2 一般资料

回顾性分析 2016 年 10 月—2021 年 7 月本院骨科收治的 Tile B 型骨盆骨折患者的临床资料, 其中 47 例患者符合上述纳入标准, 纳入本研究。根据医患沟通结果, 23 例行 TIFI 结合微创前环钢板固定 (髂间组), 24 例行 SIS 结合前环切开复位钢板固定 (骶髂组)。两组患者术前一般资料见表 1, 两组患者

年龄、性别、BMI、受伤至手术时间、受伤机制、Tile 分型及后环损伤部位等差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。本研究经本院医学研究伦理委员会批准 (批准号: 2024A453), 所有患者均知情同意并签署知情同意书。

表 1. 两组患者术前一般资料比较
Table 1. Comparison of preoperative general data between the two groups

指标	髂间组 (n=23)	骶髂组 (n=24)	P 值
性别 (例, 男/女)	16/7	17/7	0.924
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	42.5 \pm 11.9	48.5 \pm 12.9	0.106
BMI (kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	22.7 \pm 3.0	22.7 \pm 2.8	0.998
受伤至手术时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	7.1 \pm 2.1	7.2 \pm 1.6	0.855
受伤机制 (例, 高坠/交通/砸伤)	11/8/4	14/7/3	0.760
Tile 分型 (例, B1/B2/B3)	3/14/6	5/16/3	0.446
后环损伤部位 (例, 骶骨骨折/骶髂分离)	20/3	22/2	0.600

1.3 治疗方法

患者入院后监测生命体征, 3 例失血性休克患者予抗休克及骨盆外固定治疗。完善影像检查。所有患者手术前夜灌肠。47 例患者均采用全麻, 于碳纤维床手术。

髂间组: 仰卧位, 消毒铺巾, 髂腹股沟入路第 1、3 窗分别作长约 4 cm 切口作为微创钢板置入通道, 间接复位耻骨上支骨折, 骨膜剥离器沿髂耻韧带深部髂骨面建立钢板通道, 骨盆重建钢板预弯后沿通道置入, 螺钉固定骨折, 透视骨折复位及钢板位置良好, 生理盐水冲洗切口, 留置引流, 逐层关闭切口, 无菌辅料覆盖; 更换俯卧位, 消毒铺巾, 双侧髂后上嵴远侧 2 cm 与骶骨棘突连线中外 1/3 交接部位做弧形切口, 显露髂嵴内板, 以椎弓根开口器于髂嵴近内板开口, 以开路锥向髂前下棘建立螺钉通道, 探子测试通道壁完整, 置入定位针, 透视骨盆正位及闭孔斜位出口位, 显示定位针位置良好, 沿预制钉道双侧各置入直径 7.5 mm、长度 75~90 mm 的髂骨螺钉, 透视证实, 预弯连接棒, 经深筋膜深部连接双侧髂骨螺钉, 安放尾帽, 根据骨盆后环分离移位情况进行加压复位固定后环, 拧紧尾帽, 透视确定复位固定满意, 关闭切口。

骶髂组: 仰卧位, 消毒铺巾, 髂腹股沟入路切开复位耻骨支骨折, 骨盆重建钢板固定骨折, 透视骨折复位满意, 生理盐水冲洗切口, 留置引流, 关闭切口, 无菌辅料包扎; 耻骨联合分离患者采用 Pfannen-

stiel 入路切开复位内固定, 耻骨联合内植骨, 1 块钢板内固定; 按照 SIS 置入规范透视定位, 向 S₁ 置入 1 枚直径 7.3 mm 半螺纹空心螺钉, 透视正侧位、出入口位确认。

术后常规预防感染治疗; 引流量 <50 ml 后拔除引流管; 预防血栓并行功能锻炼。

1.4 评价指标

记录围手术期资料, 包括手术时间、切口总长度、术中出血量、术中透视次数、术后引流量、住院时间、切口愈合情况及早期并发症。采用下地活动时间、完全负重活动时间、疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS) 及 Majeed 评分评价临床效果。Majeed 评分满分为 100 分, 其中 85~100 为优, 70~84 为良, 55~69 为可, <55 分为差^[11]。行影像学检查, 采用 Matta 评价复位质量, 骨折移位 <4 mm 为优, 移位 4~10 mm 为良, 移位 11~20 mm 为可, 移位 >20 mm 为差^[12]。记录骨盆骨折复位丢失程度、内置物等情况; X 线片提示骨折线模糊, CT 证实骨折线有连续性骨痂通过, 评价为骨折愈合。

1.5 统计学方法

采用 IBM SPSS 24.0 软件进行统计学分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 资料呈正态分布时, 两组间比较采用独立样本 *t* 检验, 组内不同时间点间比较采用单因素方差分析; 资料呈非正态分布时, 采用秩和检验。计数资料采用卡方检验或 Fisher 精确概率法。等级资料两组比较采用 Mann-whitney *U* 检验, $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期情况

两组患者均顺利完成手术, 术中未出现骶神经和血管损伤等严重并发症。髂间组: 3 例患者合并腰椎骨折, 2 例同期行腰椎骨折切开复位内固定术, 1 例保守治疗; 2 例轻型颅脑损伤患者保守治疗; 1 例肋骨骨折合并胸腔积液患者保守治疗, 出院前积液吸收。骶髂组: 2 例合并胸腰椎骨折, 同期进行胸腰椎骨折切开复位内固定; 2 例合并肋骨骨折及胸腔积液, 骨折保守治疗, 胸腔积液行胸腔闭式引流, 3 d 后拔除; 2 例合并轻型颅脑损伤患者行保守治疗; 1 例肾挫伤患者保守治疗。

两组围手术期资料见表 2, 髂间组手术时间、术中出血量、术中透视次数均显著小于骶髂组 ($P < 0.05$), 但切口总长度显著大于骶髂组 ($P < 0.05$)。两

组术后 24 h 引流量、住院时间及切口愈合等级的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。早期并发症方面, 髂间组 4 例患者出现一过性股外侧皮神经麻痹, 给予神经营养药物治疗后好转, 1 例患者前方切口脂肪液化, 换药治疗 3 周后愈合, 并发症发生率为 21.7% (5/23)。骶髂组 1 例患者前方切口脂肪液化, 换药治疗 3 周后痊愈, 1 例患者前方切口感染, 经清创引流后伤口愈合, 并发症发生率为 8.3% (2/24), 两组早期并发症发生率的差异无统计学意义 ($P = 0.379$)。

表 2. 两组患者围手术期资料比较
Table 2. Comparison of peroperative data between the two groups

指标	髂间组 (n=23)	骶髂组 (n=24)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	262.4±33.2	316.9±46.9	<0.001
切口总长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	13.3±1.1	10.7±1.2	<0.001
术中出血量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	107.6±13.0	128.8±13.3	<0.001
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$)	13.0±3.1	27.9±5.6	<0.001
术后引流量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	59.6±15.6	64.2±16.7	0.335
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	14.1±4.3	12.4±6.6	0.301
切口愈合 (例, 甲/乙/丙)	22/1/0	22/1/1	1.000

2.2 随访结果

所有患者均获随访 12 个月以上, 两组随访资料见表 3, 两组患者下地行走时间、完全负重时间的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。随时间推移, 两组 VAS 评分显著减少 ($P < 0.05$), Majeed 评分显著增加 ($P < 0.05$)。相同时间点, 两组 VAS 评分、Majeed 评分的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。

表 3. 两组患者随访结果 ($\bar{x} \pm s$) 比较
Table 3. Comparison of follow-up data between the two groups ($\bar{x} \pm s$)

指标	髂间组 (n=23)	骶髂组 (n=24)	P 值
下地行走时间 (周)	7.4±1.3	6.9±1.2	0.190
完全负重时间 (周)	13.7±1.5	13.5±1.4	0.510
VAS 评分 (分)			
术前	6.5±0.7	6.4±0.9	0.648
术后 3 个月	1.3±0.8	1.1±0.8	0.364
末次随访	0.4±0.6	0.3±0.6	0.931
P 值	<0.001	<0.001	
Majeed 评分 (分)			
术后 3 个月	74.6±4.3	74.6±6.7	0.971
末次随访	83.6±4.7	83.0±6.3	0.711
P 值	<0.001	<0.001	

2.3 影像评估

两组影像评估结果见表 4。与术前相比，末次随访时，两组患者 Matta 评分均显著改善 ($P < 0.05$)，同一时间点，两组间 Matta 评级的差异无统计学意义

($P > 0.05$)。末次随访时，两组骨盆前后环骨折愈合良好，耻骨联合分离部位融合良好，骨折愈合/融合率 100%，两组骨折愈合时间的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。两组典型病例影像见图 1~2。



图 1. 患者男性，23 岁，骨盆骨折 (Tile B2.1 型) 髂间组患者，行 TIFI 结合微创钢板固定骨盆骨折。1a: CT 三维重建提示 B2 型骨折：右侧耻骨上下支骨折及 Dennis I 区骶骨骨折；1b: 术后 X 线片示内固定位置良好；1c: 术后 6 个月复查 X 线片示骨折愈合，内固位无移位。

Figure 1. A 23-year-old male with Tile B2.1 fracture received TIFI combined with minimally invasive plate fixation. 1a: 3D-CT scan showed type B2 pelvic fracture with fractures of the right pubis and sacral fracture in Dennis 1 zone; 1b: Postoperative X ray image of pelvic showed the fracture was fixed with TIFI combined with minimally invasive plate; 1c: X ray 6 months postoperatively showed the fracture healed with the plate was in good condition.



图 2. 患者女性，48 岁，骨盆骨折 (Tile B2.1 型) 骶髂组患者，行 SIS 结合前环切开复位钢板固定。2a: 术前 CT 三维重建提示右侧耻骨上下支骨折及 Dennis II 区骶骨骨折；2b: 术后 X 线片示螺钉及钢板位置良好；2c: 术后 6 个月复查，X 线片示骨折愈合，内固位无移位。

Figure 2. A 48-year-old female with Tile B2.1 fracture received SIS combined with anterior ring plate fixation. 2a: 3D-CT scan showed type B2 pelvic fracture with fractures of the right pubis and sacral fracture in Dennis 2 zone; 2b: Postoperative X ray image of pelvic showed the fracture was fixed with SIS combined with plate; 2c: X ray 6 months postoperatively showed the fracture healed with the plate in good condition.

表 4. 两组患者影像资料比较

Table 4. Comparison of imaging data between the two groups

指标	髂间组 (n=23)	骶髂组 (n=24)	P 值
Matta 评级 (例, 优/良/可/差)			
术前	2/5/11/5	3/8/8/5	0.707
末次随访时	7/14/1/1	12/10/1/1	0.570
P 值	<0.001	0.003	
骨折愈合 [例 (%)]			0.450
<12 周	0 (0)	0 (0)	
12~14 周	16 (69.6)	19 (79.2)	
>14 周	7 (30.4)	5 (20.8)	

3 讨论

Tile B 型骨折因骨盆旋转不稳定，治疗的要点在于通过稳定前后环，恢复骨盆环的完整结构和骨盆容积，稳定循环，同时减少卧床期间翻身时骨折端反复移位导致的疼痛，减少心理创伤，便于护理。根据 Tile^[3] 的生物力学试验研究，骨盆前环对稳定贡献 40%，后方结构贡献 60%。研究认为，在前后环均累及的骨盆骨折中，前环的稳定可减少后环的载荷和移位，前后环同时固定可维持骨盆环解剖结构，增加骨盆的稳定性^[12-15]。所以对于 Tile B 型骨折，稳定骨盆

环应包括前后环的复位和固定,从而恢复生物力学稳定,以便早期功能锻炼,在护理过程中保持骨盆环的稳定。

应用 SIS 技术稳定骨盆后环最早由 Matta 等报道,因其微创有效,得到广泛应用。随着智能导航技术的应用,其安全性可以进一步提高^[16-18],但由于国内许多医疗机构尚无智能导航设备,SIS 置钉需反复透视,尤其在肠道准备不佳时患者及术者 X 线暴露时间延长^[19],螺钉位置难以准确判断,骶神经和损伤风险增加^[18];有学者应用 TIFI 固定骨盆后环,简化了操作和透视流程,神经血管损伤风险降低^[7],并经改良提高了安全性,也通过增加螺钉长度提高了固定的稳定性^[9,10]。

总结 TIFI 的相对优势有:(1) TIFI 经后方 LC-II 通道置入髂骨螺钉,操作简单,利用椎弓根探子在髂骨内外板间探查螺钉通道,创伤小,7.5 mm 直径的长椎弓根螺钉在通道内固定强度好;而 SIS 置入通道相对较小,骶骨骨折移位导致螺钉通道更加狭小,置入导针和螺钉过程中骶神经和血管损伤的风险高;(2) 骶骨骨折时 TIFI 可限制性加压固定,避免因加压引起的骶神经损害症状出现,而骶骨 II 区骨折 SIS 加压后容易出现神经损害;(3) TIFI 手术中对 X 线透视的要求不高,无需肠道准备,只需在置入定位针后进行正侧位及入口出口位透视确认定位针位置,最后在置入螺钉后透视确认螺钉位置,无需反复透视调整;SIS 置入过程中需反复透视,肠道准备差时严重影响透视效果和螺钉置入的准确性。

生物力学显示, TIFI 可以稳定骨盆后环,对抗骨盆水平及旋转移位,置钉对透视要求不高,手术简单,切口并发症发生率低,是一种微创、安全有效的稳定骨盆后环的方式^[20, 21]。由于 TIFI 采用万向螺钉固定,其与连接棒之间形成的角稳定性只提供部分抗扭转作用,同时行前环固定可增强抗扭转力,稳定骨盆环^[12-15]。

本研究中髂间组手术时间较骶髂组明显缩短,这与后环 TIFI 操作简单,且手术过程中透视次数相对减少有关。骨盆前环复位固定中,髂间组采用间接复位,通过髂腹股沟 1、3 窗的微创贴骨通道进行固定,显露时间短,暴露范围小,术中出血量也较骶髂组明显减少。由于 SIS 经皮置入,骶髂组切口总长度小于髂间组。

TIFI 固定目前存在的主要问题是体瘦患者髂后上嵴部位螺钉尾帽高凸,导致患者骶髂部位不适,通过髂嵴部位开槽或者将进钉点向髂骨内板调整,避免

上述问题发生。

本研究为回顾性研究,且样本量较小,部分可能影响疗效评估的因素(如合并损伤)无法消除,未来需以更完善的研究方案为 TIFI 结合微创前环钢板治疗 Tile B 型骨盆骨折提供依据。

综上所述, TIFI 结合微创前环固定治疗 B 型骨盆骨折具有手术时间短,出血量少,透视次数少及骨折复位满意等优点。

参考文献

- [1] van Vugt AB, van Kampen A. An unstable pelvic ring. The killing fracture [J]. J Bone Joint Surg Br, 2006, 88 (4): 427-433. DOI: 10.1302/0301-620X.88B4.16693.
- [2] Yang AP, Iannacone WM. External fixation for pelvic ring disruptions [J]. Orthop Clin North Am, 1997, 28 (3): 331-344. DOI: 10.1016/s0030-5898(05)70292-3.
- [3] Tile M. Pelvic ring fractures: should they be fixed [J]. J Bone Joint Surg Br, 1988, 70 (1): 1-12. DOI: 10.1302/0301-620X.70B1.327697.
- [4] 吴新宝. 合理选择骨盆环损伤的固定方式 [J]. 中华创伤骨科杂志, 2017, 19 (8): 645-646. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2017.08.001.
Wu XB. Rational choice of fixation methods for pelvic ring injuries [J]. Chinese Journal of Orthopaedic Trauma, 2017, 19 (8): 645-646. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2017.08.001.
- [5] Chip Routt ML, Kregor PJ, Simonian PT, et al. Early results of percutaneous iliosacral screws placed with the patient in the supine position [J]. J Orthop Trauma, 1995, 9 (3): 207-214. DOI: 10.1097/00005131-199506000-00005.
- [6] 胡铮, 李钿, 何旭辉, 等. 不稳定型骶骨骨折手术治疗方式选择 [J]. 中国矫形外科杂志, 2017, 25 (20): 1853-1857. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2017.20.07.
Hu Z, Li T, He XH, et al. Selection of surgical techniques for unstable sacral fractures [J]. Orthopedic Journal of China, 2017, 25 (20): 1853-1857. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2017.20.07.
- [7] Dienstknecht T, Berner A, Lenich A, et al. A minimally invasive stabilizing system for dorsal pelvic ring injuries [J]. Clin Orthop Relat Res, 2011, 469 (11): 3209-3217. DOI: 10.1007/s11999-011-1922-y.
- [8] 陈爱民, 鹿楠, 江曦, 等. 微创 Legacy 椎弓根螺钉系统治疗 Tile C 型骨盆骨折 [J]. 中华创伤杂志, 2011, 27 (9): 789-792. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2011.09.006.
Chen AM, Lu N, Jiang X, et al. Treatment of Tile type C pelvic fracture with legacy pedicle screw system plus minimally invasive technique [J]. Chinese Journal of Trauma, 2011, 27 (9): 789-792. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2011.09.006.
- [9] 戚浩天, 贾健, 田维, 等. 髂骨钉棒固定治疗单侧不稳定性 Denis I、II 区骶骨骨折 [J]. 中华骨科杂志, 2020, 40 (5): 317-324. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2020.05.009.

- Qi HT, Jia J, Tian W, et al. Posterior iliac screw rod for the treatment of unilateral unstable Denis I and II sacral fractures [J]. Chinese Journal of Orthopaedics, 2020, 40 (5) : 317-324. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2020.05.009.
- [10] Wang H, Fu YH, Ke C, et al. Minimally invasive stabilisation of posterior pelvic ring instabilities with pedicle screws connected to a transverse rod [J]. Int Orthop, 2018, 42 (3) : 681-686. DOI: 10.1007/s00264-017-3714-9.
- [11] Majeed SA. Grading the outcome of pelvic fractures [J]. J Bone Joint Surg Br, 1989, 71 (2) : 304-306. DOI: 10.1302/0301-620X.71B2.2925751.
- [12] Matta JM. Indications for anterior fixation of pelvic fractures [J]. Clin Orthop Relat Res, 1996, 329 (1) : 88-96. DOI: 10.1097/00003086-199608000-00011.
- [13] Matta JM, Tornetta P 3rd. Internal fixation of unstable pelvic ring injuries [J]. Clin Orthop Relat Res, 1996, 329: 129-140. DOI: 10.1097/00003086-199608000-00016.
- [14] Berber O, Amis AA, Day AC. Biomechanical testing of a concept of posterior pelvic reconstruction in rotationally and vertically unstable fractures [J]. J Bone Joint Surg Br, 2011, 93 (2) : 237-244. DOI: 10.1302/0301-620X.93B2.24567.
- [15] 王建超, 盛伟超, 廖文胜. 皮下前环内固定支架联合后环骑跨钢板固定治疗不稳定型骨盆骨折 [J]. 中国修复重建外科杂志, 2020, 34 (7) : 878-882. DOI: 10.7507/1002-1892.201912126.
Wang JC, Sheng WC, Liao WS. Application of anterior subcutaneous internal fixator combined with posterior plate in treatment of unstable pelvic fractures [J]. Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery, 2020, 34 (7) : 878-882. DOI: 10.7507/1002-1892.201912126.
- [16] 聂涛, 王卓, 于小龙, 等. 机器人与传统经皮骶髂螺钉固定骨盆后环损伤 [J]. 中国矫形外科杂志, 2023, 31 (24) : 2226-2231. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.24.04.
- Nie T, Wang Z, Yu XL, et al. Robotic- assisted versus traditional freehand percutaneous sacroiliac screw fixation of posterior pelvic ring injury [J]. Orthopedic Journal of China, 2023, 31 (24) : 2226-2231. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.24.04.
- [17] Ghisla S, Napoli F, Lehoczy G, et al. Posterior pelvic ring fractures: Intraoperative 3D-CT guided navigation for accurate positioning of sacro-iliac screws [J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2018, 104 (7) : 1063-1067. DOI: 10.1016/j.otsr.2018.07.006.
- [18] Wong JM, Bucknill A. Fractures of the pelvic ring [J]. Injury, 2017, 48 (4) : 795-802. DOI: 10.1016/j.injury.2013.11.021.
- [19] 张小丽, 张元智, 高丽, 等. 肠道准备对经皮横向骶髂关节螺钉固定的影响 [J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28 (2) : 108-112. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.02.03.
Zhang XL, Zhang YZ, Gao L, et al. Effect of bowel preparation on percutaneous transverse iliosacral screw fixation for longitudinal sacral fractures [J]. Orthopedic Journal of China, 2020, 28 (2) : 108-112. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.02.03.
- [20] Müller F, Füchtmeier B. A systematic review of the transiliac internal fixator (TIFI) for posterior pelvic injuries [J]. SICOT J, 2021, 7: 40. DOI: 10.1051/sicotj/2021037.
- [21] Seemann RJ, Hempel E, Rußow G, et al. Clinical and patient-related outcome after stabilization of dorsal pelvic ring fractures: a retrospective study comparing transiliac fixator (TIFI) and spinopelvic fixation (SPF) [J]. Front Surg, 2021, 8: 745051. DOI: 10.3389/fsurg.2021.745051.

(收稿:2024-01-29 修回:2024-09-02)
(同行评议专家:陶海荣, 刘凌)
(本文编辑:闫承杰)