

重建生理支点在治疗老年股骨转子间骨折患者中的应用效果评价

杨思蒙^{1,2}, 夏良政^{2,3}, 邓英虎², 张 韬², 汪 康², 李胜华²

(1. 蚌埠医科大学, 安徽 蚌埠, 233000; 2. 安徽省铜陵市人民医院, 安徽 铜陵, 244000)

摘要: 目的 观察重建生理支点在老年股骨转子间骨折患者治疗中的应用效果。方法 回顾性分析 2020 年 10 月—2022 年 10 月铜陵市人民医院收治的 40 例老年骨质疏松性股骨转子间骨折患者的资料, 其中 20 例采用股骨近端防旋髓内钉 (PFNA) 治疗者设为 PFNA 组, 20 例采用股骨近端仿生髓内钉 (PFBN) 治疗者设为 PFBN 组。比较 2 组手术时间、术中出血量、住院时间、术后康复情况及并发症发生情况。结果 PFBN 组术后负重时间 (8.50 ± 1.99) d, 短于 PFNA 组的 (20.15 ± 4.87) d, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); PFBN 组与 PFNA 组手术时间、术中出血量、住院时间、骨折愈合时间、骨折复位质量优良率及 Harris 评分优良率比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。随访 10~14 个月, 无患者发生切口感染、骨不连、内固定物失效及深静脉血栓等并发症。结论 PFBN 和 PFNA 均能有效治疗老年骨质疏松性股骨转子间骨折患者, 但接受 PFBN 治疗患者能够更早进行下地活动, 有利于术后康复, 这与 PFBN 重建的双三角稳定结构有关。

关键词: 生理支点; 股骨转子间骨折; 骨质疏松; 老年人群; 股骨近端仿生髓内钉; 股骨近端防旋髓内钉

中图分类号: R 683.42; R 641; R 592 文献标志码: A 文章编号: 1672-2353(2024)24-099-04 DOI: 10.7619/jcmp.20242735

Application of reconstructing physiological fulcrum in treatment of elderly patients with intertrochanteric fracture of femur

YANG Simeng^{1,2}, XIA Liangzheng^{2,3}, DENG Yinghu², ZHANG Tao²,
WANG Kang², LI Shenghua²

(1. Bengbu Medical University, Bengbu, Anhui, 233000;

2. Tongling City People's Hospital in Anhui Province, Tongling, Anhui, 244000)

Abstract: Objective To observe effect of reconstructing physiological fulcrum in the treatment of elderly patients with intertrochanteric fracture of the femur. **Methods** Clinical materials of 40 elderly patients with osteoporotic intertrochanteric fracture of femur in the Tongling City People's Hospital from October 2020 to October 2022 were retrospectively analyzed. Among them, 20 patients treated with proximal femoral nail anti-rotation (PFNA) were assigned to the PFNA group, and 20 patients treated with proximal femoral bionic nail (PFBN) were assigned to the PFBN group. The operation time, intraoperative blood loss, length of hospital stay, postoperative rehabilitation, and incidence of complications were compared between the two groups. **Results** The postoperative weight-bearing time in the PFBN group was (8.50 ± 1.99) days, which was significantly shorter than (20.15 ± 4.87) days in the PFNA group ($P < 0.05$). There were no significant differences in operation time, intraoperative blood loss, length of hospital stay, fracture healing time, excellent and good rate of fracture reduction quality, and excellent and good rate of Harris score between the PFBN group and the PFNA group ($P > 0.05$). During the follow-up period of 10 to 14 months, no patients had complications such as wound infection, bone nonunion, implant failure, or deep venous thrombosis. **Conclusion** Both PFBN and PFNA can effectively treat elderly patients with osteoporotic intertrochanteric fracture of femur. However, patients treated with PFBN can take bed-off activities earlier, which is beneficial for postoperative rehabilitation, and the reason may be related to the double triangular

stable structure reconstructed by PFBN.

Key words: physiological fulcrum; intertrochanteric fracture of femur; osteoporosis; elderly people; proximal femoral bionic nail; proximal femoral nail anti-rotation

在 ≥ 65 岁人群中,骨质疏松患病率高达 90%^[1]。股骨转子间骨折是一种常见的低能量损伤,在女性中发病率较高^[2-3]。目前治疗老年股骨转子间骨折的策略包括保守治疗和手术治疗。保守治疗能避免手术带来的创伤,但治疗周期较长,可能出现多种并发症,治疗效果并不理想^[4]。针对老年股骨转子间骨折的手术治疗,如钢板螺钉内固定及髓内钉系统均能提高髋关节的稳定性,促使患者尽早下床活动,降低因长期卧床引发的并发症的概率^[5-7]。股骨近端防旋髓内钉(PFNA)通过击入四边形的螺旋刀片压紧了松质骨,不仅增强了股骨的抗旋转作用,还增强了刀片周围骨质的密度和把持力,在治疗老年骨质疏松性股骨转子间骨折方面展现出较好的长期效果^[8]。然而,PFNA 内固定物失效的情况仍时有发生^[9]。2009 年,张英泽团队^[10]提出了“张氏股骨近端 N 三角稳定机制”理论,并设计研发出股骨近端仿生髓内钉系统(PFBN)。本研究观察重

建生理支点治疗老年股骨转子间骨折的早期疗效,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

采用随机抽样的方式,回顾性选取 2020 年 10 月—2022 年 10 月铜陵市人民医院收治的 40 例老年骨质疏松性股骨转子间骨折患者的临床资料,其中男 12 例,女 28 例,年龄 65~87 岁;骨折按照 AO/OAT 分型(2018 版)分别为 31-A1.3 型 14 例,31-A2.2 型 19 例,31-A2.3 型 3 例,31-A3.3 型 4 例;患者均有不同程度的骨质疏松症。根据手术方式将患者分为 PFNA 组和 PFBN 组,每组 20 例。PFNA 组男 6 例,女 14 例,平均年龄(80.2 ± 3.8)岁;PFBN 组男 6 例,女 14 例,平均年龄(76.8 ± 7.6)岁。2 组患者一般资料比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性,见表 1。所有患者均签署知情同意书。

表 1 2 组患者术前一般资料比较($x \pm s$)[$n(\%)$]

一般资料	分类	PFBN 组($n=20$)	PFNA 组($n=20$)	Z	P
年龄/岁		76.8 ± 7.6	80.2 ± 3.8	1.209	0.227
性别	男	6(30.0)	6(30.0)	0.001	>0.999
	女	14(70.0)	14(70.0)		
AO 分型	31-A1.3 型	7(35.0)	7(35.0)	1.847	0.643
	31-A2.2 型	11(55.0)	8(40.0)		
	31-A2.3 型	1(5.0)	2(10.0)		
	31-A3.3 型	1(5.0)	3(15.0)		
骨折时间/d		2.9 ± 1.0	3.3 ± 1.2	0.909	0.363

PFBN: 股骨近端仿生髓内钉; PFNA: 股骨近端防旋髓内钉。

纳入标准: ① 经过 X 线、CT 检查为新鲜股骨转子间骨折患者; ② 无其他肢体功能障碍者; ③ 病历资料完整者; ④ 全身情况可以耐受手术且自愿接受手术方式者; ⑤ 年龄 > 64 岁且伴有骨质疏松症者。排除标准: ① 病理性骨折患者; ② 合并精神疾病而无法配合后续康复治疗者; ③ 合并心脑血管疾病、肝肾功能不全者; ④ 合并自身免疫性疾病者; ⑤ 合并血液系统疾病者; ⑥ 合并同侧股骨其他部位骨折者; ⑦ 同侧髋、膝关节畸形或功能障碍者; ⑧ 全身情况较差而不能耐受手术者。

1.2 手术方法

PFBN 组: 麻醉满意后,于牵引床上复位。C

臂下透视骨折对位对线佳,逐层切开各层,钝性分离,显露大粗隆顶点。先置 1 枚定位针于大粗隆顶点的前 1/3 与后 2/3 的交界处,定位于股骨近端髓腔及股骨颈中轴。开口器开口,置入导针,髓腔软钻逐号扩髓后,插入 PFBN。安装主钉导向器,钻入股骨颈定位导针,正位在股骨颈中 1/2,侧位在股骨颈中央,空心钻沿导针扩大钉道,置入主钉 1 枚,然后导向瞄准器引导下置入交叉横锁定钉,再根据远端锁钉瞄准器,置入 1 枚锁钉行静态固定。冲洗切口,逐层缝合。

PFNA 组: 麻醉起效后,患者平卧位,置于牵引架上开始复位, C 臂正轴位透视见骨折端对位、对线良好。逐层切开各层,钝性分离,置入

1 枚定位针于大粗隆顶点的前 1/3 与后 2/3 的交界处,定位于股骨近端髓腔及股骨颈中轴。开口器开口,置入导针,髓腔钻扩髓后,插入 PFNA。安装螺旋刀片瞄准器,通过导向器钻入股骨颈定位导针,正位在股骨颈中下 1/3,侧位在股骨颈中央,沿导针扩大钉道,击入抗螺旋刀片 1 枚,予以锁定。再根据远端锁钉瞄准器锁入远端,置入 1 枚锁钉行静态固定;拧入钉帽,冲洗切口,逐层缝合。

1.3 围术期处理

术前需常规禁食 6 h、禁饮 2 h;术前 30 min 应用抗生素预防感染。术后 24 h 内,在临床医生的指导下进行踝泵运动等床上活动以促进康复;对于高危患者,可在已经使用软垫保护、防止褥疮等措施的基础上,加用充气床垫预防褥疮、肺部感染等。术后 12 ~ 24 h 开始应用低分子肝素预防下肢深静脉血栓形成^[11]。

1.4 术后处理与随访

术后第 2 天进行关节功能锻炼。骨质疏松症患者应用抗骨质疏松药物。根据身体状况、骨折粉碎情况与固定质量等因素制定康复方案,对于稳定性骨折的患者,可借助助行器或者拄拐尽早下地。术后每隔 4 ~ 6 周进行复查,通过骨痂生长情况判断骨折愈合速度。

1.5 观察指标

记录 2 组患者手术时间、术中总出血量、住院时间、骨折复位质量、术后负重时间、临床疗效及随访期间并发症发生情况等。骨折复位质量采用三等皮对位作为判断标准^[12];临床疗效采用 Harris 评分进行评定^[13];术后第 2 天及 1、3、6 个月进行 X 线随访检查,评估患者骨折愈合及内置物固定等情况。

1.6 统计学分析

采用 SPSS 25.0 统计学软件进行数据分析。计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,比较采用 *t* 检验或非参数检验;计数资料以 $[n(\%)]$ 表示,比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

PFBN 组与 PFNA 组患者均获随访,随访时间 10 ~ 14 个月,平均 12 个月。PFBN 组术后负重时间短于对照组,差异有统计学意义 ($P < 0.05$);PFBN 组与 PFNA 组手术时间、术中出血量、住院时间、骨折愈合时间、骨折复位质量及 Harris 评分优良率比较,差异无统计学意义 ($P > 0.05$),见表 2。随访期间未见患者发生切口感染、骨不连、内固定物失效及深静脉血栓等并发症。典型病例见图 1。

表 2 2 组患者围术期及随访资料比较 $(\bar{x} \pm s)$

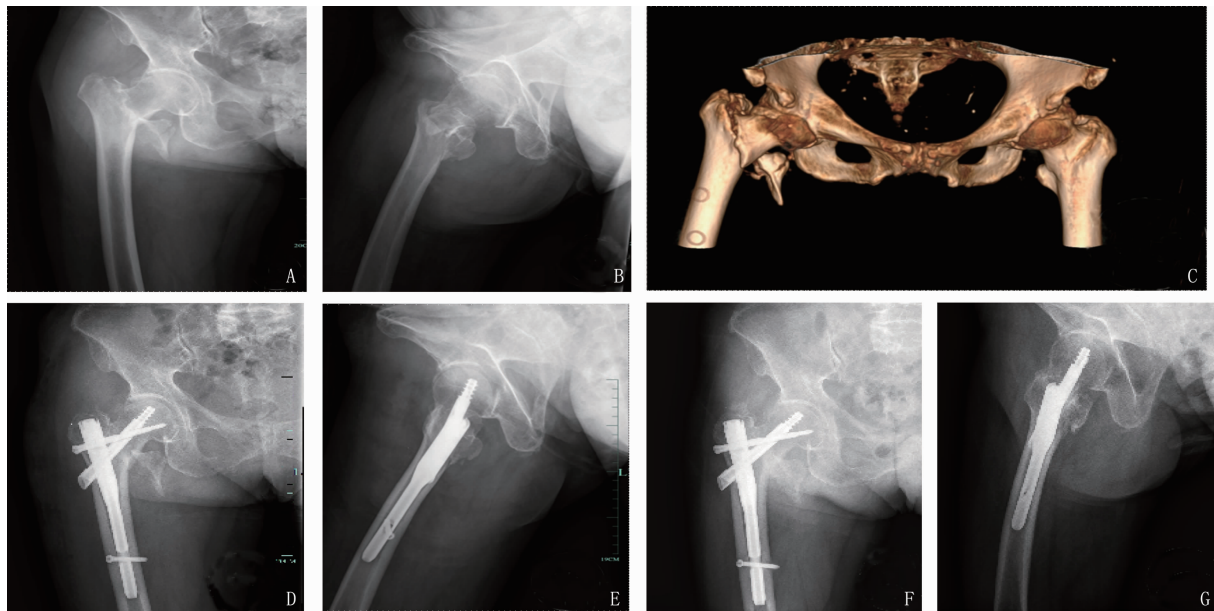
指标	PFBN 组 ($n = 20$)	PFNA 组 ($n = 20$)	Z	P
手术时间/min	106.25 ± 45.13	91.00 ± 28.68	1.167	0.243
术中出血量/mL	50.50 ± 24.60	68.00 ± 42.13	1.406	0.160
住院时间/d	7.75 ± 1.12	8.50 ± 1.93	1.084	0.278
术后负重时间/d	8.50 ± 1.99	20.15 ± 4.87	9.906	<0.001
骨折愈合时间/周	12.40 ± 0.82	12.50 ± 1.10	0.078	0.938
骨折复位质量优良率/%	95.0	90.0	0.741	0.764
Harris 评分优良率/%	90.0	75.0	0.693	0.405

3 讨论

股骨粗隆位于股骨颈基底部至小粗隆水平以上,骨折常由间接暴力引起,多发生于患侧的滑倒、摔伤,致使患者转子间区承受了较大的扭转暴力。由于血供丰富,骨折后极少不愈合,但易发生髓内翻等移位情况,非手术治疗病死率高、致残率高。合理的手术治疗方案对改善患者预后至关重要^[14]。

传统的手术固定方式如动力髌螺钉、动力髌螺钉 (DCS) 等髓外系统和股骨近端髓内钉

(PFN)、PFNA 等髓内系统,随着随访时间的延长,内固定物把持力下降甚至失效的报道越来越多^[15]。在此种情况下,张英泽院士提出了“张氏股骨近端 N 三角稳定机制”理论^[16],从骨小梁的微观角度还原了骨骼的解剖与力学的传导,这与张殿英教授团队提出的“杠杆-支点重建”力学理论较为接近,随后由二人及其团队创造了新型内固定系统——PFBN^[17]。PFBN 正是在三角稳定机制的基础上,通过支撑螺钉和头颈钉的交叉锁定,重建了类似主要压力骨小梁、主要张力骨小梁及次要压力骨小梁的结构,将支点重建在接近股



A、B、C: 术前髋关节正侧位 X 线片及三维影像; D、E: 术后 1 d 髋关节正侧位 X 线片示内固定位置良好; F、G: 术后 3 个月髋关节正侧位 X 线片示内固定稳定, 骨折线模糊。术后 1 年通过随访得知该患者未出现内固定物失效等并发症。

图 1 1 例 82 岁右侧股骨转子间骨折女性患者 PFBN 治疗的相关资料(AO2.3 型)

骨生理支点的位置, 不仅为转子间骨折提供了稳固的固定作用, 还将髋部骨折时破坏的张应力和压应力转移到 PFBN 内固定系统上, 分散负重时重力的传导, 保证了骨折端的稳定性^[18-20]。

本研究结果显示: ① PFBN 和 PFNA 在手术时间、术中出血量、住院时间、骨折愈合时间、骨折复位质量及 Harris 评分优良率方面无显著差异, 这与 PFNA 内固定技术的成熟密不可分, PFBN 正是在 PFNA 内固定的基础上增加了 1 个横向螺钉; ② PFBN 组术后负重时间显著短于对照组, 并且 PFBN 组早期下地的同时并未出现患者内固定物失效的情况。一项针对股骨近端髓内固定系统稳定性的有限元分析^[21]结果显示, PFBN 不仅能够有效传导压应力, 还能重建主要张力骨小梁, 并且将杠杆支点重建在生理支点处, 有效恢复了股骨近端原有的生物力学特征, 使得骨折端更稳定。这与 PFBN 独特的三角结构紧密相关, 其通过重建生理支点恢复了髋关节的杠杆系统, 从而增强股骨的承重能力。

影响患者早期下地的因素有: ① 骨折复位质量。良好的复位是骨折愈合的重要因素, 本研究 2 组患者在内固定器械植入前, 骨折复位情况都较好, 不会存在因骨折复位质量问题引起数据统计的偏差。② 骨折类型。2 种器械的设计均适用于多种不稳定型股骨粗隆间骨折, 且本研究对 2 组患者 AO 分型的比较并无显著差异, 因此骨折类

型不会对研究结果产生影响。③ 骨质疏松症。本研究主要针对老年人群, 因此在进行病例筛选时挑选的患者均为骨质疏松症老年患者。虽然骨质疏松症不会成为本研究的干扰因素, 但是骨质疏松症可能会成为 PFBN 内固定失效的原因之一, 后续研究将持续随访关注此类情况。本研究的不足: ① 本研究为回顾性研究, 病历资料经过人为筛选, 可能存在选择性偏倚; ② 本研究随访时间较短, 远期疗效仍需进一步验证。

综上所述, 针对老年骨质疏松性股骨转子间骨折, PFBN 系统在近期疗效上表现良好, 提供了较优秀的固定作用, 缩短了术后患者下地负重时间, 改善了老年患者的预后, 是较为理想的一种手术方式。

参考文献

- [1] 张世民. 老年髋部转子间骨折[J]. 中国修复重建外科杂志, 2023, 37(3): 263-263.
- [2] 伍瓚, 徐永强, 范忠明, 等. 亚洲型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[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2021, 36(10): 1058-1060.
- [3] NIEVES J W, BILEZIKIAN J P, LANE J M, et al. Fragility fractures of the hip and femur: incidence and patient characteristics[J]. Osteoporos Int, 2010, 21(3): 399-408.
- [4] 薛鸣丰, 戴加平, 陈刚, 等. 后外侧入路解剖复位固定小转子在老年人股骨转子间骨折治疗中的应用[J]. 中华老年医学杂志, 2019, 38(9): 1028-1032.

- Mol Sci, 2022, 24(1): 646.
- [4] WANG X F, SHI Q Y, MO Y Z, *et al.* Palliative care needs and symptom burden in younger and older patients with end-stage renal disease undergoing maintenance hemodialysis: a cross-sectional study[J]. *Int J Nurs Sci*, 2022, 9(4): 422 – 429.
- [5] GONG Y, XIE L Y, YU S Q. Long-term In-center nocturnal hemodialysis improves renal Anemia and malnutrition and life quality of older patients with chronic renal failure[J]. *Clin Interv Aging*, 2022, 17: 915 – 923.
- [6] TSAI M H, SU F Y, CHANG H Y, *et al.* The effect of statin on Anemia in patients with chronic kidney disease and end-stage kidney disease: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Pers Med*, 2022, 12(7): 1175.
- [7] KU E, DEL VECCHIO L, ECKARDT K U, *et al.* Novel anemia therapies in chronic kidney disease: conclusions from a Kidney Disease: improving Global Outcomes (KDIGO) Controversies Conference[J]. *Kidney Int*, 2023, 104(4): 655 – 680.
- [8] 孙雪峰. 《中国肾性贫血诊疗的临床实践指南》解读[J]. *中国实用内科杂志*, 2021, 41(9): 785 – 788.
- [9] UMBOH O, MOIES E S, PALAR S. The effect of Anemia and hypoalbuminemia on six-months hospitalization risk in end stage chronic kidney disease patients undergoing hemodialysis: a retrospective cohort study[J]. *Acta Med Indones*, 2023, 55(2): 136 – 141.
- [10] AGORO R, WHITE K E. Anemia and fibroblast growth factor 23 elevation in chronic kidney disease: homeostatic interactions and emerging therapeutics[J]. *Curr Opin Nephrol Hy-*
- pertens, 2022, 31(4): 320 – 325.
- [11] GUTIÉRREZ O M. Treatment of iron deficiency Anemia in CKD and end-stage kidney disease[J]. *Kidney Int Rep*, 2021, 6(9): 2261 – 2269.
- [12] RASHIDI A, GARIMELLA P S, AL-ASAAD A, *et al.* Anemia management in the cancer patient with CKD and end-stage kidney disease[J]. *Adv Chronic Kidney Dis*, 2022, 29(2): 180 – 187. e1.
- [13] 王静, 温向琼, 康婷, 等. 维持性血液透析患者肾性贫血与中性粒细胞/淋巴细胞比值的相关性[J]. *西部医学*, 2023, 35(2): 242 – 246.
- [14] 李霞, 陈育青. 影响维持性血液透析患者促红细胞生成素抵抗的因素分析[J]. *重庆医学*, 2022, 51(9): 1554 – 1557.
- [15] 刘海飞, 赵晓倩, 李兆婷, 等. 老年维持性血液透析病人肾性贫血现状调查及影响因素分析[J]. *实用老年医学*, 2022, 36(4): 345 – 349.
- [16] 韩蓓, 韩俊岭, 曹靖昊, 等. 全段成纤维细胞生长因子 23 与维持性血液透析患者肾性贫血的相关性研究[J]. *实用临床医药杂志*, 2021, 25(21): 114 – 118.
- [17] 吕晴, 陈卫东, 刘磊. 维持性血液透析患者肾性贫血的多因素分析及相关性研究[J]. *中华全科医学*, 2021, 19(5): 871 – 874.
- [18] 朱燕. 长期维持性血液透析患者发生肾性贫血的危险因素分析[J]. *现代医学与健康研究电子杂志*, 2022, 6(14): 24 – 26.
- (本文编辑: 周冬梅 钱锋; 校对: 索晓灿)

(上接第 102 面)

- [5] 胡靖, 王林, 陈义, 等. 防旋股骨近端髓内钉治疗老年股骨粗隆间骨折的效果及对髋关节功能、生活质量和日常生活能力的影响[J]. *中国老年学杂志*, 2022, 42(12): 2918 – 2920.
- [6] 蓝晖. 经小切口的股骨近端防旋髓内钉内固定对老年股骨粗隆间骨折的治疗效果[J]. *江西医药*, 2023, 58(4): 464 – 467.
- [7] 番子加, 段恒都, 赵四强, 等. 组合式外固定架辅助闭合复位髓内钉内固定治疗老年股骨粗隆间骨折的临床体会[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2021, 36(2): 165 – 166.
- [8] KIM S S, KIM H J, LEE C S. Clinical outcomes of PFNA-II in the Asian intertrochanteric fracture patients: comparison of clinical results according to proximal nail protrusion[J]. *Injury*, 2020, 51(2): 361 – 366.
- [9] 黄啟云, 林红华. 股骨粗隆间骨折 PFNA 内固定术后内固定失效原因分析及预防措施[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2019, 34(12): 1283 – 1284.
- [10] 张英泽, 王海程, 陈伟. 股骨转子间骨折三角固定支撑手术的革新——来自生物力学研究的证据[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2021, 23(6): 461 – 466.
- [11] 中国脆性骨折联盟, 中国老年医学学会骨与关节分会创伤骨科学术工作委员会, 白求恩·骨科加速康复联盟, 等. 老年股骨转子间骨折诊疗指南[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2020, 22(2): 93 – 99.
- [12] INUI T, WATANABE Y, SUZUKI T, *et al.* Anterior malreduction is associated with lag screw cutout after internal fixation of intertrochanteric fractures[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2024, 482(3): 536 – 545.
- [13] HARRIS W H. Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: treatment by mold arthroplasty. An end-result study using a new method of result evaluation[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1969, 51(4): 737 – 755.
- [14] 秦伟光. 老年股骨转子间骨折内固定治疗的研究进展[J]. *系统医学*, 2021, 6(10): 195 – 198.
- [15] 宋宝东, 浦瑶瑶, 李贵宾, 等. 髓内钉固定与髋关节置换治疗老年股骨粗隆间骨折的效果比较[J]. *中国老年学杂志*, 2023, 43(22): 5470 – 5472.
- [16] 李建涛, 张里程, 唐佩福. 股骨粗隆间骨折治疗理念与内固定器械的发展概述[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2019, 33(1): 1 – 7.
- [17] 张殿英. “杠杆-支点重建”理论重新认识股骨转子间骨折内固定的过去和未来[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2020, 22(10): 841 – 845.
- [18] 朱燕宾, 陈伟, 叶丹丹, 等. 股骨近端 N 三角理论及股骨近端仿生髓内钉 (PFBN) 的设计理念展[J/CD]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2021, 7(5): 257 – 259.
- [19] 张殿英. 基于杠杆-支点平衡理论重新认识股骨近端外侧壁的作用[J]. *中华创伤杂志*, 2022, 38(6): 481 – 486.
- [20] 张殿英. 基于杠杆支点重建理论股骨颈骨折内固定的治疗策略[J]. *中华骨科杂志*, 2021, 41(12): 737 – 743.
- [21] 巩少康. 不同髓内固定方式应用于股骨粗隆间骨折的有限元分析[D]. 开封: 河南大学, 2023.
- (本文编辑: 梁璇 钱锋; 校对: 吕振宇)