

· 基层工作 · 临床论著 ·

股骨近端防旋髓内钉固定股骨粗隆间骨折失败的因素[△]

武英楷¹, 王瑞强², 宁尚攀¹, 杨如杰¹, 朱新峰^{1*}

(1. 山东省泰安市宁阳县第一人民医院, 山东宁阳 271400; 2. 山东省第一医科大学第二附属医院, 山东泰安 271000)

摘要: [目的] 探讨股骨近端防旋髓内钉 (proximal femoral nail anti-rotation, PFNA) 固定股骨粗隆间骨折失败的相关因素。[方法] 回顾性分析 2017 年 1 月—2020 年 1 月本院采用 PFNA 固定股骨粗隆间骨折的 110 例患者的临床资料。按随访过程中是否发生内固定失败将其分为失败组和成功组, 采用单项因素比较和二元多因素逻辑回归分析探索内固定失败的因素。[结果] 110 例患者均顺利完成手术, 随访 12~16 个月。随访过程中, 共 12 例发生内固定失败, 占 10.91%; 其余 98 例均获得成功, 占比 89.09%。按是否发生内固定失败将患者分为两组, 两组性别、年龄、体重指数、损伤侧别、TAD 的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。但是, 失败组外侧壁不完整比率显著高于成功组 ($P<0.05$), 失败组对线差比率显著大于成功组 ($P<0.05$), 失败组的内侧皮质阴性支撑比率显著高于成功组 ($P<0.05$), 失败组的螺钉位置差的比率显著高于成功组 ($P<0.05$)。多因素逻辑回归表明: 外侧壁不完整 ($OR=14.424, P=0.007$)、复位对线差 ($OR=6.578, P=0.033$)、内侧皮质阴性支撑 ($OR=17.17, P=0.005$)、螺旋刀片位置差 ($OR=8.403, P=0.038$) 是导致内固定手术失败的独立危险因素。[结论] 外侧壁不完整、复位对线差、内侧皮质阴性支撑、螺旋刀片位置差是导致手术失败的危险因素。

关键词: 股骨粗隆间骨折, 股骨近端防旋髓内钉, 内固定失败, 危险因素

中图分类号: R683.42 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2022) 22-2050-05

Risk factors of proximal femoral nail anti-rotation failure for femoral intertrochanteric fractures // WU Ying-kai¹, WANG Rui-qiang², NING Shang-pan¹, YANG Ru-jie¹, ZHU Xin-feng¹. 1. The First People's Hospital of Ningyang County, Tai'an 271400, China; 2. The Second Affiliated Hospital, Shandong First Medical University, Tai'an 271000, China

Abstract: [Objective] To explore the risk factors of proximal femoral nail anti-rotation (PFNA) failure for internal fixation of femoral intertrochanteric fractures. **[Methods]** A retrospective study was performed on 110 patients who received PFNA for femoral intertrochanteric fractures in our hospital from January 2017 to January 2020. The patients were divided into failure group and success group according to whether internal fixation failure occurred during follow-up. Univariate comparison and binary multiple logistic regression analysis were conducted to explore the risk factors of the internal fixation failure. **[Results]** All the 110 patients had PFNA fixation performed smoothly, and were followed up for 12~16 months. During follow-up, 12 patients were proved internal fixation failure, accounting for 10.91%, while the remaining 98 patients got successful fixation, accounting for 89.09%. Patients were divided into two groups according to whether internal fixation failure occurred. There were no significant differences in gender, age, body mass index, side of injury, tip-apex distance (TAD) between the two groups ($P>0.05$). However, the failure group had a significantly higher ratio of incomplete lateral wall ($P<0.05$), significantly higher ratio of poor fracture alignment ($P<0.05$), significantly higher ratio of the negative support of medial cortex ($P<0.05$), and significantly higher ratio of poor spiral blade placement than the success group ($P<0.05$). As result of multivariate logistic regression, the incomplete lateral wall ($OR=14.424, P=0.007$), poor fracture alignment ($OR=6.578, P=0.033$), negative support of medial cortex ($OR=17.17, P=0.005$), and poor spiral blade placement ($OR=8.403, P=0.005, P=0.038$) were the independent risk factors for internal fixation failure. **[Conclusion]** Incomplete lateral wall, poor reduction alignment, negative medial cortical support, and poor position of spiral blade are risk factors for PFNA failure.

Key words: femoral intertrochanteric fracture, proximal femoral nail anti-rotation, internal fixation failure, risk factors

髋部骨折是老年人常见的低能量损伤, 随着人口老龄化, 髋部骨折的发生率在逐年增加, 有预测表明

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.22.07

[△]基金项目: 山东省医药卫生科技发展计划项目 (编号:202104070338); 泰安市科技创新发展项目 (编号:2020NS170)

作者简介: 武英楷, 住院医师, 研究方向: 关节与运动医学, (电话)15153896707, (电子信箱)1104213194@qq.com; 并列第一作者: 王瑞强, 主治医师, 研究方向: 创伤外科, (电话)0538-6236779, (电子信箱)wrq2010158@163.com

* 通信作者: 朱新峰, (电子信箱)wykks@sina.com

到2050全球范围内约有超过600万人会发生髌部骨折^[1, 2], 其中一半以上为股骨粗隆间骨折^[3]。发生股骨粗隆间骨折后如无法得到有效的治疗, 会影响髌关节功能, 导致长期卧床, 出现严重并发症甚至死亡, 目前手术是治疗股骨粗隆间骨折的首选方式^[4]。动力髌螺钉(DHS)是治疗股骨粗隆间骨折的经典方式, 但由于其头钉的切出率较高、容易发生“望远镜效应”等已经逐渐被髓内固定取代^[5]。同DHS相比, 股骨近端防旋髓内钉(proximal femoral nail anti-rotation, PFNA)具有创伤小、中心固定、力臂短、可以有效防止近端骨块外移等优点^[6]。Gamma钉也是治疗股骨粗隆间骨折的一种固定方式, 同Gamma钉相比, PFNA螺旋刀片的设计可以将周围松质骨压紧, 且打入过程中头颈骨块不会发生旋转, 具有固定失败率低、失血量少、并发症率低的优点^[7-9]。因此目前PFNA已经成为治疗老年股骨粗隆间骨折的首选方案。虽然PFNA治疗股骨粗隆间骨折的优点众多, 但仍有3%~17%的固定失败率^[10, 11]。明确导致失败的因素及有效降低固定失败率是目前PFNA治疗股骨粗隆间骨折方向的一个研究热点。因此本文对2017年1月—2020年1月因股骨粗隆间骨折行PFNA手术治疗的患者进行随访分析, 明确导致内固定失败的因素, 为临床医生提供参考。

1 资料与方法

1.1 纳入及排除标准

纳入标准: (1) 闭合的新鲜骨折; (2) 年龄>60岁; (3) 行PFNA固定, 至少随访12个月, 且资料完整。

排除标准: (1) 病理性或陈旧性骨折; (2) 受伤前已经合并其他髌部疾病导致髌关节功能不佳; (3) 随访丢失或中断。

1.2 一般资料

回顾性分析2017年1月—2020年1月收治的因股骨粗隆间骨折行PFNA手术治疗的患者的临床资料, 共110例符合上述标准, 纳入本研究。随访时间为术后6周、3、6、12、18个月, 本研究获宁阳县第一人民医院伦理委员会审批备案, 所有患者均签署知情同意书。

1.3 手术方法

采用腰硬联合麻醉或全身麻醉, 平卧于牵引床上。患肢牵引, 足部内旋, 透视见骨折端对位对线满意后, 术区常规消毒铺单。于大转子上方行长约4

cm切口, 逐层分离, 于大转子梨状窝, 开髓后插入导针, 并用空心钻扩髓。沿着导针插入合适主钉, 在瞄准器的引导下, 打入股骨颈导针, 透视下调整导针使其平行于股骨颈中轴线且偏后下方后, 打入螺旋刀片。然后锁定远端锁钉, 最后拧入主钉尾帽。冲洗切口, 逐层缝合。术日应用抗生素, 术后常规抗血栓治疗5周, 术后2周内进行踝泵、股四头肌及屈伸髌关节活动, 术后2周后指导患者扶双拐下地患肢不负重活动, 术后4周开始扶双拐下地部分负重活动, 至骨折骨性愈合。

1.4 评价指标

收集患者资料, 一般资料包括年龄、体质指数(body mass index, BMI)、侧别。影像指标: 测量外侧壁厚度, 正位X线片上在股骨大粗隆下方3cm向上成135°与骨折线连线的距离, 厚度>20.5mm为外侧壁完整^[12]。骨折对线情况: 正位X线片上不超过10°的外翻, 侧位X线片上不超过20°的成角为对线好, 否则为差^[13]。内侧皮质的支撑复位情况, 股骨干内侧皮质位于股骨颈内侧骨皮质外侧(阳性支撑)、股骨干内侧皮质位于股骨颈内侧皮质内侧(阴性支撑)、近似解剖复位为中性支撑^[14]。尖顶距(tip-apex distance, TAD), 术后正侧位X线片上螺旋刀片顶点至股骨头-颈中轴线与股骨头关节面交点的距离^[13]; Cleveland等^[15]对螺旋刀片位置进行评估, 螺旋刀片位于中间或偏后下为位置好。

固定失败标准: 术后发生髌内翻畸形, 螺旋刀片切割、穿透股骨头或髌臼, 螺旋刀片退出, 内固定物断裂或弯曲, 主钉远端股骨骨折, 感染, 骨折延迟愈合或不愈合^[16]。

1.5 统计学方法

采用SPSS 26.0统计学软件进行分析。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 资料呈正态分布时, 两组间比较采用独立样本 t 检验; 资料呈非正态分布时, 采用秩和检验。计数资料采用 χ^2 检验或Fisher精确检验。等级资料两组比较采用Mann-Whitney U 检验。以是否内固定失败为因变量, 其他因素为自变量进行二分多因分析逻辑分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床结果

110例患者顺利完成手术, 随访12~16个月。随访过程中共12例发生内固定失败, 占10.91%。其中8例螺旋刀片切出, 1例内固定弯曲, 3例髌内翻。

其余 98 例均获得成功，占 89.09%。失败患者均发生于术后 3 个月内，失败时其 Harris 评分为 (60.50±4.35) 分，而成功组术后 3 个月随访 Harris 评分为 (81.30±5.37) 分，两组差异有统计学意义 ($P=$

0.002)。末次随访时 12 例失败患者中 10 例行股骨头置换，2 例行全髋置换。典型病例见图 1。末次随访时，成功组 Harris 功能评分为 (82.45±5.45) 分，与术后 3 个月时相比差异无统计学意义 ($P=0.745$)。



图 1 患者，男，72 岁 1a: 术前正位 X 线片示左股骨粗隆间骨折，外侧壁不完整 1b: PFNA 术后正侧位 X 线片示复位质量差、螺旋刀片位置差、内侧皮质阴性支撑 1c: PFNA 术后 8 周正侧位 X 线片示螺旋刀片切出 1d: 人工股骨头翻修置换术后正位 X 线片

2.2 内固定失败的单因素分析

按是否发生内固定失败将患者分为两组，两组间单项因素比较见表 1，两组性别、年龄、体重指数、损伤侧别、TAD 的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。但是，失败组外侧壁不完整比率显著高于成功组 ($P<0.05$)，失败组对线差比率显著大于成功组 ($P<0.05$)，失败组的内侧皮质阴性支撑比率显著高于成功组 ($P<0.05$)，失败组的螺钉位置差比率显著高于成功组 ($P<0.05$)。

2.3 内固定失败的逻辑回归分析

以是否发生内固定失败的二分变量为因变量，单因素分析有统计差异的因素为自变量的多元逻辑回归分析结果见表 2。经卡方检验 ($\chi^2=3.954$, $P<0.001$) 模型有效。结果表明，外侧壁不完整 ($OR=14.424$, $P=0.007$)、复位对线差 ($OR=6.578$, $P=0.033$)、内侧皮质阴性支撑 ($OR=17.17$, $P=0.005$)、螺旋刀片位置

差 ($OR=8.403$, $P=0.038$) 是导致内固定手术失败的危险因素。

表 1 PFNA 固定是否成功两组患者的单因素比较

指标	失败组 (n=12)	成功组 (n=98)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	70.33±6.55	68.65±5.51	0.331
性别 (例, 男/女)	6/6	49/49	ns
BMI (kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)	25.9±4.6	25.7±4.1	0.902
侧别 (例, 左/右)	7/5	52/46	0.680
外侧壁 (例, 完整/不完整)	4/8	67/31	0.017
内侧皮质支撑 (例, 非阴性/阴性)	3/9	72/26	<0.001
TAD (mm, $\bar{x} \pm s$)	27.21±2.51	26.11±2.77	0.436
复位对线 (例, 好/差)	4/8	86/12	<0.001
螺钉位置 (例, 好/差)	4/8	77/21	<0.001

表 2 是否发生内固定失败的多因素逻辑回归分析结果

影响因素	B 值	S.E.	Wald 值	OR 值	95% CI	P 值
外侧壁完整	2.669	0.995	7.189	14.424	2.050~101.479	0.007
复位对线	1.884	0.883	4.546	6.578	1.164~37.159	0.033
内侧复位支撑	2.843	1.006	7.981	17.17	2.389~123.427	0.005
螺旋刀片位置	2.129	1.028	4.291	8.403	1.121~62.965	0.038

3 讨论

股骨粗隆间骨折的好发人群为老年人，多合并有基础疾病，有“人生最后一次骨折”之称。目前 PF-

NA 是治疗股骨粗隆间骨折的首选方案^[17]。PFNA 优势明显，但仍会发生固定失败。因此明确导致失败的危险因素，降低失败发生率具有重要的临床意义。

本研究通过单因素及多因素分析证实外侧壁不完整是导致内固定失败的因素，且当外侧壁不完整时其

失败风险是外侧壁完整时的14倍。外侧壁具有为头颈骨块提供支撑,防止近端骨块内翻、外移,分担部分主钉及内侧皮质的压应力的作用。既往研究发现骨折稳定性及外侧壁分型是导致内固定失败的因素^[10, 17],在本研究中未将以上2个因素纳入分析,而是采用外侧壁完整性来替代以上2个因素,原因如下:(1)骨折分型及外侧壁分型的基础是老版AO分型,是以后内侧骨块作为指标进行二次分类,2018版AO分型是以外侧壁完整性作为二次分型标准^[18];(2)临床实践中很难对后内侧骨块位置进行干预,如果再强调后内侧骨块的作用就同临床实际不符。

股骨粗隆间骨折复位质量评估包含2个方面:对线质量及内侧皮质支撑复位情况^[19]。本研究发现骨折复位对线差是导致内固定失败的因素,当复位对线差时内固定失败风险提高了6倍多,因此在手术过程中一定要避免头颈骨块过度内翻或旋转。张世民^[14]发现骨折远端内侧皮质对头颈骨块的支撑是PFNA术后获得二次稳定的重要因素,并建议手术过程中应避免阴性支撑,因为此时头颈骨块无法获得支撑发生外移及下沉。多项研究也证实其理论是正确的,冼树强^[20]报道了80例PFNA治疗股骨粗隆间骨折的患者中,正性支撑患者固定失败率、尖顶距、颈干角改变程度及头颈骨块外移程度明显少于阴性支撑组,且差异具有统计学意义。侯宇^[21]通过对69例使用Gamma钉及89例使用PFNA治疗的股骨粗隆间骨折患者的研究发现,不论是Gamma钉或是PFNA固定,正性支撑组的失败率、近端骨块外移程度均小于阴性支撑组,且差异具有统计学意义。本研究发现内侧皮质阴性支撑是导致固定失败的因素,阴性支撑患者发生失败的风险是非阴性支撑的17倍,在本文发现的导致失败的因素中其相关性最强。由于股骨粗隆间肌肉丰富,在闭合或有限切开的基础上,很难通过牵引达到解剖复位,因此术中如无法达到解剖复位,应使骨折近端皮质位于远端皮质内侧,这样可以获得较好的二次稳定,从而减少髓内翻、螺旋刀片切出,提高手术成功率。

Baumgaertner^[13]发现尖顶距 >25 mm是导致内固定失败的重要因素。本研究中发现两组尖顶距大小差异无统计学意义,且两组间尖顶距 >25 mm比例差异也无统计学意义。笔者认为出现这种情况的因素可能有以下2方面:(1)尖顶距最初提出时是针对DHS提出的;(2)同DHS相比PFNA具有更好的锚合力,即使尖顶距 >25 mm对螺旋刀片切出或切割的影

响并没有显著的差异。Herman^[22]通过对227例髓内固定治疗股骨粗隆间骨折的研究也得出同样的结论:尖顶距 >25 mm不是导致固定失败的因素。本研究发现螺旋刀片位置差是导致固定失败的因素,当螺旋刀片位于中央或偏后下时同股骨距锚合最佳,可以获得更好的稳定性。Kane^[23]通过生物力学的研究发现当选择偏后下置入螺旋刀片时,其尖顶距通常会 >25 mm,但是所获得的稳定性更强。因此作者认为术中获得偏后下方的螺旋刀片置入比控制尖顶距 <25 mm更重要。

目前关于PFNA固定失败因素方面有了一些新的进展:(1)重视前侧皮质在维持骨折术后稳定性方面的作用,当前-内侧皮质同时获得阳性支撑时,所能承受的最大载荷为仅内侧皮质获得阳性支撑时的1.3倍^[24];(2)提出股距尖顶距的概念,综合考虑了尖顶距及螺旋刀片置入位置2个因素的影响。并通过研究发现股距尖顶距对预测固定失败风险的敏感性及特异性要优于单纯使用尖顶距^[25]。

本研究的局限性:(1)未将骨质疏松纳入固定失败原因进行分析;(2)术后功能锻炼做到了同质化管理,但对于外侧壁不完整、复位质量差的患者,延后下地负重时间是不是能降低PFNA固定术后失败的风险尚缺乏论证。

综上所述,PFNA治疗股骨粗隆间骨折具有一定的失败率,外侧壁不完整、复位对线差、内侧皮质复位的阴性支撑、螺旋刀片位置差是导致固定失败的因素。

参考文献

- [1] Chang SM, Hou ZY, Hu SJ, et al. Intertrochanteric femur fracture treatment in Asia: What we know and what the world can learn [J]. *Orthop Clin North Am*, 2020, 51 (2): 189-205.
- [2] Johnell O, Kanis JA. An estimate of the worldwide prevalence, mortality and disability associated with hip fracture [J]. *Osteoporosis Int*, 2004, 15 (11): 897-902.
- [3] Hagino H, Furukawa K, Fujiwara S, et al. Recent trends in the incidence and lifetime risk of hip fracture in Tottori, Japan [J]. *Osteoporosis Int*, 2009, 20 (4): 543-548.
- [4] Handoll HH, Parker MJ. Conservative versus operative treatment for hip fractures in adults [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2008, 28 (3): 337-343.
- [5] 曹兴兵, 吕斌, 许腊梅, 等. PFNA治疗股骨粗隆间骨折刀片过度侧方滑移的危险因素分析 [J]. *南京医科大学学报(自然科学版)*, 2018, 38 (3): 351-355, 379.
- [6] Shen L, Zhang Y, Shen Y, et al. Antirotation proximal femoral nail versus dynamic hip screw for intertrochanteric fractures: a meta-

- analysis of randomized controlled studies [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2013, 99 (4) : 377-383.
- [7] Ma KL, Wang X, Luan FJ, et al. Proximal femoral nails antirotation, Gamma nails, and dynamic hip screws for fixation of intertrochanteric fractures of femur: a meta-analysis [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2014, 100 (8) : 859-866.
- [8] 田大为, 万华, 熊敏, 等. PFNA 治疗股骨粗隆间骨折内固定手术失败的因素分析 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2018, 26 (20) : 1830-1834.
- [9] Florschütz AV, Langford JR, Haidukewych GJ, et al. Femoral neck fractures: current management [J]. *J Orthop Trauma*, 2015, 29 (3) : 121-129.
- [10] 周钰卓, 齐宇新, 马腾洋, 等. 老年股骨粗隆间骨折 PFNA 失败的危险因素分析 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28 (4) : 292-296.
- [11] Zhang W, Antony Xavier RP, Decruz J, et al. Risk factors for mechanical failure of intertrochanteric fractures after fixation with proximal femoral nail antirotation (PFNA II) : a study in a Southeast Asian population [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2021, 141 (4) : 569-575.
- [12] Hsu CE, Shih CM, Wang CC, et al. Lateral femoral wall thickness. A reliable predictor of post-operative lateral wall fracture in intertrochanteric fractures [J]. *Bone Joint J*, 2013, 95-B (8) : 1134-1138.
- [13] Baumgaertner MR, Curtin SL, Lindskog DM, et al. The value of the tip-apex distance in predicting failure of fixation of peritrochanteric fractures of the hip [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1995, 77 (7) : 1058-1064.
- [14] 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.
- [15] Cleveland M, Bosworth DM, Thompson FR, et al. A ten-year analysis of intertrochanteric fractures of the femur [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1959, 41-A: 1399-1408.
- [16] 窦茂鑫, 尚剑. 老年粗隆间骨折 PFNA 固定失败因素的研究进展 [J]. *医学综述*, 2018, 24 (1) : 122-126.
- [17] 刘小雷, 王炎, 赵晓龙, 等. 老年人股骨近端抗旋髓内钉失败的危险因素 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (6) : 494-498.
- [18] 张志山, 张铁超, 周方. 基于股骨近端外侧壁完整性的股骨近端骨折分型方法: 附 888 例病例分析 [J]. *中华骨与关节杂志*, 2020, 13 (3) : 196-204.
- [19] 裴保安, 段姗姗, 贾庆运, 等. 股骨粗隆间骨折髓内钉固定术后稳定性 X 线三柱评分标准的提出及其临床应用 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2021, 23 (3) : 221-227.
- [20] 洗树强, 李学良, 潘德悦. 阳性支撑对股骨粗隆间骨折内固定效果的影响 [J]. *创伤外科杂志*, 2018, 20 (10) : 770-773.
- [21] 侯宇, 姚琦, 张亘瑗, 等. 第三代 Gamma 钉与防旋股骨近端髓内钉治疗股骨粗隆间骨折术后股骨近端短缩的比较研究 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2018, 32 (3) : 338-345.
- [22] Herman A, Landau Y, Gutman G, et al. Radiological evaluation of intertrochanteric fracture fixation by the proximal femoral nail [J]. *Injury*, 2012, 43 (6) : 856-863.
- [23] Kane P, Vopat B, Heard W, et al. Is tip apex distance as important as we think? A biomechanical study examining optimal lag screw placement [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2014, 472 (8) : 2492-2498.
- [24] 李双, 张世民, 张立智, 等. 不同组合前内侧皮质支撑复位对股骨粗隆间骨折髓内钉术后稳定性影响的生物力学研究 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2019, 21 (1) : 57-64.
- [25] Lopes-Coutinho L, Dias-Carvalho A, Esteves N, et al. Traditional distance "tip-apex" vs. new calcar referenced "tip-apex" - Which one is the best peritrochanteric osteosynthesis failure predictor [J]. *Injury*, 2020, 51 (3) : 674-677.

(收稿:2022-03-08 修回:2022-09-22)

(同行评议专家: 常锐 高加智 徐栋 高扬)

(本文编辑: 闫承杰)