

骨科机器人辅助股骨颈动力交叉钉系统治疗股骨颈骨折

王曦竹, 陈依民, 韩巍, 费晗, 张雪, 李凌, 王军强

(首都医科大学附属北京积水潭医院智能骨科, 北京 100035)

【摘要】 目的: 比较骨科机器人辅助股骨颈动力交叉钉系统(femoral neck system, FNS)和传统徒手操作 FNS 治疗股骨颈骨折的临床疗效。方法: 回顾性分析 2021 年 6 月至 2022 年 6 月北京积水潭医院智能骨科连续收治的 62 例 <65 岁股骨颈骨折患者的临床资料, 按照是否采用骨科机器人辅助手术分为两组: 试验组 30 例, 年龄 34~56 岁, 采用骨科机器人辅助导航, 闭合或有限切开复位后行 FNS 内固定; 对照组 32 例, 年龄 33~54 岁, 采用传统徒手操作, 闭合或有限切开复位后行 FNS 内固定。分析比较两组住院时间、手术时间、术中出血量、术中透视次数。术后 6 个月采用髋关节 Harris 评分评估两组髋关节功能恢复情况。结果: 62 例股骨颈骨折均顺利完成手术。试验组和对照组术中出血量比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。试验组手术时间短于对照组 [42.1 (28.5, 50.7) min vs. 53.4 (36.9, 62.5) min, $Z=-2.338$, $P=0.019$]; 试验组术中 X 线透视次数少于对照组 [8.0 (6.0, 11.0) 次 vs. 15.0 (13.0, 17.0) 次, $Z=-5.960$, $P<0.001$]。两组术后 6 个月随访时髋关节 Harris 评分比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。结论: 与徒手操作 FNS 相比, 骨科机器人辅助 FNS 治疗股骨颈骨折可缩短手术时间, 减少术中透视次数, 在髋关节功能恢复上两者治疗效果相当。

【关键词】 骨科机器人; 股骨颈骨折; 股骨颈动力交叉钉系统; 手术治疗; 围术期护理

中图分类号: R683.42

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.20230955

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Orthopaedic robot assisted femoral neck dynamic cross fixation system for the treatment of femoral neck fractures

WANG Xi-zhu, CHEN Yi-min, HAN Wei, FEI Han, ZHANG Xue, LI Ling, WANG Jun-qiang (Intelligent Orthopaedics Department, Beijing Jishuitan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100035, China)

ABSTRACT Objective To explore and compare the clinical efficacy of orthopedic robot assisted femoral neck system (FNS) and traditional manual FNS in the treatment of femoral neck fractures in middle-aged and young people. **Methods** The clinical data of 62 consecutive patients with femoral neck fracture and age less than 65 years old admitted to the Intelligent Orthopaedic Department of Beijing Jishuitan Hospital from June 2021 to June 2022 were retrospectively analyzed. According to whether orthopedic robot-assisted surgery the patients were divided into two groups: 30 patients aged 34 to 56 years old were treated with orthopedic robot assisted FNS internal fixation after closed or limited open reduction (experimental group); 32 patients aged 33 to 54 years old underwent FNS internal fixation after closed or limited open reduction (control group). The age, gender, time from injury to admission, average hospital stay, surgical duration, intraoperative bleeding volume, and intraoperative fluoroscopy frequency of two groups of patients were analyzed and compared. The hip joint function in both groups of patients was evaluated using the Harris hip joint scoring standard at 6 months after surgery. **Results** All 62 patients with femoral neck fractures successfully completed the surgery. There was no significant difference ($P>0.05$) between the experimental group and the control group in terms of baseline data such as age, gender, time from injury to admission, time from admission to surgery and the intraoperative bleeding. The surgical duration of the experimental group was significantly shorter than that of the control group [42.1 (28.5, 50.7) min vs. 53.4 (36.9, 62.5) min, $Z=-2.338$, $P=0.019$]. The intraoperative X-ray fluoroscopy frequency of the experimental group was significantly lower than that of the control group [8.0 (6.0, 11.0) times vs. 15.0 (13.0, 17.0) times, $Z=-5.960$, $P<0.001$]. In terms of postoperative hip joint function, there was no significant difference in Harris score between the two groups of patients at 6-month follow-up ($P>0.05$). **Conclusion** Compared with manual operation of FNS, orthopedic robot assisted FNS in the treatment of femoral neck fractures can help shorten surgical time, reduce intraop-

基金项目: 国家重点研发计划诊疗装备与生物医用材料重点专项(编号: 2022YFC2407500); 北京自然科学基金-海淀原始创新联合基金(编号: L202028); 北京积水潭医院院级科研基金(编号: 2023OSR-GCZX202201)

Fund program: National Key Research and Treatment Equipment and Biomedical Materials (No. 2022YFC2407500)

通讯作者: 王军强 E-mail: drw-jq1997@163.com

Corresponding author: WANG Jun-qiang E-mail: drw-jq1997@163.com

erative fluoroscopy frequency, and have similar therapeutic effects on long-term hip joint function recovery.

KEYWORDS Orthopaedic robot; Femoral neck fracture; Femoral neck dynamic cross nail system; Surgical treatment; Perioperative care

股骨颈骨折主要发生于老年人, 占髋部骨折的 48%~54%^[1-2]。对于绝大部分股骨颈骨折患者, 首选手术治疗^[2]。临床上通常将年龄<65 岁的股骨颈骨折患者定义为“年轻患者”, 年龄>75 岁的患者定义为“老年患者”, 而 65~75 岁的患者尚无明确区分^[2-3]。对年轻患者和骨骼条件较好的老年患者, 手术治疗的目的是尽量保留股骨头、避免股骨头坏死, 并达到骨性愈合, 一般首选闭合或切开复位内固定^[2,4]。常用的手术内固定方式有空心螺钉、动力髋螺钉和股骨颈动力交叉钉系统(femoral neck system, FNS)等。近年来 FNS 被越来越多地应用于临床, 其具有缩短骨折愈合时间、降低术后并发症、利于患者术后早期恢复生活自理能力等优势^[5-7]。在手术操作技术上, FNS 要求主钉沿股骨颈中心放置从而保证良好的固定效果, 因此徒手操作的术者而言, 其手术技术要求较高, 术者往往难以在短时间内将螺钉置入合理位置。目前关于骨科机器人辅助 FNS 治疗<65 岁股骨颈骨折临床疗效的报道较少, 因此, 本研究回顾性分析 2021 年 6 月至 2022 年 6 月北京积水潭医院智能骨科收治的 62 例<65 岁股骨颈骨折患者的临床资料, 比较骨科机器人辅助 FNS 和传统徒手操作 FNS 治疗股骨颈骨折的疗效, 现报告如下。

1 资料与方法

1.1 病例选择

纳入标准: 年龄 18~65 岁; X 线和(或)CT 平扫诊断为股骨颈骨折; 单侧骨折; 骨折时间<2 周; 患者知情同意。排除标准: 病理性骨折; 患者合并严重的心脑血管疾病; 多发创伤; 开放性骨折; 陈旧性股骨颈骨折; 既往有股骨颈骨折手术史; 合并有先天性骨骼肌肉系统疾病。

1.2 一般资料

本研究纳入股骨颈骨折患者 62 例, 按照是否采用骨科机器人辅助手术分为两组: 试验组 30 例, 年龄 34~56(45.6±5.1)岁, 采用骨科机器人辅助导航, 闭合或有限切开复位后行 FNS 内固定。对照组 32 例, 年龄 33~54(44.8±4.6)岁, 采用传统徒手操作, 闭合或有限切开复位后行 FNS 内固定。两组年龄、性别、受伤至入院时间比较差异无统计学意义 ($P>0.05$), 具有可比性, 见表 1。本研究通过北京积水潭医院医学伦理委员会批准(编号: 积伦试审字第 20150504 号), 所有患者知情同意并签署知情同意书。

1.3 仪器和设备

试验组采用天玑骨科机器人系统(北京天智航

表 1 两组股骨颈骨折患者一般临床资料的比较

Tab.1 Comparison of the general clinical data between two groups of patients with femoral neck fractures

组别	例数	年龄 ($\bar{x}\pm s$)/岁	性别/例		受伤至入院时间 [$M(P25, P75)$]/d
			男	女	
试验组	30	45.6±5.1	16	14	3.0(1.00, 4.00)
对照组	32	44.8±4.6	19	13	2.0(2.00, 3.75)
检验值		$t=0.152$	$\chi^2=0.230$		$Z=0.639$
P 值		0.698	0.632		0.424

医疗科技股份有限公司, 中国), 整套系统由光学跟踪系统、手术规划系统、导航系统、移动式 6 自由度机器人组成(图 1)。天玑骨科机器人系统通过术前骨折区域 CT 扫描, 允许术者根据实时 CT 在规划系统上完成螺钉路径规划, 之后光学追踪系统指导机械臂定位到规划路径, 并由导航系统和光学追踪系统实时监测, 引导导针和空心钉的准确置入。



图 1 “天玑”骨科机器人系统

Fig.1 The components of the TiRobot System

1.4 手术方法

1.4.1 骨折复位 患者取平卧位, 采取椎管内麻醉或全身麻醉满意后, 患髋抬高 10°~15°, 仰卧位于牵引床上, 适当外展牵引后内收、内旋患肢进行骨折闭合复位。复位质量按 Garden 指数, 即前后位 X 线片上股骨头压力骨小梁的中轴线与股骨干内侧皮质呈 160°, 侧位 X 线片上股骨头中心线与股骨干纵轴尽可能为 180°, 否则认为闭合复位不理想。维持牵引, 常规术区消毒铺无菌手术单, 完成铺单后再次透视检查复位, 若闭合复位满意, 则准备进行 FNS 的置入; 如闭合复位不满意, 则采用改良 Smith-Peterson 入路切开复位, 逐层分离, “T”形切开发节囊, 显露骨

折端,克氏针固定股骨头,骨拨等器械辅助复位,透视见骨折复位满意后维持复位。

1.4.2 骨科机器人辅助 FNS 置入 试验组在完成消毒铺单步骤之后,先将示踪器安装于髌前上棘,调试机器,机身位置锁定。在完成闭合或切开复位之后,采用术中 CT 机扫描患侧髋关节,获取图像数据并在机器人系统工作站内进行路径规划,路径规划中螺钉长轴和股骨干纵轴夹角通常为 130°,长度至软骨下 5 mm,位于股骨颈中心位置。路径规划完成后,机器人机械臂自动运行至规划位置,术者在机械臂导向器的辅助下向股骨颈方向打入 1 枚导针,针尖距离软骨下 5 mm,随后稍靠近端位置,在股骨颈

内置入 1 枚平行于导针方向的抗旋转克氏针,防止股骨头旋转。抗旋转克氏针的位置尽量靠近股骨颈上缘,侧位上尽量避开股骨颈中央,再次透视确认骨折复位和导针位置满意。取患侧大腿近端外侧小转子水平与股骨干侧位纵轴交点处长 3~5 cm 切口,逐层分离至股骨外侧皮质,测深、扩孔并轻轻敲入 FNS (Depuy Synthes, 瑞士)股骨颈动力棒(图 2)。见股骨外侧钢板贴附居中满意后钻孔拧入锁定螺钉 1~2 枚,最后沿导向器置入长度合适的抗旋螺钉 1 枚。透视 FNS 位置,满意后取出抗旋克氏针,冲洗并逐层缝合伤口,无菌敷料包扎。典型病例图片见图 2。

1.4.3 徒手操作 FNS 置入 传统手术操作置入导

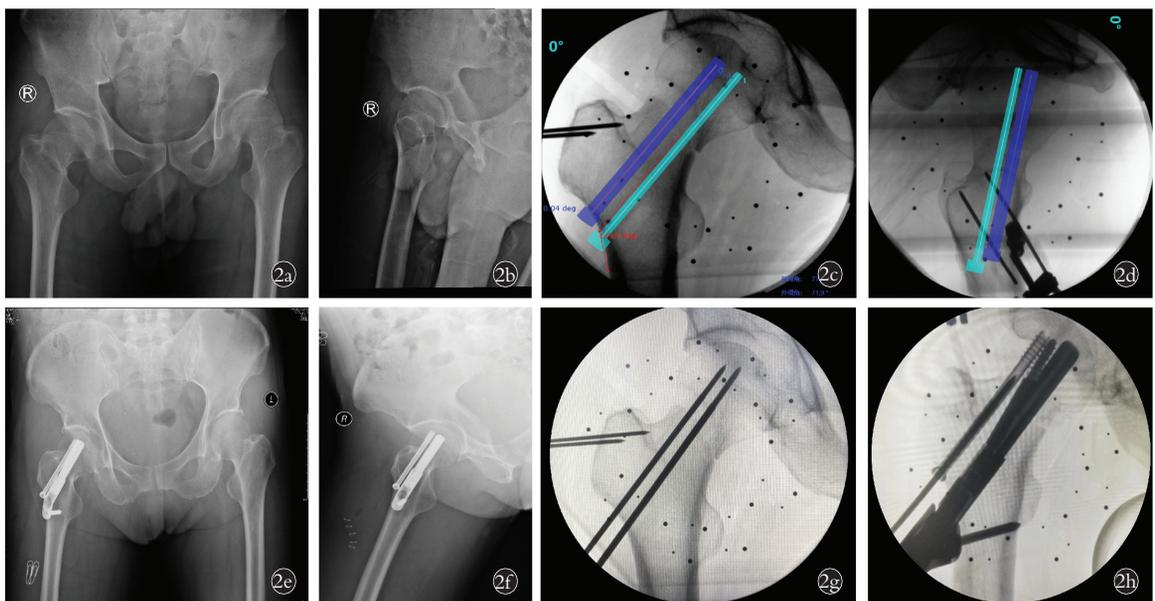


图 2 患者,女,52 岁,右侧股骨颈骨折 **2a.** 术前双髋关节正位 X 线示右侧股骨颈骨折,Garden III 型 **2b.** 术前右髋关节侧位 X 线片示右侧股骨颈骨折 **2c.** 术中完成闭合复位后,天玑骨科机器人右髋关节正位透视平片 FNS 和抗旋转空心螺钉放置通道的规划示意图,注意到由于该病例股骨颈骨折闭合复位过程困难,复位后术者检查骨折端稳定性较差,因此决定除置入 FNS 外,再置入抗旋转空心螺钉 1 枚,青色通道为 FNS 通道,紫色通道为抗旋转空心钉通道 **2d.** 术中完成闭合复位后,天玑骨科机器人辅助下在右髋关节侧位透视平片上做 FNS 和抗旋转空心螺钉放置通道规划示意图,青色通道为 FNS 通道,紫色通道为抗旋转空心钉通道 **2e.** 术后第 1 天,双髋关节正位 X 线示 FNS 和抗旋转克氏针置入位置满意 **2f.** 术后第 1 天,右髋关节侧位 X 线片示 FNS 和抗旋转克氏针置入位置满意 **2g.** 置入抗旋转克氏针和 FNS 导针后,右髋关节正位透视片示位于上方的抗旋转克氏针和下方的 FNS 导针,两者呈平行放置 **2h.** 置入 FNS 和抗旋转空心钉后,右髋关节正位透视片示沿预设通道置入的 FNS 和抗旋转空心钉

Fig.2 A 52-year-old female patient was diagnosed with a right femoral neck fracture **2a.** Preoperative double hip AP X-ray film showed right femoral neck fracture,type Garden III **2b.** Preoperative lateral X-ray of the right hip showed a fracture of the right femoral neck **2c.** After the intraoperative closed reduction,schematic diagram of FNS and anti-rotation cannulated screw placement channel planning on the lateral fluoroscopy plain slice of the right hip joint with the assistance of TiRobot System orthopedic robot. It was noted that the closure reduction process was difficult due to the femoral neck fracture in this case with poor stability of the fracture end after reduction,therefore,it was decided to insert one anti-rotating hollow screw in addition to the FNS. The cyan channel is the FNS channel,and the purple channel is the anti-rotation hollow nail channel **2d.** After the intraoperative closed reduction,schematic diagram of FNS and anti-rotation cannulated screw placement channel planning on the lateral fluoroscopy plain slice of the right hip joint with the assistance of TiRobot System orthopedic robot. The cyan channel is the FNS channel and the purple channel is the anti-rotating hollow screw channel **2e.** On postoperative day 1,AP X-ray of both hip joints indicated satisfactory placement of FNS and anti-rotating K-wire placement **2f.** On postoperative day 1,lateral X-ray of the right hip indicated satisfaction of placement of FNS and anti-rotating K-wire **2g.** After the placement of the anti-rotating and FNS guide needle,the orthofluoroscopic view of the right hip showed an upper anti-rotating K-wire needle and the lower FNS guide needle,which are placed in parallel **2h.** After the placement of the anti-rotating and FNS guide needle,the orthofluoroscopic view of the right hip showed the FNS and anti-rotation hollow screw inserted along the preset channel

针和螺钉为徒手操作，其余步骤与骨科机器人辅助手术相同。

1.4.4 围术期处理 手术前后预防性应用抗生素 24 h, 常规镇痛治疗, 切口定期更换敷料。术后抬高患足, 密切观察患肢远端足趾血运情况。常规于术后 12 h 开始应用低分子肝素抗凝预防下肢深静脉血栓形成。术后即刻拍摄双髋关节正侧位 X 线片, 术后第 2 天开始活动髋关节, 并在康复师的指导下进行功能锻炼。术后 1~3 周开始扶助行器或双拐下床免负重活动, 术后 12 d 拆线。

1.5 观察项目与方法

(1)围手术期指标:包括手术时间、术中出血量、术中 X 线透视次数等。(2)术后 6 个月髋关节功能评价:术后 6 个月采用 Harris 髋关节功能评分^[8]从疼痛、功能、畸形、关节活动度 4 个方面评价患者髋关节功能,总分 100 分,分数越高功能疗效越好。

1.6 统计学处理

使用 SPSS 26.0(IBM 公司,美国)统计软件对所得数据进行处理。定量资料首先使用 Shapiro-Wilk 检验进行正态性检验,对于符合正态分布的定量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,两组间比较采用成组设计定量资料 *t* 检验;不符合正态分布采用中位数和四分位数 [*M*(*P*25, *P*75)] 表示,两组间比较采用独立样本非参数秩和检验。定性资料以例和百分比 (%) 表示,采用 χ^2 检验,必要时使用 Fisher 精确检验。以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期指标

两组住院时间、随访时间比较,差异无统计学意

义(*P*>0.05)。试验组手术时间短于对照组(*P*<0.05),试验组的术中出血量与对照组比较,差异无统计学意义(*P*>0.05);试验组术中 X 线透视次数少于对照组(*P*<0.001)。见表 2。

2.2 术后 6 个月髋关节功能评分比较

术后 6 个月随访时,试验组和对照组髋关节 Harris 评分比较,差异无统计学意义(*P*>0.05),见表 3。

3 讨论

年轻股骨颈骨折患者手术治疗的首要目标是保留股骨头,避免股骨头坏死,其次是通过坚强固定,在促进骨折愈合的前提下,尽可能避免股骨颈短缩^[2]。虽然髋关节置换已经广泛应用于老年患者股骨颈骨折的治疗,但是对于青中年患者,可保留原始髋关节的内固定治疗是首选的治疗方式^[1,9-10]。股骨颈骨折内固定手术方式包括空心加压螺钉(cannulated compression screw, CCS)、动力髋螺钉(dynamic hip screw, DHS)以及 FNS 等。FNS 作为新型的内固定物,生物力学试验研究^[11-12]已证实其具有良好的生物力学特性,多项临床试验^[5-7,13-15]的结果表明, FNS 相对于 CCS,其力学特性更优,术后患者下地负重及骨折愈合时间更早,内固定失效率更低,因此近年来针对小于 65 岁股骨颈骨折患者的手术治疗,多采用 FNS 内固定。

3.1 骨科机器人辅助 FNS 内固定术的优势

FNS 置入是 FNS 内固定术的关键步骤之一,而导针的准确置入可以说是其中最核心的环节,导针的置入位置直接影响手术的疗效。传统的导针置入方式为术者徒手,在透视下进针,置入位置多依赖术者的经验和感觉,如导针位置偏离股骨颈中心,则重

表 2 两组股骨颈骨折患者围手术期指标比较

Tab.2 Comparison of surgery-related information between two groups of patients with femoral neck fracture

组别	例数	住院时间 [<i>M</i> (<i>P</i> 25, <i>P</i> 75)]/d	随访时间 ($\bar{x}\pm s$)/月	手术时间 [<i>M</i> (<i>P</i> 25, <i>P</i> 75)]/min	术中透视次数 [<i>M</i> (<i>P</i> 25, <i>P</i> 75)]/次	术中出血量 [<i>M</i> (<i>P</i> 25, <i>P</i> 75)]/ml
试验组	30	5.0(4.0, 7.0)	6.0±0.5	42.1(28.5, 50.7)	8.0(6.0, 11.0)	6.0(5.0, 9.75)
对照组	32	6.0(4.3, 7.0)	6.0±0.4	53.4(36.9, 62.5)	15.0(13.0, 17.0)	9.5(5.0, 13.0)
检验值		<i>Z</i> =2.203	<i>t</i> =0.152	<i>Z</i> =-2.338	<i>Z</i> =-5.960	<i>Z</i> =-1.621
<i>P</i> 值		0.138	0.698	0.019	< 0.001	0.105

表 3 两组股骨颈骨折患者术后 6 个月髋关节 Harris 评分比较($\bar{x}\pm s$)

Tab.3 Comparison of Harris scores of hip joint between two groups of patients with femoral neck fracture($\bar{x}\pm s$)

单位:分

组别	例数	畸形	活动度	疼痛	功能	总分
试验组	30	3.4±0.5	3.9±0.8	40.1±3.3	37.1±1.8	84.7±3.7
对照组	32	3.3±0.7	3.9±0.5	38.9±2.1	36.5±2.1	82.5±3.6
<i>t</i> 值		0.595	<0.001	1.469	0.834	1.669
<i>P</i> 值		0.556	1.000	0.155	0.411	0.106

复穿针,低年资医师往往在此步骤反复操作,既延长了手术时间,也增加了术中透视次数,还因为反复穿针对股骨头的血供造成了进一步的破坏,不利于患者的术后恢复。骨科手术机器人的出现为股骨颈内固定术的操作过程提供了极大的帮助,极大地提高了导针和螺钉置入的准确性、安全性。在骨科机器人的辅助下,术者可以根据实时 CT 提前规划导针和 FNS 的放置路径,而后机器人根据该规划路径自动瞄准和定位,并对置入克氏针和 FNS 的过程进行实时监控导航,从而保证 FNS 置入的准确。整个过程避免了反复穿针和透视这一步骤,既减少了放射线暴露,也减少了对股骨头血供的进一步破坏^[16]。

目前,关于机器人导航下 FNS 治疗股骨颈骨折是否具有良好的效果还缺乏可靠的临床证据。唐帅等^[14]的研究表明,机器人导航下行 FNS 手术和人工操作相比,手术时间差异无统计学意义($P>0.05$),机器人导航手术还减少了术中透视次数以及术中出血量。这与本研究的结果相似,本研究试验组的手术时间、术中透视次数少于对照组,这表明在骨科机器人辅助下行 FNS 手术花费时间更短、安全性更高,对患者及医生的辐射损伤相对较小。本研究中试验组术中出血量同样低于对照组,这可能是由于试验组患者在骨科机器人辅助下增加了一次置钉成功的概率,极大减少了多次置钉对股骨头血运造成的损害。

3.2 骨科机器人辅助 FNS 内固定术的术后疗效

在术后髋关节功能方面,本研究的结果表明术后 6 个月随访时试验组患者的髋关节 Harris 评分和试验组差异无统计学意义。这与荆玉龙等^[16]的研究结果相似,荆玉龙等^[16]比较了天玑骨科机器人辅助 FNS 和徒手操作 FNS 治疗股新鲜股骨颈骨折的疗效,平均随访 7 个月,末次随访时两组患者的 Harris 评分差异无统计学意义。本研究的术后随访结果提示骨科机器人辅助 FNS 和徒手操作 FNS 治疗股骨颈骨折均可获得良好的疗效。

综上所述,骨科机器人辅助 FNS 治疗股骨颈骨折,和徒手操作 FNS 相比,具有更精准、更安全等优势,有利于减少对股骨头的血供破坏,两者术后远期疗效相当。但是本研究样本量偏小,使得本研究可能存在一定偏倚,未来需要更大样本量以及更高质量的随机对照研究进一步深入探讨。

参考文献

[1] BHANDARI M, SWIONTKOWSKI M. Management of acute hip fracture[J]. N Engl J Med, 2017, 377(21):2053-2062.
[2] 中华医学会骨科学分会创伤骨科学组,中国医师协会骨科医师分会创伤专家工作委员会.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.
TRAUMATIC ORTHOPEDICS GROUP, SOCIETY OF ORTHOPE-

DICS, CHINESE MEDICAL ASSOCIATION; TRAUMA EXPERTS WORKING COMMITTEE, SOCIETY OF ORTHOPAEDISTS, ASSOCIATION OF CHINESE DOCTORS Guidelines for diagnosis and treatment of adult femoral neck fractures[J]. Chin J Orthop Trauma, 2018, 20(11):921-928. Chinese.
[3] LY T V, SWIONTKOWSKI M F. Treatment of femoral neck fractures in young adults[J]. J Bone Jt Surg Am Vol, 2008, 90(10):2254-2266.
[4] 翁友林,李祖涛,蔡昱,等.股骨颈动力交叉钉系统和空心钉治疗 Pauwels III 型股骨颈骨折近期疗效[J].实用医学杂志,2022,38(23):2962-2967.
WENG Y L, LI Z T, CAI Y, et al. The short-term efficacy of femoral neck system versus that of cannulated compression screw for Pauwels type III femoral neck fracture[J]. J Pract Med, 2022, 38(23):2962-2967. Chinese.
[5] 何昌军,马腾,任程,等.股骨颈动力交叉钉系统与空心螺钉治疗中青年股骨颈骨折的疗效比较[J].中华创伤杂志,2022,38(3):253-259.
HE C J, MA T, REN C, et al. Efficacy comparison of femoral neck dynamic system and cannulated screw fixation in the treatment of femoral neck fracture in the young and middle-aged patients[J]. Chin J Trauma, 2022, 38(3):253-259. Chinese.
[6] 梁辉,王逸康.股骨颈动力交叉钉系统与空心钉内固定治疗股骨颈骨折的疗效比较[J].中国骨与关节损伤杂志,2023,38(4):384-386.
LIANG H, WANG Y K. Comparison of curative effect between femoral neck dynamic cross nail system and hollow nail internal fixation in the treatment of femoral neck fracture[J]. Chin J Bone Jt Inj, 2023, 38(4):384-386. Chinese.
[7] GOODNOUGH L H, WADHWA H, FITHIAN A T, et al. Is percutaneous screw fixation really superior to non-operative management after valgus-impacted femoral neck fracture: a retrospective cohort study[J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2021, 31(1):65-70.
[8] KIM S J, PARK H S, LEE D W. Complications after internal screw fixation of nondisplaced femoral neck fractures in elderly patients: a systematic review[J]. Acta Orthop Traumatol Turc, 2020, 54(3):337-343.
[9] 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.
[10] 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.
[11] 许翔宇,周方,田耘,等.股骨颈动力交叉钉系统与动力髋螺钉固定治疗股骨颈骨折的早期疗效比较[J].中华创伤骨科杂志,2021,23(9):754-760.
XU X Y, ZHOU F, TIAN Y, et al. Short-term outcomes of femoral neck system versus dynamic hip screws in treatment of femoral neck fractures[J]. Chin J Orthop Trauma, 2021, 23(9):754-760. Chinese.
[12] 冀家琛,董亮,王敏,等.股骨颈系统与空心钉固定股骨颈骨折的荟萃分析[J].中国矫形外科杂志,2023,31(3):220-225.
JI J C, DONG L, WANG M, et al. Femoral neck system versus cannulated compression screws for femoral neck fracture: a meta-

- analysis[J]. Orthop J China, 2023, 31(3):220-225. Chinese.
- [13] 段霄,张智勇,陈宗文,等.空心钉与股骨颈动力交叉钉系统治疗 Pauwels II~III 型股骨颈骨折的疗效比较[J].局解手术学杂志, 2023, 32(4):340-345.
DUAN X, ZHANG Z Y, CHEN Z W, et al. Comparison of efficacy of cannulated compression screws and femoral neck system in treatment of Pauwels type II and III femoral neck fractures[J]. J Reg Anat Oper Surg, 2023, 32(4):340-345. Chinese.
- [14] 唐帅,王冰一,范磊,等.机器人导航下股骨颈动力交叉钉系统治疗股骨颈骨折的疗效分析[J].骨科, 2022, 13(6):511-515.
TANG S, WANG B Y, FAN L, et al. Efficacy of robot guided femoral neck system in the treatment of femoral neck fracture[J]. Orthopaedics, 2022, 13(6):511-515. Chinese.
- [15] KARTHIK K, COLEGATE -STONE T, DASGUPTA P, et al. Robotic surgery in trauma and orthopaedics: a systematic review [J]. Bone Joint J, 2015, 97-B(3):292-299.
- [16] 荆玉龙,张树栋,韩紫音,等.骨科机器人辅助股骨颈动力交叉钉系统治疗新鲜股骨颈骨折的近期疗效[J].中国修复重建外科杂志, 2022, 36(8):946-950.
JING Y L, ZHANG S D, HAN Z Y, et al. Short-term effectiveness of orthopedic robot - assisted femoral neck system fixation for fresh femoral neck fractures[J]. Chin J Reparative Reconstr Surg, 2022, 36(8):946-950. Chinese.
- (收稿日期:2023-11-25 本文编辑:朱嘉)

骨科机器人辅助下闭合复位空心钉内固定治疗股骨颈骨折

蒋守海,张传开,贾方腾,陈强,徐猛,杨沛霖,张玉帅
(徐州仁慈医院关节外科,江苏 徐州 221004)

【摘要】 目的:探讨机器人导航定位系统辅助下闭合复位空心钉内固定治疗股骨颈骨折的临床初步疗效。方法:回顾分析 2019 年 7 月至 2020 年 1 月 36 例闭合性股骨颈骨折患者,根据是否采用机器人系统辅助股骨颈骨折内固定手术分为两组。采用机器人系统导航下闭合复位内固定治疗股骨颈骨折 16 例(导航组),男 7 例,女 9 例,年龄 25~72 (53.61±5.45)岁;骨折 Garden 分型, I 型 3 例, II 型 3 例, III 型 8 例, IV 型 2 例。非导航组(对照组):采用闭合复位空心钉内固定治疗股骨颈骨折 20 例,男 8 例,女 12 例,年龄 46~70 (55.23±4.64)岁;Garden I 型 2 例, II 型 4 例, III 型 11 例, IV 型 3 例。对两组患者手术时间、透视次数、导针钻孔次数、螺钉调整次数、术中出血量等指标进行评价。结果:两组术后均获随访,时间 12~18 (15.6±2.8)个月。两组骨折均愈合,无骨折延迟愈合及骨不连发生。两组愈合时间比较,差异无统计学意义($P=0.782$)。末次随访时两组 Harris 评分比较,差异无统计学意义($P=0.813>0.05$)。两组间手术时间比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。两组透视次数、导针钻孔次数、螺钉调整次数、术中出血量比较,差异均有统计学意义($P<0.05$)。结论:机器人导航系统辅助下闭合复位空心钉内固定治疗股骨颈骨折操作微创化,螺钉置入精准化,而且减少医患术中 X 线照射损害。

【关键词】 骨科机器人; 外科手术; 计算机辅助; 股骨颈骨折; 内固定

中图分类号:R683.42

DOI:10.12200/j.issn.1003-0034.20220298

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Orthopaedic robot assisted closed reduction and cannulated screw internal fixation for the treatment of femoral neck fractures

JIAN Shou-hai, ZHANG Chuan-kai, JIA Fang-teng, CHEN Qiang, XU Meng, YANG Pei-lin, ZHANG Yu-shuai (Department of Joint Surgery, Renci Hospital, Xuzhou 221004, Jiangsu, China)

ABSTRACT Objective To investigate the preliminary clinical effect of closed reduction and cannulated nail internal fixation for femoral neck fracture assisted by robot navigation and positioning system. **Methods** From July 2019 to January 2020, 16 cases of femoral neck fracture (navigation group) were treated with closed reduction and internal fixation guided by robot system, including 7 males and 9 females, aged 25 to 72 years old with an average of (53.61±5.45) years old; Garden classification of fracture: 3 cases of type I, 3 cases of type II, 8 cases of type III, 2 cases of type IV. Non navigation group (control group): 20 cases of femoral neck fracture were treated with closed reduction and hollow nail internal fixation, 8 males and 12 females, aged 46 to 70 years old with an average of (55.23±4.64) years old; Garden type I in 2 cases, type II in 4 cases,

通讯作者:张玉帅 E-mail:jiangshouhai@126.com

Corresponding author:ZHANG Yu-shuai E-mail:jiangshouhai@126.com