

# 距下关节镜微创技术在跟骨骨折治疗中的应用进展

元宝华<sup>1</sup>, 姚兴璋<sup>2\*</sup>, 李兴勇<sup>3</sup>, 杨琛<sup>2</sup>, 左鹏刚<sup>4</sup>, 刘晓婷<sup>1</sup>, 吴沂泽<sup>1</sup>, 蔺海生<sup>1</sup>

1. 甘肃中医药大学中医临床学院, 兰州 730030

2. 甘肃省中医院, 兰州 730030

3. 甘肃省人民医院, 兰州 730030

4. 甘肃中医药大学附属医院, 兰州 730030

**摘要** 距下关节镜技术是检查距下关节的一种微创方法, 近年来被广泛应用于跟骨骨折治疗中。从既往文献、历史发展、手术入路、手术方式及术后并发症等方面对距下关节镜微创技术在跟骨骨折中应用的研究进行了回顾, 发现目前距下关节镜主要以外侧入路、后侧入路及内侧入路3种手术入路为主, 同时配合跗骨窦入路、经皮撬拨复位内固定术、小切口入路、3D打印技术、外固定架、截骨矫形及距下关节融合术等技术, 使距下关节镜的使用条件更加广泛。同时, 提出了该项技术对于施术者的操作要求较高, 操作不当极有可能引起神经损伤和骨折愈合不良等反应。

**关键词** 距下关节镜; 微创手术; 跟骨骨折; 手术入路; 术后并发症; 术后康复

跟骨作为人体全身骨骼中最大的一块跗骨, 是内外足弓的主要结构和人体足部负重和行走的基础, 在生活和运动中发挥着重要作用<sup>[1]</sup>。跟骨骨折中大约有 2/3 是关节内骨折, 临床治疗此类跟骨骨折则以传统开放外科手术和现代微创外科手术 2

种方案为主, 而对于不涉及跟骨关节内的简单跟骨骨折则以保守治疗为主。跟骨周围软组织覆盖少, 缺乏肌肉组织, 因此跟骨发生骨折时, 骨折周围薄弱的软组织都会存在不同程度的损伤, 而传统开放外科手术需要分离跟骨周围组织, 显露出发生骨折

收稿日期: 2022-11-30; 修回日期: 2023-09-15

基金项目: 甘肃省陇原青年创新创业人才项目; 甘肃省科技计划自然科学基金项目(22JR5RA641)

作者简介: 元宝华, 硕士研究生, 研究方向为中医药防治骨伤科疾病, 电子信箱: 953640511@qq.com; 姚兴璋(通信作者), 副主任医师, 研究方向为中医药防治骨伤科疾病, 电子信箱: 13919295060@139.com

引用格式: 元宝华, 姚兴璋, 李兴勇, 等. 距下关节镜微创技术在跟骨骨折治疗中的应用进展[J]. 科技导报, 2023, 41(23): 79-87; doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2023.23.011

的部位,让已经受到损伤的软组织恶化加剧,增加术后跟骨处软组织并发症的风险。距下关节镜微创技术相较于传统术式和其他微创术式具有低创伤、低术后并发症、复位精度高和术后恢复快等特点,该项技术通过微小的切口进行手术操作,并在镜头下对跟骨关节内骨折进行复位固定,是目前临床治疗跟骨骨折最理想的微创技术之一,同时与其他术式结合可以获得更佳的疗效和患者满意度,改变了单一的传统开放术式,是一项具有革命性的技术,具有极高的应用前景和推广价值。近年来,距下关节镜技术运用在跟骨骨折方面的研究正逐渐增多。本文从既往文献中挖掘其应用发展、手术方式、手术入路及术后并发症等方面进行综述。

## 1 研究现状

通过PubMed和CNKI进行最近10年的电子文献检索,中英文主题词分别是关节镜、跟骨骨折、arthroscope、calcaneal fracture,检索条件为“AND”。检索到中文文献130篇、英文文献38篇,筛选之后共有42篇文献报道应用距下关节镜微创技术治疗跟骨骨折,分别从报道时间、骨折类型、手术方案、术后随访及术后功能康复相关指标等方面进行总结归纳分析,距下关节镜适用于多种类型的跟骨骨折且手术方案多种多样,同时术后功能恢复能达到术前预期,因此距下关节镜技术应用于跟骨骨折治疗是一个非常可靠的选择(表1)。

表1 距下关节镜微创技术治疗跟骨骨折文献检索主要结果

时间及作者	病例数量/ 骨折分型	手术名称	随访时间/ 月	预后情况
2022,吴佳俊等 <sup>[2]</sup>	17(III17)	“干性”距下关节镜辅助下经跗骨窦入路微创复位内固定	12	AOFAS=87.3±6.4; Böhler角(°)=32.1±0.5; Gissane角(°)=133.0±7.5
2022,冯仕明等 <sup>[3]</sup>	33(II12, III21)	三通道全内距下关节镜排钉技术复位内固定	24	AOFAS=94.0±6.5; Böhler角(°)=28.3±4.3; Gissane角(°)=123.5±4.4
2022,陈启刚等 <sup>[4]</sup>	64(II22, III25, IV17)	术前3D打印联合距下关节镜微创复位内固定	12~31	AOFAS=92.2±7.5; Böhler角(°)=25.9±3.8; Gissane角(°)=132.4±31.2
2021,丁凯等 <sup>[5]</sup>	43(II8, III35)	距下关节镜辅助经皮撬拨复位螺钉内固定	12	AOFAS=93.6±2.5; MFS=93.0±2.4; Böhler角(°)=29.2±0.7
2021,冯仕明等 <sup>[6]</sup>	38(II7, III27, IV4)	距下关节镜联合跟腱前外侧纵向切口锁定钢板内固定	12~42	AOFAS=90.6±5.0; FAOS=89.8±4.3; Böhler角(°)=28.0±4.6; Gissane角(°)=124.1±5.2
2020,刘延子等 <sup>[7]</sup>	30(II21, III9)	3D打印联合距下关节镜监视下机械臂辅助经皮螺钉内固定	6~17	REG(MFS)=96.7%; Böhler角(°)=25.11±3.49; Gissane角(°)=120.81±9.22
2020,徐杨博等 <sup>[8]</sup>	儿童,11(II10, III1)	距下关节镜辅助下经皮撬拨复位克氏针或空心钉固定	12~19	REG(AOFAS)=89.6%; Böhler角(°)=28.4±2.9; Gissane角(°)=125.6±3.1
2020,王加利等 <sup>[9]</sup>	28(II15, III13)	在距下关节镜辅助下,应用椎体牵开器、辅助复位器显露并辅助复位内固定	10~22	AOFAS=92.8±5.9; Böhler角(°)=28.3±4.7; Gissane角(°)=114.5±7.4
2020, Kubo等 <sup>[10]</sup>	1(类型不详)	双通道距下关节镜辅助复位经皮内固定	未随访	影像评估效果好,临床效果不详
2019,方永刚等 <sup>[11]</sup>	30(II26, III4)	距下关节镜辅助跟骨外侧横行有限切口内固定	10~20	REG(AOFAS)=83.33%

表1 距下关节镜微创技术治疗跟骨骨折文献检索主要结果(续)

时间及作者	病例数量/ 骨折分型	手术名称	随访时间/ 月	预后情况
2017,周湘桂等 <sup>[12]</sup>	38(II22,III16)	距下关节镜辅助下桥接棒内固定	12	REG(MFS)=86.8%; Böhler角(°)=24.63±14.05; Gissane角(°)=120.26±7.63
2017,董福等 <sup>[13]</sup>	16(Essex-Lopresti舌型4)(IIA5, IIB4, IIIAB3)	距下关节镜后侧双入路辅助下闭合复位经皮空心螺钉内固定	12~15	REG(AOFAS)=87.5%; Böhler角(°)=25.23±1.30; Gissane角(°)=119.58±3.77
2015, Yeap等 <sup>[14]</sup>	15(Essex-Lopresti舌型13/ Essex-Lopresti凹陷型2)	距下关节镜辅助经皮螺丝内固定	6~28	AOFAS=86.7±7.10; SH-36=57.0±2.27; Böhler角(°)=22.2±5.97; Gissane角(°)=110.2±6.74
2015,李杨等 <sup>[15]</sup>	23例跟骨陈旧骨折,类型不详	距下关节镜下清理术;距下关节镜下松解术;距下关节镜下融合术	12~24	AOFAS=90.40±6.3; VAS=1.19±5.9
2013,杜中兴等 <sup>[16]</sup>	46(II11, III25, IV10)	撬拨复位外固定支架固定+关节镜下跟骨关节面撬拨整复、植骨	12~24	REG(MFS)=90.1%

注:骨折分型—Sanders分型; AOFAS—美国足踝外科协会后足评分(The American Orthopaedic Foot and Ankle Society score); MFS—马里兰足功能评分(Maryland foot score); REG—优良率(the rate of excellent and good); VAS—视觉模拟评分法(Visual Analogue Scale/Score); SH-36—生活质量调查表(Short Form-36); FAOS—踝关节功能评分; Böhler角—跟骨结节关节角; Gissane角—跟骨交叉角。

## 2 距下关节镜技术在跟骨骨折中的应用发展

自1931年“关节镜之父”Kenji Takagiji研制出第一台关节镜后,经过其学生Masaki Watanabe改良和完善的21号关节镜在1955年成功商用,并将关节镜从观察工具变成手术治疗工具。随着电子光学技术和工业制造的发展,现代意义的关节镜应运而生,可以在屏幕上显示关节内图像,解放医师双手,扩大了关节镜的治疗范围和适应症。距下关节镜应用于临床已有30多年的历史,Parisien在1985年第一次介绍了距下关节镜具体的操作方式<sup>[17]</sup>,而德国Rammelt则在12年之后首次把距下关节镜应用到跟骨骨折的治疗中,并且观察跟骨后关节面来判断骨折的复位情况,2002年他又最先开始在Sanders II型跟骨骨折的治疗中采取距下关节镜辅助经皮复位固定的手术方式<sup>[18]</sup>。近年来,距下

关节镜技术应用于跟骨骨折的治疗越来越多,手术方式和疗效也有了长足的进步,临床应用范围涵盖了Sanders II、Sanders I<sup>[2,3,5,7]</sup>、简单Sanders IV型<sup>[4,6,16]</sup>跟骨骨折和部分陈旧性跟骨骨折,未来有望在更复杂的跟骨骨折的治疗中开展这项技术。

## 3 距下关节镜手术入路及手术体位

距下关节镜手术体位早期采用的是侧卧位,便于关节镜前方和外侧入路,随着技术的进展发现,俯卧位更加方便后方入路的开展。

距下关节镜手术入路可分为单通道、双通道和三通道。单通道只进入关节镜冷光源镜头,为手术提供视野,起到监督关节面复位情况的作用,并方便及时调整。双通道是一个为光源入口而另一个为操作入口。三通道则是最标准的距下关节镜手术入路(表2)。

表2 距下关节镜手术入路

通道	关节镜入路	具体位置
单通道	跗骨窦手术切口入路 <sup>[2]</sup>	外踝尖正下方 1 cm 处向远端至第 4 跖骨基底部水平, 长为 3~4 cm
	跟骨外侧前入路 <sup>[7]</sup>	外踝尖正下方 1 cm、前方 2 cm
	跟骨外侧后入路 <sup>[9]</sup>	外踝尖平行足底平面画一直线, 该线与跟腱外侧缘交点偏外约 0.5 cm
双通道	跟骨外侧前后双入路 <sup>[11]</sup>	外踝尖正下方 1 cm、前方 2 cm; 外踝尖平行足底平面画一直线, 该线与跟腱外侧缘交点偏外约 0.5 cm
	跟骨外侧前中双入路 <sup>[19]</sup>	外踝尖正下方 1 cm、前方 2 cm; 外踝尖下方 1 cm 为中间入路
	跟骨后侧双入路 <sup>[13, 20-21]</sup>	外踝尖平行足底平面画一直线, 与跟腱外侧缘交点偏外约 0.5 cm, 为跟骨外侧后入路; 跟骨外侧后入路同水平在跟腱内侧缘偏内 0.5 cm 为跟骨后内侧后入路
三通道	跟骨外侧前、中、后入路 <sup>[3, 22]</sup>	腓骨尖下方 1 cm、前方 2 cm 为外侧前入路; 外踝尖下方 1 cm 为中间入路; 外踝尖平行足底平面画一直线, 该线与跟腱外侧缘交点偏外约 0.5 cm 为后入路

## 4 手术方式

距下关节镜把孔洞视角改变成深入立体视野, 通过镜头在直视下观察跟距关节的 2 个关节面, 可以查看 X 线透视下难以观察到的区域, 使骨折的复位效果达到准确的解剖复位。为了充分利用距下关节镜的优势, 临床上开展了许多使用距下关节镜的手术方式, 以期获得更加精确的解剖复位和良好的术后功能, 而在众多的术式中选择最佳的术式则需要以患者病情为基础, 对于严重复杂的跟骨骨折还需要传统开放术式治疗, 不可盲目使用微创技术, 避免因术式不合理的选择不影响患者的恢复。

### 4.1 “干性”距下关节镜辅助下经跗骨窦入路微创复位内固定

“干性”距下关节镜即距下关节镜无需接入水管, 只有镜头部分工作, 在屏幕上显示距下关节内部视野, 为术者提供关节内部信息。跗骨窦手术入路是临床治疗跟骨骨折的常用微创入路之一, 但跗骨窦切口只能看到跟骨后关节面外侧部分, 无法完整暴露整个跟骨后关节面, 直视下达到精准复位比较困难, 而由于软骨透视不显影等问题, 因此很难通过术中透视的方法确认跟骨后关节面的复位情况。同时跟骨特殊的解剖结构决定了其复位精确度要高, 虽然骨折复位后跟骨后关节面台阶 2.0 mm 在临床上是可以接受的, 但有研究表明<sup>[23]</sup>, 如果复位之后跟骨后关节面台阶大于 1 mm, 则会改变原

有距下关节的受力分布情况, 增加患跟距关节面创伤性关节炎的风险。因此, “干性”距下关节镜联合跗骨窦微创入路可以扩大手术视野。时刻关注跟骨后关节面的复位情况从而保证复位, 并且全程只有一个手术切口, 不会出现常规距下关节镜入路造成术后神经损伤等并发症, 对距下关节镜的操作要求也比较低。吴佳俊等<sup>[2]</sup>研究表明, “干性”距下关节镜联合跗骨窦入路手术治疗 Sanders II 型跟骨关节内骨折可取得满意的临床疗效。“干性”距下关节镜手术方式的应用可以使术中透视的次数明显减少, 同时又可以随时查看跟骨后关节面的复位情况, 使跟骨后关节面复位更直观和精确<sup>[24]</sup>。结合其他微创切口内固定或经皮内固定治疗 Sanders II、III 型跟骨骨折, 可以提高复位固定的准确率, 降低术后并发症, 保证良好的术后疗效, 而且这种“干性”距下关节镜技术在术中操作十分简单, 极大减少手术医师的学习曲线, 临床值得推广。

### 4.2 距下关节镜辅助经皮复位内固定

Rammelt 等<sup>[25]</sup>于 2002 年在 Sanders II 型跟骨骨折治疗中开创性的引入了距下关节镜辅助经皮内固定的手术方式, 同时也提出距下关节镜辅助经皮微创内固定是目前治疗 Sanders II 型跟骨骨折理想的手术方式的观点, 该手术方式可以让术后软组织并发症等问题最小化。传统切开复位内固定术会破坏跟骨附近本来就已经受到损伤的软组织, 加大术后切口附近发生软组织并发症的风险。Tantavi-

sut 等<sup>[26]</sup>在 2 年时间内对接受了经皮复位螺钉固定的 Sanders II、III 型跟骨骨折术后患者随访,发现 29.4% 患者术后发生距下关节炎。传统闭合复位必须在 X 线透视的帮助下完成操作,但是由于软骨透视不显影的原因,很难根据透视结果准确判断跟骨关节面的复原。若术后关节软骨面复位不平整而造成关节面台阶,则可能造成距下关节炎甚至骨折畸形愈合。距下关节镜技术则可以协助术者在直视下整理修复跟骨骨折后错位的关节软骨面,清理凝血块和碎骨片,并评估跟骨周围其他关节和韧带软组织受损程度以免漏诊。这种手术方法打破了传统闭合复位的局限性,降低术中透视的次数,并对植入内固定物的具体固定位置进行监督。徐杨博<sup>[8]</sup>等运用距下关节镜辅助经皮克氏针内固定术的手术方式对 11 例儿童(年龄小于 14 周岁) Sanders II~III 型跟骨骨折进行治疗,全部获得随访,发现术后跟骨 Böhler 角和 Gissane 角较术前明显改善,并且未有术后并发症出现。距下关节镜治疗儿童跟骨骨折具有显著的优势,由于儿童还处在发育过程中,距下关节间距相对较宽,并且足踝部的韧带筋膜较为松弛,比成年人更容易进行距下关节镜操作。同时儿童的跟骨覆盖着大量的软骨,术中 X 线透视观察骨折复位结果极易产生偏差,而在距下关节镜视进行复位固定则可以有效避免上述问题。临床多选择 2.7 mm 的镜头和 2.0 mm 的克氏针治疗儿童跟骨骨折,可以保证坚强固定的同时又不会对儿童的骨骺产生影响。

在临床实际操作中多与撬拨手法或中医正骨手法结合,或配合椎体牵开器、自制辅助复位器复位<sup>[9,27]</sup>,然后经皮行螺钉或克氏针内固定。距下关节镜配合 X 线透视经皮撬拨复位能够在降低术后软组织并发症发生率的同时,又可以让跟骨关节面的整复效果达到精确剖复位,是目前临床治疗 Sanders II、III 型跟骨骨折最成熟的微创手术方案之一,但对于复杂的 Sanders IV 型跟骨骨折不适用距下关节镜辅助经皮复位内固定方法。

#### 4.3 3D 打印技术联合距下关节镜辅助经皮复位内固定

3D 打印技术理论上可以复制人体任何组织和

器官结构,与人体解剖参数基本吻合<sup>[28]</sup>。术者在术前根据 3D 打印的骨折模型制定出科学合理的治疗方案。此外,3D 打印的关节和骨骼还是人体缺损组织的良好替代品,如无法准确复位的细小碎骨块,辅助做到更满意的关节面解剖复位。3D 打印技术联合距下关节镜可以充分利用两者的特点,按照预先参照 3D 打印的骨折模型制定的手术方案进行复位,继而通过距下关节镜清理血块骨块,同时辅助骨折达到精确的解剖复位,使手术效率和手术的成功率得到大幅度提高。陈启刚等<sup>[4]</sup>对比 3D 打印联合距下关节镜和单纯使用距下关节镜辅助下复位内固定术在治疗 Sanders II-IV 型跟骨骨折的疗效,得出 3D 打印联合距下关节镜治疗组的手术时间、术后并发症、骨折愈合时间、Böhler 角、Gissane 角和 AOFAS 评分均优于对照组。刘延子等<sup>[7]</sup>通过 3D 打印联合距下关节镜及机械臂辅助经皮螺钉内固定手术方案治疗 30 例跟骨骨折(Sanders II、III)患者,术后随访总结出其载距突螺钉置入精准率达到 97%,Maryland 评分优良率为 96.7%。通过 3D 打印技术在手术前打印出跟骨骨折模型制定骨折整复手术方案可以减少术中操作失误,再配合距下关节镜检查、修复关节面、经皮空心钉或螺丝克氏针内固定,此方法具有创伤小、复位精准、疗效安全的优点。相信随着 3D 打印技术以及计算机辅助(机器人/机器臂)治疗技术的不断成熟和发展,将来联合距下关节镜应用到其他类型跟骨骨折以及复合型骨折的治疗中也会取得较好的临床疗效。

#### 4.4 距下关节镜辅助有限切口内固定

有限切口复位内固定术是治疗跟骨骨折的常规微创手术方法之一,具有手术切口小、术中出血量少、并发症少、疗效确切等优点,在 Sanders II、III 型跟骨骨折的治疗中应用广泛。临床应用则主要采取跟骨外侧小切口<sup>[29]</sup>,即跟骨外侧横行小切口、纵行小切口和“八”字形小切口。跟骨外侧横行小切口常规位置是以外踝尖下 2 cm 凹陷处为中心,水平切口 2.0~4.0 cm。跟骨外侧纵行有限小切口常规定位以外踝尖和跟腱的中点垂直向下,长约 3.0~4.0 cm。跟骨外侧“八”字形切口主要由一道外踝尖下 1 cm 处长 3~5 cm 的水平切口和另一道

跟腱外侧前缘处做一长约4 cm纵形切口构成。虽然有限微创小切口拥有很多长处和优点,但也有一些缺点,例如对跟骨后关节面的显露不足等问题,具有一定的局限性。有限切口联合距下关节镜则可以解决小切口视野暴露不足的问题,又可以利用小切口软组织并发症和术后瘢痕少,并借助有限小切口植骨补充缺损或植入微创钢板固定。冯仕明<sup>[9]</sup>等使用距下关节镜联合跟腱前外侧纵向有限小切口锁定钢板内固定的手术方案治疗38例Sanders II、III、IV型跟骨骨折,在为期12~42个月术后随访后发现,跟骨的Böhler角、Gissane角较术前显著改善,并且跟骨的长宽高得到有效恢复,所有术后切口I期愈合,未见1例术后并发症,AOFAS评分优良率达到92%,其研究结果表明距下关节镜联合跟腱前外侧纵向有限小切口锁定钢板内固定术完美融合了锁定钢板的坚强固定和关节镜微创治疗的技术优势。方永刚等<sup>[11]</sup>通过观察在距下关节镜下辅助跟骨外侧横行有限小切口治疗30例Sanders II、III型跟骨关节内骨折的临床研究,结果表明该手术方式造成的创伤比较小,并且达到精准解剖复位的标准,同时降低了术后软组织并发症及创伤性关节炎的风险且短期疗效显著。距下关节镜辅助有限切口内固定术可以成为治疗Sanders II、III型跟骨骨折的一种重要微创治疗手段,但对于Sanders IV型跟骨骨折的疗效还需要在未来进行大样本量和长周期随访的临床研究来进一步判断。

#### 4.5 距下关节镜联合外固定支架固定

外固定支架主要工作机理在于通过不断牵拉骨折块,促使已经移位的骨折块回到原来位置,进而固定并维持住距下关节的位置及间距,从而保护跟骨后关节面,恢复后足的生物学力线,同时还能够充分保护骨折附近较脆弱的软组织<sup>[29]</sup>。杜中兴等<sup>[6]</sup>对46例Sanders II~IV型跟骨骨折患者在麻醉后进行撬拨复位并安装调整外固定支架,并使用距下关节镜进行跟骨关节面整复、植骨填充,使跟骨后关节面达到精准的解剖复位,继而通过多根克氏针简单固定。在术后12~24月期间随访后统计得到Maryland评分优良率为90.1%。目前课题组也在研发跟骨骨折外固定架,运用3D打印技术既具

有个性化设计,又有置钉导向的作用,让进针的角度和位置更准确,同时也容易牵开骨折后的骨块,方便撬拨复位和距下关节镜的介入。外固定架联合距下关节镜的手术方式具有术后软组织并发症少、手术切口小、跟骨关节面复位固定理想、操作简单等优点。外固定支架具有一定的重量,而尽早下床开展康复训练有助于刺激骨折愈合,这一特征决定了外固定支架辅助治疗对后期康复护理的要求较高。与此同时,由于克氏针置入属于侵入性操作,部分针道存在渗出感染的可能,因此临床在采用此项技术时需严格把控各相关因素对外固定支架使用效果的影响,并根据具体的骨折性质、类型合理选择外固定支架。

#### 4.6 距下关节镜截骨矫正术和距下关节镜下融合术

距下关节镜截骨矫正术和距下关节镜下融合术通常应用于陈旧性跟骨骨折及许多跟骨骨折晚期并发症,临床一般结合距下关节镜下清理术和距下关节镜下松解术。黄伟等<sup>[30]</sup>通过给37例距下关节炎患者行距下关节镜下融合术,经术后随访调查统计得出AOFAS评分优良率约为86.49%,VAS评分为 $1.1\pm 0.4$ ,伤口均为I期愈合。该手术方案安全可靠,对距骨、跟骨及周围正常组织的神经血管损伤较小,同时骨性融合率满意度高、患者术后恢复快,可以在术后早期适当负重及活动。Lui等<sup>[31]</sup>对12例Sanders II型畸形愈合和2例Sanders III型畸形愈合的患者行距下关节镜截骨矫正术和距下关节镜下融合术,对9例有症状的距下僵硬患者进行距下关节镜下松解治疗,对5例因关节凹陷型跟骨骨折引起的后踝撞击进行后踝减压术,对2例舌型跟骨骨折畸形愈合后继发Haglund畸形患者进行内镜跟骨成形术。所有病例经关节镜手术后症状均有改善,关节融合部位均愈合,AOFAS踝后足总评分中位数为90(73~100)。术后出现2例并发症,1例患者伤口浅表感染,另一例患者腓肠神经损伤,足跟外侧麻木。

距下关节解剖结构复杂,关节腔间隙狭小,周围遍布韧带肌腱神经血管,很容易造成医源性损伤,因此对术者的操作技能要求很高。同时需要严格把控适应症,对于明显的骨质缺损、跟骨轴线和

高度明显异常、后足畸形等是该手术的禁忌症。临床往往单行或联合行距下关节镜下清理术、距下关节镜下松解术和距下关节镜下融合术,为复杂陈旧性跟骨骨折微创治疗提供新的选择。

## 5 术后并发症及应对措施

距下关节镜术后并发症主要以神经损伤为主,通过跟骨外侧后入路的距下关节镜检查容易损坏腓肠神经,通过跟骨外侧前入口进行的关节镜检查容易损害腓浅神经的外侧支。相关文献<sup>[32]</sup>显示,距下关节镜手术中神经损伤率约为0.87%~6.12%。Gao等<sup>[27]</sup>发现距下关节镜术后的神经损伤率为1.47%。因此需要仔细确定距下关节镜手术入路,从而使术区避开腓肠神经经过的路线。有资料显示,在随访经过距下关节镜辅助经皮内固定术治疗后的跟骨骨折患者时发现,其术后跟骨Böhler角均有不同程度的下降,并且96%的患者有轻微距下关节炎的表现<sup>[33]</sup>。Shamrock等<sup>[34]</sup>研究发现,距下关节镜术后的极少部分患者存在骨折不愈合或延迟愈合的现象,同时也有个别特殊患者术后出现复杂局部疼痛综合征。其原因可能是由于术者操作不熟悉,关节镜的镜头或刨削部分损伤到软组织或局部骨质,因此介于距下关节解剖结构特殊,空间狭小,要求关节镜的尺寸不能太大,临床多采用2.7 mm或4.0 mm的30°光学关节镜头和刨削器,同时也要求术者具有精湛的关节镜操作技术。部分患者则在术后出现关节镜通道或针道不同程度的感染,严重者手术失败导致二次手术,因此需要确保术前手术器械的无菌状态和术中术者无菌观念,对于轻度的浅表感染,通常经局部伤口护理和口服抗生素后缓解,对于深度感染的患者需要严格观察患者的血象,严重者需要去除钢钉或钢板等植入物,待感染得到控制后择期行二次手术。

因此,在术前需要仔细确定距下关节镜手术入路,选择合适规格的关节镜器具,并且要求术者具有熟练的操作技术和严格的无菌观念,从而降低术后并发症。目前国内并没有系统研究距下关节术后并发症相关文献资料,需要在以后的临床研究中

继续观察,做好术后患者的短期和长期的随访,填补这方面的空白。

## 6 术后康复

一部完美的手术不仅操作过程没有瑕疵,还需要制定科学合理的系统术后功能康复,才能让手术的近期疗效和远期疗效都有保证。常规的术后康复锻炼可有效消除患处肿胀,但术后恢复较慢,且无法在术后早期有效改善患者跟骨关节功能,同时长期训练易降低患者依从性。陈晓琳<sup>[35]</sup>提出了术后早期部分负重康复锻炼理念,经过科学计算论证后给患者选取合适的初次锻炼负重量,随着时间进度循序渐进地增加锻炼所需的负重量,这种康复方式并不会让跟骨的形态以及骨折复位固定后的效果受到影响,可有效改善患者足部血液循环,促进患处肿胀消退,减轻患处炎性反应,有助于早期增强患者肌肉力量,保证踝关节术后的稳定性和运动性,促进患肢末梢循环的恢复,具有加快术后恢复以及人性化、系统化等特点。目前,加速康复理念在足踝外科得到广泛应用,术前心理护理、多模式的镇痛方案及早期负重康复锻炼使病人术后恢复的时间大幅度缩短。王亚丁等<sup>[36]</sup>研究发现在Sanders III、IV型跟骨骨折术后康复管理中,加速康复组的各项指标都优于传统康复组,包括VAS评分、Maryland评分、术后并发症及伤口愈合。

因此,制定一个优良、科学合理术后康复计划对于术后患者至关重要,可以让病人及早回归正常的工作和生活。

## 7 结论

距下关节镜微创技术应用于跟骨骨折的治疗已经成为创伤外科手术发展新趋势,应该被每一位创伤外科医师熟练掌握。其不仅具有疗效确切、手术创伤较小、术后软组织并发症少的特点,配合术后康复锻炼还可以加快足部关节功能恢复。然而,关节镜技术学习周期长,需要术者花费大量的时间和精力熟练掌握关节镜的基础技术并反复练习,熟

悉跟骨及周围的解剖结构尤其是距下关节镜手术入路的解剖结构,严格把握该手术的适应症与禁忌症,以确保手术安全有效。随着3D打印技术以及人工智能外科其他技术的发展,期待联合距下关节镜以更加精巧、微创的手术方案治疗复杂的跟骨骨折,最终使跟骨骨折的临床疗效得到有效提高。

### 参考文献(References)

- [1] Wilmsen L, Neubert A, Windolf J, et al. Screw fixation in the treatment of displaced intra-articular calcaneus fractures: A systematic review protocol[J]. *Systematic Reviews*, 2022, 11(1): 199.
- [2] 吴佳俊, 沈超, 周小小, 等. 距下关节镜辅助下经跗骨窦入路治疗 Sanders II 型跟骨骨折[J]. *骨科*, 2022, 13(5): 409-413.
- [3] 冯仕明, 赵家举, 马超, 等. 三通道全内距下关节镜排钉技术在 Sanders II、III 型跟骨骨折治疗中的应用[J]. *中华外科杂志*, 2022, 60(6): 546-551.
- [4] 陈启刚, 任戈亮, 胡永军, 等. 3D 打印联合距下关节镜治疗跟骨骨折[J]. *实用医学杂志*, 2022, 38(3): 375-379.
- [5] 丁凯, 凌为其, 谈春业, 等. 距下关节镜辅助下经皮撬拨复位螺钉固定与切开复位内固定治疗 Sanders I、III 型跟骨骨折的对比研究[J]. *中国微创外科杂志*, 2021, 21(6): 508-512.
- [6] 冯仕明, 马超, 姜效韦, 等. 距下关节镜联合跟腱前外侧纵向切口锁定钢板内固定治疗跟骨关节内移位骨折[J]. *中华创伤杂志*, 2021, 37(1): 50-56.
- [7] 刘延子, 高武长. 3D 打印联合关节镜下机械臂辅助经皮螺钉内固定治疗跟骨骨折[J]. *中国组织工程研究*, 2021, 25(18): 2822-2826.
- [8] 徐杨博, 魏代清, 邓勇, 等. 关节镜辅助下手术治疗儿童跟骨关节内移位骨折[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2020, 22(7): 587-591.
- [9] 王加利, 宋飞远, 陈仲华, 等. 距下关节镜辅助下联合牵开器、复位器微创治疗 Sanders II、III 型跟骨骨折[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2020(1): 20-26.
- [10] Kubo M, Yasui Y, Sasahara J, et al. Two-portal posterior arthroscopic reduction with percutaneous fixation for intra-articular calcaneal fracture in an 11-year-old boy: A case report[J]. *Journal of Orthopaedic Science*, 2023, 28(2): 499-502.
- [11] 方永刚, 邱小魁, 张雁儒. 关节镜辅助下有限切口内固定治疗 Sanders II-III 型跟骨关节内骨折[J]. *中国矫形外科杂志*, 2019, 27(12): 1141-1143.
- [12] 周湘桂, 李思云, 刘华江, 等. 距下关节镜下桥接棒内固定在跟骨骨折患者中的应用[J]. *中国内镜杂志*, 2017, 23(10): 67-71.
- [13] 董福, 陆春, 朱金荣, 等. 距下关节后侧入路关节镜辅助下微创治疗跟骨骨折[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2017, 31(1): 36-41.
- [14] Yeap E J, Rao J, Pan C H, et al. Is arthroscopic assisted percutaneous screw fixation as good as open reduction and internal fixation for the treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures[J]. *Foot and Ankle Surgery*, 2016, 22(3): 164-169.
- [15] 李杨, 蒋逸秋, 潘竹, 等. 关节镜下微创手术治疗陈旧性跟骨骨折[J]. *足踝外科电子杂志*, 2015, 2(4): 24-28.
- [16] 杜中兴, 岳发翔, 朱贤久, 等. 外固定支架结合关节镜治疗跟骨 Sanders II-IV 型骨折 41 例[J]. *生物骨科材料与临床研究*, 2013, 10(2): 39-41.
- [17] Parisien J S, Vangsnest T. Arthroscopy of the subtalar joint: an experimental approach[J]. *The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 1985, 1(1): 53-57.
- [18] Rammelt S, Gavlik J M, Barthel S, et al. The value of subtalar arthroscopy in the management of intra-articular calcaneus fractures[J]. *Foot & Ankle International*, 2002, 23(10): 906-916.
- [19] 吴刚, 王世隆, 段笑然, 等. 外侧入路关节镜辅助微创距下关节融合[J]. *山东大学学报(医学版)*, 2020, 58(8): 107-114.
- [20] 杨坚, 陶高鑫, 李琪, 等. 跗骨窦与关节镜入路治疗 Sanders II/III 型跟骨骨折[J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28(12): 1063-1067.
- [21] Anghthong C. Treatment of malunited calcaneal fracture with posttraumatic subtalar osteoarthritis using lateral endoscopic calcaneoplasty with posterior arthroscopic subtalar arthrodesis[J]. *Arthroscopy Techniques*, 2018, 7(3): 245-249.
- [22] 沈国栋, 邹运璇, 张宏宁, 等. 全关节镜辅助下空心螺钉内固定治疗 Sanders II、III 型跟骨骨折[J]. *中国组织工程研究*, 2020, 24(33): 5343-5348.
- [23] 张青松, 王洪, 杨述华, 等. 关节镜辅助下钢板内固定治疗关节内跟骨骨折[J]. *中国矫形外科杂志*, 2006(2): 85-88.
- [24] Park C H. Role of subtalar arthroscopy for displaced intra-articular calcaneal fractures[J]. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery*, 2019, 36(2): 233-249.
- [25] Rammelt S, Amlang M, Barthel S, et al. Percutaneous treatment of less severe intraarticular calcaneal fractures

- [J]. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 2010, 468(4): 983–990.
- [26] Tantavisut S, Phisitkul P, Westerlind B O, et al. Percutaneous reduction and screw fixation of displaced intra-articular fractures of the calcaneus[J]. *Foot & Ankle International*, 2017, 38(4): 367–374.
- [27] Gao D, Wong T M, Fang C, et al. Arthroscopic-assisted percutaneous fixation of intra-articular calcaneal fractures using an intraoperative distraction device[J]. *Journal of Orthopaedic Surgery(Hong Kong)*, 2021, 29(1): 2309499020979095.
- [28] Geerlings-batt J, Tillett C, Gupta A, et al. Enhanced visualisation of normal anatomy with potential use of augmented reality superimposed on three-dimensional printed models[J]. *Micromachines*, 2022, 13(10): 1701.
- [29] 王欣, 谢哲, 李宗焕, 等. 外固定支架结合普朗特治疗合并多重耐药菌感染的开放性骨折的疗效分析[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2022, 24(6): 503–509.
- [30] 黄伟, 白露, 张文涛. 关节镜下关节融合术治疗距下关节炎[J]. *中国医药导报*, 2015, 12(9): 90–93.
- [31] Lui T H, Chan K B. Arthroscopic management of late complications of calcaneal fractures[J]. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2013, 21(6): 1293–1299.
- [32] Munoz G, Eckholt S. Subtalar arthroscopy: indications, technique and results[J]. *Foot and Ankle Clinics*, 2015, 20(1): 93–108.
- [33] Grun W, Molund M, Nilsen F, et al. Results after percutaneous and arthroscopically assisted osteosynthesis of calcaneal fractures[J]. *Foot & Ankle International*, 2020, 41(6): 689–697.
- [34] Shamrock A G, Amendola A, Glass N A, et al. Do patient positioning and portal placement for arthroscopic subtalar arthrodesis matter[J]. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 2020, 8(7): 2325967120926451.
- [35] 陈晓琳, 老锦雄, 谢韶东, 等. 两种康复锻炼方法促进 Sanders IV 型跟骨骨折术后功能恢复的对比研究[J]. *重庆医学*, 2019, 48(5): 859–862.
- [36] 王亚丁, 牧亭亭, 鲁敏. 加速康复理念在 Sanders III、IV 型跟骨骨折围术期的应用[J]. *内蒙古医学杂志*, 2021, 53(10): 1230–1232.

## A review of minimal-invasive techniques for subtalar arthroscopy in treatment of calcaneal fractures

YUAN Baohua<sup>1</sup>, YAO Xingzhang<sup>2\*</sup>, LI Xingyong<sup>3</sup>, YANG Chen<sup>2</sup>, ZUO Penggang<sup>4</sup>, LIU Xiaoting<sup>1</sup>, WU Yize<sup>1</sup>, LIN Haisheng<sup>1</sup>

1. Gansu University of Traditional Chinese Medicine, Lanzhou 730030, China

2. Gansu Hospital of Traditional Chinese Medicine, Lanzhou 730030, China

3. Gansu Provincial People's Hospital, Lanzhou 730030, China

4. Affiliated Hospital of Gansu University of Traditional Chinese Medicine, Lanzhou 730030, China

**Abstract** Calcaneal fracture is one of the most common foot fractures, poor reduction may easily lead to long-term chronic foot pain and even affect daily life. Subtalar arthroscopy is a minimally invasive method for examination of subtalar joints, which has been widely used in the treatment of calcaneal fractures in recent years. At present, subtalar arthroscopy mainly includes three surgical approaches: lateral approach, posterior approach, and medial approach. At the same time, combined with tarsal sinus approach, percutaneous pry reduction and internal fixation, small incision approach, 3D printing technology, external fixator, osteotomy correction and subtalar arthrodesis, subtalar arthroscopy is more widely used. However, this technique has higher requirements for the operator. Improper operation is very likely to cause adverse reactions such as nerve injury and poor fracture healing. Therefore, this paper reviews the research reports on the application of subtalar arthroscopy in calcaneal fractures in terms of previous literature, historical development, surgical approaches, surgical methods, and postoperative complications in order to provide reference for clinical use of subtalar arthroscopy.

**Keywords** subtalar arthroscopy; minimally invasive surgery; calcaneal fracture; surgical approach; postoperative complications; postoperative rehabilitation ●



(责任编辑 徐丽娇)