

· 临床研究 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2024.08.020

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240321.1856.011\(2024-03-22\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240321.1856.011(2024-03-22))

股骨近端防旋髓内钉治疗股骨转子间骨折内固定失败的相关因素分析*

王 贤, 孙 可, 林贞桦, 梁 斌

(广西壮族自治区人民医院骨科, 南宁 530021)

[摘要] 目的 探讨股骨近端防旋髓内钉(PFNA)治疗股骨转子间骨折内固定失败的危险因素。

方法 回顾性分析 179 例接受 PFNA 内固定手术治疗的股骨转子间骨折患者的临床及影像学资料, 采用单因素分析患者性别、骨质疏松程度、骨折内固定研究协会/美国骨创伤协会(AO/OTA)分型、顶尖距(TAD)、术后髓内翻、外侧壁状态、骨折复位情况及螺旋刀片位置对内固定失败发生率的影响, 建立 logistic 回归模型, 分析内固定失败的危险因素。结果 179 例患者中 16 例出现内固定失败, 单因素分析显示 AO/OTA 分型、TAD、术后有无术后髓内翻、外侧壁状态、骨折复位效果、螺旋刀片位置与内固定失败有关($P < 0.05$); logistic 回归分析提示术后髓内翻($OR = 6.97, 95\%CI: 2.24 \sim 21.68, P = 0.001$)与外侧壁断裂($OR = 3.08, 95\%CI: 1.03 \sim 9.22, P = 0.045$)是内固定失败的危险因素。结论 髓内翻和外侧壁断裂是 PFNA 治疗股骨转子间骨折内固定失败的危险因素, 手术复位应避免出现髓内翻。

[关键词] 髋; 转子间骨折; 内固定失败; 危险因素

[中图法分类号] R683.42 [文献标识码] A [文章编号] 1671-8348(2024)08-1226-05

Analysis on related factors for internal fixation failure in proximal femoral nail antirotation for treating intertrochanteric fracture*

WANG Xian, SUN Ke, LIN Zhenhua, LIANG Bin

(Department of Orthopedics, People's Hospital of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning, Guangxi 530021, China)

[Abstract] Objective To investigate the risk factors of internal fixation failure in proximal femoral nail

antirotation (PFNA) for treating intertrochanteric fracture. Methods The imageological data of 179 patients with intertrochanteric fracture receiving PFNA internal fixation were analyzed retrospectively. The univariate analysis was adopted to analyze the influence of the gender, degree of osteoporosis, AO/OTA fracture type, top apex distance (TAD), postoperative coxa vara, lateral wall state, fracture reduction situation and screw blade position on the internal fixation failure. The logistic regression model was constructed. The risk factors of internal fixation failure were analyzed. Results Among 179 patients, the internal fixation failure occurred in 16 cases. The univariate analysis showed the AO/OTA fracture type, TAD, postoperative coxa vara, lateral wall state, fracture reduction effect and screw blade location were related with the internal fixation failure ($P < 0.05$). The logistic regression analysis prompted that postoperative coxa vara ($OR = 6.97, 95\%CI: 2.24 \sim 21.68, P = 0.001$) and the lateral wall breakage ($OR = 3.08, 95\%CI: 1.03 \sim 9.22, P = 0.045$) were the risk factors of internal fixation failure in femoral intertrochanteric fracture. Conclusion Coxa vara and lateral wall breakage are the risk factors of internal fixation failure in PENA for treating femoral intertrochanteric fracture, and the operation reduction should avoid the coxa vara appearance.

[Key words] hip; intertrochanteric fracture; internal fixation failure; risk factor

股骨转子间骨折是老年人常见的骨折类型, 在髋部骨折中占 42%^[1], 目前主要治疗手段为手术内固定治疗。近年来采用髓内固定治疗股骨转子间骨折的

比例逐渐增加, 股骨近端防旋髓内钉(proximal femoral nail antirotation, PFNA)作为主流的髓内固定系统被广泛应用于股骨转子间及转子下骨折, 并取得了

良好的疗效。尽管 PFNA 拥有诸多优势,但国内外文献报道 PFNA 治疗股骨转子间骨折仍有一定的失败率,导致其失败的危险因素各类文献报道不尽相同,国内报道 PFNA 治疗股骨转子间骨折失败的多因素分析文献较少且纳入的变量不够完善。鉴于此,本研究回顾性分析 2013 年 1 月至 2017 年 12 月在本院接受股骨转子间骨折 PFNA 内固定手术的病例资料,分析 PFNA 治疗股骨转子间骨折内固定失败的危险因素。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2013 年 1 月至 2017 年 12 月在本院因股骨转子间骨折接受 PFNA 内固定手术治疗的 392 例患者的资料,其中 188 例患者早期失访或随访资料不完整,204 例患者获得完整随访治疗。在此 204 例患者中排除病理性骨折 5 例,合并同侧股骨头坏死 3 例,陈旧性骨折 4 例,合并多发骨折 10 例,内固定后再次外伤导致骨折 3 例,最终 179 例患者纳入本研究,其中男 102 例、女 77 例,平均年龄 76.3 岁(60~97 岁)。根据 2018 修订版内固定研究协会/美国骨创伤协会(AO/OTA)分型^[2]将所有患者分为两大类,稳定型骨折(AO/OTA 分型 31A1 型)94 例和不稳定型骨折(AO/OTA 分型 31A2.2~31A3.3 型)85 例;根据影像学 Singh 指数对所有患者骨质疏松程度进行分级,其中轻度骨质疏松(Singh 指数 IV~VI 级)52 例,重度骨质疏松(Singh 指数 I~III 级)127 例。纳入标准:(1)患者年龄 >60 岁;(2)单侧闭合骨折,骨折至手术时间 <3 周;(3)既往无髋部疾病;(4)随访时间 >6 个月,随访资料完整,末次随访结局为骨折愈合或内固定失败。排除标准:(1)多发骨折;(2)既往有同侧髋部疾病或手术史;(3)病理性骨折;(4)陈旧性骨折,骨折至手术时间 ≥ 3 周;(5)内固定后再次外伤导致骨折;(6)随访时间 <6 个月或随访资料不完整。本研究通过本院伦理委员会批准(KY-LW-2021-10 号)。

1.2 方法

1.2.1 手术方法及术后处理

患者全身麻醉或椎管内麻醉后仰卧于牵引床,患侧肢体屈髋 20° 内收、内旋位。透视下采用牵引床复位,术中结合顶棒、骨钩、克氏针等撬拨复位,部分难复性骨折需要术中小切口切开复位。复位满意后按标准流程安装 PFNA 内固定,C 臂透视确认后结束手术。患者术后常规接受预防性抗生素治疗至术后 48 h,部分合并其他部位感染患者需接受足疗程抗生素治疗,所有患者常规接受抗骨质疏松及抗凝治疗。术后第 2 天鼓励患者进行股四头肌等长收缩锻炼,术后 4~6 周扶拐行部分负重功能锻炼,复查发现骨折愈合后方能弃拐行完全负重活动。

1.2.2 随访

所有患者被要求在术后 6 周、3 个月、半年及术后每年返院接受临床随访,记录骨折愈合时间或内固定失败出现的时间及类型,采用 Harris 评分系统对髋关节功能进行评价,比较骨折愈合病例与内固定失败病例髋关节功能是否存在差异。

1.2.3 影像学测量及评价指标

利用 PACS 软件对所有患者术前、术后随访时 X 线片进行测量分析。(1)顶尖距(TAD)测量,参照 BAUMGAERTNER 等^[3]的方法测量,并将所有患者分为 TAD ≤ 25 mm 和 TAD >25 mm 两类。(2)螺旋刀片位置测量,将股骨头分为 9 个象限,以股骨头中央为原点,螺旋刀片的侧位片位于股骨头中央,正位片位于股骨头中央或中央偏下两个位置,即中央-中央和中央-偏下两个象限视为螺旋刀片位置理想,其余象限视为不理想。(3)是否存在髓内翻,测量股骨干长轴与股骨颈长轴之间的夹角,即颈干角,若患侧颈干角比健侧小 5° 及以上则定义为髓内翻^[4]。(4)记录从受伤至末次随访时整个治疗阶段外侧壁是否出现骨折,可将患者分为外侧壁完整及外侧壁断裂两类,外侧壁影像学定义^[5]为股外侧肌附着点以远的股骨外侧皮质。(5)骨折复位效果的评价,采用 BAUMGAERTNER 等^[3]的方法,对线要求:正位颈干角基本正常或轻度外翻,侧位成角 $<20^\circ$;对位要求:正侧移位均 <4 mm。同时满足对线和对位要求的判定为良好,对线与对位要求仅满足 1 个为可接受,两个要求均不能满足为差。

1.3 统计学处理

采用 SPSS15.0 软件进行数据统计分析。计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,组间比较采用两独立样本 t 检验;计数资料以例数或百分比表示,组间比较采用 Pearson χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。固定失败的危险因素分析采用多因素 logistic 回归分析,将单因素分析有统计学意义的变量纳入回归方程进行逐步回归分析,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

179 例患者获得了 6~25 个月[平均随访时间(9.4 \pm 4.6)个月]的临床随访,163 例患者获得骨折愈合,平均愈合时间(15.1 \pm 3.7)周。16 例患者(8.9%)出现内固定失败,失败出现的时间为术后 6~22 周[平均时间(13.4 \pm 4.9)周],内固定失败的类型包括螺旋刀切割股骨近端 13 例,内固定断裂 2 例,螺旋刀片退钉导致骨折不愈合 1 例。16 例内固定失败患者中接受再次手术 13 例,包括全髋关节置换 7 例,人工股骨头置换 4 例,更换加长髓内钉内固定+植骨 1 例,PFNA 内固定取出 1 例。骨折愈合患者 Harris 评分平均(85.6 \pm 8.1)分,内固定失败患者平均(56.9 \pm 10.3)分,两者比较差异有统计学意义($P<0.05$)。骨

折愈合患者和内固定失败患者 TAD 平均值分别为 (24.4 ± 4.3) mm 与 (25.1 ± 4.3) mm, 两者比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。单因素分析显示性别与骨质疏松程度对内固定失败发生率无明显影响 ($P > 0.05$), 但是 AO/OTA 分型、TAD、有无术后髓内翻、外侧壁状态、螺旋刀片位置及骨折复位效果与 PFNA

内固定失败有关 ($P < 0.05$), 见表 1。将上述单因素分析差异有统计学意义的分类变量纳入多因素 logistic 回归分析, 结果显示术后髓内翻与外侧壁断裂是股骨转子间骨折患者 PFNA 内固定失败的危险因素 ($P < 0.05$), 见表 2。

表 1 PFNA 治疗股骨转子间骨折内固定失败的单因素分析

项目	骨折愈合 ($n=163$)	内固定失败 ($n=16$)	t/χ^2	P
性别 [$n(\%)$]			0.218	0.640
男	92(56.4)	10(62.5)		
女	71(43.6)	6(37.5)		
AO/OTA 分型 [$n(\%)$]			5.334	0.021
稳定型	90(55.2)	4(25.0)		
不稳定型	73(44.8)	12(75.0)		
骨质疏松程度 [$n(\%)$]			0.041	0.839
轻度	47(28.8)	5(31.3)		
重度	116(71.2)	11(68.7)		
TAD [$n(\%)$]			4.318	0.038
≤ 25 mm	95(58.3)	5(31.3)		
> 25 mm	68(41.7)	11(68.7)		
术后髓内翻 [$n(\%)$]			15.744	< 0.001
无	126(77.3)	5(31.3)		
有	37(22.7)	11(68.7)		
外侧壁状态 [$n(\%)$]				0.021
完整	119(73.0)	7(43.8)		
断裂	44(27.0)	9(56.2)		
骨折复位 [$n(\%)$]			6.872	0.032
良好	56(34.4)	3(18.8)		
可接受	91(55.8)	8(50.0)		
差	16(9.8)	5(31.2)		
螺旋刀片位置 [$n(\%)$]			4.256	0.039
理想	104(63.8)	6(37.5)		
不理想	59(36.2)	10(62.5)		

表 2 PFNA 治疗股骨转子间骨折内固定失败的多因素 logistic 回归分析

变量	β	SE	Wald	P	OR(95%CI)
术后髓内翻	1.941	0.579	11.233	0.001	6.97(2.24~21.68)
外侧壁状态	1.124	0.560	4.028	0.045	3.08(1.03~9.22)

3 讨 论

导致 PFNA 治疗转子间骨折内固定失败的危险因素是目前髋部骨折的研究热点。内固定失败可能与骨折的自身特征、内固定的位置及骨折复位情况这三类因素有关。本研究纳入多因素分析的 6 个变量

基本涵盖了此三类危险因素的主要指标, 变量的选择具有代表性。

骨折稳定性分型及外侧壁状态反映了骨折的自身特征, 但此两项因素对骨折内固定失败的影响尚存在争议。研究发现在不稳定型骨折中螺旋刀片退出距离及股骨颈的缩短明显增加, 提示在不稳定型骨折中 PFNA 所提供的稳定性降低^[6-7]。但是在本研究多因素分析中不稳定骨折并不是内固定失败的危险因素, 类似结果其他文献也有报道^[4,8]。由此可推断现有的骨折稳定性分型其主要作用还是在于指导股骨转子间骨折的治疗, 而对于髓内固定后预后的预测作用并不大。

外侧壁断裂作为特殊的解剖特征在股骨转子间骨折治疗中具有重要的意义。文献已证实外侧壁断裂的患者采用髓外固定有较高的失败率^[5],但是此类患者采用髓内固定失败率是否高于外侧壁完整的患者,结论存在争议^[4,9]。CIUFO 等^[4]认为断裂的外侧壁使股骨头颈骨块失去了支撑,此时髓内钉作为唯一的阻挡结构只能限制股骨头颈骨块的滑动,而不能阻止股骨头颈骨块的内翻,继而导致出现螺旋刀片内翻位切割和内固定断裂的可能性增加。本研究结果与 CIUFO 等^[4]结果类似,相较于骨折分型,外侧壁断裂作为独立危险因素对内固定失败的影响更大。

TAD 与螺旋刀片在股骨头中的位置是评价股骨转子间内固定位置的重要参数,大量文献报道合适的 TAD,满意的螺旋刀片位置对于股骨转子间骨折的成功愈合具有重要意义^[10-13]。但是在本研究中骨折愈合与内固定失败的患者 TAD 测量值差异无统计学意义($P>0.05$),并且 $TAD>25\text{ mm}$ 与螺旋刀片位置不理想并不是内固定失败的危险因素,类似结果国内外文献均有报道,分析其可能原因有:(1)对于 TAD 合适范围的划定仍然存在争议,YAM 等^[14]就提出将 27 mm 作为 TAD 合适与否的分界值,NIKOLOSKI 等^[15]则认为 $20\sim 30\text{ mm}$ 是 TAD 的合适范围,而 $TAD<20\text{ mm}$ 与 $TAD>30\text{ mm}$ 的患者内固定失败率均较 $TAD\ 20\sim 30\text{ mm}$ 者明显增加;(2)螺旋刀片过度滑动是导致内固定失败的主要因素,不良的复位^[7]和不稳定的骨折^[6-7]类型均会导致螺旋刀片滑动距离增大,而 TAD 及螺旋刀片位置实际上反映的是 PFNA 对股骨头颈部骨块的把持能力,良好的把持力理论上可以减少内固定失败,但相比于螺旋刀片的过度滑动对内固定失败的影响,螺旋刀片把持力的影响可能并不显著。

骨折复位情况可能是股骨转子间骨折内固定失败最主要的影响因素,但是在本研究中反映骨折复位情况的两个变量却出现了截然相反的结果。本研究中术后髓内翻是内固定失败的危险因素,该结论也被大量文献^[16-17]所证实,然而本研究中根据 Baumgaertner 标准判定为差的骨折复位却不是内固定失败的危险因素。国内外文献报道根据 Baumgaertner 标准判定不同的复位情况对内固定失败率的影响结论也不一致^[8,13,16,18],可能是因为 Baumgaertner 标准只关注移位的距离,而忽视了移位的方向。TSUKADA 等^[19]、ITO 等^[7]发现骨折移位的方向会影响内固定的滑动距离,杜守超等^[20]、CHANG 等^[21-22]提出内侧皮质支撑的观点其本质也是关注骨折在冠状位移位的方向,相较于移位的距离,移位的方向可能更重要,而此正是 Baumgaertner 判定标准的不足。鉴于此,部分文献放弃 Baumgaertner 判定标准,而选择其他一些解剖学参数来作为骨折复位的评价标准也获得

良好的效果^[8,13,23]。

综上所述,PFNA 治疗股骨转子间骨折所出现的内固定失败可能与骨折自身特点及骨折复位情况两方面因素有关,其中外侧壁断裂和出现术后髓内翻是 PFNA 治疗股骨转子间骨折内固定失败的危险因素,在临床实践中重视骨折复位的质量,避免术后髓内翻畸形,加强对外侧壁的保护,有利于降低内固定机械性失败的发生率。但本研究为回顾性研究,存在以下不足:(1)患者失访比例较高,从而导致在病例纳入中存在选择偏倚;(2)本组患者中出现内固定失败的概率较低,阳性患者例数较少,可能对 logistic 回归模型的拟合优度存在一定影响;(3)本研究并未纳入患者康复过程的相关指标,此类指标也可能会影响 PFNA 内固定失败率。

参考文献

- [1] ADEYEMI A, DELHOUGNE G. Incidence and economic burden of intertrochanteric fracture: a medicare claims database analysis [J]. JB JS Open Access, 2019, 4(1): e0045.
- [2] MEINBERG E, AGEL J, ROBERTS C, et al. Fracture and dislocation classification compendium-2018 [J]. J Orthop Trauma, 2018, 32(Suppl. 1): 1-170.
- [3] BAUMGAERTNER M R, SOLBERG B D. Awareness of tip-apex distance reduces failure of fixation of trochanteric fractures of the hip [J]. J Bone Joint Surg Br, 1997, 79 (6): 969-971.
- [4] CIUFO D, ZARUTA D, LIPOF J, et al. Risk factors associated with cephalomedullary nail cutout in the treatment of trochanteric hip fractures [J]. J Orthop Trauma, 2017, 31(11): 583-588.
- [5] HSU C E, SHIH C M, WANG C C, 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.
- [6] HÉLIN M, PELISSIER A, BOYER P, et al. Does the PFNA™ nail limit impaction in unstable intertrochanteric femoral fracture? A 115 case-control series [J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2015, 101 (1): 45-49.
- [7] ITO J, TAKAKUBO Y, SASAKI K, et al. Prevention of excessive postoperative sliding of the short femoral nail in femoral trochanteric fractures [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2015, 135 (5): 651-657.

- [8] ZHANG W, ANTONY XAVIER R P, 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.
- [9] BOOPALAN P, OH J, KIM J, et al. Incidence and Radiologic outcome of intraoperative lateral wall fractures in OTA 31A1 and A2 fractures treated with cephalomedullary nailing[J]. *J Orthop Trauma*, 2012, 26(11): 638-642.
- [10] FUJII T, NAKAYAMA S, HARA M, et al. Tip-apex distance is most important of six predictors of screw cutout after internal fixation of intertrochanteric fractures in women[J]. *JB JS Open Access*, 2017, 2(4): e0022.
- [11] DE BRUIJN K, DEN HARTOG D, TUINEBREIJER W, et al. Reliability of predictors for screw cutout in intertrochanteric hip fractures[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2012, 94(14): 1266-1272.
- [12] LOBO-ESCOLAR A, JOVEN E, IGLESIAS D, et al. Predictive factors for cutting-out in femoral intramedullary nailing [J]. *Injury*, 2010, 41 (12): 1312-1316.
- [13] HSU K, CHANG C, SU Y, et al. Radiographic risk factors for predicting failure of geriatric intertrochanteric fracture treatment with a cephalomedullary nail[J]. *J Chin Med Assoc*, 2019, 82(7): 584-588.
- [14] YAM M, CHAWLA A, KWEK E, et al. Rewriting the tip apex distance for the proximal femoral nail anti-rotation[J]. *Injury*, 2017, 48(8): 1843-1847.
- [15] NIKOLOSKI A, OSBROUGH A, YATES P. Should the tip-apex distance (TAD) rule be modified for the proximal femoral nail antirotation (PFNA)? A retrospective study[J]. *J Orthop Surg Res*, 2013, 8: 35-42.
- [16] JIAMTON C, BOERNERT K, BABST R, et al. The nail-shaft-axis of the of proximal femoral nail antirotation (PFNA) is an important prognostic factor in the operative treatment of intertrochanteric fractures [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2018, 138(3): 339-349.
- [17] TURGUT A, KALENDERER Ö, KARAPINAR L, et al. Which factor is most important for occurrence of cutout complications in patients treated with proximal femoral nail antirotation? Retrospective analysis of 298 patients [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2016, 136(5): 623-630.
- [18] HAO Y, ZHANG Z, ZHOU F, et al. Risk factors for implant failure in reverse oblique and transverse intertrochanteric fractures treated with proximal femoral nail antirotation (PFNA)[J]. *J Orthop Surg Res*, 2019, 14(1): 350-358.
- [19] TSUKADA S, OKUMURA G, MATSUEDA M. Postoperative stability on lateral radiographs in the surgical treatment of pertrochanteric hip fractures[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2012, 132(6): 839-846.
- [20] 杜守超, 张世民, 张英琪 等. 不稳定股骨转子间骨折前内侧皮质支撑复位的影像学研究[J]. *中国矫形外科杂志*, 2018, 26(18): 1633-1638.
- [21] CHANG S, ZHANG Y, DU S, et al. Anteromedial cortical support reduction in unstable pertrochanteric fractures: a comparison of intraoperative fluoroscopy and post-operative three dimensional computerised tomography reconstruction[J]. *Int Orthop*, 2018, 42(1): 183-189.
- [22] CHANG S, ZHANG Y, MA Z, et al. Fracture reduction with positive medial cortical support: a key element in stability reconstruction for the unstable pertrochanteric hip fractures[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2015, 135(6): 811-818.
- [23] BOUKEBOUS B, GUILLON P, VANDENBUSSCHE E, et al. Correlation between femoral offset loss and dynamic hip screw cut-out complications after pertrochanteric fractures: a case-control study [J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2018, 28(7): 1321-1326.

(收稿日期: 2023-08-26 修回日期: 2023-12-31)

(编辑: 姚 雪)