

· 技术创新 ·

机器人联合提拉钉复位空心钉固定难复性股骨颈骨折[△]

杜公文, 申才良, 张复文, 张琦, 王刚, 尹宗生*

(安徽医科大学第一附属医院骨科, 安徽合肥 230022)

摘要: [目的] 介绍机器人联合辅助提拉闭合复位治疗难复性股骨颈骨折的手术技术和临床效果。[方法] 2018年1月—2020年12月采用上述技术治疗难复性股骨颈骨折15例。首先机器人引导下置入3枚空心钉导针, 不穿过骨折线, 股骨头置入1枚提拉钉, 透视下拉杆钉和手法施加复位力, 使骨折达到满意复位, 将3根空心钉导针穿过骨折线至股骨头下, 最后空心钉固定。[结果] 15例患者均顺利完成手术, 术中无神经、血管损伤等严重并发症, 术后1年髋关节Harris评分平均(88.67±14.04)分。1例因过早下地致固定失败, 其余患者末次随访时均恢复伤前运动水平。影像方面, 所有患者术后均达到Garden对线1级复位, 除上述1例患者, 所有患者均骨折愈合, 无股骨头坏死。[结论] 机器人联合辅助提拉复位可有效治疗难复性股骨颈骨折, 具有放射损害低、骨折复位质量高、内固定精准的优点。

关键词: 股骨颈骨折, 难复性骨折, 机器人, 辅助提拉复位, 空心钉

中图分类号: R683.42 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478(2022)14-1299-04

Robot combined with lifting pin for reduction and cannulated screw internal fixation of refractory femoral neck fracture // DU Gong-wen, SHEN Cai-liang, ZHANG Fu-wen, ZHANG Qi, WANG Gang, YIN Zong-sheng*. Department of Orthopedics, The First Affiliated Hospital, Anhui Medical University, Hefei 230022, China

Abstract: [Objective] To introduce the surgical technique and preliminary clinical outcomes of robot combined with lifting pin for reduction and cannulated screw internal fixation of refractory femoral neck fracture. [Methods] From January 2018 to December 2020, 15 patients were treated with the above techniques for refractory femoral neck fracture. First of all, 3 cannulated screw guide pins were placed under the guidance of robot, without passing through the fracture line, and a lifting pin was placed into the femoral head. The reduction force was applied by the lifting pin and manipulations to achieve satisfactory reduction of the fracture. Subsequently, the guide pin for cannulated screw guide were driven to pass through the fracture line into the femoral head, and finally the cannulated screws was inserted to finish the internal fixation. [Results] All the 15 patients had operation completed successfully, without neurovascular injury and other serious complications, and were marked Harris score of (88.67±14.04) one year postoperatively. Except a patient who failed fixation due to premature walking, all the patients returned to their pre-injury activity level at the latest follow-up. In terms of imaging, all patients achieved grade I reduction based on Garden alignment scale after surgery. Except the patient abovementioned, all patients achieved fracture healing without femoral head necrosis. [Conclusion] The robot combined with lifting pin for reduction and cannulated screw internal fixation does effectively treat the refractory femoral neck fracture, with advantages of low radiation exposure, high fracture reduction quality and accurate internal fixation placement.

Key words: femoral neck fracture, refractory fracture, robot, lifting pin reduction, cannulated screw

闭合复位空心钉内固定是中青年股骨颈骨折的首选治疗方案^[1], 然而股骨颈骨折不愈合、股骨头坏死及创伤性关节炎等并发症依然有较高的发生率, 严重困扰着患者和临床医生^[2]。研究表明, 骨折的精准高质量复位及术区微小创伤空心螺钉固定是股骨颈骨折内固定手术的关键^[3], 即精准地置入股骨颈螺钉的

位置和方向能够提高骨折的稳定性及愈合率, 并降低再移位发生率^[4]。张长青等^[5]研究表明股骨头、干三维互动闭合复位技术在难复位或复位不良的股骨颈骨折中具有明显优势, 但其对置钉及导针技术要求高, 且对患者和术者放射损伤较大, 限制了其在难复性股骨颈骨折中的应用。机器人辅助技术具有减少手

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.14.10

[△]基金项目:国家重点研发计划资助项目(编号:2018YFC0114708)

作者简介:杜公文,主治医师,博士在读,研究方向:骨折创伤,(电话)15209859297,(电子信箱)dugongwen@126.com

*通信作者:尹宗生,(电话)13956977198,(电子信箱)yinzongsheng@sina.com

术创伤、提高螺钉置入精准度、减少术中辐射损伤等优点^[6-8]。本科2018年1月—2020年12月使用机器人联合股骨头干互动闭合复位技术治疗难复位性股骨颈骨折15例,现将手术技术与初步临床效果报道如下。

1 手术技术

1.1 术前准备

患者入院后积极完善相关检查,进一步明确诊断,并排除手术禁忌。

1.2 麻醉与体位

所有患者均静脉复合全身麻醉。患者平卧于牵引床上,健侧肢体屈髋、外展、外旋置于托架,患肢牵引架伸直位牵引。

1.3 手术操作

麻醉满意后,患者平卧于牵引床上,牵引患肢,通过内收、外展、内旋、外旋、屈髋、屈膝等手法行3次手法复位后,C形臂X线机透视正、侧位均未达到Garden对线指数Ⅱ级以上复位(图1a)。术区常规消毒后铺巾,于患侧髂前上棘作一长约1cm的切口,在髂前上棘固定天玑机器人视踪器,在机器人机械臂上安装定位标尺,透视股骨头颈正、侧位时定位标志完全位于透视野下。获取满意透视数据传输至天玑机器人系统,在机器人系统按骨折Ⅰ级复位规划导针路线(图1b,1c)。按规划经皮置入3枚空心钉导针,第1枚于大粗隆顶点下方约5cm,偏股骨外皮质中线前1.5cm,与股骨颈轴线平行置入;第2枚于大粗隆顶点下方约5cm,偏股骨外皮质中线后1.0cm,与股骨颈轴线平行置入;第3枚于股骨外侧小粗隆上方0.5~1.0cm,股骨外皮质中线后1.0cm,与股骨颈轴线平行置入。最终使3枚导针在股骨头颈呈“品”字分布。经皮置入1枚股骨头拉杆针,正位片要求导针进针点高于大粗隆顶点约2cm直至股骨头中点,侧位片与股骨颈轴线平行,根据骨折复位要求位于股骨头前1/3或后1/3(图1b,1c)。3枚空心钉导针的深度接近股骨颈骨折线,但不穿过骨折线;而股骨头拉杆针深至股骨头对侧软骨下约5mm处(图1d)。

透视下提拉股骨头的拉杆,助手再次行相应的患肢内旋、外旋、内收及外展等复位动作。透视见股骨颈骨折复位达到GardenⅠ级复位时(图1e),将3枚空心钉导针穿过骨折线至股骨头软骨下约5mm处(图1f)。依次在3枚空心钉根部行小切口,分离软

组织,用空心钻扩孔,拧入长度合适的3枚空心钉。撤出拉杆针和3枚空心钉导针,再次透视正、侧位见股骨颈骨折复位满意,3枚空心钉位置与长度良好(图1g,1h)。清点手术器械及纱布等无误后,大量生理盐水冲洗术区。分别全层缝合4处手术切口,无菌辅料包扎。

1.4 术后处理

术前30min及术后24h内常规预防感染,住院期间低分子肝素抗凝,出院后嘱口服阿司匹林抗凝至术后3周。术后第1d即嘱患者开始踝泵运动,预防血栓及肌肉萎缩。术后每月采集标准的双侧髋关节正位X线片和患侧髋关节侧位X线片至骨折愈合。骨折愈合前鼓励患者双拐辅助患肢部分负重活动,骨折愈合后完全负重。

2 临床资料

2.1 一般资料

本组男6例,女9例;年龄25~71岁,平均(49.00±11.99)岁;右侧9例,左侧6例;股骨颈骨折Garden分型Ⅱ型1例,Ⅲ型5例,Ⅳ型9例。2例合并桡骨远端骨折,予以同期手术切开复位内固定治疗,1例合并胸椎骨折,骨折无明显移位予以保守治疗。本研究通过安徽医科大学第一附属医院伦理委员会批准(P2022-01-23),所有患者均自愿签署知情同意书。

2.2 初步结果

15例患者均顺利完成手术,术中无神经、血管损伤等严重并发症,手术时间40~85min,平均(59.60±11.96)min;术中透视16~35次,平均(20.87±4.73)次;术中出血量6~18ml,平均(10.40±3.31)ml;术中导针置入次数5~10次,平均(6.00±1.31)次。其中,1例GardenⅣ型股骨颈骨折患者,术后第3d自行下地行走导致螺钉松动退钉,股骨颈骨折再次移位,患者家属拒绝再次手术,术后第3个月复查出现股骨颈吸收,股骨头坏死。

所有患者均获随访12个月。临床骨折愈合时间4~8个月,平均(6.29±1.20)个月。术后1年髋关节Harris评分40~98分,平均(88.67±14.04)分。除上述1例患者外,其余患者均恢复伤前活动能力。

影像方面,术后48h标准髋关节正位X线片和侧位X线片上任意2根螺钉的夹角,正位平均(2.35±0.58)°,侧位平均(2.53±0.54)°;螺钉与股骨颈轴线的夹角,正位平均(3.85±1.04)°,侧位平

均(3.87±0.83)°。所有患者均达到Garden对线I级骨折复位。至末次随访时除上述1例外,其余患者均

达骨折愈合,无股骨头坏死。

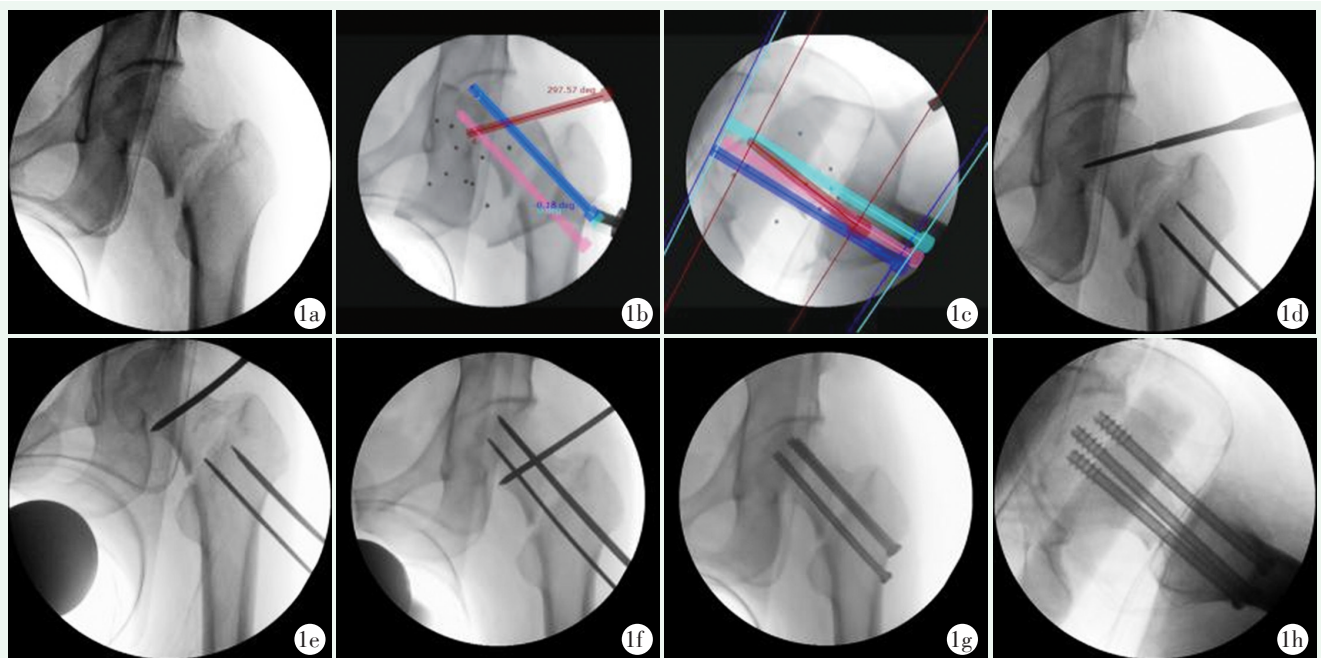


图1 患者,男,55岁,左侧Garden IV型股骨颈骨折 1a:经3次手法闭合复位,仍未达到Garden对线指数II级以上复位 1b, 1c:机器人规划导针路线,3枚空心钉导针在股骨外侧皮质呈倒“品”字分布,1枚股骨头拉杆针(深红色)自大粗隆顶点上2 cm直至股骨头中点 1d:沿机器人导向器钻入3枚空心钉导针至股骨颈骨折端,但不穿过骨折线,1枚股骨头拉杆针至股骨头对侧软骨下约5 mm处 1e:提拉拉杆并再次手法复位,使股骨颈骨折达到Garden I级复位 1f:将空心钉导针穿过骨折线,至股骨头软骨下约5 mm处 1g, 1h:沿3枚空心钉导针依次扩孔,拧入长度合适的空心钉,再次正侧位透视见股骨颈骨折复位良好,内固定位置良好

3 讨论

股骨颈骨折是临床中多见的髋关节囊内的特殊类型骨折,常用的固定方式是空心螺钉内固定^[9, 10],高质量的骨折复位、低损伤的手术操作以及精准的螺钉置入是股骨颈骨折内固定手术的关键^[11-13]。对于Garden III/IV型难复性股骨颈骨折,常须切开复位后空心钉内固定,但是切开复位创伤大、破坏股骨头血供,也可增加股骨头缺血坏死的风险^[14]。有研究发现,股骨头、干互动三维闭合复位经皮多螺钉固定治疗难复性股骨颈骨折可取得较好的疗效^[15],但是该技术对术者的临床经验、置钉及导针技术要求较高,同时还需要忍受大剂量的C形臂X线机透视,对术者和患者放射损伤增加。本研究使用的骨科机器人系统是基于术中X线图像的手术导航系统,利用双目视觉成像采集正、侧位X线影像到主控系统,并由其计算出具体空间坐标,然后准确定位、规划手术路径,待运动指令发出后,定位系统机械臂自动运动,

将导针精确置入到规划的位置^[16, 17]。本研究利用机器人在股骨头拉杆克氏针的置入过程,避免了连续的C形臂X线机透视,减少患者及术者的辐射损伤,还基本实现了股骨头拉杆克氏针一次置钉成功,减少股骨头的手术创伤,同时机器人辅助侧方位股骨头入针完全消除了股血管及股神经对置针的影响以及对血管、神经损伤的可能^[18, 19]。本研究结果进一步证实机器人联合股骨头、干互动三维闭合复位技术,不仅能够达到定位简单、精确、侵入性小的优点,还能降低患者和医务人员的辐射损伤^[20-22]。

综上所述,骨科机器人联合股骨头、干三维互动复位技术治疗难复性股骨颈骨折,具有手术时间短、患者及医生放射损害低、术区损伤小、骨折复位质量高、空心钉置入精准度高、骨折愈合好、术后髋关节功能恢复好等优点,可取得满意的临床疗效。

参考文献

- [1] Slobogean GP, Sprague SA, Scott T, et al. Complications following young femoral neck fractures [J]. *Injury*, 2015, 46 (3): 484-491.

- [2] Papakostidis C, Panagiotopoulos A, Piccioli A, et al. Timing of internal fixation of femoral neck fractures. A systematic review and meta-analysis of the final outcome [J]. *Injury*, 2015, 46 (3): 459-466.
- [3] Schmidt AH, Swiontkowski MF. Femoral neck fractures [J]. *Orthop Clin North Am*, 2002, 33 (1): 97-111.
- [4] Schep NW, Heintjes RJ, Martens EP, et al. Retrospective analysis of factors influencing the operative result after percutaneous osteosynthesis of intracapsular femoral neck fractures [J]. *Injury*, 2004, 35 (10): 1003-1039.
- [5] 张长青, 王清和, 邱国良, 等. 股骨头、干三维互动复位技术治疗难复性股骨颈骨折 [J]. *中华创伤杂志*, 2014, 30 (3): 217-220.
- [6] Duan SJ, Liu HS, Wu WC, et al. Robot-assisted percutaneous cannulated screw fixation of femoral neck fractures: preliminary clinical results [J]. *Orthop Surg*, 2019, 11 (1): 34-41.
- [7] Wu XB, Wang JQ, Sun X, et al. Guidance for the treatment of femoral neck fracture with precise minimally invasive internal fixation based on the orthopaedic surgery robot positioning system [J]. *Orthop Surg*, 2019, 11 (3): 335-340.
- [8] Zhu ZD, Xiao CW, Tan B, et al. TiRobot-assisted percutaneous cannulated screw fixation in the treatment of femoral neck fractures: a minimum 2-year follow-up of 50 patients [J]. *Orthop Surg*, 2021, 13 (1): 244-252.
- [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] 赵洪普, 徐秋玉, 曾勉东, 等. 空心螺钉内固定治疗股骨颈骨折诊疗分析 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2012, 20 (18): 1677-1680.
- [11] Xu JL, Liang ZR, Xiong BL, et al. Risk factors associated with osteonecrosis of femoral head after internal fixation of femoral neck fracture: a systematic review and meta-analysis [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2019, 20 (1): 632.
- [12] Keshet D, Bernstein M. Open reduction internal fixation of femoral neck fracture-anterior approach [J]. *J Orthop Trauma*, 2020, 34 (Suppl 2): S27-S28.
- [13] Medda S, Snoap T, Carroll EA. Treatment of young femoral neck fractures [J]. *J Orthop Trauma*, 2019, 33 (Suppl 1): S1-S6.
- [14] Pei F, Zhao R, Li F, et al. Osteonecrosis of femoral head in young patients with femoral neck fracture: a retrospective study of 250 patients followed for average of 7.5 years [J]. *J Orthop Surg Res*, 2020, 15 (1): 238.
- [15] 宋丰强, 王刚, 邢文韬, 等. 股骨头干三维互动闭合复位技术治疗难复性股骨颈骨折的临床疗效 [J]. *安徽医学*, 2020, 41 (12): 1444-1446.
- [16] 黄波, 荣绍远, 李建华, 等. 双平面机器人导航辅助下空心钉内固定治疗股骨颈骨折 [J]. *中华骨科杂志*, 2017, 37 (9): 528-534.
- [17] 高博, 吴碧, 汪红, 等. 徒手置钉与机器人辅助置钉治疗股骨颈骨折的临床疗效对比 [J]. *华西医学*, 2021, 36 (10): 1344-1348.
- [18] 王娟, 刘月驹, 张奇, 等. 侧方入针股骨头干三维互动技术治疗成人难复性股骨颈骨折 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2013, 15 (5): 382-385.
- [19] 童祎, 罗晓中, 吴刚, 等. 机器人导航下及传统经皮空心拉力螺钉内固定术治疗股骨颈骨折的疗效比较 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2016, 30 (6): 685-689.
- [20] 王刚, 张月雷, 章乐成, 等. 骨科机器人联合骨盆解锁复位架辅助下经皮螺钉固定治疗骨盆骨折 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2020, 22 (6): 475-481.
- [21] 杨飞, 胡黎婷, 张兴胜. 三种术式治疗老年移位股骨颈骨折临床疗效对比研究 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2019, 27 (20): 1850-1855.
- [22] Wan L, Zhang X, Wu D, et al. Application of robot positioning for cannulated screw internal fixation in the treatment of femoral neck fracture: retrospective study [J]. *JMIR Med Inform*, 2021, 9 (1): e24164.

(收稿:2022-01-01 修回:2022-05-30)
(同行评议专家:沈政 杜怡斌)
(本文编辑:闫承杰)