

· 临床论著 ·

骨盆后环损伤 3D 打印导板辅助骶髂螺钉固定[△]

李文龙, 刘振兴, 孙兆云, 王星*

(山东第一医科大学附属人民医院, 山东济南 271100)

摘要: [目的] 探究应用 3D 打印导板辅助骶髂螺钉固定在骨盆后环损伤中的临床价值。[方法] 回顾性分析 2020 年 1 月—2023 年 2 月收住本院创伤骨科病区中心的 45 例骨盆后环损伤患者的临床资料, 依据术前医患沟通结果, 21 例采用 3D 导板辅助, 24 例采用徒手置钉。比较两组围手术期、随访和影像资料。[结果] 导板组手术时间 [(84.8±2.6) min vs (113.3±2.2) min, $P<0.001$]、螺钉置入时间 [(40.9±0.4) min vs (65.3±1.6) min, $P<0.001$]、导针调整次数 [(0.8±0.7) 次 vs (4.0±0.9) 次, $P<0.001$] 和 X 线曝光时间 [(35.2±0.8) s vs (77.3±1.4) s, $P<0.001$] 均显著优于徒手组。随访时间平均 (24.1±7.5) 个月。导板组患者完全负重活动时间 [(85.6±2.7) d vs (95.1±0.6) d, $P=0.046$] 显著早于徒手组。与术后 1 个月相比, 末次随访时, 两组患者 VAS 评分、髋伸屈和内外旋 ROM、Majeed 评分均显著改善 ($P<0.05$)。术后 1 个月, 导板组 VAS 评分 [(2.6±0.3) vs (3.7±0.2), $P=0.042$]、髋伸-屈 ROM [(121.2±1.1)° vs (103.2±1.6)°, $P=0.046$] 和髋内外旋 ROM [(78.0±0.5)° vs (55.5±0.9)°, $P<0.001$]、Majeed 评分 [(36.5±2.3) vs (26.8±0.3), $P<0.001$] 均显著优于徒手组。影像方面, 导板组置钉位置 [优/良/差, 例 (%), 19 (90.4) / 1 (4.8) / 1 (4.8) vs 14 (58.3) / 7 (29.2) / 3 (12.5), $P<0.001$]、骨折复位质量 [优/良/差, 例 (%), 18 (85.7) / 2 (9.5) / 1 (4.8) vs 11 (45.8) / 9 (37.5) / 4 (16.7), $P<0.001$]、骨折愈合时间 [<10 周/ $10\sim 16$ 周/ ≥ 16 周, 例 (%), 17 (80.9) / 3 (14.3) / 1 (4.8) vs 11 (45.8) / 10 (41.7) / 3 (12.5), $P<0.001$] 显著优于徒手组。[结论] 3D 打印导板辅助骶髂螺钉固定骨盆后环骨折损伤小, 可以取得更佳的早期治疗效果。

关键词: 骨盆骨折, 3D 打印, 骶髂螺钉, 回顾性研究

中图分类号: R683.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2024) 10-0889-06

3D printed guide assisted sacroiliac screw fixation for pelvic posterior ring injury // LI Wen-long, LIU Zhen-xing, SUN Zhao-yun, WANG Xing. People's Hospital of Jinan City, Shandong First Medical University, Jinan 271100, China

Abstract: [Objective] To explore the clinical value of using 3D printed guide to assist sacroiliac screw fixation in the treatment of pelvic posterior ring injury. **[Method]** A retrospective analysis was conducted on the clinical data of 45 patients with pelvic posterior ring injury admitted to the trauma orthopedic ward center of our hospital from January 2020 to February 2023. Based on preoperative doctor-patient communication results, 21 patients were assisted with 3D guide, while 24 patients were treated with screw placement by freehand technique. The perioperative, follow-up, and imaging data were compared between the two groups. **[Results]** The 3D group proved significantly superior to the freehand group in terms of surgical time [(84.8±2.6) min vs (113.3±2.2) min, $P<0.001$], screw insertion time [(40.9±0.4) min vs (65.3±1.6) min, $P<0.001$], number of screw adjustments [(0.8±0.7) times vs (4.0±0.9) times, $P<0.001$], and X-ray exposure time [(35.2±0.8) s vs (77.3±1.4) s, $P<0.001$]. The average follow-up period lasted for (24.1±7.5) months, and the 3D group resumed full weight-bearing activity significantly earlier than the freehand group [(85.6±2.7) days vs (95.1±0.6) days, $P=0.046$]. Compared with those one month after surgery, both groups of patients showed significant improvements in VAS score, hip extension and flexion, internal-external rotation ROM, and Majeed score at the last follow-up ($P<0.05$). The 3D group proved significantly better than the freehand group in terms of VAS score [(2.6±0.3) vs (3.7±0.2), $P=0.042$], hip extension flexion ROM [(121.2±1.1)° vs (103.2±1.6)°, $P=0.046$], hip internal and external rotation ROM [(78.0±0.5)° vs (55.5±0.9)°, $P<0.001$], and Majeed score [(36.5±2.3) vs (26.8±0.3), $P<0.001$] 1 month postoperatively, whereas the differences in aforesaid items became not significant between the two groups since then ($P>0.05$). Radiographically, the 3D group was also significantly better than the freehand group in terms of accuracy of screw placement [cases (%)] [excellent/good/poor, 19 (90.4) / 1 (4.8) / 1 (4.8) vs 14 (58.3) / 7 (29.2) / 3 (12.5), $P<0.001$], fracture reduction quality [excellent/good/poor, 18 (85.7) / 2 (9.5) / 1 (4.8) vs 11 (45.8) / 9 (37.5) / 4 (16.7), $P<0.001$], and fracture healing time [<10 weeks / $10\sim 16$ weeks / ≥ 16 weeks, 17 (80.9) / 3 (14.3) / 1 (4.8) vs 11 (45.8) / 10

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2024.10.05

△基金项目: 2021 年度山东省老年医学学会科技攻关计划项目 (编号:LKJGG2021W056)

作者简介: 李文龙, 主治医师, 医学博士, 研究方向: 创伤骨科, (电子信箱)314424905@qq.com

*** 通信作者:** 王星, (电子信箱)xingwanglw@sina.com

(41.7) / 3 (12.5), $P < 0.001$]. **[Conclusion]** The 3D printed guide assisted sacroiliac screw fixation for pelvic posterior ring fractures has minimal damage and can achieve better early treatment outcomes.

Key words: pelvic fracture, 3D printing, sacroiliac screws, retrospective study

骨盆后环损伤是指骨盆的后部结构受到损伤, 包括骶髂关节、骶髂韧带和骶髂韧带附着点等。通常是由于高能量的外力作用, 比如交通事故、摔倒或跌落等引起^[1, 2]。患者常表现为明显疼痛、行走困难、坐立不安等症状, 严重时可能伴有神经功能障碍。骨盆后环损伤的发病率相对较低, 占有骨盆损伤的 10%~15%。但由于其常伴随其他骨盆骨折和内脏损伤, 对患者的生存和功能恢复具有重要影响^[3]。骨盆后环损伤的治疗目标是稳定损伤部位, 减轻疼痛, 促进骨盆的愈合和功能恢复。对于不稳定的骨盆后环损伤, 需要进行手术治疗以达到稳定骨盆的目的。手术包括内固定和外固定, 如张力带钢板重建方案^[4, 5]。手术后还需要进行康复训练以促进功能恢复。其中, 骶髂螺钉内固定是一种常用的手术治疗方法, 用于稳定骨盆后环损伤。具体来说, 它是通过将金属螺钉插入骶髂关节和骶髂韧带附着点, 将骨折部位固定在一起, 促进骨折的愈合和稳定性恢复。然而, 骶髂螺钉内固定也存在一些注意事项和风险, 比如内固定手术可能伴随着手术创伤、出血、感染等风险, 虽然内固定可以减少并发症的风险, 但仍然存在可能发生的并发症, 如螺钉松动、神经损伤等^[6]。为了规避上述骶髂螺钉内固定在骨盆后环损伤中的风险, 本研究选择使用数字化 3D 打印的方法, 对骨盆后环进行更精准的治疗, 报告如下。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准: (1) 18 岁以上的成年患者; (2) 新鲜的骨盆后环损伤患者; (3) 自愿选择手术治疗; (4) 术后随访资料完整。

排除标准: (1) 选择保守治疗的患者; (2) 伴有严重的心肺功能障碍, 无法耐受手术治疗的; (3) 血友病的患者; (4) 患有精神类疾病的患者。

1.2 一般资料

回顾性分析 2020 年 1 月—2023 年 2 月收治本院创伤骨科病区中心骨盆后环损伤患者的临床资料, 根据上述标准, 45 例患者纳入本研究。根据医患沟通结果, 将患者分为两组, 21 例应用 3D 打印导板置钉 (导板组), 24 例应用徒手置钉 (徒手组)。两组一般

资料见表 1, 两组患者年龄、性别、BMI、损伤至手术时间、侧别、骨折分型^[7]的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。所有入组者均同意手术治疗方案, 签署知情同意书。本研究通过山东第一医科大学附属人民医院伦理委员会的批准。

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	导板组 (n=21)	徒手组 (n=24)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	42.9±5.8	43.2±7.9	0.220
性别 (例, 男/女)	10/11	11/13	0.655
BMI (kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)	21.4±2.8	21.5±2.5	0.874
损伤至手术时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	2.5±0.3	2.4±0.3	0.557
侧别 (例, 左/右/双)	12/7/2	12/8/4	0.212
Tile 分型 (例, B1.2/B2.2/C1.2/C2.3)	1/5/5/10	2/3/8/11	0.711

1.3 手术方法

导板组: 收集入组患者的影像学资料, 利用 Mimics 处理软件进行术前数字化规划 (图 1a), 收集患者 CT 数据资料, 根据损伤的特点和需求, 在软件中对骨折部位进行分割和重建, 生成三维模型。利用 3D 打印的方法, 打印个体化的术中导板 (图 1b)。进行静脉复合全身麻醉, 根据 3D 打印模板的形状和尺寸, 精确定位和引导手术操作。根据术前规划的结果, 对骨盆后环骨折进行内外翻和旋转复位, 在三维层面进行最佳的骨折复位, 可以在腰部放置衬垫, 结合术中 C 形臂 X 线机侧位透视定位辅助结果, 确定置钉入路, 然后常规消毒、铺巾。辅助小切口, 置入术前打印的 3D 导板 (图 1c), 然后根据 3D 导板的角, 置入导针, C 形臂 X 线机再次确认导针位置良好 (图 1d), 沿导针置入骶髂螺钉, 逐层缝合切口。

徒手组: 麻醉方案和术中体位同前。利用牵引床进行复位, 然后根据术中 C 形臂 X 线机透视结果, 选择徒手置钉, 术中 C 形臂 X 线机辅助定位, 位置满意后, 逐层缝合切口。

1.4 评价指标

记录围手术期资料, 包括手术时间、螺钉置入时间、X 线透视时间、导针调整次数、X 线曝光时间、

住院时间和住院费用。采用完全负重活动时间、疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS)、髌伸屈活动度 (range of motion, ROM)、髌内外旋 ROM、Majeed 评分^[8]评价临床效果。行影像检查, 采用 Matta 评分标准评价骨盆后环骨折复位情况^[9], 其中骨折移位 <1 mm 为解剖复位, Matta 评分为优; 1~3 mm 为满意复位, 评分为良; >3 mm 为不满意复位, 评分为差。记录骨折复位情况、骨折愈合时间和置钉位置的 Gras 分级^[10]。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 资料呈正态分布时, 组间比较采用独立样本 *t* 检验, 组内比较采用单因素方差分析, 两两比较采用 *LSD* 法; 资料呈非正态分布时, 采用非参数统计。计数资料采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。等级资料采用秩和检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期情况

两组患者均顺利完成手术, 无骨折再次移位, 无神经损伤、血管损伤。两组围手术期资料见表 2, 导板组的手术时间、螺钉置入时间、导针调整次数、X 线曝光时间显著少于徒手组 ($P < 0.05$)。两组住院时间、医疗费用的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。两组患者切口均甲级愈合, 无切口感染、静脉血栓形成等并发症。

表 2. 两组患者围手术期资料 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

Table 2. Comparison of perioperative data between the two groups ($\bar{x} \pm s$)

指标	导板组 (<i>n</i> =21)	徒手组 (<i>n</i> =24)	<i>P</i> 值
手术时间 (min)	84.8±2.6	113.3±2.2	<0.001
置钉时间 (min)	40.9±0.4	65.3±1.6	<0.001
导针调整次数 (次)	0.8±0.7	4.0±0.9	<0.001
X 线曝光时间 (s)	35.2±0.8	77.3±1.4	0.007
住院时间 (d)	7.7±0.4	10.5±0.3	0.056
医疗费用 (元)	7 748.1±183.6	7 573.1±157.5	0.103

2.2 随访结果

所有患者均获随访, 随访时间平均 (24.1±7.5) 个月, 随访过程中, 导板组 1 例患者出现褥疮, 指导患者家属改善护理方法和护理条件后, 褥疮愈

合。徒手组 1 例患者出现下肢疼痛, 复查骨盆正位 X 线片和 CT 见骨折愈合良好, 未见移动, 考虑腰椎间盘突出问题。

两组患者的随访资料见表 3, 导板组患者完全负重活动时间显著早于徒手组 ($P < 0.05$), 与术后 1 个月相比, 末次随访时, 两组患者 VAS 评分显著降低 ($P < 0.05$), 髌伸-屈 ROM 和髌内外旋 ROM 及 Majeed 评分均显著增加 ($P < 0.05$), 术后 1 月, 导板组 VAS 评分、髌伸-屈 ROM 和髌内外旋 ROM、Majeed 评分均显著优于徒手组 ($P < 0.05$)。末次随访时, 两组上述指标的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。

表 3. 两组患者随访资料 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

Table 3. Comparison of follow-up data between the two groups

指标	($\bar{x} \pm s$)		<i>P</i> 值
	导板组 (<i>n</i> =21)	徒手组 (<i>n</i> =24)	
完全负重活动时间 (d)	85.6±2.7	95.1±0.6	0.046
VAS 评分 (分)			
术后 1 个月	2.6±0.3	3.7±0.2	0.042
末次随访	1.0±0.2	0.9±0.2	0.459
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	
髌伸-屈 ROM (°)			
术后 1 个月	121.2±1.1	103.2±1.6	0.046
末次随访	148.4±0.7	148.3±0.6	0.961
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	
髌内外旋 ROM (°)			
术后 1 个月	78.0±0.5	55.5±0.9	<0.001
末次随访	94.7±0.3	92.4±0.6	0.071
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	
Majeed 评分 (分)			
术后 1 个月	36.5±2.3	26.8±0.3	<0.001
末次随访	75.8±0.5	74.8±0.5	0.388
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	

2.3 影像评估

两组患者影像资料见表 4, 导板组的置钉位置 Gras 分级、骨折复位质量显著优于徒手组 ($P < 0.05$), 骨折愈合时间显著早于徒手组 ($P < 0.05$), 导板组术后影像资料见图 1e, 1f。

3 讨论

骨盆后环由骶骨、髂骨和坐骨组成, 损伤往往由高能外力引起, 如交通事故或高坠伤等^[11]。手术治疗可以恢复骨盆的稳定性, 减少并发症的发

生^[12]。近年来, 3D 打印技术可以制作个性化的骨盆后环内固定装置, 提高手术效果和患者的预后^[13]。因此, 本研究中, 对骨盆后环骨折的患者手术治疗,

采用 3D 打印导板精准化导航进针的特点, 以期达到精准性更好、损伤性更小的目的, 具有一定的临床意义。

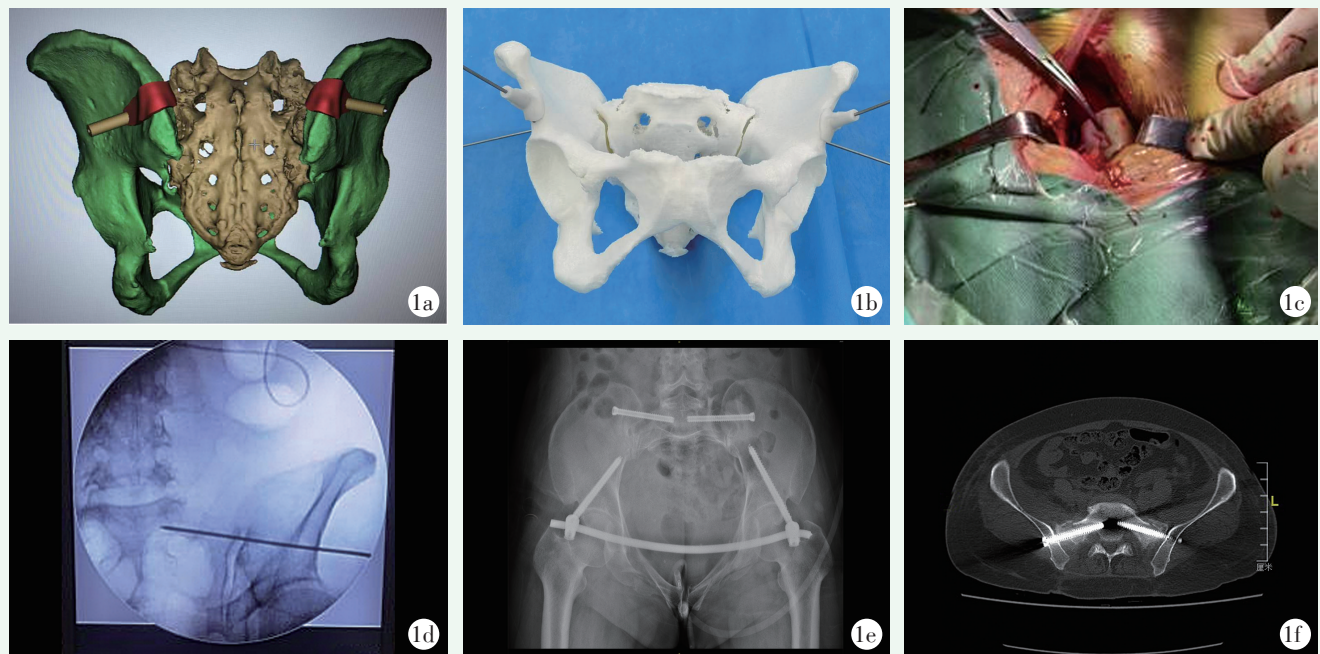


图 1. 患者女性, 56 岁, 诊断: 多发性骨盆骨折, 采用 3D 打印导板辅助骶髂螺钉固定术治疗。1a: 术前 3D 建模; 1b: 采用生物相容性材料打印 3D 导板模型; 1c: 术中放置 3D 导板; 1d: 术中 C 形臂 X 线机定位辅助确定导针位置; 1e, 1f: 术后骨盆入口位 DR 和骨盆 CT 示骶髂螺钉位置良好。

Figure 1. A 56-year-old female. Diagnosis: Multiple pelvic fracture treated with 3D printed guide plate assisted sacroiliac screw fixation surgery. 1a: Preoperative 3D modeling; 1b: Use biocompatible materials to print 3D guide plate models; 1c: Intraoperative placement of 3D guide plates; 1d: Intraoperative C-arm positioning assists in determining the position of guide needle; 1e, 1f: Postoperative inlet anteroposterior pelvic DR and pelvic CT showed good position of sacroiliac screw.

表 4. 两组患者影像资料比较

Table 4. Comparison of imaging data between the two groups

指标	导板组 (n=21)	徒手组 (n=24)	P 值
置钉位置 [例 (%)]			<0.001
优	19 (90.4)	14 (58.3)	
良	1 (4.8)	7 (29.2)	
差	1 (4.8)	3 (12.5)	
骨折复位质量 [例 (%)]			<0.001
优	18 (85.7)	11 (45.8)	
良	2 (9.5)	9 (37.5)	
差	1 (4.8)	4 (16.7)	
骨折愈合时间 [例 (%)]			<0.001
<10 周	17 (80.9)	11 (45.8)	
10~16 周	3 (14.3)	10 (41.7)	
≥16 周	1 (4.8)	3 (12.5)	

数字化医疗是当前的热门领域, 都芳涛等^[14]的

研究表明, 3D 打印可以缩短骨盆手术时间, 减少对周围组织的损伤, 取得较好的骨折愈合率。菅振等^[15]对老年脆性骨盆骨折采用 O 形臂导航治疗, 取得了满意的治疗效果。刘可心等^[16]利用天玑骨科机器人系统对骨盆骨折患者进行治疗, TiRobot 联合 Artis Zeego 系统的双机器人模式可以在微创的前提下完成置钉操作, 且学习曲线尚可。骨盆的位置比较深, 并且结构复杂, 多存在血管和神经的变异, 既往手术方案对患者的损伤较大, 为了获得满意的暴露, 对骨盆周围软组织的损伤较大, 甚至造成不可逆的二次伤害, 比如术中再次骨折、神经血管的损伤等。尤其是对于骨盆后环损伤的患者, 暴露相当困难, 术中 C 形臂 X 线机定位存在模糊、体位影响等不利因素, 所以在骨折对位、置钉位置等方面存在一定的争议。而 3D 打印导航技术, 可以依据患者本身的解剖结构特点, 制定周密的术前计划, 从而为临床置钉角度、深度等方面提供个性化的指导, 而且对周围组织损伤较小, 且能避开周围神经和血管, 具有十分重要的应

用意义^[17, 18]。本研究结果表明,相较于徒手组,3D导板导航组的置钉时间、置钉次数、Gras标准评级明显优于徒手组,分析原因,可能是周密的术前规划更符合患者本身的解剖特点,可以选择更为合理的置钉位置及置钉角度,从而获得满意的置钉效果。

骨盆骨折愈合受多个因素的影响,包括骨折类型和损伤严重程度、骨折愈合的时间和内固定质量^[19, 20]。无论是OA固定原则还是生物固定原则,对于骨折的解剖学复位和坚强的内固定均是有更好的要求^[21, 22]。在既往的工作中,对于骨盆骨折后环的损伤,多采用C形臂X线机进行辅助定位,但是主观性的差异和经验性的不同,对于骨盆后环骨折的患者,骶髂螺钉固定效果也有差异^[23, 24]。随着3D导航模板的应用,可以制定个性化的置钉方案,最大程度上符合个性化的治疗方案,取得最佳的固定效果^[25, 26]。本研究导板组患者完全负重活动时间明显早于徒手组,导板组患者术后1个月VAS评分、髋伸-屈ROM和髋内外旋ROM、Majeed评分均优于徒手组。导板组取得了更佳的早期效果,从而促进患者的早期康复。

本研究也存在一定的缺陷,比如为了置入3D导航导板,需要辅助小切口技术,相较于经皮置钉而言,患者的失血量会相对多。

总之,3D导航模板辅助骶髂螺钉治疗骨盆后环骨折可取得良好的早期效果。

参考文献

- [1] 高加智,辛杰,王洪玉.不同桥接组合式内固定系统重建骨盆后环稳定性的有限元分析[J].中国矫形外科杂志,2020,28(4):342-348. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.04.12.
Gao JZ, Xin J, Wang HY, et al. Stability of posterior pelvic ring reconstructed by different bridge combined fixation systems: a finite element analysis [J]. Orthopedic Journal of China, 2020, 28 (4) : 342-348. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.04.12.
- [2] Wang J, Zhang T, Han W, et al. Robot-assisted S2 screw fixation for posterior pelvic ring injury [J]. Injury, 2023, 54 (2) : 3-7. DOI: 10.1016/j.injury.2020.11.044.
- [3] 谭国庆,薛海鹏,何吉亮,等.改良张力带钢板重建骨盆后环的生物力学研究[J].中国矫形外科杂志,2019,27(2):171-175. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2019.02.16.
Tan GQ, Xue HP, He JL, et al. Biomechanical tests of a new modified tension band plate for reconstruction of posterior pelvic ring [J]. Orthopedic Journal of China, 2020, 28 (4) : 342-348. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2019.02.16.
- [4] Yang Z, Sheng B, Liu D, et al. Intraoperative CT-assisted sacroiliac screws fixation for the treatment of posterior pelvic ring injury: a comparative study with conventional intraoperative imaging [J]. Sci Rep, 2022, 12 (1) : 177-197. DOI: 10.1038/s41598-022-22706-y.
- [5] Mitsuzawa S, Kusakabe K, Nakao S, et al. Minimally invasive transiliac anatomical locking plate for posterior pelvic ring injury: a retrospective analysis of clinical outcomes and radiographic parameters for the gull wing plate [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2022, 23 (1) : 880-893. DOI: 10.1186/s12891-022-05829-1.
- [6] Obey MR, Buesser KE, Hofer EL, et al. Effect of percutaneous posterior pelvic ring reduction and fixation on patient-reported outcomes [J]. J Orthop Trauma, 2022, 36 (2) : 17-22. DOI: 10.1097/BOT.0000000000002321.
- [7] Mitsuzawa S, Kusakabe K, Matsuda S. Minimally invasive transiliac anatomical locking plate for posterior pelvic ring injury: A technical trick of the gull wing plate [J]. J Clin Orthop Trauma, 2022, 33 (19) : 101-121. DOI: 10.1016/j.jcot.2022.101991.
- [8] 周东,苏郁,吴舒婷,等.3D打印辅助开放复位内固定移位型髌臼骨折[J].中国矫形外科杂志,2023,31(18):1670-1675. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.18.07.
Zhou D, Su Y, Wu ST, et al. 3D printing assisted open reduction and internal fixation of displaced acetabular fractures [J]. Orthopedic Journal of China, 2023, 31 (18) : 1670-1675. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.18.07.
- [9] 胡居正,石展英,王仁崇,等.Starr复位架联合"O"型臂导航系统治疗骨盆骨折的近期疗效[J].中华骨科杂志,2019,39(13):817-825. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2019.13.006.
Hu JZ, Shi ZY, Wang RC, et al. Recent therapeutic effects of the Starr reduction frame combined with the "O" arm navigation system in the treatment of pelvic fractures [J]. Chinese Journal of Orthopaedics, 2019, 39 (13) : 817-825. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2019.13.006.
- [10] 裴璇,周唯,柯焱,等.3D导航下经皮空心螺钉内固定治疗145例骨盆骨折的疗效观察[J].创伤外科杂志,2023,25(5):367-373. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4237.2023.05.09.
Pei X, Zhou W, Ke X, et al. Efficacy observation of percutaneous hollow screw internal fixation under 3D navigation in the treatment of 145 cases of pelvic fractures [J]. Journal of Trauma Surgery, 2023, 25 (5) : 367-373. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4237.2023.05.09.
- [11] Ziran N, Collinge CA, Smith W, et al. Trans-sacral screw fixation of posterior pelvic ring injuries: review and expert opinion [J]. Patient Saf Surg, 2022, 16 (1) : 24. DOI: 10.1186/s13037-022-00333-w.
- [12] Obey MR, Buesser KE, Hofer EL, et al. Effect of percutaneous posterior pelvic ring reduction and fixation on patient-reported outcomes [J]. J Orthop Trauma, 2022, 36 (2) : 17-22. DOI: 10.1097/BOT.0000000000002321.
- [13] You MR, Fan ZQ, Ye HM, et al. The design and application of an individualized 3D printing assisted guide plates in assisting sacroiliac screws insertion [J]. Comput Assist Surg (Abingdon), 2022, 27 (1) : 113-119. DOI: 10.1080/24699322.2022.2102542.

- [14] 都芳涛, 康超, 方继锋, 等. 3D 打印导航模板辅助微创置钉在骨盆骨折合并髌臼骨折内固定术中应用的效果分析 [J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2023, 38 (2): 118-121. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2023.02.002.
Du FT, Kang C, Fang JF, et al. Analysis of the effectiveness of 3D printed navigation template-assisted minimally invasive screw placement in the internal fixation of pelvic fractures combined with acetabular fractures [J]. Chinese Journal of Bone and Joint Injury, 2023, 38 (2): 118-121. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2023.02.002.
- [15] 菅振, 吕涛, 敖荣广, 等. O 形臂导航下通道螺钉治疗 II 型老年脆性骨盆骨折的疗效 [J]. 中华创伤杂志, 2022, 38 (3): 240-246. DOI: 10.3760/ema.j.cn501098-20211027-00551.
Jian Z, Lv T, Ao RG, et al. Efficacy of channel screws under O-arm navigation for the treatment of type II geriatric fragility pelvic fractures [J]. Chinese Journal of Traumatology, 2022, 38 (3): 240-246. DOI: 10.3760/ema.j.cn501098-20211027-00551.
- [16] 刘可心, 由梦真, 黄默冉, 等. 天玑骨科机器人联合 Artis Zeego 系统微创治疗骨盆骨折的初步应用研究 [J]. 中国修复重建外科杂志, 2022, 36 (8): 929-933. DOI: 10.7507/1002-1892.202203026.
Liu KX, You MZ, Huang MR, et al. Preliminary application study of Tianji orthopedic robot combined with Artis Zeego system in minimally invasive treatment of pelvic fractures [J]. Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery, 2022, 36 (8): 929-933. DOI: 10.7507/1002-1892.202203026.
- [17] Zhang K, Liu J, Wang L, et al. Application of 3D printed pelvic fracture related urethra and surrounding tissue as preoperative planning model [J]. BMC Urol, 2023, 23 (1): 1-5. DOI: 10.1186/s12894-022-01165-7.
- [18] Hung CC, Shen PH, Wu JL, et al. Association between 3D printing-assisted pelvic or acetabular fracture surgery and the length of hospital stay in nongeriatric male adults [J]. J Pers Med, 2022, 12 (4): 573-582. DOI: 10.3390/jpm12040573.
- [19] Lee AK, Lin TL, Hsu CJ, et al. Three-dimensional printing and fracture mapping in pelvic and acetabular fractures: a systematic review and meta-analysis [J]. J Clin Med, 2022, 11 (18): 5258-5263. DOI: 10.3390/jcm11185258.
- [20] Davis JA, Movassaghi K, Refaat MI, et al. Use of the hybrid operating room for pelvic and acetabular fracture surgery [J]. Injury, 2022, 53 (11): 3754-3758. DOI: 10.1016/j.injury.2022.09.010.
- [21] Putzeys G, Dekeyser T, Garré P, et al. Posterior pelvic ring involvement detected with CT taken within a week of admission in acute fragility fractures of the pelvis (FFP) does not predict failure of conservative treatment: a retrospective cohort study [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2023, 24 (1): 320-325. DOI: 10.1186/s12891-023-06439-1.
- [22] Baumann F, Becker C, Freigang V, et al. Imaging, post-processing and navigation: Surgical applications in pelvic fracture treatment [J]. Injury, 2022, 53 (3): 16-22. DOI: 10.1016/j.injury.2022.08.049.
- [23] Byun SE, Hwang J, Salameh M, et al. Three-dimensional computed tomography reconstructions do not improve the interobserver reliability of the AO/Orthopaedic Trauma Association and Young and Burgess Pelvic Fracture Classifications [J]. Indian J Orthop, 2022, 56 (6): 1018-1022. DOI: 10.1007/s43465-022-00637-0.
- [24] Yang Q, Feng S, Song J, et al. Computer-aided automatic planning and biomechanical analysis of a novel arc screw for pelvic fracture internal fixation [J]. Comput Methods Programs Biomed, 2022, 220 (10): 106-118. DOI: 10.1016/j.cmpb.2022.106810.
- [25] Tian S, Liang S, Wang Z, et al. Morphological characteristics of the posterior wall associated with complex acetabular fractures: a radiological study using 3D software and fracture mapping technique [J]. Biomed Res Int, 2022, 2022 (24): 921-1028. DOI: 10.1155/2022/9212895.
- [26] Chan SY, Hsu CP, Cheng CT, et al. Speeding pelvic fracture fixation: CT scan with simultaneous 3-D pelvic reconstruction in the emergency department [J]. Am J Emerg Med, 2023, 72: 170-177. DOI: 10.1016/j.ajem.2023.07.051.

(收稿:2023-09-06 修回:2024-02-04)

(同行评议专家: 苏郁, 徐鹏, 张太元)

(本文编辑: 郭秀婷)

读者 · 作者 · 编者

关于本刊网站开放获取稿件下载相关事宜的公告

自 2024 年 4 月始, 本刊对部分优质稿件实行开放获取形式发表, 此方式得到了广大读作者的支持和好评。此类稿件目前只可在本刊网站免费获取全文, 暂不能在知网等数据库免费获取。欢迎广大读者登录本刊官方网站免费阅读、下载、引用。

敬请关注《中国矫形外科杂志》网站, <http://jxwk.ijournal.cn>

《中国矫形外科杂志》编辑部

2024 年 5 月 14 日