

· 临床论著 ·

4枚与3枚空心钉固定 Pauwels III型股骨颈骨折比较

段强民, 李光磊, 张冰, 王宝鹏, 关育忠, 王冠, 吕新凯, 孙全省

(滨州医学院附属淄博市临淄区人民医院骨一科, 山东淄博 255400)

摘要: [目的] 比较4枚与3枚空心钉内固定 Pauwels III型股骨颈骨折的临床效果。[方法] 2014年1月—2018年11月, 70例 Pauwels III型股骨颈骨折患者纳入本研究, 采用抽签法将患者随机分为两组。其中, 35例采用4枚空心钉内固定(四钉组), 35例采用3枚空心钉内固定(三钉组), 比较两组患者围手术期情况、随访结果和影像资料。[结果] 两组患者均顺利完成手术, 术中未见血管及神经损伤。四钉组手术时间、术中出血量、切口总长度和术中透视时间均显著大于三钉组 ($P < 0.05$)。但是, 两组住院天数和恢复下地行走时间的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。随访18~48个月, 平均(26.41±5.02)个月。至末次随访时, 因股骨头坏死或骨不连行全髋置换, 四钉组为5/35 (14.26%), 三钉组为7/35 (20.00%)。随术后时间推移, 两组患者髋关节各向ROM均显著增加 ($P < 0.05$), Harris评分显著增加 ($P < 0.05$)。相应时间点, 四钉组各向髋ROM和Harris评分均显著优于三钉组 ($P < 0.05$)。影像方面, 两组患者骨折复位质量的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。但是, 四钉组股骨头颈短缩和颈干角均显著优于三钉组 ($P < 0.05$)。[结论] 4枚空心钉固定 Pauwels III型股骨颈骨折临床效果优于3枚空心钉固定。

关键词: Pauwels III型股骨颈骨折, 空心钉, 内固定, 临床效果

中图分类号: R683.42 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2022) 02-0113-06

Comparison of four versus three cannulated screws for internal fixation of Pauwels type III femoral neck fractures // DUAN Qiang-min, LI Guang-lei, ZHANG Bing, WANG Bao-peng, GUAN Yu-zhong, WANG Guan, LV Xin-kai, SUN Quan-sheng. Department of Orthopaedics, Linzi District People's Hospital of Zibo City, Binzhou Medical College, Zibo 255400, China

Abstract: [Objective] To compare the clinical outcomes of four versus three cannulated screws for internal fixation of Pauwels type III femoral neck fractures. [Methods] From January 2014 to November 2018, 70 patients with Pauwels type III femoral neck fracture were enrolled in this study and randomly divided into two groups by lottery. Among them, 35 patients had fractures fixed with 4 cannulated screws (the four-screw group), while the remaining 35 patients were treated with 3 cannulated screws (the three-screw group). Perioperative conditions, follow-up consequences and imaging data were compared between the two groups. [Results] All the patients in both groups had internal fixations performed successfully with no vascular and nerve injury. The four-screw group consumed significantly longer operative time, associated with significantly more intraoperative bleeding, total incision length and intraoperative fluoroscopy frequency than the three-screw group ($P < 0.05$). However, there were no significant differences in hospital stay and the time to resume walking between the two groups ($P > 0.05$). The follow-up period lasted for 18 to 48 months with a mean of (26.41±5.02) months. To the latest follow-up, total hip arthroplasty due to femoral head necrosis or nonunion was performed 5/35 (14.26%) in the four-screw group, whereas 7/35 (20.00%) in the three-screw group. The hip range of motion (ROM) in all directions and the Harris score was significantly increased over time in both groups ($P < 0.05$). At all the corresponding time points, the four-screw group proved significantly superior to the three-screw group in terms of ROMs and Harris scores ($P < 0.05$). With respect to radiographic evaluation, there was no significant difference in fracture reduction quality in term of Garden's alignment index between the two groups ($P > 0.05$). However, the four-screw group was significantly superior to the three-screw group in terms of femoral head and neck shortening and neck-shaft angle ($P < 0.05$). [Conclusion] The four cannulated screws used in internal fixation of Pauwels type III femoral neck fracture does achieve better clinical outcomes than the three cannulated screws.

Key words: Pauwels type III femoral neck fracture, cannulated screw, internal fixation, clinical results

Pauwels III型股骨颈骨折, 是临床上常见的髋部骨折, 见于高能量暴力损伤, 是一种极不稳定的骨

折。多见于中青年患者。空心螺钉内固定是目前广泛应用的固定方法，而 Pauwels III 型骨折剪切载荷大，3枚螺钉固定抗剪切能力较低^[1-3]，其治疗具有挑战性。生物力学研究显示^[4]，交叉构型结构可更好地对抗 Pauwels III 型股骨颈骨折所承受的剪切应力，更适合此类骨折固定。为进一步探讨空心钉固定 Pauwels III 型股骨颈骨折的具体技术方法，作者于2014年1月—2018年11月对70例 Pauwels III 型股骨颈骨折患者，进行3枚倒三角空心钉与4枚交叉构型结构空心钉内固定的随机对照比较，现报告如下。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准：(1) 单侧股骨颈骨折，影像符合 Pauwels III (图 1a, 1b, 图 2a, 2b)；(2) 损伤至手术时间在1个月以内；(3) 年龄<65岁；(4) 经医患沟通，患者愿采取空心螺钉内固定，且能积极、主动配合治疗，完成本临床随访。

排除标准：(1) 年龄<18岁或者>65岁；(2) 病理性股骨颈骨折；(3) 合并其他部位骨折；(4) 长期服用激素类药物存在骨质疏松；(5) 术后各种原因不能完成术后复查者。

1.2 一般资料

2014年1月—2018年11月，本院收治的股骨颈骨折70例患者符合上述标准，纳入本研究。采用抽签法随机将患者分为两组，每组35例。两组患者术前一般资料见表1。两组年龄、性别、体质指数 (body mass index, BMI)、Garden 分型、损伤至手术时间的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。本研究获医院伦理委员会批准 (2014 科研伦理审第 01 号)，患者或家属均签署知情同意书。

表 1 两组患者术前一般资料与比较

指标	四钉组 (n=35)	三钉组 (n=35)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	47.45±11.31	47.17±10.05	0.911
性别 (例, 男/女)	23/12	25/10	0.607
BMI (kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)	25.10±1.92	25.13±1.91	0.941
Garden 分型 (例, II/III/IV)	6/22/7	6/23/6	0.952
损伤至手术时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	29.97±9.32	30.89±6.06	0.629

1.3 手术方法

所有患者均实施连续硬膜外麻醉，患者仰卧于牵引床上，健侧固定于屈髋、屈膝 90°及外展 30°位，

患肢固定于牵引床上。先将患肢在外旋位进行牵引下外展并持续外旋，在完全外展位的情况下患肢内旋，而后逐渐内收至中立位。若复位时股骨头随着远端转动，则用1枚直径为2.5 mm 克氏针经髋关节前外侧将股骨头与髋臼固定。复位成功后，患肢外展 25°~30°，内旋 15°~20°牵引固定，牵引床整体向健侧倾斜 10°~15°使患侧股骨颈与地面平行，使侧位像上股骨头颈部与股骨干成一条直线，正、侧位透视出现双“S”征，复位标准达 Garden 指数 I 级标准。

四钉组：先从股骨大转子外侧垂直骨折线至股骨距横行置入1枚导针，侧位位于股骨头颈中心。在第1枚导针周围切开皮肤约1 cm，空心钻扩孔，测深后，拧入第1枚7.3 mm 空心螺钉对骨折断端进行加压坚强固定。再于股骨大粗隆下方3 cm 处以平行于股骨颈轴线方向沿股骨距置入股骨颈下方第2枚克氏针导针，C形臂X线机透视监测确保标准正位紧贴股骨颈下方髓腔内皮质，侧位于股骨头颈中心。再以第2根克氏针导针为基准，沿股骨颈后前上侧皮质、后侧皮质分别置入另2枚克氏针，正位上导针位于股骨颈中部，侧位上导针分别位于髓腔内紧贴股骨颈前侧及后侧骨皮质，使后3枚克氏针相互平行并呈倒三角形。然后在后3枚导针周围切开皮肤约1 cm，空心钻扩孔，分别沿克氏针置入7.3 mm 的3枚空心加压螺钉，使螺纹穿过骨折线，若股骨颈后侧及后内侧粉碎，则先拧紧前侧螺钉对股骨颈上方骨折端进行加压，减少向前成角形成 (图 1c, 1d)。X线机透视下确定螺钉位置满意后锁紧，冲洗切口后直接缝合。

三钉组：骨折复位，3枚空心钉置入同四钉组的后3枚钉置入，仅是没有置入第1枚空心钉 (图 2c, 2d)。

术前给予预防感染1次，术后常规低分子肝素钙预防血栓形成，术后8~24 h 后练习坐起及坐床边功能锻炼，避免直腿抬高运动。卧床期间并行股四头肌等长收缩练习，被动屈伸、内收外展及内旋外旋功能锻炼。2周后拄双拐渐行部分负重功能锻炼，逐步恢复患肢负重。

1.4 评价指标

记录两组围手术期资料，包括手术时间、术中出血量、切口长度、术中透视次数、住院天数及开始下地行走时间。采用恢复完全负重时间，髋关节活动度 (range of motion, ROM)，包括屈-伸、内旋-外旋和内收-外展 ROM，以及 Harris 评分评价临床状态。行影像学检查，采用 Garden 对线指数评价骨折复位质量；定期拍 X 线片，测量颈干角，测量股骨头颈长

度，即正位片股骨头穹顶点至大小转子连线中心的距离，股骨头颈短缩=健侧股骨头颈长度-患侧股骨头颈长度；观察影像骨折愈合时间，即骨折线模糊，有

连续骨痂通过骨折线的时间；评价空心钉是否退钉、松动、移位；根据X线片和MRI评价是否发生股骨头坏死。



图1 患者，男，43岁，高处坠落致右股骨颈骨折 1a, 1b: 术前右髋正侧位X线片示右股骨颈骨折，为Pauwels III型，Pauwel角为71° 1c, 1d: 术后2年正侧位X线片示骨折愈合良好，空心钉无松动，无髋内翻及股骨头坏死

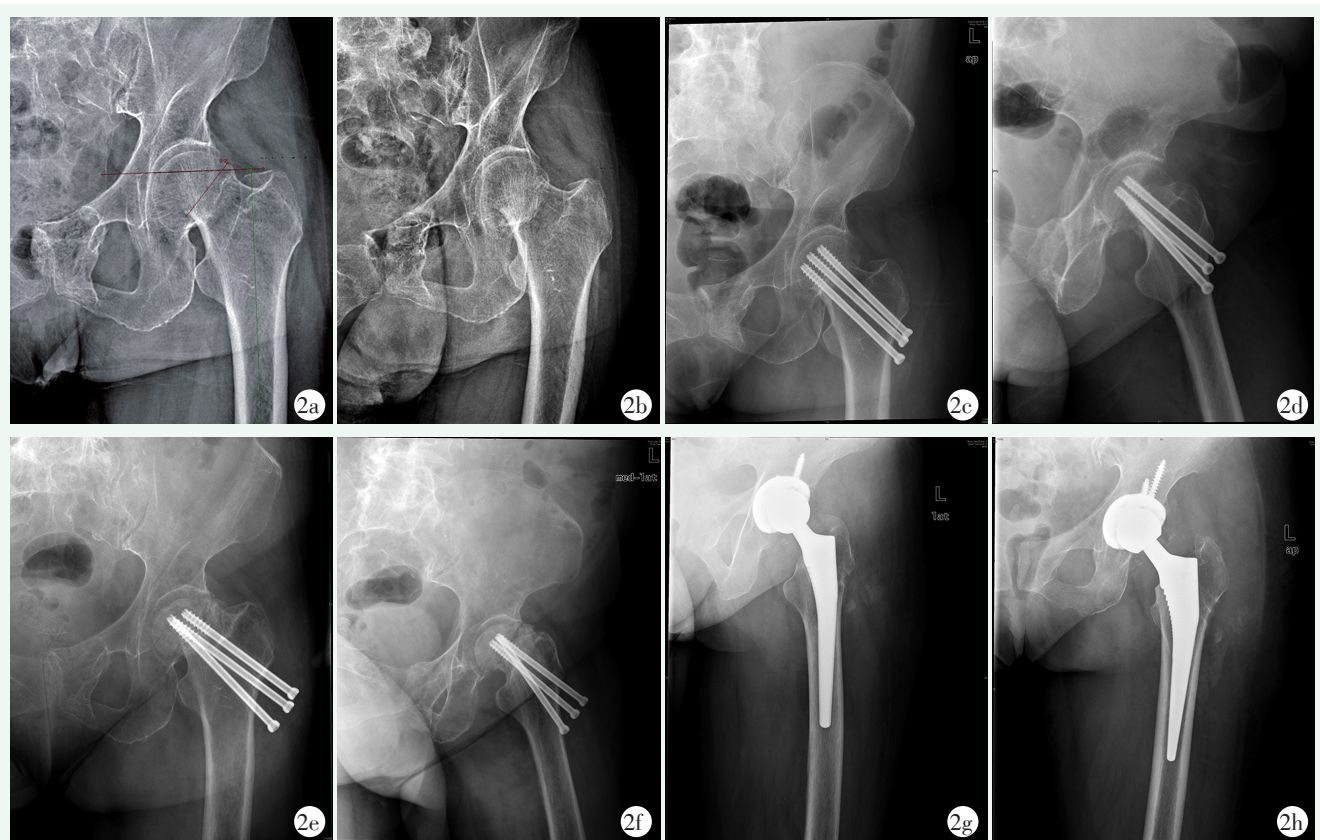


图2 患者，女，61岁，跌倒致左股骨颈骨折 2a, 2b: 术前左髋正侧位X线片示左股骨颈骨折，为Pauwels III型，Pauwel角为50.2° 2c, 2d: 术后2d左髋正侧位X线片示骨折复位满意，3枚空心钉的位置均良好 2e, 2f: 术后1年左髋正侧位X线片显示骨折未愈合、退钉、髋内翻及股骨头坏死 2g, 2h: 行左侧全髋关节置换翻修术后14个月，左髋正侧位X线片示假体位置良好

1.5 统计学方法

采用SPSS 22.0统计软件进行统计分析。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，组内时间点比较采用配对 T 检验或单因素方差分析；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。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期情况

两组患者顺利完成手术，术中未见血管及神经损伤。两组围手术期资料见表2。四钉组在手术时间、术中出血量、切口总长度和术中透视时间均显著大于三钉组 ($P < 0.05$)。但是，两组间在住院天数和恢复下地行走时间的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。术后两组患者手术切口均甲级愈合，无感染。两组各发生2例深静脉血栓形成，均为腘静脉以下血栓，表现为小腿胀痛，给予低分子肝素钙抗凝 6 000 IU 皮下注射，2次/d，持续1周，改为利伐沙班 10 mg 口服，1次/d，持续35 d，复查彩超血栓消失。两组均未发生肺栓塞、深部感染等严重并发症。

表2 两组围手术期资料 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	四钉组 (n=35)	三钉组 (n=35)	P 值
手术时间 (min)	55.00±6.00	45.00±10.00	<0.001
术中出血量 (ml)	13.74±1.54	11.34±1.75	<0.001
切口长度 (cm)	4.50±1.50	3.30±0.50	<0.001
术中透视次数 (次)	23.54±3.00	17.60±3.15	<0.001
住院天数 (d)	6.00±3.00	7.00±2.00	0.928
恢复下地时间 (d)	16.71±3.03	16.40±2.61	0.643

2.2 随访结果

所有患者均获随访，随访时间 18~48 个月，平均 (26.41±5.02) 个月。术后 18~48 个月，四钉组 5 例出现疼痛加重，影像确认股骨头坏死并塌陷，均行髋关节置换术；三钉组共 7 例出现疼痛，确认股骨头坏死并塌陷，其中 1 例合并骨不连，均行髋关节置换术。此 12 例患者行翻修手术的时间点设为末次随访。

两组患者随访资料见表3。四钉组恢复完全负重活动显著早于三钉组 ($P < 0.05$)。随术后时间推移，两组患者髋关节各向 ROM 均显著增加 ($P < 0.05$)，Harris 评分显著增加 ($P < 0.05$)。相应时间点，四钉组各向髋 ROM 和 Harris 评分均显著优于三钉组 ($P < 0.05$)。

2.3 影像学评估

影像学评估结果见表4。术后即刻影像显示两组患者骨折复位质量 (Garden 对线指数) 的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。与术后即刻相比，末次随访时

两组股骨头颈短缩均显著增加 ($P < 0.05$)，末次随访时四钉组的股骨头颈短缩显著小于三钉组 ($P < 0.05$)。与术后即刻相比，末次随访时两组颈干角均显著减小 ($P < 0.05$)，术后即刻两组间颈干角的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)，但是末次随访时四钉组的颈干角显著大于三钉组 ($P < 0.05$)。四钉组骨折愈合时间与三钉组的差异无明显统计学意义 ($P > 0.05$)，而两组在 25 周内相比，四钉组高于三钉组。至末次随访时，四钉组空心钉退钉发生率显著低于三钉组 ($P < 0.05$)，但是两组间骨折不愈合和股骨对坏死率的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

表3 两组随访结果 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	四钉组 (n=35)	三钉组 (n=35)	P 值
完全负重时间 (周)	27.00±3.00	29.00±2.00	0.049
伸-屈 ROM (°)			
术后 1 个月	91.00±9.00	85.00±14.00	<0.001
术后 3 个月	114.54±9.64	106.26±7.27	<0.001
末次随访时	136.00±10.00	125.00±5.00	<0.001
P 值	<0.001	<0.001	
内旋-外旋 ROM (°)			
术后 1 个月	15.00±7.00	12.00±5.00	0.002
术后 3 个月	25.00±6.00	17.00±5.00	<0.001
末次随访时	35.00±0.00	32.00±6.00	<0.001
P 值	<0.001	<0.001	
内收-外展 ROM (°)			
术后 1 个月	27.00±5.00	23.00±9.00	<0.001
术后 3 个月	50.00±5.00	42.00±5.00	<0.001
末次随访时	55.00±5.00	54.00±2.0	<0.001
P 值	<0.001	<0.001	
Harris 评分 (分)			
术后 1 个月	42.00±7.00	35.00±4.00	<0.001
术后 3 个月	53.23±2.91	47.77±3.82	<0.001
末次随访时	85.00±7.00	79.00±7.00	<0.001
P 值	<0.001	<0.001	

3 讨论

股骨颈骨折占成年人总骨折的 3.6%，股骨骨折的 28.21%，占我国股骨近端骨折的 51.97%^[5]，其中 Pauwels III 型中青年股骨颈骨折比较常见，通常是高能量创伤，具有挑战性的损伤^[6]。传统的 Pauwel 分型易受髋关节体位影响，改良的 Pauwels 分型^[7]，降低了髋关节体位的影响，逐渐被临床应用。该分型以

股骨干的解剖轴线为参考,再做一条与这条直线垂直的假想线,在股骨颈上画出骨折线并与假想线相交,这两条线间的夹角即为改良 Pauwels 角。

表4 两组患者影像评估结果与比较

指标	四钉组 (n=35)	三钉组 (n=35)	P 值
Garden 对线指数 (例, I/II/III/IV)	27/6	28/6	0.954
股骨头颈缩短 (mm, $\bar{x} \pm s$)			
术后即刻	2.00±1.00	1.00±1.00	0.414
末次随访	4.00±2.00	6.00±2.00	<0.001
P 值	<0.001	<0.001	
颈干角 (°, $\bar{x} \pm s$)			
术后即刻	128.00±3.00	129.00±2.00	0.616
术后1年	124.00±4.00	123±4.00	0.012
P 值	<0.001	<0.001	
骨折愈合时间 [例 (%)]			
<18 周	3 (8.57)	1 (2.86)	0.232
18~25 周	27 (77.14)	24 (68.57)	
≥25 周	5 (14.29)	10 (28.57)	
退钉 (例, 是/否)	5/30	13/22	0.029
骨折不愈合 (例, 是/否)	0/35	1/34	0.500
股骨头坏死 (例, 是/否)	5/30	7/28	0.526

股骨颈骨折属于关节内骨折,需解剖复位坚强固定,必须满足三个方面的要求:抗剪切力、抗张力和抗压力。股骨矩是股骨近端一个致密的垂直走向的骨板,在内侧起抗压力作用。空心钉具有创伤小、手术操作简单、感染率更低,手术时间短、出血少,恢复快^[8]的优势,且可降低骨折后股骨头囊内的压力,内固定材料费用低廉而得从到广泛应用。以压力为主的 Pauwels I 型和 II 型骨折 3 枚平行空心螺钉可垂直骨折线固定达到有效治疗,而 Pauwels III 型骨折中重力产生的剪切力占主导地位,3 枚空心螺钉很难达到垂直骨折线固定,并发症发生率较高^[9-12]。另有学者选择空心钉联合股骨颈内侧支撑钢板或 DSH,和 3 枚螺钉固定相比较具有较高抗剪切力,但前者手术时间较长、术中出血量和创伤较大^[13, 14]。与之相反,最新有学者研究认为,倒三角螺钉固定的治疗效果优于 DSH^[15]。同时,单纯 DSH 控制扭力也小于 3 枚螺钉固定效果^[16]。研究显示,横向松质拉力螺钉可提高抗剪切力并增加了固定稳定性^[17-20]。1 枚空心螺钉横向加压螺钉联合 3 枚相互平行的空心螺钉辅助固定,术后可形成立体的空间牢固固定^[4, 21-23],空心螺钉分散分布的皮质支撑固定,在扭转、垂直负载及所

能承受的最大垂直负载方面可取得良好效果^[24, 25]。本研究发现,两组在术后早期下地时间无明显差异的情况下,完全负重时间、股骨颈缩短、退钉及颈干角比较均有显著统计学意义 ($P<0.01$)。笔者认为与以下因素有关:(1)四钉组横向加压螺钉骨折断端间密切接触,有利于骨折间直接愈合,减少术后负重后再次接触及间接愈合概率;(2)四钉组横向加压螺钉与股骨颈张力骨小梁有类似结构,有一定的抗张力作用,增加了对股骨头的把持力;(3)四钉组固定相对牢固,患者可早期进行功能锻炼有利于功能康复。虽然四钉组优点较多,但也有一定的不足:(1)在置入横向加压钉时,在正位 X 线片上应位于股骨头中部,侧位 X 线片上应位于股骨头略偏前方,以避免与后方股骨距上方皮质骨支撑螺钉发生相互阻挡情况,故增加了手术难度;(2)增加了手术时间、术中出血量、手术切口及透视辐射。同时,理论上也增加医疗费用及感染风险等。

Pauwels III 型股骨颈骨折剪切力大、不稳定,对内固定的要求较高。4 枚空心钉内固定可预防骨折不愈合和早期内固定失效,具有更强的抗剪切力作用,值得应用与推广。当然,本研究不足之处在于:未考虑骨密度因素,且样本量较小及随访时间较短,仍需大样本、多中心、长期随访的前瞻性研究以验证本研究的结论。

参考文献

- [1] Stockton DJ, Dua K, O'Brien PJ, et al. Failure patterns of femoral neck fracture fixation in young patients [J]. Orthopedics, 2019, 42 (4): e376-e380.
- [2] Liporace F, Gaines R, Collinge C, et al. Results of internal fixation of Pauwels type-3 vertical femoral neck fractures [J]. J Bone Joint Surg Am, 2008, 90 (8): 1654-1659.
- [3] Bliven E, Sandriesser S, Augat P, et al. Biomechanical evaluation of locked plating fixation for unstable femoral neck fractures [J]. Bone Joint Res, 2020, 9 (6): 314-321.
- [4] 刘阳,周力,陶剑锋,等. Pauwels III 型股骨颈骨折:平行与交叉构型螺钉固定的生物力学研究 [J]. 山东医药, 2010, 50 (44): 10-13.
- [5] 张英泽. 临床创伤骨科流行病学[M]. 北京:人民卫生出版社, 2014: 2-5.
- [6] Slobogean GP, Sprague SA, Scott T, et al. Complications following young femoral neck fractures [J]. Injury, 2015, 46 (3): 484-491.
- [7] Wang SH, Yang JJ, Shen HC, et al. Using a modified Pauwels method to predict the outcome of femoral neck fracture in relatively young patients [J]. Injury, 2015, 46 (10): 1969-1974.
- [8] 刘儒. Pauwels III 型股骨颈骨折的手术方式选择及近期疗效比较 [J]. 广州医科大学学报, 2017, 45 (1): 49-52.

- [9] 王刚, 章乐成, 严超等. 空心螺钉内固定治疗股骨颈骨折预后与 Pauwels 分型及 Garden 分型相关性研究 [J]. 国际骨科学杂志, 2019, 40 (5) : 311-314.
- [10] Huang TW, Hsu WH, Peng KT, et al. Effect of integrity of the posterior cortex in displaced femoral neck fractures on outcome after surgical fixation in young adults [J]. *Injury*, 2011, 42 (2) : 217 - 222.
- [11] Enocson A. The vertical hip fracture—a treatment challenge a cohort study with an up to 9 year follow-up of 137 consecutive hips treated with sliding hip screw and antirotation screw [J]. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2012, 13: 1121-1126.
- [12] Slobogean GP, Sprague SA, Scott T, et al. Management of young femoral neck fractures: is there a consensus [J]. *Injury*, 2015, 46 (3) : 435-440.
- [13] 陈翔, 魏东, 任广宗, 等. Meta 分析股骨内侧支撑钢板结合空心螺钉治疗 Pauwels III 型股骨颈骨折的疗效 [J]. 中国组织工程研究, 2020, 24 (6) : 931-937.
- [14] Ye Y, Hao J, Mauffrey C, et al. Optimizing stability in femoral neck fracture fixation [J]. *Orthopedics*, 2015, 38 (10) : 625-630.
- [15] Cui H, Wei W, Shao Y, et al. Finite element analysis of fixation effect for femoral neck fracture under different fixation configurations published online ahead of print [J]. *Comput Methods Biomech Biomed Engin*, 2021, 6: 1-8.
- [16] Swiontkowski MF, Harrington RM, Keller TS, et al. Torsion and bending analysis of internal fixation techniques for femoral neck fractures: the role of implant design and bone density [J]. *J Orthop Res*, 1987, 5 (2) : 433-444.
- [17] Guimarães JAM, Rocha LR, Noronha Rocha TH, et al. Vertical femoral neck fractures in young adults: a closed fixation strategy using a transverse cancellous lag screw [J]. *Injury*, 2017, 48 (1) : 10-16.
- [18] Galal S, Nagy M. Non-parallel screw fixation for femoral neck fractures in young adults [J]. *J Clin Orthop Trauma*, 2017, 8 (3) : 220-224.
- [19] Kuan FC, Hsu KL, Lin CL, et al. Biomechanical properties of off-axis screw in Pauwels III femoral neck fracture fixation: Bicortical screw construct is superior to unicortical screw construct [J]. *Injury*, 2019, 50 (11) : 1889-1894.
- [20] Dong Q, Han Z, Zhang YG, et al. Comparison of transverse cancellous lag screw and ordinary cannulated screw fixations in treatment of vertical femoral neck fractures [J]. *Orthop Surg*, 2019, 11 (4) : 595-603.
- [21] 殷浩, 周恩昌, 潘政军, 等. 4 枚空心钉与 3 枚空心钉结合支持钢板内固定治疗 Pauwels III 型股骨颈骨折的有限元分析 [J]. 中国组织工程研究, 2019, 23 (32) : 5133-5137.
- [22] 李鹏, 罗建平, 彭学政. 闭合复位经皮 4 枚空心钉 F 形置钉内固定治疗 Pauwels III 型年轻股骨颈骨折的临床分析 [J]. 医学理论与实践, 2019, 32 (3) : 380-382.
- [23] 黄科, 韩成龙, 温洪鹏. 不同数量空心钉内固定治疗股骨颈骨折的比较研究 [J]. 临床医学工程, 2019, 26 (5) : 597-598.
- [24] Lindequist S. Cortical screw support in femoral neck fractures: a radiographic analysis of 87 fractures with a new mensuration technique [J]. *Acta Orthop Scand*, 1993, 64 (3) : 289-293.
- [25] 王立江. 不同钉位布局空心螺钉固定股骨颈骨折的生物力学研究 [D]. 河北医科大学, 2008.

(收稿:2021-10-13 修回:2021-11-11)

(本文编辑: 闫承杰)