

· 临床论著 ·

## 镜下复位固定距骨颈骨折是否使用机器人的比较

周晓阳<sup>1</sup>, 陈刚<sup>2</sup>, 贾俊杰<sup>1</sup>, 周云峰<sup>1</sup>, 石义华<sup>1\*</sup>

(1. 湖北医药学院附属襄阳市第一人民医院骨科, 湖北襄阳 441000; 2. 湖北文理学院附属医院襄阳市中心医院骨科, 湖北襄阳 441021)

**摘要:** [目的] 探讨骨科机器人联合踝关节镜治疗 Hawkins II 型距骨颈骨折的临床疗效。[方法] 对 2019 年 2 月—2023 年 2 月的 65 例 Hawkins II 型距骨颈骨折患者采用关节镜手术治疗, 依据术前医患沟通结果, 33 例采用骨科机器人引导空心钉固定 (机器人组), 另外 32 例采用常规方法置钉固定 (常规组)。比较两组围术期资料、随访结果。[结果] 两组手术出血量、踝关节镜操作时间、住院时间、切口愈合质量、并发症发生率差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ), 机器人组置钉固定时间 [(29.9±5.3) min vs (37.6±6.7) min,  $P<0.001$ ]、术中透视次数 [(4.6±1.2) 次 vs (9.7±1.7) 次,  $P<0.001$ ] 和一次置钉成功率 (94.0% vs 56.3%,  $P<0.001$ ) 均显著优于常规组。两组恢复完全负重活动时间的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。随着时间推移, 两组的 VAS 评分均显著降低 ( $P<0.05$ ), 而足内翻-外翻 ROM、踝背伸-跖屈 ROM、AOFAS 评分均显著升高 ( $P<0.05$ ), 但术后 3 个月、末次随访两组差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。影像方面, 两组骨折复位质量、术后 Takakura 退变评级、影像不良表现差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。[结论] 骨科机器人联合踝关节镜治疗 Hawkins II 型距骨颈骨折能够缩短置钉固定时间, 减少透视次数, 提高一次置钉成功率。

**关键词:** 关节镜手术, 骨科机器人, 距骨颈骨折

中图分类号: R683.42 文献标志码: A 文章编号: 1005-8478 (2024) 18-1652-05

**Arthroscopic reduction and fixation of talus neck fractures with or without robotic assistance // ZHOU Xiao-yang<sup>1</sup>, CHEN Gang<sup>2</sup>, JIA Jun-jie<sup>1</sup>, ZHOU Yun-feng<sup>1</sup>, SHI Yi-hua<sup>1</sup>. 1. Department of Orthopedics, Xiangyang No.1 People's Hospital, Hubei University of Medicine, Xiangyang 441000, Hubei, China; 2. Department of Orthopedics, Xiangyang Central Hospital, Hubei University of Arts and Sciences, Xiangyang 441021 Hubei, China**

**Abstract: [Objective]** To compare the clinical outcomes of arthroscopic reduction and internal fixation of Hawkins II type talus neck fractures with or without robotic assistance. **[Methods]** From February 2019 to February 2023, 65 patients with Hawkins II type talus neck fractures were treated by arthroscopic reduction and internal fixation. According to preoperative doctor-patient communication, 33 patients had fractures fixed by cannulated screws under robotic assistance (robot group), and the other 32 patients were with conventional methods (the conventional group). The perioperative, follow-up and imaging data were compared between the two groups. **[Results]** Although there was no significant difference in surgical blood loss, ankle arthroscopic operation time, hospital stay, incision healing quality and complication rate between the two groups ( $P>0.05$ ), the robot group proved significantly superior to the conventional group in terms of screw placement time [(29.9±5.3) min vs (37.6±6.7) min,  $P<0.001$ ], intraoperative fluoroscopy times [(4.6±1.2) times vs (9.7±1.7) times,  $P<0.001$ ], and success rate of first screw placement (94.0% vs 56.3%,  $P<0.001$ ). There was no significant difference to regain full weight-bearing activities between the two groups ( $P>0.05$ ). As time went on, the VAS scores significantly decreased ( $P<0.05$ ), while foot varus-valgus range of motion (ROM), ankle-dorsal-plantar flexion ROM and AOFAS scores significantly increased in both groups ( $P<0.05$ ), whereas which were not statistically significant between the two groups at 3 months postoperatively and the last follow-up ( $P>0.05$ ). Regarding imaging, there were no significant differences in fracture reduction quality, postoperative Takakura degeneration scale and adverse signs between the two groups ( $P>0.05$ ). **[Conclusion]** Robot-assisted arthroscopic reduction and internal fixation of Hawkins II type talus neck fractures does shorten the fixation time, reduce the number of fluoroscopy, and improve the success rate of one time screw placement.

**Key words:** arthroscopic surgery, orthopaedic robot, talus neck fracture

距骨在解剖学上被分为距骨头、距骨颈以及距骨体 3 个部分, 超过 50% 被关节软骨所包围, 且无肌

DOI:10.20184/j.cnki.issn1005-8478.11031A

作者简介: 周晓阳, 硕士在读, 研究方向: 骨骼发育及骨肿瘤, (电子信箱) zhouxiaoyang0710@yeah.net

\* 通信作者: 石义华, (电子信箱) yihua19@163.com

肉附着。因存在胫距、距下以及距舟关节等关节面，多数学者认为，距骨是组成踝关节在内的多个复杂关节的重要结构<sup>[1]</sup>。距骨颈是距骨头、体部的连接结构，表面关节软骨覆盖较少，被认为是距骨体逆行供血的主要通道，因此在距骨的解剖结构中尤为重要。距骨颈与距骨体轴所呈角度为 10°~44° 内倾，以及 5°~50° 前倾，其骨小梁排列方向及骨密度与体部有所差异，这是为了将头部应力转移至体部，因此距骨颈是距骨中最容易骨折的部位<sup>[2-3]</sup>。距骨颈骨折受力机制主要为轴向暴力引起的踝关节过度背伸，普遍伴足部旋后，距骨颈直接与胫骨远端以及内踝撞击，引起距骨颈的背内侧骨折。在距骨颈骨折分型中，Hawkins II 型较常见，需尽早行手术治疗。手术过程中既要进行精确的骨折复位、固定，又需要尽量保留距骨血供<sup>[4]</sup>。踝关节镜的广泛应用是距骨骨折微创治疗理念的重要体现，于镜下进行探查及骨折复位，具有创伤轻、显露范围广等优点，在距骨颈骨折的治疗方面已获得广泛认可<sup>[5]</sup>。然而在临床治疗过程中，踝关节镜下复位后距骨置钉固定时需要反复调整，多次透视，不仅会增加手术时间，也增加了医患放射暴露风险<sup>[6]</sup>。天玑骨科机器人在骨科手术中逐渐推广，用于复杂的螺钉置入，能够显著提升置钉的准确性以及手术效率<sup>[7]</sup>。近年来本科室将骨科机器人用于距骨颈骨折踝关节镜复位后的螺钉置入，取得了较好的临床效果，现报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 纳入与排除标准

纳入标准：(1) 单侧 Hawkins II 型距骨颈骨折；(2) 闭合骨折；(3) 无足踝部位既往手术史；(4) 骨折至手术时间在 1 周内。

排除标准：(1) 合并距骨头、体部骨折；(2) 足部开放性伤口；(3) 合并血液、心脏等疾病不适合手术治疗；(4) 合并心脑血管、肝肾等严重疾病；(5) 陈旧性骨折。

### 1.2 一般资料

回顾性分析 2019 年 2 月—2023 年 2 月本院关节镜手术治疗 Hawkins II 型距骨颈骨折 65 例患者的临床资料。依据术前医患沟通结果，33 例采骨科机器人引导空心钉固定（机器人组），另外 32 例采用常规方法置钉固定（常规组）。两组患者术前一般资料见表 1，两组在年龄、性别、损伤侧别，损伤至手术时间和伤因的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。本研究获得医院伦理委员会批准（批准文号：

XYYYE20240079），所有患者均知情同意。

表 1. 两组术前一般资料比较  
Table 1. Comparison of preoperative general data between the two groups

指标	机器人组 (n=33)	常规组 (n=32)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$ )	36.9±6.3	37.8±6.6	0.576
性别 (例, 男/女)	21/12	18/14	0.489
损伤侧别 (例, 左/右)	18/15	19/13	0.694
受伤至手术时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )	3.6±0.6	3.7±0.6	0.504
骨折原因 (例, 交通事故/跌落伤)	14/19	15/17	0.718

### 1.3 手术方法

机器人组：术前进行影像检查并明确诊断（图 1a, 1b），取平卧位，于跟骨、胫骨远端横向置入 2 枚规格 2.5 mm 的克氏针，安装螺旋撑开器，纵向撑开关节间隙。建立踝关节镜前外和前内侧入口，置入关节镜与器械，用刨削器清除部分滑膜和血肿，自外侧、中央和内侧间隙全面探查，显露骨折处，清理骨折处脱落软骨或游离小碎骨块。在距骨骨折处远、近端各置入 1 枚规格为 2.0 mm 的克氏针进行撬拨复位。镜下确认复位满意后，采用规格 1.5 mm 的克氏针进行临时固定，去除撑开器。将机器人示踪器固定于跟骨克氏针，透视见距骨处在屏幕中间，调整机器人的标尺与机械臂，3D 扫描提取距骨影像资料，在其辅助下设计钉道位置及置钉深度（图 1d），安装机器人导向器，置入 2~4 枚规格为 1.2 mm 的导针，透视确认导针位置符合系统设计，且骨折对位、对线良好，随后沿导针置入规格为 4 mm 的全螺纹空心钉，再次透视确认置钉位置满意，与系统规划位置相符。缝合切口，纱布加压包扎。术后预防性抗感染治疗，石膏托制动，使用低分子肝素预防血栓。

常规组：镜下复位后，术者根据术前影像检查情况，徒手在透视辅助下进行全螺纹空心钉固定，若置钉失败可将体位变为完全俯卧位再次置钉，直至螺钉成功置入。其余同机器人组。

### 1.4 评价指标

记录两组患者出血量、并发症等围术期资料。采用疼痛视觉模拟评分（visual analogue scale, VAS）<sup>[8]</sup>，美国足踝外科协会（American orthopaedic foot and ankle society, AOFAS）踝与后足评分<sup>[9]</sup>，足内翻-外翻活动度（range of motion, ROM）和踝背伸-跖屈 ROM 评估临床效果。行影像检查，评估骨折复位质量，优为解剖复位，关节完全匹配；良为骨折移

位 <3 mm，关节完全匹配；可为骨折移位 3~4 mm，关节不完全匹配；差为骨折移位 >4 mm，关节半脱

位。采用 Takakura 踝关节关节炎评级评价踝关节退变情况。

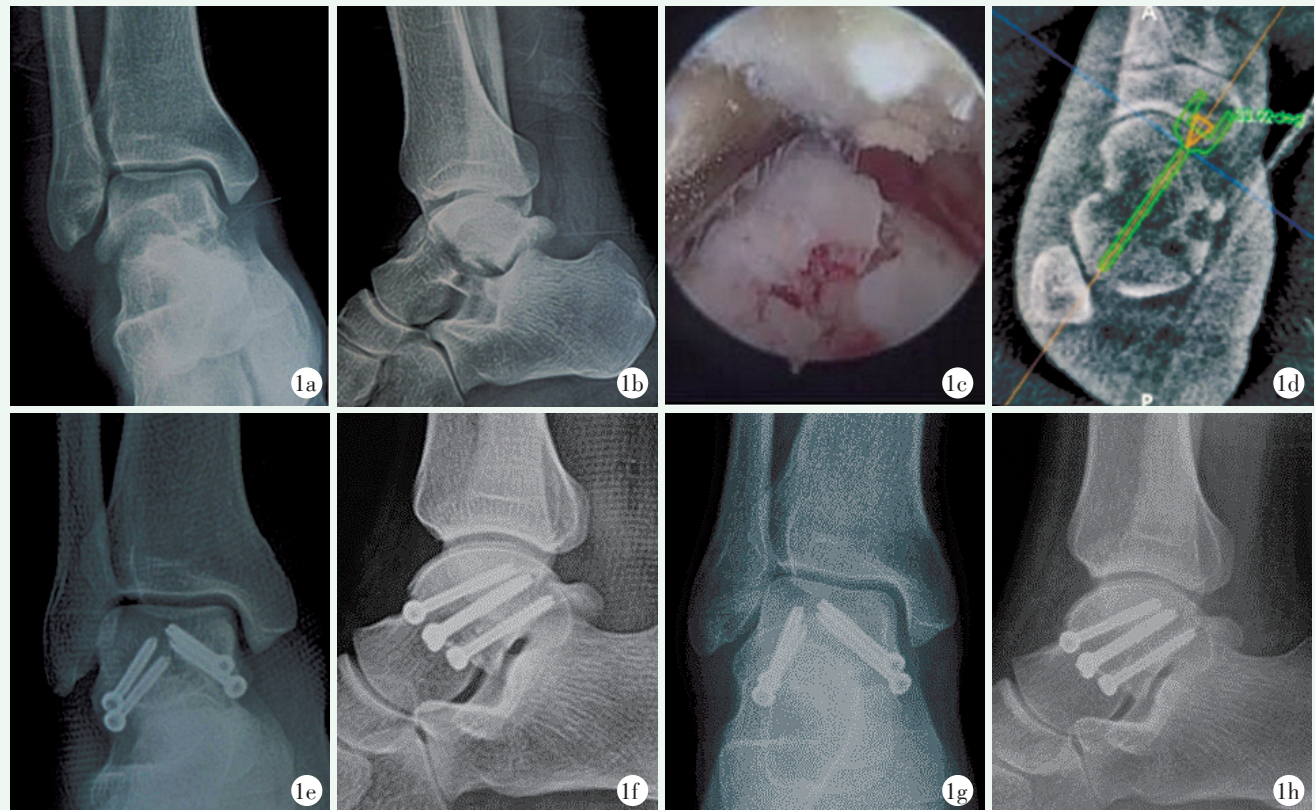


图 1. 患者男性，35 岁。1a, 1b: 术前正侧位 X 线片显示 Hawkins II 型距骨颈骨折；1c: 骨折复位后关节镜所见；1d: 骨科机器人规划置钉；1e, 1f: 术后正侧位 X 线片示骨折解剖复位，内固定位置良好；1g, 1h: 术后 8 个月正侧位 X 线片示骨折愈合，内固定稳固。

Figure 1. A 35-year-old male. 1a, 1b: Preoperative anteroposterior (AP) and lateral radiographs showed Hawkins type II talus neck fractures; 1c: Arthroscopic view after reduction of the talus neck fractures; 1d: Orthopedic robot planning screw placement; 1e, 1f: Postoperative AP and lateral radiographs showed anatomical reduction with implants in good position; 1g, 1h: AP and lateral X rays 8 months after surgery, showed the fracture healed with stable implants.

### 1.5 统计学方法

采用 SPSS 23.0 软件进行统计学分析，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，组内两时间点比较采用配对 *T* 检验；资料呈非正态分布时，采用秩和检验。计数资料采用  $\chi^2$  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

两组患者均顺利完成手术，术中均无血管、神经损伤等严重并发症。两组围手术期资料见表 2，两组手术出血量、踝关节镜操作时间、住院时间、切口愈合质量、并发症发生率差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )，但是，机器人组在置钉固定时间、术中透视

次数显著低于常规组 ( $P < 0.05$ )，一次置钉成功率显著高于常规组 ( $P < 0.05$ )。

指标	机器人组 (n=33)	常规组 (n=32)	P 值
手术出血量 (ml, $\bar{x} \pm s$ )	20.8±6.2	21.6±5.8	0.593
镜下操作时间 (min, $\bar{x} \pm s$ )	47.9±8.9	48.4±9.5	0.827
置钉固定时间 (min, $\bar{x} \pm s$ )	29.9±5.3	37.6±6.7	<0.001
一次置钉成功率 [例 (%)]	31 (94.0)	18 (56.3)	<0.001
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$ )	4.6±1.2	9.7±1.7	<0.001
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )	10.9±2.1	11.5±2.0	0.242
切口愈合质量 (例, 甲/乙)	32/1	29/3	0.287
腓浅神经损伤症状 [例 (%)]	0	2 (6.3)	0.145
下肢深静脉血栓 [例 (%)]	1 (3.0)	1 (3.1)	0.982

表 3. 两组随访资料 ( $\bar{x} \pm s$ ) 与比较

Table 3. Comparison of follow-up data between the two groups ( $\bar{x} \pm s$ )			
指标	机器人组 (n=33)	常规组 (n=32)	P 值
完全负重行走时间 (周)	26.0±2.7	26.4±2.9	0.567
VAS 评分 (分)			
术后 3 个月	1.9±0.5	2.0±0.6	0.468
末次随访	1.3±0.3	1.4±0.3	0.184
P 值	<0.001	<0.001	
足内翻-外翻 ROM (°)			
术后 3 个月	14.5±2.5	14.2±2.4	0.624
末次随访	18.0±2.4	17.8±2.6	0.748
P 值	<0.001	<0.001	
踝背伸-跖屈 ROM (°)			
术后 3 个月	32.6±3.6	32.5±3.4	0.909
末次随访	36.3±4.1	35.9±4.0	0.692
P 值	<0.001	0.001	
AOFAS 评分 (分)			
术后 3 个月	75.1±4.3	74.6±4.5	0.799
末次随访	93.5±5.5	92.7±5.0	0.542
P 值	<0.001	<0.001	

## 2.2 随访结果

随访 12~14 个月, 平均 (14.2±2.0) 个月。两组患者随访资料见表 2, 两组恢复完全负重行走时间差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。随着时间推移, 两组 VAS 评分均逐渐降低 ( $P<0.05$ ), 足内翻-外翻 ROM、踝背伸-跖屈 ROM、AOFAS 评分均逐渐升高, 相应时间点, 两组间上述指标的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。

随访过程中, 机器人组、常规组各 1 例因疼痛和活动障碍行翻修踝关节融合术; 均达到骨性愈合, 内固定物无松动。

## 2.3 影像评估

两组患者影像评估资料见表 4。两组骨折复位质量、术后 Takakura 退变评级、影像不良表现差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。

## 3 讨论

距骨骨折通常由车祸、坠落伤等高能创伤所引起, 在足踝部骨折总病例中占比 3%~5%。根据距骨骨折部位的不同又分为距骨头、颈、体骨折, 其中距

骨颈骨折最常见, 占比达到 50%~80%<sup>[11]</sup>。大多数距骨颈骨折采用切开复位内固定, 效果确切, 但可能因手术破坏距骨血运影响骨折愈合, 且并发症发生率较高。近年来关节镜技术逐渐发展, 踝关节镜在足踝部骨折的治疗中逐渐推广, 内镜的运用避免了传统开放手术造成的二次创伤或截骨后引起的并发症<sup>[12]</sup>。但在实际临床中发现, 踝关节镜骨折复位后进行螺钉固定时, 螺钉位置、规格可能难以达到预估的标准, 且术中可能需要反复多次置钉, 增加透视次数, 此过程不仅增加手术时间, 还可能引起周围血管、神经的损伤。因此如何精准置钉, 提高手术效率, 仍然是骨科工作者面临的一项难题<sup>[13]</sup>。

表 4. 两组影像资料比较

Table 4. Comparison of imaging data between the two groups			
指标	机器人组 (n=33)	常规组 (n=32)	P 值
骨折复位质量 (例, 优/良/可/差)	23/9/1/0	19/11/1/1	0.667
Takakura 退变评级 (例, 0/II/IIa/IIb/IV)			
术后 3 个月	24/6/3/0/0/0	24/5/3/0/0/0	0.834
末次随访	22/6/3/2/0/0	20/6/2/3/1/0	0.775
P 值	0.434	0.365	
末次随访影像不良表现			
骨折不愈合 [例 (%)]	1 (3.0)	1 (3.1)	0.982
骨坏死 [例 (%)]	0 (0.0)	1 (3.1)	0.306
内固定物松动 [例 (%)]	0 (0.0)	1 (3.1)	0.306

天玑骨科机器人是我国自主研发的智能骨科手术系统, 将机器人导航技术用于脊柱、骨盆等部位置钉时具有更高的成功率, 但在足踝部骨折螺钉固定中鲜有报道。本研究结果显示, 骨科机器人技术应用于 Hawkins II 型距骨颈骨折能够显著减少置钉时间、透视次数, 提高一次置钉成功率。既往主要通过改进透视设备、置钉方法等提高置钉效率, 但临床运用较为繁琐, 为研究运用骨科机器人, 该设备操作简单、方便, 可对距骨进行 3D 扫描, 设计钉道位置及置钉深度后即可沿导向器置钉, 提升螺钉置入准确性。踝关节以及机器人示踪器均在支架上固定, 二者相对位置固定, 可进一步减少置钉误差<sup>[14]</sup>。踝关节、示踪器同时固定可消除因患者体位改变引起的误差, 置钉位置、深度与系统设计几乎无偏差, 保障了手术的准确与安全<sup>[15]</sup>。文泓泉等<sup>[17]</sup>将骨科机器人用于足部骨折的微创治疗, 关于透视次数、置钉时间等结果与本文相近。

随访结果发现,骨科机器人对距骨颈骨折近期疗效无明显影响。两组均运用了踝关节镜,手术视野清晰,能够对关节内碎骨块、血肿、剥脱软骨等进行有效清除,利用克氏针进行撑开、撬拨复位,骨折复位良好,即使徒手置钉,只要成功置入均可获得满意的复位、固定效果。但值得注意的是,骨科机器人费用较传统置钉更高,临床运用需要考虑患者实际情况。

综上所述,骨科机器人联合踝关节镜治疗Hawkins II型距骨颈骨折能够缩短置钉固定时间,减少透视次数,提高一次置钉成功率,具有广泛的应用前景。

### 参考文献

- [1] 李彦璋,王鼎予,方璇,等. microCT重建距骨骨内微小动脉三维结构的临床解剖学研究[J]. 生物医学转化, 2021, 2(1): 95-100. DOI: 10.12287/j.issn.2096-8965.20210114.  
Li YZ, Wang DY, Fang X, et al. Clinical anatomical study on microCT reconstruction of the three-dimensional structure of small arteries within the talus bone [J]. Biomedical Transformation, 2021, 2(1): 95-100. DOI: 10.12287/j.issn.2096-8965.20210114.
- [2] 张言,梁景棋,郑伟鑫,等. 闭合复位经皮内固定治疗距骨颈骨折[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2020, 13(7): 529-533. DOI: 10.3969/j.issn.2095-9958.2020.07.01.  
Zhang Y, Liang JQ, Zheng WX, et al. Closed reduction and percutaneous internal fixation for the treatment of talar neck fractures [J]. Chinese Journal of Bone and Joint Surgery, 2020, 13(7): 529-533. DOI: 10.3969/j.issn.2095-9958.2020.07.01.
- [3] von Winning D, Adolf D, Schirmer W, et al. Correction: surgical treatment of talar neck and body fractures: mid-term results of 24 cases [J]. Z Orthop Unfall, 2021, 159(1): e3. DOI: 10.1055/a-1104-5739.
- [4] Willms S, Fruson L, Buckley R. Nondisplaced talus neck fracture - Operative or nonoperative care [J]. Injury, 2023, 54(4): 1027-1029. DOI: 10.1016/j.injury.2023.01.051.
- [5] 陈波,潘跃,雷钧,等. 踝关节镜联合富血小板血浆治疗距骨软骨损伤[J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29(6): 570-572. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.06.22.  
Chen B, Pan Y, Lei J, et al. Ankle arthroscopy combined with platelet-rich plasma in the treatment of talus cartilage injury [J]. Orthopedic Journal of China, 2021, 29(6): 570-572. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.06.22.
- [6] 古浩然,籍婧睿,周国超,等. 踝关节镜术后并发症的研究进展[J]. 创伤外科杂志, 2022, 24(11): 862-866. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4237.2022.11.012.  
Gu HR, Ji JR, Zhou GC, et al. Research progress of complications after ankle arthroscopy [J]. Journal of Traumatic Surgery, 2022, 24(11): 862-866. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4237.2022.11.012.
- [7] 刘毅,孙磊青,樊瑜波. 骨科机器人的行业概况与发展[J]. 中国医疗设备, 2021, 36(1): 159-163. DOI: 10.3969/j.issn.1674-1633.2021.01.036.
- [8] Liu Y, Sun LQ, Fan YB. The industry overview and development of orthopedic robots [J]. Chinese Medical Devices, 2021, 36(1): 159-163. DOI: 10.3969/j.issn.1674-1633.2021.01.036.
- [8] Sung YT, Wu JS. The Visual Analogue Scale for Rating, Ranking and Paired-Comparison (VAS-RRP): A new technique for psychological measurement [J]. Behav Res Methods, 2018, 50(4): 1694-1715. DOI: 10.3758/s13428-018-1041-8.
- [9] Smith RW, Reynolds JC, Stewart MJ. Hallux valgus assessment: report of research committee of American Orthopaedic Foot and Ankle Society [J]. Foot Ankle, 1984, 5(2): 92-103. DOI: 10.1177/107110078400500208.
- [10] Takakura Y, Aoki T, Sugimoto K. The treatment for osteoarthritis of the ankle joint [J]. Jpn J Joint Dis, 1986, 5: 347-352.
- [11] 冯延冰,李春雷,李刚,等. 两种入路开放复位内固定距骨颈骨折的比较[J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29(8): 694-698. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.08.05.  
Feng YB, Li CL, Li G, et al. Comparison of two approaches for open reduction and internal fixation of talar neck fractures [J]. Orthopedic Journal of China, 2021, 29(8): 694-698. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.08.05.
- [12] Segura FP, Eslava S. Talar neck fractures: single or double approach [J]. Foot Ankle Clin, 2020, 25(4): 653-665. DOI: 10.1016/j.fcl.2020.08.007.
- [13] Yan D, Li H, Shao B, et al. Arthroscopic-assisted reduction plus internal fixation and traditional open reduction plus internal fixation for talus fractures: a comparative study [J]. Am J Transl Res, 2022, 14(5): 3261-3268.
- [14] 王月鹏,杨溯,秦石磊,等. 距骨颈骨折诊疗的研究进展[J]. 中国医学创新, 2021, 18(33): 185-188. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4985.2021.33.045.  
Wang YP, Yang S, Qin SL, et al. Research progress in the diagnosis and treatment of talar neck fractures [J]. Chinese Medical Innovations, 2021, 18(33): 185-188. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4985.2021-33.045.
- [15] Xu M, Li R, Chen G, et al. Arthroscopy-assisted reduction and simultaneous robotic-assisted screw placement in the treatment of fractures of the posterior talar process [J]. Int Orthop, 2024, 48(2): 573-580. DOI: 10.1007/s00264-023-06006-2.
- [16] Yi Z, Qi W, Chen S, et al. A novel mini-invasive technique of arthroscopic-assisted reduction and robot-assisted fixation for transscaphoid perilunate fracture dislocations [J]. Orthop Surg, 2023, 15(4): 1203-1209. DOI: 10.1111/os.13677.
- [17] 文泓泉,王鹏飞,付亚辉,等. 天玑骨科机器人联合O臂导航系统微创治疗足骨骨折的近期疗效[J]. 中国修复重建外科杂志, 2022, 36(8): 951-956. DOI: 10.12332/j.issn.2095-6525.2023.04.036.  
Wen HQ, Wang PF, Fu YH, et al. Short-term effect of minimally invasive treatment of posterior foot fracture with Tianji orthopedic robot combined with O-arm navigation system [J]. Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery, 2022, 36(8): 951-956. DOI: 10.12332/j.issn.2095-6525.2023.04.036.

(收稿:2024-02-15 修回:2024-06-04)

(同行评议专家:晏雄伟,王明才,宋俊)

(本文编辑:郭秀婷)