

· 论著 · 骨骼肌肉 ·

动力交叉钉系统内固定与空心加压螺钉内固定治疗青中年创伤性股骨颈骨折的疗效及生物力学观察

单晓威^{1,*} 张显¹ 王久清¹ 马航¹ 曹佳庆²

1.河南大学第一附属医院骨科(河南 开封 475000)

2.上海市第六人民医院(上海 200031)

【摘要】目的 探究动力交叉钉系统(FNS)内固定与空心加压螺钉(CCS)内固定治疗青中年创伤性股骨颈骨折(TFNF)的疗效,并评估其对患者生物力学的影响。**方法** 将38例2022年3月至2023年9月于上海市第六人民医院接受FNS内固定治疗的青中年TFNF患者纳入研究组,并收集同期进行CCS内固定治疗的38例青中年TFNF患者纳入对照组。收集两组患者的临床资料,对比两组在临床疗效及生物力学特性上的差异,并记录术后1年内的并发症发生情况。**结果** 两组患者在术前Harris髋关节评分及住院时长方面的差异不显著($P>0.05$);研究组术后第3个月Harris髋关节评分高于对照组,且其骨折愈合时间短于对照组($P<0.05$)。研究组的股骨应力峰值、位移峰值均低于对照组($P<0.05$);术后1年内,研究组总并发症发生率较对照组低($P<0.05$)。**结论** NS内固定治疗青中年TFNF患者中显示出更佳的疗效,能够有效提升髋关节功能,加速骨折愈合过程,优化应力分布,并具有较高的安全性。

【关键词】 创伤性股骨颈骨折;青中年;动力交叉钉系统;空心加压螺钉;生物力学特性;疗效

【中图分类号】 R683.42

【文献标识码】 A

DOI:10.3969/j.issn.1009-3257.2026.1.045

Efficacy and Biomechanics of Internal Fixation with FNS and CCS in the Treatment of Traumatic Femoral Neck Fractures in the Young and Middle-aged

SHAN Xiao-wei^{1,*}, ZHANG Xian¹, WANG Jiu-qing¹, MA Hang¹, CAO Jia-qing².

1.Department of Orthopedics, The First Affiliated Hospital of Henan University, Kaifeng 475000, Henan Province, China

2.Shanghai Sixth People's Hospital, Shanghai 200031, China

Abstract: Objective To investigate the efficacy of internal fixation with femoral neck system (FNS) and cannulated compression screw (CCS) in the treatment of traumatic femoral neck fractures (TFNF) in the young and middle-aged, and evaluate their impact on biomechanics. **Methods** A total of 38 young and middle-aged patients with TFNF who underwent internal fixation with FNS at Shanghai Sixth People's Hospital from March 2022 to September 2023 were included in the study group. Meanwhile, 38 young and middle-aged patients with TFNF who underwent internal fixation with CCS were selected as the control group. Clinical data of the two groups were collected. The differences in clinical efficacy and biomechanical characteristics between the two groups were analyzed. The occurrence of complications within 1 year after surgery was recorded. **Results** Preoperative Harris hip scores and hospital stay of the two groups were comparable ($P>0.05$). At 3 months after surgery, Harris hip score of the study group was higher than that of the control group, and fracture healing time was shorter than that of the control group ($P<0.05$). Peak stress and displacement of the femur in the study group were smaller than those in the control group ($P<0.05$). The total incidence of complications in the study group within 1 year after surgery was lower than that in the control group ($P<0.05$). **Conclusion** Compared with internal fixation with CCS, internal fixation with FNS exhibits better efficacy in the treatment of young and middle-aged patients with TFNF since it can effectively improve hip function, accelerate fracture healing, and optimize stress distribution, with high safety.

Keywords: Traumatic Femoral Neck Fracture; Young and Middle-aged; Femoral Neck System; Cannulated Compression Screw; Biomechanical Characteristic; Efficacy

创伤性股骨颈骨折(TFNF)是临床常见的骨折类型之一,通常由剧烈撞击、从高处跌落或交通事故等外部力量引发^[1]。随着我国经济水平的提升及人口老龄化问题的日益严峻,TFNF的发病率正逐年攀升^[2]。临床上,TFNF治疗以内固定手术为主,涵盖动力交叉钉系统(FNS)内固定和空心加压螺钉(CCS)内固定两种^[3]。FNS内固定是一种新型内固定方法,具有操作简便、创伤小等优点;CCS内固定则是一种传统的内固定方法,具有骨折稳定性好、疗效确切等优点^[4]。然而,青壮年不同于老年人,其的股骨颈大多骨骼坚韧,在正常的轻微外力作用下很难

造成骨折,治疗难度较大^[5];且关于两种内固定方法在青中年TFNF治疗中的疗效及生物力学特性比较尚无定论。鉴于此,本研究旨在分析FNS内固定与CCS内固定治疗青中年创伤性股骨颈骨折的疗效及生物力学特性,以为临床医生在治疗此类骨折时提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性收集上海市第六人民医院在2022年3月至2023年9月期间收治的38例接受FNS内固定治疗的青中年

【第一作者】 单晓威,男,主治医师,主要研究方向:骨科创伤、关节。E-mail: shanxw688@163.com

【通讯作者】 单晓威

TFNF患者为研究组，并收集同阶段行CCS内固定治疗的青中年TFNF患者38例为对照组。对照组：男女性别比为27：11，年龄23~54(37.25±9.38)岁；骨折部位分布：左侧20例、右侧18例；病因：交通事故24例、摔伤8例、高处坠落伤6例。研究组：男女性别比为25：13，年龄21~53(38.18±9.47)岁；骨折部位分布：左侧22例、右侧16例；病因：交通事故21例、摔伤9例、高处坠落伤8例。两组患者在基线资料方面不存在明显区别($P>0.05$)。

纳入标准：年龄介于18~60岁之间；经影像学检查确诊为单侧TFNF；意识清楚，具备良好沟通能力。排除标准：合并其他部位严重骨折或软组织损伤；患有严重的心、肝、肾等器质性疾病；陈旧性骨折；长期饮酒史或曾接受激素类药物治

疗；凝血功能障碍、骨质疏松或免疫系统异常等。
1.2 方法 对照组行CCS内固定治疗，具体操作：患者取仰卧位，实施全身麻醉或蛛网膜下腔麻醉，并安装下肢牵引床；在C型臂X线机辅助下，使用闭合复位技术，通过牵引和手法复位，使骨折部位尽可能恢复至解剖位置；在透视引导下，确定进钉点，通常选择侧股骨大粗隆下方作为进钉点，平行股骨颈轴线置入3枚空心螺钉，下方螺钉贴紧股骨，上方2枚螺钉分散平行置入(一枚接近后方骨皮质，一枚靠近前方骨皮质)，形成倒“品”字形，并在透视下确认钉子的位置和稳定性，最后缝合手术切口。研究组实施FNS内固定治疗，具体操作：术前准备与对照组相同，麻醉后取平卧位，安装下肢牵引床；在C型臂X线机辅助透视下，通过牵引和手法复位股骨颈骨折部位，并进行常规消毒；在患侧股骨大粗隆下方向远端做一约5厘米的纵向切口，逐层切开皮肤、皮下组织及阔筋膜张肌，分

离股外侧肌，电凝止血，充分暴露股骨近端；于股骨颈正侧位中心置入FNS动力棒导针，深至软骨下骨5毫米；以导针引导，依次打入主钉钢板、抗旋螺钉，锁定螺钉后进行加压处理，最后冲洗术区并缝合手术切口。两组患者术后均接受关节活动、肌力训练、负重训练等康复训练，以促进骨折愈合和功能恢复。

1.3 观察指标 (1)疗效：对比两组患者在手术前以及术后第三个月的髋关节功能恢复情况、骨折愈合时间以及住院时长。髋关节功能评估采用Harris髋关节评分系统^[6]，该系统从活动范围、疼痛等四个关键维度进行全面评价，满分为100分，分数越高表示髋关节功能越佳。(2)生物力学：利用有限元分析方法对两种不同的内固定技术进行生物力学模拟，并比较在不同固定方法下的股骨应力峰值和位移峰值。(3)并发症：详细记录两组患者术后1年内出现的感染、股骨头坏死等并发症情况。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 23.0 处理数据。计数资料采用卡方检验或秩和检验；计量资料表示为“ $\bar{x} \pm s$ ”，以t检验。检验水准取 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 疗效 两组患者在术前Harris髋关节评分及住院时长方面的差异不显著($P>0.05$)；在术后第3个月Harris髋关节评分、骨折愈合时间方面，研究组显著优于对照组($P<0.05$)。见表1。

2.2 生物力学 研究组的股骨应力峰值、位移峰值均低于对照组($P<0.05$)。见表2。

2.3 并发症 术后1年内，研究组及对照组总并发症发生率分别为5.26%和21.05%，研究组显著低($P<0.05$)。见表3。

表1 两组疗效比较

组别	n	Harris髋关节评分(分)		骨折愈合时间(月)	住院时长(天)
		术前	术后		
研究组	38	33.61±4.13	77.64±2.73	3.15±0.81	11.34±2.46
对照组	38	35.11±4.26	71.55±2.24	4.27±0.78	12.09±2.86
t值		1.558	10.631	6.140	1.226
P值		0.123	<0.001	<0.001	0.224

表2 两组生物力学比较

组别	n	股骨应力峰值(mPa)	位移峰值(mm)
研究组	38	63.52±4.97	33.62±4.12
对照组	38	73.18±5.64	41.53±4.67
t值		7.921	7.830
P值		<0.001	<0.001

表3 两组并发症比较[n(%)]

组别	n	感染	创伤性关节炎	股骨头坏死	骨折不愈合或延迟愈合	合计
研究组	38	1(2.63)	0(0.00)	0(0.00)	1(2.63)	2(5.26)
对照组	38	3(7.89)	2(5.26)	1(2.63)	2(5.26)	8(21.05)
χ^2 值						4.146
P值						0.042

3 讨论

近年来,由于青中年人群活动量大,容易受到外力撞击,同时骨骼密度尚未达到峰值,抗冲击能力相对较弱,导致青中年TFNF多发^[7]。本研究发现,相较于传统的CCS内固定,FNS内固定疗法在治疗青中年TFNF患者时,展现出更为显著的疗效,有助于提升患者髌关节功能及促进骨折愈合。这可能是由于:CCS内固定是一种传统的内固定方法,可通过股骨颈内置入多枚空心螺钉,依靠螺钉的压缩效应,使骨折两端紧密贴合,以加速愈合过程^[8];3枚空心钉以倒“品”字形排列,形成一个稳定的立体结构,不仅稳固骨折端,还能维持股骨颈的正常生理尺寸和角度,有利于骨折恢复^[9]。而FNS内固定作为一种创新的固定技术,以其操作简便、创伤小等优势受到青睐^[10]。该系统利用两枚交叉钉固定骨折部位,有效分散应力,降低骨折端的剪切力,有助于骨折愈合。在固定过程中,FNS能持续对骨折端施压,促进骨折面紧密贴合,加速愈合,同时具备良好的稳定性,便于患者术后早期进行功能锻炼,助力髌关节功能的恢复;且该方法稳定性好,患者在术后可以较早进行功能锻炼,有助于恢复髌关节功能。此外,FNS在手术过程中对软组织的损伤较小,有利于患者术后恢复,缩短愈合时间。

同时,本研究还发现,FNS内固定能显著改善青中年TFNF患者的股骨应力峰值和位移峰值,且具有一定安全性。分析原因在于:FNS的双钉交叉固定相较于空心加压螺钉的单钉固定,稳定性更佳,有效防止骨折端移位^[11];且该系统中的防旋螺钉与主钢板成角度固定,可提供更强的抗剪力 and 抗旋转力,减少骨折移位的可能,有助于患者术后快速恢复股骨的正常应力分布,降低应力峰值和位移峰值。FNS在固定过程中,通过钉子与骨组织的摩擦力及钉子间的相互作用力,将骨折端紧密固定,更符合股骨颈的生物力学特性^[12],有利于降低并发症发生风险。相比之下,CCS内固定容易造成局部应力集中,增加骨折愈合过程中的并发症风险。

综上所述,与CCS相比,FNS内固定治疗在改善青中年TFNF患者髌关节功能、骨折愈合情况、生物力学特性方面具有显著优势,且安全可靠。

参考文献

- [1] 黄海, 欧阳钧. 内固定治疗成人股骨颈骨折的研究进展[J]. 中国临床解剖学杂志, 2023, 41(6): 751-753.
- [2] 赵璐萍, 李菊. 快优康复护理在老年股骨颈骨折微创全髌关节置换术围手术期的应用效果[J]. 山西医药杂志, 2020, 49(18): 2546-2547.
- [3] 赵俊, 陈昌胜, 徐众华, 等. 股骨颈内固定系统与单纯空心螺钉内固定治疗65岁以下股骨颈骨折的比较[J]. 中国组织工程研究, 2023, 27(36): 5823-5827.
- [4] 王凤丽, 徐咏梅, 李高玉, 等. 股骨颈系统与空心螺钉固定股骨颈骨折的比较[J]. 中国矫形外科杂志, 2023, 31(24): 2221-2225.
- [5] 肖芳繁, 胡婷, 吴敏, 等. 微创空心钉内固定联合PRP技术治疗中青年股骨颈头下型骨折的临床研究[J]. 中国医学创新, 2024, 21(13): 93-96.
- [6] 陈守勃, 王文怀, 吴珊瑚, 等. 髌关节镜下空心钉固定青壮年股骨颈骨折[J]. 中国矫形外科杂志, 2023, 31(18): 1644-1650.
- [7] 崔学良, 李贺, 石柳, 等. 经皮加压钢板与空心加压螺钉治疗中青年移位股骨颈骨折的疗效比较[J]. 中国骨伤, 2023, 36(3): 226-231.
- [8] 曾妮, 张奕, 廖永成, 等. 骨科手术机器人辅助空心螺钉内固定治疗中青年股骨颈骨折的护理[J]. 护理研究, 2024, 38(15): 2802-2805.
- [9] 阿里木江·玉素甫, 阿卜杜吾普尔·海比尔, 阿不都拉·阿不来提, 等. 股骨颈动力交叉钉联合空心钉治疗Pauwels II型中青年股骨颈骨折的有限元分析[J]. 中国组织工程研究, 2025, 29(15): 3095-3100.
- [10] 覃祺, 阿里木江·玉素甫, 刘宇哲, 等. 股骨颈动力交叉钉系统与空心螺钉治疗股骨颈骨折疗效的Meta分析[J]. 实用临床医药杂志, 2024, 28(2): 63-72.
- [11] 朱春晖, 刘刚, 陈伟. 股骨颈动力交叉钉系统与空心加压螺钉治疗中青年Pauwels III型股骨颈骨折的疗效比较[J]. 中国微创外科杂志, 2024, 24(9): 610-616.
- [12] 张文彬, 周琴, 吕良友, 等. 股骨颈动力交叉钉系统和空心螺钉内固定治疗中青年股骨颈骨折的早期疗效对比[J]. 骨科, 2024, 15(4): 357-361.

(收稿日期: 2025-05-19)

(校对编辑: 翁佳鸿)