

· 荟萃分析 ·

股骨颈系统与空心钉固定股骨颈骨折的荟萃分析[△]

冀家琛^{1,2}, 董亮², 王敏², 黄小强^{3*}

(1. 西安医学院, 陕西西安 710068; 2. 西安交通大学附属红会医院骨科, 陕西西安 710054;
3. 陕西省中西医结合医院, 陕西西安 710082)

摘要: [目的] 系统评价股骨颈系统 (femoral neck system, FNS) 与空心加压螺钉 (cannulated compression screws, CCS) 治疗青壮年股骨颈骨折的临床疗效。[方法] 检索 PubMed、Embase、Cochrane Library、中国知网、万方数据库、维普数据库建库—2022年3月有关 FNS 与 CCS 治疗股骨颈骨折的临床研究, 对符合要求的文献采用 NOS 量表进行评价, 提取文献数据, 采用 RevMan 5.4 软件进行荟萃分析。[结果] 共纳入 10 篇文献, 均为回顾性队列研究, 其中 324 例患者采用 FNS 治疗, 374 例患者采用 CCS 治疗。荟萃分析结果显示, FNS 组术中透视次数、术后下地时间、骨折愈合时间、股骨颈短缩长度、Harris 评分结果均优于 CCS 组 ($P < 0.05$); CCS 组术中出血量、切口长度小于 FNS 组 ($P < 0.05$); FNS 组股骨颈短缩, 内固定失效发生率均少于 CCS 组 ($P < 0.05$)。两组手术时间、住院时间、骨不连及股骨头坏死发生情况比较差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。[结论] FNS 治疗青壮年股骨颈骨折与传统 CCS 比较, 患者下地负重时间及骨折愈合时间更早, 内固定失效率低, 并且能较好维持股骨颈长度, 利于术后髋关节功能的恢复。

关键词: 股骨颈骨折, 骨折内固定术, 股骨颈系统, 空心螺钉, 荟萃分析

中图分类号: R683.42 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2023) 03-0220-06

Femoral neck system versus cannulated compression screws for femoral neck fracture: a meta-analysis // Ji Jia-chen^{1,2}, Dong Liang², Wang Min², Huang Xiao-qiang³. 1. Xi'an Medical College, Xi'an 2710068, China; 2. Department of Orthopedics, Honghui Hospital, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710054, China; 3. Shanxi Hospital of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, Xi'an 710082, China

Abstract: [Objective] To compare the clinical outcomes of femoral neck system versus cannulated compression screws for femoral neck fracture in young and middle-aged patients by a meta-analysis. [Methods] The electronic databases were searched before March 2022, including PubMed, Embase, Cochrane Library, Wanfang, CNKI, and VIP databases for published researches on FNS versus CCS for femoral neck fracture. RevMan 5.4 software was used to conduct meta-analysis of the data. [Results] A total of 10 articles were included into this study, involving 324 patients who had FNS used, while 374 patients who had CCS performed. As results of the meta-analysis, the FNS group proved significantly superior to the CCS group in terms of the fluoroscopy frequency, postoperative weight-bearing time, fracture healing time, femoral neck shortening length, and Harris score ($P < 0.05$), whereas the FNS group was significantly inferior to the CCS group in the intraoperative blood loss and incision length ($P < 0.05$). In addition, the FNS group was significantly superior to the CCS group in terms of occurrence of internal fixation failure and the femoral neck shortening ($P < 0.05$). However, there were no significant differences in operation time, hospital stay, incidences of nonunion and avascular necrosis of the femoral head between the two groups ($P > 0.05$). [Conclusion] The FNS takes advantages of earlier postoperative weight-bearing activity, earlier fracture healing, lower incidences of femoral neck shortening and internal fixation failure over the CCS for internal fixation of femoral neck fractures in young and the middle-aged, and is beneficial to recover the hip functional capacity.

Key words: femoral neck fracture, internal fixation of fracture, femoral neck system, cannulate screw, meta-analysis

股骨颈骨折患者中青壮年患者虽仅占 3%, 但其致伤原因不同于老年患者常见的摔伤, 而是多为交通

事故或高处坠落等高能量损伤^[1]。这使骨折 Pauwels 角常 $> 50^\circ$, 巨大的剪切力使断端极不稳定, 给骨折复

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.03.06

[△]基金项目:陕西省重点研发基金项目(编号:2019SF-192);陕西省自然科学基金基础研究计划项目(编号:2022JM-546)

作者简介:冀家琛,在读研究生,研究方向:创伤骨科,(电话)17691135445(电子信箱)jjc0504@163.com

* 通信作者:黄小强,(电子信箱)huangxq73@163.com

位和固定都造成很大困难^[2]。再加上创伤对股骨颈血供破坏严重,导致术后股骨颈短缩、骨不连,股骨头坏死等并发症发生率较高,严重影响患者术后的髋关节功能和生活自理能力^[3]。所以青壮年的股骨颈骨折目前仍是临床上一个未解决的问题^[4]。传统的空心加压螺钉(cannulated compression screws, CCS)内固定术具有微创置入、抗旋稳定等优点,但是也存在因断钉、退钉、内固定切割等问题,造成约18%的二次手术率,并且术后股骨颈短缩、骨不连、股骨头坏死等发生率也较高^[5]。股骨颈系统(femoral neck system, FNS)是一种新型的内固定物,经多项生物力学实验研究证明FNS有较好的力学优势^[6,7]。但应用于临床时间较短,其临床疗效是否能优于CCS,目前仍存在争议。

文章通过收集汇总现有的关于FNS与CCS治疗股骨颈骨折的临床研究,通过荟萃分析的方法对两种术式的手术时间、术中出血量、术中透视次数、切口长度、住院时间、下地时间、骨折愈合时间等临床资料及术后并发症发生情况进行评估比较。以期为青壮年股骨颈骨折患者的临床治疗方案选择提供理论依据。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准:(1)研究对象为FNS或CCS治疗的单侧股骨颈骨折患者,性别不限,年龄<60岁;(2)结局指标包括手术时间、术中出血量、骨折愈合时间、Harris评分等临床指标及术后并发症;(3)研究类型包括随机对照试验,前瞻性或回顾性队列研究;(4)文献中数据可被提取。

排除标准:(1)非临床试验,生物力学实验、动物实验、综述;(2)无法提取完整试验数据或未明确描述术后并发症发生情况的文献;(3)同一作者重复发表的论文;(4)质量较低的文献。

1.2 检索策略

检索PubMed、Embase、Cochrane Library、中国知网、万方数据库、维普数据库,并对符合纳入标准的检索文献中的参考文献进行手动检索。英文检索词为:“femoral neck fractures, internal fixators, cannulated compression screws, femoral neck system”;中文检索词为:“股骨颈骨折、空心螺钉、内固定术、股骨颈动力交叉钉系统、股骨颈系统”。采用主题词+自由词相结合的形式进行检索,尽可能地提高文献查全

率。检索时间为各数据库建库至2022年3月。

1.3 文献筛选、数据提取与评估

由2名研究者独立使用EndNote X9文献管理软件阅读文献标题及摘要对文献进行初步筛选,对纳入文献产生分歧,第3名研究者加入进行讨论,得出一致意见决定是否纳入。回顾性队列研究试验采用Newcastle-Ottawa Scale (NOS)量表通过研究人群选择,组间可比性和结果测量3个方面进行质量评价,满分为9分^[8]。由研究团队成员协商打分,评分>5分的文献评为高质量文献,纳入荟萃分析。

1.4 统计学方法

采用Cochrane协作网提供的Review Manager 5.4软件对纳入文献进行数据分析。先根据 I^2 检验分析各文献间的异质性: $I^2<50%$ 表示异质性较低,采取固定效应模型(FEM)分析; $I^2>50%$ 表示异质性较高,通过敏感性分析查找异质性来源,若异质性仍高采用随机效应模型(REM)分析。连续性变量用均数差(MD)或标准均数差(SMD)进行统计描述;二分类变量用比值比(OR)或危险度比值(RR)进行描述统计。分别计算各结局指标的95%CI, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 文献检索结果及质量评价

共检索到137篇文献,剔除重复文献后阅读摘要初步筛选出19篇文献,再精读全文,排除不符合纳入标准的文献,最终纳入10篇文献进行荟萃分析(详细流程见图1)。10篇文献均为回顾性队列研究,采用NOS量表进行文献质量评价,其中5篇8分,3篇7分,2篇6分。10篇文献共包括698例股骨颈骨折患者,其中FNS组324例,CCS组374例,文献基本特征及患者基线特征详见表1。

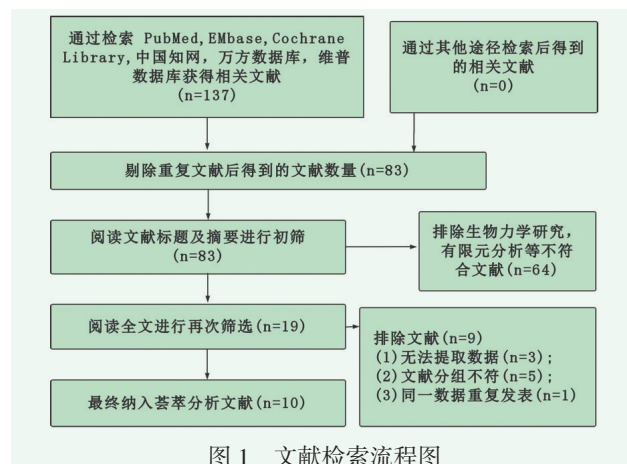


图1 文献检索流程图

表 1 纳入文献基本特征

作者, 时间	研究类型	分组	例数	性别 (男/女)	平均年龄 (岁)	随访时间 (个月)	研究指标	NOS 评分
任程 ^[9] , 2021	队列研究	CCS	38	19/19	48.8±10.1	11.7±3.4	①②⑥⑦⑨⑩⑫⑬	8
		FNS	32	16/16	49.4±11.0	11.5±2.9		
熊巍 ^[10] , 2021	队列研究	CCS	57	42/15	53.2±11.3	15.1±1.6	①②③⑤⑦⑨⑩⑫⑬	8
		FNS	62	38/24	54.0±13.0	14.6±1.7		
杨家赵 ^[11] , 2021	队列研究	CCS	31	17/14	43.4±12.0	11.1±2.7	①②④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑫⑬	8
		FNS	28	17/11	48.5±9.4	10.7±3.1		
严才平 ^[12] , 2021	队列研究	CCS	58	38/20	46.9±8.3	13.6 (6~18)	①②⑦⑨⑩⑫⑬	7
		FNS	24	10/14	47.3±5.9	7.3 (3~12)		
杨亚军 ^[13] , 2021	队列研究	CCS	19	12/7	41.2	≥6	①②③⑦⑨⑬	6
		FNS	15	9/6	42.0	≥6		
He C ^[14] , 2021	队列研究	CCS	36	22/14	47.6±10.3	16.9±3.0	①③⑤⑦⑨⑩⑫⑬	8
		FNS	33	18/15	50.6±10.3	16.9±3.0		
Zhou XQ ^[15] , 2021	队列研究	CCS	30	12/18	53.1±7.2	10~22	①②⑤⑥⑩⑫⑬	7
		FNS	30	12/18	54.5±6.7	10~22		
Hu H ^[16] , 2021	队列研究	CCS	24	14/10	50.5±9.3	≥6	①②⑦⑧⑨⑩⑫⑬	7
		FNS	20	12/8	50.5±8.5	≥6		
Tang Y ^[17] , 2021	队列研究	CCS	45	37/8	54.8±11.7	14~24	①②③④⑤⑦⑨⑩⑫⑬	8
		FNS	47	34/13	57.4±15.0	14~24		
Zhang YZ ^[18] , 2022	队列研究	CCS	36	22/11	52.5±10.7	≥6	①⑤⑨⑩⑬	6
		FNS	33	21/15	57.6±11.9	≥6		

表注: 研究指标①手术时间; ②术中出血量; ③术中透视次数; ④切口长度; ⑤住院时间; ⑥下地负重时间; ⑦骨折愈合时间; ⑧股骨颈短缩长度; ⑨股骨颈短缩例数; ⑩内固定失效; ⑪骨不连; ⑫股骨头坏死; ⑬Harris 评分

2.2 荟萃分析结果

2.2.1 手术时间

10 篇文献^[9-18]均比较了两组的手术时间。各研究之间异质性较高 ($I^2=92%$), 进行敏感性分析后异质性仍存在, 故采用随机效应模型进行分析, 结果显示: FNS 组与 CCS 组手术时间比较差异无统计学意义 ($MD=-5.18, 95\%CI: -11.6\sim 1.25, P=0.11$)。

2.2.2 术中出血量

9 篇文献^[9-17]比较了两组的术中出血量。各研究之间异质性较高 ($I^2=90%$), 进行敏感性分析后异质性仍存在, 故采用随机效应模型进行分析, 结果显示: CCS 组术中出血量显著少于 FNS 组 ($MD=15.25, 95\%CI: 7.07\sim 23.44, P<0.001$)。

2.2.3 术中透视次数

4 篇文献^[10, 13, 14, 17]比较了两组的术中透视次数。各研究之间异质性较高 ($I^2=80%$), 进行敏感性分析后异质性仍存在, 故采用随机效应模型进行分析, 结果显示: FNS 组术中透视次数显著少于 CCS 组 ($MD=-8.53, 95\%CI: -10.27\sim -6.78, P<0.001$)。

2.2.4 切口长度

2 篇文献^[11, 17]比较了两组的切口长度。各研究之间异质性较高 ($I^2=70%$), 进行敏感性分析后异质性仍存在, 故采用随机效应模型进行分析, 结果显示: CCS 组切口长度显著小于 FNS 组 ($MD=0.46, 95\%CI: 0.03\sim 0.89, P=0.04$)。

2.2.5 住院时间

6 篇文献^[10, 11, 14, 15, 17, 18]比较了两组的住院时间。各研究之间异质性较高 ($I^2=58%$), 进行敏感性分析后发现 Tang^[17]的研究对异质性影响较大, 剔除该文献后各研究间异质性较低 ($I^2=30%$), 故采用固定效应模型进行分析, 结果显示: FNS 组与 CCS 组住院时间比较差异无统计学意义 ($MD=-0.07, 95\%CI: -0.31\sim 0.17, P=0.57$)。

2.2.6 术后下地时间

3 篇文献^[9, 11, 15]比较了两组的术后下地时间。各研究之间异质性较高 ($I^2=90%$), 进行敏感性分析后发现任程^[9]的研究对异质性影响较大, 剔除该文献后各研究间异质性较低 ($I^2=0%$), 故采用固定效应模

型进行分析,结果显示:FNS组术后下地时间显著早于CCS组($MD=-0.82$, $95\%CI: -1.48\sim-0.16$, $P=0.01$)。

2.2.7 骨折愈合时间

8篇文献^[9-14, 16, 17]比较了两组的骨折愈合时间。各研究之间异质性较高($I^2=89\%$),进行敏感性分析后异质性仍存在,故采用随机效应模型进行分析,结果显示:FNS组骨折愈合时间显著早于CCS组($SMD=-0.96$, $95\%CI: -1.55\sim-0.37$, $P=0.001$)。

2.2.8 髋关节 Harris 评分

10篇文献^[9-18]均比较了两组的Harris评分。各研究之间异质性较高($I^2=87\%$),进行敏感性分析后异质性仍存在,故采用随机效应模型进行分析,结果显示:FNS组Harris评分显著高于CCS组($MD=4.38$, $95\%CI: 2.43\sim6.32$, $P<0.001$)。

2.2.9 股骨颈短缩长度及发生率

9篇文献^[9-14, 16-18]比较了两组股骨颈短缩例数,各研究之间异质性低($I^2=0\%$),采用固定效应模型,结果显示: $OR=0.44$, $95\%CI: 0.29\sim0.66$, $P<0.0001$;2篇文献^[11, 16]比较了两组术后股骨颈短缩长度,研究之间异质性低($I^2=0\%$),采用固定效应模型结果为:FNS组术后股骨颈短缩发生率显著低于CCS组($MD=-2.16$, $95\%CI: -3.30\sim-1.01$, $P<0.001$)。

2.2.10 内固定失效

8篇文献^[9-11, 14-18]比较了两组术后内固定失效情况,各研究之间异质性低($I^2=0\%$),采用固定效应模型,结果显示:FNS组术后内固定失效发生率显著低于CCS组($OR=0.25$, $95\%CI: 0.12\sim0.51$, $P<0.001$)。

2.2.11 骨不连

6篇文献^[10, 12, 14-17]比较了两组骨不连发生例数,各研究之间异质性低($I^2=0\%$),采用固定效应模型,结果显示:FNS组与CCS组术后骨不连发生率的差异无统计学意义($OR=0.49$, $95\%CI: 0.22\sim1.09$, $P=0.08$)。

2.2.12 股骨头坏死

7篇文献^[9-12, 15-17]比较了两组股骨头坏死发生例数,各研究之间异质性低($I^2=0\%$),采用固定效应模型,结果显示:FNS组与CCS组术后股骨头坏死发生率差异无统计学意义($OR=0.44$, $95\%CI: 0.19\sim1.04$, $P=0.06$)。

2.3 发表偏倚分析

以纳入股骨颈短缩的文献为例制作漏斗图,对纳入文献进行发表偏倚评价。漏斗图结果显示左右较为

对称,呈上窄下宽倒漏斗状,提示发表偏倚不明显。

3 讨论

青壮年股骨颈骨折患者的手术治疗首要目标是保留股骨头,避免股骨头坏死;其次是能通过牢靠固定在促进骨折愈合的前提下,尽量避免股骨颈短缩;并且对于迫切回归社会的年轻患者来说,术后能早期下地活动,能早期恢复自理能力和髋关节功能也尤为重要^[19]。3枚CCS倒“品”字置钉是治疗的经典术式,能经皮微创置入,手术操作简单并且可以通过对断端动态加压来促进愈合^[20, 21]。但既往研究证明,相较于其他内固定物,CCS的力学不够稳定,在术后容易出现因退钉、断钉、螺钉切割等内固定失效问题导致二次手术^[22]。FNS也具有微创置入和滑动加压的优点,并且国内外的多项生物力学实验及有限元分析已证明了其优秀的力学稳定性,而其临床疗效是否能优于CCS需大量临床研究进行评估。FNS于2020年逐步开始在国内应用于临床,目前国内外现有的临床研究较少,并且单个研究病例数较少,因此需要通过循证医学的方法对FNS的临床疗效进行评价。

本研究通过荟萃分析方法对10篇文献中698例患者(FNS组:324;CCS组:374)的临床资料进行汇总分析。FNS组在术中透视次数、术后下地时间、骨折愈合时间、股骨颈短缩长度、髋关节Harris评分的对比中显著优于CCS组,在并发症对比中FNS组内固定失效率及股骨颈短缩发生率也显著低于CCS组。由于FNS需切开置入而CCS往往可以经皮置钉,所以在术中出血量和切口长度的比较中CCS有显著优势,但各项研究中FNS术中出血量均值也均<100ml,切口长度约为4.5cm,创伤也较小,符合微创理念。CCS置入需要在透视下平行置入3枚导针,而在后续置入中往往也需要在透视下调整螺钉的位置与深度从而导致术中透视次数及手术时间的增加。虽然两组手术时间对比无显著差异,但是多项研究指出,FNS在初步应用临床时由于手术医师的操作不够熟练导致了时间的延长^[11, 12, 17]。FNS在透视下确定中心导针位置准确后即可在导向器的辅助下完成整套内固定物的置入,透视次数少能减少手术室电离辐射对患者和医护人员的危害。FNS的动力棒及侧面钢板提供了稳定的成角稳定性,这种力学优势使得患者可以早期下地活动,减少了卧床并发症并且促进了骨折愈合,并且稳定的一体化结构对预防股骨颈短缩也具有优势。

股骨颈短缩是术后最常见的并发症，复位的不充分导致骨折端嵌插和术中对断端过分加压过多均会导致早期的股骨颈短缩，随着下地活动对断端的挤压和骨折愈合对骨质的吸收也会导致股骨颈的进一步短缩^[23]。杨家赵等^[11]发现股骨颈短缩后往往伴随着内固定物的侧向突出，而FNS的动力化设计可以使得15 mm内的短缩不会造成内固定物侧向突出，CCS就容易因退钉而导致患者出现大腿外侧激惹症状。Yin等^[20]的研究认为：股骨颈短缩>5 mm就可能会出现不同程度的髋关节疼痛和外展功能受限。若短缩超过10 mm则会出现疼痛、跛行等症状，影响髋关节功能及生存质量。所以这可能也是FNS组术后髋关节评分显著优于CCS组的重要原因。骨不连及股骨头坏死是股骨颈骨折术后最严重的并发症^[24]。在青壮年患者术后有较高的发生率：骨不连及股骨头坏死的发生率分别为16%~59%、11%~86%^[19]，严重影响术后的生活质量及髋关节功能^[25]。造成骨不连及股骨头坏死的原因是多样的，伤后骨折断端对血供的直接破坏以及囊内出血引起的“填塞效应”都严重影响股骨头的供血^[26]。骨折的复位质量不佳和内固定物不能维持复位至骨折愈合等原因也会增加骨不连及股骨头坏死风险^[27, 28]。现有研究中FNS组与CCS组骨不连及股骨头坏死发生率并无明显差异，但是各研究中FNS组发生骨不连及股骨头坏死例数均少于CCS组。分析原因可能为：(1) FNS组术后随访时间普遍小于CCS组，而股骨头坏死发生常在术后1年以上，FNS组可能因随访时间短而未观测到骨不连及股骨头坏死的发生^[29]；(2) FNS固定牢靠，能较好地维持骨折复位，下地时间早，促进了骨折愈合；(3) FNS能较好地维持股骨颈长度，而股骨颈短缩是术后骨不连及股骨头坏死发生的重要危险因素^[30]；(4) 根据Zhao等^[31]的研究证明：外周置钉的CCS在置入过程有较大风险对股骨颈残留血供造成医源性破坏。而符合中心置钉原则的FNS或将因减少了对股骨颈残余血供的破坏，而减少骨不连及股骨头坏死的发生。但这仍需后续更多的临床研究以及更长的随访时间去证明。

文章的局限性：(1) 由于FNS应用于临床时间短，相关临床研究的样本数较少，随访时间较短，研究中部分指标异质性较高，导致最终结果存在一定偏倚；(2) 目前关于FNS与CCS对比的研究均为回顾性队列研究，缺少大样本得前瞻性随机对照实验来进一步验证FNS的临床疗效；(3) FNS为新的内固定物，不同医师在学习手术操作水平存在差异，可能

导致一定的临床异质性。综上所述，FNS治疗青壮年股骨颈骨折有较为满意的临床疗效。可以微创置入，内固定失效发生率较低。患者术后可早期下地，在缩短骨折愈合时间的同时能较好地维持股骨颈长度，利于术后髋关节功能的恢复。

参考文献

- [1] 张长青, 张英泽, 余斌, 等. 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.
- [2] Panteli M, Rodham P, Giannoudis PV. Biomechanical rationale for implant choices in femoral neck fracture fixation in the non-elderly[J]. Injury, 2015, 46(3): 445-452.
- [3] Levack AE, Gausden EB, Dvorzhinskiy A, et al. Novel treatment options for the surgical management of young femoral neck fractures[J]. J Orthop Trauma, 2019, 33(Suppl 1): S33-S37.
- [4] Collinge CA, Mir H, Reddix R. Fracture morphology of high shear angle "vertical" femoral neck fractures in young adult patients[J]. J Orthop Trauma, 2014, 28(5): 270-275.
- [5] Xia Y, Zhang W, Zhang Z, et al. Treatment of femoral neck fractures: sliding hip screw or cannulated screws? A meta-analysis[J]. J Orthop Surg Res, 2021, 16(1): 54.
- [6] Stoffel K, Zderic I, Gras F, 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.
- [7] 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: 88-95.
- [8] Stang A. Critical evaluation of the Newcastle-Ottawa scale for the assessment of the quality of nonrandomized studies in meta-analyses[J]. Eur J Epidemiol, 2010, 25(9): 603-605.
- [9] 任程, 马腾, 李明, 等. 股骨颈动力交叉钉系统固定治疗中青年股骨颈骨折的近期疗效评价[J]. 中华创伤骨科杂志, 2021, 23(9): 769-774.
- [10] 熊巍, 易敏, 龙成, 等. 股骨颈动力交叉钉系统与倒三角形空心螺钉固定治疗成人股骨颈骨折的疗效比较[J]. 中华创伤骨科杂志, 2021, 23(9): 748-753.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] He C, Lu Y, Wang Q, et al. Comparison of the clinical efficacy of a femoral neck system versus cannulated screws in the treatment of femoral neck fracture in young adults[J]. BMC Musculoskel Dis-

- ord, 2021, 22 (1) : 994.
- [15] 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.
- [16] Hu H, Cheng J, Feng M, 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.
- [17] Tang Y, Zhang Z, Wang L, 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.
- [18] Zhang YZ, Lin Y, Li C, et al. A comparative analysis of femoral neck system and three cannulated screws fixation in the treatment of femoral neck fractures: a six-month follow-up [J]. *Orthop Surg*, 2022, 14 (4) : 686-693.
- [19] Medda S, Snoop T, Carroll E A. Treatment of young femoral neck fractures [J]. *J Orthop Trauma*, 2019, 33 (Suppl 1) : S1-S6.
- [20] Yin H, Pan Z, Jiang H. Is dynamic locking plate (Targon FN) a better choice for treating of intracapsular hip fracture? A meta-analysis [J]. *Int J Surg*, 2018, 52 : 30-34.
- [21] 仇赛,季晓娟,陆永刚. 3 枚与 4 枚空心钉固定 Pauwels III 型股骨颈骨折对比 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (6) : 552-555.
- [22] Shu DP, Xiao YP, Bei MJ, et al. Dynamic compression locking system versus multiple cannulated compression screw for the treatment of femoral neck fractures: a comparative study [J]. *BMC Musculoskel Disord*, 2020, 21 (1) : 230.
- [23] Haider T, Schnabel J, Hochpochler J, et al. Femoral shortening does not impair functional outcome after internal fixation of femoral neck fractures in non-geriatric patients [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2018, 138 (11) : 1511-1517.
- [24] 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.
- [25] Lazaro LE, Dyke JP, Thacher RR, et al. Focal osteonecrosis in the femoral head following stable anatomic fixation of displaced femoral neck fractures [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2017, 137 (11) : 1529-1538.
- [26] 王满宜,危杰. 股骨颈骨折临床研究的若干问题与新概念 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2003, 5 (1) : 5-9.
- [27] Wang Y, Ma JX, Yin T, et al. Correlation between reduction quality of femoral neck fracture and femoral head necrosis based on biomechanics [J]. *Orthop Surg*, 2019, 11 (2) : 318-324.
- [28] 陈志清,刘智,田永刚,等. 股骨头缺血坏死 MRI 分期与坏死指数的相关性 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (3) : 220-223.
- [29] Zalavras CG, Lieberman JR. Osteonecrosis of the femoral head: evaluation and treatment [J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2014, 22 (7) : 455-464.
- [30] Sung YB, Jung EY, Kim KI, et al. Risk factors for neck shortening in patients with valgus impacted femoral neck fractures treated with three parallel screws: Is bone density an affecting factor [J]. *Hip Pelvis*, 2017, 29 (4) : 277-285.
- [31] Zhao D, Qiu X, Wang B, et al. Epiphyseal arterial network and inferior retinacular artery seem critical to femoral head perfusion in adults with femoral neck fractures [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2017, 475 (8) : 2011-2023.

(收稿:2022-02-09 修回:2022-09-27)

(同行评议专家: 陈 滨 徐鹏刚 丁汉飞)

(本文编辑: 宁 桦)