

半月板后根损伤诊治研究进展

牟攀¹ 牛小育² 张春琪² 黄遂柱²

【关键词】 半月板后根;根部损伤;诊治;研究进展

【中图分类号】 R686 【文献标志码】 A 【文章编号】 1005-0205(2019)12-0084-05

半月板根部指半月板前后角在胫骨平台髁间区的附着点,半月板骨性附着点 1 cm 以内的横行撕裂或者半月板根部胫骨附着处的撕脱伤定义为半月板根部损伤^[1,2]。据报道,半月板根部损伤占有膝关节镜手术的 9.1%,后根损伤明显多于前根^[3]。半月板根部损伤后将明显降低半月板的“环扣力”,导致半月板组织向周围移位^[4]。过去几十年的生物力学研究表明,半月板后根损伤与膝关节稳定性下降和受累间室总接触压力增加密切相关,对关节的影响等同于半月板全切术^[5,6],应尽量手术修复。本文通过查阅近年来相关文献,分别从解剖及生物力学、损伤机制、诊断及分型及治疗等方面对半月板后根损伤研究进展作一综述。

1 半月板后根的解剖及生物力学

胫骨内侧髁间棘是内侧半月板后根附着部最为重要的骨性解剖标志^[7],内侧半月板后根附着部中心位于内侧胫骨髁间棘外侧 0.7 mm,后方 9.6 mm^[8]。另外两个重要的定位标志是位于胫骨平台软骨外侧边缘外 3.5 mm, PCL 胫骨附着点近端 8.2 mm 处^[8]。外侧半月板后根附着部中心位于外侧胫骨髁间棘内侧 4.2 mm,后方 1.5 mm 处;同时位于 PCL 胫骨附着点前方 12.7 mm,外侧胫骨平台软骨内侧边缘内 4.3 mm 处^[8](见图 1)。

半月板根部损伤使半月板丧失在胫骨平台上的“锚定”功能,导致半月板正常功能缺失、半月板挤压和关节运动功能改变,膝关节负荷分布不均匀和异常,减少胫骨接触面积,增大接触应力峰值^[9]。Allaire 等^[1]报道,内侧半月板后根撕裂后将显著增加胫骨关节接触应力峰值,等同于半月板完全切除后的应力峰值。相似的膝关节负荷曲线改变情况也发生在外侧半月板后根撕裂后^[10]。无论完全或者部分内侧半月板后根撕裂后,都将出现明显的后内侧移位,移位>3 mm 与后期软骨退变有明显的相关性^[11]。在前交叉韧带断裂后,外侧半月板后根在膝关节前向稳定和轴移活动中起着重要作用,在较大的屈曲角度下,外侧半月板后

根也是主要的内旋稳定装置^[12]。因此,基于以上发现,对存在 3°及以上轴移活动的患者应进一步考虑到外侧半月板后根撕裂的可能,并且在手术修复前交叉韧带的同时应缝合撕裂的后根,防止持续存在的不稳增加前交叉移植物的应力负荷。

2 半月板后根的损伤机制

半月板后根损伤分急性创伤和慢性退变性损伤。外侧半月板后根撕裂合并 ACL 撕裂的发生率较内侧半月板后根撕裂高 9.3 倍,后者合并膝关节软骨缺损的发生率较外侧半月板后根撕裂高 4.8 倍^[13]。膝关节屈曲外旋外翻(与前交叉韧带损伤机制相似),外侧胫骨平台后缘与股骨外侧髁相碰撞,导致外侧半月板后根部撕裂。Park 等^[14]认为,板股韧带对于外侧半月板后根向后的牵拉力与前交叉韧带撕裂时外侧半月板后根被动前移的“矛盾”运动,导致后根撕裂发生。内侧半月板后根慢性损伤更为多见,病因多为内侧间室骨关节炎,并且容易与内侧半月板后角损伤混淆^[15]。内侧间室骨关节炎多合并膝关节内翻,前交叉韧带失效,逐渐由“前内侧”骨关节炎发展为“后内侧”骨关节炎,此时该区域承受了膝关节大部分压力,并且位置相对固定,不易变形,在挤压及轴向负荷下更容易撕裂。Hwang 等^[15]指出,超重、女性、高度内翻畸形是内侧半月板后根损伤的重要危险因素。

3 半月板后根损伤的诊断

创伤后可发生半月板后根损伤,但大多数内侧半月板后根损伤(约 70%)来源于膝关节退变,而没有明确的创伤史^[16]。在诊断半月板后根损伤前应详细了解有无创伤史并对患者进行全面评估。如果存在外伤所致 ACL 断裂,特别是 3°及以上轴移试验阳性者,应考虑到外侧半月板后根损伤可能。然而高 BMI,女性、膝内翻是内侧半月板后根损伤的预测因子^[15,17]。Robertson 等^[18]认为,特别是累及内侧股骨髁的“自发性骨坏死”与内侧半月板后根损伤高度相关,其发生机制并不是所谓的“自发”,而是其损伤后局部过度的压力负荷所致。

¹ 河南中医药大学(郑州,450046)

² 郑州颐和医院关节与运动医学外科

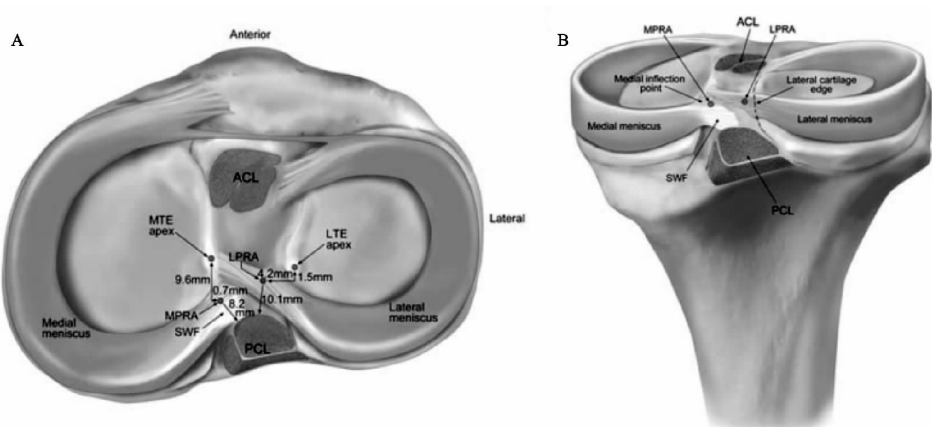


图 1 膝关节半月板后根区域的解剖结构^[8]

典型的临床表现为关节线后方的压痛,完全屈膝活动中的疼痛及弹响,但是机械性“卡绊”现象并不常见。查体可见 McMurray 试验(+),但目前仍然缺乏特异性较高的体格检查方法,因此往往需要结合 MRI 或关节镜检查,关节镜下“抬离”试验可以帮助诊断半月板后根损伤^[19]。

4 半月板后根损伤的分型

主要有两种分型方法:1)La Prade 等^[20] 基于撕裂的形态,提出一种对内、外侧半月板后根撕裂都适用的分型方法(见图 2),共 5 型:1 型(7%)为稳定的后根部

部分撕裂;2 型(68%)为后根附着部 9 mm 内的完全横行撕裂,2A 型(38%)为撕裂距离根部附着处 0~3 mm,2B 型(17%)为 3~6 mm,2C 型(12%)为 6~9 mm;3 型(6%)为后根附着部完全分离并伴有半月板桶柄状撕裂;4 型(10%)为后根部附着处斜形或纵向的复杂性撕裂伴有后根完全分离;5 型为后根附着处的骨性撕脱。2)Petersen 等^[21] 提出单独针对外侧半月板后根部损伤的分型方法,共 3 型:1 型为胫骨平台止点处根部撕脱,板骨韧带完整;2 型为半月板后根部横行撕裂,板股韧带完整;3 型为板股韧带及半月板后根部完全断裂。

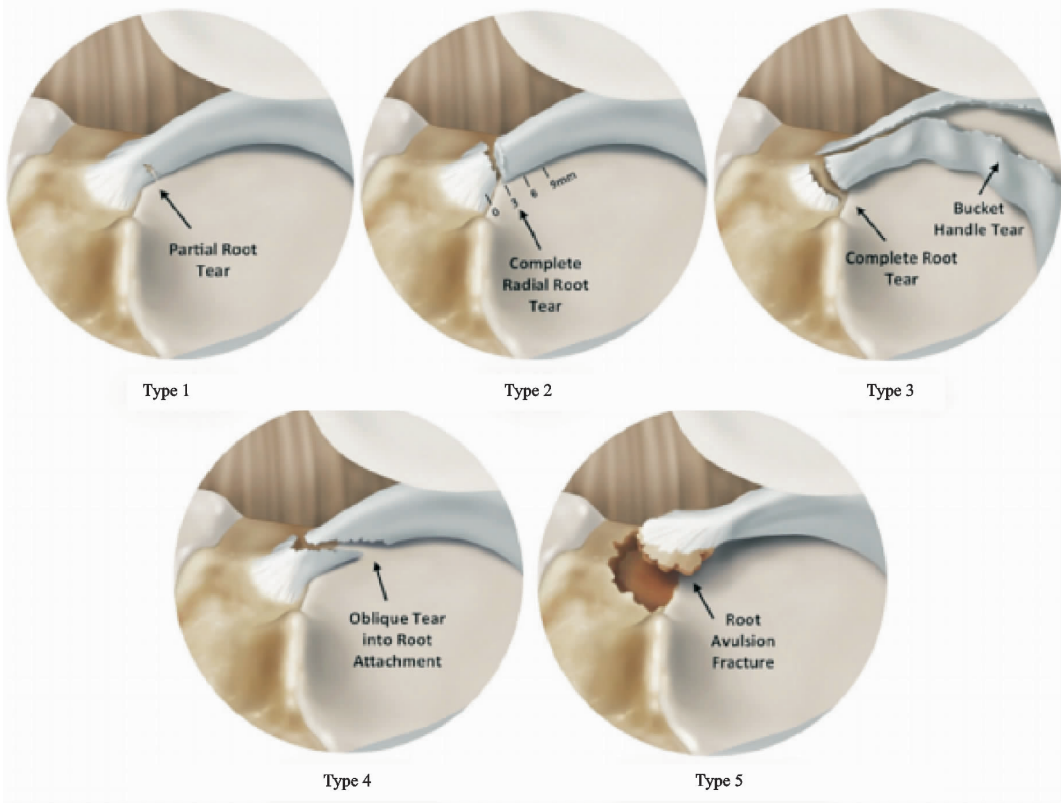


图 2 La Prade 等^[20] 基于撕裂形态提出的将内外侧半月板后根撕裂分为 5 种类型的示意图

5 半月板后根损伤的治疗

非手术治疗、半月板部分切除术和半月板根部修复术是目前半月板后根部损伤的三种主要治疗方法。具体治疗方式的选择应根据损伤的严重程度、伤后的时间和关节软骨的状况而定,但是鉴于其损伤后带来

的严重生物力学和膝关节运动功能改变,对于后根损伤采取手术治疗是目前的主流观点。手术修复的目的是恢复关节接触压力及关节运动学功能,延缓 OA 的发展,因此关节软骨大面积Ⅲ~Ⅳ级损伤者不建议行修复术^[9]。

5.1 非手术治疗

非手术治疗不能从根本上改变半月板的解剖及功能异常,后期容易导致关节软骨的退变和 OA 的发生。但是仍然适合那些例如高龄、手术耐受力差、慢性的根部退变或不可逆损伤、伴有严重膝内翻或关节炎等患者^[22]。治疗方法包括减轻体重、改善运动方式、膝关节支具保护、口服或局部使用非甾体消炎药、关节腔注射透明质酸钠等。以上治疗措施可一定程度上缓解患者疼痛症状,提高关节功能评分。Shelbourne 等^[23]随访 33 例外侧后根部损伤后采取非手术治疗患者,与同期撕裂后手术修复患者 10 年后膝关节 X 线检查发现,非手术治疗组膝关节外侧间隙较手术修复组平均狭窄 1 cm,说明非手术治疗只是一种缓解症状的“姑息”治疗方式,不能阻止膝关节退变的发展。

5.2 手术治疗

5.2.1 半月板部分切除术

部分切除术可以明显改善撕裂后后根不稳定而引起的机械性交锁和刺激疼痛。但鉴于后根部的完整对膝关节生物力学特性的重要作用^[1],对于后根的损伤目前大多数研究者倾向于修复而不是部分切除。半月板部分切除术仅限于那些Ⅲ~Ⅳ级关节软骨病变且保守治疗无效和根部不完全撕裂且跟部附着点大致完好的患者,但是目前尚无研究表明附着足印区面积多大才能维持正常半月板根部功能。Chung 等^[24]认为,因为组织质量及自身修复能力问题,半月板部分切除术可能是有症状的慢性根部损伤患者的首选治疗方式。但是, Han 等^[25]进一步研究报告,对 46 例行半月板部分切除的慢性内侧半月板后根损伤患者长达 77 个月的随访发现,仅 56% 的患者疼痛缓解,67% 的患者感到满意,35% 的患者影像学上出现不同程度的关节退变。非手术治疗和半月板部分切除术具有较好的近期疗效,但远期效果较差,患者将进一步向骨关节炎发展,因此应尽可能手术修复。

5.2.2 半月板根部修复术

1) 经胫骨骨道拉线修复术(见图 3),最早由 Petersen 和 Zantop^[26]提出,主要方法包括将缝线穿过半月板根部撕裂处缝合 1~2 针,然后通过前交叉韧带胫骨导向器定位于内侧半月板后根部胫骨附着处,钻取胫骨隧道,通过 PDS 线将缝线拉出骨道并固定于胫骨隧道外口。Raustol 等^[27]增加后内侧间室入路,将 2 枚圆针通过半月板后角从胫骨平台下方骨质穿出,单根 1 号 Polydioxanone 缝线“褥式”缝合撕裂后根,将缝线固定在胫骨平台前内侧,视野清晰,缝合便利。Kim 等^[28]提出通过前交叉韧带导向器转取直径 5 mm 的胫骨隧道,以骨皮质螺钉将 2 根 2 号爱惜邦缝线通过隧道固定于胫骨近端皮质,并且认为相较于螺钉和垫圈,纽扣固定有侵入性小、对软组织的刺激小的优点。La Prade 等^[20]在 10 具尸体标本上分别采取单骨道和双骨道的方法修复内侧半月板后根发现,在半月板生物力学方面,两种修复方式无明显区别。Rosslenbroich 等^[29]在动物实验中比较了单线及双线缝合修复半月板根部的疗效差异,认为双线缝合在稳定性方面优于单线

缝合。Kim 等^[30]在 120 具猪的尸体上测试距离后根撕裂部不同位置插入缝线对于半月板生物力学的影响,发现在红区距撕裂缘 7 mm 进行缝合可以提供最小切割力和最大牵拉力。Cermirara 等^[31]比较了简单双线缝合、水平褥式缝合和改良 Mason-Allen 缝合三种不同缝合技术的缝合效果,发现简单双线缝合导致了最小的根部移位,增加了缝合强度,并且与更复杂的 Mason-Allen 缝合方式没有明显不同。但是,相较于以上外科技术,将撕裂的半月板后根“锚定”在正确的解剖位点以最大程度防止移位的发生更为重要^[32]。Stärke 等^[33]研究了解剖位置、外移 3 mm 和内移 3 mm 三种不同修复位置对于半月板张力的影响,发现相较于解剖位置修复,无论内移或者外移,都将导致半月板张力的明显改变。

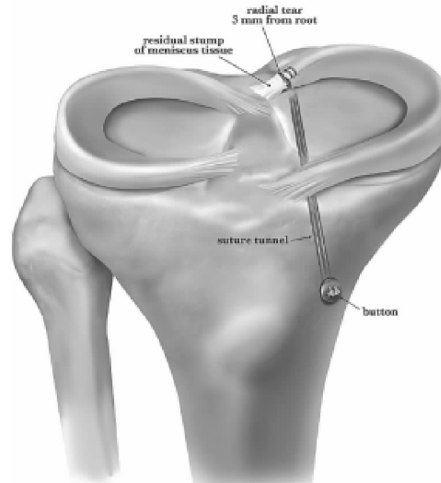


图 3 经胫骨骨道技术,胫骨前内侧纽扣固定修复内侧半月板后根撕裂^[4]

2) 带线锚定修复术,Engelsohn 等^[34]首先报道了关节镜下全内锚钉修复 2 例内侧半月板后根损伤,通过后内侧入路引入可吸收带线锚钉,将锚定线穿过半月板根部并于半月板表面打结固定。这种修复方式的优点是无需建立胫骨骨道,不存在对同时进行的 ACL 重建骨道的影响,同时避免了经胫骨骨道技术可能带来的缝线的机械性磨损、松脱以及“蹦极”效应。Kim 等^[35]对 23 例带线锚钉修复和 22 例经胫骨修复患者术后 26 个月 MRI 随访发现,带线锚钉修复组完全愈合率达 83.7%,而经胫骨拉线修复组完全愈合率为 64.7%。但是带线锚定技术存在操作空间小、锚定置入难度大、难以获得垂直的锚定置入位置等诸多问题,目前大多用于合并多发韧带损伤特别是内侧副韧带Ⅲ度损伤的患者。除非在手术入路或者锚钉的制作方面取得了革命性的进展,否则其很难成为一个普遍推广的方法。

3) 边对边根部缝合术,参照其他半月板损伤缝合方法,采用全内方式利用缝合钩将损伤两端缝合固定,大多用于根部尚存较多的稳定的残根患者,而不适宜于根性撕脱,但是对于该方法的手术效果及术后生物力学影响目前国内文献报道较少。

6 未来展望

半月板后根因其独特的解剖和生物力学特点,及

损伤后引起关节不稳、骨性关节炎等问题,已成为运动医学研究的热点,近年来相关研究取得长足的进步,但仍存在以下不足:1)损伤后无特异的症状和体征,也无较为准确的查体试验;2)MRI 检查不易与半月板后角损伤区别,而后角损伤因其不同的解剖和力学特点,在治疗上可能和后根损伤存在很大不同;3)带线锚定技术是一种很好的修复方法,但是目前存在没有较好的入路选择,操作困难,拧入螺钉不易与骨面垂直等问题;4)对于内侧半月板后根损伤合并膝内翻患者,选择一期截骨联合半月板后根修复术或单纯截骨术尚存在疑议,仍需要更多的大规模临床对照研究证据。

参考文献

- [1] ALLAIRE R, MURIUKI M, GILBERTSON L, et al. Bio-mechanical 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.
- [2] MARZO J M, GURSKE-DEPERIO J. Effects of medial meniscus posterior horn avulsion and repair on tibiofemoral contact area and peak contact pressure with clinical implications[J]. Am J Sports Med, 2009, 37(1):124-129.
- [3] LAPRADE R F, HO C P, JAMES E, et al. Diagnostic accuracy of 3.0 T magnetic resonance imaging for the detection of meniscus posterior root pathology[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2015, 23(1):152-157.
- [4] PADALECKI J R, JANSSON K S, SMITH S D, et al. Biomechanical consequences of a complete radial tear adjacent to the medial meniscus posterior root attachment site; in situ pullout repair restores derangement of joint mechanics[J]. Am J Sports Med, 2014, 42(3):699-707.
- [5] FORKEL P, HERBERT M, SPENKER F, et al. The biomechanical effect of a lateral meniscus posterior root tear with and without damage to the meniscomfemoral ligament; efficacy of different repair techniques[J]. Arthroscopy, 2014, 30(7):833-840.
- [6] 宋涛, 郑凯, 孙新宏, 等. 外侧半月板切除术对膝关节影响的长期随访[J]. 中国矫形外科杂志, 2012, 20(10):943-944.
- [7] KOENIG J H, RANAWAT A S, UMANS H R, et al. Meniscal root tears: diagnosis and treatment[J]. Arthroscopy, 2009, 25(9):1025-1032.
- [8] JOHANNSEN A M, CIVITARESE D M, PADALECKI J R, et al. Qualitative and quantitative anatomic analysis of the posterior root attachments of the medial and lateral menisci[J]. Am J Sport Med, 2012, 40(10):2342-2347.
- [9] PAPALIA R, VASTA S, FRANCESCHI F, et al. Meniscal root tears: from basic science to ultimate surgery[J]. Br Med Bull, 2013, 106:91-115.
- [10] LAPRADE C M, JANSSON K S, DORNAN G, et al. Altered tibiofemoral contact mechanics due to lateral meniscus posterior horn root avulsions and radial tears can be restored with in situ pull-out suture repairs[J]. J Bone Joint Surg Am, 2014, 96(6):471-479.
- [11] LERER D B, UMANS H R, HU M X, et al. The role of meniscal root pathology and radial meniscal tear in medial meniscal extrusion[J]. Skeletal Radiol, 2004, 33(10):569-574.
- [12] FRANK J M, MOATSHE G, BRADY A W, et al. Lateral meniscus posterior root and meniscomfemoral ligaments as stabilizing structures in the ACL-deficient knee: a biomechanical study[J]. Orthop J Sport Med, 2017, 5(6):232596711769575.
- [13] MATHENY L M, OCKULY A C, STEADMAN J R, et al. Posterior meniscus root tears; associated pathologies to assist as diagnostic tools[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2015, 23(10):3127-3131.
- [14] PARK L S, JACOBSON J A, JAMADAR D A, et al. Posterior horn lateral meniscal tears simulating meniscomfemoral ligament attachment in the setting of ACL tear; MRI findings[J]. Skeletal Radiol, 2007, 5:399-403.
- [15] HWANG B Y, KIM S J, LEE S W, et al. Risk factors for medial meniscus posterior root tear[J]. Am J Sports Med, 2012, 40(7):1606-1610.
- [16] BHATIA S, LAPRADE C M, ELLMAN M B, et al. Meniscal root tears: significance, diagnosis, and treatment[J]. Am J Sports Med, 2014, 42(12):3016-3030.
- [17] OZKOC G, CIRCI E, GONC U, et al. Radial tears in the root of the posterior horn of the medial meniscus[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2008, 16(9):849-854.
- [18] ROBERTSON D D, ARMFIELD D R, TOWERS J D, et al. Meniscal root injury and spontaneous osteonecrosis of the knee: an observation[J]. J Bone Joint Surg Br, 2009, 91(2):190-195.
- [19] CHOI S H, BAE S, JI S K, et al. The MRI findings of meniscal root tear of the medial meniscus: emphasis on coronal, sagittal and axial images[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2012, 20(10):2098-2103.
- [20] LA PRAD C M, JAMES E W, CRAM T R, et al. Meniscal root tears: a classification system based on tear morphology[J]. Am J Sport Med, 2015, 43(2):363-369.
- [21] PETERSEN W, FORKEL P, FEUCHT M J, et al. Posterior root tear of the medial and lateral meniscus[J]. Arch Orthop Traum Su, 2014, 134(2):237-255.
- [22] AHN J H, JEONG H J, ICE Y S, et al. Comparison between conservative treatment and arthroscopic pull-out repair of the medial meniscus root tear and analysis of prognostic factors for the determination of rcpmr indication[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2015, 135(9):1265-1276.
- [23] SHELBOURNE K D, ROBERSON T A, GRAY T. Long-term evaluation of posterior lateral meniscus root tears left in situ at the time of anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Am J Sports Med, 2011, 39(7):1439-1443.
- [24] CHUNG K S, HA J K, YEEM C H, et al. Comparison of clinical and radiologic results between partial meniscectomy and refixation of medial meniscus posterior tears: a minimum 5-year follow-up[J]. Arthroscopy, 2015, 31(10):1941-1950.
- [25] HAN S B, SHETTY G M, LEE D H, et al. Unfavorable results of partial meniscectomy for complete posterior medial meniscus root tear with early osteoarthritis: a 5 to 8 year follow-up study[J]. Arthroscopy, 2010, 26(10):

1326-1332.

- [26] PETERSEN W, ZANTOP T. Avulsion injury to the posterior horn of the lateral meniscus: technique for arthroscopic refflxation[J]. Unfallehirurg, 2006, 109 (11): 984-987.
- [27] RAUSTOL O A, POELSTRA K A, CHHABRA A, et al. The meniscal ossicle revisited: etiology and an arthroscopic technique for treatment[J]. Arthroscopy, 2006, 22 (6): 687-691.
- [28] KIM Y M, RHEE K J, LEE J K, et al. Arthroscopic pull-out repair of a complete radial tear of the tibial attachment site of the medial meniscus posterior horn[J]. Arthroscopy, 2006, 22 (7): 795-800.
- [29] ROSSLENBROICH S B, BORGMANN J, HERBERT M, et al. Root tear of the meniscus: biomechanical evaluation of an arthroscopic refixation technique[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2013, 133 (1): 111-115.
- [30] KIM Y M, JOO Y B, NOH C K, et al. The optimal suture site for the repair of posterior horn root mot tears: biomechanical evaluation of pullout strength in porcine menisci

[J]. Knee Surg Relat Res, 2016, 28 (2): 147-152.

- [31] CERMINARA A J, LAPRADE C M, SMITH S D, et al. Biomechanical evaluation of a transtibial pull-out meniscal root repair: challenging the bungee effect[J]. Am J Sports Med, 2014, 42 (12): 2988-2995.
- [32] PACKER J D, RODEO S A. Meniscal allograft transplantation[J]. Clin Sports Med, 2009, 28 (2): 259-283.
- [33] STÄRKE C, KOPF S, GRÖBEL K H, et al. The effect of a nonanatomic repair of the meniscal horn attachment on meniscal tension: a biomechanical study[J]. Arthroscopy, 2010, 26 (3): 358-365.
- [34] ENGELSOHN E, UMANS H, DIFELICE G S. Marginal fractures of the medial tibial plateau: possible association with medial meniscal root tear[J]. Skeletal Radiol, 2007, 36 (1): 73-76.
- [35] KIM J H, CHUNG J H, LEE D H, et al. Arthroscopic suture anchor repair Versus pullout suture repair in posterior root tear of the medial meniscus: a prospective comparison study[J]. Arthroscopy, 2011, 27 (12): 1644-1653.

(收稿日期: 2019-07-06)

(上接第 83 页)

- [11] DINES D M, WARREN R F. Modular shoulder hemiarthroplasty for acute fractures: surgical considerations[J]. Clinical Orthopaedics & Related Research, 1994, 307: 18-26.
- [12] DIMAKOPOULOS P, POTAMITIS N, LAMBIRIS E. Hemiarthroplasty in the treatment of comminuted intraarticular fractures of the proximal humerus[J]. Clinical Orthopaedics and Related Research, 1997, 341: 7-11.
- [13] 张英泽. 骨科手术路径[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2011: 32-39.
- [14] 马秀才, 傅德皓, 林松, 等. 微创经皮钢板接骨术治疗肱骨近端骨折[J]. 实用骨科杂志, 2014, 20 (1): 102-105.
- [15] 赵吉鹏, 胡万坤, 张秋林, 等. 有限切开三角肌入路肱骨近端锁定接骨板治疗肱骨近端骨折[J]. 中国骨伤, 2012, 25 (2): 155-157.
- [16] GARDNER M J, WEIL Y, BARKER J U, et al. The impoflanee of medial support in locked plating of proximal humerus fraetures[J]. J Orthop Trauma, 2007, 21 (3): 185-191.
- [17] KRAPPINGER D, BIZZOTTO N, RIEDMANN S, et al. Predicting failure after surgical fixation of proximal humerus fractures[J]. Injury, 2011, 42 (11): 1283-1288.
- [18] HE Y, ZHANG Y, WANG Y, et al. Biomechanical evaluation of a novel dualplate fixation method for proximal humeral fractures without medial support[J]. Journal of Orthopaedic Surgery & Research, 2017, 12 (1): 72-77.
- [19] SHEN Q F, WEN X, YANG S W, et al. MIPPO and ORIF for the treatment of elderly proximal humerus fractures of type Neer II: a case control study[J]. China Journal of Orthopaedics & Traumatology, 2018, 31 (2): 160-164.

- [20] EGOL K A, SUGI M T, ONG C C, et al. Fracture site augmentation with calcium phosphate cement reduces screw penetration after open reduction-internal fixation of proximal humeral fractures[J]. J Shoulder Elbow Surg, 2012, 21 (6): 741-748.
- [21] LESCHEID J, ZDERO R, SHAH S, et al. The biomechanics of locked plating for repairing proximal humerus fractures with or without medial conical support[J]. J Trauma, 2010, 69 (5): 1235-1242.
- [22] SCHUHE L M, MATTEINI L E, NEVIASERIL L. Proximal periarticular locking plates in proximal humeral fractures: functional outcomes[J]. J Shoulder Elbow Surg, 2011, 20 (8): 1234-1240.
- [23] YUAN F, HAN Y, PAN Z, et al. Proximal humeral fracture treated with proximal humeral internal locking system (PHILOS) via a T-shaped small incision[J]. Journal of Medical Imaging & Health Informatics, 2018, 8 (2): 374-377.
- [24] MARTINEZHUEDO M A, JIMÉNEZGARCÍA R, MORAZAMORANO E, et al. Trends in incidence of proximal humerus fractures, surgical procedures and outcomes among elderly hospitalized patients with and without type 2 diabetes in Spain (2001—2013)[J]. BMC Musculoskeletal Disorders, 2017, 18 (1): 522-528.
- [25] NERZ C, SCHWICKERT L, BECKER C, et al. Effectiveness of robot-assisted training added to conventional rehabilitation in patients with humeral fracture early after surgical treatment: protocol of a randomised, controlled, multicentre trial[J]. Trials, 2017, 18 (1): 589-595.

(收稿日期: 2019-07-01)