DOI:10.16016/j.2097-0927.202304080

退变性半月板损伤与下肢力线的相关性研究

张慧林,谢 峰,徐明灯,马 剑,董博赞,何小强 401120 重庆,重庆医科大学附属第三医院(捷尔医院)骨科

[摘要] **目的** 比较退变性内侧半月板损伤与外侧半月板损伤之间下肢力线差异,探究半月板损伤与下肢力线之间的关系。**方法** 收集2019年3月至2022年3月经关节镜手术治疗的退变性半月板损伤患者90例,其中男性45例,女性45例;年龄40~59岁,中位年龄52岁。内侧半月板损伤组47例,外侧半月板损伤组43例。在全长片上测量髋-膝-踝角(HKA角)并比较两组间差异。**结果** 内侧半月板损伤组与外侧半月板损伤组患者性别、年龄、下肢侧别、体质量指数、损伤部位、损伤类型差异无统计学意义。内侧半月板损伤组HKA角为(177.20±2.46)°,外侧半月板损伤组为(181.05±3.13)°,两组差异有统计学意义($P<0.01$)。**结论** 退变性内侧半月板损伤与外侧半月板损伤之间HKA角存在差异,下肢力线与退变性半月板损伤存在关联。

[关键词] 退变性半月板损伤;下肢力线;HKA角
[中图法分类号] R181.32;R322.72;R684 [文献标志码] A

Correlation of degenerative meniscus injury with lower limb alignment: a clinical report of 90 cases

ZHANG Huilin, XIE Feng, XU Mingdeng, MA Jian, DONG Bozan, HE Xiaoqiang Department of Orthopaedics, the Third Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing, 401120, China

[**Abstract**] **Objective** To compare the differences in lower limb force line between degenerative medial meniscus injuries and lateral meniscus injuries and investigate their correlation. **Methods** A total of 90 patients who underwent arthroscopic treatment for meniscal injuries between March 2019 and March 2022 were enrolled in the study. They were 45 males and 45 females, at a median age of 52 years (ranging from 40 to 59 years). Of these patients, 47 had medial meniscus injuries, while 43 had lateral meniscus injuries. The hip-knee-ankle (HKA) angle was measured on full-length films, and the differences were compared between the 2 groups. **Results** There were no significant differences in terms of gender, age, lower limb laterality, body mass index, site of injury, and type of injury between the medial meniscus injury group and the lateral meniscus injury group. Statistical difference was observed in the mean HKA angle, with a value of (177.20±2.46)° in the medial meniscus injury group and of (181.05±3.13)° in the lateral meniscus injury group ($P<0.01$). **Conclusion** There is a significant difference in HKA angle between medial meniscus injury group and the lateral meniscus injury group. A correlation is found between lower limb alignment and degenerative meniscus injury.

[**Key words**] degenerative meniscus injury; lower limb alignment; hip-knee-ankle angle

Supported by the Joint Medical Research Project of Chongqing Science and Technology Commission and Chongqing Health Commission (2021MSXM185).
Corresponding author: XIE Feng, E-mail: xiefenglove@163.com

[基金项目] 重庆市科卫联合项目(2021MSXM185)
[通信作者] 谢 峰,E-mail:xiefenglove@163.com

2097-0927/Copyright © 2024, 陆军军医大学(第三军医大学)。这篇开放获取文章遵循CC BY许可协议(https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

半月板损伤根据损伤机制分为创伤性半月板损伤和退变性半月板损伤[1]。根据 ESSKA 半月板共识[2],退变性半月板损伤是一种缓慢发展的病变,一般无明显的膝关节创伤史,常见于中年或老年人,损伤类型为半月板水平裂、放射裂或复杂撕裂,主要表现为膝关节疼痛、肿胀、绞索、打软腿和活动受限。

退变性半月板损伤的发生与性别、年龄、体质量指数(BMI)等因素有关,但其与下肢力线的关系却未得到广泛研究。在临床实践中,我们观察到退变性内侧半月板损伤常常伴有下肢力线的内翻,退变性外侧半月板损伤常常伴有下肢力线的外翻。影像学研究揭示了下肢力线不良是半月板退变损伤的危险因素[3-4]。研究报道半月板损伤伴有下肢力线不良时,关节镜下实施半月板缝合往往不能获得良好愈合[1,5]。从另一个角度说,影响半月板损伤愈合的因素,也可能是导致半月板损伤的因素,故下肢力线不良与退变性半月板损伤之间可能存在密切关系。

本研究回顾性分析在我院接受手术的退变性半月板损伤患者,将其分为内侧半月板损伤组和外侧半月板损伤组,比较两组之间髋-膝-踝角(hip-knee-ankleangle,HKA 角)的差异,探究下肢力线与退变性半月板损伤之间的相关性,引起运动医学医师在治疗半月板损伤过程中对下肢力线的重视。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准:①年龄 40~60 岁;②下肢全长片和 MRI 检查资料完整;③无严重膝关节内、外翻畸形(170°<HKA<190°);④关节镜手术证实存在半月板损伤。

排除标准:①有明确膝关节外伤史或手术史;②双间室半月板损伤;③合并其他膝关节附属结构损伤;软骨损伤 Outerbridge 分级>Ⅲ级;④合并盘状半月板(外侧盘状半月板患者力线较正常力线内翻,但因其发育结构异常更容易受损)。

在重庆医科大学附属第三医院手术系统中检索 2019 年 3 月至 2022 年 3 月符合纳入标准的半月板损伤患者;共获得半月板损伤患者 114 例。排除车祸伤和高坠伤各 1 例、既往有膝关节手术史 1 例、内外侧半月板同时撕裂的患者 3 例、合并前交叉韧带断裂 2 例、合并内侧副韧带损伤 1 例、合并盘状半月板 15 例,最终剩余 90 例患者。本研究经重庆医科大学附属第三医院伦理委员会批准(2023 年科伦审第 45 号)。

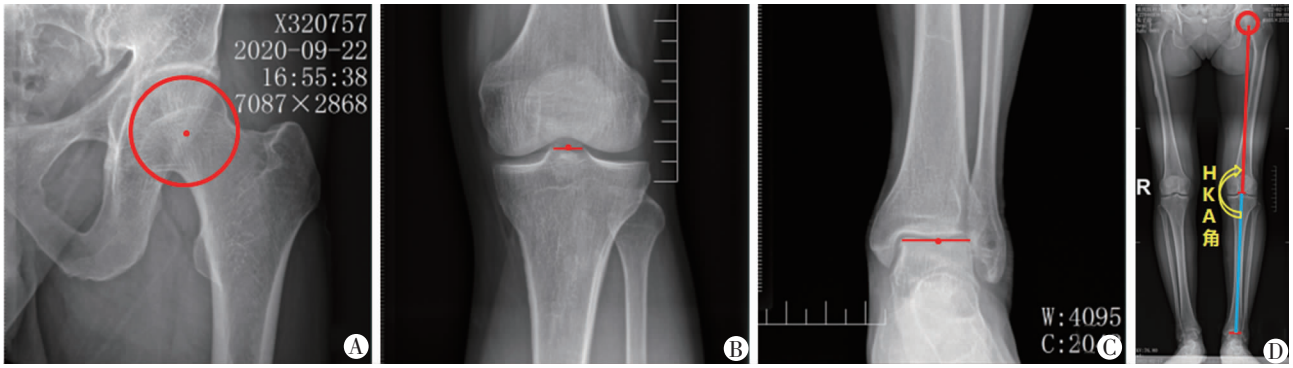
1.2 一般资料

使用住院号在病历系统中进行检索,获得年龄、性别、体质量、身高、下肢全长片、手术记录及录像等信息。90 例患者中男性 45 例,女性 45 例;年龄 40~59 岁,中位年龄 52 岁。根据手术记录将纳入患者分为内侧半月板损伤组和外侧半月板损伤组。内侧半月板损伤组 47 例,其中男性 26 例,女性 21 例;中位年龄 52 岁;BMI(25.1±3.1)kg/m^2。外侧半月板损伤组 43 例,其中男性 19 例,女性 24 例;中位年龄 52 岁;BMI(24.3±3.0)kg/m^2。

1.3 影像学测量

所有患者术前拍摄双下肢全长负重位片。拍摄时嘱患者直立,双足并拢向前,膝关节尽量伸直,下肢位于旋转中立位,髌骨垂直指向正前方,以膝关节为中心,计算机自动曝光、成像、拼接。

使用 Image J 软件在标准的下肢全长片上测量髋-膝-踝角(HKA 角)的内侧夹角[6]。本研究采用 HKA 角作为下肢力线的评价指标,相较胫股角(femorotibial angle, FTA)评价下肢力线更加精确、测量误差更小。为进一步减少误差,HKA 角由 2 名医师分别测量后取平均值记录。髋、膝、踝中心的确定方法如下:①股骨头中心:Mose 圆法确定股骨头中心点;②膝关节中心:内外侧髁间嵴连线的中点;③踝关节中心:距骨上关节面的中点(图 1)。



A:Mose 圆法确定股骨头中心点;B:内外侧髁间嵴连线的中点确定膝关节中心;C:距骨上关节面的中点确定踝关节中心;D:测量髋-膝-踝角的内侧夹角

图 1 髋、膝、踝关节中心的确定方法和髋-膝-踝角的测量方法

1.4 关节镜检查

患者仰卧位,行腰麻-硬膜外腔阻滞麻醉,取髌前内外侧入路,依次探查前后交叉韧带、外侧间室、髌股关节、内侧间室,记录半月板是否为盘状、半月板损伤的部位、损伤的类别。

1.5 统计学方法

使用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析。两组患者年龄使用 Mann-Whitney U 检验、BMI 和 HKA 角均数的比较采用独立样本 t 检验;两组患者性别、下肢力线比较采用 χ^2 检验。半月板损伤部位及损伤类别构成比采用 Fisher 检验。检验水准 α 值取双侧 0.05。

2 结果

内侧半月板损伤组 HKA 角为(177.20±2.46)°,外侧半月板损伤组 HKA 角为(181.05±3.13)°,两组差异有统计学意义(P<0.01,表 1、图 2)。两组半月板损伤部位均以后角损伤为主(表 2),损伤部位的构成比差异无统计学意义。两组半月板损伤类型均以水平裂为主,损伤类型构成比差异无统计学意义。两组之间性别、年龄、BMI、侧别的差异无统计学意义。

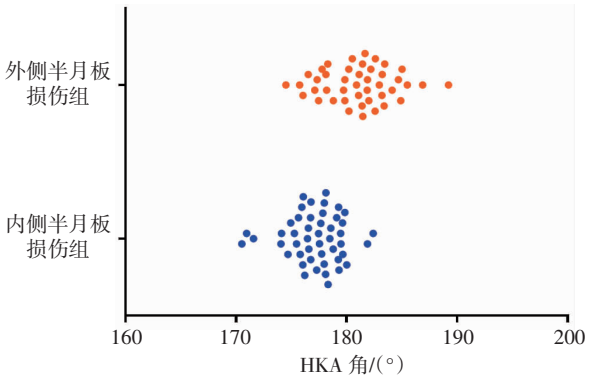


图 2 内侧半月板损伤组和外侧半月板损伤组患者的 HKA 角分布

3 讨论

3.1 半月板损伤与下肢力线的关系

下肢力线不良可增加单侧膝关节间室的负荷,过度增加的负荷会破坏半月板和软骨的机械和生物结构,导致两者的退化。SHARMA 等[7]在一项前瞻性研究中,对 293 例患者进行 30 个月的 X 线和 MRI 随访,发现膝关节内翻更容易造成内侧间室软骨和半月板的损伤。反之,外翻的下肢力线对内侧半月板有保护作用。半月板损伤患者在行胫骨高位截骨手术后,已经损伤的半月板有修复表现。仲鹤鹤等[8]对 57 例接受胫骨高位截骨的膝关节骨关节炎患者进行关节镜二次探查发现:术后 1 年,所有患者的半月板无进一步退变,且其中 24 例患者的半月板损伤得到不同程度的修复。因此,下肢力线不良是半月板损伤的影响因素。

另一方面,半月板损伤可加速软骨退变、磨损、剥脱,进而改变下肢力线。当半月板损伤时,其胶原纤维发生黏液性变并形成微囊肿,进一步出现半月板组织肿胀和分离[9],致使半月板分散应力的能力下降,导致股胫关节面直接接触部分的负荷增加。ALLAIRE 等[10]对人新鲜冰冻膝关节进行生物力学研究发现:膝关节伸直位负重时,内侧半月板后角撕裂可导致内侧间室压力峰值增加 25%。同样地,对损伤的半月板行切除术或部分切除术将导致相应关节间室应力集中。BROWN 等[11]将尸体模型的半月板后角水平裂上下表面全部切除后,同侧间室的峰值压强显著升高。AHMED 等[12]的研究表明半月板部分切除术后,胫股关节面受力面积仅降低 10%,接触应力增加 90%。BARATZ 等[13]指出当半月板全部切除或次全切除时,胫股关节面受力面积减少 75%,关节面接触应力增加至正常值的 235%。半月板损伤后造成应力负荷异常,软骨在长时间负荷作用下会磨损、变性、剥脱[14],

表 1 内侧半月板损伤组和外侧半月板损伤组一般资料和 HKA 角的比较

组别	性别(例)		年龄[$M(P_{25}\sim P_{75})$]/岁	膝关节侧别(例)		BMI($\bar{x}\pm s$)/(kg/m^2)	HKA 角($\bar{x}\pm s$)/(°)
	男	女		左侧	右侧		
内侧半月板损伤组	26	21	52(48~55)	22	25	25.08±3.08	177.20±2.46
外侧半月板损伤组	19	24	52(49~55)	21	22	24.34±3.01	181.05±3.13
χ^2/Z/t 值	1.113		−0.239	0.037		1.156	−6.508
P 值	0.291		0.811	0.847		0.251	<0.01

表 2 内侧半月板损伤组和外侧半月板损伤组损伤部位和损伤类型的比较[例(%)]

组别	例数	损伤部位			损伤类型			
		前角	体部	后角	水平裂	放射裂	纵裂	复杂裂
内侧半月板损伤组	47	3(6.3)	15(31.9)	29(61.7)	25(53.2)	9(19.2)	2(4.3)	11(23.4)
外侧半月板损伤组	43	6(14.0)	12(27.9)	25(58.1)	17(39.5)	7(16.3)	7(16.3)	12(27.9)

致使关节间隙变窄,力线进一步改变。YOON 等[15]对71例行内侧半月板切除手术患者(包括部分切除26例,全部切除30例)开展研究发现,半月板切除术5年后膝关节内翻加剧。影像学上,以半月板外突为表现形式的半月板损伤常常伴随着关节间隙的变窄[16]。

通过以上研究发现,下肢力线不良通过增加单侧间室负荷,加速半月板和软骨的退变,使半月板变薄、撕裂或外突,减少胫股关节面接触面积,增加胫股关节面应力。进一步导致单侧间室的软骨面损伤、磨损、剥脱,从而改变下肢力线。下肢力线偏移又进一步加速半月板和软骨退变。在这一过程中,下肢力线不良与半月板损伤相互促进,并形成恶性循环(图3)。在这一循环中,下肢力线不良是疾病发展的关键因素,也是疾病治疗的主要矛盾和突破口。半月板损伤和软骨损伤往往难以逆转,但下肢力线可以通过手术矫正。如果膝关节存在内外翻畸形,早期行截骨术矫正力线可延缓半月板退变和骨关节炎发展的进程[17]。

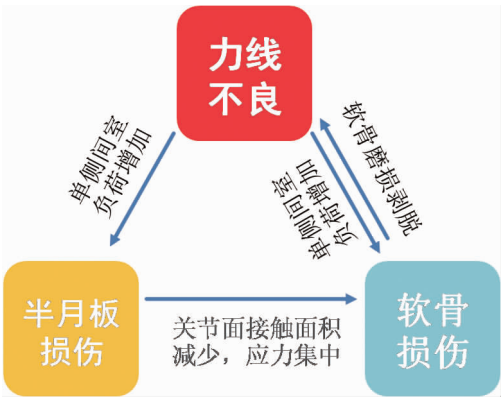


图3 半月板损伤与下肢力线的相互关系

本研究中外侧半月板损伤组HKA角显著高于内侧半月板损伤组,两组下肢力线存在统计学差异。这一差异佐证了下肢力线偏移和退变性半月板损伤之间存在着互为因果的恶性循环。为阻止这种恶性循环的进展,运动医学医师应重视下肢力线在半月板损伤治疗中的重要作用。在关节镜手术治疗前,应常规检查下肢全长片,针对患者的下肢力线,选择合适的治疗方式。

3.2 重视下肢力线在半月板损伤治疗中的重要作用

良好的力线是半月板手术治疗的基石。半月板损伤伴有力线不良、关节间隙变窄时,应当将其作为骨关节炎初期考虑,仅仅行半月板手术不能获得良好的临床效果。JIANG 等[18]的一项Meta分析提示:严重的膝内翻(偏离正常超过5°)可导致内侧半月板后根部损伤修复手术失败。LEE 等[19]对288例患者进行至少5年随访后认为:对于膝关节内翻患者,应谨慎行半月板切除。并且切除半月板有可能进一步加速骨关节炎发展的进程[20]。

此时行保守治疗可作为首要选择。HERRLIN 等[21]认为,康复锻炼疗法治疗退变性半月板损伤也可获得较满意疗效,相比之下,行关节镜手术治疗并未获得更好效果。在一项多中心随机双盲对照试验中[1],对146例35~65岁退变性半月板损伤患者,分组进行关节镜下半月板成形术和关节镜探查术并随访2年,两组术后关节功能评分及生活质量水平评分并无统计学差异。LI 等[22]通过Meta分析得出:对于退变性半月板损伤患者,行关节镜下半月板切除术与行物理治疗在2年后临床结果并无统计学差异。如果软骨磨损不严重,膝关节骨关节炎处于早期,也可考虑行截骨矫形手术[23],纠正力线,减轻患侧间室压力,减慢骨关节炎进展的恶性循环。如果有必要行关节镜手术缓解患者膝关节疼痛,术中应尽可能多地保留半月板组织。WILLINGER 等[24]经尸体研究证明,在切除半月板后角水平撕裂的半月板时,切除层裂的一侧表面,保留另一侧,可以避免同侧间室峰值压强显著升高,从而减缓软骨退变。

本研究存在如下不足:①本研究初步揭示了退变性半月板损伤与下肢力线不良之间存在相关性,但却未能证明两者之间存在因果关系。后续研究将继续跟踪随访,进一步探究两者之间的关系。②为了准确测量下肢力线,本研究排除了无下肢全长片的患者,导致样本量相对较少,这可能导致研究结果的代表性和推广性受到质疑,未来将进一步扩大样本量以提高研究的可靠性和有效性。

参考文献:

[1] 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. DOI: 10.1136/annrheumdis-2017-211172.

[2] BEAUFILS P, BECKER R, KOPF S, *et al*. Surgical management of degenerative Meniscuslesions: the 2016 ESSKA Meniscus consensus[J]. Joints, 2017, 5(2): 59-69. DOI: 10.1055/s-0037-1603813.

[3] CREMA M D, ROEMER F W, FELSON D T, *et al*. Factors associated with meniscal extrusion in knees with or at risk for osteoarthritis: the Multicenter Osteoarthritis study[J]. Radiology, 2012, 264(2): 494-503. DOI: 10.1148/radiol.12110986.

[4] KIM D H, LEE G C, KIM H H, *et al*. Correlation between meniscal extrusion and symptom duration, alignment, and arthritic changes in medial meniscus posterior root tear: research article[J]. Knee Surg Relat Res, 2020, 32(1): 2.

DOI: 10.1186/s43019-019-0019-x.

[5] JING L Z, LIU K, WANG X L, *et al*. Second-look arthroscopic findings after medial open-wedge high tibial osteotomy combined with all-inside repair of medial meniscus posterior root tears[J]. J Orthop Surg, 2020, 28(1): 2309499019888836. DOI:10.1177/2309499019888836.

[6] MORELAND J R, BASSETT L W, HANKER G J. Radiographic analysis of the axial alignment of the lower extremity[J]. J Bone Joint Surg Am, 1987, 69(5): 745-749.

[7] SHARMA L, CHMIEL J S, ALMAGOR O,*et al*. The role of varus and valgus alignment in the initial development of knee cartilage damage by MRI: the MOST study[J]. Ann Rheum Dis, 2013, 72(2): 235-240. DOI: 10.1136/annrheumdis-2011-201070.

[8] 仲鹤鹤, 金瑛, 刘修齐, 等. 胫骨高位截骨联合关节镜手术治疗膝内翻骨关节炎的近期疗效及二次关节镜探查结果[J]. 中国修复重建外科杂志, 2022, 36(8): 969-975. ZHONG H H, JIN Y, LIU X Q, *et al*. Short-term effectiveness of high tibial osteotomy combined with arthroscopic surgery for knee varus arthritis and the results of secondary arthroscopic exploration[J]. Chin J Repar Reconstr Surg, 2022, 36(8): 969-975.

[9] SEO Y J, KIM S J, JUNG D,*et al*. Collagenous ultrastructure of the torn medial meniscus posterior root: at ransmission electron microscopy study[J]. Am J Sports Med, 2019, 47(13): 3221-3228. DOI: 10.1177/0363546519876110.

[10] ALLAIRE R, MURIUKI M, GILBERTSON L, *et al*. Biomechanical consequences of a tear of the posterior root of the medial meniscus. Similar to total meniscectomy[J]. J Bone Joint Surg Am, 2008, 90(9): 1922-1931. DOI: 10.2106/JBJS.G.00748.

[11] BROWN M J, FARRELL J P, KLUCZYNSKI M A,*et al*. Biomechanical effects of a horizontal medial meniscal tear and subsequent leaflet resection[J]. Am J Sports Med, 2016, 44(4): 850-854. DOI: 10.1177/0363546515623782.

[12] AHMED A M, BURKE D L, YU A. *In-vitro* measurement of static pressure distribution in synovial joints—part Ⅱ: retropatellar surface[J]. J Biomech Eng, 1983, 105(3): 226-236. DOI: 10.1115/1.3138410.

[13] BARATZ M E, FU F H, MENGATO R. Meniscal tears: the effect of meniscectomy and of repair on intraarticular contact areas and stress in the human knee. A preliminary report[J]. Am J Sports Med, 1986, 14(4): 270-275. DOI: 10.1177/036354658601400405.

[14] WOLSKI M, PODSIADLO P, STACHOWIAK G W,*et al*. Differences in trabecular bone texture between knees with and without radiographic osteoarthritis detected by directional fractal signature method[J]. Osteoarthritis Cartilage, 2010, 18(5): 684-690. DOI: 10.1016/j.joca.2010.01.002.

[15] YOON K H, LEE S H, BAE D K, *et al*. Does varus alignment increase after medial meniscectomy?[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2013, 21(9): 2131-2136. DOI: 10.1007/s00167-012-2261-6.

[16] PENGAS I P, ASSIOTIS A, NASH W, *et al*. Total meniscectomy in adolescents: a 40-year follow-up[J]. J Bone Joint Surg Br, 2012, 94(12): 1649-1654. DOI: 10.1302/0301-620X.94B12.30562.

[17] PRIMEAU C A, BIRMINGHAM T B, LEITCH K M,*et al*. Degenerative meniscal tears and high tibial osteotomy: do current treatment algorithms need to be realigned?[J]. Clin Sports Med, 2019, 38(3): 471-482. DOI: 10.1016/j.csm.2019.02.010.

[18] JIANG E X, ABOULJOUD M M, EVERHART J S,*et al*. Clinical factors associated with successful meniscal root repairs: a systematic review[J]. Knee, 2019, 26(2): 285-291. DOI: 10.1016/j.knee.2019.01.005.

[19] LEE B S, BIN S I, KIM J M,*et al*. Partial meniscectomy for degenerative medial meniscal root tears shows favorable outcomes in well-aligned, nonarthritic knees[J]. Am J Sports Med, 2019, 47(3): 606-611. DOI: 10.1177/0363546518819225.

[20] ENGLUND M, ROOS E M, ROOS H P, *et al*. Patient-relevant outcomes fourteen years after meniscectomy: influence of type of meniscal tear and size of resection[J]. Rheumatology (Oxford), 2001, 40(6): 631-639. DOI: 10.1093/rheumatology/40.6.631.

[21] HERRLIN S, HÅLLANDER M, WANGE P, *et al*. Arthroscopic or conservative treatment of degenerative medial meniscal tears: a prospective randomised trial[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2007, 15(4): 393-401. DOI: 10.1007/s00167-006-0243-2.

[22] LI J T, ZHU W N, GAO X, *et al*. Comparison of arthroscopic partial meniscectomy to physical therapy following degenerative meniscus tears: a systematic review and meta-analysis[J]. Biomed ResInt, 2020, 2020: 1709415. DOI: 10.1155/2020/1709415.

[23] WILLINGER L, LANG J J, BERTHOLD D,*et al*. Varus alignment aggravates tibiofemoral contact pressure rise after sequential medial meniscus resection[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2020, 28(4): 1055-1063. DOI: 10.1007/s00167-019-05654-5.

[24] WILLINGER L, FOEHR P, ACHTNICH A,*et al*. Effect of lower limb alignment in medial meniscus-deficient knees on tibiofemoral contact pressure[J]. Orthop J Sports Med, 2019, 7(2): 2325967118824611. DOI: 10.1177/2325967118824611.

(收稿:2023-04-18;修回:2023-05-25)

(编辑 张 维)