doi:10.11659/jjssx.09E024099

·临床研究·

自制辅助复位装置结合经跗骨窦入路治疗跟骨SandersⅡ~Ⅳ型骨折的疗效观察

周 庾,唐大刚,彭 维,胡晓波,陈 智,隆 鹏,匡志平,张传志 (重庆市中医院骨科,重庆 400010)

[摘 要] **目的** 观察自制辅助复位装置结合跗骨窦入路(STA)治疗跟骨Sanders Ⅱ~Ⅳ型骨折的效果。**方法** 选择我院2023年1—6月收治的40例跟骨Sanders Ⅱ~Ⅳ型骨折患者,按随机数字表法分为对照组和观察组,每组20例。对照组患者使用足跟扩大外侧L形入路(ELA)进行手术治疗,观察组患者采用辅助复位装置结合STA进行手术治疗。比较2组患者手术相关指标、术后并发症情况及足踝解剖学指标,采用美国足踝外科学会(AOFAS)踝-后足评分量表及Maryland足功能评分评估患肢功能恢复情况。**结果** 2组患者的手术时间、术后切口干燥时间、术后疼痛持续时间比较,差异无统计学意义($P>0.05$);观察组患者的术后拆线时间短于对照组,差异具有统计学意义($P<0.05$)。观察组患者切口皮缘坏死发生率及并发症总发生率均低于对照组($P<0.05$)。2组患者术后Böhler角、Gissane角均较术前增大($P<0.05$);2组患者术后Böhler角、Gissane角比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。观察组患者仅术后1周AOFAS评分高于对照组($P<0.05$),其他时间点2组患者的AOFAS评分和Maryland评分比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 辅助复位装置结合STA治疗跟骨SandersⅡ~Ⅳ型骨折可有效恢复足踝功能,而且术后拆线时间短,术后并发症发生率低。

[关键词] 跟骨骨折;足跟扩大外侧L形入路;跗骨窦入路;辅助复位装置

[中图分类号] R683.42 [文献标志码] A [收稿日期] 2024-09-18

Observation on therapeutic effect of self-made auxiliary reduction device combined with sinus tarsi approach in treatment of Sanders type Ⅱ to Ⅳ calcaneal fractures

ZHOU Yu, TANG Da-gang, PENG Wei, HU Xiao-bo, CHEN Zhi, LONG Peng, KUANG Zhi-ping, ZHANG Chuan-zhi
(Department of Orthopedics, Chongqing Traditional Chinese Medicine Hospital, Chongqing 400010, China)

Abstract: Objective To observe the efficacy of self-made auxiliary reduction device combined with sinus tarsi approach (STA) in the treatment of Sanders type Ⅱ to Ⅳ calcaneal fractures. **Methods** A total of 40 patients with Sanders type Ⅱ to Ⅳ calcaneal fractures admitted to our hospital from January to June 2023 were selected and divided into the control group and the observation group by the random number table method, with 20 cases in each group. Patients in the control group underwent surgical treatment with the heel extensile lateral approach (ELA), while patients in the observation group underwent surgical treatment with the auxiliary reduction device combined with STA. The surgical-related indicators, postoperative complications and ankle-foot anatomical indicators of patients in the two groups were compared. The recovery of limb function was evaluated by the American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) ankle-hindfoot scale and Maryland foot function score. **Results** There was no statistically significant difference in the operation time, postoperative incision drying time, or duration of postoperative pain between the two groups ($P>0.05$). The postoperative suture removal time of the patients in the observation group was shorter than that of the control group, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). The incidence of skin edge necrosis of incision and the total incidence of complications of patients in the observation group were significantly lower than those in the control group ($P<0.05$). The Böhler angle and Gissane angle of patients in both groups increased after surgery compared with those before surgery ($P<0.05$); there was no statistically significant difference in the Böhler angle or Gissane angle after surgery of patients between the two groups ($P>0.05$). The AOFAS score1 week after surgery of the patients in the observation group was higher than that in the control group ($P<0.05$), while there were no statistically significant differences in the AOFAS scores or Maryland scores of patients at other time points between the two groups ($P>0.05$). **Conclusion** The use of the auxiliary reduction device in surgical treatment with STA for Sanders type Ⅱ to Ⅳ calcaneal fractures can effectively restore the function of the foot and ankle, with short postoperative suture removal time and low incidence of postoperative complications.

Keywords: calcaneal fractures; extended lateral approach; sinus tarsi approach; auxiliary reduction device

[基金项目] 重庆市科卫联合医学研究项目面上项目(2023MSXM109)

[通信作者] 张传志,E-mail:18983882876@163.com

跟骨骨折是常见的足部损伤,占所有骨折的1%~2%,年发病率为1.15‰~1.37‰[1-2]。跟骨骨折通常由跌倒、机动车事故和运动等引起,常见于年轻的体力劳动者,男性发生率高于女性,其治疗方式包括保守治疗和手术治疗,但选择何种治疗方式一直是争论的焦点[3-4]。跟骨骨折复位的关键在于恢复跟骨高度和宽度,纠正跟骨内外翻畸形,恢复跟骨Böhler角、Gissane角及关节面平整度,而手术治疗能更有效地恢复跟骨解剖结构,减少术后创伤性骨关节炎的发生,促进患者术后足部功能的恢复[5-6]。跟骨骨折常采用足跟扩大外侧L形入路(extensile lateral approach, ELA),该入路方式对骨折端及距下关节面显露效果较好。然而由于跟骨解剖结构的特殊性,ELA术后容易出现切口感染、术区皮肤麻木等并发症,导致术后切口愈合困难,影响患者术后恢复[7]。随着外科手术逐步走向微创化,越来越多的外科医师采用跗骨窦入路(sinus tarsi approach, STA)治疗跟骨骨折。多项Meta分析表明,与ELA相比,STA手术在治疗跟骨骨折方面更安全有效,手术时间更短,并发症风险和感染率更低,术后恢复更快[8-10]。然而STA不能充分显露骨折端,常需要借助间接复位技术(如外固定架等),外固定架辅助复位常存在影像遮挡,且需要在胫骨、跖骨处穿针,增加了副损伤,且不适用于伴有踝关节骨折脱位、跖骨骨折脱位的患者[11-15]。近年来,临床采用辅助复位装置结合微创手术治疗跖骨骨折,以提高手术疗效,减少切口并发症[16-19]。因此,研发一款无需在胫骨、跖骨处穿针且对术中影像监测遮挡少的辅助复位装置具有重要意义。本研究团队研发了一种跟骨辅助复位装置(专利号:ZL202022373719.3),该装置具有三维复位效果好,影像遮挡少,无需在胫骨、跖骨处穿针等优点,将其应用于跟骨骨折的治疗取得了满意疗效,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选择2023年1—6月在重庆市中医院接受治疗的40例跟骨骨折患者作为研究对象,按照随机数字表法将其分为对照组和观察组,每组20例。观察组患者男15例、女5例,年龄(48.90±13.78)岁,SandersⅡ型9例、Ⅲ型9例、Ⅳ型2例;对照组患者男16例、女4例,年龄(51.20±13.25)岁,SandersⅡ型10例、Ⅲ型7例、Ⅳ型3例。2组患者的一般资料比较,差异无统计学意义(P>0.05),具有可比性。本研究通过重庆市中医院伦理委员会审查(批准号:2023-ky-74),患者自愿参与本研究,并签署知情同意书。

纳入标准:①年龄18~70岁;②闭合性SandersⅡ~Ⅳ型跟骨骨折。排除标准:①开放性骨折;②术前合并神经血管损伤;③合并恶性肿瘤;④合并严重心、脑、血管疾病;⑤合并精神疾病;⑥存在严重全身性感染。

1.2 方法

对照组患者采用传统ELA复位钢板(爱派司跟骨外侧骨板)内固定术。患者行腰硬联合麻醉,患侧大腿根部气囊止血带止血(300 mmHg),取健侧卧位,常规消毒铺巾。采用患侧ELA,该切口起自跟腱外侧缘(外踝上2 cm处),在足部赤白交界处弧形向前,指向跟骰关节,全层切开至骨膜并锐性剥离皮瓣,显露骨折,采用2~3枚克氏针将腓肠肌、腓肠神经、皮瓣向上方牵开,跟骨结节横向穿斯氏针1枚,活动足跟部使嵌插的骨折断端松动,利用横向穿入的斯氏针对跟骨进行轴向牵引,同时跖屈前足进行复位,沿跟骨结节向前钻入2枚克氏针临时固定,透视评估骨折处复位效果。复位理想后,使用钢板对骨折处进行固定。Allgower-Donati法[18]缝合,留置引流,切口处加压包扎。

观察组患者采用辅助复位装置结合STA复位钢板(大博金属锁定接骨板系统)内固定术。患者行腰硬联合麻醉,患侧大腿根部气囊止血带止血(300 mmHg),取健侧卧位,常规消毒铺巾。将辅助复位装置绑缚于患侧足底,1枚斯氏针经跟骨结节钻入,连接后方复位杆,使用辅助复位装置复位,透视观察复位效果。若存在跟骨内翻,可适度撑开内侧复位杆直至满意;若存在跟骨长度恢复不够,则撑开内外侧复位杆直至满意。沿跟骨结节向前钻入2~3枚克氏针进行临时固定,去除辅助复位装置。使用气囊止血带止血,外踝下1 cm至第4跖骨头方向作跗骨窦切口,将腓骨长肌腱向下方牵开,显露跗骨窦,复位塌陷的距下关节面,透视确定骨折复位满意后使用克氏针临时固定,骨膜下全层剥离至跟骨后部,使用钢板对骨折处进行固定,另作小切口(和跗骨窦切口呈“八”字型)用于钢板后下螺钉锁定。Allgower-Donati法缝合,留置引流,切口处加压包扎,见图1。

2组患者术后1周开始进行主动踝关节屈伸活动,术后佩戴支具6周,术后12~16周扶拐部分负重,16周后根据骨折愈合情况逐渐完全负重。

1.3 观察指标

分析2组患者手术相关指标(手术时间及术后切口干燥时间、拆线时间、疼痛持续时间)、并发症(切口皮缘坏死、切口感染、术区皮肤麻木)发生率。通过轴



a:辅助复位装置图;b:术中使用辅助复位装置辅助复位;c:复位满意后克氏针临时固定

图1 辅助复位装置及其术中使用

侧位X射线片评估术前及术后3 d患者的Böhler角、Gissane角。术前及术后1周、5个月、10个月、15个月,采用美国足踝外科学会(American Orthopaedic Foot and Ankle Society,AOFAS)踝-后足评分量表及Maryland足功能评分评估患者患肢功能恢复情况。AOFAS踝-后足评分量表包括疼痛、功能、对线3个维度,而Maryland足功能评分则包含疼痛和功能2个维度,2个量表满分均为100分,其中优90~100分为优,75~89分为良,50~74分为一般,50分以下为差。

1.4 统计学方法

采用SPSS 22.0统计学软件对数据进行分析。符合正态分布的计量资料采用t检验或方差分析,以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)描述;不符合正态分布的计量资料则采用非参数检验,以中位数(四分位间距)描述。计数资料以率(%)描述,采用χ^2检验或*Fisher*确切概率法。$P<0.05$表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 手术指标

2组患者的手术时间、术后切口干燥时间及术后疼痛持续时间比较,差异无统计学意义($P>0.05$);观察组患者术后拆线时间短于对照组,差异具有统计学意义($P<0.05$),见表1。

表1 手术指标比较

组别	n	手术时间(min)	术后切口干燥时间(d)	术后疼痛持续时间(d)	术后拆线时间(d)
观察组	20	67.90±7.11	6.00(5.00,6.00)	5.00(5.00,6.00)	14.00(12.00,15.00)
对照组	20	71.75±7.73	6.00(5.25,7.75)	5.50(5.00,6.75)	16.00(15.00,16.00)
t/Z		-1.639	-1.664	-0.841	-3.576
P		0.110	0.096	0.400	0.000

2.2 术后并发症情况

观察组3例患者发生术区皮肤麻木,术后3个月麻木缓解消失;对照组6例患者出现切口皮缘坏死,其中3例患者出现切口感染,皮缘坏死均发生在L形切口转角处,6例患者经过清创、抗感染、负压封闭引流术治疗后愈合。对照组患者切口皮缘坏死发生率和并发症总发生率均高于观察组($P<0.05$),见表2。

2.3 足踝解剖学指标

术前2组患者足踝的Böhler角、Gissane角比较,差异无统计学意义($P>0.05$);术后2组患者Böhler角、Gissane角均较术前增大($P<0.05$);2组患者术后Böhler角、Gissane角比较差异无统计学意义($P>0.05$);2组患者Böhler角、Gissane角手术前后差值比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表3。

表2 术后并发症情况比较[例(%)]

组别	n	切口皮缘坏死	切口感染	术区皮肤麻木	合计
观察组	20	0(0)	0(0)	3(15.00)	3(15.00)
对照组	20	6(30.00)	3(15.00)	0(0)	9(45.00)
P		0.020	0.231	0.231	<0.001

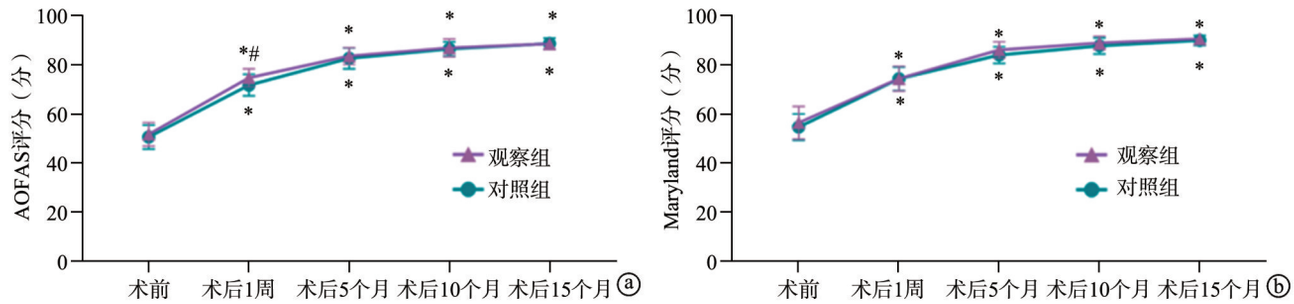
表3 手术前后足踝解剖学指标比较(°)

组别	n	Böhler角			Gissane角		
		术前	术后	手术前后差值	术前	术后	手术前后差值
观察组	20	14.00(13.00,15.00)	36.00(35.00,38.00)*	22.25±2.17	85.95±3.52	134.15±2.98*	48.20±3.41
对照组	20	14.00(13.00,15.00)	35.50(34.25,36.00)*	21.15±1.18	84.90±2.69	135.00±2.87*	50.10±3.93
t/Z		-0.515	-1.644	1.988	1.060	-0.920	-1.632
P		0.606	0.100	0.056	0.296	0.364	0.111

*:与术前相比,$P<0.05$

2.4　患肢功能恢复情况

2组患者术前AOFAS评分和Maryland评分比较，差异无统计学意义（$P>0.05$）。2组患者的AOFAS评分和Maryland评分均随着时间延长呈上升趋势。观察组患者仅术后1周AOFAS评分高于对照组，差异具有统计学意义（$P<0.05$）；其他时间点2组患者的AOFAS评分和Maryland评分比较，差异均无统计学意义（$P>0.05$），见图2。

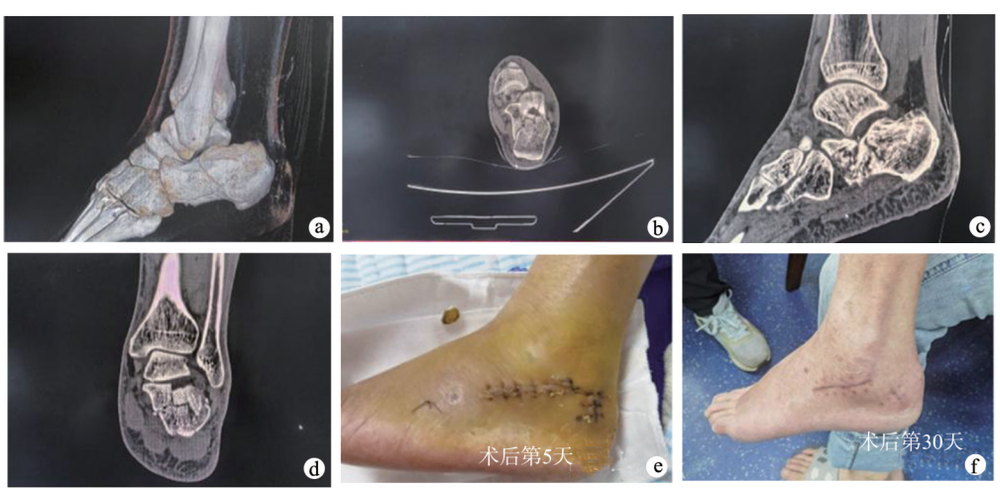


a：AOFAS评分；b：Maryland评分　*：与术前比较，$P<0.05$；#：与对照组比较，$P<0.05$

图2　2组患者AOFAS评分及Maryland评分在不同时间点的变化趋势图

2.5　典型病例

患者，男，43岁，因“摔倒致左足踝部肿痛伴活动受限1 d”于2023年2月1日入院。入院诊断：左跟骨粉碎性骨折（Sanders Ⅲ型），高血压2级中危。完善术前评估后，于2023年2月6日使用跟骨辅助复位装置行STA复位钢板内固定术。术后患足跟骨解剖学指标恢复良好，术后2周拆线，术后3个月患者可正常行走，AOFAS评分优。通过观察发现，该装置可有效进行骨折复位，不影响术中透视观察。患者术前影像资料和术后切口外观见图3，术中透视情况见图4。



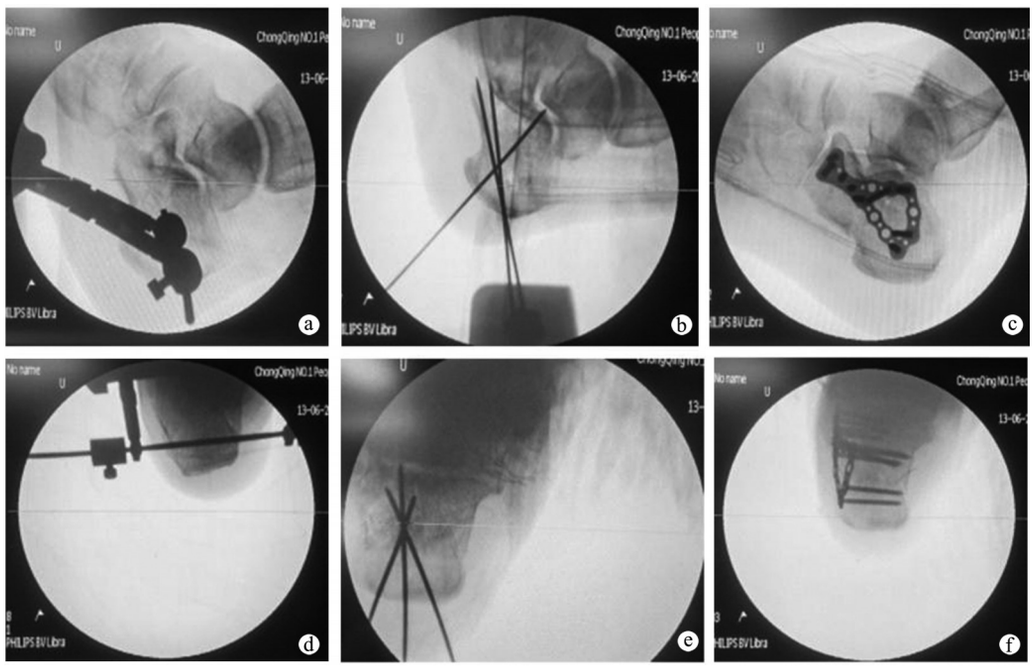
a~d：患者术前CT三维立体成像、横断位CT平扫、矢状位CT平扫、冠状位CT平扫；e、f：术后切口外观

图3　典型病例术前影像资料和术后切口外观

3　讨论

跟骨含6个面及4个关节面，与距骨的前跟、中跟、后跟关节面形成距下关节复合体，维持距下关节运动和力学稳定[20]。跟骨的正常形态是保证中后足关节正常对位、维持足弓形态及稳定的重要条件，是保证跨踝关节肌肉正常发挥作用的基础。跟骨移位性骨折多发生于关节内并出现移位，从而影响距下关节[21]。跟骨血供具有特殊性，跟骨外侧延长切口容易损伤足跟外侧血供，加之跟骨表面软组织覆盖薄，切口并发症较多，预后较差，具有较高的致残率[22-23]。

跟骨骨折手术早期常采用外侧L形入路，显露充分，可直视下实现对足跟关节面、跟骨高度的恢复。但由于皮瓣剥离广，创伤大，及足部血供的特殊性，即使采用“非接触技术”、全层剥离技术进行操作，该入路仍存在较多的切口并发症[7,11-12,24]。本研究结果显示，在切口感染发生率方面，2组患者间并无统计学差异；但在切口皮缘坏死发生率及并发症总发生率方面，观察组患者显著低于对照组，该结果与大多数采用STA方式治疗跟骨骨折的研究结果一致[11]，表明采用STA方式可有效降低并发症发生率。在足踝功能恢复方面，AOFAS量表和Maryland评分是评价足踝损



a、d:使用辅助复位装置透视(侧位、轴位),装置影像未遮挡复位观察;b、e:术中去除辅助装置克氏针临时固定(侧位、轴位);c、f:置入钢板术中透视(侧位、轴位)

图4 典型病例术中透视

伤后功能恢复情况的常用量表,AOFAS量表侧重医生对客观体征(尤其是踝关节活动度、后足活动度、稳定性和整体力线)的评估,Maryland评分侧重患者的主观感受和日常功能受限情况。本研究中,观察组患者早期AOFAS评分优于对照组;随着时间推移,2组患者的AOFAS和Maryland评分均呈上升趋势,但组间结果接近。这说明采用辅助复位装置结合STA治疗跟骨Sanders Ⅱ~Ⅳ型骨折与传统ELA复位钢板内固定术远期疗效相当,但其早期疗效更显著。

随着微创外科技术的发展,各种小切口入路(后内侧小切口入路、U型切口入路、Kocher切口入路、Oilier切口入路及STA)成为了目前跟骨手术的发展趋势[8-10,25-28]。其中STA能良好暴露跟骨后关节面、跟骰关节面,可直视下进行复位,满足骨折显露和复位的要求,减少了对周围软组织的剥离,从而降低了并发症发生率,具有创伤小、失血少、恢复快等优点[11]。然而该入路对跟骨后外侧面显露不充分,对跟骨高度、宽度等复位需结合切口外间接复位方式。目前现有间接复位装置多需在跖骨、胫骨远端进行穿刺,存在一定的副损伤,对伴有胫骨远端骨折、跖骨骨折脱位的患者并不适用,且存在单平面复位、影像遮挡、切口阻挡等不足,临床使用受限。本课题组使用的跟骨辅助复位装置在前足设计了一块类似鞋底的类圆钢板,可绑缚固定前足,便于施加复位力量;于足底设计横行连接杆,两侧设计了2枚锁定螺母,设定调节角度0°~90°,2枚锁定螺母可调节长度,连接杆连接横杆和前方类圆钢板;后方2枚锁定螺母可调节连接杆与跟骨横向斯氏针连接,提供向下的复位力量。通过中分的连接杆实现跟骨高度的间接复位,通过后跟横行牵引实现跟骨内外翻畸形纠正。该装置通过锁定螺母维持牵引复位状态,透视检查调整复位,满意后再穿刺克氏针临时固定,穿刺次数少;装置主要结构位于跟骨下方,影像遮挡少,不影响内固定切口内操作。本研究证实,使用该复位装置可有效恢复跟骨高度、宽度及跟骨内外翻,复位效果与ELA切口的直视下复位相当,轴侧位透视不影响骨折复位情况的观察及切口操作。

综上,使用本研究自制的辅助复位装置联合STA手术治疗Sanders Ⅱ~Ⅳ型跟骨骨折,可有效恢复足踝功能,远期疗效与传统ELA复位钢板内固定术相当,且术后拆线时间短,术后并发症发生率低,值得推广。

[参考文献]

[1] Palmersheim K, Hines B, Olsen BL. Calcaneal fractures: update on current treatments[J]. Clin Podiatr Med Surg, 2012, 29(2): 205-220. doi: 10.1016/j.cpm.2012.01.007.

[2] Vosoughi AR, Borazjani R, Ghasemi N, et al. Different types and epidemiological patterns of calcaneal fractures based on reviewing CT images of 957 fractures[J]. Foot Ankle Surg, 2022, 28(1): 88-92. doi: 10.1016/j.fas.2021.02.002.

[3] Baertl S, Alt V, Rupp M. Surgical enhancement of fracture healing-operative *vs.* nonoperative treatment[J]. Injury, 2021, S2: S12-S17. doi: 10.1016/j.injury.2020.11.049.

[4] Lewis SR, Pritchard MW, Solomon JL, et al. Surgical versus non-surgical interventions for displaced intra-articular calcaneal fractures[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2023, 11(11): CD008628. doi: 10.1002/14651858.CD008628.pub3.

[5] Meena S, Hooda A, Sharma P, et al. Operative versus non operative treatment of displaced intraarticular fracture of calcaneum: a meta-analysis of randomized controlled trials [J]. J Orthop Surg (Hong Kong), 2016, 24(3): 411-416. doi: 10.1177/1602400328.

[6] Driessen MLS, Verstappen C, Poeze M, et al. Treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures: a single-center experience study with 20 years follow-up[J]. Injury, 2022, 53(10): 3535-3542. doi: 10.1016/j.injury.2022.06.037.

[7] Attenasio A, Heiman E, Hong IS, et al. Postoperative wound complications in extensile lateral approach versus sinus tarsi approach for calcaneal fractures: are we improving? Updated meta-analysis of recent literature[J]. Injury, 2024, 55(6): 111560. doi: 10.1016/j.injury.2024.111560.

[8] Peng C, Yuan B, Guo W, et al. Extensile lateral versus sinus tarsi approach for calcaneal fractures: a meta-analysis [J]. Medicine (Baltimore), 2021, 100(31): e26717. doi: 10.1097/MD.0000000000026717.

[9] Seat A, Seat C. Lateral extensile approach versus minimal incision approach for open reduction and internal fixation of displaced intra-articular calcaneal fractures: a meta-analysis[J]. J Foot Ankle Surg, 2020, 59(2): 356-366. doi: 10.1053/j.jfas.2019.08.007.

[10] Yu T, Xiong Y, Kang A, et al. Comparison of sinus tarsi approach and extensile lateral approach for calcaneal fractures: a systematic review of overlapping meta-analyses[J]. J Orthop Surg (Hong Kong), 2020, 28(2): 2309499020915282. doi: 10.1177/2309499020915282.

[11] 孔维杰,李 晗,郝海虎. 跗骨窦入路治疗跟骨关节内骨折研究进展[J]. 国际骨科学杂志, 2024, 45(3): 162-165. doi: 10.3969/j.issn.1673-7083.2024.03.003.

[12] 梁 伟, 邹光翼, 王济纬, 等. 自制双边三角形万向可伸缩外固定支架治疗开放性关节内粉碎性跟骨骨折[J]. 中华创伤骨科杂志, 2016, 18(9): 809-813. doi: 10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2016.09.014.

[13] 高彦军, 张 勇, 赵廷虎, 等. 跟骨撑开器在微创内固定治疗跟骨骨折中的应用[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2017, 32(12): 1331-1332. doi: 10.7531/j.issn.1672-9935.2017.12.039.

[14] 桑庆华, 哈秀民, 姜佩瑜, 等. 撑开器双向撑开辅助闭合复位微创接骨板内固定治疗跟骨骨折[J]. 中国骨伤, 2018, 31(7): 604-607. doi: 10.3969/j.issn.1003-0034.2018.07.004.

[15] 桑宝权,刘 峰. 外固定支架辅助复位联合经跗骨窦入路治疗跟骨骨折的研究[J]. 现代医学, 2021, 49(3): 300-303. doi: 10.3969/j.issn.1671-7562.2021.03.010.

[16] Wang J, Qin S, Wang T, et al. Calcaneus traction compression with orthopaedic reduction forceps combined with percutaneous minimally invasive treatment of intra-articular calcaneal fractures: an analysis of efficacy[J]. Biomed Pharmacother, 2020, 128: 110295. doi: 10.1016/j.biopha.2020.110295.

[17] Wang C, Dong S, Li X, et al. Utility of 2.0 mm diameter Kirschner wires assembled with Wu's Tension Traction Bows in calcaneal skeletal traction[J]. Sci Rep, 2024, 14(1): 16359. doi: 10.1038/s41598-024-67344-8.

[18] 方 玮,徐成振,苏志惠,等. 撑开器复位联合经皮微创Y形钢板内固定治疗SandersⅡ、Ⅲ型跟骨骨折的疗效观察[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2024, 39(2): 212-215. doi: 10.7531/j.issn.1672-9935.2024.02.026.

[19] Shannon SF, Houdek MT, Wyles CC, et al. Allgöwer-donati versus vertical mattress suture technique impact on perfusion in ankle fracture surgery: a randomized clinical trial using intraoperative angiography [J]. J Orthop Trauma, 2017, 31(2): 97-102. doi: 10.1097/BOT.0000000000000731.

[20] Ni M, Lv ML, Sun W, et al. Fracture mapping of complex intra-articular calcaneal fractures[J]. Ann Transl Med, 2021, 9(4): 33. doi: 10.21037/atm-20-7824.

[21] 朱学敏. 后距下关节面复位质量与跟骨骨折疗效的相关性研究[D]. 广州:暨南大学, 2014. doi:10.3977/j.issn.1005-8478.2015.16.02.

[22] 黄辽江. 跟骨外侧血供的应用解剖观察[D]. 大连:大连医科大学, 2006.

[23] Rickert MM, McKeithan LJ, Volkmar AJ, et al. Comparing calcaneus fracture radiographic outcomes and complications after percutaneous pin versus screw fixation[J]. J Foot Ankle Surg, 2023, 62(2): 365-370. doi: 10.1053/j.jfas.2022.09.005.

[24] Islam A, Mcdonald C, Aljawadi A, et al. Management of displaced intra-articular calcaneal fractures: a comparative study of open and minimally invasive surgery[J]. Cureus, 2020, 12(8): e9547. doi: 10.7759/cureus.9547.

[25] Martin K, Yoder RG. Calcaneus fracture and posterior arthroscopic primary subtalar arthrodesis (C-PASTA)[J]. JBJS Essent Surg Tech, 2022, 12(3): e21.00057. doi: 10.2106/JBJS.ST.21.00057.

[26] 闫荣亮,曹立海,曲家富,等. 跟骨外侧U形切口的设计及临床应用[J]. 局解手术学杂志, 2018, 27(11): 839-842. doi: 10.11659/jjssx.06E018020.

[27] Khazen G, Rassi CK. Sinus tarsi approach for calcaneal fractures: the new gold standard?[J]. Foot Ankle Clin, 2020, 25(4): 667-681. doi: 10.1016/j.fcl.2020.08.003.

[28] Eelsing R, Aronius LB, Halm JA, et al. Implant choice and outcomes of the sinus tarsi approach for displaced intra-articular calcaneal fractures[J]. Foot Ankle Int, 2023, 44(8): 738-744. doi: 10.1177/10711007231176276.

(编辑:杨 颖)