

关节镜下膝关节内侧半月板后角损伤的治疗进展

卢士学, 丁磊, 陈琪, 许有智, 黄干, 李俊
(皖西卫生职业学院附属医院骨科, 安徽 六安 237008)

【摘要】 膝关节内侧半月板后角损伤在临床很常见, 膝关节镜下治疗已作为首选方案。但关节镜下治疗存在较多的难点, 如膝关节内侧后角处间隙狭窄, 无充足的空间处理损伤的半月板, 30° 屈曲位下外翻外旋掰开方式, 膝关节内侧副韧带松解方式, 膝关节腔撑开器撑开方式, 均能显露和扩大膝关节内侧间隙, 需熟练掌握和权衡使用, 避免副损伤。关节镜下治疗时也需判断半月板损伤的原因, 如退变性的损伤, 单纯半月板修复、成形很难解决患者的痛苦。前交叉韧带损伤易导致膝关节不稳, 与膝关节内侧半月板后角损伤关系紧密, 治疗时需同时生理修复, 才能达到最佳的治疗效果。内侧半月板后角损伤类型多样, 其中 Ramp 损伤、根部断裂、层裂的半月板损伤治疗时受到关节退变、狭窄的膝关节间隙或膝关节稳定性影响较大, 治疗时需充分考虑各方影响因素。

【关键词】 关节镜; 内侧半月板后角损伤; 膝关节; 综述

中图分类号: R687.4

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.20240088

Progress on treatment of posterior angle injury of medial meniscus of knee joint under arthroscopy

LU Shi-xue, DING Lei, CHEN Qi, XU You-zhi, HUANG Gan, LI Jun (Department of Orthopaedics, the Affiliated Hospital of West Anhui Health Vocational College, Lu'an 237008, Anhui, China)

ABSTRACT The injury of the posterior Angle of the medial meniscus of the knee joint is very common in clinic, and the arthroscopic treatment of the knee joint has been the first choice. However, there are many difficulties in arthroscopic treatment, such as narrow space in the medial posterior corner of the knee joint, insufficient space to deal with the injured meniscus, varion and lateral rotation under 30° flexion, release of the medial collateral ligament of the knee joint, and expansion of the knee joint cavity spinner, all of which could expose and expand the medial space of knee joint. Therefore, it is necessary to master and balance the use to avoid collateral injury. It is also necessary to determine the cause of meniscus injury during arthroscopic treatment, such as degenerative injury, simple meniscus repair and forming can hardly solve the pain of patients. Anterior cross injury is easy to cause instability of the knee joint, which is closely related to the injury of the posterior angle of the medial meniscus of the knee joint. In order to achieve the maximum therapeutic effect, physiological repair should be performed at the same time. There are various types of medial meniscus posterior angle injury, among which the Ramp injury, root fracture and laminae meniscus injury are greatly affected by joint degeneration, narrow knee space or knee stability, and all influencing factors should be fully considered in treatment.

KEYWORDS Arthroscopy; Posterior medial meniscal tear; Knee joint; Review

关节镜下治疗半月板损伤已经成为首选^[1]。膝关节内侧半月板后角损伤一直是膝关节镜手术的难题。研究显示对于内侧半月板损伤, 无论手术前和手术后, 运动功能都较正常人差^[2]。由于膝关节内侧后间室难以达到有效的暴露, 尤其合并膝关节间隙狭窄、骨关节炎、股骨内侧髁发育异常等情况, 常常使损伤的半月板后角关节镜下处理不全, 或者强行操作导致膝关节软骨损伤、内侧副韧带损伤, 甚至股骨

骨折^[3]。内侧半月板后角损伤类型包括 Ramp 损伤、后根断裂、层裂及其他类型, 很多与狭窄的膝关节内后方间隙、前交叉韧带 (anterior cruciate ligament, ACL) 损伤、内侧副韧带 (medial collateral ligament, MCL) 损伤、关节或半月板退变等同时存在, 其发病机制、修复手段存在较多争议。本研究通过对膝关节内侧半月板后角损伤的最新研究进行总结, 以期提高临床的治疗认知。

1 膝关节内侧半月板应用解剖

膝关节内侧半月板大而薄, 前窄后宽, 呈“C”形, 体部与 MCL 深层等周围结构连接紧密, 所以内侧半月板活动度小。为匹配伸屈活动的膝关节, 半月板在伸直状态下向前运动, 屈曲时向后移动。所以, 在关

基金项目: 安徽省教育厅自然科学重点项目 (编号: 2023AH053361)

Fund program: Major Natural Science Project of Education Department of Anhui Province (No. 2023AH053361)

通信作者: 卢士学 E-mail: lushixue2015@163.com

Corresponding author: LU Shi-xue E-mail: lushixue2015@163.com

节镜下处理内侧半月板后角时为有效地显露,需适当地伸直,一般屈曲 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 。关节镜下正常膝关节腔内侧间室自然状态下平均有 5.95 mm 的高度间隙^[4]。屈曲间隙和伸直间隙大体相等,膝关节内侧间室的高度与 MCL 有直接关系。MCL 分为浅层和深层,浅层为自收肌结节至胫骨平台软骨下远近 2 个止点,分别是 6.12 cm 和 1.22 cm 处^[5],维持屈曲时的张力;深层为关节囊增厚,直接与半月板相融合,包括板股韧带和板胫韧带,紧贴关节面缘固定,维持伸直时张力^[6]。膝关节后内侧稳定结构主要由 MCL 后部、后斜韧带 (posterior oblique ligament, POL) 后部和后内侧关节囊组成^[7]。在外翻下半伸位时, MCL 后部和 POL 是限制后内侧间隙开放的主要组织结构。

2 关节镜下治疗的难点分析

2.1 狭窄的膝关节间隙

膝关节镜技术常使用的半月板篮钳为 6.3 mm, 超过膝关节自然间隙,使得在狭窄间隙内无法咬除损伤的半月板,导致操作不充分、副损伤等。有学者使用 4.5、3.5 mm 甚至 2.7 mm 的小半月板篮钳进行操作,结果能减少软骨等周围组织的医源性损伤^[8]。但股骨髁阻挡至镜下无法直视,操作存在盲目性。为此,合理地打开膝关节内侧后方间隙是临床急需的。膝关节间隙狭窄的原因包括:(1)先天性膝关节发育异常(或股骨内侧髁异常增大)。(2)半月板半脱位,或半月板结构破坏导致内侧间室的支撑力降低,亦发生 MCL 的挛缩及内后侧关节囊粘连,进而限制膝关节的正常运动,膝关节间隙减小。(3)退行性病变,内侧室会失去一定的高度,下肢力线的偏移导致内侧压力增加,软骨磨损加重退变和塌陷,致使内侧间隙越来越小。

膝关节间隙的打开方式:(1) 30° 屈曲位下外翻外旋掰开。 30° 外翻膝关节并胫骨极度外旋,可在一定程度上扩大膝关节内侧间隙,显露内侧半月板后角。优点是仅需助手辅助,无须特殊器械,不增加额外辅助入路。但对助手体力是一种考验,且无法精确控制膝关节极度外翻的力度,易导致 MCL 损伤和股骨骨折。在关节镜操作中,外翻外旋膝关节,相对简单,易于操作,对于膝关节狭窄较轻的患者可作为首选。(2)膝关节 MCL 松解。针刺松解 MCL 技术首次描述始于 2004 年^[9],包括:①由外向内,胫骨平台下方适当距离松解 MCL 浅层^[10],或松解 MCL 深层,多点针刺至关节囊内^[4]。②由内向外,全镜下松解 MCL 深层^[11]。通过松解再结合外翻应力,膝关节镜下内侧间隙可达到 12 mm,可满足镜下观察和操作空间,术后可通过 0° 外翻试验验证 MCL 损伤程度。术中松解后再外翻应力作用,常出现 MCL 松弛现象。但大多

数学者认为无须固定,常在术后 6 周自行恢复张力^[12]。针刺松解技术临床使用较多,但需找准松解部位,规避神经及腘窝血管等。(3)关节内撑开。膝关节腔撑开器可达到关节内撑开的目的。有学者设计了一种镜下关节撑开器^[13],内置支撑单元可实现扩张支撑,可多个单独使用,创口小,支撑扩张大,无须微创外控单元滞留,方便膝关节镜微创手术的进行。也有学者设计了一种旋钮式关节镜鞘管膝关节腔撑开保护器^[14],配合铅笔头撑开杆和镜鞘顶开方式,撑开一定的膝关节内侧间室完成半月板切除、修复手术,不阻挡空间,操作便利。膝关节腔撑开器,能达到骨性撑开、力度大、可靠调节维持一定撑开高度,避免强力外翻应力打开导致损伤。

综上,膝关节间隙打开方法可单独使用,也可联合使用。 30° 屈曲位下外翻外旋掰开是其他两种打开方式的基础方式。

2.2 骨关节炎

膝骨关节炎 (knee osteoarthritis, KOA) 是指由于膝关节软骨变性、骨质增生而引起的一种慢性骨关节疾患。主要是因为退变、劳损、外伤、内分泌等所引起的软骨剥脱和半月板的退变,其中关节表面软骨的剥脱是造成关节增生、功能障碍的主要原因,并且软骨较难再生。KOA 多出现在膝关节内侧间室,常伴随内侧半月板后角损伤。MRI 检查发现股骨和胫骨平台骨水肿,常提示典型的骨关节炎 (osteoarthritis, OA) 病变,为半月板手术的相对禁忌。多由下肢力线改变,半月板损伤和膝关节内环境改变共同引起^[15]。由于膝关节内侧间室压力大,易引起内侧半月板后角的退变和损伤。严重的 OA,由于其关节内部微环境产生了变化,生成炎症介质。虽然关节镜下处理了损伤的内侧半月板后角,但不能改善膝关节的炎性环境,临床效果差^[16],所以,半月板损伤合并 OA 是治疗的难点。关节镜下部分半月板切除术通常被提倡用于有半月板损伤症状并经 MRI 证实有撕裂的患者,特别是未伴有 KOA 症状的患者。越来越多的证据表明退行性内侧半月板后角撕裂可能是 KOA 的早期迹象,而不是需要半月板干预的单独临床问题^[17]。关节镜下治疗内侧半月板后角的损伤,需结合患者的年龄、病变的时间、MRI 检查排除隐匿的或早期的 OA。

2.3 膝关节稳定性

周围韧带为膝关节的静态稳定结构,对下肢运动的稳定性至关重要。外伤性韧带损伤较多见,但急性期因疼痛和保护性肌紧张,易掩盖病情导致治疗延误。晚期时出现膝关节多向不稳,容易导致反复受伤,半月板及关节软骨承受的剪切力增加^[18],造成半

月板损伤,关节软骨退变加剧,继发创伤性关节炎。晚期韧带重建方法虽多,但疗效不一,且均不能完全恢复原韧带的解剖及生理功能。研究^[19]发现 ACL 重建后未受损的内侧半月板后角也可能会出现新的病变,新的半月板病变的风险可能与 ACL 非解剖重建导致前后和旋转控制不足密切相关。因此,在不稳定的膝关节内治疗半月板损伤存在较大的失败率。

ACL 在维持膝关节旋转稳定和前后平移方面发挥巨大的作用。有研究显示,膝关内侧半月板后角可能有助于抵抗外旋和前后平移^[20]。也有研究显示关节镜下特殊征象——“裂隙征”是 ACL 缺陷膝关节不稳定,内侧半月板后角撕裂的特征性表现^[21]。内侧半月板后角做为 ACL 的辅助结构,可起到协同作用。所以,在修复内侧半月板后角时 ACL 的完整性是先决条件。以往 ACL 损伤,对于运动要求高的患者才重建。临床发现,年轻患者为稳定膝关节,避免内侧半月板后角的损伤,延缓关节退变,ACL 解剖重建是必要的。对于急性膝关节韧带损伤,早期正确诊断和治疗非常重要。

3 治疗难点对内侧半月板后角损伤疗效的影响

依据半月板撕裂的部位和形态,内侧半月板后角损伤的类型可分为 Ramp 损伤、纵裂、桶柄裂、层裂等缝合后相对稳定的和放射裂、根部断裂、斜裂、复合不规则裂等缝合后不稳定的类型。其中 Ramp 损伤、根部断裂、层裂这几种类型较特殊,相比其他类型的损伤,其发病机制、治疗手段争议较多,且受到膝关节间隙、OA(半月板退变)和膝关节稳定性的影响较大,疗效不确切。

3.1 Ramp 损伤

Ramp 损伤可分为稳定型和不稳定型。半月板撕裂的范围包括内侧半月板后角的红区至半月板关节囊滑膜区,为纵向撕裂。Ramp 损伤机制仍存在争议,与 ACL 损伤后的胫骨前移带动半月板前移、半膜肌向后牵张和膝关节内后间隙的高压力综合因素导致的损伤可能性大。诊疗困难表现在膝关节间隙和关节稳定性方面。

(1)膝关节间隙。Ramp 损伤难以准确诊断。首先,大部分病变在 MRI 很难准确诊断。CRISTIANI 等^[22]认为 MRI 诊断 Ramp 损伤的敏感性较差,是因为该检查是在膝关节近完全伸直的情况下进行的,减少了半月板-囊膜分离,导致假阴性。其次,关节镜是诊断半月板损伤的金标准,但半月板内侧后角的观察不充分,较难完全直视病变,大多需要探钩了解内侧后角的松紧度,间接判断损伤的存在。也可结合外伤史、查体、ACL 伤等情况,综合判断病变情况。因狭窄的膝关节间隙,使得处理空间不足,临床医师常

选择后内侧入路和正常前入路+MCL 松解。如 BRITO 等^[23]发现通过建立后内侧入路,规避狭窄的膝关节后内侧间隙,可有效探查 Ramp 损伤的程度及新鲜损伤的创面。结合全内修复技术,在直接观察下使用 Scorpion 过路器修复内侧半月板 Ramp 损伤,具有很强的生物力学性能。但 KAWADA 等^[24]认为通过后内侧入路及由内向外缝合技术有导致隐神经和血管束损伤的风险,入路位置偏差,反向视野导致观察和操作不充分。而由外向内松解 MCL 结合全内缝合技术治疗 Ramp 损伤,符合正常关节入路视野,学习曲线短,但有观察视野有限、锚钉刺激、器械失效、软骨损伤等缺点。内后侧半月板病变前入路存在路径长、观察处理不充分的情况。后内入路需规划路径,避免副损伤;因其直视病变部位,操作路径短,是 Ramp 损伤修复的主流入路。

(2)膝关节稳定性。生物力学研究发现,ACL 和后关节囊结构是内侧半月板后角的稳定结构。如果 ACL 损伤不修复,随着 ACL 损伤的时间延长,会出现膝关节不稳定,Ramp 损伤的发生率增高。如半月板撕裂,其撕裂区域逐渐增大,无法自愈等情况。最近的一些研究也强调,Ramp 损伤修复和 ACL 重建同时进行是提高旋转稳定性的关键因素^[25]。Ramp 损伤合并 ACL 损伤增加了胫骨前平移和胫骨外旋的程度。重建 ACL 稳定了膝关节,创造了内侧半月板后角修复的稳定环境,也促进了 Ramp 损伤修复术后的康复^[26]。所以,ACL 的生理完整性,有利于提高 Ramp 损伤的治愈率。Ramp 损伤还有许多探讨的内容,如怎样有效发现病变部位,评估撕裂的程度;Ramp 损伤是否是 ACL 重建的指征^[27]等。

3.2 内侧半月板后根部断裂

内侧半月板后根部断裂(medial meniscus posterior root tear, MMPRT)损伤可能与低能量损伤有关,如跪、蹲、轻微的膝盖扭转,主要问题是内侧半月板后根附着处的退行性改变^[28]。内侧半月板急性后根撕裂在膝关节多韧带损伤、过度屈曲或下蹲引起的创伤有关。其撕裂易导致半月板“桶箍作用”遭到破坏,胫股间接触应力增加,使冲击吸收和负荷分配能力的丧失,半月板外凸,类似于全半月板切除术,其加速膝关节退变。治疗的难点在于 OA(退变)和关节稳定性方面。

(1)退变因素。半月板退变是导致后根部断裂的主要原因。而退变的主要原因与长期的低能量损伤有关。研究^[29]表明,与其他半月板根相比,后内侧根受到的应力导致撕裂的发生率最高。在半月板的所有根中,内侧半月板后根的活动最少,膝关节胫骨和股骨的发育异常,反复长期的撞击,是 MMPRT 的主

要解剖原因。研究显示^[30],当股骨内侧髁与胫骨内侧平台的横径比 > 0.85 ,与股骨内侧髁与胫骨内侧平台的前后径比 > 1.29 可能是 MMPRT 发生的重要危险因素。增大的股骨内侧髁引起股股对应面不匹配,反复的运动,也是导致膝关节半月板后根损伤的原因。胫骨平台后倾角影响了内侧半月板后角的压应力,其越小,反复屈曲时胫骨关节面承受的压力更大。同时,股骨内侧髁后部偏外斜和狭窄的髁间切迹可能会对 PCL 和内侧半月板后根部造成冲击,导致内侧半月板后根退变性断裂^[31]。

(2) 膝关节稳定性。胫骨平台后倾角影响了膝关节前后的稳定性,其越大,胫骨前移的趋势大,导致 ACL 移植物失败的风险增加,在 MMPRT 的情况下,这种效应被放大。研究显示^[32],在后倾角为 12° 时伴有 MMPRT 的改良 ACL 重建的情况下,可以考虑改变后倾角截骨。HIRANAKA 等^[33]也观察到 3% 的 MMPRT 病例与 ACL 破裂相关。ACL 损伤合并 MMPRT 的原因尚不清楚,但长时间的复杂平移和旋转应力可能诱发退变性 MMPRT。MMPRT 关节镜下修复方式包括经胫骨隧道拉出缝合固定技术,全缝线锚钉(anchor with all stitches, ASA) 修复技术和半月板中心化。生物力学研究发现,锚钉技术在修复时断端在接触表面积方面有优势;经胫骨隧道拉出缝合固定技术,在膝关节功能和股骨力学方面更具有优势^[34]。对于内侧半月板后根治疗的理想修复或重建技术也没有共识。关节镜下经胫骨隧道拉出缝合固定技术最常用,一定程度上恢复了半月板解剖结构,但存在愈合困难,可通过移植物^[35]、特定缝合位点^[36]、多隧道固定^[37]等技术,提高愈合率。同时,修补时需充分评估和矫正异常的股骨和胫骨的结构。最终,恢复膝关节稳定结构,最大程度地恢复膝关节的完整性,使应力分布更合理。

(3) 急性损伤。修复的效果好、愈合率高,但 MMPRT 多为退行性改变,修复时需评估骨性结构、骨关节炎情况等。

3.3 内侧半月板后角层裂

内侧半月板后角层裂(medial meniscus posterior horizontal tear, MMPHT) 损伤多见于退变性改变,易在膝关节屈曲时内侧半月板后角受到旋转力的作用导致层裂的发生。水平撕裂一般不破坏周向纤维的功能连续性,半月板功能基本保留,对关节退变的影响较其他类型小^[38]。多数病变较隐蔽,扩大内侧间室的同时需咬除半月板内侧缘,才可显露层裂的位置。治疗难点在于 OA(退变)和关节间隙方面。

(1) 退变因素。对于完整的半月板,典型的压力分布近似为三角形,而层裂切除一层半月板组织后,

由于接触面积较小,压力分布近似为椭圆形。压力分布的形状导致平均压力和峰值压力的变化不成比例。局部应力集中,导致骨关节炎。研究表明^[39],对于内侧半月板后侧 1/3 撕裂区域,保留一层比切除两层具有更好的生物力学;但对于大面积撕裂,保留一层比切除两层在生物力学上没有好处。半月板部分切除术后股股接触力学发生了改变,是术后 OA 进展的原因。也有研究显示^[40]层裂的内侧半月板损伤手术与否对比差异不明显。但临床中发现,多数患者保守治疗会出现膝关节疼痛、关节退变的情况,而早期手术效果良好^[41]。

(2) 膝关节间隙。研究显示^[42],在影响关节间隙狭窄、延缓关节退变方面,观察到部分半月板切除术后 14% 的关节间隙变窄,次全半月板切除术后 24% 的关节间隙变窄。目前,对于切除一层的全部还是切除一层的部分也存在争议。临床中,在狭窄间隙中观察和操作均存在困难,较难完整的切除一层,常切除一层的大部至关节囊缘 2~4 mm 处,可获得较好的效果。目前的手术选择试图保留半月板且半月板修复以取得良好的临床效果^[43]。受狭窄的膝关节间隙影响,与关节镜下全内缝合法相比,由内而外法损伤神经血管的风险更高。修复时常去除半月板内缘,至红白区或红区位置,结合全内缝合,可获得较好的生物力学和较高的愈合率。综上,决定保留一层、全切或修复,还需考虑关节退变和再手术风险因素。

4 总结和展望

内侧半月板后角是膝关节内较重要的结构,在维持膝关节的稳定方面起到重要作用。其损伤常与异常的胫骨和股骨解剖结构、ACL 等多韧带损伤有关。处理内侧半月板后角损伤时多数需打开内侧间隙,扩大操作空间^[11,24]。治疗上怎么打开狭窄的内侧间隙、避免软骨损伤和 MCL 损伤一直存在争议。虽然 MCL 松解术取得了良好的松解效果,但需要有丰富的临床经验,选择合适的松解部位才能达到良好的临床效果。现代研究通过器械的研制,将可获得一款优良的膝关节腔内撑开器能实现对膝关节后角空间的开放,不增加额外创伤,不影响器械操作,减少软骨的损伤,同时,可控制力度避免强力外翻的并发症。对于合并骨关节炎的情况,需结合退变情况和引起因素。如单纯半月板损伤导致的退变,选择修复或切除,保守治疗反而加速了关节炎的进展。而对于退变因素导致的半月板损伤,单纯半月板治疗不能缓解退变,且手术操作的创伤可能是加重关节退变的一个重要因素。ACL 与内侧半月板后角联系紧密,共同维持膝关节的稳定,损其一,必然导致另一方负荷过重,导致病变发生,需联合修复以达到稳定的要

求。内侧半月板后角损伤特别是 Ramp 损伤、后根部断裂、后角层裂,与关节退变、间隙、稳定性关系密切。可靠的修复能恢复半月板功能,维持关节稳定,促进康复。对于运动性损伤、年轻患者尽量修复内侧半月板后角,保持半月板的圆箍形态,从而维持胫骨前平移和旋转的稳定性,以便恢复膝关节功能。

利益冲突:所有作者声明不存在利益冲突。

作者贡献:卢士学负责文献收集、论文撰写;丁磊、陈琪负责论文修改;许有智负责中英文文献核对;黄干、李俊负责论文审阅。

参考文献

- [1] VAN DE GRAAF V A, MD BLOEMBERGEN C H, PHD WILLIGENBURG N W, et al. Can even experienced orthopaedic surgeons predict who will benefit from surgery when patients present with degenerative meniscal tears? A survey of 194 orthopaedic surgeons who made 3880 predictions[J]. Br J Sports Med, 2020, 54(6): 354-359.
- [2] 胡滨, 刘宁, 袁鹏, 等. 内侧半月板损伤手术前后的三维步态分析[J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29(12): 1115-1118.
HU B, LIU N, YUAN P, et al. Three-dimensional gait analysis of medial meniscus injury before and after arthroscopic surgery [J]. Orthop J China, 2021, 29(12): 1115-1118. Chinese.
- [3] CHERNCHUJIT B, GAJBHIYE K, WANAPRASERT N, et al. Percutaneous partial outside-in release of medial collateral ligament for arthroscopic medial meniscus surgery with tight medial compartment by finding a "magic point" [J]. Arthrosc Tech, 2020, 9(7): e935-e940.
- [4] MORAN T E, DEMERS A J, SHANK K M, et al. Percutaneous medial collateral ligament release improves medial compartment access during knee arthroscopy [J]. Arthrosc Sports Med Rehabil, 2021, 3(1): e105-e114.
- [5] BONASIA D E, BRUZZONE M, DETTONI F, et al. Treatment of medial and posteromedial knee instability: indications, techniques, and review of the results [J]. Iowa Orthop J, 2012, 32: 173-183.
- [6] WILLINGER L, SHINOHARA S, ATHWAL K K, et al. Length-change patterns of the medial collateral ligament and posterior oblique ligament in relation to their function and surgery [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2020, 28(12): 3720-3732.
- [7] HAN X, WANG P Z, YU J Y, et al. Arthroscopic pie-crusting release of the posteromedial complex of the knee for surgical treatment of medial meniscus injury [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2020, 21(1): 301.
- [8] LUBOWITZ J H, ROSSI M J, BRAND J C. Need room to operate? partial and intentional release of the knee medial collateral ligament for medial meniscal surgery [J]. Arthroscopy, 2020, 36(6): 1487-1488.
- [9] AGNESKIRCHNER J D, LOBENHOFFER P. Arthroscopic meniscus surgery: technical-operative methods [J]. Unfallchirurg, 2004, 107(9): 795-801.
- [10] MORAN T E, DEMERS A, AWOWALE J T, et al. The outside-in, percutaneous release of the medial collateral ligament for knee arthroscopy [J]. Arthrosc Tech, 2020, 9(3): e393-e397.
- [11] ATOUN E, DEBBI R, LUBOVSKY O, et al. Arthroscopic transportal deep medial collateral ligament pie-crusting release [J]. Arthrosc Tech, 2013, 2(1): e41-e43.
- [12] DA SILVA CAMPOS V C, GUERRA PINTO F, CONSTANTINO D, et al. Medial collateral ligament release during knee arthroscopy: key concepts [J]. EFORT Open Rev, 2021, 6(8): 669-675.
- [13] 闫石磊, 裴方, 陈向阳, 等. 一种骨科膝关节镜关节撑开器: CN217285879U [P]. 2022-08-26.
YAN S L, PEI F, CHEN X Y, et al. An orthopedic arthroscopic joint extender for the knee joint: CN217285879U [P]. 2022-08-26. Chinese.
- [14] 卢士学, 孙岩, 窦正杨. 一种旋钮式关节镜鞘管膝关节腔撑开保护器: CN219878204U [P]. 2023-10-24.
LU S X, SUN Y, DOU Z Y. A kind of knob type spreader protector for knee joint cavity of arthroscope sheath tube: CN219878204U [P]. 2023-10-24. Chinese.
- [15] 伍卫刚, 吴浩波. 富血小板血浆联合手术治疗膝骨关节炎复合半月板损伤 [J]. 中华关节外科杂志(电子版), 2021, 15(3): 369-372.
WU W G, WU H B. Platelet rich plasma combined with surgery for treatment of knee osteoarthritis with meniscus injury [J]. Chin J Jt Surg Electron Ed, 2021, 15(3): 369-372. Chinese.
- [16] 王雁先, 李晓华. 关节镜手术和体外冲击波疗法治疗膝关节炎的临床效果 [J]. 中国地方病防治, 2022, 37(4): 338-341.
WANG Y X, LI X H. Clinical effect of arthroscopic surgery and extracorporeal shock wave therapy on knee osteoarthritis [J]. Chin J Contr Endem Dis, 2022, 37(4): 338-341. Chinese.
- [17] SIHVONEN R, PAAVOLA M, MALMIVAARA A, et al. Arthroscopic partial meniscectomy versus placebo surgery for a degenerative meniscus tear: a 2-year follow-up of the randomised controlled trial [J]. Ann Rheum Dis, 2018, 77(2): 188-195.
- [18] ARAKAWA K, TAKAHATA K, ENOMOTO S, et al. The difference in joint instability affects the onset of cartilage degeneration or subchondral bone changes [J]. Osteoarthritis Cartilage, 2022, 30(3): 451-460.
- [19] ROCHCONGAR G, CUCURULO T, AMELINE T, et al. Meniscal survival rate after anterior cruciate ligament reconstruction [J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2015, 101(8 Suppl): S323-S326.
- [20] AHN J H, KOH I J, MCGARRY M H, et al. Knee laxity in anterolateral complex injuries versus medial meniscus posterior horn injuries in anterior cruciate ligament injured knees: a cadaveric study [J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2020, 106(5): 945-955.
- [21] MURGIER J, HANSOM D, CLATWORTHY M. Knee arthroscopy: the "crevice sign," a new pathognomonic sign for unstable posterior medial meniscal tear in anterior cruciate ligament-deficient knees [J]. Arthrosc Tech, 2020, 9(2): e263-e265.
- [22] CRISTIANI R, VAN DE BUNT F, KVIIST J, et al. High prevalence of meniscal ramp lesions in anterior cruciate ligament injuries [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2023, 31(1): 316-324.
- [23] BRITO DE ALENCAR NETO J, MARINHO DE GUSMÃO CANUTO S, ANTÔNIO DA SILVA GIRÃO M, et al. All-inside technique for ramp lesion repair: arthroscopic suture with knee scorpion suture passer [J]. Arthrosc Tech, 2022, 11(11): e2091-e2096.
- [24] KAWADA K, FURUMATSU T, TAMURA M, et al. Effectivity of the outside-In pie-crusting technique and an all-inside meniscal repair device in the repair of ramp lesions [J]. Arthrosc Tech, 2023, 12(2): e273-e278.

- [25] KIM Y S, KOO S, KIM J H, et al. Greater knee rotatory instability after posterior meniscocapsular injury versus anterolateral ligament injury: a proposed mechanism of high-grade pivot shift [J]. *Orthop J Sports Med*, 2023, 11(9): 23259671231188712.
- [26] YANG J, GUAN K, WANG J Z. Clinical study on the arthroscopic refreshing treatment of anterior cruciate ligament injury combined with stable medial meniscus ramp injury [J]. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 2017, 17(2): 108–113.
- [27] CRISTIANI R, MOUTON C, STÅLTMAN A, et al. Meniscal ramp lesions: a lot is known, but a lot is also unknown... [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2023, 31(7): 2535–2539.
- [28] PRASATHAPORN N, KUPTNIRATSAIKUL S, LIMSKUL D, et al. Arthroscopic transtibial medial Meniscus posterior root repair using the "meniscal track" to locate the anatomical footprint [J]. *Arthrosc Tech*, 2023, 12(6): e1003–e1007.
- [29] ZHAO W B, TU F, WANG H. An improved transosseous pullout suture technique for arthroscopic repair of a Meniscus root tear [J]. *Curr Med Sci*, 2023, 43(4): 779–783.
- [30] 涂有为, 刘云鹏, 王星亮, 等. MRI 评估股骨内侧髁和胫骨平台匹配性对内侧半月板后根撕裂的影响 [J]. *中国组织工程研究*, 2022, 26(12): 1872–1876.
TU Y W, LIU Y P, WANG X L, et al. Effect of the match between the medial femoral condyle and tibial plateau on the tear of the posterior root of the medial meniscus evaluated by MRI [J]. *Chin J Tissue Eng Res*, 2022, 26(12): 1872–1876. Chinese.
- [31] ALTINAYAK H, KARATEKIN Y S. Increased medial femoral condyle angle and narrow intercondylar Notch are associated with medial Meniscus posterior root tear [J]. *Arthroscopy*, 2023, 39(10): 2154–2163.
- [32] SAMUELSEN B T, AMAN Z S, KENNEDY M I, et al. Posterior medial Meniscus root tears potentiate the effect of increased tibial slope on anterior cruciate ligament graft forces [J]. *Am J Sports Med*, 2020, 48(2): 334–340.
- [33] HIRANAKA T, FURUMATSU T, OKAZAKI Y, et al. Bilateral anterior cruciate ligament tear combined with medial Meniscus posterior root tear [J]. *Acta Med Okayama*, 2019, 73(6): 523–528.
- [34] SAENGPETCH N, NOOWAN S, BOONROD A, et al. Comparison of medial tibiofemoral joint mechanics between all-suture anchors and transtibial pullout technique for posterior medial meniscal root tears [J]. *J Orthop Surg Res*, 2023, 18(1): 591.
- [35] LI H B, NIE S, LAN M. Medial meniscus posterior root tear reconstructed with gracilis autograft improve healing rate and patient reported outcome measures [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2022, 23(1): 1094.
- [36] 王江涛, 步建立, 申学振, 等. 采用不同缝线及缝合位点缝合内侧半月板后根部损伤的生物力学研究 [J]. *中国骨伤*, 2021, 34(5): 442–447.
WANG J T, BU J L, SHEN X Z, et al. Biomechanical study on different high-strength sutures and suture site for repairing posterior root tear of the medial meniscus [J]. *China J Orthop Traumatol*, 2021, 34(5): 442–447. Chinese.
- [37] KIM D H, BAE K C, YON C J, et al. Posterior medial Meniscus root repair using two transtibial tunnels with modified mason-Allen stitches: a technical note [J]. *Medicina*, 2023, 59(5): 922.
- [38] CHOI C J, CHOI Y J, SONG I B, et al. Characteristics of radial tears in the posterior horn of the medial meniscus compared to horizontal tears [J]. *Clin Orthop Surg*, 2011, 3(2): 128–132.
- [39] HAEMER J M, WANG M J, CARTER D R, et al. Benefit of single-leaf resection for horizontal meniscus tear [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2007, 457: 194–202.
- [40] YIM J H, SEON J K, SONG E K, et al. A comparative study of meniscectomy and nonoperative treatment for degenerative horizontal tears of the medial meniscus [J]. *Am J Sports Med*, 2013, 41(7): 1565–1570.
- [41] 张勇, 朱明生, 杨林. 内侧半月板后角“隐匿性”层裂 14 例报告 [J]. *中国微创外科杂志*, 2015, 15(11): 1034–1037.
ZHANG Y, ZHU M S, YANG L. Hidden horizontal tears of the posterior horn of the medial Meniscus: a report of 14 cases [J]. *Chin J Minim Invasive Surg*, 2015, 15(11): 1034–1037. Chinese.
- [42] PARK J G, BIN S I, KIM J M, et al. Intrasubstance degeneration of medial meniscus horizontal cleavage tear in young patients is associated with increased joint line obliquity in the coronal plane of the knee [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2021, 29(6): 1797–1804.
- [43] ATSUMI S, HARA K, ARAI Y, et al. Outcomes of arthroscopic repair using the all-inside inter-leaf vertical suture technique for horizontal meniscal tears sustained in sports [J]. *Medicine*, 2020, 99(41): e22609.

(收稿日期 2024-07-02 本文编辑:李宜)