

# 股骨转子间骨折患者股骨近端防旋髓内钉术后发生楔形撑开效应的危险因素研究

张利鹏, 屈福锋, 赵小龙, 任广铁

(汉中市中心医院创伤骨科, 陕西 汉中 723000)

**【摘要】目的:** 研究股骨转子间骨折 (ITF) 患者股骨近端防旋髓内钉 (PFNA) 术后发生楔形撑开效应的危险因素。**方法:** 回顾性收集 200 例接受 PFNA 内固定治疗的 ITF 患者的病历资料, 根据患者术后是否发生楔形撑开效应分为观察组 (是,  $n = 18$ ) 与对照组 (否,  $n = 182$ )。分析影响 ITF 患者 PFNA 术后发生楔形撑开效应的危险因素。**结果:** 观察组年龄、BMI、骨密度  $< -2.5$  SD 比例、不稳定型骨折比例、尖顶距均较对照组高, 而外侧壁厚度较对照组低 ( $P < 0.05$ ); 经 Logistic 回归分析显示, 年龄、骨密度  $< -2.5$  SD、不稳定型骨折均为 ITF 患者 PFNA 术后发生楔形撑开效应的独立危险因素, 而外侧壁厚度为独立保护因素 ( $P < 0.05$ ); 经 ROC 曲线分析显示, 年龄、骨密度、骨折类型及外侧壁厚度均对 ITF 患者 PFNA 术后发生楔形撑开效应具有一定预测价值 ( $P < 0.05$ )。**结论:** 年龄越大、骨密度越低、骨折越不稳定及外侧壁厚度越低, ITF 患者 PFNA 术后发生楔形撑开效应的风险越高。

**【关键词】** 股骨转子间骨折; 股骨近端防旋髓内钉; 楔形撑开效应; 危险因素

**【中图分类号】** R683.42 **【文献标志码】** A

## Risk factors for wedge-shaped open effect in patients with femoral intertrochanteric fracture after proximal femoral nail antirotation surgery

ZHANG Li-peng, QU Fu-feng, ZHAO Xiao-long, REN Guang-tie

(Department of Trauma and Orthopedics, Hanzhong Central Hospital, Hanzhong 723000, Shaanxi, China)

**【Abstract】Objective:** To investigate the risk factors for wedge-shaped open effect in patients with femoral intertrochanteric fracture (ITF) after proximal femoral nail antirotation (PFNA) surgery. **Methods:** The clinical data of 200 patients with ITF who underwent PFNA internal fixation were collected retrospectively. The patients were divided into an observation group (with,  $n = 18$ ) and a control group (without,  $n = 182$ ) according to the presence or absence of wedge-shaped open effect after surgery. The risk factors affecting the occurrence of wedge-shaped dilation effect after PFNA surgery in ITF patients were analyzed. **Results:** Age, BMI, the proportion of bone mineral density  $< -2.5$ SD, the proportion of unstable fractures and tip - apex distance in the observation group were higher and greater than those in the control group. The thickness of lateral wall was smaller than that in the control group ( $P < 0.05$ ). Logistic regression analysis results showed that age, bone mineral density  $< -2.5$ SD and unstable fracture were independent risk factors for wedge-shaped open effect in patients with ITF after PFNA surgery, while the thickness of lateral wall was an independent protective factor ( $P < 0.05$ ). ROC curve analysis showed that age, bone mineral density, fracture type and the thickness of lateral wall were helpful for predicting wedge-shaped open effect in patients with ITF after PFNA surgery ( $P < 0.05$ ). **Conclusion:** The higher the age, the lower the bone mineral density, the more unstable the fracture, and the thinner the lateral wall, the higher the risk of wedge-shaped open effect in patients with ITF after PFNA surgery.

**【Key words】** Femoral intertrochanteric fracture; Proximal femoral nail antirotation; Wedge-shaped open effect; Risk factors

股骨转子间骨折 (femoral intertrochanteric fracture, ITF) 为常见骨折类型, 骨折区域主要位于股骨颈基底至小转子区间, 也可成为股骨粗隆间骨折, 是髋部骨折中主要类型之一<sup>[1]</sup>。该骨折多见于老年骨质疏松性患者中, 多表现为骨折端疼痛、肿胀等,

严重者可造成内收畸形, 对患者的外观以及日常活动均可产生不良影响<sup>[2-3]</sup>。手术固定是临床治疗骨折的主要方式, 而股骨近端防旋髓内钉 (proximal femoral nail antirotation, PFNA) 内固定术式是 ITF 最为常用术式, 对于股骨头内松质骨破坏较少, 且固定

效果较好<sup>[4-5]</sup>。但在临床实际应用发现,部分患者 PFNA 内固定术后可发生楔形撑开效应等表现,从而影响复位效果。楔形撑开效应是患者发生股骨干向外移位以及头颈骨块内翻的现象,在临床中也可称楔子效应或楔状畸形,若病变较为严重,可导致髓钉切出等并发症,从而影响患者治疗效果。早期采取干预措施预防和干预 ITF 患者 PFNA 术后楔形撑开效应具有重要临床意义。但目前,临床关于该现象的研究和报道均较少,缺乏系统性的预防和改善指导。故本研究拟分析 ITF 患者 PFNA 术后发生楔形撑开效应的危险因素。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

回顾性收集 2021 年 10 月至 2024 年 1 月在汉中市中心医院接受 PFNA 内固定治疗的 200 例 ITF 患者的病历资料。纳入标准:(1)已确诊 ITF;(2)单侧骨折;(3)具有手术指征,患者同意接受 PFNA 内固定治疗;(4)骨折前下肢功能正常;(5)同意随访,并具有完整病历资料。排除标准:(1)病理性或陈旧性骨折;(2)合并同侧下肢骨折;(3)开放性骨折;(4)无法耐受手术者;(5)合并股骨头坏死、严重髋关节炎及先天性髋臼发育不良等其他影响髋功能病变者;(6)合并精神类疾病,依从性较差。根据患者术后是否发生楔形撑开效应分为观察组(是, $n = 18$ )与对照组(否, $n = 18$ )。观察组为 PFNA 内固定术后出现楔形撑开效应( $n = 18$ )。

### 1.2 方法

经纳入和排除标准筛选病例,并从医院病历系统提取所选取病例的年龄、性别、体质量指数(BMI);骨密度、骨折原因、骨折类型、骨折形态、外侧壁厚度、尖顶距、颈干角、外展力臂;骨折至手术时间、美国麻醉医师协会(ASA)分级、手术时长、术中出血量;主钉长度螺旋刀片切出以及合并基础疾病(高血压、糖尿病)等信息。其中尖顶距主要通过 Digimizer 图像处理软件的检测:先在正位片中对股骨头圆弧顶距螺钉尖端的数值进行测量,然后在侧位片中对二者距离进行测量,两个测量数值相加即为尖顶距;参考国际内固定研究协会/美国骨创伤协会(AO/OTA)对骨折形态进行评估。同时提取患者术后 1 个月的影像检查资料,并通过相关标准对患者骨折复位情况进行评估:(1)优:骨折端、小转子均已解剖复位,且内后侧皮质以及股骨距均完成;(2)良:骨折近端外翻达  $2 \sim 5^\circ$ ,小转子轻度移位,骨折端存在 2 mm 以内的间隙;(3)差:股骨近端较明显内翻,小转子移位明显,骨折端间隙超过 2 mm。

### 1.3 统计学分析

以 SPSS 24.0 软件处理和分析数据。患者病历信息中的计数资料以  $[n(\%)]$  表示,组间比较采用独立样本  $\chi^2$  检验或 Fisher 精确概率法检验;计量资料以  $(\bar{x} \pm s)$  表示,组间比较采用独立样本  $t$  检验;通过 Logistic 回归方程分析 ITF 患者 PFNA 术后发生楔形撑开效应的危险因素;并经受试者工作特征曲线(ROC)分析 ITF 患者 PFNA 术后发生楔形撑开效应的预测因素。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组患者一般资料比较

观察组患者年龄、BMI、骨密度  $< -2.5$  SD 比例、不稳定型骨折比例、尖顶距均较对照组高( $P < 0.05$ ),外侧壁厚度较对照组更低( $P < 0.05$ )。见表 1。

表 1 两组患者一般资料比较  $[n(\%), \bar{x} \pm s]$

资料	观察组( $n=18$ )	对照组( $n=182$ )	$\chi^2/t$ 值	$P$ 值
性别			0.131	0.717
男	11(61.11)	119(65.38)		
女	7(38.89)	63(34.62)		
年龄(岁)	69.83 $\pm$ 5.09	65.42 $\pm$ 6.12	2.956	0.004
BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )	23.77 $\pm$ 1.15	23.08 $\pm$ 1.06	2.615	0.010
骨密度(SD)			4.322	0.038
$\geq -2.5$	4(22.22)	87(47.80)		
$< -2.5$	14(77.78)	95(52.20)		
骨折原因			0.071	0.965
车祸	9(50.00)	88(48.35)		
高空坠落	5(27.78)	56(30.77)		
其他	4(22.22)	38(20.88)		
骨折类型			7.417	0.006
稳定型	5(27.78)	111(60.99)		
不稳定型	13(72.22)	71(39.01)		
骨折形态			-	0.226
31-A1 型	5(27.78)	71(38.80)		
31-A2 型	10(55.56)	63(34.43)		
31-A3 型	3(16.67)	49(26.78)		
外侧壁厚度(cm)	2.02 $\pm$ 0.17	2.15 $\pm$ 0.26	2.075	0.039
尖顶距(mm)	25.03 $\pm$ 1.12	24.25 $\pm$ 1.09	2.889	0.004
颈干角( $^\circ$ )	4.21 $\pm$ 0.15	4.18 $\pm$ 0.11	1.065	0.288
外展力臂(mm)	5.53 $\pm$ 0.71	5.36 $\pm$ 0.55	1.627	0.105
骨折至手术时间(d)	4.03 $\pm$ 0.51	3.91 $\pm$ 0.46	1.046	0.297
ASA 分级			0.422	0.516
I 级/II 级	6(33.33)	75(41.21)		
III 级/IV 级	12(66.67)	107(58.79)		
手术时长(min)	89.15 $\pm$ 4.32	87.37 $\pm$ 5.03	1.449	0.149
术中出血量(mL)	48.19 $\pm$ 3.28	47.66 $\pm$ 3.41	0.631	0.529
主钉长度(cm)	225.19 $\pm$ 20.31	221.48 $\pm$ 21.37	0.706	0.481
螺旋刀片切出			1.420	0.233
有	3(16.67)	15(8.24)		
无	15(83.33)	167(91.76)		
骨折复位质量			-	0.114
优	6(33.33)	103(56.59)		

续表 1

资料	观察组 (n = 18)	对照组 (n = 182)	$\chi^2/t$ 值	P 值
良	10(55.56)	61(33.52)		
差	2(11.11)	18(9.89)		
高血压			0.086	0.770
有	6(33.33)	67(36.81)		
无	12(66.67)	115(63.19)		
糖尿病			1.461	0.227
有	3(16.67)	55(30.22)		
无	15(83.33)	127(69.78)		

“-”为 Fisher 精确概率检验。

## 2.2 影响 ITF 患者 PFNA 术后发生楔形撑开效应的因素分析

将表 1 中差异有统计学意义的变量:年龄、BMI、骨密度、骨折类型、外侧壁厚度、尖顶距等纳入多因素 Logistic 回归。赋值:年龄、BMI、外侧壁厚度、尖顶距均按照实际值分析;骨密度: $< -2.5 SD = 1, \geq -2.5 SD = 0$ ;骨折类型:不稳定型 = 1, 稳定型 = 0。分析显示,年龄、骨密度  $< -2.5 SD$ 、不稳定型骨折均为 ITF 患者 PFNA 术后发生楔形撑开效应的独立危险因素,而外侧壁厚度为 ITF 为其保护因素 ( $P < 0.05$ )。见表 2。

表 2 影响 ITF 患者 PFNA 术后发生楔形撑开效应的因素分析

因素	赋值	$\beta$ 值	SE 值	wald 值	OR 值	95% CI	P 值
年龄	按照实际值分析	0.154	0.048	10.293	1.166	1.062 ~ 1.282	0.001
BMI	按照实际值分析	0.444	0.242	3.366	1.559	0.970 ~ 2.505	0.067
骨密度	$< -2.5SD = 1,$ $\geq -2.5SD = 0$	1.165	0.586	3.952	3.206	1.017 ~ 10.110	0.047
骨折类型	不稳定型 = 1, 稳定型 = 0	1.402	0.548	6.545	4.063	1.388 ~ 11.895	0.011
外侧壁厚度	按照实际值分析	-2.734	1.081	6.397	0.065	0.008 ~ 0.541	0.012
尖顶距	按照实际值分析	0.373	0.220	2.875	1.452	0.943 ~ 2.235	0.091

## 2.3 ITF 患者 PFNA 术后发生楔形撑开效应的预测因素分析

经 ROC 曲线分析显示,年龄、骨密度、骨折类型及外侧壁厚度均对 ITF 患者 PFNA 术后发生楔形撑开效应具有一定预测价值,其中以年龄的预测价值相对最佳 ( $P < 0.05$ )。见表 3 及图 1。

表 3 ITF 患者 PFNA 术后发生楔形撑开效应的预测因素分析

因素	AUC 值	敏感度 (%)	特异度 (%)	95% CI	P 值	截断值
年龄	0.742	66.67	79.12	0.676 ~ 0.801	$< 0.001$	68.88 岁
骨密度	0.628	77.78	47.80	0.557 ~ 0.695	$< 0.001$	-
骨折类型	0.666	72.22	60.99	0.596 ~ 0.731	$< 0.001$	-
外侧壁厚度	0.707	83.33	59.34	0.638 ~ 0.769	$< 0.001$	2.08 cm

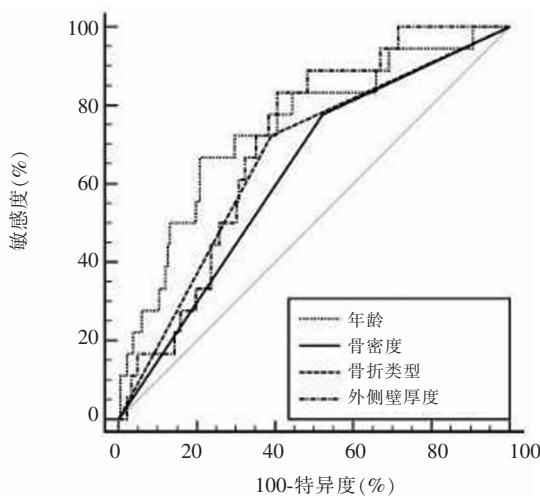


图 1 ITF 患者 PFNA 术后发生楔形撑开效应预测的 ROC 曲线

## 3 讨论

随着我国老年人口比例的增长,髌部骨折发生率也逐渐升高,而 ITF 为其主要类型,其具有高龄化、高并发症等特点<sup>[6-7]</sup>。PFNA 内固定术是其主要干预术式,其可压实患者的松质骨,并增强骨折部位抗旋以及股骨头抗塌陷等能力,帮助患者骨折部位更好地复位与愈合<sup>[8-9]</sup>。但手术置钉过程容易导致患者股骨干出现外移,从而容易导致患者术后发生楔形撑开效应,其也可称楔状畸形,而严重的畸形改变可引发一系列并发症,最终可导致手术固定失败,因此对楔形撑开效应进行早期预防和干预具有重要意义。

本研究中,观察组患者年龄、BMI、骨密度  $< -2.5 SD$  比例、不稳定型骨折比例、尖顶距均较对照组高,而外侧壁厚度较对照组低。提示 ITF 患者 PFNA 术后发生楔形撑开效应与上述因素存在一定关联。分析其原因可能为,老年人为骨折疏松病变的高发人群,因此也是 ITF 的好发人群,同时其体内韧带组织也可因年龄增长而逐渐硬化,导致其脊柱较为僵硬,从而难以通过对侧弯曲为固定钉让渡更多的空间,进而可导致固定钉偏向外插,最终可导致楔形撑开效应的发生风险升高<sup>[10]</sup>。而通过向股骨大转子间插入头髓钉已成为目前股骨转子间不稳定型骨折患者 PFNA 内固定术中的主要固定方式,其插入过程主要为将头髓钉的一个部件插入股骨髓腔中,然后将另一个部件插入股骨头中,而在此插入过程中,容易导致股骨干出现向外异位,头颈骨块也可因受力问题发生内翻旋转,从而可导致楔形撑开效应的发生发展<sup>[11-12]</sup>。临床既往主要通过骨折部位后内侧皮质的连续性评估稳定性,但自外侧壁概念被提出后,临床逐渐认识到外侧壁对骨折评估的重要性<sup>[13]</sup>。外侧壁主要是指股骨近端外侧的骨皮质,

主要处于股骨外侧肌脊以及小转子中点平面以上,可通过支撑效果对股骨头颈骨块的旋转或内翻具有较好的抵抗作用,进而有利于加强螺钉的固定作用,避免股骨干出现异味等情况。因此检测患者股骨外侧壁的厚度及是否破裂对于患者的内固定手术具有重要意义<sup>[14]</sup>。但目前,临床对于外侧壁与ITF PFNA内固定术后发生楔形撑开效应之间关系的相关研究尚且较少。而本研究出现术后楔形撑开效应患者的外侧壁厚度更薄,表明外侧壁厚可影响其骨折稳定性,外侧壁厚度越薄,完整性越差,可能会导致骨折的不稳定性越强,手术过程中螺旋刀片等器材置入后难以得到有效的支撑,从而可加到股骨移位风险,进而使患者术后出现楔形撑开效应的风险升高。研究<sup>[15]</sup>表明,尖顶距对ITF患者术后功能恢复具有重要评估作用,尖顶距越大,患者髋关节功能恢复效果相对越差。尖顶距是评估内固定同股骨颈纵轴线关系的重要指标,测量范围为股骨头顶点至螺钉/螺旋刀片尖端距离。近年来,尖顶距已常用于反映股骨头中螺旋刀片的位置,当其超过25 mm时,螺旋刀片所处位置取得的把持力相对更强,从而更有利于降低螺钉切出风险<sup>[16]</sup>。PFNA通过使用螺旋刀片可有助加强刀片在股骨头内的保持力和抗剪切力,还有利于减少患者骨量丢失。但当尖顶距过大时,则反应手术螺旋刀片已进入骨密度偏低的股骨头区域,因此患者术后活动时的内固定应力负荷可相应升高,从而可增加螺旋刀片切出风险,进而影响内固定效果,增强骨折端松动、移位风险,最终容易引发楔形撑开效应等术后并发症。而本研究也显示,经Logistic回归分析显示,年龄、骨密度 $< -2.5$  SD、不稳定型骨折均为ITF患者PFNA术后发生楔形撑开效应的独立危险因素,而外侧壁厚度则为保护因素;经ROC曲线分析显示,年龄、骨密度、骨折类型及外侧壁厚度均对ITF患者PFNA术后发生楔形撑开效应具有一定预测价值,其中以年龄的预测价值相对最好。结果进一步证实ITF患者的年龄、骨密度、骨折类型及外侧壁厚度对于其PFNA术后并发症发生情况具有影响作用。

综上,对于年龄越大、骨密度越低、骨折越不稳定以及外侧壁越薄的ITF患者,临床在实施PFNA内固定术时应充分考虑上述因素,并采取积极措施进行干预,从而降低术后楔形撑开效应等并发症的发生风险。

#### 参考文献

[1] Inui T, Watanabe Y, Suzuki T, *et al.* Anterior malreduction is associated with lag screw cutout after internal fixation of intertrochan-

teric fractures [J]. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 2024, 482(3): 536–545.

- [2] Mayor J, Birgel V, Clausen JD, *et al.* Lessons learned from biomechanical studies on cephalomedullary nails for the management of intertrochanteric fractures. A scoping review [J]. *Injury*, 2024, 55(2): 111180.
- [3] 冯敏,袁春明,强辉,等. 局部联合静脉应用氨甲环酸对股骨近端防旋髓内钉治疗老年股骨粗隆间骨折患者围手术期失血量及并发症的影响 [J]. *陕西医学杂志*, 2023, 52(9): 1214–1217.
- [4] Das P, Karmakar A. Evaluation of outcome of Halifax nail and proximal femoral nail antirotation-Asia in management of proximal femoral fractures-A prospective comparative study [J]. *Journal of Orthopaedic Diseases and Traumatology*, 2021, 4(3): 80–85.
- [5] Onggo JR, Nambiar M, Onggo JD, *et al.* Integrated dual lag screws versus single lag screw cephalomedullary nail constructs: a meta-analysis and systematic review [J]. *Hip International*, 2022, 32(4): 550–557.
- [6] Stenquist DS, Albertson S, Bailey D, *et al.* High- versus low-energy intertrochanteric hip fractures in young patients: injury characteristics and factors associated with complications [J]. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 2023, 37(5): 222–229.
- [7] Jayaram G, Sudhakar MV, Kumar RA, *et al.* Study of outcomes of cemented hemiarthroplasty for comminuted intertrochanteric fractures in the elderly [J]. *Journal of Orthopaedics*, 2023, 41: 67–72.
- [8] 蔡腾,彭强,王冰一,等. 股骨近端防旋髓内钉内固定手术治疗老年股骨转子间骨折的效果及对髋关节功能的影响 [J]. *中华实验外科杂志*, 2022, 39(10): 2018–2021.
- [9] Albaker AB. Proximal femoral nail anti-rotation-2 in intertrochanteric fractures [J]. *Advances in Human Biology*, 2021, 11 (Suppl 1): S116–S119.
- [10] 杨可为,朱剑,徐闯. 内侧骨皮质复位、不复位状态下PFNA内固定术治疗老年不稳定性股骨粗隆间骨折对比观察 [J]. *山东医药*, 2023, 63(24): 77–80.
- [11] Quental C, Vasconcelos S, Folgado J, *et al.* Influence of the PFNA screw position on the risk of cut-out in an unstable intertrochanteric fracture: a computational analysis [J]. *Medical Engineering & Physics*, 2021, 97: 70–76.
- [12] 刘以俊,芦浩,张殿英. 不同OTA/AO分型股骨颈骨折内固定术后并发症特点及原因分析 [J]. *中华创伤杂志*, 2021, 37(4): 333–338.
- [13] 胡茂华,田纪伟,陈晓庆. 外侧壁危险型股骨粗隆间骨折两种内固定比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29(20): 1838–1842.
- [14] 冯俊超,高明暄,骆文远. 股骨转子间骨折外侧壁与内侧壁的意义 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31(5): 436–440.
- [15] 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.
- [16] 陆英超,陈向阳,袁斌. 两种体位下股骨近端防旋髓内钉治疗股骨转子间骨折的疗效比较 [J]. *临床骨科杂志*, 2023, 26(2): 255–259.

(收稿日期:2024-05-22

修回日期:2024-08-03)