

防旋型股骨近端髓内钉内固定术治疗股骨粗隆间骨折患者的生物力学性能

何苗, 邓志龙, 曹志东, 刘健, 张晓星
重庆市急救医疗中心骨科, 重庆 400014

【摘要】目的:探讨防旋型股骨近端髓内钉(PFNA)内固定术对股骨粗隆间骨折患者生物力学性能的影响。**方法:**选取重庆市急救医疗中心2015年6月~2017年6月收治的股骨粗隆间骨折患者132例,根据患者的手术方式分成A组($n=66$)与B组($n=66$)。A组行PFNA内固定术,B组行人工髋关节置换术。比较两组围手术期指标,包括手术时间、术中出血量、卧床时间、术后引流流量、住院时间、骨折愈合时间;采用Harris评分评价两组术前、术后6个月、术后12个月的关节功能恢复情况;分别在术后6个月、术后12个月比较两组生物力学特性,包括扭转 1.5° 时的扭转刚度与扭矩以及荷载800 N时的压缩刚度与压缩位移;并记录两组并发症发生率。**结果:**A组术中出血量小于B组,手术时间、卧床时间、住院时间及骨折愈合时间短于B组,差异有统计学意义($P<0.05$)。两组术后6个月、术后12个月的Harris评分高于术前,且A组术后6个月的Harris评分高于B组,差异有统计学意义($P<0.05$)。两组术后12个月扭转 1.5° 时扭转刚度、扭转 1.5° 时扭矩、荷载800 N时压缩刚度均高于术后6个月,荷载800 N时压缩位移小于术后6个月,且A组术后6个月扭转 1.5° 时扭转刚度、扭转 15° 时扭矩、荷载800 N时压缩刚度均高于B组,荷载800 N时压缩位移小于B组,差异有统计学意义($P<0.05$)。A组和B组的并发症发生率分别为6.06%和9.09%,差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论:**与人工髋关节置换术相比,股骨粗隆间骨折患者行PFNA内固定术能取得更显著效果,可进一步促进术后机体功能恢复,改善术后6个月的生物力学性能,未增加并发症风险,临床推广价值更高。

【关键词】股骨粗隆间骨折;生物力学;防旋型股骨近端髓内钉内固定术;人工髋关节置换术

【中图分类号】R68;R318.01

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2019)08-0989-06

Biomechanical properties in patients with intertrochanteric fracture treated with proximal femoral nail internal fixation

HE Miao, DENG Zhilong, CAO Zhidong, LIU Jian, ZHANG Xiaoxing

Department of Orthopedics, Chongqing Emergency Medical Center, Chongqing 400014, China

Abstract: Objective To investigate the effect of proximal femoral nail (PFNA) internal fixation on the biomechanical properties in patients with intertrochanteric fracture. **Methods** A total of 132 patients with intertrochanteric fracture who were admitted to Chongqing Emergency Medical Center from June 2015 to June 2017 were enrolled in the study and then divided into group A ($n=66$) and group B ($n=66$) according to the surgical procedure. PFNA internal fixation was adopted in group A, while artificial hip replacement was conducted in group B. The perioperative indicators of the two groups were compared, including operation time, intraoperative blood loss, bed rest time, postoperative drainage, hospitalization time and fracture healing time. Harris score was used to evaluate the recovery of joint functions in two groups before and at 6 months and 12 months after operation. Biomechanical properties, including the torsional stiffness and torque at 1.5° torsion as well as the compressive stiffness and displacement at 800 N load, were compared between two groups at 6 months and 12 months after operation. The incidences of complications in two groups were also recorded. **Results** The amount of intraoperative blood loss in group A was less than that in group B, and the operation time, bed rest time, hospitalization time and fracture healing time in group A were shorter than those in group B ($P<0.05$). Harris scores at 6 months and 12 months after operation in both groups were higher than those before operation, and Harris scores in group A at 6 months after operation were higher than those in group B ($P<0.05$). The torsional

【收稿日期】2019-02-16

【基金项目】重庆市卫生计生委医学科研计划项目(2015HBRC014)

【作者简介】何苗,硕士,主治医师,研究方向:创伤骨科,E-mail: smallhem@163.com

【通信作者】张晓星,硕士,副主任医师,研究方向:创伤骨科,E-mail: 757023432@qq.com

stiffness and torque at 1.5° torsion and the compressive stiffness at 800 N load in both two groups at 12 months after operation were higher than those at 6 months after operation, and the compressive displacement at 800 N load was smaller than that at 6 months after operation. At 6 months after operation, the torsional stiffness and torque at 1.5° torsion and the compressive stiffness at 800 N load in group A were higher than those in group B, and the compressive displacement at 800 N load was smaller than that in group B, with statistical significance ($P < 0.05$). No statistical significance was found in the incidence of complications which was 6.06% and 9.09% in group A and B, respectively ($P > 0.05$). **Conclusion** Compared with artificial hip replacement, PFNA internal fixation for intertrochanteric fracture has higher clinical value for it can achieve more significant therapeutic outcomes, further promote the recovery of postoperative body function and improve the biomechanical properties at 6 months after surgery, without increasing the risk of complications.

Keywords: intertrochanteric fracture; biomechanics; proximal femoral nail internal fixation; artificial hip replacement

前言

股骨粗隆间骨折在老年人中比较常见,临床也将其称作股骨转子间骨折。有研究表明在髋部骨折中,股骨粗隆间骨折占比为31%~51%^[1]。随着我国人口老龄化发展,股骨粗隆间骨折发生率逐年增高,由于保守治疗效果欠佳,因此,临床主张针对这类患者采用手术治疗^[2]。然而,大部分老年患者合并基础疾病,如脑血管疾病、糖尿病、冠心病等,手术会对患者机体造成创伤,易导致基础疾病加重,不利于患者术后机体功能恢复^[3]。此外,大多老年患者合并骨质疏松,增加了粉碎性骨折的风险,降低了内固定术的成功率^[4]。为提高手术疗效,临床必须为患者选择合适的手术方式。近年来,防旋型股骨近端髓内钉(Proximal Femoral Nail, PFNA)内固定术在股骨粗隆间骨折治疗中有较多优势,在无需钻孔的情况下便能使旋刀片进至股骨颈内,手术操作简单^[5]。本研究共纳入132例患者为研究对象,以分析PFNA内固定术在股骨粗隆间骨折治疗中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取重庆市急救医疗中心2015年6月~2017年6月收治的股骨粗隆间骨折患者132例,根据患者的手术方式分成A组($n=66$)与B组($n=66$)。A组:男性患者41例,女性患者25例,年龄62~83岁,平均(73.29 ± 10.26)岁;Evans分型包括I b型14例、II a型15例、II b型23例、III型14例;AO分型包括A1型26例、A2型28例、A3型12例;基础疾病包括泌尿系疾病13例、消化系疾病16例、心脑血管系疾病11例。B组:男性患者38例,女性患者28例,年龄61~87岁,平均(72.75 ± 9.89)岁;Evans分型包括I b型14例、II a型15例、II b型20例、III型17例;AO分型包括A1型24例、A2型29例、A3型13例;基础疾病包括泌尿系疾

病15例、消化系疾病18例、心脑血管系疾病10例。研究方案经本院伦理委员会通过,两组基线资料比较无统计学意义($P > 0.05$)。

1.2 纳入与排除标准

1.2.1 纳入标准 (1)经MRI、CT、X线等证实为股骨粗隆间骨折;(2)无麻醉、手术禁忌;(3)术区皮肤状态良好,无感染、压疮等症状;(4)无骨肿瘤、骨髓炎;(5)无认知功能障碍,意识状态良好;(6)知情同意。

1.2.2 排除标准 (1)合并肝、肾、心、脑、肺等重要脏器损害;(2)开放性骨折;(3)多发骨折;(4)病理性骨折;(5)髋关节发育异常;(6)伤前已出现髋关节功能障碍;(7)既往有精神病史。

1.3 手术方法

两组入院后均进行皮肤牵引,通过制动缓解疼痛,必要时使用镇痛药物,防止因受疼痛刺激影响,增加脏器负担。术前行常规心脏超声、胸片、心电图等检查,分析患者的全身状况。采用X线摄片以及CT分析是否合并骨质疏松,并评价严重程度,预测手术效果。

A组行PFNA内固定术(图1),术前实施连续硬膜外麻醉,利用C臂X线机观察复位情况,待复位满意后,在股骨大转子尖近端将皮肤切开,行5 cm切口,于外展肌处钝性分开。在X线指导下,于大转子顶点前三分之一与后三分之二交界部位导针并开口,插入PFNA主钉,采用导向器锁孔将导针于股骨颈钻入,在X线透视下确定导针位置,使其位处股骨头中央,将近端螺旋刀片打入,拧紧尾帽,锁定螺旋刀片,利用导入器旋入远端锁钉。术毕采用生理盐水对切口进行冲洗,并缝合切口。

B组行人工髋关节置换术(图2),其中75岁以下的行全髋关节置换术,75岁以上的行半髋关节置换术。麻醉方式与A组相同,选取健侧卧位,于髋关节后外侧入路行长11 cm切口,切开皮肤,将股骨头取



a: 术前左髋正位X线片

b: 术后左髋正位X线片

图1 81岁左股骨粗隆间骨折女患者行PFNA内固定术
(Evans 分型: I b 型)

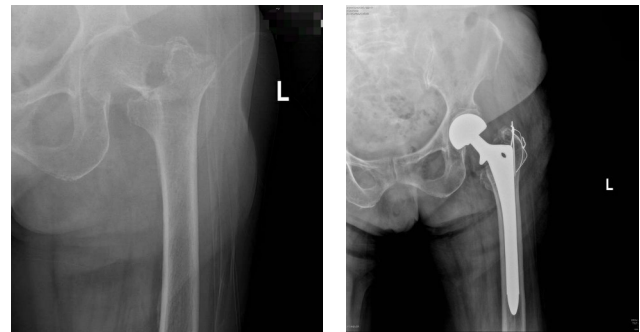
Fig.1 An 81-year-old female patient receiving proximal femoral nail internal fixation for intertrochanteric fracture of left femur (Evans: type I b)

出。用髋臼锉自小到大依次磨髋臼软骨至关节面点状出血,安放臼杯及内衬,前倾角 $15^{\circ}\sim 20^{\circ}$,外展角 $40^{\circ}\sim 45^{\circ}$ (75岁以上患者不需此步骤)。利用髓腔锉扩髓,对残留骨折块进行复位,用张力带固定粗隆间的骨折块,冲洗髓腔,将内容物洗净。取提前准备的假体柄,于髓腔插入,前倾角维持在 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 。安装人工股骨头,待安装到位后复位关节,术毕将切口缝合,常规置负压管引流。

两组术后均给予抗感染治疗,观察引流液变化,通常于术后48 h内撤出引流管,拆线时间为术后12~15 d。术后鼓励患者进行功能锻炼,练习肌肉力量,活动关节部位。

1.4 观察指标

(1)围手术期指标:包括手术时间、术中出血量、卧床时间、术后引流量、住院时间、骨折愈合时间。
(2)Harris评分^[6]:分别在术前以及术后6个月、术后



a: 术前左髋正位X线片

b: 术后左髋正位X线片

图2 78岁左股骨粗隆间骨折女患者行左半髋置换术及大粗隆克氏针张力带固定术(Evans分型: I b型)

Fig.2 A 78-year-old female patient receiving hemiarthroplasty and Kirschner needle and tension-band fixation of greater trochanter for intertrochanteric fracture of left femur (Evans: type I b)

12个月患者入院复查时评估,包括关节活动、功能、疼痛、畸形这4个标准,共计100分,分值越高,表明功能恢复越好。(3)生物力学特性:采用中心旋转测力机测定两组术后6个月、术后12个月的生物学特性,首先测定扭转强度,然后测定压缩强度,指标包括扭转 1.5° 时扭转刚度与扭矩以及荷载800 N时的压缩刚度与压缩位移。(4)记录两组并发症发生率。

1.5 统计学方法

采用SPSS 20.0软件对两组数据资料进行统计学分析。计数资料用%表示,采用 χ^2 检验;计量资料用均数 \pm 标准差表示,采用 t 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组围手术期指标比较

A组术中出血量小于B组,手术时间、卧床时间、住院时间及骨折愈合时间短于B组,差异有统计学意义($P<0.05$),两组术后引流量比较无统计学意义($P>0.05$)。详见表1。

表1 两组围手术期指标比较($\bar{x}\pm s$)Tab.1 Comparison of perioperative indicators between two groups (Mean \pm SD)

组别	手术时间/min	术中出血量/mL	卧床时间/d	术后引流量/mL	住院时间/d	骨折愈合时/周
A(n=66)	55.81 \pm 8.48	162.49 \pm 21.83	6.41 \pm 1.15	113.64 \pm 9.41	13.52 \pm 2.16	16.72 \pm 2.15
B(n=66)	65.90 \pm 10.54	227.26 \pm 56.42	17.53 \pm 5.19	110.39 \pm 12.16	15.31 \pm 2.05	18.24 \pm 2.07
t 值	6.059	8.698	16.994	1.717	4.883	4.138
P 值	0.000	0.000	0.000	0.088	0.000	0.000

2.2 两组术前、术后6个月、术后12个月的Harris评分比较

两组术前Harris评分比较无统计学意义($P>0.05$)。两组术后6个月、术后12个月的Harris评分

均高于术前,且A组术后6个月的Harris评分高于B组,差异有统计学意义($P<0.05$)。详见表2。

表2 两组术前、术后6个月、术后12个月时Harris评分比较
(分, $\bar{x}\pm s$)

Tab.2 Harris scores of two groups before operation and at 6 months and 12 months after operation (points, $Mean\pm SD$)

组别	术前	术后6个月	术后12个月
A($n=66$)	72.13 \pm 8.42	91.21 \pm 4.75*	94.32 \pm 2.16*
B($n=66$)	71.59 \pm 9.31	85.31 \pm 6.38*	92.58 \pm 2.09*
t 值	0.349	6.026	4.703
P 值	0.727	0.000	0.000

*表示与术前比较, $P<0.05$

表3 两组术后6个月及12个月生物力学特性比较($\bar{x}\pm s$)

Tab.3 Biomechanical characteristics of two groups at 6 and 12 months after operation ($Mean\pm SD$)

组别	扭转1.5°时扭转刚度($N\cdot m/^{\circ}$)		扭转1.5°时扭矩/ $N\cdot m$		荷载800 N时压缩刚度/ $N\cdot mm^{-1}$		荷载800 N时压缩位移/mm	
	术后6个月	术后12个月	术后6个月	术后12个月	术后6个月	术后12个月	术后6个月	术后12个月
A($n=66$)	2.38 \pm 0.16	2.49 \pm 0.11*	3.40 \pm 0.31	3.62 \pm 0.28*	596.42 \pm 61.27	623.24 \pm 32.34*	1.28 \pm 0.21	1.01 \pm 0.15*
B($n=66$)	2.21 \pm 0.13	2.45 \pm 0.14*	3.16 \pm 0.27	3.51 \pm 0.37*	521.53 \pm 60.34	612.49 \pm 31.58*	1.36 \pm 0.17	1.04 \pm 0.09*
t 值	6.699	1.825	4.743	1.926	7.075	1.932	2.405	1.393
P 值	0.000	0.070	0.000	0.056	0.000	0.056	0.018	0.166

*表示与术后6个月比较, $P<0.05$

表4 两组术后并发症发生率比较[例(%)]

Tab.4 Comparison of incidence of postoperative complications between two groups [cases(%)]

组别	尿路感染	髓内翻	静脉血栓栓塞	合计
A($n=66$)	3(4.55)	0(0.00)	1(1.52)	4(6.06)
B($n=66$)	3(4.55)	1(1.52)	2(3.03)	6(9.09)
χ^2 值	-	-	-	0.433
P 值	-	-	-	0.511

3 讨论

股骨粗隆处于股骨干、股骨颈间,大粗隆容易被触及,位置表浅,包括股方肌、闭孔外肌、闭孔内肌、臀中肌等肌肉附着点^[7-8]。发生股骨粗隆骨折后,极易出现侧方移位、分离移位以及扭转移位^[9]。既往研究针对这类患者采用保守治疗,但由于卧床时间长,髓内翻畸形、压疮、静脉血栓等并发症风险较高,不利于患者局部功能恢复^[10]。因此,目前临床针对这类患者仍然以手术治疗为主,随着医疗技术的发展,

2.3 两组术后6个月及12个月的生物力学特性比较

两组术后12个月扭转1.5°时扭转刚度、扭转1.5°时扭矩、荷载800 N时压缩刚度均高于术后6个月,荷载800 N时压缩位移小于术后6个月,差异有统计学意义($P<0.05$)。A组术后6个月扭转1.5°时扭转刚度、扭转1.5°时扭矩、荷载800 N时压缩刚度均高于B组,荷载800 N时压缩位移小于B组,差异有统计学意义($P<0.05$)。在术后12个月,两组间各指标比较差异无统计学意义($P>0.05$)。详见表3。

2.4 两组术后并发症发生率比较

A组并发症发生率为6.06%,与B组的9.09%比较差异无统计学意义($P>0.05$)。详见表4。

外科手术安全性也越来越高。股骨粗隆间骨折手术方式主要分为股骨头置换术和内固定术两大类型。然而,股骨头置换术对患者机体造成创伤大,特别是合并骨质疏松的患者,股骨头置换术易增加钢板应力,出现钢板断裂、主钉松动等不良事件^[11]。近年来,有学者发现PFNA能防止偏心受力,抗内翻畸形、抗旋转稳定性效果较好,可弥补股骨头置换术的不足^[12]。

本研究根据股骨粗隆间骨折患者的手术方式,将其分成A组与B组,结果提示A组行PFNA内固定术后,患者的术中出血量明显减少,且手术时间、卧床时间、住院时间及骨折愈合时间缩短。PFNA内固定术的解剖型设计非常独特,其主钉从股骨近端髓腔插入时比较顺畅,手术操作简单,且能减少防旋钉的使用数量,使手术时间缩短^[13]。另有研究发现PFNA内固定术的股骨近端切口小,且外翻角与人体解剖结构更相符,能提高一次性插入成功率,减轻手术创伤^[14]。笔者推测这可能是降低术中出血量,促进术后机体功能恢复的重要原因。

本研究还发现两组术后6个月的Harris评分均

高于术前,表明两种术式均能改善患者的局部关节功能。其中,A组术后6个月的Harris评分高于B组,提示PFNA内固定术能进一步促进功能恢复。PFNA内固定术采用螺旋刀片进行锁定,在不需要钻孔的情况下,便可将螺旋刀片打入,使手术程序简化,避免破坏股骨头颈^[15]。此外,螺旋刀片的角度固定,能避免应力集中,支撑、稳定功能良好^[16]。螺钉刀片的应用不会使股骨头颈部骨松质减少,可避免头颈切割,而自动锁定技术不仅能使内固定稳定性大大提升,还能降低髓内翻风险^[17]。由此可见,与既往螺钉技术相比,PFNA内固定术应用的螺旋刀片在股骨粗隆间骨折治疗中具备更多优势,有利于提高内固定稳定性,促进局部功能恢复。

股骨粗隆间骨折会破坏患者局部的生物力学特性,导致功能受损^[18]。本研究结果提示,A组行PFNA内固定术后,患者扭转1.5°时的扭转刚度与扭矩、荷载800 N时压缩刚度与压缩位移改善效果均优于B组。究其原因可能在于PFNA内固定术未使用传统的拉力螺钉,而是采用螺旋刀片进行固定,可使松质骨压缩更加紧密,确保骨折块固定良好,生物力学特性良好,有利于促进骨痂愈合^[19-20]。通过观察两组并发症发生率,未见组间比较存在差异,表明PFNA内固定术安全性高,未增加并发症风险。

本研究发现两组术后12个月的Harris评分、生物力学特性比较无显著差异,这可能是由于观察时间较长,此时患者关节功能均已恢复良好。笔者通过实践对PFNA内固定术的技术要领进行了总结:(1)术前必须通过X线平片确定螺旋刀片角度、主钉直径。(2)复位时结合手法复位与牵引床,尽快实现解剖复位。(3)以股骨大转子顶点靠内侧作为置钉点,徒手插入,不可锤击,否则容易出现医源性穿孔、骨折,加重病情。

综上,本研究证实与人工髋关节置换术相比,PFNA内固定术能缩短股骨粗隆间骨折患者的手术时间、卧床时间、住院时间及骨折愈合时间,降低术中出血量,进一步改善术后6个月的髋关节功能与生物力学性能,未增加并发症发生率,安全性高。此外,本研究也存在局限性,如纳入样本量少,仅选取132例病例样本,未来将扩大样本量更深入地分析PFNA内固定术的疗效。

【参考文献】

[1] BERGER-GROCH J, RUPPRECHT M, SCHOEPPER S, et al. 5 years outcome analysis of intertrochanteric femur fractures: a prospective randomized trial comparing a two-screw and a single-screw cephalomedullary nail[J]. J Orthop Trauma, 2016, 30(9): 483-488.

[2] 沈炜, 张伟滨. 老年人股骨粗隆间骨折术后恢复影响因素研究进展[J]. 国际骨科学杂志, 2016, 37(5): 286-289.
SHEN W, ZHANG W B. Research progress on influencing factors of postoperative recovery in elderly patients with intertrochanteric fracture[J]. International Journal of Orthopaedics, 2016, 37(5): 286-289.

[3] 张耀武, 陈平波, 洪汉刚, 等. 老年股骨粗隆间骨折患者血清炎症介质的表达与患者预后的关系[J]. 中国老年学杂志, 2017, 37(4): 929-931.
ZHANG Y W, CHEN P B, HONG H G, et al. Relationship between the expression of inflammatory mediators and prognosis in elderly patients with intertrochanteric fractures [J]. Chinese Journal of Gerontology, 2017, 37(4): 929-931.

[4] 李璐兵, 韩然, 王成伟, 等. 老年骨质疏松合并股骨粗隆间骨折采用关节置换法治疗疗效及对骨密度的影响分析[J]. 河北医学, 2016, 22(9): 1495-1497.
LI L B, HAN R, WANG C W, et al. Effect of joint replacement on bone mineral density in elderly patients with osteoporosis complicated with intertrochanteric fracture[J]. Journal of Hebei Medicine, 2016, 22(9): 1495-1497.

[5] 黄勇, 樊效鸿, 余洋, 等. 股骨近端防旋髓内钉与动力髋螺钉治疗稳定型股骨转子间骨折的临床疗效分析[J]. 中国医学物理学杂志, 2015, 32(5): 682-685.
HUANG Y, FAN X H, YU Y, et al. Clinical effects of proximal femoral nail anti-rotation and dynamic hip screws in fixation of stable intertrochanteric fracture[J]. Chinese Journal of Medical Physics, 2015, 32(5): 682-685.

[6] WAMPER K E, SIEREVELT I N, POOLMAN R W, et al. The Harris hip score: do ceiling effects limit its usefulness in orthopedics?[J]. Acta Orthop, 2010, 81(6): 703-707.

[7] 朱书涛, 刘洋, 张明辉, 等. 股骨粗隆间骨折DHS内固定术后骨折不愈合的危险因素[J]. 中国矫形外科杂志, 2016, 24(12): 1076-1079.
ZHU S T, LIU Y, ZHANG M H, et al. Risk factors of nonunion after DHS fixation for intertrochanteric fracture[J]. Orthopedic Journal of China, 2016, 24(12): 1076-1079.

[8] 陈明, 蔡郑东. 股骨粗隆间骨折手术髓内固定和髓外固定治疗的比较[J]. 中国矫形外科杂志, 2016, 24(12): 1131-1133.
CHEN M, CAI Z D. Comparison of intramedullary fixation and extramedullary fixation for intertrochanteric fractures[J]. Orthopedic Journal of China, 2016, 24(12): 1131-1133.

[9] HIRAGAMI K, ISHII J. Embedding the lateral end of the lag screw within the lateral wall in the repair of reverse obliquity intertrochanteric femur fracture[J]. J Int Med Res, 2018, 46(3): 1103-1108.

[10] 王立刚, 陈晓东, 朱俊峰, 等. 老年人股骨粗隆间骨折的治疗进展[J]. 临床与病理杂志, 2016, 36(5): 695-701.
WANG L G, CHEN X D, ZHU J F, et al. Advances in the treatment of intertrochanteric fracture in the elderly[J]. International Journal of Pathology and Clinical Medicine, 2016, 36(5): 695-701.

[11] 殷振华, 董辉辉, 陈轲, 等. 人工全髋关节置换术和股骨头置换术治疗老年股骨颈骨折临床疗效分析[J]. 河北医学, 2016, 22(7): 1095-1098.
YIN Z H, DONG H H, CHEN K, et al. Total hip arthroplasty and femoral head replacement on treating femoral neck fractures in the elderly[J]. Journal of Hebei Medicine, 2016, 22(7): 1095-1098.

[12] 刘永伟, 冯晓波, 谢卯, 等. PFNA与InterTan钉治疗老年股骨转子间不稳定性骨折临床疗效的比较: 一项前瞻性研究[J]. 第二军医大学学报, 2017, 38(4): 432-436.
LIU Y W, FENG X B, XIE M, et al. Clinical efficacy of PFNA and InterTan nail in treatment of unstable femoral intertrochanteric

- fractures in elderly patients: a prospective comparative study[J]. Academic Journal of Second Military Medical University, 2017, 38(4): 432-436.
- [13] 李明辉, 彭昊, 刘洋, 等. 髓内及髓外内固定治疗股骨反转子间骨折的生物力学研究[J]. 中华生物医学工程杂志, 2013, 19(5): 359-364.
- LI M H, PENG H, LIU Y, et al. Intramedullary and extramedullary fixation for treatment of reverse oblique intertrochanteric fracture: a biomechanistic study[J]. Chinese Journal of Biomedical Engineering, 2013, 19(5): 359-364.
- [14] 仇赛, 季晓娟, 汤伯仁, 等. PFNA与DHS内固定治疗股骨粗隆间骨折的比较[J]. 中国矫形外科杂志, 2018, 26(16): 1468-1471.
- QIU S, JI X J, SHANG B R, et al. Comparison of PFNA and DHS internal fixation for the treatment of intertrochanteric fractures[J]. Orthopedic Journal of China, 2018, 26(16): 1468-1471.
- [15] 陈坚锋, 冯宗权, 邹勇根, 等. 股骨近端骨折PFNA内固定的治疗体会[J]. 中国矫形外科杂志, 2017, 25(22): 2096-2099.
- CHEN J F, FENG Z Q, ZOU Y G, et al. Orthopedic journal of China [J]. Orthopedic Journal of China, 2017, 25(22): 2096-2099.
- [16] 张立智, 胡孙君, 杜守超, 等. 股骨头内螺旋刀片与拉力螺钉的特点对比和生物力学的研究进展[J]. 中国临床解剖学杂志, 2015, 33(5): 608-611.
- ZHANG L Z, HU S J, DU S C, et al. Characteristics comparsion between lag screw and helical blade in femoral head and progress in their biomechanical research[J]. Chinese Journal of Clinical Anatomy, 2015, 33(5): 608-611.
- [17] 骆东, 孙大辉, 姚霁航, 等. 空心加压螺钉与动力髁螺钉螺旋刀片治疗股骨颈骨折的临床疗效及生物力学分析[J]. 中华创伤骨科杂志, 2016, 18(8): 647-654.
- LUO D, SUN D H, YAO J H, et al. Cannulated compression screw *versus* dynamic hip screw-blade in the treatment of femoral neck fractures[J]. Chinese Journal of Orthopaedic Trauma, 2016, 18(8): 647-654.
- [18] BUTLER B A, SELLEY R S, SUMMERS H D, et al. Preventing wedge deformities when treating intertrochanteric femur fractures with intramedullary devices: a technical tip[J]. J Orthop Trauma, 2017, 32(3): e112-e116.
- [19] GILAT R, LUBOVSKY O, ATOUN E, et al. Proximal femoral shortening after cephalomedullary nail insertion for intertrochanteric fractures[J]. J Orthop Trauma, 2017, 31(6): 311-315.
- [20] KNOBE M, NAGEL P, MAIER K J, et al. Rotationally stable screw-anchor with locked trochanteric stabilizing plate *versus* proximal femoral nail antirotation in the treatment of AO/OTA 31A2.2 fracture: a biomechanical evaluation[J]. J Orthop Trauma, 2016, 30(1): E12-E18.

(编辑:谭斯允)