doi:10.11659/jjssx.10E018012

·综 述·

跟骨骨折的微创手术治疗进展

王小超,王 强,沈影超 (南京中医药大学附属常熟市中医院骨科,江苏 常熟 215500)

[摘 要] 跟骨骨折是最常见的跗骨骨折,多由高处跌落或挤压所致。跟骨骨折的分型方法有多种,目前临床常用的分型方式为 Essex-Lopresti 分型和 Sanders 分型。跟骨解剖结构复杂,局部软组织覆盖差,治疗比较困难且容易出现并发症,现阶段跟骨骨折的治疗仍具有一定的挑战性。传统的手术治疗方法效果较差,并发症较多。随着技术的发展,微创手术疗法已成为外科手术的发展方向。微创手术治疗跟骨骨折,既能使关节很好的复位,又可以减少并发症的发生。本文就跟骨骨折的分型和微创治疗进展进行综述,以期为临床跟骨骨折微创手术的选择提供一定的参考。

[关键词] 跟骨骨折;微创手术;内固定;小切口;外固定架;关节融合术;关节镜;3D 打印;髓内针

[中图分类号] R658.3 [文献标识码] A [收稿日期] 2018-10-08

Progress of minimally invasive surgery in treatment of calcaneus fractures

WANG Xiao-chao, WANG Qiang, SHEN Ying-chao (Departmemt of Orthopedics, Changshu Hospital of Traditional Chinese Medicine, Nanjing University of Chinese Medicine, Changshu Jiangsu 215500, China)

Abstract: Calcaneal fractures are the most common tarsal fractures, most of which are caused by falls from high altitudes or compression. There are many classification methods for calcaneal fractures. Currently, the commonly used clinical classification methods are Essex-Lopresti classification and Sanders classification. Calcaneal anatomic structure is complex, local soft tissue coverage is poor, treatment is difficult and prone to many complications. At present, the treatment of calcaneal fracture is still challenging. The effect of traditional surgical treatment is poor with many complications. Minimally invasive surgery for calcaneal fracture has become the future of surgery with the development of technology. It can not only make the joint very good reduction, but also reduce the occurrence of complications. This article reviews the classification of calcaneal fractures and the progress of minimally invasive treatment of calcaneal fractures, in order to provide a reference for the choice of minimally invasive surgery of calcaneal fracture.

Keywords: calcaneal fracture; minimally invasive surgery; internal fixation; microincision; external fixation; arthrodesis; arthroscopy; 3D printing; intramedullary nail

跟骨骨折是最常见的跗骨骨折,其主要临床表现为足跟部的疼痛、肿胀,足跟不能着地行走等。传统的开放式手术治疗跟骨骨折效果较差,并且容易造成并发症(骨膜间隙综合征、伤口裂开和感染、血管神经损伤、跟距关节炎等),使临床医师不得不寻求新的治疗手段。跟骨骨折的分型对其治疗具有较高的指导意义,治疗方法的选择往往在骨折分型的基础上确定,因此必须熟悉跟骨骨折的分类方法,准确评定骨折类型。随着技术的进步,微创手术疗法成为外科手术发展的方向,是外科医生必须掌握的治疗手段。近年来,微创治疗也开始应用于跟骨骨折,由于其具有创伤小、恢复快等特点,在临床上应用越来越广泛。本文对跟骨骨折的分型和跟骨骨折微创治疗进行综述,以期为临床

[通信作者] 王 强, E-mail:luntan100@sina.com

[55] 高腾花,刘 霞. 非脱垂子宫经阴道切除术的观察与护理[J]. 中国民康医学, 2010, 22(14):1836-1836. doi:10.3969/j.issn.1672-0369.2010.14.056.

[56] 旷红艺,朱莉莉,彭 仙. 腹腔镜辅助阴式子宫切除术对中青年女性卵巢功能的影响[J]. 实用临床医药杂志, 2013, 17(21):111-113. doi:10.7619/jcmp.201321032.

[57] 陈琪珍,陈 雄,马 丽,等. 子宫肌瘤行子宫切除术后患者卵巢功能及生活质量的研究[J]. 中国妇幼保健,2010,25(28):4039-4041.

[58] 朱 琴,陈 丹. 子宫肌瘤患者不同腹腔镜手术方式子宫切除的疗效、卵巢功能及患者性功能状况的临床研究[J]. 中国性科学, 2017, 26(8):42-45. doi:10.3969/j.issn.1672-1993.2017.08.013.

(编辑:左艳芳)

跟骨骨折微创手术的选择提供一定的参考。

1 跟骨骨折分型

跟骨骨折目前存在多种分类方法。最早被广泛使用的分类方法是由 Essex-Lopresti 于 1952 年提出,根据跟骨骨折是否累及距下关节分为包含距下关节型与不包含距下关节型两种;包含距下关节型又被划分为舌型骨折与关节压缩型骨折两类,这种分类方式目前还在被应用。1975 年 Soeur、Remy 根据引起骨折的力的形式将跟骨骨折分为垂直压缩引起者、剪力引起者与二者共同作用引起者三类。由于跟骨关节内骨折占跟骨骨折的 75% 左右,1989 年 Paley 等依据骨折线的数量和走行方式,又将跟骨关节内骨折分为剪力骨折、舌型骨折、中央塌陷型骨折、粉碎性骨折四类,这种分型方式得到了一定的认可[1-2]。1990 年 Crosby 等[3]将跟骨骨折在 CT 扫描下依据后关节面的情况,分为三型。Ⅰ型:跟骨骨折趾关节面骨块没有发生移位或仅有很小的移位;Ⅱ型:跟骨骨折趾关节面的骨块发生移位但是没有粉碎;Ⅲ型:跟骨骨折为后关节面的粉碎性骨折。其治疗效果分别为:Ⅰ型跟骨骨折通过非手术治疗就可以取得比较满意的治疗效果;Ⅱ型跟骨骨折通过手术治疗可取得较好的效果;Ⅲ型跟骨骨折治疗效果较差,容易产生各种并发症。这种分型方式具有一定的临床指导意义。1992 年 Sanders 提出了一种 CT 检查下的分型方法,Ⅰ型指没有发生移位的骨折;Ⅱ型指将后关节面分为两个部分的骨折,按照骨折线的分布情况再细分为Ⅱ A、Ⅱ B 和Ⅱ C 三类;Ⅲ型指关节内骨折,分为Ⅲ AB、Ⅲ AC 和Ⅲ BC 三种类型;Ⅳ型指骨折发生严重的粉碎,有超过 4 个关节内骨折碎片存在[4]。2014 年 Rammeh 和 Zwipp 根据 CT 扫描结果将跟骨分为 5 个部分(载距突、结节部、后距下、前突部、前距下部分)和 3 个关节(后距下关节、跟骰关节、前距下关节),再按与此相对应的关系进行分型;此分型方法对判断骨折严重程度比较有效,有利于手术方式的选择,但缺点是太繁琐[5]。目前对于跟骨骨折存在的多种分类方式均具有一定的适用范围,如今临床医生使用最多的为 Essex-Lopresti 分型和 Sanders 分型。Essex-Lopresti 分型对于骨折是否涉及距下关节一目了然,但是对于涉及距下关节损伤时,不能清楚地描述损伤情况,也就不能进一步指导骨折的治疗及预后评估。Sanders 分型对于距下关节损伤描述较为清楚,但是在跟骨骨折后对跟骨的高度、宽度、跟骨体移位情况等相关阐述上存在短板,因此临床中常常将两种分型方式结合在一起,共同描述骨折的损伤情况及指导治疗。

2 微创治疗方法

跟骨解剖结构复杂,形态不规则,有六面和四个关节面,其上方有三个关节面,即前距、中距、后距关节面,三者分别与距骨共同组成距下关节。跟骨是人体的负重骨,其表面软组织覆盖较差,术后容易造成软组织并发症。跟骨的这些特点,给其治疗造成很大困难。传统的开放式手术治疗效果较差,并且容易造成并发症,近年来微创技术因其创伤小、疗效更好、并发症更少,逐渐应用于跟骨骨折的治疗。

2.1 经皮撬拨复位内固定

经皮撬拨复位是最早应用于跟骨骨折的微创治疗方法。经皮撬拨复位操作比较灵活,可以根据跟骨骨折的类型有选择的进行复位,应用于简单损伤的跟骨骨折。张晓东[6]认为应用闭合撬拨复位对 Sanders Ⅱ、Ⅲ型跟骨骨折具有很好的疗效,其效果优于切开复位内固定。撬拨复位的操作原理是将骨圆针插入跟骨的骨折块中,以便于操纵骨块,然后使用骨圆针撬拨复位骨块,使下塌的骨块向上撬,恢复关节面的平整,纠正 Bohlers 角与 Gissanes 角,在跟骨纵轴方向牵引恢复跟骨长度及纠正侧方移位,挤压跟骨两侧恢复宽度。跟骨骨折的撬拨复位方法相比传统的切开复位方法,具有创伤小、恢复快等多重优点。复位后固定骨折块的内固定包括钢针、螺钉及人工骨等。曾凡辉等[7]采用经皮撬拨复位空心钉内固定术治疗跟骨骨折患者 25 例,认为对于 Sanders Ⅱ、Ⅲ型跟骨骨折采用经皮撬拨复位空心钉内固定,可以促进患者尽快康复、减少医疗费用。刘亮等[8]认为经皮撬拨复位空心螺钉内固定治疗 Sanders Ⅱ、Ⅲ型跟骨骨折与切开复位钢板内固定治疗临床效果相当,同时还具有术后并发症少等优势。经皮撬拨复位的方法操作简单容易学习,但其存在严格的适应证,无法应用于关节面严重塌陷或者粉碎性跟骨骨折;并且在术中复位骨折块的时候,只能通过 X 射线透视观察骨折复位情况,不能在直视下观察,因此应该进行严格的术前评估,只有骨折类型属于治疗适应证范围才可应用。

2.2 小切口内固定法

对于切开复位治疗跟骨骨折,传统治疗大多采用 L 形切口,骨折可解剖复位,但术后容易产生并发症,切口并发症的发生率达 10% ~27%[9]。外侧扩大 L 形切口是 Benirschke 于 1993 年详细描述,此后,临床

医师为了减少术中及术后并发症的发生,达到微创治疗的目的,对此切口进行改进。外侧横行直切口即外侧扩大 L 形切口的改良切口,此切口位于足背与足底皮肤相交处上方 1 cm 处,向前达跟骰关节,向后达跟骨结节前方,长 5 ~ 6 cm,此切口的损伤较外侧扩大 L 形切口大大降低,但是对于存在跟骨内侧骨折时显露较困难。小切口技术也并非是新起,跗骨窦小切口由 Palmer 于 1948 年首次报道,为外踝下跗骨窦水平6 cm 弧形切口,平行于腓骨长短肌肌腱[10]。2001 年 Geel 等[11]提出外侧斜形切口,此切口与微创跗骨窦切口有相似之处,目前仍有很多学者应用此切口。2004 年 Rammelt 等[12]详细描述了载距突入路治疗跟骨骨折的方法,此手术入路不仅可用为单纯载距突骨折的复位和内固定,也可用于治疗伴有载距突骨折和内侧关节面骨折的关节内复杂骨折。发展至目前,小切口切开治疗跟骨骨折的方法,主要有微创跗骨窦切口、外侧小切口及内侧微创切口等方法[13]。外侧小切口主要包括横斜形切口、纵形切口和人字形切口[14]。李来峰等[15]采用跗骨窦切口联合经皮置钉技术微创治疗 Sanders Ⅲ型跟骨骨折 32 例,术后用 Maryland 足功能评分显示该方法治疗跟骨骨折优良率为 90.6%,临床效果满意。李伟等[16]通过外踝下小切口结合跟骨解剖钛板内固定手术方法治疗跟骨骨折取得很好的临床效果,与常规 L 形切口相比较,具有术后切口并发症少、手术时间短、术后恢复快等优势。还有一些学者应用八字微创切口作为手术入路。孙昌俊等[17]采用八字微创切口结合改良 Donati-Allgower 缝合法治疗糖尿病患者跟骨骨折取得满意的临床疗效,可有效减少对术区软组织的损害,减少术后软组织并发症的发生。微创小切口的应用大大减少了手术并发症的发生,但应用过程中存在一定的局限性。首先,对于涉及多个关节面的复杂骨折,小切口无法达到手术要求;其次,因切口较小容易造成内固定位置安放不理想,并且当患者存在骨质疏松等问题时,小切口的固定方式容易产生跟骨塌陷,影响患者术后恢复。

2.3 外固定架

外固定架治疗跟骨骨折多用于骨折处软组织条件较差或者开放性的跟骨骨折,可以有效降低对软组织的损伤。常用的外固定支架很多种,包括 Ilizarov 支架、U 形外固定架、撑开式外固定架、环形外固定架等,选择合适的外固定架治疗跟骨骨折可以达到很好的治疗效果。Ilizarov 支架技术由伊利扎罗夫于 1951 年提出,最初主要用于骨转位、肢体畸形矫正等方面。近年来,Ilizarov 支架技术在创伤骨科的应用范围越来越广,常见于胫骨平台骨折、跟骨骨折等[18-19]。王鑫等[20]使用外固定架治疗跟骨骨折 31 例,取得了满意的临床疗效,认为外固定架适合 Sanders Ⅰ、Ⅱ型及大部分Ⅲ型跟骨骨折。Takahashi 等[21]运用 Ilizarov 外固定器治疗跟骨撕脱骨折,患者术后第 10 周后可完全负重,2 年后随访发现无疼痛等后遗症,X 射线显示骨折复位、愈合均良好。外固定架固定跟骨骨折可以单独使用,也可以联合内固定同时使用。外固定支架术后允许患者早期进行功能锻炼,并且适用于身体条件差不能耐受手术的患者。但其仍存在一些术后并发症,包括针钉道感染、关节僵硬、足跟疼痛等,需要一一对症处理。外固定架从 Ilizarov 支架到如今的撑开式外固定架、U 形外固定架、环形外固定架等,每种支架均有其优缺点。Ilizarov 支架通过借助牵引力来保护复位的距下关节,刺激关节软骨进行修复,延缓关节炎的发生;撑开式外固定支架的特点是简便、实用,术后并发症少[22];U 形支架的优点在于跨踝固定,克服了跟腱挛缩导致的骨折移位;环形外固定架的优点在于可提供三平面的稳定固定[23]。目前,Ilizarov 支架仍被广泛应用于临床,环形外固定架在国内治疗跟骨骨折的报道较少[24]。所有的外固定架对于严重粉碎性骨折复位都存在一定难度。

2.4 经皮球囊扩张术

经皮球囊扩张术属于一种新兴的微创治疗技术,其原理借鉴经皮椎体成形术;手术时自跟骨外侧缘经皮将球囊置入跟骨体丘部并对骨折块进行扩撑复位;复位成功后注入注射型可吸收人工骨或骨水泥以维持复位。舒文等[25]采用经皮球囊扩张复位、注射硫酸钙植骨治疗 Sander Ⅱ、Ⅲ型跟骨骨折,术后效果好,创伤小,无需二次取内固定。Labbe 等[26]运用经皮球囊扩张术治疗跟骨骨折,患者术后恢复良好,具有较高的治愈率。经皮球囊扩张技术加注入骨水泥,目前多用于 Sander Ⅱ、Ⅲ型跟骨骨折,具有切口小,避免二次取出内固定物等优势;但其远期疗效以及并发症目前尚不明确,并且术中如何准确把握剂量使关节面平整,骨块达到解剖复位有待于进一步研究。

2.5 关节融合术

对于严重的 SandersⅢ及Ⅳ型骨折行关节融合术是一种可取的治疗方法。荆吉峰[27]认为对于 SandersⅢ型跟骨骨折,距下关节融合术与切开复位内固定术相比治疗效果更佳,Gissane 角及 Bohler 角丢失减少。许福生等[28]使用距下关节融合术治疗 SandersⅣ 型跟骨骨折

17 例,随访 3 年后发现患者临床效果波动不大,认为该方法疗效满意且稳定。近年有些学者采用跟骨重建距下关节融合治疗严重跟骨骨折畸形愈合。石国栋等[29]采用改良外侧入路距下关节植骨融合治疗严重跟骨骨折畸形愈合,患者术前的美国足踝外科协会踝与后足评分为(33.2±6.2)分,术后升至(84.7±5.6)分,疼痛评分自术前(8.1±0.8)分降至术后(2.2±1.1)分,效果明显。关节融合术具有一定的适应证,常用于严重损伤的跟骨骨折患者,但也有一定的缺点。近来发现融合距下关节可明显减少后足活动范围,造成周围关节的生物力学变化,长时间可导致中后足关节过早发生骨性关节炎,因而选择采用关节融合术要做好评估工作[30]。

2.6 关节镜辅助技术

随着关节镜技术的发展,关节镜下辅助治疗跟骨骨折应用得越来越多,同时也取得了可观的治疗效果。关节镜常规入路包括前外、前外背、后外、外侧等。余双喜等[31]采用关节镜辅助下切开复位内固定治疗 Sanders Ⅱ、Ⅲ 型跟骨骨折 20 例,结果显示可降低术中骨折处血供的破坏程度,术后患肢功能恢复满意,并发症少。吴勐等[32]使用关节镜技术治疗跟骨骨折,能够有效减少术中对软组织的损伤,同时能在直视下观察跟骨关节面的复位程度,还可有效地清理关节腔和修整关节软骨,并且结合应用钢板螺钉可提供坚强的内固定,效果良好。关节镜技术不仅应用于跟骨骨折术中治疗,也可应用于术后关节功能恢复不理想,通过关节镜技术,了解病变情况,还能进行二次微创治疗。关节镜辅助下治疗跟骨骨折,可以很好地进行骨折复位,但其操作过于精密,操作空间狭小,操作不当容易造成一些医源性损害如软骨面的损伤,使其应用受到限制。

2.7 3D 打印辅助治疗技术

3D 打印技术是通过分层加工、叠加成型方式制造三维实体,也称作快速成型技术。随着 3D 打印技术的快速发展和打印成本的低廉化,3D 打印技术开始越来越多地应用于临床。刘凯等[33]认为 3D 打印辅助小切口治疗跟骨骨折,术前可模拟骨折复位、钢板预塑形,有利于骨折复位,并简化术中操作。沈美华等[34]应用 3D 打印技术辅助治疗 18 例 Sanders Ⅲ、Ⅳ型跟骨骨折患者,术后 6 个月 AOFAS 评分优于传统手术组。目前 3D 打印技术在临床应用越来越广泛,跟骨骨折治疗选择该技术辅助,可以模拟骨折形态,根据骨折情况模拟选择最适宜的治疗方法。

2.8 跟骨髓内钉技术

髓内钉微创治疗跟骨骨折近年来也是一个研究热点。2016 年 Falis 等[35]详细报道了一种新的治疗跟骨骨折的方法,即采用跟骨髓内钉治疗 17 例(18 足)跟骨骨折,术后 AOFAS 平均得分达到 82 分,术后并发症发生率低。2018 年 Fascione 等[36]应用髓内钉技术治疗 15 例跟骨骨折(包括 SandersII 型 6 例,Sanders Ⅲ型 7 例,SandersⅣ型 2 例),随访 18 个月,术后 AOFAS 平均得分为 85 分。髓内钉技术可以修复距下关节的跟骨角,并且在皮肤条件较差时也可应用。国内目前对于该技术的报道尚不多见,其应用实例较少,临床疗效有待大量循证医学证据加以证实。

跟骨骨折是最常见的骨折,占全身骨折的 2%[37]。因为跟骨及其周围解剖比较复杂,治疗起来比较困难,容易造成并发症。准确评定跟骨骨折类型,对其治疗方式的选择具有较高的临床指导意义。跟骨骨折分类方法有多种,Essex-Lopresti 分型和 Sanders 分型为当前应用最多的分类方法。以往跟骨骨折微创治疗的适应证比较局限,随着技术的发展,微创治疗跟骨骨折的手段越来越多样,适用范围也越来越广,甚至可以应用于重度跟骨骨折。微创治疗具有多重优点,包括创伤小、并发症少、恢复快等,不过由于微创技术操作复杂,学习时间比较长,推广至基层尚需时日。

[参考文献]

[1] Ebraheim NA, Elgafy H, Sabry FF, et al. Calcaneus fractures with subluxation of the posterior facet. A surgical indication[J]. Clin Orthop Relat Res, 2000, 377: 210 - 216. doi: 10.1097/00003086 - 200008000 - 00028.

[2] 刘立峰,蔡锦方. 跟骨骨折的分型与治疗[J]. 中国骨伤,2004,17(8):66 - 68. doi: 10.3969/j.issn.1003 - 0034.yyyy.nn.zzz.

[3] Crosby LA, Fitzgibbons T. Computerized tomography scanning of acute intra-articular fractures of the calcaneus: a new classification system[J]. J Bone Joint Surg(Am), 1990, 72(6): 852 - 859. doi: 10.2106/00004623 - 199072060 - 00009.

[4] 刘 尧,方龙云. 跟骨骨折的分型及治疗进展[J]. 甘肃医药,2018,37(3):215 - 217. doi:10.15975/j.cnki.gsyy.2018.03.008.

[5] 王宝军,马立峰. 跟骨骨折分型和治疗的研究进展[J]. 国际外科学杂志, 2014, 41(11):721 - 724. doi: 10.3760/cma.j.issn.1673 - 4203.2014.11.001.

[6] 张晓东. 闭合撬拨复位和切开复位内固定治疗 Sanders Ⅱ、Ⅲ型跟骨骨折的临床效果比照观察[J]. 中国医药指南, 2016, 14(25): 137 - 138. doi:10.15912/j.cnki.gocm.2016.25.112.

[7] 曾凡辉,涂淑强,帅永明,等. 经皮撬拨复位空心钉与跗骨窦切口钢板内固定治疗跟骨骨折的比较[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2018, 33(6):653 - 655. doi:10.7531/j.issn.1672 - 9935.2018.06.039.

[8] 刘 亮,周恩瑜,陈 宇. 经皮撬拨复位空心螺钉内固定 Sanders Ⅱ、

Ⅲ型跟骨骨折[J]. 局解手术学杂志,2018,27(8):581 - 585. doi:10.11659/jjssx.01E018051.

[9] 伍 凯,林 健,黄建华,等. 扩大 L 型切口治疗闭合性跟骨骨折伤口并发症的相关因素分析[J]. 上海交通大学学报(医学版),2014,34(7):1043 - 1048. doi:10.3969/j.issn.1674 - 8115.2014.07.017.

[10] 于 涛,杨云峰,俞光荣. 微创技术在治疗跟骨骨折中的应用进展[J]. 中国修复重建外科杂志,2013,27(2):236 - 239. doi:10.7507/1002 - 1892.20130051.

[11] Geel CW, Flemister AS Jr. Standardized treatment of intra-articular calcaneal fractures using an oblique lateral incision and no bone graft[J]. J Trauma, 2001, 50 (6): 1083 - 1089. doi: 10.1097/00005373 - 200106000 - 00017.

[12] Rammelt S, Zwipp H. Calcaneus fractures:facts, controversies and recent developments[J]. Injury, Int. J. Care Injured, 2004, 35: 443 - 461. doi: 10.1016/j.injury.2003.10.006.

[13] 田智广,潘进社. 跟骨骨折手术入路进展[J]. 中国矫形外科杂志,2012,20(14):1302 - 1305. doi: 10.3977/j.issn.1005 - 8478.2012.14.15.

[14] 朱 军,肖玉周,陈笑天,等. 微创技术治疗跟骨骨折的进展[J]. 包头医学院学报, 2018,34(6):127 - 129. doi: 10.16833/j.cnki.jbmc.2018.06.053.

[15] 李来峰,王 辉,赵仪云,等. 跗骨窦切口联合经皮置钉技术微创治疗 Sanders Ⅲ型跟骨骨折[J]. 中国矫形外科杂志, 2015, 23(20):1850 - 1853. doi: 10.3977/j.issn.1005 - 8478.2015.20.06.

[16] 李 伟,张克民,陈雪梅,等. 微创小切口钛板内固定治疗跟骨骨折[J]. 中华损伤与修复杂志(电子版),2012,7(5):506 - 511. doi:10.3877/cma.j.issn.1673 - 9450.2012.05.009.

[17] 孙昌俊,毕若杰,李 军,等. 八字微创切口结合改良 Donati-Allgower 缝合法治疗糖尿病患者跟骨骨折的疗效分析[J]. 中国煤炭工业医学杂志, 2017, 20(10):1161 - 1165. doi:10.11723/mtgyyx 1007 - 9564 201710011.

[18] 赵志明, 董桂贤, 于桂泳, 等. 撬拨复位结合 Ilizarov 技术治疗胫骨平台 SchatzkerⅣ-Ⅵ型骨折 [J]. 临床骨科杂志, 2016, 19(2):211 - 213. doi:10.3969/j.issn.1008 - 0287.2016.02.032.

[19] 梅晓龙,曾宪铁,舒衡生. Ilizarov 技术与切开复位内固定治疗跟骨骨折的疗效比较[J]. 中华骨科杂志,2016,36(9):528 - 533. doi:10.3760/cma.j.issn.0253 - 2352.2016.09.003.

[20] 王 鑫,何 斌,黄 擘,等. 解剖锁定钛板、空心钉、外固定架固定治疗跟骨骨折的疗效比较[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2017,32(12):1266 - 1269. doi:10.7531/j.issn.1672 - 9935.2017.12.011.

[21] Takahashi M, Noda M, Saegusa Y. A new treatment for avulsion fracture of the calcaneus using an Ilizarov external fixator[J]. Injury, 2013,44(11):1640 - 1643. doi: 10.1016/j.injury.2013.04.019.

[22] 温必成,李海江,邹豪杰,等. 撑开式复位外固定架微创治疗跟骨骨折的临床应用[J]. 中国矫形外科杂志, 2012, 20(6):574 - 576. doi:10.3977/j.issn.1005 - 8478. 2012.06.30.

[23] 施忠民. 跟骨关节内骨折的微创治疗[J]. 华南国防医学杂志, 2015, 29(3):163 - 165. doi:10.3969/j.issn.1009 - 2595.2015.03.001.

[24] 臧宏伟,汪 琦,杨 坤,等. 环形外固定架辅助治疗跟骨骨折合并糖尿病的临床应用[J]. 山西医药杂志,2018,47(10):1175 - 1176. doi:10.3969/j.issn.0253 - 9926.2018.10.027.

[25] 舒 文,王栋栋,陈 凯,等. 经皮球囊扩张复位结合硫酸钙植骨治疗跟骨骨折的研究[J]. 生物骨科材料与临床研究,2016,13(1):46 - 48. doi:10.3969/j.issn.1672 - 5972.2016.01.015.

[26] Labbe JL, Peres O, Leclair O, et al. Minimally invasivetreatment of displaced intra-articular calcaneal fractures using the balloon kyphoplasty technique: preliminary study[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2013, 99(7):829 - 836. doi: 10.1016/j.otsr.2013.06.008.

[27] 荆吉峰. 距下关节融合术与切开复位内固定治疗 Sanders Ⅲ型跟骨骨折的疗效与安全性对比[J]. 中国伤残医学,2017, 25(24):41 - 42. doi: 10.13214/j.cnki.cjotadm.2017.24.025.

[28] 许福生,刘方刚,陈步俊,等. 比较三种方法治疗跟骨 Sanders Ⅳ型骨折[J]. 中国矫形外科杂志, 2011, 19(20):1757 - 1759. doi:10.3977/j.issn.1005 - 8478.2011.20.28.

[29] 石国栋,李 波,杨兴华,等. 改良外侧入路距下关节植骨融合治疗严重跟骨骨折畸形愈合[J]. 实用骨科杂志,2016,22(2):126 - 129. doi:10.13795/j.cnki.sgkz.2016.02.009.

[30] Hutchinson ID, Baxter JR, Gilbert S, et al. How do hindfoot fusions affect ankle biomechanics: a cadaver model[J]. Clin Orthop Relat Res, 2016,474(4):1008 - 1016. doi:10.1007/s11999 - 015 - 4671 - 5.

[31] 余双喜,王 娜,李思云. 关节镜辅助下切开复位内固定治疗跟骨骨折的临床疗效[J]. 实用中西医结合临床, 2018,18(2):124 - 127. doi:10.13638/j.issn.1671 - 4040.2018.02.071.

[32] 吴 勐,滕云升,郭永明,等. 关节镜辅助下经跗骨窦切口内固定治疗跟骨关节内骨折[J]. 中国骨与关节损伤杂志,2015,30(10):1076 - 1078. doi:10.7531/j.issn.1672 - 9935.2015.10.021.

[33] 刘 凯,王红川,蒋俊威,等. 3D 打印辅助小切口复位内固定治疗跟骨骨折[J]. 华西医学,2016,31(5):859 - 862. doi:10.7507/1002 - 0179.201600234.

[34] 沈美华,施凯兵,张 红,等. 3D 打印技术在 Sanders Ⅲ、Ⅳ型跟骨骨折手术中的应用[J]. 中国矫形外科杂志,2018,26(14):1259 - 1263. doi:10.3977/j.issn.1005 - 8478.2018.14.03.

[35] Falis M, Pyszel K. Treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures by intramedullary nail. Preliminary Report[J]. Ortop Traumatol Rehabil, 2016, 18 (2): 141 - 147. doi: 10.5604/15093492.1205021.

[36] Fascione F, Di Mauro M, Guelfi M, et al. Surgical treatment of displaced intraarticular calcaneal fractures by a minimally invasive technique using a locking nail: a preliminary study[J]. Foot Ankle Surg, 2018. doi: 10.1016/j.fas.2018.08.004.

[37] Potter MQ, Nunley JA. Long term functional outcomes after operative treatment for intra-articular fractures of the calcaneus[J]. J Bone Joint Surg AM,2009,91(8):1854 - 1860. doi: 10.2106/JBJS.H.01475.

(编辑:陈庆利)