

# Comparison of the Efficacy of 3DPFN and PFNA in the Treatment of Intertrochanteric Fractures of the Femur

Weibin Li Ye Zhao He Sun Yanhong Feng Lishan Sun

Orthopedics Department of Cangzhou Central Hospital, Cangzhou, Hebei, 061000, China

## Abstract

**Objective:** To compare the clinical efficacy of three dimensional femoral intramedullary nail (3DPFN) and proximal femoral nail antirotation (PFNA) in the treatment of intertrochanteric fractures. **Methods:** A retrospective analysis of 46 patients with intertrochanteric fractures treated in Cangzhou Central Hospital from December 2021 to November 2022, 23 patients in the 3DPFN group and 23 patients in the PFNA group. The amount of surgical bleeding, operation time, fracture healing time, postoperative Harris hip function score, and complication rate were compared. **Results:** Surgical bleeding, operation time in 3DPFN group was greater than that in PFNA group ( $P < 0.05$ ); fracture healing time in 3DPFN group was shorter than that in PFNA group ( $P < 0.05$ ); 3 months, 6 months, 12 months postoperative hip function in 3DPFN group were better than that in PFNA group ( $P < 0.05$ ); postoperative complication rate in 3DPFN group was lower than that in PFNA group ( $P < 0.05$ ). **Conclusion:** Clinically 3DPFN and PFNA can achieve good results in treating intertrochanteric fractures. Both have their own advantages. PFNA internal fixation has a short operation time and less bleeding amount, while 3DPFN internal fixation has fast fracture healing, low incidence of internal fixation failure, and the recovery of hip function was better.

## Keywords

Intertrochanteric fracture of the femur; hip joint function; hollow tension screw; head and neck nail

## 三维股骨近端髓内钉和股骨近端防旋髓内钉治疗股骨转子间骨折疗效比较

李维彬 赵晔 孙鹤 冯艳红 孙立山

沧州市中心医院骨科, 中国·河北 沧州 061000

## 摘要

**目的:** 比较三维股骨近端髓内钉(3DPFN)与股骨近端防旋髓内钉(PFNA)治疗股骨转子间骨折的临床疗效。**方法:** 回顾性分析2021年12月至2022年11月沧州市中心医院内固定治疗的46例股骨转子间骨折患者, 3DPFN组23例, PFNA组23例。对比两组患者手术出血量、手术时间、术后拄拐时间、术后Harris髋关节功能评分、并发症发生率。**结果:** 手术出血量, 手术时间3DPFN组大于PFNA组( $P < 0.05$ ); 术后拄拐时间3DPFN组短于PFNA组( $P < 0.05$ ); 术后3个月、6个月、12个月的髋关节功能3DPFN组均优于PFNA组( $P < 0.05$ ); 术后并发症发生率3DPFN组低于PFNA组( $P < 0.05$ )。**结论:** 临床上采用3DPFN和PFNA治疗股骨转子间骨折, 都可以得到比较好的治疗。这两个维度, 各有各的优势。

## 关键词

股骨转子间骨折; 髋关节功能; 空心拉力螺钉; 头颈钉

## 1 引言

股骨转子间骨折是骨科常见疾病, 老年患者因为身体平衡能力下降、不同程度骨质疏松、对环境风险评估不足等因素成为高发人群<sup>[1]</sup>。若股骨转子间骨折未及时治疗, 会因疼痛, 髋关节功能障碍, 长期卧床而严重影响患者健康<sup>[2]</sup>, 因此目前积极手术治疗股骨转子间骨折已经成为专家共识<sup>[3]</sup>。目前临床上治疗股骨转子间骨折多采用闭合复位

髓内固定, 其中以股骨近端防旋内钉(proximal femoral nail antirotation, PFNA)使用最多<sup>[4]</sup>。尽管股骨转子间骨折内固定治疗已经取得长足进展, 但失败率仍高达6%~21%<sup>[5,6]</sup>。

为了提高股骨转子间骨折的治疗效果, 在分析回顾粗隆间骨折内固定类型后<sup>[7]</sup>, 孙立山发明了一套治疗股骨转子间骨折的新型内固定装置——三维股骨近端髓内钉(three dimensional proximal femoral nail, 3DPFN, 专利号: ZL201920998177.3)<sup>[8]</sup>, 具体见图1~图5。3DPFN为股骨转子间骨折内固定治疗提供了一种全新的治疗方案。

**【作者简介】**李维彬(1989-), 男, 中国河北沧州人, 硕士, 西医主治医师, 从事骨外科研究。



图1 股骨近端髓内钉正面观（位于人体内时）



图2 股骨近端髓内钉侧面观，近端有4个滑动孔，可容纳空心拉力螺钉并允许其滑动，自下而上标记为1号2号3号4号（位于人体内时）



图3 空心拉力螺钉

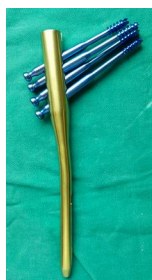


图4 股骨近端髓内钉和4枚空心拉力螺钉连接图，正面观（位于人体内时）



图5 股骨近端髓内钉和4枚空心拉力螺钉连接图，侧面观（位于人体内时）

为了进一步验证3DPFN在治疗股骨转子间骨折方面的优势，本研究对比了3DPFN和PFNA在股骨转子间骨折手术中手术时间、出血量、术后拄拐时间、Harris髋关节功能评分等方面的差异性，报告如下<sup>[5]</sup>。

## 2 资料与方法

### 2.1 一般资料

选取2021年12月—2023年6月期间沧州市中心医院骨科收治的43例股骨转子间骨折患者作为本次研究的对象。

纳入标准：①所有患者术前均行X线检查确诊为股骨转子间骨折；②手术方式一般常用两种：闭合复位3DPFN内固定术和PFNA内固定术；③所有患者的手术都是由经验丰富的主治医师全权负责的；④同时，所有患者和家属需知晓手术详情。

排除标准：①开放性骨折、病理性骨折；②偏瘫或存在全身性疾病者；③原发性甲状旁腺亢进患者；④合并其他部位骨折；⑤合并感染性疾病。

3DPFN组：男11例，女12例；年龄55~81岁，平均年龄 $(76.23 \pm 3.89)$ 岁；骨折至手术时间6~102h，平均 $(36.12 \pm 3.86)$ h。致伤原因：交通事故伤6例，跌倒17例；骨折Jensen-Evans分型：I型1例，II型4例，III型6例，IV型7例，V型4例，R型1例。

PFNA组：男9例，女14例；年龄54~83岁，平均年龄 $(75.58 \pm 5.39)$ 岁；骨折至手术时间8~92h，平均 $(36.53 \pm 3.12)$ h；致伤原因：交通事故伤7例，跌倒16例；骨折Jensen-Evans分型：I型2例，II型2例，III型7例，IV型9例，V型2例，R型1例。

这两组患者的基本情况（性别、致伤缘由、年龄等）与一般资料对比，差异无统计学意义 $(P > 0.05)$ 。本研究经医学伦理委员会审批通过<sup>[6]</sup>。

### 2.2 手术治疗方法

两组患者均采用硬膜外麻醉，患者取仰卧位置于牵引床上，患肢牵引，对侧下肢屈曲外展利于术中透视。适度行患肢牵引，酌情内收内旋予闭合复位股骨转子间骨折，透视正侧位，确认复位满意后，使用碘酊消毒三遍，酒精脱碘，铺无菌手术巾、单。术区贴无菌手术贴膜。取大粗隆近端纵向切口，约长5cm，依次切开皮肤，皮下浅深筋膜，切开阔筋膜，触及大粗隆尖，于大粗隆尖略偏内开口，置入导丝，透视确认导丝位于髓腔内，沿导丝用钻扩口，扩髓，结合观察X线片或者CT，评估髓腔形态和宽度，置入合适长度和直径的股骨近端髓内钉，透视确认髓内钉位于股骨髓腔内，直径及长度合适。

3DPFN与PFNA的结构差别主要是近端头颈钉的不同：3DPFN的头颈钉是4枚空心拉力螺钉；PFNA头颈钉是单个螺旋刀片<sup>[7]</sup>。

3DPFN组：连接专用瞄准器及套筒，沿最下缘的套筒

先置入第1号克氏针并保证其位于标准位置，透视下第1号克氏针的标准位置。其中，正位时，第1号克氏针贴近股骨颈下端皮质骨，深度达到软骨下5mm；侧位时，第1号克氏针在股骨头内居中。然后在瞄准器和影像增强系统帮助下，置入第2号、第3号克氏针，测量克氏针进入深度，选择合适长度空心拉力螺钉，空心钻沿克氏针钻孔开口，沿克氏针交替拧入4枚空心拉力螺钉，具体见图6~图8，拧入过程透视可观察到空心拉力螺钉对骨折块的加压作用。

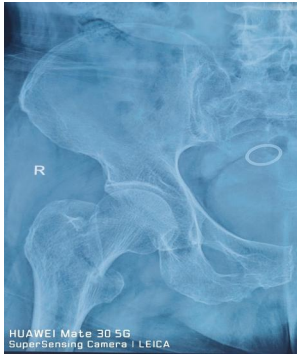


图6 右侧股骨转子间骨折 Jensen - Evans I 型



图7 右侧股骨转子间骨折 3DPFN 固定术后正位 X 线片



图8 右侧股骨转子间骨折 3DPFN 固定术后侧位 X 线片，可见四枚空心拉力螺钉分散交叉

其中，股骨颈直径较小患者选择使用3枚，具体见图9~图14。



图9 左侧股骨转子间骨折术前正位 X 线片，Jensen - Evans V 型



图10 左侧股骨转子间骨折 3DPFN 内固定术后患者正位 X 线片，可见股骨近端髓内钉和近端的3枚空心拉力螺钉



图11 左侧股骨转子间骨折 3DPFN 内固定术后患者侧位 X 线片，可见3枚空心拉力螺钉成分散式分布



图12 左侧股骨转子间骨折术前正位 X 线片，Jensen - Evans V 型



图 13 左侧股骨转子间骨折 PFNA 内固定术后正位 X 线片



图 14 左侧股骨转子间骨折 PFNA 内固定术后侧位 X 线片

透视见：1号空心拉力螺钉头部位于股骨头下象限，2号、3号空心拉力螺钉头部位于股骨头前后象限，各空心拉力螺钉长度合适。安放髓内钉远端的锁钉。需用生理盐水及时冲洗切口，进行止血，并植入引流管，生理盐水冲洗切口，止血，置入引流管一根，逐层缝合，关闭切口。

PFNA组：按照PFNA标准手术操作流程进行，连接瞄准器和套筒，向股骨颈和股骨头内置入克氏针，测量克氏针进入深度，选择合适长度螺旋刀片，沿克氏针开口，钻孔，击打置入螺旋刀片，安放远端锁钉和尾帽。再次透视见髓内钉位于股骨近端髓腔内，螺旋刀片在股骨颈内居中或者偏下，尖顶距为20~25mm。生理盐水冲洗切口，止血，置入引流管一根，逐层缝合，关闭切口。

### 2.3 术后处理

术后24h内应用一线二代头孢抗生素，术后常规抗凝预防深静脉血栓形成，双侧下肢踝泵锻炼。术后第2天行X线片复查，依术中固定情况及患者一般状况，行患侧髋关节屈伸、肌肉收缩舒张训练；鼓励早期拄拐下地活动，4周以后根据患者综合情况，结合患者意愿指导弃拐或者继续拄拐。出院患者定期复查、随访。

### 2.4 实际观察指标

关于实际观察指标有以下几个方向：第一，是患者的手术出血量、手术过程产生的时间、术后使用拐杖的累计时间。第二，是患者术后的髋关节功能恢复情况追踪。追踪时

间分别以三个月、六个月、十二个月为回访周期。其中，采用的是Harris评分量表进行评定。评定满分是100分。其中肢体畸形占4分，关节活动度占5分，功能占47分，疼痛占44分。第三，股骨头被切割，骨折愈合问题、切口感染问题、深静脉血栓形成问题等。

### 2.5 统计学方法

使用SPSS22.0统计学软件进行数据分析，计量资料以百分比表示，行 $\chi^2$ 检验，计量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示，行t检验， $P < 0.05$ 。

为差异具有统计学意义。

## 3 结果

### 3.1 两组手术出血量、手术时间、术后拄拐时间比较

3DPFN组手术出血量多于PFNA组，手术时间长于PFNA组，术后拄拐时间短于PFNA组( $P < 0.05$ )，见表1。

表 1 两组手术出血量、手术时间、术后拄拐时间比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	手术出血量 (ml)	手术时间 (min)	术后拄拐时间 (周)
3DPFN组	23	165.33 ± 40.47	86.05 ± 22.56	5.40 ± 1.36
PFNA组	23	131.67 ± 30.54	55.67 ± 13.51	9.44 ± 2.47
t	—	2.982	5.061	-8.143
P	—	< 0.01	< 0.01	< 0.01

### 3.2 两组术后3、6、12个月的髋关节功能比较

3DPFN组术后3、6、12个月的Harris评分均高于PFNA组，差异具有统计学意义( $P < 0.05$ )，见表2。

表 2 两组术后3、6、12个月的Harris髋关节功能评分比较 ( $\bar{x} \pm s$ ) 单位：分

组别	例数	术后3个月	术后6个月	术后12个月
3DPFN组	23	70.13 ± 9.28	89.43 ± 5.15	89.96 ± 6.41
PFNA组	23	55.39 ± 8.44	73.43 ± 7.92	81.48 ± 5.92
t	—	5.34	7.656	4.456
P	—	< 0.01	< 0.01	< 0.01

### 3.3 两组并发症发生率比较

3DPFN组并发症发生率(4.34.00%)较PFNA组(20.00%)低，差异具有统计学意义( $P < 0.05$ )，见表3。

表 3 两组并发症发生率比较 例 (%)

组别	例数	股骨头被切割	髓内钉近端折断	骨折不愈合	切口感染	深静脉血栓	总发生率
3DPFN组	23	0	0	0	1	0	4.34%
PFNA组	23	2	1	1	0	1	21.74%
$\chi^2$							30.04
P							< 0.01

## 4 讨论

AO组织针对股骨近端髓内钉(PFN)的头颈钉进行了改良发展出了PFNA,单个螺旋刀片设计替代传统的2枚头颈钉,避免了“Z”字效应,减少了操作流程,大幅度缩短手术时间,因此被大量骨科医生所喜爱<sup>[9]</sup>。螺旋刀片可以沿髓内钉近端滑动孔滑动,给予骨折块持续加压,对于一些特定骨折类型的转子间骨折愈合具有良好的作用。大量的临床应用案例也让PFNA的缺点被骨科医生发现:PFNA不适用于外侧壁破损病例<sup>[10]</sup>;不稳定性骨折PFNA失败率较高<sup>[11]</sup>;PFNA单个头颈钉的设计使内固定物骨质之间的把持力相对薄弱,螺旋刀片退出,切割股骨头发生风险较高<sup>[12]</sup>;髓内钉近端与螺旋刀片连接处滑动孔容易折断<sup>[13]</sup>;锤击置入螺旋刀片的过程会造成断端分离、复位丢失;螺旋刀片锁紧加压的距离较短,对某些骨折类型的加压效果不明显。

针对目前单个螺旋刀片固定头颈不稳定的问题,孙立山主任医师发明了三维股骨近端髓内钉(3DPFN),3DPFN使用4枚直径7.3mm空心拉力螺钉作为头颈钉,股骨颈直径较小者,选用3枚空心拉力螺钉。空心拉力螺钉依次排列的4个滑动孔与髓内钉近端相连,然后分散交叉,4枚空心拉力螺钉三维立体,分布于股骨头的上下左右4个象限。与螺旋刀片相比,这4枚空心拉力螺钉与骨质的接触面积更大、更贴近皮质骨,对骨质的把持能力明显增强;空心拉力螺钉置入过程使用旋转进入的方法,旋转过程中可产生强大的拉力作用并且加压距离更长;有限元分析研究证实<sup>[14]</sup>,4枚空心拉力螺钉和髓内钉近端的4个滑动孔,可有效的起到应力分散的作用,与PFNA对比,每一枚空心拉力螺钉的应力都大幅度降低,可有效避免头颈钉对股骨头的切割;每个滑动孔处的应力都大幅度降低,可明显减少髓内钉近端滑动孔处折断问题。位于最下方的空心拉力螺钉,贴近股骨距,可以有效复位与固定股骨距,发挥维持压力线的作用对抗剪力;最上缘的空心拉力螺钉可以起到维持张力线的作用对抗张力;前后2枚空心拉力螺钉可以起到对抗扭力的作用。本研究结果显示,3DPFN组患者术后3个月、6、12个月的髋关节功能明显优于PFNA组,3DPFN组患者拄拐时间明显短于PFNA组,3DPFN组未出现股骨头切割,髓内钉近端折断,愈合率100%,说明3DPFN对于改善患者的髋关节功能效果优于PFNA,3DPFN可以提供即刻稳定性,具有强大的对抗扭力及剪力的作用,可以减少患者拄拐时间,允许患者更早的弃拐活动;空心拉力螺钉具有强大的拉力作用,可以促进骨折愈合;内固定装置具有分散应力的作用,不容易出现切割股骨头和髓内钉折断。

综上所述,临床实践表明3DPFN在缩短术后拄拐时间、提高Harris髋关节功能评分、降低内固定失效等方面表现良好。3DPFN为股骨转子间骨折,尤其某些不稳定性股骨转子间骨折的内固定治疗提供了一种全新方案供选择使用。当然,3DPFN能否成为一款成功治疗股骨转子间骨折的内固定装置,离不开大量和长期的临床实践与随访观察。

## 参考文献

- [1] 唐佩福.股骨转子间骨折的治疗进展与策略[J].中华创伤骨科杂志,2017,19(2):93-94.
- [2] Yuan Y J, Xue F S, Shao L J, et al. The risk factors of one-year mortality rate after intertrochanteric femoral fracture surgery in patients with chronic kidney disease[J].Injury,2021(47):376-381.
- [3] 张元松,黄程军,朱浩然,等.闭合复位PFNA内固定在老年骨质疏松性股骨粗隆部骨折的临床疗效[J].创伤外科杂志,2020(22):2.
- [4] Guobin C, Cui Y, Maoquan Z, et al. A comparison between proximal femoral nail antirotation (PFNA) and inter Tan nail for the surgical treatment of unstable intertrochanteric fracture:A case series[J].Asian J Surg,2021(44):1095-1096.
- [5] 张伟,李建涛,陈华,等.股骨转子间骨折初次手术失败的翻修策略和研究进展[J].中华创伤骨科杂志,2021,23(3):239-245.
- [6] 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.
- [7] 李智,庾明,王玉川.股骨粗隆间骨折内固定术式的探讨[J].创伤外科杂志,2007(1):77.
- [8] 孙立山.一种股骨髓内分散式抗旋转固定装置:CN211704797U [P].2020-10-20.
- [9] Kumar CN, Srivastava MPK.Screw versus helical proximal femoral nail in the treatment of unstable trochanteric fractures in the elderly[J]. J Clin Orthop Trauma, 2019(10):779-784.
- [10] 杨大威.股骨转子间骨折的研究进展[J].创伤外科杂志,2020,22(12):959-961.
- [11] 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,2021,6(29):494-498.
- [12] Raghuraman R, Kam J W, Chua DTC. Predictors of failure following fixation of intertrochanteric fractures with proximal femoral nail Antirotation[J].Singapore Med J,2019(60):463-467.
- [13] 许隆,曾展鹏,陈梓杰,等.股骨近端防旋髓内钉治疗股骨转子间骨折主钉断钉失效:有限元仿真模型构建及有效性验证[J].中国组织工程研究,2021,25(30):4839-4844.
- [14] 李维彬,马飞,杨健,等.三维股骨近端髓内钉与股骨近端防旋髓内钉治疗股骨转子间骨折的有限元分析[J].临床骨科杂志,2023(5):745-749.