

· 临床论著 ·

股骨颈系统与空心螺钉固定股骨颈骨折的比较[△]

王凤丽¹, 徐咏梅¹, 李高玉², 张亚中², 朱自强^{2*}

(1 江苏联合职业技术学院徐州医药分院, 江苏徐州 221116; 2 江苏省徐州矿务局总医院骨科, 江苏徐州 221110)

摘要: [目的] 比较股骨颈系统 (femoral neck system, FNS) 与传统 3 枚空心加压螺钉 (cannulate compression screw, CCS) 治疗中青年股骨颈骨折患者的临床效果。[方法] 回顾性分析 2019 年 11 月—2020 年 6 月内固定治疗 94 例股骨颈骨折患者的临床资料。根据医患沟通结果, 46 例采用 FNS, 48 例采用 CCS。比较两组围手术期、随访及影像结果。[结果] 两组患者均顺利完成手术, 术中无神经血管损伤等严重并发症, FNS 组手术时间、术中出血量、术中透视次数和住院时间显著优于 CCS 组。两组患者随访 (15.5±1.6) 个月。FNS 组恢复完全负重活动时间显著早于 CCS 组 ($P<0.05$)。随时间推移, 两组 Harris 评分、髋伸-屈 ROM、髋内-外旋 ROM 均显著增加 ($P<0.05$), VAS 评分显著减少 ($P<0.05$); 术后 1 个月 FNS 组上述指标均显著优于 CCS 组, 术后 6 个月和末次随访两组间上述指标的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。影像方面, 与术前相比, 术后两组 Garden 对线指数均显著改善 ($P<0.05$), 相应时间点, 两组 Garden 对线指数的差异无统计学意义 ($P>0.05$)。术后 6 个月及末次随访时, FNS 组股骨颈短缩显著少于 CCS 组 ($P<0.05$)。两组影像骨折愈合的差异无统计学意义 ($P>0.05$)。相应时间点, FNS 组固定效果和稳定性显著优于 CCS 组 ($P<0.05$)。随术后时间延长, 两组髋关节均有一定程度退变, 但相应时间点, 两组 Tonnis 分级的无差异无统计学意义 ($P>0.05$)。[结论] 相比于传统 CCS 内固定方式, FNS 手术创伤小、稳定性强, 术后髋关节功能恢复更好。

关键词: 股骨颈骨折, 内固定, 股骨颈系统, 空心加压螺钉

中图分类号: R683.42 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2023) 24-2221-05

Femoral neck system versus cannulated screws for fixation of femoral neck fractures // WANG Feng-li, XU Yong-mei, LI Gao-yu, ZHANG Ya-zhong, ZHU Zi-qiang. 1. Xuzhou Medical Branch, Jiangsu United Vocational and Technical College, Xuzhou 221116, China; 2. Department of Orthopedics, Central Hospital of Xuzhou Mining Bureau, Xuzhou 221110, China

Abstract: [Objective] To compare the clinical outcomes of femoral neck system (FNS) versus traditional 3 cannulated compression screws (CCS) for femoral neck fractures in the young and middle-aged. **[Methods]** A retrospective study was done on 94 patients who received internal fixation for femoral neck fractures from November 2019 to June 2020. According to doctor-patient communication, 46 patients had fractures fixed with FNS while the remaining 48 patients were treated with CCS. The perioperative, follow-up and imaging documents were compared between the two groups. **[Results]** All patients in both groups had operation finished successfully without any serious complications, such as neurovascular injury. The FNS group proved significantly superior to the CCS group in terms of operation time, intraoperative blood loss, intraoperative fluoroscopy and hospital stay ($P<0.05$). All of them in both groups were followed up for (15.5±1.6) months on an average, and the FNS group returned to full weight-bearing activity significantly earlier than the CCS group ($P<0.05$). The Harris score, hip extension-flexion range of motion (ROM) and internal-external rotation ROM significantly increased ($P<0.05$), while the VAS score significantly decreased in both groups over time ($P<0.05$), which in the FNS group were significantly better than the CCS group one month after surgery ($P<0.05$), and became not statistically significant between the two groups at 6 months after surgery and the latest follow-up ($P>0.05$). Radiographically, Garden alignment index significantly improved in both groups postoperatively compared with that before operation ($P<0.05$), which proved not significantly different between the two groups at any time points accordingly ($P>0.05$). At 6 months and the latest follow-up, femoral neck shortening in the FNS group was significantly less than those in the CCS group ($P<0.05$), although there was no significant difference in fracture healing time between the two groups ($P>0.05$). At the time points accordingly, the fixation stability in FNS group were significantly better than that in CCS group ($P<0.05$). With time postoperatively hip degeneration in some

DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.24.03

△基金项目:江苏省徐州市科技局社会发展课题项目(编号:KC22202)

作者简介:王凤丽,教授,主治医师,硕士研究生,研究方向:骨关节疾病康复,(电话)15996889100,(电子信箱)83980773@qq.com

*通信作者:朱自强,(电话)13056207205,(电子信箱)714627306@qq.com

extent was noted in both groups, but which was not significantly different in term of Tonnis classification between the two groups at any corresponding time points ($P>0.05$). [Conclusion] Compared with traditional CCS internal fixation, FNS is less invasive, more stable, and gets better hip function recovery after surgery.

Key words: femoral neck fractures, internal fixation, femoral neck system, cannulated compression screw

中国人股骨颈骨折的发生占全身骨折的 3.6%，占髋部骨折的 48%~54%^[1]。最常见于老年人，但随着我国经济、交通业的快速发展，交通事故的增多，中青年骨折发生率逐渐增高，多由于高能量暴力损伤所致，其首选治疗方案为骨折复位内固定治疗^[2, 3]，治疗目标是尽量保留股骨头，避免股骨头坏死，并达到骨性愈合，完成治疗的关键是解剖复位和有效固定^[4]。目前中青年股骨颈骨折的主要治疗方案包括空心加压螺钉、动力髋螺钉（dynamic hip screw, DHS）以及股骨头置换等^[5-8]，内固定方法不断改进但术后仍发生较多并发症，如股骨颈短缩、骨不连等^[2]，其中空心加压螺钉（cannulate compression screw, CCS）并发症发生率为 46.7%，庄至坤^[9]术后应用 X 线和 MRI 追踪观察股骨头坏死率高达 52.9%，再手术率为 22%，DHS 分别为 35.1% 和 20%^[10, 11]。高昂的治疗费用给社会和家庭带来巨大的经济负担，成为一个公共卫生问题^[12]。

瑞士 Depuy Synthes 公司研制的股骨颈系统（femoral neck system, FNS）具有防旋、防滑、抗剪切、实现骨折断端加压的作用，是一种治疗股骨颈骨折最新的内固定系统，据报道在临床应用中创伤小，又可提供稳定的抗旋转力和抗剪切力，不易出现螺钉切割、退钉等现象，其埋头设计可减少钉尾对周围软组织的刺激，降低软组织水肿^[13, 14]。为进一步验证 FNS 的临床疗效，本研究回顾分析了采用 FNS 和 CCS 治疗的中青年股骨颈骨折患者临床疗效，报告如下。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准：（1）年龄<65 岁；（2）首次创伤所致的新鲜闭合性单侧股骨颈骨折；（3）同侧股骨未合并其他损伤；（4）采用 FNS 或 CCS 内固定治疗；（5）随访 12 个月以上，影像学资料完整。

排除标准：（1）股骨颈病理性骨折；（2）开放性骨折；（3）长期服用激素类药物或股骨头坏死；（4）合并严重代谢性疾病，如糖尿病、甲亢等；（5）严重认知功能障碍；（6）拒绝参加研究者。

1.2 一般资料

回顾性分析 2019 年 11 月—2020 年 6 月在本院治疗的股骨颈骨折患者资料，共 94 例患者符合上述标准，纳入本研究。经过医患沟通，46 例患者采用 FNS 内固定治疗，48 例患者采用 CCS 内固定。两组患者术前资料见表 1，两组患者在年龄、性别、体质指数、损伤至手术时间、受伤侧别、骨折部位和 Garden 分型的差异均无统计学意义（ $P>0.05$ ）。该研究得到医院伦理委员会的批准，所有患者均知情同意。

表 1 两组患者术前一般资料比较

指标	FNS 组 (n=46)	CCS 组 (n=48)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	49.7±11.9	51.0±12.8	0.593
性别 (例, 男/女)	28/18	32/16	0.559
BMI (kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)	22.2±1.7	21.8±1.8	0.841
损伤至手术时间 (h, $\bar{x} \pm s$)	7.6±7.9	10.5±11.3	0.145
侧别 (例, 左/右)	21/25	26/22	0.536
部位 (例, 头下/经颈/基底)	21/17/8	20/19/9	0.927
Garden 分型 (例, I/II/III/IV)	4/18/19/5	3/19/21/5	0.973

1.3 手术方法

股骨颈骨折复位内固定手术均在受伤后 48 h 内由同一组外科医生实施。

FNS 组：患者硬膜外麻醉或全身麻醉成功后，仰卧于骨科牵引床。健侧下肢屈髋屈膝并充分外展位，患侧下肢内收位。透视进行牵引闭合复位，复位满意后常规消毒铺巾。首先在透视下于患侧股骨颈中心偏前方置入 1 枚直径 2.5 mm 克氏针，行外侧纵行切口，长 4~5 cm，依次切开，暴露骨面。再经股骨颈中心置入 1 枚导针，扩孔后置入动力棒及钛板。安装瞄准器，于钛板远端依次置入锁定钉和抗旋螺钉，移除中心导针和防旋导针，并于断端加压至骨折线消失。透视确认骨折对位对线好，内固定螺钉及接骨板位置满意后，冲洗逐层缝合。术中注意解剖复位，动力棒置入深度距软骨下 5 mm，导向器要紧贴股骨干、不能徒手置入导针、确认侧位钢板平行于股骨干中轴线。

CCS 组：麻醉及体位同 FNS 组，透视下骨折复位，至颈干角和前倾角满意后，经皮呈倒“品”字形置入 3 枚导针。透视确认导针角度和深度满意后，以

导针为中心，取髌关节外侧作 3 个 1 cm 切口，空心钻沿导针扩孔，向股骨颈方向呈倒“品”字型置入 3 枚平行空心加压螺钉，透视见骨折断端复位满意，彻底止血，生理盐水冲洗，逐层缝合切口包扎固定。

两组患者术中和术后 24 h 内静脉滴注头孢类抗生素，静脉滴注 1 次，防止感染。术后镇痛减轻患者痛苦。稳定骨折患者术后第 2 d 在病情允许的情况下可以下床负重练习，不稳定骨折患者在床上进行等长收缩练习股四头肌和主被动踝关节的屈伸训练，以减少下肢水肿。为防止深静脉血栓形成，除基本预防措施外，给予充气加压泵、弹力袜机械预防，排除出血倾向后给予低分子肝素和利伐沙班进行药物预防。

1.4 评价指标

记录围手术期资料，包括手术时间、术中出血量、术中透视次数、切口长度、术后引流量、下地行走时间、住院时间。采用完全负重活动时间、视觉模拟评分法 (visual analogue score, VAS)、Harris 评分、髌伸屈 ROM 和髌内-外旋 ROM 评价临床效果。行影像检查，采用 Garden 对线指数评价骨折复位质量，观察股骨颈骨折愈合情况，测量股骨颈短缩情况^[15]，采用 Tonnis 分级评估髌关节退变和股骨头坏死情况。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 23.0 软件进行统计学分析。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示，资料呈正态分布时，两组间比较采用独立样本 *t* 检验；组内时间比较采用单因素方差分析；资料呈非正态分布时，采用秩和检验。计数资料采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。等级资料两组比较采用 Mann-whitney *U* 检验，组内比较采用多个相关资料的 Friedman 检验。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期情况

两组患者均顺利完成手术，术中无神经血管损伤等严重并发症。两组围手术期情况见表 2，FNS 组手术时间、术中出血量、术中透视次数和住院时间均显著少于 CCS 组 (*P*<0.05)，两组切口长度、下地行走时间、术后引流量、切口愈合等级的差异均无统计学意义 (*P*>0.05)。两组患者均未发生切口深部感染、症状性血栓等并发症。

2.2 随访结果

所有患者均获随访 12~18 个月，平均 (15.5±1.6) 个月。两组患者随访结果见表 3，FNS 组恢复完

全负重活动时间显著早于 CCS 组 (*P*<0.05)。随时间推移，两组 Harris 评分、髌伸-屈 ROM、髌内-外旋 ROM 均显著增加 (*P*<0.05)，VAS 评分显著减少 (*P*<0.05)。术后 1 个月 FNS 组 Harris 评分、VAS 评分、髌伸-屈 ROM、髌内-外旋 ROM 均显著优于 CCS 组，术后 6 个月和末次随访两组上述指标的差异均无统计学意义 (*P*>0.05)。两组均未出现再损伤，均无再次手术翻修。

表 2 两组患者围手术期资料比较

指标	FNS 组 (n=46)	CCS 组 (n=48)	<i>P</i> 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	48.6±2.9	49.9±3.3	0.044
切口总长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	4.5±0.4	4.6±0.4	0.453
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	62.9±26.0	72.9±15.7	0.028
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$)	8.0±1.2	18.4±1.8	<0.001
术后引流量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	17.7±2.2	18.4±1.9	0.150
下地行走时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	15.9±0.7	16.1±0.7	0.302
切口愈合等级 (例, 甲/乙/丙)	46/0/0	48/0/0	<i>ns</i>
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	7.7±1.1	8.3±1.2	0.016

表 3 两组患者随访资料 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	FNS 组 (n=46)	CCS 组 (n=48)	<i>P</i> 值
完全负重活动时间 (月)	9.1±1.1	10.2±1.0	0.010
Harris 评分 (分)			
术后 1 个月	90.5±1.8	87.0±1.4	<0.001
术后 6 个月	92.3±1.5	91.8±1.2	0.134
末次随访	94.9±1.3	94.5±1.1	0.096
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	
髌伸-屈 ROM (°)			
术后 1 个月	112.3±8.0	107.7±8.1	0.007
术后 6 个月	132.8±8.3	129.7±8.1	0.064
末次随访	141.8±8.3	139.4±6.4	0.119
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	
髌内旋-外旋 ROM (°)			
术后 1 个月	36.0±4.0	32.0±3.9	0.007
术后 6 个月	47.4±3.6	46.9±2.6	0.529
末次随访	67.9±3.7	66.6±3.0	0.064
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	
VAS 评分 (分)			
术后 1 个月	3.4±0.4	4.4±0.5	<0.001
术后 6 个月	2.1±0.7	2.2±0.7	0.425
末次随访	0.7±0.5	0.8±0.5	0.108
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	

2.3 影像评估

两组患者影像评估结果见表 4。与术前相比，术后两组 Garden 对线指数均显著改善 ($P<0.05$)；相应时间点，两组 Garden 对线指数的差异无统计学意义 ($P>0.05$)。术后即刻两组股骨颈短缩的差异无统计学意义 ($P>0.05$)，但术后 6 个月及末次随访时，FNS 组股骨颈短缩显著少于 CCS 组 ($P<0.05$)。两组骨折均愈合良好，骨折愈合时间的差异无统计学意义 ($P>0.05$)。随时间推移 FNS 组内固定物无显著不良改变 ($P>0.05$)；CCS 组内固定物不良影像所见显著增多 ($P<0.05$)；相应时间点，FNS 组固定效果和稳定性显著优于 CCS 组 ($P<0.05$)。随术后时间延长，两组髋关节均有退变 ($P<0.05$)，但相应时间点两组间 Tonnis 分级的差异无统计学意义 ($P>0.05$)。FNS 组典型影像见图 1。

3 讨论

研究结果发现，FNS 与 CCS 内固定方法相比，手术时间明显缩短，术中出血量较少，术中透视次数与 CCS 相比明显减少，术后完全负重行走时间早，术后手术部位疼痛程度比 CCS 术后轻，固定性能好，稳定性强，股骨颈短缩程度明显低于 CCS 组，但仍有一定程度的短缩，术后髋关节活动良好。虽然大量的研究显示骨折端的压缩与微动能够促进骨折的愈合，但是对于股骨颈来说这种愈合理论应该是在剪切力得到有效控制的前提下。与空心螺钉的平行置钉不同，FNS 特殊的钉板锁定及角结构避免了股骨头的滑动，对股骨头提供了更强的稳定性，有效避免了股

骨颈短缩的发生。

表 4 两组患者影像资料比较

指标	FNS 组 (n=46)	CCS 组 (n=48)	P 值
Garden 对线指数 (例, I/II/III/IV)			
术前	4/18/19/5	3/19/21/5	0.819
术后即刻	43/3/0/0	43/5/0/0	0.501
术后 6 个月	42/1/2/1	38/6/2/2	0.118
末次随访	39/4/2/1	36/6/2/4	0.218
P 值	<0.001	<0.001	
股骨颈短缩 (例, 无/轻/中/重)			
术后即刻	46/0/0/0	48/0/0/0	>0.999
术后 6 个月	40/6/0/0	35/4/8/1	0.049
末次随访	30/14/2/0	25/8/10/5	0.035
P 值	0.920	0.010	
影像骨折愈合 [例 (%)]			
<24 周	29 (63.0)	23 (47.9)	
24~36 周	16 (34.8)	21 (43.8)	
≥36 周	1 (2.2)	4 (8.3)	
内固定物 (例, 无改变/松动/断裂)			
术后 3 个月	46/0/0	39/9/0	0.002
术后 6 个月	46/0/0	34/14/0	<0.001
末次随访	46/0/0	30/17/1	<0.001
P 值	ns	<0.001	
Tonnis 分级 (例, 0/1/2/3)			
术后 3 个月	45/1/0/0	46/1/1/0	0.576
术后 6 个月	45/1/0/0	43/3/1/1	0.100
末次随访	42/3/1/0	40/6/1/1	0.248
P 值	0.041	<0.001	



图 1 患者，女，59 岁，右侧股骨颈骨折。1a: 术前 CT 三维重建示右侧股骨颈骨折；1b: 术后 1 d X 线片示 FNS 固定；1c: 术后 6 个月 X 线片示骨折线模糊；1d: 术后 16 个月 X 线片示骨折线消失，骨折愈合良好，内定物无松动。

股骨颈骨折的内固定方式有很多，都存在各自的优缺点，目前主要的内固定方式是 DHS 动力髋螺钉

系统，其力学稳定性较好，但操作复杂，创伤较大且手术时间长，另一种 CCS 固定，属于微创术式，但

力学稳定性欠佳, 术后不能尽早下地, 康复时间较长。万安营^[16]报道研究表明3枚全螺纹空心钉内固定术治疗失败率高达35%, 骨折不愈合率高达10%~30%, 股骨头缺血性坏死高达20%~30%。FNS相较于CCS操作简单, 切口更小, 对骨质造成的创伤小, 内固定占位小, 更适合股骨颈直径小的患者; 生物力学研究证实FNS的稳定性与DHS联合防旋螺钉相当, 其支撑强度是3枚空心钉的2倍, 旋转稳定性是3枚空心钉的2.5倍, 因此FNS可减少因力学不稳定导致的相关并发症^[12]。同时FNS设计上允许动力棒在钉板套筒内滑动短缩15mm而不向外侧突出, 降低了对软组织的激惹, 有利于降低患者术后大腿疼痛发生率。

综上所述, FNS和CCS均具有手术操作简便、创伤小、手术时间短的优点, 本研究发现在术中透视次数、手术部位疼痛明显优于CCS组, 术后髋关节活动良好, Garden指数、并发症发生率与传统方法无明显差异, 但股骨颈短缩程度明显低于CCS组, 与国内外相关报道结果基本一致^[17-24]。但本研究样本量较少, 随访时间较短, 只能对骨折愈合、股骨头坏死和股骨颈短缩作早期研究报道, 在未来的研究中, 应加大样本量观察并延长随访时间, 为FNS的临床应用提供更好的循证支持。

参考文献

- [1] 张英泽. 临床创伤骨折流行病学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2014: 177-179.
- [2] Slobogean GP, Sprague SA, Scott, et al. Management of young femoral neck fractures: is there a consensus [J]. *Injury*, 2015, 46 (3): 435-440.
- [3] Pauyo T, Drager J, Albers A, et al. Management of young femoral neck fractures in the young patient: a critical analysis review [J]. *World J Orthop*, 2014, 5 (3): 204-217.
- [4] 中华医学会骨科学分会创伤骨科学组. 成人股骨颈骨折诊治指南[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2018, 20 (11): 921-928.
- [5] 林振恩, 郑站, 陈学生, 等. 改良闭合复位技术治疗股骨颈骨折疗效分析[J]. *中国骨伤*, 2018, 31 (2): 115-119.
- [6] 张学全, 樊仕才, 黎惠金, 等. 带旋髂深血管骨瓣和股方肌骨瓣移植治疗青壮年Garden III-IV型股骨颈骨折的比较[J]. *中国骨伤*, 2015, 28 (9): 802-807.
- [7] 桂景雄, 王小平, 邓志成, 等. 闭合复位经皮微创加压空心螺钉内固定治疗股骨颈骨折的临床观察[J]. *创伤外科杂志*, 2015, 15 (4): 367-368.
- [8] 曾剑文, 张华亮, 谢建军, 等. 青壮年股骨颈骨折股骨近端空心钉锁定钢板固定效果评价[J]. *武警医学*, 2016, 27 (1): 20-22.
- [9] 庄至坤, 许志庆, 郭金花, 等. 中青年股骨颈骨折内固定术后股骨头坏死的相关因素[J]. *中国矫形外科杂志*, 2018, 26 (22): 2044-2049.
- [10] Zhang LL, Zhang Y, Ma X, et al. Multiple cannulated screws vs dynamic hip screws for femoral neck fractures: a meta-analysis [J]. *Orthopade*, 2017, 46 (11): 954-962.
- [11] FAITH-2 Investigators, Slobogean GP, Sprague S, et al. Fixation using alternative implants for the treatment of hip fractures (FAITH-2): design and rationale for a pilot multi-centre 2x2 factorial randomized controlled trial in young femoral neck fracture patients [J]. *Pilot Feasibil Stud*, 2019, 5: m70.
- [12] Parker MJ. The management of intracapsular fractures of the proximal femur [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2000, 82 (7): 937-941.
- [13] Stoffel K, Zderic I, Gras P, et al. Biomechanical evaluation of the femoral neck system in unstable Pauwels III femoral neck fractures: a comparison with the dynamic hip screw and cannulated screws [J]. *J Orthop Trauma*, 2017, 31 (3): 131-137.
- [14] Schopper C, Zderic I, Menze J, et al. Higher stability and more predictive fixation with the femoral neck system versus Hansson pins in femoral neck fractures Pauwels II [J]. *J Orthop Translat*, 2020, 24 (1): 88-95.
- [15] Sepehri A, Martinson J, Marchand LS, et al. Measuring lateral screw protuberance is a clinically accurate method for quantifying femoral neck shortening [J]. *J Orthop Trauma*, 2020, 34 (11): 600-605.
- [16] 万安营, 唐森. 直接前侧入路空心钉内固定治疗青壮年股骨颈骨折[J]. *中国矫形外科杂志*, 2019, 27 (18): 1648-1652.
- [17] 杨家赵, 周雪峰, 李黎, 等. 股骨颈动力交叉钉系统和倒三角空心钉治疗 Pauwels III 型股骨颈骨折疗效比较[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2021, 35 (9): 1111-1118.
- [18] 严才平, 王星宽, 向超, 等. 股骨颈动力交叉钉系统与空心加压螺钉治疗中青年股骨颈骨折的疗效比较[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2021, 35 (10): 1286-1292.
- [19] 杨亚军, 马涛, 张小钰, 等. 股骨颈动力交叉钉系统治疗股骨颈骨折近期疗效[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2021, 35 (5): 539-543.
- [20] 范智荣, 苏海涛, 周霖, 等. 新型股骨颈内固定系统治疗不稳定性股骨颈骨折的有限元分析[J]. *中国组织工程研究*, 2021, 25 (15): 2321-2328.
- [21] Tang YF, Zhang Z, Wang LM, et al. Femoral neck system versus inverted cannulated cancellous screw for the treatment of femoral neck fractures in adults: a preliminary comparative study [J]. *J Orthop Surg Res*, 2021, 16 (1): 504.
- [22] Hu HJ, Cheng JB, Feng ML, et al. Clinical outcome of femoral neck system versus cannulated compression screws for fixation of femoral neck fracture in younger patients [J]. *J Orthop Surg Res*, 2021, 16 (1): 370.
- [23] Zhou XQ, Li ZQ, Xu RJ, et al. Comparison of early clinical results for femoral neck system and cannulated screws in the treatment of unstable femoral neck fractures [J]. *Orthop Surg*, 2021, 13 (6): 1802-1809.
- [24] 张高伟, 王爱国, 李文祥, 等. 股骨颈系统固定 Pauwels III 型股骨颈骨折[J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (12): 1137-1140.

(收稿:2022-02-01 修回:2023-01-05)

(同行评议专家: 宋一平, 张子安, 郭开今, 冯虎)

(本文编辑: 郭秀婷)