

· 临床论著 ·

开放获取

基于虚拟设计髓内钉钢板固定 A2-3 型股骨粗隆间骨折[△]

杨绍武, 桂炜炜, 李影

(九江市中医院骨伤科, 江西九江 332000)

摘要: [目的] 探讨 Mimics 辅助虚拟设计股骨近端髓内钉联合锁定钢板固定 A2-3 型股骨粗隆间骨折的临床疗效。[方法] 回顾性分析 2018 年 1 月—2021 年 6 月本院创伤骨科采用开放复位内固定 (open reduction and internal fixation, ORIF) 治疗的 53 例 A2-3 型股骨粗隆间骨折患者的临床资料。根据医患沟通结果, 28 例依据术前 Mimics 软件辅助设计行 ORIF (设计组), 25 例未选择辅助设计, 行常规 ORIF (常规组)。比较两组围手术期、随访及影像结果。[结果] 设计组手术时间 [(52.7±5.2) min vs (69.5±7.1) min, $P<0.001$]、术中出血量 [(102.7±10.9) ml vs (165.9±10.7) ml, $P<0.001$]、术中透视次数 [(8.3±2.1) 次 vs (10.2±3.5) 次, $P=0.018$] 均显著优于常规组。设计组完全负重时间 [(36.3±5.8) d vs (47.5±6.3) d, $P<0.001$] 显著早于常规组。术后随时间推移, 两组 Harris 评分、髋伸屈 ROM、髋内外旋 ROM 均显著增加 ($P<0.05$), 术后 1、6 个月, 设计组髋关节上述临床指标均显著优于常规组 ($P<0.05$)。影像方面, 两组患者骨折复位质量优良率的差异无统计学意义 ($P>0.05$)。至末次随访时, 设计组的颈干角 (neck-shaft angle, NSA) 无变化, 而常规组 NSA 显著减小 ($P<0.05$)。末次随访时, 设计组在尖-顶距 (tip-apex distance, TAD) 及股骨头颈短缩值均显著优于常规组 ($P<0.05$)。[结论] 对累及外侧壁的股骨粗隆间骨折, 术前虚拟辅助设计能够为术者提供精准的分型和个体化的固定方案, 缩短手术时间, 减少内固定失效的发生率。

关键词: 股骨粗隆间骨折, 外侧壁, 虚拟设计, 股骨近端防旋髓内钉, 支撑钢板

中图分类号: R683.42 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2025) 03-0200-07

Proximal femoral nail anti-rotation combined buttress plate based on preoperative visual design for type A2-3 femoral intertrochanteric fracture // YANG Shao-wu, GUI Wei-wei, LI Ying. Department of Traumatic Orthopedics, Jiujiang Hospital of Traditional Chinese Medicine, Jiujiang, Jiangxi 332000, China

Abstract: [Objective] To evaluate the clinical significance of preoperative Mimics-assisted design of proximal femoral nail anti-rotation (PFNA) combined with buttress plate fixation of type A2-3 femoral intertrochanteric fractures. **[Methods]** A retrospective analysis was performed on 53 patients who received open reduction and internal fixation (ORIF) with PFNA and buttress plate for type A2-3 femoral intertrochanteric fractures in our hospital from January 2018 to June 2021. According to the preoperative doctor-patient communication, 28 patients had ORIF performed based on preoperative design with Mimics software, while other 25 patients had routine ORIF conducted without preoperative digital design (routine group). The documents regarding to perioperative period, follow-up and images were compared between the two groups. **[Results]** The design group proved significantly superior to the routine groups in terms of operation time [(52.7±5.2) min vs (69.5±7.1) min, $P<0.001$], intraoperative blood loss [(102.7±10.9) ml vs (165.9±10.7) ml, $P<0.001$], intraoperative fluoroscopy times [(8.3±2.1) times vs (10.2±3.5) times, $P=0.018$]. In addition, the design group resumed full loading activity significantly earlier than that of the routine group [(36.3±5.8) days vs (47.5±6.3) days, $P<0.001$]. The Harris score, hip extension - flexion ROM and internal - external rotation ROM significantly increased in both groups over time ($P<0.05$), which were significantly better in the design group than the routine group at 1 month and 6 months after surgery. With respect of imaging, there was no statistically significant difference in the fracture reduction quality between the two groups ($P>0.05$). The design group had the neck-shaft angle (NSA) remained unchanged, whereas the routine group had NSA significantly decreased by the latest follow-up ($P<0.05$). At corresponding time points after surgery, the design group proved significantly better than the routine group in tip-apex distance (TAD) and femoral head and neck shortening ($P<0.05$). **[Conclusion]** For femoral intertrochanteric fractures involving the lateral wall, preoperative virtual design with virtual reconstruction provides the surgeon with accurate classification and individualized fixation plan, shorten the operation time and reduce the incidence of internal fixation failure.

DOI:10.20184/j.cnki.issn1005-8478.090954

△基金项目: 江西省卫生厅科技计划课题项目 (编号: 20143268)

作者简介: 杨绍武, 副主任医师, 研究方向: 骨伤科, (电子信箱) afton2018@163.com

Key words: femoral intertrochanteric fracture, lateral wall, virtual design, proximal femoral nail anti-rotation, buttress plate

股骨粗隆间骨折是老年人常见的髋部外伤，手术复位固定可获得良好的临床效果，显著减轻患者痛苦，改善生活质量。与动力髋螺钉相比，股骨近端防旋髓内钉（proximal femoral nail anti-rotation, PFNA）具有更强的抗旋转和剪切的力学机制^[1]。但仍有 6%~21% 的患者术后会出现内固定松动、畸形愈合、关节活动受限、螺旋刀片切出等并发症^[2]。既往研究多集中在复位质量、尖顶距等方面^[3,4]。随着对股骨外侧壁（the lateral femoral wall, LFW）认识的不断深入，人们发现 LFW 的完整性有利于术后行走步态稳定，并减少内固定系统的轴向应力^[5]。

外侧壁的厚度和连续性均为导致术后内固定失败的独立因素^[6]。为预防医源性因素导致 A2 型患者术中出现外侧壁骨折或重建 A3 型骨折外侧壁的连续性，人们设计了多种不同的手术方式，如郭大春等^[7]采用空心拉力螺钉联合 PFNA，陈银兵等^[8]采用锁定重建钢板联合 PFNA 固定。A2-3 型股骨粗隆间骨折中，各骨折块分布类型复杂，且大小不一，X 线片缺乏对大粗隆骨折块分布的整体评价。近年来，逐步出现对股骨粗隆间骨折的三维 CT 分型^[9]。笔者利用医学三维重建软件 Mimics，对 A2-3 型股骨粗隆间骨折进行术前模拟复位，并测量锁定钢板联合 PFNA 治疗的可行性，取得良好的临床效果，现报道如下。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准：（1）髋部外伤<15 d；（2）术前 X 线片诊断股骨粗隆间骨折，CT 三维重建显示存在外侧壁骨折；（3）年龄 60~85 岁；（4）患者及家属同意行内固定治疗；（5）随访资料完整。

排除标准：（1）合并严重内科疾病，如心脑血管系统疾病，无法耐受手术；（2）病理性骨折、多发性骨折、股骨头缺血坏死等；（3）伤前存在脑梗塞后遗症、神经功能异常，无法正常行走；（4）随访资料不完整。

1.2 一般资料

回顾性分析 2018 年 1 月—2021 年 6 月本院创伤骨科收治的 53 例 A2-3 型股骨粗隆间骨折患者的临床资料，根据医患沟通结果，28 例采用三维辅助设计（设计组），25 例未选择辅助设计（常规组）。两

组患者一般资料见表 1，两组患者年龄、性别、BMI、骨折类型、损伤至手术时间、侧别比较的差异均无统计学意义（ $P>0.05$ ）。本研究经医院医学伦理委员会审核批准，所有患者及家属均签署知情同意书。

表 1. 两组患者治疗期资料比较

Table 1. Comparison of preoperative data between two groups

指标	设计组 (n=28)	常规组 (n=25)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	75.2±3.3	74.8±4.2	0.721
性别 (例, 男/女)	19/9	14/11	0.374
BMI (kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)	27.4±2.2	27.9±2.3	0.423
骨折类型 (例, A2/A3)	22/6	21/4	0.614
损伤至手术时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	3.1±0.9	3.5±0.8	0.095
侧别 (例, 左/右)	15/13	10/15	0.323

1.3 手术方法

常规组：采用气管插管全麻，牵引床牵引复位，并患肢轻度内收、内旋。C 形臂 X 线机透视复位情况，对外侧壁粉碎严重的患者过度的内收往往导致外侧壁移位加大，可改为中立位牵引。股骨颈侧位透视检查前倾角。常规消毒铺巾，在大粗隆顶点近端 2 cm 左右做纵行切口，劈开阔筋膜张肌，钝性分离臀中肌，于大粗隆顶点（臀中肌止点的内侧）开口，插入导针，此时应注意 A3 型骨折因丧失外展肌群牵引固定，往往出现骨干侧后方移位，需辅助外侧切口撬拨或骨钩提拉复位。扩大近端髓腔，对外侧壁较薄的 A2 型骨折，应尽量将髓腔轴向内侧推，扩大远端髓腔，选择合适长度主钉。保持 10°~15°前倾，打入股骨颈定位针，使其正位位于股骨头中下，尖顶距 20~25 mm。打入防旋钉和远端锁钉，C 形臂 X 线机透视见内固定及骨折位置满意后，辅助张力带或重建钢板重建外侧壁，冲洗缝合切口。

设计组：患者术前均进行薄层 CT 扫描，层厚为 0.625 mm。将获得的 CT 图像数据输入 Mimics14.0 软件，通过阈值分割，划分出股骨近端骨折块的三维模型，然后依次分割出各个骨折块形成单独三维模型，以骨折近端股骨颈为参照，通过 reposition 功能调整骨块位置，完成模拟复位。在 CERO3.0 中设计 PFNA 的防旋钉和主钉的三维模型，以 .stl 格式导入 Mimics 14.0，参照术中位置要求调整 PFNA 系统的相对位置，观察外侧壁骨质完整情况及辅助钢板安放

位置, 测量防旋钉最佳长度。手术过程同常规组。

1.4 评价指标

记录围手术期指标, 包括手术时间、切口总长度、术中失血量、术中透视次数、一次置钉成功率、螺旋刀片长度、下地时间、切口愈合等级、住院时间及早期并发症等。采用恢复完全负重活动时间、Harris 评分、髋屈-伸活动度 (range of motion, ROM)、内-外旋 ROM 评价临床效果。行影像学检查, 记录骨折复位质量 (优为解剖复位; 良为骨折移位 >3 mm, 无成角或旋转畸形; 差为骨折移位 ≥ 3 mm, 伴成角或旋转畸形)、尖-顶距 (tip-apex distance, TAD)^[10]、颈干角 (neck-shaft angle, NSA)、股骨头颈短缩 (健侧股骨头颈距-伤侧股骨头颈距)、内固定物改变情况及骨折愈合时间。

1.5 统计学方法

应用 SPSS 24.0 统计学软件进行数据分析, 计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 资料呈正态分布时, 两组间采用独立样本 t 检验, 组内时间点间比较采用配对 T 检验; 资料呈非正态分布, 采用秩和检验。计数资料采用 χ^2 检验或 Mann-whitney U 检验。 $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期情况

所有患者均顺利完成手术。设计组手术时间、术中出血量、术中透视次数、下地行走时间均显著少于常规组 ($P < 0.05$)。设计组螺旋刀片长度显著大于常规组 ($P < 0.05$)。两组的切口总长度、一次置钉成功率、切口愈合、住院时间比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。所有患者伤口均一期愈合, 无延迟愈合及感染。住院期间下肢静脉血栓发生率: 设计组 2 例, 均为肌间静脉血栓; 常规组 5 例, 其中 3 例为肌间静脉血栓, 2 例为腘静脉血栓。两组下肢静脉血栓发生率的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

2.2 随访结果

所有患者均获得随访, 随访时间 12~16 个月, 平均为 (14.3 \pm 1.1) 个月。两组患者随访结果见表 3。设计组完全负重活动时间显著早于常规组 ($P < 0.05$)。术后随时间推移, 两组 Harris 评分、髋伸屈 ROM、髋内外旋 ROM 均显著增加 ($P < 0.05$), 术后 1、6 个月, 设计组髋关节 Harris 评分、髋伸屈 ROM、髋内外旋 ROM 均显著优于常规组 ($P < 0.05$)。末次随访时, 设计组髋关节 Harris 评分仍显

著优于常规组 ($P < 0.05$), 而两组之间的髋关节伸屈 ROM、内外旋 ROM 的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。

表 2. 两组患者围手术期资料比较

Table 2. Comparison of peri-operative data between two groups

指标	设计组 (n=28)	常规组 (n=25)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	52.7 \pm 5.2	69.5 \pm 7.1	<0.001
切口总长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	11.2 \pm 2.2	10.8 \pm 2.5	0.538
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	102.7 \pm 10.9	165.9 \pm 10.7	<0.001
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$)	8.3 \pm 2.1	10.2 \pm 3.5	0.018
一次置钉成功率 [例 (%)]	23 (82.1)	17 (68.0)	0.232
螺旋刀片长度 (mm, $\bar{x} \pm s$)	90.6 \pm 1.1	89.3 \pm 1.2	<0.001
下地行走时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	4.2 \pm 0.5	18.3 \pm 4.4	<0.001
切口愈合 (例, 甲/乙)	18/1	22/3	0.441
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	10.6 \pm 1.5	10.9 \pm 1.7	0.498

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 two groups

指标	设计组 (n=28)	常规组 (n=25)	P 值
完全负重活动时间 (d)	36.3 \pm 5.8	47.5 \pm 6.3	<0.001
Harris 评分 (分)			
术后 1 个月	76.7 \pm 9.3	69.2 \pm 8.2	0.003
术后 6 个月	85.2 \pm 5.1	80.3 \pm 6.4	0.003
末次随访	89.6 \pm 4.5	86.7 \pm 5.1	0.032
P 值	<0.001	<0.001	
伸屈 ROM (°)			
术后 1 个月	85.3 \pm 7.1	80.3 \pm 6.5	0.010
术后 6 个月	100.9 \pm 4.2	97.6 \pm 5.8	0.021
末次随访	112.3 \pm 6.1	110.7 \pm 8.3	0.424
P 值	<0.001	<0.001	
内外旋 ROM (°)			
术后 1 个月	46.9 \pm 6.2	43.3 \pm 5.1	0.026
术后 6 个月	57.2 \pm 7.6	50.3 \pm 6.8	<0.001
末次随访	60.3 \pm 5.9	57.6 \pm 7.3	0.143
P 值	<0.001	<0.001	

2.3 影像评估

两组患者影像评估结果见表 4。两组患者骨折复位质量优良率的差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 与术后即刻相比, 术后 6 个月及末次随访时, 两组 TAD、股骨头颈短缩均无显著变化 ($P > 0.05$), 设计组 NSA 无显著变化 ($P > 0.05$), 但常规组的 NSA 显著减小 ($P < 0.05$)。相应时间点, 设计组 TAD 及股骨

头颈短缩值均显著小于常规组 ($P<0.05$)。术后即刻、术后 6 个月, 两组 NSA 差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。但未次随访时, 设计组的 NSA 显著大于常规组 ($P<0.05$)。末次随访时, 设计组螺旋刀片退

钉 1 例, 无骨折不愈合或内固定断裂。常规组螺旋刀片退钉 6 例, 其中 1 例因畸形愈合行人工关节置换术。

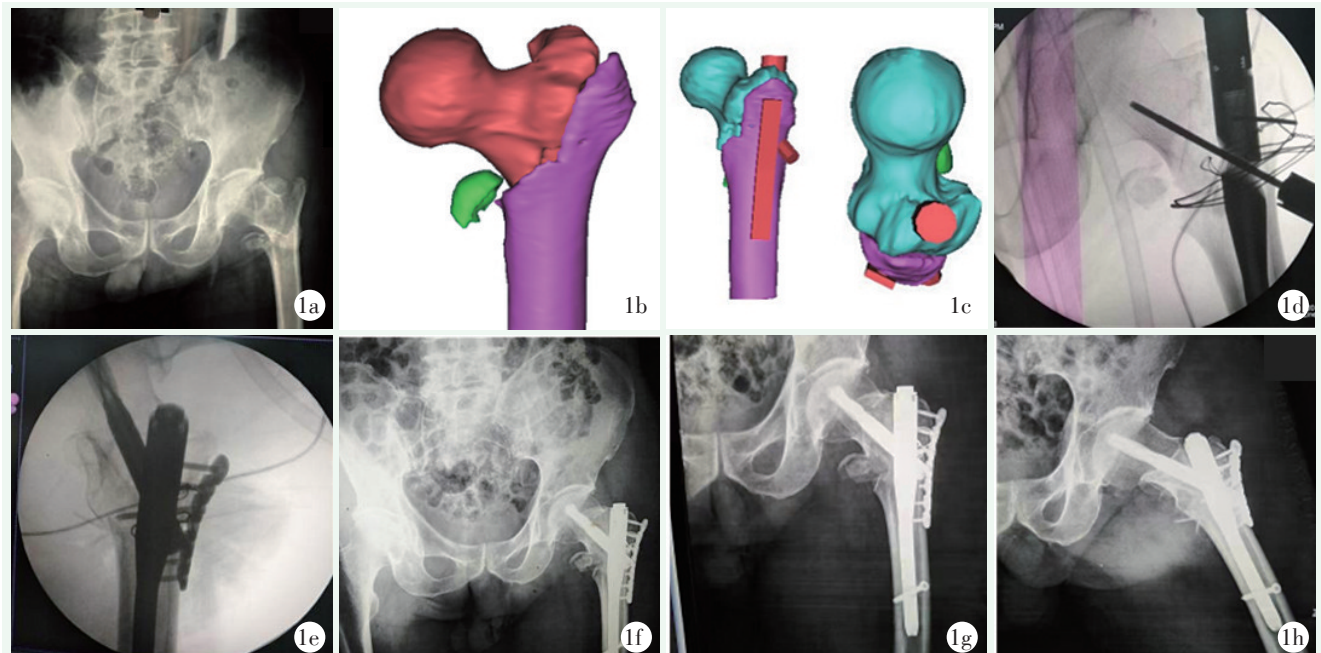


图 1. 患者男性, 65 岁。1a: 术前 X 线片示左侧 A2 型股骨粗隆间骨折; 1b: 在 Mimics14.0 中骨折原始位置的三维模型; 1c: 虚拟重建技术进行骨折复位, 并设计 PFNA 及锁定钢板的位置, 分别为前视图和俯视图; 1d: 根据术前设计, 术中应用 PFNA 固定; 1e: 重建钢板固定, 重建外侧壁连续性; 1f: 术后即刻 X 线片示 TAD=20.1 mm, NSA=129.5°; 1g, 1h: 术后 6 个月 X 线片示骨折愈合良好, TAD=20.0 mm, NSA=128.7°, 螺旋刀片无明显切出、松动。

Figure 1. A 65-year-old male. 1a: Preoperative radiographs showed type A2 femoral intertrochanteric fractures; 1b: Mimics14.0 created 3D model of the original state of the fractures; 1c: Virtual reconstruction technique was used for fracture reduction, and the positions of PFNA and locking plate were designed in front view and top view respectively; 1d: According to preoperative design, PFNA fixation was applied intraoperatively; 1e: Reconstruction of steel plate fixation was added to reconstruct the continuity of the lateral wall; 1f: Immediate postoperative radiographs showed satisfactory reduction and fixation with TAD of 20.1mm, NSA of 129.5°; 1g, 1h: X-rays 6 months after surgery showed good fracture healing, with TAD of 20.0 mm, NSA of 128.7°; without spiral blade cut out or loosen.

3 讨论

股骨外侧壁 (the lateral femoral wall, LFW) 为自股骨外侧嵴至股骨外侧皮质与股骨颈下缘骨皮质切线范围内的股骨外侧皮质骨, 依据外侧壁是否完整, 分为外侧壁稳定型骨折、外侧壁危险型骨折及外侧壁破裂型骨折^[11, 12], 其中后两种分型包含了 AO 分型中的 A2.2/2.3 及 A3 型骨折。虽然 PFNA 已成为治疗股骨粗隆间骨折的主要方式, 但是否适用于外侧壁危险型或外侧壁破裂型骨折仍存在不同观点。彭晓峰等^[13]认为, 采用外侧壁钢板可以减少对进针点的依赖, 而吴银生等^[14]通过生物力学研究发现, PFNA 等髓内固定系统的强度优于近端钢板, 同时临床研究

发现, 恢复外侧壁连续性均有利于减轻术后的疼痛^[15]。

随着数字医学的发展, 虚拟重建和 3D 打印技术逐步在骨科临床推广^[16, 17]。大量文献报道均显示骨科手术中应用 3D 模型可以提高置钉的精确度, 并减少手术时间和失血量^[18]。但与脊柱置钉和其他四肢骨折经皮固定不同, 股骨粗隆间骨折周围软组织覆盖厚, 并且该骨折移位程度复杂难辨, 很难完成解剖复位, 难以发挥 3D 打印模型的优势。虚拟重建技术是以骨折的三维模型为基础, 指导术者在术前全面认识骨折移位程度, 了解复位固定顺序, 测量螺钉长度、直径等的模拟手术过程, 从而缩短手术时间、减少手术过程中透视次数和术中出血量^[19, 20]。本研究结果显示, 设计组手术时间、术中透视次数、术中出血

量、下地行走时间显著少于常规组 ($P<0.05$), 并且设计组使用 PFNA 的螺旋刀片长度显著大于常规组, 有利于减小 TAD 值, 增加内固定的稳定性能^[21]。

表 4. 两组患者影像资料与比较

Table 4. Comparison of radiological data between two groups

指标	设计组 ($n=28$)	常规组 ($n=25$)	P 值
骨折复位质量 (例, 优/良/差)	23/5/0	17/6/2	0.243
TAD (mm, $\bar{x} \pm s$)			
术后即刻	20.8 \pm 1.1	22.5 \pm 1.8	<0.001
术后 6 个月	20.4 \pm 1.4	22.1 \pm 1.5	<0.001
末次随访	20.1 \pm 1.6	21.9 \pm 1.9	<0.001
P 值	0.171	0.467	
NSA ($^{\circ}$, $\bar{x} \pm s$)			
术后即刻	130.7 \pm 2.3	130.5 \pm 2.7	0.772
术后 6 个月	130.1 \pm 2.6	129.8 \pm 3.1	0.703
末次随访	129.5 \pm 2.1	127.3 \pm 2.4	<0.001
P 值	0.165	<0.001	
股骨头颈短缩 (mm, $\bar{x} \pm s$)			
术后即刻	2.6 \pm 0.4	3.4 \pm 1.1	0.044
术后 6 个月	2.6 \pm 0.5	3.7 \pm 0.9	<0.001
末次随访	2.8 \pm 0.7	3.9 \pm 0.7	<0.001
P 值	0.294	0.158	

影响内固定稳定性的因素较多, 除了上述 TAD 值外, 还包括 LFW 的复位固定质量^[22]。本研究均采用 PFNA 固定, 降低了对进针点骨质完整性的要求, 但设计组患者通过术前模拟复位, 观察骨块分布并评价术中外侧壁骨折的风险, 对骨质较差的 A3 型骨折患者, 置入 PFNA 主钉后, 首先在前外侧辅助锁定重建钢板, 恢复外侧壁连续性和强度, 然后再打入螺旋刀片进行轴向加压。而常规组中, 只有 8 例患者完成钢丝张力带联合 PFNA 固定, 其余 17 例均采用单纯 PFNA 固定, 这就可能导致在动力加压时, 不能对股骨头侧骨块形成有效对抗, 容易出现股骨颈短缩或髓内翻。术后即刻影像学检查结果亦显示, 设计组股骨头颈短缩值显著小于常规组 ($P<0.05$)。随着负重活动的增加, 术后 6 个月及末次随访, TAD、NSA 均略小于术后即刻, 股骨头颈短缩值略大于术后即刻, 但常规组 NSA 显著小于术后即刻, 未重建外侧壁连续性可能是导致常规组患者出现髓内翻的主要因素^[23]。

王志钢等^[24] 通过对照研究发现, 未重建外侧壁组和重建组内固定失效率分别为 27.6%、4.3%, 包

括髓内翻、螺旋刀片退出、螺旋刀片横向切出等。本组患者中设计组内固定失效率为 5.3%, 而常规组为 24%, 与文献报道一致。笔者认为这主要因为设计组在术前能够根据外侧壁骨块的分布情况, 设计合理的固定方式, 特别是前外侧固定钢板的使用, 为头颈骨块提供外侧壁阻挡, 避免螺旋刀片加压时出现远端股骨内移, 从而有效恢复髋关节偏离, 减少股骨颈内侧的载荷^[25]。术后 1、6 个月及末次随访时的设计组 Harris 评分及髋关节伸屈、内外旋 ROM 均显著优于常规组 ($P<0.05$)。该结果提示通过术前虚拟重建技术能够显著提高手术质量, 保证手术安全, 促进患者快速康复。

综上所述, 对于 A2-3 股骨粗隆间骨折, 术前虚拟重建能够为术者提供精准的分型和个体化的固定方案, 缩短手术时间, 减少内固定失效的发生率, 加速患者康复, 值得临床推广应用。

利益冲突声明 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 杨绍武: 酝酿和设计实验、实施研究、数据采集及分析和解释、起草文章、文章审阅、统计分析、指导性工作; 杜炜炜: 实施研究、数据采集及分析和解释、起草文章、提供行政及技术或材料支持; 李影: 实施研究、数据采集及分析和解释、文章审阅、统计分析、支持性贡献

参考文献

- [1] 李亚伟, 沈雪梅, 邵明强, 等. 股骨转子间骨折内固定失败因素的荟萃分析 [J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30 (8): 712-716. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.08.08.
Li YW, Shen XM, Shao MQ, et al. A meta-analysis on failure of proximal femoral nail anti-rotation for femoral intertrochanteric fractures [J]. Orthopedic Journal of China, 2022, 30 (8): 712-716. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.08.08.
- [2] Vélez M, Palacios-Barahona U, Arango-Posada MM, et al. Functional results and complications of the use of the proximal femoral nail in the treatment of intertrochanteric hip fractures [J]. Acta Ortop Mex, 2018, 32 (3): 126-130.
- [3] 刘殿奎, 马文海, 张谦, 等. 前内侧皮质不同复位类型联合 INTERTAN 固定治疗股骨粗隆间骨折的疗效分析 [J]. 河北医科大学学报, 2020, 41 (5): 549-553. DOI: 10.3969/j.issn.1007-3205.2020.05.013.
Liu DK, Ma WH, Zhang Q, et al. Therapeutic effect of different medial reduction types of anterior medial cortex combined with INTERTAN fixation for intertrochanteric fractures [J]. Journal of Hebei Medical University, 2020, 41 (5): 549-553. DOI: 10.3969/j.issn.1007-3205.2020.05.013.
- [4] 高振潮, 谷源林, 任弘, 等. PFNA 结合"尖顶距"治疗老年股骨粗隆间骨折 [J]. 中国医师杂志, 2014, 16 (7): 979-981. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1008-1372.2014.07.039.
Gao ZC, Gu YL, Ren H, et al. Treatment of intertrochanteric frac-

- tures of the femur in elderly patients using PFNA combined with the apex distance [J]. *Journal of Chinese Physician*, 2014, 16 (7) : 979-981. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1008-1372.2014.07.039.
- [5] 吴克俭, 汤俊君. 准确理解股骨转子间骨折"外侧壁" [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2019, 33 (10) : 1210-1215. DOI: 10.7507/1002-1892.201907008.
- Wu KJ, Tang JJ. Accurate understanding of the lateral wall of intertrochanteric fracture [J]. *Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery*, 2019, 33 (10) : 1210-1215. DOI: 10.7507/1002-1892.201907008.
- [6] 姚柯炜, 张流畅. 股骨外侧壁厚度对于股骨近端骨折术后外侧壁骨折的预测价值 [J]. *河北医科大学学报*, 2020, 41 (6) : 738-741. DOI: 10.3969/j.issn.1007-3205.2020.06.027.
- Yao KW, Zhang LC. The predictive value of lateral wall thickness of femur for postoperative lateral wall fractures in proximal femur fractures [J]. *Journal of Hebei Medical University*, 2020, 41 (6) : 738-741. DOI: 10.3969/j.issn.1007-3205.2020.06.027.
- [7] 郭大春, 郑章, 黄斌鑫, 等. 股骨近端防旋髓内钉联合空心拉力螺钉治疗涉及外侧壁破裂的股骨转子间骨折 [J]. *实用骨科杂志*, 2020, 26 (7) : 583-586. DOI: 10.13795/j.cnki.sgkz.2020.07.002.
- Guo DC, Zheng Z, Huang BX, et al. Treatment of intertrochanteric fracture with lateral wall fracture using proximal femoral nail anti-rotation and cannulate screw [J]. *Journal of Practical Orthopaedics*, 2020, 26 (7) : 583-586. DOI: 10.13795/j.cnki.sgkz.2020.07.002.
- [8] 陈银兵, 吕书军, 吴林明. PFNA 联合重建钢板治疗股骨粗隆间不稳定骨折伴外侧壁损伤的临床疗效分析 [J]. *中国现代手术学杂志*, 2022, 26 (5) : 370-375. DOI: 10.16260/j.cnki.1009-2188.2022.05.011.
- Chen YB, Lv SJ, Wu LM. Clinical analysis of PFNA combined with reconstructive plates in the treatment of unstable intertrochanteric fracture of femur with lateral wall injury [J]. *Chinese Journal of Modern Operative Surgery*, 2022, 26 (5) : 370-375. DOI: 10.16260/j.cnki.1009-2188.2022.05.011.
- [9] Li J, Tang S, Zhang H, et al. Clustering of morphological fracture lines for identifying intertrochanteric fracture classification with Hausdorff distance-based K-means approach [J]. *Injury*, 2019, 50 (4) : 939-949. DOI: 10.1016/j.injury.2019.03.032.
- [10] 仲彪, 仲华, 孙巍巍. InterTan 钉与 PFNA-II 内固定治疗老年股骨粗隆间骨折对尖顶距的影响研究 [J]. *中国骨与关节杂志*, 2020, 9 (4) : 288-292. DOI: 10.3969/j.issn.2095-252X.2020.04.010.
- Zhong B, Zhong H, Sun WW. Effects of InterTan nail and PFNA-II internal fixation on tip-apex distance in the treatment of unstable intertrochanteric fractures [J]. *Chinese Journal of Bone and Joint*, 2020, 9 (4) : 288-292. DOI: 10.3969/j.issn.2095-252X.2020.04.010.
- [11] Gao Z, Lv Y, Zhou F, et al. Risk factors for implant failure after fixation of proximal femoral fractures with fracture of the lateral femoral wall [J]. *Injury*, 2018, 49 (2) : 315-322. DOI: 10.1016/j.injury.2017.11.011.
- [12] 郭天庆, 薛飞, 冯卫. 股骨转子间骨折不同外侧壁分型的内固定治疗策略 [J]. *中国组织工程研究*, 2020, 24 (6) : 917-923. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.2453.
- Guo TQ, Xue F, Feng W. Internal fixation strategies for different lateral wall types of intertrochanteric fractures of the femur [J]. *Chinese Journal of Tissue Engineering Research*, 2020, 24 (6) : 917-923. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.2453.
- [13] 彭晓峰, 曾松旺, 王洋, 等. 改良股骨近端锁定钢板内固定治疗股骨粗隆外侧壁不完整型骨折的临床研究 [J]. *解放军医药杂志*, 2022, 34 (3) : 21-24. DOI: 10.3969/j.issn.2095-140X.2022.03.006.
- Peng XF, Zeng SW, Wang Y, et al. Clinical efficacy of modified proximal femoral locking plate internal fixation in treatment of patients with incomplete fracture of lateral wall of the femoral trochanter [J]. *Medical & Pharmaceutical Journal of Chinese People's Liberation Army*, 2022, 34 (3) : 21-24. DOI: 10.3969/j.issn.2095-140X.2022.03.006.
- [14] 吴银生, 许兵, 余作取, 等. 股骨外侧壁在股骨粗隆间骨折的髓内与髓外固定中的生物力学研究 [J]. *中国骨伤*, 2017, 30 (3) : 274-251. DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2017.03.012.
- Wu YS, Xu B, Yu ZQ, et al. Biomechanical study of the lateral wall of the femur in the treatment of femoral intertrochanteric fracture with intramedullary or extramedullary fixation [J]. *China Journal of Orthopaedics and Traumatology*, 2017, 30 (3) : 274-251. DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2017.03.012.
- [15] Díaz VJ, Cañizares AC, Martín IA, et al. Predictive variables of open reduction in intertrochanteric fracture nailing: a report of 210 cases [J]. *Injury*, 2016, 47 (Suppl 3) : S51-S55. DOI: 10.1016/S0020-1383(16)30606-4.
- [16] 谢锋, 张明勇. 多层螺旋 CT 三维重建对股骨转子间骨折分型诊断及手术方案指导价值 [J]. *中国 CT 和 MRI 杂志*, 2022, 20 (5) : 172-174. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2022.05.056.
- Xie F, Zhang MY. Value of multi-slice spiral CT three-dimensional reconstruction in the diagnosis of classification of intertrochanteric fractures and in the guidance of surgical scheme [J]. *Chinese Journal of CT and MRI*, 2022, 20 (5) : 172-174. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2022.05.056.
- [17] 黄冠就, 徐亚非, 刘永明, 等. 回顾性分析老年股骨粗隆间骨折手术中 3D 打印技术的应用效果 [J]. *中国实用医药*, 2021, 16 (13) : 70-72. DOI: 10.14163/j.cnki.11-5547/r.2021.13.021.
- Huang GJ, Xu YF, Liu YM, et al. Retrospective analysis of the practical effect of 3D printing technology in elderly intertrochanteric femur fracture [J]. *China Practical Medicine*, 2021, 16 (13) : 70-72. DOI: 10.14163/j.cnki.11-5547/r.2021.13.021.
- [18] 刘永明, 梅刚, 徐亚非, 等. 3D 打印技术及导向模板在老年股骨粗隆间骨折治疗中的应用 [J]. *中国医药科学*, 2021, 11 (6) : 200-203.
- Liu YM, Mei G, Xu YF, et al. Application of 3D printing and guidance template technologies in the treatment of elderly patients with intertrochanteric fracture of femur [J]. *China Medicine and Phar-*

- macy, 2021, 11 (6) : 200-203.
- [19] 张忠岩, 祁同宁, 穆怀昭, 等. 髌臼骨折固定中 3D 打印技术辅助虚拟手术计划的疗效评价 [J]. 中国组织工程研究, 2020, 24 (15) : 2405-2409. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.2570.
Zhang ZY, Qi TN, Mu HZ, et al. Efficacy of 3D printing technology-assisted virtual surgical planning in acetabular fracture fixation [J]. Chinese Journal of Tissue Engineering Research, 2020, 24 (15) : 2405-2409. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.2570.
- [20] 黄晨, 郑伟, 任亚明, 等. 计算机虚拟技术联合骨盆复位架治疗骨盆 C 型骨折的疗效 [J]. 中国骨伤, 2022, 35 (4) : 323-328. DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2022.04.004.
Huang C, Zheng W, Ren YM, et al. Effect of computer virtual technique combined with pelvic reduction frame in the treatment of type C pelvic fracture [J]. China Journal of Orthopaedics and Traumatology, 2022, 35 (4) : 323-328. DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2022.04.004.
- [21] 蔡群斌, 邹霞, 胡剑涛, 等. 有限元法分析尖顶距与股骨近端防旋髓内钉固定股骨转子间骨折稳定性的关系 [J]. 中国组织工程研究, 2021, 25 (6) : 831-836. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.2383.
Cai QB, Zou X, Hu JT, et al. Relationship between tip-apex distance and stability of intertrochanteric femoral fractures with proximal femoral anti-rotation nail: a finite element analysis [J]. Chinese Journal of Tissue Engineering Research, 2021, 25 (6) : 831-836. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.2383.
- [22] 陈庆槐. 股骨近端防旋髓内钉内固定治疗外侧壁骨折的股骨粗隆间骨折过程中重建与未重建外侧壁的疗效比较 [J]. 中国实用医药, 2020, 15 (27) : 79-81. DOI: 10.14164/j.cnki.cn11-5581/r.2022.11.006.
Chen QH. Comparison of the efficacy of reconstruction and non-reconstruction of the lateral wall during the treatment of femoral intertrochanteric fractures with proximal femoral anti-rotation intramedullary nail internal fixation [J]. Chinese Journal of Practical Medicine, 2020, 15 (27) : 79-81. DOI: 10.14164/j.cnki.cn11-5581/r.2022.11.006.
- [23] 张世民, 张英琪, 李清, 等. 内侧皮质正性支撑复位对老年股骨粗隆间骨折内固定效果的影响 [J]. 中国矫形外科杂志, 2014, 22 (14) : 1256-1261. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2014.14.02.
Zhang SM, Zhang YQ, Li Q, et al. Fracture reduction with positive medial cortical support in geriatric unstable pertrochanteric fractures treated with cephalomedullary nail [J]. Orthopedic Journal of China, 2014, 22 (14) : 1256-1261. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2014.14.02.
- [24] 王志钢, 徐晓峰, 陈奇, 等. 股骨近端外侧壁重建对 A3 型股骨转子间骨折手术疗效的影响 [J]. 华中科技大学学报 (医学版), 2017, 46 (3) : 332-335. DOI: 10.3870/j.issn.1672-0741.2017.03.019.
Wang ZG, Xu XF, Chen Q, et al. Influence of reconstruction of lateral femoral wall to operative effect of type A3 intertrochanteric fractures treated with PFNA [J]. Acta Medicinæ Universitatis Scientiæ et Technologiæ Huazhong (Medical Edition), 2017, 46 (3) : 332-335. DOI: 10.3870/j.issn.1672-0741.2017.03.019.
- [25] 张世民, 马卓, 杜守超, 等. 股骨近端外侧壁的解剖学研究及其对转子间骨折内固定的意义 [J]. 中国临床解剖学杂志, 2016, 34 (1) : 39-42. DOI: 10.13418/j.issn.1001-165x.2016.01.011.
Zhang SM, Ma Z, Du SC, et al. Anatomic study on the proximal femoral lateral wall and its clinical implications for geriatric intertrochanteric fractures [J]. Chinese Journal of Clinical Anatomy, 2016, 34 (1) : 39-42. DOI: 10.3870/j.issn.1672-0741.2017.03.019.

(收稿: 2022-11-02 修回: 2024-06-04)
(同行评议专家: 周恩昌, 杨英果)
(本文编辑: 闫承杰)