

• 临床研究 • doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2024.06.009

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240227.0844.004\(2024-02-27\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240227.0844.004(2024-02-27))

天玑骨科机器人辅助与传统切开复位内固定 治疗跟骨骨折的临床对比研究*

徐俊华¹, 王子健², 张奕², 纪振中^{1△}

(1. 武汉科技大学医学院, 武汉 430072; 武汉科技大学附属普仁医院创伤骨科, 武汉 430081)

[摘要] **目的** 研究天玑Ⅱ代骨科机器人辅助下微创治疗跟骨骨折与传统经跗骨窦切开螺钉内固定的疗效差异。**方法** 选取 2020 年 4 月至 2022 年 10 月期间武汉科技大学附属普仁医院收治的 20 例跟骨骨折患者为研究对象, 根据手术方式的不同分为两组: 研究组 8 例, 男 7 例, 女 1 例, 使用天玑Ⅱ代骨科机器人辅助微创治疗; 对照组 12 例, 男 9 例, 女 3 例, 使用传统经跗骨窦切开复位内固定治疗。分析比较两组患者住院时间、术前等待时间、手术时间、手术切口长度、术中透视次数、术中出血、术后 3 个月和 6 个月美国骨科协会足踝外科分会(AOFAS)评分及相关并发症发生率。**结果** 两组患者一般资料(年龄、性别、患侧、骨折分型)差异均无统计学意义($P>0.05$)。研究组住院时间、术前等待时间、手术切口长度、术中透视次数、术中出血量均低于对照组[(9.500±3.423)d vs. (14.830±3.040)d, (4.750±2.964)d vs. (7.750±2.563)d, (3.250±0.463)cm vs. (7.667±1.435)cm, (4.250±1.282)次 vs. (6.667±1.614)次, (14.380±7.289)mL vs. (51.670±19.460)mL], 差异有统计学意义($P<0.05$)。研究组手术时间较对照组长[(80.130±3.271)min vs. (69.250±3.729)min], 差异有统计学意义($P<0.05$)。研究组术后 3 个月 AOFAS 评分高于对照组[(77.130±3.441)分 vs. (70.830±3.512)分], 差异有统计学意义($P<0.05$), 而两组间骨折愈合时间及术后 6 个月 AOFAS 评分差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 天玑Ⅱ代骨科机器人辅助下微创治疗跟骨骨折相对传统经跗骨窦切开复位内固定治疗有着手术切口小、术中出血少、术中透视少的优势, 能缩短患者的住院时间及术前等待时间, 且能够使患者早期获得更好的功能康复。

[关键词] 跟骨骨折; 骨科机器人; 骨折内固定术; 经跗骨窦入路

[中图分类号] R683

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-8348(2024)06-0850-05

Clinical comparative study of Tianji orthopedic robot assisted surgery and traditional open reduction and internal fixation in the treatment of calcaneal fracture*

XU Junhua¹, WANG Zijian², ZHANG Yi², JI Zhenzhong^{1△}

(1. School of Medicine, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan, Hubei 430072, China; 2. Department of Orthopaedic Trauma, Puren Hospital, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan, Hubei 430081, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the difference of curative effect between traditional open reduction and internal fixation and minimally invasive surgery assisted by Tianji II generation orthopedic robot in the treatment of calcaneal fracture. **Methods** 20 patients with calcaneal fracture admitted to Puren Hospital Affiliated to Wuhan University of Science and Technology from April 2020 to October 2022 were selected. According to the different surgical methods, they were divided into two groups: the study group (8 cases, 7 males and 1 female) was treated with Tianji II orthopedic robot assisted minimally invasive surgery, and the control group (12 cases, 9 males and 3 females) was treated with traditional open reduction and internal fixation. The hospitalization time, preoperative waiting time, operation time, surgical incision length, fluoroscopy times during operation, intraoperative bleeding, American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) score at 3 and 6 months after operation and the incidence of related complications were analyzed and compared between the two groups. **Results** There was no significant difference in the general information (age, gender, affected side and fracture type) between the two groups ($P>0.05$). The hospitalization time, preoperative waiting time, surgical incision length, fluoroscopy times during operation and intraoperative bleeding in the study group were lower than those in the control group [(9.500±3.423) d vs. (14.83±3.040) d, (4.750±2.964) d vs. (7.750±2.563) d, (3.250±0.463) cm vs. (7.667±1.435) cm, (4.250±1.282) times vs. (6.667±1.614) times, (14.380±7.289) mL vs. (51.670±19.460) mL], difference was statistically significant ($P<0.05$). The study group operation time was longer than the control group [(80.130±3.271) min vs. (69.250±3.729) min], difference was statistically significant ($P<0.05$). The study group AOFAS score at 3 months after operation was higher than the control group [(77.130±3.441) points vs. (70.830±3.512) points], difference was statistically significant ($P<0.05$), while the difference in fracture healing time and AOFAS score at 6 months after operation between the two groups was not statistically significant ($P>0.05$).

(7.750±2.563) d,(3.250±0.463) cm *vs.* (7.667±1.435) cm,(4.250±1.282) times *vs.* (6.667±1.614) times,(14.380±7.289) mL *vs.* (51.670±19.460) mL],and the differences were statistically significant ($P<0.05$).The operation time of the study group was longer than that of the control group [(80.130±3.271) min *vs.* (69.250±3.729) min],and the difference was statistically significant ($P<0.05$).The AO-FAS score of the study group was higher than that of the control group at 3 months after operation [(77.130±3.441) min *vs.* (70.830±3.512) min],and the difference was statistically significant ($P<0.05$).The fracture healing time and the AOFAS score at 6 months after operation of the two groups were not statistically significant ($P>0.05$). **Conclusion** Compared with traditional open surgery,minimally invasive surgery assisted by Tianji II generation orthopedic robot for calcaneal fracture has the advantages of smaller incision,less intra-operative bleeding and less intraoperative fluoroscopy,which can shorten the length of hospital stay and the time from injury to surgery,and enable patients to obtain better functional rehabilitation in the early stage.

[Key words] calcaneal fracture;orthopedic robot;fracture internal fixation;transtarsal sinus approach

跟骨骨折占全身所有骨折的 2%^[1],其解剖结构较不规则,通过 3 个关节面与距骨、跗骨相耦合,尽管近十几年来诊断与治疗技术有明显改善,但因跟骨骨折模式的复杂性及周围软组织与血运的局限性^[2],术后长期负重疼痛、关节不稳定等并发症仍不可忽视,临床医师一直以来把跟骨骨折作为最复杂的骨折之一,如何进行手术治疗仍存在一定争议^[3]。以往的手术方式通常为侧面扩大切口或者经跗骨窦下微创切口内固定治疗,两种方案各有其优势,但随着近年技术的发展,有研究者尝试使用机器人辅助手术治疗骨折^[4],证实了机器人辅助手术有一定优势。武汉科技大学附属普仁医院创伤骨科自 2020 年起引进天玑 II 代骨科机器人(北京天智航医疗科技股份有限公司)治疗跟骨骨折,取得了较好的效果,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2020 年 4 月至 2022 年 10 月期间武汉科技大学附属普仁医院创伤骨科收治的 20 例跟骨骨折患者为研究对象,根据手术方式不同分为研究组与对照组。研究组 8 例,男 7 例,女 1 例,采用天玑 II 代骨科机器人辅助微创治疗,对照组 12 例,男 9 例,女 3 例,采用传统经跗骨窦切开复位内固定治疗。患者纳入标准:(1)闭合性跟骨骨折;(2)术前完善 CT 及三维重建检查;(3)受伤至手术时间(术前等待时间)≤3 周;(4)Sanders II、Ⅲ型骨折;(5)未合并其他部位损伤。排除标准:(1)开放性跟骨骨折;(2)合并下肢骨折或重要脏器损伤;(3)术前等待时间≥3 周;(4)合并周围软组织病变;(5)既往有跟骨骨折病史;(6)采取保守治疗者。本研究方案经武汉科技大学医学院附属普仁医院医学伦理委员会审核批准[(2022)年审第(022)号],患者及家属已签署知情同意书。两组患者年龄、性别、患侧、骨折分型差异无统计学意义($P>0.05$),见表 1。

1.2 方法

1.2.1 手术方式

所有患者术前常规行 CT 及三维重建检查明确诊断跟骨骨折及分型后在全身麻醉(1 例)或椎管内麻醉下(19 例)进行手术,手术体位均为侧卧位。研究组:麻醉成功后于跟骨结节处打入两枚克氏针撬拨、牵引同时配合手法挤压复位骨折端,移动式 C 臂 X 射线机

(德国西门子股份公司)导航下确定骨折部位解剖复位后打入克氏针临时固定,于骰骨处打入克氏针以固定天玑 II 代骨科机器人示踪器,以无菌保护套覆盖天玑 II 代骨科机器人装置,连接天玑 II 代骨科机器人导航装置,操作天玑 II 代骨科机器人三维扫描提取跟骨影像资料,在其辅助下设计空心螺钉(天津正天医疗器械有限公司)进针方向、角度、长度等,沿机械臂所导航的方向打入导针,再次从冠状面、矢状面、水平面及三维透视角度确定空心螺钉位置,确认导针位置满意后用空心钻开孔,按照设计的方向、深度行空心螺钉固定,以普通丝线行皮肤全层缝合等,最后以无菌敷料加压包扎。对照组:麻醉成功后在外踝处作一斜形长切口,撬拨复位塌陷关节面并加以克氏针临时固定,从后跟处打入两克氏针配合手法挤压调整跟骨长度、宽度及轴线等,三维 C 臂 X 射线机导航下确定骨折端近解剖复位后打入数枚克氏针临时固定,定位后打入导针固定,C 臂 X 射线机引导透视下确认导针位置满意后用空心钻开孔,打入空心螺钉固定,缝合切口并加以包扎。

表 1 两组患者一般资料比较				
组别	<i>n</i>	年龄 ($\bar{x}\pm s$,岁)	性别 (男/女, <i>n</i> / <i>n</i>)	患侧 (左/右, <i>n</i> / <i>n</i>) (Ⅱ/Ⅲ, <i>n</i> / <i>n</i>)
研究组	8	48.75±9.49	7/1	3/5 6/2
对照组	12	50.25±11.15	9/3	4/8 9/3
<i>t</i> / χ^2		0.311 8	0.468 8	0.036 6 0.000 1
<i>P</i>		0.758 8	0.493 6	0.848 2 >0.999 9

1.2.2 术后处理

两组术后 24 h 内预防性使用广谱抗生素,常规复查足部 X 线片,足踝部暂时避免负重。术后 2 周开始进行足趾屈伸训练与足泵训练。术后 4 周,可在外力辅助下行踝关节被动活动。术后 6 周时开始进行踝关节主动运动。

1.3 随访与功能评估

术后第 3~6 个月门诊或电话随访,记录患者手术切口愈合情况、患肢消肿情况及相关并发症(切口感染或不愈合、再骨折、下肢深静脉血栓、腓肠神经损伤)。通过美国骨科协会足踝外科分会(AOFAS)评分系统^[5]进行功能评估,满分 100 分,其中疼痛 40 分,功能 50 分,力线 10 分,得分越高者情况越好,

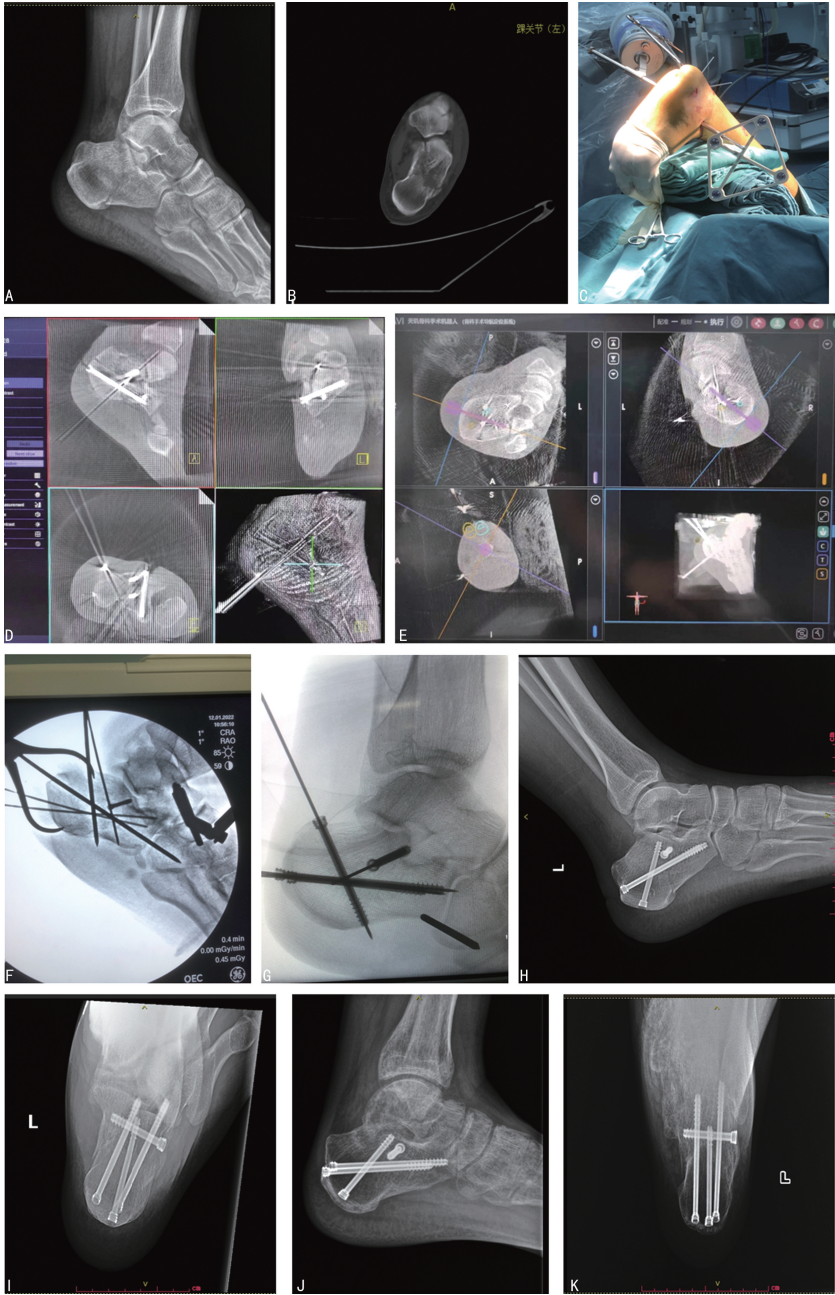
90~100 分为优,75~<90 分为良,50~<75 分为可,<50 分为差。

1.4 统计学处理

采用 SPSS27.0 软件进行数据统计分析。所有统计推断,双侧检验设定检验水准 α 为 0.05,单侧检验 α 为 0.025;参数的可信区间估计采用 95%CI。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 t 检验,不符合正态分布的计量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,组间比较使用 Wilcoxon 秩和检验;计数资料采用例数和百分率表示,比较采用 Pearson χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

典型病例:患者男,34 岁,不慎摔伤致左侧跟骨骨折,见图 1。研究组住院时间、术前等待时间、手术切口长度、术中透视次数、术中出血量及术后 3 个月 AOFAS 评分较对照组明显缩短或降低,差异有统计学意义($P < 0.05$),两组骨折愈合时间大致相同且术后 6 个月 AOFAS 评分差异无统计学意义($P > 0.05$)。研究组手术时间长于对照组,差异有统计学意义($P > 0.05$),见表 2。两组患者随访期间均未发生切口感染或不愈合、下肢深静脉血栓、再骨折、腓肠神经损伤等并发症。



A:术前左跟骨侧位 X 线片;B:术前 CT 平扫,可见骨折分型为 Sanders III 型;C:术中连接天玑 II 代骨科机器人导航系统;D、E:术中使用天玑 II 代骨科机器人导航系统进行空心螺钉路径规划;F:定位后打入导针,C 臂 X 射线机透视位置满意;G:在规划路径下,天玑 II 代骨科机器人精准打入空心螺钉,C 臂 X 射线机透视结果满意;H、I:术后常规复查左跟骨 X 线片,内固定位置正常,骨折线清晰;J、K:分别为术后 3 个月复查左跟骨正、侧位 X 线片,骨折线愈合良好。

图 1 典型病例手术及随访情况

表 2 两组患者手术及预后指标比较($\bar{x} \pm s$)

组别	<i>n</i>	住院时间(d)	术前等待时间(d)	手术切口长度(cm)	术中透视次数(次)	术中出血量 ^a (mL)
研究组	8	9.500±3.423	4.750±2.964	3.250±0.463	4.250±1.282	14.380±7.289
对照组	12	14.830±3.040	7.750±2.563	7.667±1.435	6.667±1.614	51.670±19.460
<i>t</i>		3.658 0	2.411 0	8.351 0	3.544 0	5.145 0
<i>P</i>		0.001 8	0.026 8	0.000 1	0.002 3	0.000 1

组别	<i>n</i>	骨折愈合时间(周)	手术时间(min)	AOFAS 评分(分)	
				术后 3 个月	术后 6 个月
研究组	8	15.130±1.727	80.130±3.271	77.130±3.441	81.500±2.204
对照组	12	16.330±1.723	69.250±3.729	70.830±3.512	79.420±3.088
<i>t</i>		1.535 0	−7.724 0	3.956 0	1.643 0
<i>P</i>		0.142 2	0.000 1	0.000 9	0.117 7

^a:术中记录吸引器总量、纱布使用数量及术中冲洗量确定术中出血量。

3 讨 论

跟骨骨折为常见的跗骨骨折^[6],对移位型骨折临床首选的治疗方法通常为手术治疗,旨在恢复关节面及跟骨形状、高度等,从而达到后期的功能康复^[7],传统术式通常行侧面扩大切口以置入钢板或空心螺钉,但跟骨周围软组织薄弱、伤口血运条件不佳^[8],扩大切口与过多的软组织剥离随之带来的伤口坏死、感染及腓肠神经损伤^[9]等术后并发症不可忽视^[10]。在微创技术与理念的不断发展下,微创治疗跟骨骨折成为目前流行的治疗方式^[11],临床医师逐渐开始使用经皮复位内固定、经跗骨窦辅助复位内固定、关节镜辅助复位内固定等^[12]方式进行手术,这些微创技术对跟骨附近皮瓣、软组织血运破坏较小,伤口并发症发生风险远低于传统扩大切口方式^[13-14],但微创手术技术对临床医师的临床经验要求高^[15],且在微创技术的运用中,往往面临着术中视野暴露不充分的问题,这对医师置入螺钉的精确性要求更高,同时可能造成术中多次透视及频繁调整螺钉,变向延长了手术时间,影响了其生物力学稳定性^[4]。

武汉科技大学附属普仁医院创伤骨科近年来引进用我国自主研发的天玑Ⅱ代骨科机器人,经跗骨窦入路下利用三维C臂X射线机扫描获取患者手术部位影像数据,规划空心螺钉路径,精准打入空心螺钉固定,避免了多次调整空心螺钉或导针,降低了术中需要的透视次数,减少了对患者的创伤与术中出血量。WANG等^[16]同样使用机器人辅助手术治疗跟骨骨折,结果表明机器人手术方式相对传统扩大切口方式较好,借助这项技术,骨科医师可以更快、更精确、使创伤更小地置入螺钉。然而在实践中,术中往往因为操作系统、规划路线而花费更多的时间,这也是本研究中研究组手术时间长于对照组的主要原因,后期术者在熟练流程、掌握操作系统之后,手术时间应该会适当缩短;但该技术也有其局限性,因为其复位方

式多为利用克氏针等牵引工具在体表手法复位,必要时辅助微创小切口^[17],所以对于移位较大、骨折粉碎碎片过多的患者,不宜使用机器人行螺钉内固定手术,故本研究收录病例主要为 SandersⅡ型骨折^[18]。

手术时机选择方面,跟骨骨折多为高能损伤导致,如高处跌落、纵向摔伤等,患者受伤后足踝周围皮肤及软组织多肿胀^[19],仓促手术易造成术后局部皮瓣缺血坏死^[20],传统L型切口开放手术术前通常需要等待1~2周,皮肤出现明显的褶皱为可以进行手术的指征^[21],但经跗骨窦入路的方式切口较小,减少了局部软组织及血运的创伤,对于术前的软组织要求可以适当放宽,患者一般只需等待5~7d即可进行手术治疗^[22],无须刻意要求“褶皱”标准。

早期康复锻炼的理念在临床上越来越被认同,鼓励患者早期进行关节锻炼能预防卧床并发症的发生,SU等^[23]在研究中指出,早期的功能康复在跟骨骨折的治疗中也相当重要。本研究中,在相同康复方案下研究组术后3个月AOFAS评分明显高于对照组,证明通过机器人手术能使患者在早期得到更好的功能康复。关于机器人手术疗效的问题,NOSEWICZ等^[24]在meta分析中指出,经跗骨窦入路手术与传统侧面扩大切口手术两组的术后骨折愈合时间与Böhler角恢复大致相同。本研究中,研究组的骨折愈合时间、术后6个月AOFAS评分略优于对照组,虽然差异无统计学意义($P>0.05$),但也肯定了两种治疗方案在临床上的治疗效果,若样本量更大,可能会发现更有意义的结果。

本研究将天玑Ⅱ代骨科机器人辅助下微创手术与传统经跗骨窦切开内固定手术方式进行队列研究,研究结果显示:与传统经跗骨窦切开复位内固定比较,天玑Ⅱ代骨科机器人辅助下微创治疗跟骨骨折有着更好的临床治疗效果,现将机器人手术优点总结如下:(1)降低了术后伤口相关的并发症发生风险;(2)

减少了术者的射线暴露风险;(3)机器人术中精准规划路线,降低了螺钉偏移的概率;(4)机器人手术住院时间相对缩短,能使患者早期得到更好的功能康复;(5)相对低的学习成本与相对平滑的学习曲线,能让临床医师更好地掌握。本研究为单中心研究且样本量相对较少,需要进一步的多中心随机双盲对照研究证据,且随访时间较短,缺乏远期并发症等相关数据,需要进一步随访观察。

综上所述,骨科机器人辅助下微创手术治疗跟骨骨折相对传统切开复位手术有着并发症风险低,术中出血少,住院时间短,术中射线暴露风险小的优势,且患者在早期能获得更好的功能康复,可以在临床推广应用。

参考文献

- [1] WAGSTROM E A, DOWNES J M. Limited approaches to calcaneal fractures[J]. *Curr Rev Musculoskelet Med*, 2018, 11(3): 485-494.
- [2] CLARE M P, CRAWFORD W S. Managing complications of calcaneus fractures[J]. *Foot Ankle Clin*, 2017, 22(1): 105-116.
- [3] RAMMELT S, ZWIPP H. Calcaneus fractures: facts, controversies and recent developments[J]. *Injury*, 2004, 35(5): 443-461.
- [4] 袁心伟, 张斌, 胡虹, 等. 机器人辅助下跟骨骨折内固定与传统切开复位内固定对比研究[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2021, 35(6): 729-733.
- [5] AOFAS Annual Meeting 2021[J]. *Foot Ankle Orthop*, 2022, 7(1): 24730114211060251.
- [6] YU Q, LI Z, LI J, et al. Calcaneal fracture maps and their determinants[J]. *Orthop Surg Res*, 2022, 17(1): 39.
- [7] GIANNINI S, CADOSSO M, MOSCA M, et al. Minimally-invasive treatment of calcaneal fractures: a review of the literature and our experience[J]. *Injury*, 2016, 47(Suppl. 4): 138-146.
- [8] BIBBO C, SIDDIQUI N, FINK J, et al. Wound coverage options for soft tissue defects following calcaneal fracture management (operative/surgical)[J]. *Clin Podiatr Med Surg*, 2019, 36(2): 323-337.
- [9] GOUGOULIAS N, MCBRIDE D, MAFFULLI N. Outcomes of management of displaced intra-articular calcaneal fractures[J]. *Surgeon*, 2021, 19(5): e222-229.
- [10] BLASIUS F M, LINK B C, BEERES F J P, et al. Impact of surgical procedures on soft tissue micro-circulation in calcaneal fractures: a prospective longitudinal cohort study[J]. *Injury*, 2019, 50(12): 2332-2338.
- [11] PENG Y, LIU J, ZHANG G, et al. Reduction and functional outcome of open reduction plate fixation versus minimally invasive reduction with percutaneous screw fixation for displaced calcaneus fracture: a retrospective study[J]. *J Orthop Surg Res*, 2019, 14(1): 124.
- [12] ZHANG G, DING S, RUAN Z. Minimally invasive treatment of calcaneal fracture[J]. *J Int Med Res*, 2019, 47(8): 3946-3954.
- [13] 周玉宽, 张彪, 胡廷军, 等. 外侧小切口空心螺钉内固定治疗关节面移位的跟骨骨折[J]. *中国骨伤*, 2010, 23(6): 463-465.
- [14] RAMMELT S, DURR C, SCHNEIDERS W, et al. Minimally invasive fixation of calcaneal fractures[J]. *Oper Orthop Traumatol*, 2012, 24(4/5): 383-395.
- [15] RAMMELT S, SANGEORZAN B J, SWORDS M P. Calcaneal fractures: should we or should we not operate? [J]. *Indian J Orthop*, 2018, 52(3): 220-230.
- [16] WANG J, HAN W, SU Y, et al. Comparison of robot-assisted percutaneous cannulated screws versus open reduction and internal fixation in calcaneal fractures[J]. *Orthop Surg*, 2023, 15(3): 724-730.
- [17] WILKINSON B G, MARSH J L. Minimally invasive treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures[J]. *Orthop Clin North Am*, 2020, 51(3): 325-338.
- [18] GOLOS J, KWIATKOWSKI K, PIEKARCZYK P, et al. Long-term results of operative treatment of calcaneal fractures[J]. *Ortop Traumatol Rehabil*, 2015, 17(2): 163-174.
- [19] HALVACHIZADEH S, KLINGEBIEL F K L, PFEIFER R, et al. The local soft tissue status and the prediction of local complications following fractures of the ankle region[J]. *Injury*, 2022, 53(6): 1789-1795.
- [20] KOSKI E A, KUOKKANEN H O, KOSKINEN S K, et al. Reconstruction of soft tissue after complicated calcaneal fractures[J]. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg*, 2004, 38(5): 284-287.

- 接骨板治疗 Sanders II、III 型跟骨骨折的疗效分析[J]. 中华创伤骨科杂志, 2023, 25(7): 635-639.
- [7] MA D, HUANG L, LIU B, et al. Efficacy of sinus tarsal approach compared with conventional L-shaped lateral approach in the treatment of calcaneal fractures: a meta-analysis[J]. Front Surg, 2021, 7: 602053.
- [8] 曲家富, 闫荣亮, 李生旺, 等. “八”形小切口钢板螺栓加压内固定治疗跟骨关节内骨折[J]. 中华骨科杂志, 2013, 33(10): 1036-1041.
- [9] 赵德源, 秦入结, 陆向君, 等. 跗骨窦入路与外侧 L 形切口入路治疗单侧 Sanders II、III 型跟骨骨折的疗效比较[J]. 创伤外科杂志, 2021, 23(8): 599-602.
- [10] 陈言智, 杨志强, 张元, 等. 两种入路开放复位内固定 Sanders II ~ III 跟骨骨折[J]. 中国矫形外科杂志, 2023, 31(8): 694-699.
- [11] 林善斌. BOLD 加压螺丝钉手术对足部骨折患者 Maryland 足部功能评分的影响[J]. 中外医学研究, 2020, 18(14): 135-137.
- [12] 邵之良, 赵志来. 经跗骨窦切口内固定术在 Sander II ~ III 型跟骨骨折的应用[J]. 临床与病理杂志, 2019, 39(8): 1732-1736.
- [13] SWORDS M, SHANK J, FRATICELLI N, et al. Late treatment of displaced intra-articular calcaneus fractures: successful management with anatomic reduction[J]. J Orthop Trauma, 2020, 34(Suppl. 1): 21-25.
- [14] WEINRAUB G M, DAVID M S. Sinus tarsi approach with subcutaneously delivered plate fixation for displaced intra-articular calcaneal fractures[J]. Clin Podiatr Med Surg, 2019, 36(2): 225-231.
- [15] LI S L. Wound and sural nerve complications of the sinus tarsi approach for calcaneus fractures[J]. Foot Ankle Int, 2018, 39(9): 1106-1112.
- [16] JEON S K, PAIK D J, HWANG Y I. Variations in sural nerve formation pattern and distribution on the dorsum of the foot[J]. Clin Anat, 2017, 30(4): 525-532.
- [17] BAI L, HOU Y L, LIN G H, et al. Sinus tarsi approach (STA) versus extensile lateral approach (ELA) for treatment of closed displaced intra-articular calcaneal fractures (DIACF): a meta-analysis[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2018, 104(2): 239-244.
- [18] MEHTA C R, AN V V G, PHAN K, et al. Extensile lateral versus Sinus tarsi approach for displaced, intra-articular calcaneal fractures: a meta-analysis[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2018, 13(1): 243.
- [19] 贾建波, 敖荣广, 禹宝庆, 等. 微创“八”字形切口入路在 Sanders II、III 型跟骨骨折治疗中的应用[J]. 中华创伤骨科杂志, 2019, 21(10): 874-880.
- [20] 冯 炜, 李俊杰, 俞立新. 经“八”字切口微创固定治疗跟骨关节内骨折[J]. 临床骨科杂志, 2016, 19(4): 485-486.
- [21] 刘琪, 梁超, 曲良, 等. “八”字切口入路治疗跟骨骨折临床效果[J]. 青岛大学学报(医学版), 2022, 58(1): 41-45.
- [22] 杨永豪. 跗骨窦. “八”字形切口入路钢板内固定术治疗跟骨骨折患者的效果[J]. 中国民康医学, 2021, 33(22): 51-53.
- [23] 王涛, 马文校, 李庆. 跗骨窦“八”字切口入路治疗跟骨骨折疗效分析[J]. 中国现代手术学杂志, 2019, 23(3): 206-210.

(收稿日期: 2023-10-11 修回日期: 2024-01-03)

(编辑: 姚 雪)

(上接第 854 页)

- [21] LI M, LIAN X, YANG W, et al. Percutaneous reduction and hollow screw fixation versus open reduction and internal fixation for treating displaced intra-articular calcaneal fractures[J]. Med Sci Monit, 2020, 26: e926833.
- [22] RACHAKONDA K R, NUGUR A, SHEKAR N A, et al. Minimally invasive fixation for displaced intra-articular fractures of calcaneum: a short-term prospective study on functional and radiological outcome[J]. Musculoskelet Surg, 2019, 103(2): 181-189.
- [23] SU Y, CHEN W, ZHANG Q, et al. Bony destructive injuries of the calcaneus: long-term results of a minimally invasive procedure followed by early functional exercise: a retrospective study[J]. BMC Surg, 2014, 14: 19.
- [24] NOSEWICZ T L, DINGEMANS S A, BACKES M, et al. A systematic review and meta-analysis of the sinus tarsi and extended lateral approach in the operative treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures[J]. Foot Ankle Surg, 2019, 25(5): 580-588.

(收稿日期: 2023-04-18 修回日期: 2023-10-22)

(编辑: 姚 雪)