

文章编号: 1004-7220(2020)05-0470-06

不同手术方法治疗老年股骨粗隆间骨折效果及其生物力学研究

张全, 曾勇, 舒鑫

(贵州省黔西南州人民医院 创伤骨科, 贵州 兴义 562400)

摘要:目的 分析股骨近端锁定钢板(locking proximal femoral plate, LPFP)和股骨近端抗旋髓内钉(proximal femoral nail anti-rotation, PFNA)内固定术治疗老年股骨粗隆间骨折的疗效及生物力学性能。方法 106例老年股骨粗隆间骨折患者随机分为LPFP治疗组53例和PFNA治疗组53例,于治疗干预后分别统计两组患者的手术时间、术中出血量、负重时间、骨折愈合时间及术后9个月Harris髋关节功能评分,统计两组患者术后并发症的发生率。取新鲜老年股骨标本10具制备老年股骨粗隆间骨折模型,并将其随机分为PFNA组和LPFP组各5具,于治疗干预后采用力学试验机进行轴向压缩实验、破坏载荷实验和扭转刚度实验,记录生物力学性能指标。结果 PFNA组平均手术时间、负重时间及骨折愈合时间均短于LPFP组($P < 0.05$),平均术中出血量少于LPFP组($P < 0.05$),平均Harris评分高于LPFP组($P < 0.05$)。PFNA组、LPFP组术后并发症总发生率分别为7.56%、18.87%,差异有统计学意义($P < 0.05$)。骨折模型治疗干预后,PFNA组平均轴向压缩、破坏载荷、扭转刚度均高于LPFP组($P < 0.05$)。结论 PFNA治疗老年股骨粗隆间骨折创伤小,其良好的生物力学性能可有效促进骨折愈合和髋关节功能的恢复,并显著减少髋内翻和螺钉松动与切割并发症的发生率。

关键词: 股骨粗隆间骨折; 股骨近端锁定钢板; 股骨近端抗旋髓内钉; 生物力学

中图分类号: R 318.01 **文献标志码:** A

DOI: 10.16156/j.1004-7220.2020.05.012

Effects of Different Surgical Methods for Treating Femoral Intertrochanteric Fracture in the Elderly and Biomechanical Study

ZHANG Quan, ZENG Yong, SHU Xin

(Department of Orthopedic Trauma, Qian Xi Nan People's Hospital, Xingyi 562400, Guizhou, China)

Abstract: **Objective** To analyze the efficacy and biomechanical properties of locking proximal femoral plate (LPFP) and proximal femoral nail anti-rotation (PFNA) for treating intertrochanteric fracture in elderly patients. **Methods** One hundred and six elderly patients with intertrochanteric fracture of femur were randomly divided into LPFP group (53 cases) and PFNA group (53 cases). After treatment intervention, the operation time, intraoperative bleeding volume, weight-bearing time, fracture healing time and Harris hip function score of 9 months after operation in two groups were recorded. The complications after operation in two groups were analyzed. Ten elderly fresh femoral specimens were selected to prepare the model of intertrochanteric femoral fracture in the elderly. They were randomly divided into PFNA group and LPFP group with 5 models in each group. After treatment and intervention, axial compression test, destructive load test and torsional stiffness test were conducted by mechanical testing machine, and biomechanical properties were recorded. **Results** The average

operation time, weight-bearing time and fracture healing time in PFNA group were shorter than those in LPFP group ($P < 0.05$), and the average intraoperative bleeding volume in PFNA group was less than that in LPFP group ($P < 0.05$), and the average Harris score was higher than that in LPFP group ($P < 0.05$). The total incidence of postoperative complications in PFNA group and LPFP group was 7.56% and 18.87%, respectively, indicating a significant difference between the two groups ($P < 0.05$). After intervention treatment, the average axial compression, damage load and torsional stiffness in PFNA group were higher than those in LPFP group ($P < 0.05$). **Conclusions** PFNA caused minimal trauma for treating intertrochanteric femoral fractures in the elderly. With its good biomechanical properties, PFNA could effectively promote fracture healing and hip function recovery, and significantly reduce the incidence of hip varus, screw loosening and cutting complications.

Key words: femoral intertrochanteric fracture; locking proximal femoral plate (LPFP); proximal femoral anti-rotation (PFNA); biomechanics

股骨粗隆间骨折是发生于股骨颈基底至小粗隆水平面区域内的骨折。老年人群因骨质疏松、骨骼脆性增加及肢体功能障碍等因素的影响,成为股骨粗隆间骨折的高危人群^[1]。临床上,因粗隆间为机体承受应力最大部位,其骨折类型多为粉碎性骨折,常规保守治疗效果并不理想,故手术治疗成为临床首选治疗方案^[2]。目前临床上治疗老年股骨粗隆间骨折的手术方案主要包括髓外固定术和髓内固定术,分别以股骨近端锁定钢板(locking proximal femoral plate, LPFP)和股骨近端抗旋髓内钉(proximal femoral nail anti-rotation, PFNA)为代表^[3]。在20世纪90年代,锁定钢板被首次引入并用于脊柱以及颌面部手术。随着医疗设备快速发展、骨折内固定术日渐成熟,以及在骨折微创手术理念等因素共同作用下,LPFP手术方案在骨科临床上逐渐得到推广,成为治疗股骨粗隆间骨折的有效方法。然而后期在长期的临床实践中,LPFP治疗创伤大、患者髋关节功能恢复进程慢、抗旋转能力有限及患者骨折愈合效果不理想等弊端日益凸显,故寻找更理想的内固定方案成为骨科医学工作者探讨的重点^[4]。PFNA作为一种新型的髓内钉固定技术,凭借其创伤小、并发症少、疗效佳等优点在骨科临床得到广泛认可,PFNA与LPFP的应用价值比较成为临床关注的热点^[5]。目前,临床上关于LPFP、PFNA治疗老年股骨粗隆间骨折疗效的对比研究很多,但从生物力学角度对两者作用机制开展的对比研究甚少。本文以贵州省黔西南州人民医院收治的106例老年股骨粗隆间骨折为研究对象,基于生物力学理论与实践,对比LPFP、PFNA治疗老年股骨粗隆间骨折的效果。

1 资料与方法

1.1 临床资料

纳入本研究的106例对象均为贵州省黔西南州人民医院在2017年6月~2018年12月收治的老年股骨粗隆间骨折患者,所有患者均经临床检查及X线、CT、MRI等影像学检查确诊。同时,所有患者均自愿签署知情同意书,且本研究获得黔西南州人民医院伦理委员会批准。

1.2 纳入及排除标准

纳入标准:①年龄 ≥ 60 岁;②单侧骨折;③新鲜骨折。排除标准:①病理性、开放性骨折;②既往有髋部疾病病史及髋关节手术史者;③合并其他部位骨折者;④合并下肢静脉血栓者;⑤有手术治疗禁忌症者。

1.3 临床分组

采用随机数字表法将106例患者分为PFNA组和LPFP组,两组病例数均为53例。对两组患者一般病历资料行统计学处理的结果显示,两组患者临床可比性良好,在性别、年龄、骨折部位、骨折分型、骨折发生至手术时间方面没有差异(见表1)。

1.4 方法

PFNA组53例患者行PFNA术治疗。指导患者于牵引床上取仰卧位,上身向健侧倾斜约 15° ,予以全麻或神经阻滞麻醉,在C形臂X线机透视下行牵引复位,复位成功后于患者大粗隆顶点上方5~10 cm处作一长约5 cm纵向切口,臀中肌、臀小肌依次分离,直至大粗隆顶点,于大粗隆顶点将导针插入,透视下确定其于远端骨髓腔进入,再沿导针

表1 2组患者一般资料

Tab.1 General data of patients in two groups

组别	例数	性别		年龄/ 岁	骨折部位		骨折分型			骨折发生至 手术时间/d
		男	女		左髋	右髋	I型	II型	III型	
PFNA	53	28	25	66.25±3.72	30	23	5	25	23	3.01±0.44
LPFP	53	27	26	65.71±3.56	28	25	6	26	21	3.21±0.38
χ^2		1.823		2.382	1.136		1.024			2.722
<i>P</i>		0.872		0.894	0.913		0.933			0.863

方向开口、扩髓,将PFNA主钉旋入。透视下确定主钉获得满意位置后,经股颈将导针钻入(在近端导向器指导下),钻入深度为关节面下方5mm左右,透视满意后将螺旋刀片打入,并予以锁定。予以远端瞄准器安装后将远端锁定螺钉拧入,尾帽进行安装后再次透视,确认骨折复位良好后留置引流管,切口予以逐层关闭^[6]。患者行PFNA术治疗前后X线片检查结果见图1(a)。

LPFP组53例患者行LPFP术治疗。指导患者取平卧位,予以全麻或连续硬膜外麻醉,垫高患侧臀部,于患侧髋关节后外侧作一纵向切口,将阔筋膜予以分离,股外侧肌充分暴露,将骨折断端予以显露,牵引复位,透视确认复位满意后先应用克氏针予以骨折固定。再将合适的锁定钢板放置于股骨外侧,并用克氏针予以固定。再次行C型臂透视,获得满意的骨折对位、对线后,于骨折近端钻孔和深度测量,将锁定旋入、固定。最后留置引流管,

切口予以逐层关闭^[7]。患者行LPFP术治疗前后X线片检查结果见图1(b)。

1.5 观察指标

1.5.1 手术效果 分别统计2组患者的手术时间、术中出血量、负重时间、骨折愈合时间及术后9个月Harris髋关节功能评分。其中,骨折愈合评定标准:X线片显示骨折线消失完全,骨折端无压痛及纵向叩击痛,并形成连续性骨痂^[8]。Harris髋关节功能评分0~100分,分值越高,提示患者髋关节功能越好^[9]。

1.5.2 术后并发症发生率 观察并统计两组患者术后切口感染、髋内翻、下肢静脉血栓、内固定物松动与断裂等并发症的发生率。

1.5.3 生物力学指标 ①选择实验室标本。选择新鲜老年股骨标本10具,男性5具,女性5具,龄60~72岁,平均(65.02±3.16)岁。②建模。采用骨水泥予以标本固定,制备老年股骨粗隆间骨折模型[见图2(a)]。采用随机数字表法将10具模型随机分为PFNA组和LPFP组,各组5具。PFNA组模型予以PFNA术治疗,LPFP组模型予以LPFP术治疗。③生物力学实验。采用WDW-50万能材料力学试验机(济南川佰仪器设备有限公司生产)分别对治疗干预后的模型进行3种力学加载实验[见图2(b)],包括轴向压缩实验、压缩破坏载荷和扭转强度实验,并记录相关数据。轴向压缩试验加载参数:0、300、400、500、600N,加载速率50N/s。扭转强度试验扭矩:2、3、4、5N·m,以顺时针方向以0.3°/s进行扭转。载荷-位移曲线显示,随着载荷增加,两组标本的轴向位移增加(见图3)。

1.6 统计学方法

采用SPSS 20.0软件对两组患者数据进行统计学处理。本文计数数据的对比处理用 χ^2 检验;计量数据用均数±标准差形式,数据对比处理用*t*检验,*P*<0.05表示差异有统计学意义。

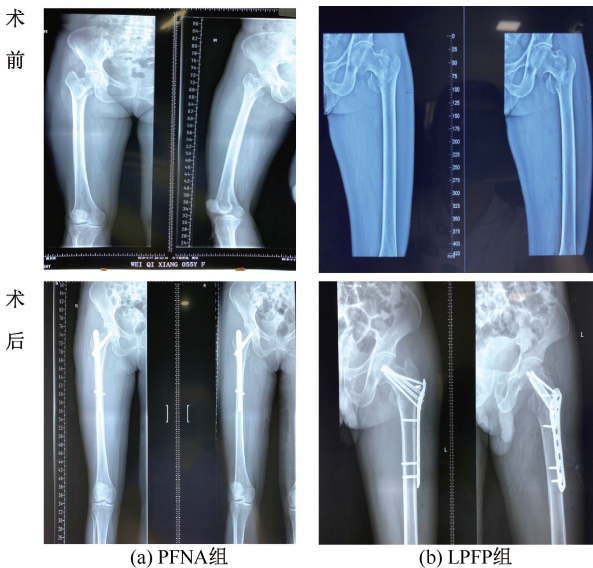


图1 不同方法治疗老年股骨粗隆间骨折的术前和术后X线片

Fig.1 Preoperative and postoperative X-ray film for different methods in the treatment of intertrochanteric fracture of femur in the elderly (a) PFNA group, (b) LPFP group



(a) 老年股骨粗隆间骨折模型 (b) 生物力学加载试验

图2 老年股骨粗隆间骨折模型和生物力学加载试验

Fig.2 Model and biomechanical loading test of intertrochanteric fracture of femur in the elderly

(a) Model of intertrochanteric fracture in the elderly,
(b) Biomechanical loading test

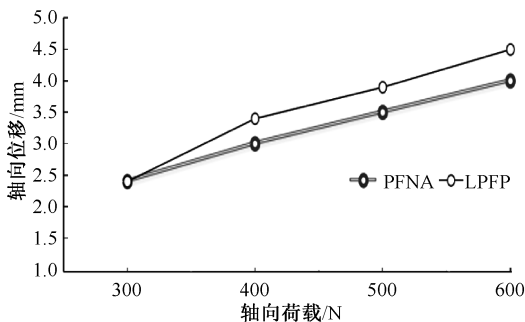


图3 两组标本轴向载荷-位移曲线

Fig.3 Axial load-displacement curve of specimens in two groups

2 结果

2.1 手术效果

在平均手术时间、负重时间及骨折愈合时间上,PFNA组均短于LPFP组($P < 0.05$);且PFNA组平均术中出血量少于LPFP组($P < 0.05$),平均Harris评分高于LPFP组($P < 0.05$),见表2。

表2 两组患者临床疗效比较

Tab.2 Comparison of clinical efficacy in two groups

项目	组别		χ^2	P
	PFNA	LPFP组		
例数	53	53	-	-
手术时间/min	54.28±6.26	110.26±14.29	3.835	0.012
术中出血量/mL	137.34±20.55	276.24±46.20	2.486	0.022
负重时间/d	30.63±9.25	54.27±11.54	2.142	0.027
骨折愈合时间/d	54.28±4.92	72.18±7.25	3.772	0.018
Harris评分	82.36±6.27	65.38±4.81	2.835	0.027

2.2 术后并发症发生率

在术后并发症总发生率上,PFNA组、LPFP组分别为7.56%、18.87%,差异具有统计学意义($P < 0.05$),见表3。

表3 两组患者术后并发症发生率比较

Tab.3 Comparison of postoperative complications in two groups

项目	组别		χ^2	P
	PFNA	LPFP组		
例数	53	53		
切口感染	1	2		
髓内翻	1	4		
下肢静脉血栓	1	1		
内固定物松动与断裂	1	3		
总发生率/%	7.56	18.87	7.395	0.036

2.3 生物力学指标

治疗干预后,在平均轴向压缩、破坏载荷、扭转刚度指标上,PFNA组均高于LPFP组($P < 0.05$),见表4。

表4 两组老年股骨粗隆间骨折模型治疗干预后生物力学指标比较

Tab.4 Biomechanical parameter comparison of intertrochanteric fracture model of the elderly after treatment in two groups

组别	例数	轴向压缩刚度/	破坏载荷/N	扭转刚度/
		($N \cdot mm^{-1}$)		[$N \cdot m \cdot (^{\circ})^{-1}$]
PFNA组	5	118.37±10.28	3 429.25±309.19	1.65±0.21
LPFP组	5	58.36±7.21	2 187.66±235.72	1.04±0.15
χ^2	-	3.924	2.887	3.782
P	-	0.011	0.020	0.013

3 讨论与结论

临床上老年股骨粗隆间骨折类型以不稳定型粉碎性骨折居多,保守治疗下患者1年内死亡率高达60%。因此,在患者符合手术治疗指征的前提下,采取合理的手术方案是促进髋关节功能恢复、降低患者病死率的主要原则^[10]。本文采用病例对照研究的方法,从手术效果、术后并发症及生物力学性能3个方面对PFNA和LPFP进行比较,为老年股骨粗隆间骨折手术方案的选择提供参考依据。

基于生物力学对手术效果的分析 and 比较表明,PFNA组平均手术时间、负重时间及骨折愈合时间均短于LPFP组($P < 0.05$);且平均术中出血量少于LPFP组($P < 0.05$),平均Harris评分高于LPFP组($P < 0.05$),即相较于LPFP,PFNA手术方案更具创伤小、骨折愈合快及髋关节功能恢复效果好的显著优点。

(1) PFNA 术以闭合复位为主,手术切口较 LPFP 小,能有效降低手术创伤;且 PFNA 作为髓内钉技术,由髓内钉主钉对应力予以分散和承担,并不严格要求小粗隆的精准复位,可有效缩短手术时间^[11];其次,PFNA 术的微创理念及操作可有效减少手术对骨折端血供的破坏,减少螺旋刀片造成的股骨头颈区骨质破坏,加之 PFNA 主钉对松质骨有压迫作用,可有效防止骨量流失造成的骨周围血运的破坏,故 PFNA 术可有效促进患者骨折的愈合^[12]。最后,在髋关节功能恢复上,LPFP 固定系统属于髓外偏心固定结构,在其有限的抗旋能力下,患者在后期功能运动中一旦内侧皮质不完整,容易导致内固定失败,大大制约了髋关节功能的恢复^[13];而 PFNA 术最大的特点是在生物力学作用机制上,其内固定系统属髓内中心固定,与负重力线更接近,内固定理念更符合生理解剖学结构特点,可有效促进骨折部位解剖对位、对线的恢复,提高骨折内固定稳定性,从而促进患者髋关节功能的恢复^[14]。

(2) 基于生物力学对术后并发症的分析和比较表明,在术后并发症总发生率上,PFNA 组低于 LPFP 组($P < 0.05$),尤其是在髓内翻和内固定物松动与断裂并发症上,PFNA 组明显少于 LPFP 组。主要原因是:一方面,LPFP 内部定属偏心性固定,骨折端产生的压缩应力不能予以良好传导,在治疗不稳定型股骨粗隆间骨折时容易增加髓内翻的发生率^[15];另一方面,LPFP 抗旋效果不理想,易因股骨头旋转而增加内固定物松动与断裂的发生率^[16]。本研究中,在平均轴向压缩、破坏载荷指标上,PFNA 组均高于 LPFP 组($P < 0.05$);而治疗干预后,在平均轴向压缩、破坏载荷、扭转刚度指标上,PFNA 组均高于 LPFP 组($P < 0.05$),提示 PFNA 术的抗压缩性能和抗扭性能均优于 LPFP 术。首先,PFNA 髓内中心固定系统力臂更短、弯矩更小,凭借“十字形”螺旋刀片即可实现抗旋转、抗内翻及抗切出的效果^[17];其次,在生理力学原理上,PFNA 不是应力遮挡式固定,而属于应力分散式固定,在重力和应力双重作用下仍能保持其稳定性。

(3) PFNA 螺旋刀片击入后可于刀片四周将股骨头颈内骨质充分嵌压,提高锚合力,对防止骨质丢失及螺钉松动与切割具有重要的作用^[18]。从本

文临床病例来看,LPFP 组内固定失败的原因主要在于:一方面,股骨粗隆间骨折解剖结构较为特殊,在张应力和重力的作用下,骨折端常不稳定,LPFP 内固定髓外偏心固定结构,其抗旋转、抗弯曲和轴向压缩力量均较弱,因此,手术过程中为避免手术失败,应尽量减少扩髓,避免破坏骨折端的血运,在可能的情况下选择髓内固定。另一方面,从生物力学研究模型中对力学因素进行分析,LPFP 的主要缺点是缺乏动力加压作用,使骨折断端之间缺少应力刺激,从而影响内固定的稳定性,而 PFNA 实施可靠的内固定,并发挥静力加压与滑动加压双重作用,在骨折断端间形成应力刺激,促进骨折愈合。

综上所述,相较于 LPFP,在老年股骨粗隆间骨折的治疗中 PFNA 创伤小,且凭借其良好的生物力学性能可有效促进骨折愈合和髋关节功能恢复,并显著减少髓内翻和螺钉松动与切割并发症的发生率。

参考文献:

- [1] 赖荣光,谢宝辉,罗理亮,等. 股骨近端防旋髓内钉治疗老年股骨粗隆间骨折的临床研究[J]. 基层医学论坛, 2019, 23(29): 4286-4287.
- [2] 张辉,刘海波,屠殿其,等. 三种内固定方法治疗老年股骨粗隆间骨折的临床疗效对比研究[J]. 解放军预防医学杂志, 2019, 37(8): 59-60.
- [3] 金枫,陆霆,任林,等. PFNA 手术治疗老年骨质疏松股骨粗隆间骨折 89 例临床分析[J]. 解放军预防医学杂志, 2019, 37(5): 65-66.
- [4] 佟哲哲,赵小林,高茂龙. 防旋型股骨近端髓内钉治疗老年股骨粗隆间骨折患者的效果及对预后的影响[J]. 中国临床医生杂志, 2019, 47(4): 458-461.
- [5] 胡文剑. PFNA 内固定治疗老年股骨粗隆间骨折的疗效及并发症情况观察[J]. 基层医学论坛, 2019, 23(29): 4264-4268.
- [6] 饶海军,朱智奇,林学扬. 股骨近端防旋髓内钉治疗老年股骨粗隆间骨折隐性失血的影响因素分析[J]. 中国医药导报, 2019, 16(9): 79-82.
- [7] 罗成辉,符江. DHS、PFNA、InterTan 内固定治疗老年不稳定股骨粗隆间骨折的比较[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2019, 34(2): 138-141.
- [8] WANG B, LIU QB, LIU Y, et al. Comparison of proximal femoral nail antirotation and dynamic hip screw internal fixation on serum markers in elderly patients with intertrochanteric fractures [J]. J Coll Phys Surge, 2019, 29(7): 644-648.

- [9] 刘宇河, 何忠, 林世荣. 重建股骨矩与 PFNA 治疗老年不稳定性股骨粗隆间骨折效果比较 [J]. 中国现代手术学杂志, 2018, 22(6) : 435-439.
- [10] 孙金山, 马斌. 股骨近端防旋转髓内钉联合鲑鱼降钙素治疗老年股骨粗隆间骨折的疗效及对骨密度的影响 [J]. 解放军预防医学杂志, 2019, 37(4) : 94-95.
- [11] 魏书一, 李同相. 股骨近端防旋锁定钉与锁定钢板内固定治疗老年股骨粗隆间骨折的疗效比较 [J]. 实用临床医药杂志, 2019, 23(7) : 87-90.
- [12] 蔡志伟. 股骨近端防旋髓内钉内固定治疗老年骨质疏松性股骨粗隆间骨折的效果分析 [J]. 临床医学工程, 2018, 25(10) : 1345-1346.
- [13] 饶东, 曾晓波, 冯智峰. PFNA 与 ALP 内固定术对股骨粗隆间骨折患者生物力学及预后的影响 [J]. 中国现代医药杂志, 2019, 21(1) : 38-40.
- [14] 施慧鹏, 孙辉, 胡海, 等. 复杂不稳定型股骨粗隆间骨折 3 种固定系统的生物力学研究 [J]. 医用生物力学, 2018, 33(2) : 126-130.
- SHI HP, SUN H, HU H, *et al.* Biomechanical study of three fixation systems for complex unstable femoral intertrochanteric fractures [J]. J Med Biomech, 2018, 33(2) : 126-130.
- [15] 何盛为, 陈秉智, 秦睿贤, 等. LISS、Gamma 钉、DHS 内固定治疗 Evans-Jensen III 型股骨粗隆间骨折生物力学分析 [J]. 广西医科大学学报, 2017, 34(10) : 1436-1439.
- [16] 张军, 曹烈虎, 陈晓, 等. PFNA 与 InterTAN 髓内钉治疗不稳定股骨粗隆间骨折疗效的比较 [J]. 中国骨伤, 2017, 30(7) : 597-601.
- [17] 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) : 247-251.
- [18] 易先宏, 陈红卫, 潘骏. 动力髋部螺钉与股骨近端髓内钉固定不稳定股骨转子间骨折的生物力学比较 [J]. 医用生物力学, 2013, 28(2) : 235-239.
- YI XH, CHEN HW, PAN J. Biomechanical evaluation on dynamic hip screw versus proximal femoral nail fixation for unstable femoral intertrochanteric fractures [J]. J Med Biomech, 2013, 28(2) : 235-239.