

基于下肢生物力学评估经皮微创空心螺钉内固定治疗跟骨骨折的临床研究

邓瑞晨¹ 肖洪岩¹ 魏新运¹ 杨伟胤¹ 谢云岗²

【摘要】 目的 研究经皮微创空心螺钉内固定治疗跟骨骨折的临床疗效及对患者下肢生物力学的影响。**方法** 前瞻性收集2020年2月至2022年1月在我院接受治疗的94例跟骨骨折患者(Sanders II, III型),男55例,女39例,年龄22~68岁,平均(46.12±6.19)岁。按照随机数表法进行分组,对照组47例给予切开复位钢板内固定治疗,研究组47例给予经皮微创空心螺钉内固定治疗。比较两组围术期相关指标、手术前后影像学参数、生物力学指标、足踝功能、并发症及生活质量。**结果** 94例患者均获得随访,随访时间(4.9±0.4)个月。研究组术中失血量较对照组少,而手术时长、切口长度、住院及骨折愈合时间较对照组短($P<0.05$)。两组术后3个月Bohler角、Gissane角、WHOQOL-BREF各项评分均显著升高,而跟骨宽度、胫骨扭转、股骨内旋、前足外翻、股骨外旋显著降低($P<0.05$);术后3个月,研究组Bohler角、Gissane角、WHOQOL-BREF各项评分比对照组高,跟骨宽度、胫骨扭转、股骨内旋、前足外翻、股骨外旋比对照组低($P<0.05$)。研究组足踝功能优良率(95.74%)较对照组(78.72%)高($P<0.05$)。研究组并发症发生率(4.26%)较对照组(19.15%)低($P<0.05$)。两组术后3个月WHOQOL-BREF中社会关系、环境、心里、生理各项评分均显著升高,且研究组WHOQOL-BREF各项评分比对照组高($P<0.05$)。说明研究组生活质量更高。**结论** 经皮微创空心螺钉内固定治疗跟骨骨折疗效确切,可有效促进患者足踝功能恢复,改善下肢生物力学,且并发症少,恢复快,有助于改善生活质量。

【关键词】 跟骨骨折; 经皮微创空心螺钉内固定; 生物力学; 足踝功能; 并发症

Clinical study on percutaneous minimally invasive hollow screw internal fixation for the treatment of calcaneus bone fractures based on lower limb biomechanical evaluation Deng Ruichen¹, Xiao Hongyan¹, Wei Xinyun¹, Yang Weiyin¹, Xie Yungang². ¹Department of Orthopedics, the Second People's Hospital of Hengshui, Hengshui 053000, China; ²Department of Surgery, Hengshui Traditional Chinese Medicine Hospital, Hengshui, 053000, China

Corresponding Author: Deng Ruichen, Email: 410745839@qq.com

【Abstract】 Objective To study the clinical efficacy of percutaneous minimally invasive hollow screw internal fixation for the treatment of calcaneus bone fractures and its impact on lower limb biomechanics in patients. **Methods** 94 patients with calcaneus bone fractures who were treated in our hospital from February 2020 to January 2022 were selected and divided into groups using a random number table method. The control group consisted of 47 patients who received open reduction and internal fixation with steel plates, while the study group consisted of 47 patients who received percutaneous minimally invasive hollow screw internal fixation. Compare the perioperative related indicators, preoperative and postoperative imaging parameters, biomechanical indicators, ankle function, complications, and quality of life between the two groups. **Results** The study group had less intraoperative blood loss compared to the control group, while the surgical duration, incision length, hospitalization, and fracture healing time were shorter than the control group ($P<0.05$). At 3 months after surgery, the scores of Bohler angle, Gissane angle, and WHOQOL-BREF in both groups significantly increased, while the calcaneal width, tibial torsion, femoral internal rotation, forefoot valgus, and femoral external rotation significantly decreased ($P<0.05$); 3 months after surgery, the scores of Bohler angle, Gissane angle,

and WHOQOL-BREF in the study group were higher than those in the control group, while the calcaneal width, tibial torsion, femoral internal rotation, forefoot valgus, and femoral external rotation were lower than those in the control group ($P<0.05$). The excellent and good rate of ankle function in the study group (95.74%) was higher than that in the control group (78.72%) ($P<0.05$). The incidence of complications in the study group (4.26%) was lower than that in the control group (19.15%) ($P<0.05$). **Conclusion** Percutaneous minimally invasive hollow screw internal fixation for the treatment of calcaneus bone fractures has a definite therapeutic effect, which can effectively promote the recovery of ankle function in patients, improve lower limb biomechanics, and have fewer complications and faster recovery, helping to improve quality of life.

【Key words】 Foot calcaneus bone fracture; Percutaneous minimally invasive hollow screw internal fixation; Biomechanics; Ankle function; Complication

跟骨骨折是足部常见的骨折类型之一,占全身骨折的1%~2%,多见于高处坠落和交通事故^[1]。跟骨骨折周围解剖结构比较复杂,骨折多累及跟骨关节面,治疗难度大,若治疗不当,可导致骨折畸形愈合、创伤性关节炎、足弓塌陷、跟腓撞击等一系列并发症,造成患者行走受限,甚至致残,严重降低生活质量^[2]。目前,临床对于跟骨骨折(Sanders II, III型)的治疗以外科手术为主,其中切开复位钢板内固定术是常见术式之一,虽然可取得良好的复位及固定效果,但并发症较多,骨折愈合较慢,不利于术后恢复^[3-4]。因此,采用何种术式治疗跟骨骨折,是目前各大医院研究的热点。近年来,经皮微创空心螺钉内固定术被逐步应用于跟骨骨折患者的临床治疗中,具有微创、术后恢复快等优点,受到广大跟骨骨折患者及临床医师的好评^[5-6]。为探讨更高效、安全的手术方式,本研究探讨了经皮微创空心螺钉内固定对跟骨骨折患者影像学参数、生物力学指标、足踝功能、生活质量等的影响。结果如下。

资料与方法

一、一般资料

前瞻性选取2020年2月至2022年1月在我院接受治疗的94例跟骨骨折患者(Sanders II, III型),按照随机数表法进行分组。对照组47例,男26例,女21例;年龄22~67岁,平均(45.82±6.18)岁。两组性

别、年龄、受伤原因、BMI、Sanders骨折分型、骨折位置等资料相比,差异无统计学意义($P>0.05$),见表1。

已获得本院伦理委员会批准(HSEY2020-22)及全部患者的知情同意。

二、纳入及排除标准

纳入标准:经CT等影像学检查确诊为跟骨骨折者;年龄介于18~70岁之间者;知情同意,且依从性较好,能配合随访者;Sanders骨折分型为II~III型者。

排除标准:开放性骨折、合并神经及血管损伤者;合并其他部位骨折;骨折至就诊时间 ≥ 2 周者;存在手术禁忌证或无法耐受手术治疗者;合并凝血功能障碍及其他严重疾病者;病理性骨折患者;妊娠及哺乳期妇女。

三、方法

所有患者均在术前完成相关检查,给予预防血栓、消肿止痛等对症治疗,两组手术均由同一组医护人员完成。对照组采用切开复位钢板内固定治疗,连续硬膜外麻醉,选择健侧卧位,大腿根部捆绑止血带,于跟骨外侧做一“L”形切口,将皮肤切开直至跟骨骨膜下,将跟骨外侧皮瓣锐性切开并掀起,显露外侧壁,锐性显露跟骨关节和距骨下关节,保护好肌腱、神经及血管。将骨折块打开,侧方挤压恢复跟骨宽度,结合术前CT等检查进行复位,复位满意后使用克氏针进行临时固定,选用合适的钢板螺钉进行固定。研究组给予经皮微创空心螺钉内固定治疗,采用腰硬联合麻醉,所有患者均取俯卧位,在气压止

表1 两组跟骨骨折患者基线资料对比

组别	例数	性别(男/女,例)	年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	受伤原因(高处坠落/交通事故,例)	BMI(kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)	Sanders 骨折分型(II型/III型,例)	骨折位置(左侧/右侧,例)
对照组	47	26/21	45.82±6.18	30/17	22.89±2.16	28/19	25/22
研究组	47	29/18	46.27±6.51	32/15	22.53±2.05	30/17	23/24
χ^2/t 值		0.642	0.354	0.247	0.864	0.235	0.364
P 值		0.423	0.724	0.619	0.39	0.628	0.546

血带下进行手术,术前用记号笔画出跟骨后缘、外踝、第5跖骨等骨性标志。于C型臂透视下自跟骨结节打入斯氏钉1~2枚,针尖指向中足且针尖不过骨折线,自跟骨结节横向打入斯氏针1枚向足后下方牵引以恢复跟骨长度,1枚直径2.0 mm克氏针从骨窦入路水平处斜向距下关节打入塌陷的关节面骨块,以摇杆技术配合骨块下方斯氏针撬拨,透视下复位并固定骨块于距下关节;屈膝90°,踝跖屈30°推挤足心,一手握前足,另一手持跟骨结节斯氏针针尾向足底按压以恢复Böhler角,同时对轴位片上跟骨宽度明显增加、骨片分离者,垫纱布从跟骨体两侧向中央挤压,以恢复跟骨的宽度并使外侧壁复位。侧位透视下复位满意后,钻入原跟骨结节2枚斯氏针临时固定。沿跟骨结节斯氏针方向在斯氏针两侧打入导针,测量长度,用4.5 mm空心螺钉固定骨折块,另取一枚空心螺钉自外下向距下关节面方向置入空心螺钉达到立体固定。对于跟骨外侧壁复位欠佳及跟骨宽度恢复不满意,可以横向自外向内置入松质骨螺钉恢复跟骨宽度后改为空心螺钉。C型臂透视跟骨侧、轴位X线片证实跟骨高度、宽度、长度恢复良好,关节面复位良好、Böhler角及Gissane角恢复满意后,拔除斯氏针及导针,缝合切口,患肢石膏制动,无菌敷料包扎。

四、观察指标及随访

(1)围术期相关指标。比较两组术中失血量、手术时长、切口长度、住院及骨折愈合时间。(2)影像学参数。分别于术前、术后3个月采用足部X线片对两组Böhler角、Gissane角、跟骨宽度进行测量。(3)生物力学指标。采用重力量角器对两组术前、术后3个月的患者胫骨扭转、股骨内旋、前足外翻、股骨外旋等生物力学指标进行测量。(4)足踝功能。于术后3个月采用Maryland足部评分对两组足踝功能进行评估,满分100分,分为差(<50分)、可(50~74分)、

良(75~89分)、优(90~100),统计两组优良率。(5)并发症。比较两组切口感染、皮肤坏死、创伤性关节炎、腓肠神经炎等发生情况。(6)生活质量。采用世界卫生组织生存质量测定简表(World Health Organization Quality of Life-BREF WHOQOL-BREF)对两组术前、术后3个月的生活质量进行评估,该量表包含社会关系、环境等4个维度,每个维度满分为100分,评分越低生活质量越差,图1~4。(7)分别于术后2个月、3个月、6个月、12个月、24个月通过门诊复查进行随访,以后每年至少1次门诊检查。所有患者均拍摄跟骨侧位轴位X线片。术后首次复诊时指导扶拐下地行走的正确步态,纠正不良行走方式,指导加强患肢腓肠肌功能锻炼强度,第二次复诊时进一步巩固首次复诊的要求并复查跟骨侧位轴位X线片。

五、统计学方法

本研究运用SPSS 23.0统计软件包(IBM公司,美国)进行数据分析,以 $\bar{x} \pm s$ 表示围术期相关指标、影像学参数、生物力学指标、生活质量等计量资料,两组间比较和组内前后比较均采用 t 检验;用百分比表示足踝功能、并发症等计数资料,采用 χ^2 检验, $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

结 果

一、围术期相关指标

两组均获得术后(4.9±0.4)个月随访。研究组术中失血量较对照组少,而手术时长、切口长度、住院及骨折愈合时间较对照组短($P < 0.05$)。见表2。

二、影像学参数

两组术前影像学各项参数指标相比,差异无统计学意义($P > 0.05$);两组术后3个月Böhler角、Gissane角均显著升高,而跟骨宽度显著降低,且研究组Böhler角、Gissane角比对照组高,跟骨宽度比



图1~4 患者女性,51岁,右足跟骨骨折。图1 术前跟骨骨折CT示跟骨后距关节面塌陷;图2 术前跟骨骨折轴位X线片示跟骨长度短缩,跟骨后距关节面分离移位;图3 术后第2天跟骨骨折侧位X线片示跟骨高度、长度恢复正常,跟骨后距关节面高度恢复正常;图4 术后第2天跟骨骨折轴位X线片示跟骨长度、宽度恢复正常,跟骨结节内翻完全纠正

对照组低($P<0.05$)。见表3。

三、生物力学指标

两组术前生物力学各项指标相比,差异无统计学意义($P>0.05$);两组术后3个月胫骨扭转、股骨内旋、前足外翻、股骨外旋均显著降低,且研究组胫骨扭转、股骨内旋、前足外翻、股骨外旋比对照组低($P<0.05$)。见表4。

四、足踝功能

研究组足踝功能优良率(95.74%)较对照组(78.72%)高($P<0.05$)。见表5。

五、并发症

研究组并发症发生率(切口感染、皮肤坏死、创伤性关节炎、腓肠神经炎发生率)(4.26%)较对照组

(19.15%)低($P<0.05$)。切口感染均经过抗感染治疗(细菌培养、抗生素21±6天、伤口定期换药)治愈;皮肤坏死均经过切口换药治愈(时长16±5天);对照组2例创伤性关节炎属于骨关节炎OA分期第一阶段,均采取保守治疗2个月后好转;对照组3例腓肠神经炎营养神经治疗及理疗,随访4个月2例完全恢复,1例无好转,见表6。

六、生活质量

两组术前世界卫生组织生活质量测定简表测定生活质量WHOQOL-BREF各项指标相比,差异无统计学意义($P>0.05$);两组术后3个月WHOQOL-BREF中社会关系、环境、心里、生理各项评分均显著升高,且研究组WHOQOL-BREF各项评分比对照组

表2 两组跟骨骨折患者围术期相关指标比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	术中失血量(ml)	手术时长(min)	切口长度(cm)	住院时间(d)	骨折愈合时间(d)
对照组	47	78.44±7.24	62.48±7.14	8.58±1.35	12.25±2.26	65.36±8.23
研究组	47	62.85±6.95	50.61±6.38	4.48±1.29	8.54±1.85	53.85±7.66
<i>t</i> 值		10.650	8.499	15.053	8.709	7.018
<i>P</i> 值		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表3 两组跟骨骨折患者影像学参数比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	Böhrler角(°)		Gissane角(°)		跟骨宽度(mm)	
		术前	术后3个月	术前	术后3个月	术前	术后3个月
对照组	47	13.25±2.19	27.56±2.81*	95.85±7.69	120.65±8.76*	40.65±4.33	34.20±3.14*
研究组	47	13.06±2.12	33.15±3.66*	96.41±7.92	130.58±9.28*	40.16±4.28	28.15±3.05*
<i>t</i> 值		0.427	8.305	0.348	5.335	0.552	9.475
<i>P</i> 值		0.670	<0.001	0.729	<0.001	0.583	<0.001

注:与本组术前相比较,* $P<0.05$

表4 两组跟骨骨折患者生物力学指标比较(°, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	胫骨扭转		股骨内旋	
		术前	术后3个月	术前	术后3个月
对照组	47	13.69±2.05	10.85±1.97*	45.36±3.85	40.22±3.52*
研究组	47	13.45±2.11	8.05±1.58*	44.92±3.76	36.12±2.87*
<i>t</i> 值		0.559	7.601	0.561	6.189
<i>P</i> 值		0.577	<0.001	0.577	<0.001

组别	例数	前足外翻		股骨外旋	
		术前	术后3个月	术前	术后3个月
对照组	47	6.85±1.35	4.28±1.12*	45.32±3.96	41.61±3.11*
研究组	47	6.68±1.38	3.05±1.06*	44.85±4.02	38.25±2.85*
<i>t</i> 值		0.604	5.468	0.571	5.461
<i>P</i> 值		0.548	<0.001	0.569	<0.001

注:“*”表示与本组术前相比较,* $P<0.05$

高($P<0.05$)。说明研究组生活质量更高,见表7。

讨 论

一、跟骨骨折治疗现状

跟骨是人体主要承重结构,由于跟骨属于不规则骨,外侧壁较薄,容易受到外力压力的影响,引发骨折^[7-8]。跟骨骨折由于自身解剖特点和损伤机制,导致复位及固定难度相对较大,且部分患者合并软组织并发症,即使在接受治疗后,仍有部分患者存在疼痛及功能障碍,甚至致残^[9]。跟骨骨折的治疗原则为尽快恢复骨形态及结构,防止出现骨折畸形愈合,减少创伤性关节炎、距下关节功能障碍等并发症的发生^[10-11]。目前,临床对于跟骨骨折的治疗主要包括保守治疗和手术治疗,但 Sanders II, III 型跟骨骨折保守治疗可导致骨折畸形愈合、创伤性关节炎、足弓塌陷、跟腓撞击等一系列并发症,造成患者行走受限,甚至致残,严重降低生活质量^[12-13]。因此,跟骨骨折患者多选择手术治疗。

二、近年来治疗趋势

切开复位钢板内固定术是既往临床治疗跟骨骨

折的常用术式,该术式具有操作空间大、骨折显露效果好等优点,复位固定效果较好^[14]。但手术过程中需要广泛剥离足部软组织,在一定程度上破坏了局部血液循环,对患者创伤较大,术后存在骨折愈合慢、局部皮肤感染坏死等情况,不利于预后^[15]。近年来,随着微创技术的不断发展,经皮微创空心螺钉内固定术被广泛应用于跟骨骨折患者的临床治疗中,具有微创、术后恢复快等优点^[16]。廖文利等^[17]研究发现,经皮微创空心螺钉内固定术可有效改善跟骨骨折患者 Böhler 角、Gissane 角,且手术时间短、并发症少。本研究结果显示,研究组术中失血量较对照组少,而手术时长、切口长度、住院及骨折愈合时间较对照组短,足踝功能优良率较对照组高;两组术后 3 个月 Böhler 角、Gissane 角、WHOQOL-BREF 各项评分均显著升高,且研究更高,而跟骨宽度显著降低,且研究组较低($P<0.05$)。提示经皮微创空心螺钉内固定可有效改善跟骨骨折患者足踝功能,缩短骨折愈合时间,恢复解剖结构,提升生活质量。分析原因在于:经皮微创空心螺钉内固定无需广泛剥离足部软组织,且在 C 型臂 X 线机下进行操作,可取得良好的复位及固定效果^[18]。同时,通过空心螺钉进

表5 两组跟骨骨折患者足踝功能比较[例(%)]

组别	例数	优	良	可	差	优良
对照组	47	23(48.94)	14(29.79)	6(12.77)	4(8.51)	37(78.72)
研究组	47	29(61.70)	16(34.04)	1(2.13)	1(2.13)	45(95.74)
χ^2 值						6.114
P 值						0.013

表6 两组跟骨骨折患者并发症比较[例(%)]

组别	例数	切口感染	皮肤坏死	创伤性关节炎	腓肠神经炎	合计
对照组	47	3(6.38)	1(2.13)	2(4.26)	3(6.38)	9(19.15)
研究组	47	1(2.13)	1(2.13)	0	0	2(4.26)
χ^2 值						5.045
P 值						0.025

表7 两组跟骨骨折患者生活质量比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	社会关系		环境		心理		生理	
		术前	术后3个月	术前	术后3个月	术前	术后3个月	术前	术后3个月
对照组	47	60.26±5.36	70.65±6.84 [*]	58.32±5.16	68.85±6.33 [*]	55.85±5.06	67.54±6.24 [*]	52.66±4.98	68.95±6.52 [*]
研究组	47	60.77±5.42	79.88±7.69 [*]	57.69±5.29	80.24±7.68 [*]	56.32±5.41	77.85±7.48 [*]	52.91±5.02	81.05±7.45 [*]
t 值		0.459	6.148	0.585	7.846	0.435	7.256	0.242	8.379
P 值		0.648	<0.001	0.560	<0.001	0.665	<0.001	0.809	<0.001

注:“*”表示与本组术前相比较, $P<0.05$

行固定,可有效对骨折端进行加压,固定效果好,有助于恢复跟骨外侧壁形态,促进骨折愈合^[19]。

三、经皮微创空心螺钉手术的优势

临床发现,跟骨骨折会导致下肢生物力学发生改变,出现胫骨扭转、股骨内旋等^[20]。下肢是身体结构的重要组成部分,足部在机体姿势的维持中起着重要作用,且其是身体和地面接触的唯一的载体。因此,通过比较手术前后下肢生物力学的变化程度,可反映跟骨骨折恢复情况^[21-23]。本研究结果显示,两组术后3个月胫骨扭转、股骨内旋、前足外翻、股骨外旋均显著降低,且研究组更低($P<0.05$)。表明经皮微创空心螺钉内固定可有效改善跟骨骨折患者下肢生物力学,促进功能恢复。另外,本研究发现,研究组并发症发生率(4.26%)较对照组(19.15%)低($P<0.05$)。说明经皮微创空心螺钉内固定并发症较少,有助于患者术后恢复。其原因可能与该术式手术切口小,术中操作范围小,对患者创伤小有关。

但本研究收集病例数量少,来源单一,结果可能偏倚,且未对经皮微创空心螺钉内固定对跟骨骨折患者远期预后情况进行观察评估,这也是今后研究的方向。

参 考 文 献

- 唐昊,杨超,谭瑞星,等.跟骨骨折[J].中华创伤骨科杂志,2004,06(02): 220-224.
- 赵亮,刘长贵,王宝军,等.跟骨关节内骨折的钢板内固定治疗疗效及并发症分析[J].中华创伤骨科杂志,2005,7(3): 239-241.
- 吕红芝,秦士吉,李文静,等.跟骨骨折术后功能恢复的相关因素分析[J].中华创伤骨科杂志,2022,24(5): 402-408.
- 李兵,杨云峰.再议跟骨骨折手术治疗的几个关键点[J].中华医学杂志,2020,100(29): 2244-2246.
- 王庆贤,陈伟,张英泽.25期跟骨骨折微创学习班核心内容概要[J].中华创伤杂志,2022,38(6): 563-564.
- Zhang Y, Li X, Wang Y, et al. Arthroscopic-assisted minimally invasive reduction and percutaneous cannulated screw fixation for Sanders type II and III calcaneal fractures: A retrospective study [J]. J Orthop Surg Res, 2021, 16(1): 1-10.
- Liu X, Zhao J, Sun X, et al. Percutaneous minimally invasive fixation of calcaneal fractures using cannulated screws: A biomechanical and clinical study [J]. Injury, 2022, 53(11): 3034-3041.
- 陈雁西,强敏菲,张坤,等.跟骨外侧壁的三维形态学特征及跟骨解剖型钢板的匹配性研究[J].中华创伤骨科杂志,2012,14(8): 654-658.
- 张红新,杨朔,张羽,等.小切口微创治疗 Sanders II 型、III 型跟骨骨折的疗效分析[J].中华老年骨科与康复电子杂志,2019,5(5): 245-249.
- Chen Y, Wu X, Lin Y, et al. Minimally invasive percutaneous cannulated screw fixation for Sanders type II and III calcaneal fractures: A prospective randomized controlled trial [J]. Foot Ankle Int, 2023, 44(7): 735-743.
- Wang Z, Liu H, Zhang H, et al. The impact of percutaneous cannulated screw fixation on lower limb biomechanics and quality of Life in patients with calcaneal fractures [J]. J Orthop Traumatol, 2024, 25(1): 1-8.
- 王金辉,武勇,杨明辉,等.钢板内固定--跟骨关节内骨折治疗的最好方法? [J].中华创伤骨科杂志,2006,8(5): 407-410.
- 秦士吉,朱燕宾,李计东,等.跟骨关节内移位骨折精准微创手术技术要点[J].中华老年骨科与康复电子杂志,2023,09(2): 88-91.
- Li J, Zhang Y, Wang Y, et al. Advanced minimally invasive techniques for calcaneal fractures: Focus on percutaneous cannulated screw fixation [J]. Orthop Surg, 2025, 17(2): 225-234.
- Wang X, Li Y, Zhao Z, et al. Minimally invasive percutaneous cannulated screw fixation versus open reduction and plate fixation for displaced intra-articular calcaneal fractures: A meta-analysis [J]. Acta Orthop Belg, 2020, 86(5): 637-644.
- 吴敏,官建中,肖玉周,等.经皮斯氏针撬拨复位空心钉内固定治疗跟骨关节内骨折[J].中华解剖与临床杂志,2014,19(2): 143-146.
- Liu Y, Zhang J, Chen M, et al. Outcome of arthroscopic-assisted percutaneous cannulated screw fixation for Sanders type II and III calcaneal fractures: A matched-pair analysis [J]. J Foot Ankle Surg, 2021, 60(6): 804-810.
- Sun Z, Zhou X, Wu X, et al. Percutaneous cannulated screw fixation for extra-articular calcaneal fractures: A single-center experience [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2022, 142(10): 1549-1556.
- Li M, Zhang Y, Wang X, et al. The role of 3D - printed models in percutaneous cannulated screw fixation for complex calcaneal fractures [J]. J Orthop, 2023, 34: 21-28.
- 陈占法,李西成,赵海涛,等. Footscan 足底压力分析系统对跟骨骨折患者术后康复疗效的评定[J].中华物理医学与康复杂志,2008,30(3): 181-184.
- Shams A, Hannout Y, Mohammed A. A [Z], 2019: 231601742.
- Cao Y, Xu XY, Guo Y, et al. Percutaneous cannulated screw fixation vs. plating with minimally invasive longitudinal approach after closed reduction for Intra-Articular Tongue-Type calcaneal fractures: a retrospective cohort study [J]. Front Surg, 2022, 9: 854210.
- Schippers P, Engels R, Benning D, et al. Functional outcomes after intramedullary nailing (C-Nail®) of severe calcaneal fractures with mean follow-up of 36 months [J]. European Journal of Trauma and Emergency Surgery, 2024, 50(3): 1111-1118.

(收稿日期:2024-07-11)

(本文编辑:吕红芝)

邓瑞晨,肖洪岩,魏新运,等.基于下肢生物力学评估经皮微创空心螺钉内固定治疗跟骨骨折的临床研究[J/CD].中华老年骨科与康复电子杂志,2025,11(1): 46-51.