

# 关节镜下踝关节融合术的研究进展

张磊<sup>1</sup>, 杜虎羽<sup>2</sup>, 史雪峰<sup>2</sup>

(1. 山西医科大学第九临床医学院, 山西 太原 030001;

2. 太原市中心医院, 山西 太原 030009)

**摘要** 踝关节融合术是治疗终末期踝关节炎的“金标准”。随着微创理念的不断深入, 关节镜下踝关节融合术逐渐替代了传统开放性踝关节融合术, 并越来越受到临床医师和患者的青睐。然而, 对于关节镜下踝关节融合术, 在手术禁忌证、手术入路, 以及内固定螺钉的类型、数量和置入方式等方面, 均存在分歧。为了提高临床医师对关节镜下踝关节融合术的认识, 本文从术前影像评估、适应证、禁忌证、手术方式等方面对关节镜下踝关节融合术近年来的研究进展进行了综述。

**关键词** 踝关节; 关节炎; 关节融合术; 关节镜检查; 综述

踝关节融合术是治疗终末期踝关节炎的“金标准”<sup>[1]</sup>。目前临床上常采用的术式有关节镜下踝关节融合术和开放性踝关节融合术, 二者均能获得良好的融合效果<sup>[2]</sup>。与开放性踝关节融合术比较, 关节镜下踝关节融合术中出血少、住院时间短、并发症发生率低<sup>[3-5]</sup>。随着微创理念的不断深入, 关节镜下踝关节融合术越来越受到临床医师的青睐。为了提高临床医师对关节镜下踝关节融合术的认识, 本文对关节镜下踝关节融合术近年来的研究进展进行了综述。

## 1 关节镜下踝关节融合术的术前影像评估

目前 X 线检查仍是评估踝关节疾病的重要方法, 能够评估骨侵蚀、骨丢失、骨质增生、关节畸形等<sup>[6]</sup>。关节镜下踝关节融合术术前需拍摄患者负重下正侧位 X 线片。在正位 X 线片上通过测量距骨倾斜角评估内外翻畸形, 通过测量胫骨关节面角(胫骨远端关节面切线与胫骨纵轴所成夹角)评估胫骨远端骨性畸形的程度, 通过测量胫距角(胫骨纵轴和距骨软骨下骨面切线在内踝侧所成夹角)评估距骨倾斜和胫骨远端骨性畸形的合并畸形。在侧位 X 线片上, 通过测量胫骨远端前倾角(胫骨远端的关节面切线与胫骨纵轴所成夹角)评估踝关节的矢状位畸形<sup>[7]</sup>。此外, 对于合并胫骨干畸形或踝关节邻近关节问题, 可以考虑补充双下肢全长 X 线片或足部 X 线片; 另外, 还可通过 CT 检查评估关节面缺损或退行性改变<sup>[8]</sup>。

## 2 关节镜下踝关节融合术的适应证

关节镜下踝关节融合术适用于多种终末期踝关

节炎的治疗, 如类风湿关节炎、创伤后关节炎、陈旧性剥脱性骨软骨炎、特发性关节炎等, 还适用于慢性踝关节感染、慢性踝关节不稳及神经肌肉性踝关节疾病等<sup>[9]</sup>。目前在临床上关节镜下踝关节融合术多被用于创伤后踝关节炎。关节镜下踝关节融合术能够减少对踝关节周围组织结构的破坏, 降低切口并发症的发生率<sup>[10]</sup>。Bai 等<sup>[11]</sup>认为, 对于合并血管损伤、糖尿病、既往感染及皮肤轻度缺血性坏死的终末期踝关节炎患者, 关节镜下踝关节融合术更具优势。

## 3 关节镜下踝关节融合术的禁忌证

合并踝关节畸形会影响关节镜下踝关节融合术的开展, 但对于什么程度的踝关节畸形是关节镜下踝关节融合术的禁忌证, 目前尚存在争议。临床上普遍认为踝关节内外翻畸形 $\geq 15^\circ$ 是关节镜下踝关节融合术的禁忌证<sup>[12-13]</sup>。Dannawi 等<sup>[14]</sup>比较了关节镜下踝关节融合术治疗踝关节内外翻畸形 $\geq 15^\circ$ 和 $< 15^\circ$ 患者的疗效, 结果显示 2 组患者踝关节融合率和术后踝关节功能评分无显著差异。Issac 等<sup>[15]</sup>分别采用开放性踝关节融合术和关节镜下踝关节融合术治疗踝关节内外翻畸形 $\geq 15^\circ$ 的患者, 结果显示 2 组术后踝关节融合率无显著差异。Gougoulis 等<sup>[16]</sup>也认为, 可以采用关节镜下踝关节融合术治疗踝关节内外翻畸形 $\geq 15^\circ$ 的患者, 但该手术对术者的操作技巧要求较高。因此, 临床上将踝关节内外翻畸形 $\geq 15^\circ$ 作为关节镜下踝关节融合术的禁忌证不够严谨, 临床医师应结合患者的实际情况选择合适的术式。Schmid 等<sup>[17]</sup>研究发现, 关节镜下踝关节融合术可以通过软组织松解及改变螺钉位置解决距骨倾斜问题; 但对于胫骨远

基金项目: 太原市区域医疗中心科技创新计划项目(202220)

通讯作者: 杜虎羽 E-mail: 43243144@qq.com

端骨性畸形,关节镜下踝关节融合仅适用于胫骨关节面角  $< 19^\circ$  的患者,而对于严重的胫骨远端骨性畸形患者,则需要采用开放性手术治疗;对于由骨赘引起的踝关节矢状位畸形,通过刮匙去除骨赘后可适当复位距骨,因而踝关节矢状位畸形不影响关节镜下踝关节融合术的正常进行。

对于距骨缺血性坏死是否是关节镜下踝关节融合术的禁忌证,不同研究结果分歧较大。Zvijac 等<sup>[18]</sup>研究发现,距骨严重缺血性坏死是关节镜下踝关节融合术失败的危险因素。Kendal 等<sup>[19]</sup>的研究结果表明,关节镜下踝关节融合术是治疗晚期距骨缺血性坏死的有效方法。因此,对于合并距骨缺血性坏死的患者能否采用关节镜下踝关节融合术治疗,还需要更多的临床试验予以验证。此外,关节镜下踝关节融合术的手术禁忌证还有骨质疏松、感染等。

## 4 关节镜下踝关节融合术的手术方式

### 4.1 手术入路的选择

关节镜下踝关节融合术主要有前外侧入路、前内侧入路及后方入路。前内侧入路位于踝关节面水平、内踝前方、胫前肌肌腱内侧,前外侧入路位于踝关节面水平、外踝前方、第三腓骨肌和趾伸总肌之间,后方入路一般位于踝关节面水平、紧贴跟腱的内侧或外侧<sup>[20]</sup>。前侧入路的组织结构清晰,术者操作较为方便;因而临床上关节镜下踝关节融合术以前外侧入路和前内侧入路为主<sup>[21]</sup>。但终末期踝关节炎患者的踝关节后方亦有骨赘形成、软骨磨损,对此采用前方入路则难以处理。de Leeuw 等<sup>[22]</sup>采用后方入路行关节镜下踝关节融合术治疗终末期创伤后踝关节炎患者 40 例,随访结果显示术后 3 个月患者均实现踝关节临床融合,术后 12 个月均实现踝关节影像学融合。此外,张成昌等<sup>[23]</sup>采用前侧入路联合后外侧入路的方法行关节镜下踝关节融合术,并将后外侧入路作为注水通道,以提高关节腔内的注水压力,结果显示该方法能够提高手术效率、减轻患者的手术应激反应。

### 4.2 螺钉内固定的选择

#### 4.2.1 螺钉的类型

螺钉内固定是关节镜下踝关节融合术最常用的固定方式。目前踝关节融合术中螺钉内固定多采用松质骨螺钉,根据螺纹的多少可将螺钉分为全螺纹螺钉与半螺纹螺钉,根据是否有钉头可分为普通空心螺钉和无头加压螺钉。Kamijo 等<sup>[24]</sup>对 3 种空心螺钉(S1:螺纹长度 16 mm,钉头呈锥形;S2:

螺纹长度 20 mm,钉头呈圆形;S3:螺纹长度 22 mm,钉头呈圆形)进行生物力学测试,结果显示 S1 产生的最大压力明显大于 S2 和 S3,提示钉头呈锥形和短螺纹更有助于螺钉嵌入骨质中,增强螺钉与松质骨的结合。普通空心螺钉钉头突出骨面,会刺激皮下软组织,引起疼痛<sup>[25]</sup>。随着医疗器械的不断改进,无头加压螺钉逐渐在临床上应用。无头螺钉可以完全进入骨头内,进而避免钉头突出骨面刺激软组织。朱绍阳等<sup>[26]</sup>采用关节镜下踝关节融合术治疗终末期创伤性踝关节炎 39 例,术中均采用无头加压螺钉进行固定,结果显示所有患者均骨性融合,提示无头加压螺钉内固定的效果良好。Odutola 等<sup>[27]</sup>研究发现,在关节镜下踝关节融合术中采用无头加压螺钉内固定,术后患者由于皮肤刺激而引起疼痛的发生率显著降低。Gong 等<sup>[28]</sup>采用尸体行踝关节融合术,比较传统标准头半螺纹松质骨螺钉和第二代全螺纹无头加压螺钉的生物力学特征,结果显示 2 种螺钉均能够获得稳定的内固定,且二者内固定压力无显著差异。Valiyev 等<sup>[29]</sup>采用 4 种螺钉组合(2 枚半螺纹松质骨螺钉、1 枚半螺纹松质骨螺钉和 1 枚全螺纹松质骨螺钉、1 枚半螺纹松质骨螺钉和 1 枚无头加压螺钉、1 枚全螺纹松质骨螺钉和 1 枚无头加压螺钉)进行踝关节内固定,以测试不同螺钉组合对踝关节融合术初始稳定性的影响,结果显示不同螺钉组合在胫距融合初始稳定性和刚度方面无显著差异。因此,在关节镜踝关节融合术中采用不同类型的螺钉进行内固定均能获得良好的融合效果,但无头加压螺钉能够避免钉头刺激皮肤,术后并发症较少。

#### 4.2.2 螺钉的数量

临床上采用关节镜下踝关节融合术治疗终末期踝关节炎,多采用 2 枚或 3 枚螺钉进行内固定。但关于不同数量螺钉对踝关节融合效果的影响,不同研究的结果尚存在分歧。Yoshimura 等<sup>[30]</sup>研究结果显示,螺钉的数量是影响关节镜下踝关节融合术术后踝关节融合效果的重要因素。Goetzmann 等<sup>[31]</sup>回顾性分析了 111 例采用关节镜下踝关节融合术治疗的终末期踝关节炎患者,其中采用 2 枚螺钉固定患者 75 例,采用 3 枚螺钉固定患者 36 例,结果显示 2 枚螺钉固定组患者的踝关节不融合率为 16.0%,3 枚螺钉固定组患者的踝关节不融合率为 5.6%,提示 3 枚螺钉能够提高踝关节的融合率。然而,Izzo 等<sup>[32]</sup>采用 Meta 分析系统评价了关节镜下踝

关节融合术中 2 枚螺钉内固定和 3 枚螺钉内固定的临床疗效和安全性,结果显示 3 枚螺钉内固定并没有显著降低踝关节不融合等并发症的发生率。So 等<sup>[33]</sup>研究发现,增加第 3 枚螺钉会减少融合的关节面面积,并提出对于骨质缺损患者,临床医师需慎重采用 3 枚螺钉固定。此外,Zwipp 等<sup>[34]</sup>研究了采用 4 枚螺钉进行踝关节融合术的临床疗效,结果显示 72 例患者平均随访 5.9 年,患者踝关节融合率 98.6%。因此,目前对于关节镜下踝关节融合术中采用螺钉的数量,尚未有确切的答案,临床医师需结合患者的实际情况确定。

**4.2.3 螺钉的置入位置** 在关节镜下踝关节融合术中,螺钉的置入位置对于踝关节的融合及稳定性均具有重要意义。Zhu 等<sup>[35]</sup>采用有限元模型探究了 2 枚螺钉的 3 种置入方式,分别为“本垒打”置入(1 枚螺钉自后踝外侧进入距骨颈,另 1 枚螺钉自后踝中心进入距骨颈)、交叉横向置入(1 枚螺钉自内踝进入距骨前部,另 1 枚螺钉自胫骨外侧进入距骨)及平行螺钉置入(2 枚螺钉均从胫骨后内侧平行进入距骨),结果显示“本垒打”置入在应力分布均匀性、抗屈曲强度、抗内旋强度方面优于交叉横向置入和平行置入,而在抗背屈、内外翻方面,平行置入优于“本垒打”置入和交叉横向置入。Wang 等<sup>[36]</sup>采用有限元模型分析 3 枚螺钉的 5 种置入方式(①3 枚螺钉分别自后踝内侧进入距骨头颈交界处、自胫骨前外侧进入距骨后内侧角、自胫骨内侧进入距骨外侧突;②3 枚螺钉分别自后踝内侧进入距骨头颈交界处、自胫骨前外侧进入距骨后外侧角、自胫骨前内侧进入距骨外侧突;③3 枚螺钉分别自后踝内侧进入距骨头颈交界处、自胫骨前外侧进入距骨后内侧角、自胫骨前内侧进入距骨后外侧角;④3 枚螺钉分别自后踝外侧进入距骨头颈交界处、自胫骨前外侧进入距骨后内侧角、自胫骨内侧进入距骨外侧突;⑤3 枚螺钉分别自后踝外侧进入距骨头颈交界处、自胫骨前外侧进入距骨后内侧角、自胫骨内侧进入距骨后外侧角)的生物力学稳定性,结果显示置入方式①②③能够避免 3 枚螺钉间互相碰撞,且具有更强的生物力学稳定性。Yokoo 等<sup>[37]</sup>回顾性分析了 63 例接受关节镜下踝关节融合术治疗患者的病例资料,根据踝关节融合情况将其分为正常融合组和延迟融合组,比较了 2 组患者踝关节矢状位 X 线片上螺钉间距离(踝关节水平面上最前螺钉和最后螺钉

之间的前后距离)与胫骨远端宽度的比值,结果显示正常融合组患者该指标大于延迟融合组,且当该指标 > 57% 时,术后延迟愈合或不愈合的发生率显著降低。

**4.3 踝关节炎合并畸形的矫正** 踝关节炎合并的畸形是由于距骨倾斜、旋转、前移导致的。关节镜下踝关节融合术由于操作空间有限,在处理踝关节炎合并的畸形时难度较大。但随着关节镜技术的普及和临床医师操作技术的不断提高,关节镜下踝关节融合术已被用于治疗合并中重度畸形的踝关节炎。Bernasconi 等<sup>[38]</sup>在关节镜下踝关节融合术中通过将 3 mm 的克氏针作为距骨驱动杆来控制距骨的倾斜和旋转(即距骨操纵杆技术),进而对齐距骨并实现关节内接触。Guo 等<sup>[39]</sup>采用关节镜下踝关节融合术治疗距骨倾斜超过 15° 的踝关节骨关节炎患者,将 1 枚克氏针平行于胫骨远端表面自前方插入踝关节的胫骨侧、另 1 枚克氏针平行于距骨圆顶表面自前方插入踝关节的距骨侧,并使用牵引器和抗牵引器控制克氏针打开和关闭踝关节间隙,同时用另外 2 枚克氏针矫正距骨倾斜,结果显示采用该方法能够纠正倾斜角在 15° ~ 25° 的距骨倾斜,并实现终末期踝关节骨关节炎患者踝关节的良好融合。Saiga 等<sup>[40]</sup>根据踝关节外侧沟是否有骨赘将 39 例内外翻畸形患者分为有骨赘组和无骨赘组,2 组患者均采用关节镜下踝关节融合术治疗,有骨赘组术中在关节镜下切除踝关节外侧沟骨赘,结果显示 2 组患者的临床疗效相当,提示对于踝关节外侧沟有骨赘的内外翻畸形患者,可以通过术中切除骨赘矫正畸形,并获得与无骨赘患者相当的临床疗效。此外,距骨前移会增加足部杠杆臂的长度,从而增加足部相邻关节的负荷。在关节镜下踝关节融合术中,常通过切除胫骨远端后关节唇,促使距骨更好地向后移动,且关节镜下腓肠肌退缩术对距骨后移至关重要<sup>[7]</sup>。

## 5 小 结

关节镜下踝关节融合术适用于多种终末期踝关节炎的治疗,是终末期踝关节炎治疗的“金标准”。临床上多通过 X 线检查进行术前影像评估,为手术方案的制定提供依据。对于内外翻畸形、距骨缺血性坏死等是否是关节镜下踝关节融合术的禁忌证,目前尚存在争议。关节镜下踝关节融合术的手术入路有前外侧入路、前内侧入路及后方入路,临床上以前方入路为主,但后方入路在处理踝关节后方骨赘形成及软骨损伤方面更具优势,且多入路联合使用也具有一定的

优势。螺钉内固定是关节镜下踝关节融合术的主要固定方式,但对于螺钉的类型、数量及置入方式,均未形成统一规范,临床医师可结合患者实际情况进行选择。近年来关节镜下踝关节融合术已取得巨大进步,但在许多方面尚未能形成统一的治疗规范。因此,还需更多高质量的临床研究为制定关节镜下踝关节融合术的规范提供证据。

### 参考文献

- [1] MANKE E, YEO ENG MENG N, RAMMELT S, et al. Ankle arthrodesis—a review of current techniques and results[J]. Acta Chir Orthop Traumatol Cech, 2020, 87(4): 225–236.
- [2] ABUHANTASH M, VELJKOVIC A, WING K, et al. Arthroscopic versus open ankle arthrodesis: a 5-year follow up[J]. Bone Joint Surg Am, 2022, 104(13): 1197–1203.
- [3] MORELLI F, PRINCI G, CANTAGALLI M R, et al. Arthroscopic vs open ankle arthrodesis: a prospective case series with seven years follow-up[J]. World J Orthop, 2021, 12(12): 1016–1025.
- [4] MOK T N, HE Q, PANNEERSELAVAM S, et al. Open versus arthroscopic ankle arthrodesis: a systematic review and meta-analysis[J]. Orthop Surg Res, 2020, 15(1): 187.
- [5] LORENTE A, PELAZ L, PALACIOS P, et al. Arthroscopic vs. open-ankle arthrodesis on fusion rate in ankle osteoarthritis patients: a systematic review and meta-analysis[J]. Clin Med, 2023, 12(10): 3574.
- [6] WILKINSON V H, ROWBOTHAM E L, GRAINGER A J. Imaging in foot and ankle arthritis[J]. Semin Musculoskelet Radiol, 2016, 20(2): 167–174.
- [7] KELLAM P J, DEKEYSER G J, ROTHBERG D L, et al. Symmetry and reliability of the anterior distal tibial angle and plafond radius of curvature[J]. Injury, 2020, 51(10): 2309–2315.
- [8] HUTCHINSON B. Arthroscopic ankle arthrodesis[J]. Clin Podiatr Med Surg, 2016, 33(4): 581–589.
- [9] PIRAINO J A, LEE M S. Arthroscopic ankle arthrodesis: an update[J]. Clin Podiatr Med Surg, 2017, 34(4): 503–514.
- [10] LEUCHT A K, VELJKOVIC A. Arthroscopic ankle arthrodesis[J]. Foot Ankle Clin, 2022, 27(1): 175–197.
- [11] BAI Z, ZHANG E, HE Y, et al. Arthroscopic ankle arthrodesis in hemophilic arthropathy[J]. Foot Ankle Int, 2013, 34(8): 1147–1151.
- [12] FERKEL R D, HEWITT M. Long-term results of arthroscopic ankle arthrodesis[J]. Foot Ankle Int, 2005, 26(4): 275–280.
- [13] TANG K L, LI Q H, CHEN G X, et al. Arthroscopically assisted ankle fusion in patients with end-stage tuberculosis[J]. Arthroscopy, 2007, 23(9): 919–922.
- [14] DANNAWI Z, NAWABI D H, PATEL A, et al. Arthroscopic ankle arthrodesis: are results reproducible irrespective of pre-operative deformity[J]. Foot Ankle Surg, 2011, 17(4): 294–299.
- [15] ISSAC R T, THOMSON L E, KHAN K, et al. Do degree of coronal plane deformity and patient related factors affect union and outcome of arthroscopic versus open ankle arthrodesis? [J]. Foot Ankle Surg, 2022, 28(5): 635–641.
- [16] GOUGOULIAS N E, AGATHANGELIDIS F G, PARSONS S W. Arthroscopic ankle arthrodesis [J]. Foot Ankle Int, 2007, 28(6): 695–706.
- [17] SCHMID T, KRAUSE F, PENNER M J, et al. Effect of pre-operative deformity on arthroscopic and open ankle fusion outcomes[J]. Foot Ankle Int, 2017, 38(12): 1301–1310.
- [18] ZVIJAC J E, LEMAK L, SCHURHOFF M R, et al. Analysis of arthroscopically assisted ankle arthrodesis[J]. Arthroscopy, 2002, 18(1): 70–75.
- [19] KENDAL A R, COOKE P, SHARP R. Arthroscopic ankle fusion for avascular necrosis of the talus[J]. Foot Ankle Int, 2015, 36(5): 591–597.
- [20] CARREIRA D S, GARDEN S R, UELAND T. Operative approaches to ankle and hindfoot arthroscopy[J]. Foot Ankle Orthop, 2020, 5(1): 2473011419894968.
- [21] SHIMOZONO Y, SEOW D, KENNEDY J G, et al. Ankle arthroscopic surgery. Sports med arthrosc rev[J]. Sports Med Arthrosc Rev, 2018, 26(4): 190–195.
- [22] DE LEEUW P A, HENDRICKX R P, VAN DIJK C N, et al. Midterm results of posterior arthroscopic ankle fusion[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2016, 24(4): 1326–1331.
- [23] 张成昌, 段小军, 林杨景, 等. 后外侧注水通道在关节镜下踝关节融合术的应用[J]. 中华关节外科杂志(电子版), 2019, 13(2): 184–188.
- [24] KAMIJO S, KUMAI T, TANAKA S, et al. Comparison of compressive forces caused by various cannulated cancellous screws used in arthroscopic ankle arthrodesis[J]. J Orthop Surg Res, 2017, 12(1): 7.
- [25] ÖÇGÜDER D A, FIRAT A, ÖZDEMİR M, et al. Is the use of headless compression screws appropriate in arthroscopic ankle arthrodesis? [J]. Eklem Hastalik Cerrahisi, 2017, 28(3): 171–176.
- [26] 朱绍阳, 梁振雷, 刘玉强. 镜下融合术治疗终末期创伤性踝关节炎[J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30(3): 281–

- 283.
- [27] ODUTOLA A A, SHERIDAN B D, KELLY A J. Headless compression screw fixation prevents symptomatic metalwork in arthroscopic ankle arthrodesis [J]. *Foot Ankle Surg*, 2012, 18(2): 111 – 113.
- [28] GONG J C, ZHOU B H, TAO X, et al. Tibiotalocalcaneal arthrodesis with headless compression screws [J]. *J Orthop Surg Res*, 2016, 11(1): 91.
- [29] VALIYEV N, DEMIREL M, HÜRMEYDAN Ö M, et al. The effects of different screw combinations on the initial stability of ankle arthrodesis [J/OL]. *J Am Podiatr Med Assoc*, 2021, 111(6) [2023 – 08 – 14]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35294161/>.
- [30] YOSHIMURA I, KANAZAWA K, TAKEYAMA A, et al. The effect of screw position and number on the time to union of arthroscopic ankle arthrodesis [J]. *Arthroscopy*, 2012, 28(12): 1882 – 1888.
- [31] GOETZMANN T, MOLÉ D, JULLION S, et al. Influence of fixation with two vs. three screws on union of arthroscopic tibio-talar arthrodesis: comparative radiographic study of 111 cases [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2016, 102(5): 651 – 656.
- [32] IZZO A, SGADARI A, COVIELLO A, et al. Does the number of screws influence the union rate in ankle arthrodesis? A meta-analysis and systematic review [J/OL]. *Foot Ankle Spec*, 2023: 19386400231171508 [2023 – 08 – 14]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37165889/>.
- [33] SO E, BRANDÃO R A, BULL P E. A comparison of talar surface area occupied by 2-versus 3-screw fixation for ankle arthrodesis [J]. *Foot Ankle Spec*, 2020, 13(1): 50 – 53.
- [34] ZWIPP H, RAMMELT S, ENDRES T, et al. High union rates and function scores at midterm followup with ankle arthrodesis using a four screw technique [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2010, 468(4): 958 – 968.
- [35] ZHU M, YUAN C S, JIN Z M, et al. Initial stability and stress distribution of ankle arthroscopic arthrodesis with three kinds of 2-screw configuration fixation: a finite element analysis [J]. *Orthop Surg Res*, 2018, 13(1): 263.
- [36] WANG S, YU J, MA X, et al. Finite element analysis of the initial stability of arthroscopic ankle arthrodesis with three-screw fixation: posteromedial versus posterolateral home-run screw [J]. *Orthop Surg Res*, 2020, 15(1): 252.
- [37] YOKOO S, SAIGA K, DEMIYA K, et al. Larger sagittal inter-screw distance/tibial width ratio reduces delayed union or non-union after arthroscopic ankle arthrodesis [J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2023, 33(5): 1557 – 1563.
- [38] BERNASCONI A, MEHDI N, LABORDE J, et al. Joystick of the talus for correcting malalignment during arthroscopic ankle arthrodesis: a surgical tip [J]. *Arthrosc Tech*, 2018, 7(5): e517 – e522.
- [39] GUO H, ZENG C. Technique tip: correcting malalignment of the talus using a pin-based distracter during arthroscopic ankle arthrodesis [J]. *Foot Ankle Surg*, 2022, 61(2): 434 – 437.
- [40] SAIGA K, YOKOO S, OHASHI H, et al. Effect of lateral gutter osteophyte resection on correction of varus deformity in arthroscopic ankle arthrodesis [J]. *Foot Ankle Int*, 2020, 41(6): 683 – 688.

(收稿日期: 2023-09-10 本文编辑: 吕宁)

(上接第 63 页)

- [23] MONT M A, ZYWIEEL M G, MARKER D R, et al. The natural history of untreated asymptomatic osteonecrosis of the femoral head: a systematic literature review [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2010, 92(12): 2165 – 2170.
- [24] LIU L, ZHANG Q, SUN W, et al. Corticosteroid-induced osteonecrosis of the femoral head: detection, diagnosis, and treatment in earlier stages [J]. *Chin Med J (Engl)*, 2017, 130(21): 2601 – 2607.
- [25] 陈志伟, 李泰贤, 万晓旭, 等. 股骨头坏死误诊相关因素研究 [J]. *中国骨伤*, 2017, 30(11): 1000 – 1003.
- [26] 魏秋实, 何伟, 张庆文, 等. 股骨头坏死中医证型分布规律的文献研究和系统评价 [J]. *中华关节外科杂志(电子版)*, 2013, 7(3): 369 – 372.
- [27] 李泰贤, 陈志伟, 王荣田, 等. 基于文献计量学分析中医药治疗股骨头坏死的研究现状 [J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2017, 25(4): 41 – 46.
- [28] 许珂, 宇文星, 宋梦歌, 等. 股骨头坏死全髋关节置换术患者的人群特征与临床特点分析 [J]. *中医正骨*, 2020, 32(1): 51 – 55.
- [29] 中华中医药学会. 股骨头坏死中医疗效评价标准 (2019 年版) [J]. *中医正骨*, 2019, 31(6): 3 – 6.
- [30] 何海军, 陈卫衡. 将生存质量引入中医药治疗股骨头坏死疗效评价体系的思考 [J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2009, 17(4): 62 – 63.
- [31] TIAN G, ZHAO C, ZHANG X, et al. Evidence-based traditional Chinese medicine research: two decades of development, its impact, and breakthrough [J]. *J Evid Based Med*, 2021, 14(1): 65 – 74.

(收稿日期: 2023-08-03 本文编辑: 时红磊)