

髌韧带断裂的诊治进展*

郝记睿 综述 任逸众 贾岩波** 审校

(内蒙古医科大学第二附属医院运动医学中心,呼和浩特 010000)

文献标识:A 文章编号:1009-6604(2023)10-0783-05

doi:10.3969/j.issn.1009-6604.2023.10.012

膝关节伸肌装置由股四头肌腱、髌骨和髌韧带组成,膝关节伸肌装置断裂是一种罕见损伤。髌韧带断裂多发生于年龄 <40 岁男性^[1],通常由于膝关节处于屈曲位置时股四头肌突然收缩引起伸肌装置张力过载导致。患有基础疾病如甲状腺功能亢进、尿毒症、系统性红斑狼疮等,以及服用皮质醇类和喹诺酮类药物者更易出现髌韧带断裂^[2]。对于髌韧带断裂的治疗方法尚无统一标准,多凭医生的经验治疗,治疗效果参差不齐。本文对髌韧带断裂的诊断及治疗方法的研究进展进行综述,以期对该病的治疗提供帮助。

1 诊断

髌韧带断裂临床表现为断裂处剧烈疼痛、肿胀和伸膝功能障碍。断裂后髌骨受到股四头肌的牵拉会向近端移动,造成高位髌骨,查体可触及髌骨下方凹陷。当膝关节肿胀和疼痛影响检查者对查体结果的判断时,超声可以准确判断髌韧带断裂^[3,4]。

在X线上髌韧带断裂主要表现为高位髌骨。Blackburne-Peel 指数(髌骨下极至胫骨平台的垂直距离与髌骨关节面长度的比值) >1 、Caton-Deschamps 指数(髌骨关节面最低点到胫骨平台轮廓前上角最短距离与髌骨关节面长度的比值) >1.2 、Insall-Salvati 指数(髌骨上下极之间的长度与髌骨下极到胫骨结节之间的长度的比值) >1.2 表明髌韧带断裂^[5]。Mirzayan 等^[6]报道一种新的X线征象——Empty Merchant Sign:将患肢屈曲,自髌骨

上极上方沿髌骨长轴方向拍摄X线片,正常人髌骨在滑车沟内,而髌韧带断裂者由于股四头肌的牵拉髌骨从滑车沟内脱出。该方法与传统膝关节正侧位片相比具有更高的特异性(100% vs. 81%)和阳性预测值(99% vs. 64%)。

诊断髌韧带断裂的首选检查是MRI,MRI可以观察到髌韧带断裂的位置,断裂的髌韧带呈波浪状。髌韧带部分断裂在MRI上表现为信号强度增加和髌韧带增厚^[6]。

2 手术治疗

2.1 急性和慢性髌韧带断裂的手术原则

髌韧带部分断裂常由髌腱病(patellar tendinopathy)发展而来,首先尝试非手术治疗,包括支具固定、止痛药物、体外冲击波治疗或富血小板血浆(platelet rich plasma, PRP)注射等。非手术治疗失败可行手术清创或修复,但尚无明确系统的治疗指导方案^[7]。

临床查体及辅助检查明确诊断髌韧带完全断裂则需要手术治疗^[2]。手术方式主要取决于断裂时间的长短及髌韧带组织的强度^[8]。急性髌韧带断裂定义为2周内的断裂^[9],常需要手术修复。修复常用带线锚钉缝合或经骨隧道缝合。可以应用各种材料进行加强,如钢丝、PDS缝线、肌腱移植物。急性髌韧带断裂伴韧带组织强度不足时应考虑重建^[10]。慢性髌韧带断裂定义为2周以上的断裂^[9],通常会致髌韧带瘢痕愈合甚至回缩,常需要使用

* 基金项目:内蒙古医科大学致远人才计划项目(ZY0202028)

** 通讯作者,E-mail:kmygt@163.com

肌腱移植物或合成韧带以重建髌韧带。

2.2 手术方式:修复或重建

2.2.1 修复手术 修复手术适用于韧带组织强度良好的急性完全性髌韧带断裂^[11],通常采用经骨隧道缝合技术和带线锚钉缝合修复。二者最大的区别在于带线锚钉缝合修复技术是将锚钉固定在髌骨下极而不是通过骨隧道固定。Imbergamo 等^[12]的 meta 分析纳入 7 项研究 128 例尸体标本,其中 66 例采用经骨隧道缝合技术,62 例采用带线锚钉缝合修复,结果表明,与经骨隧道缝合技术相比,带线锚钉缝合修复固定所形成的间隙位移更低($P < 0.001$),2 种修复技术的极限失效载荷无显著差异($P = 0.465$)。Ettinger 等^[13]对 30 例尸体髌韧带切开后通过带线锚钉缝合修复和经骨隧道缝合修复,比较 2 组生物力学特性,结果表明,与经骨缝合相比,缝合锚钉修复形成的间隙明显减少($P < 0.05$),最终载荷更高($P < 0.05$)。Gaudiani 等^[14]的系统评价纳入 29 项研究,包括 6 项尸体研究、3 项动物研究、9 项技术报告和 11 项临床研究,结果显示,带线锚钉修复的间隙形成明显少于经骨隧道缝合修复(带线锚钉修复为 0.9 ~ 4.1 mm,经骨隧道缝合修复为 2.9 ~ 10.3 mm);带线锚钉修复最大负荷明显更强(带线锚钉修复的负荷失效范围为 258 ~ 868 N,经骨隧道缝合修复为 287 ~ 763 N);11 项临床研究包括带线锚钉修复 134 例,经骨技术修复 749 例,端对端修复 15 例,缝合器修复 1 例,9 项研究显示并发症发生率、再手术风险无差异,其中 1 项研究报告带线锚钉修复后断裂再发生率明显低于经骨隧道缝合修复。多项研究表明,在人体尸体和动物模型中,与经骨隧道缝合修复相比,带线锚钉缝合修复在生物力学测试中形成的间隙更少;在大多数临床研究中未发现并发症或修复的差异。由此看来,相比于经骨缝合修复,带线锚钉缝合可能是修复治疗髌韧带断裂的更好选择,但目前研究局限于实验研究,缺乏高质量的临床研究,尚需进一步研究证实。

在髌韧带修复手术中,仅使用锚钉缝合及经骨隧道缝合等的直接修复缺乏足够的强度,应用钢丝等增强可以减少再次断裂的风险。Schliemann 等^[15]对 60 例猪骨标本进行髌韧带修复,评估钢丝增强、PDS 线增强或缝合锚钉修复髌骨肌腱重建的生物力学特征,结果显示,与缝合锚钉修复相比,使

用钢丝或 PDS 线增强重建的最大载荷更高(527 N、460 N vs. 301 N, $P < 0.01$, $P = 0.012$),伸长度较低[(8.81 ± 1.55) mm、(10.56 ± 3.1) mm vs. (18.38 ± 7.51) mm, $P = 0.037$, $P = 0.033$]。但应用钢丝增强修复需要二次手术取除植入物。超高分子量聚乙烯材料^[16]、聚酯胶带^[17]和 PDS 缝线^[18]可用于加强修复,并可以避免金属材料的大多数并发症,但仍存在感染风险。

自体肌腱移植加强修复是目前常用的方法。腓绳肌腱是常用的移植物,传统的手术方式是直接修复髌韧带后,将自体腓绳肌腱通过髌骨横隧道或经髌骨上极近端穿股四头肌软组织隧道绕行,后经胫骨隧道,固定形成框式结构以增加稳定性^[19]。El-Desouky 等^[20]对 15 例髌韧带断裂应用半腱肌腱以上述方式手术,随访至少 2 年,11 例术后 3 个月活动度 > 120°;3 例术后 3 个月活动度为 100 ~ 110°,术后 6 个月恢复功能性活动度(110° ~ 120°);末次随访 11 例髌骨上 10 cm 处大腿周长与对侧相当,股四头肌力量为 5/5 级,3 例股四头肌力量为 4/5 级;Lysholm 评分优 5 例,良 9 例,差 1 例。以人工韧带替代移植肌腱也是一种选择。Core 等^[21]报道对 30 例外伤性髌韧带断裂行缝合修复并用人工韧带加强,术后 1 年 Lysholm 评分中位数 96 分(四分位数 95,100),无二次手术、新发断裂、浅表或深部感染等并发症,X 线显示 Caton 指数中位数为 1(0.9,1)。相比于其他材料,自体肌腱和人工韧带可以避免大部分缺点,可能是加强修复治疗的更好的选择,但尚需对照研究证明。

2.2.2 重建手术 如果修复手术失败、存在疾病导致严重的髌韧带断裂或慢性髌韧带断裂,则需要重建手术,可以采用自体移植物、同种异体移植物和人工合成韧带进行重建。对于慢性髌韧带断裂处挛缩、粘连,必要时可行松解术以恢复髌骨活动度。V-Y 形股四头肌成形术可延长股四头肌腱,以改善慢性断裂的挛缩问题,恢复髌骨高度,但会削弱股四头肌的力量导致伸膝滞后。Rocha de Faria 等^[22]提出分 2 期治疗慢性髌韧带断裂:第一期于髌骨近 1/3 处横向穿过钢针并安装经骨牵引装置,当胫骨结节与髌骨远端极之间的距离等于髌骨的最长长度时,进行第二期手术,通过经骨隧道缝合修复和自体肌腱重建髌韧带,钢丝固定加强。环形固定架牵引具

有微创、避免长时间住院和制动、能够控制牵张速度、避免剥离过多组织的优点^[23,24],但目前对于经骨牵引装置和环形固定架牵引的研究多数局限于个案报告,二者临床治疗效果,以及哪种方式牵引更优,尚需更多临床研究证实。赵玉华等^[25]报道髌韧带修复术后再次断裂 7 例,通过 Ilizarov 环形支架恢复髌骨位置,将腘绳肌腱从髌骨及胫骨结节的隧道中以“8”字形穿过重建髌韧带,随访 6~12 个月,均未出现髌韧带再断裂,且膝关节活动及伸膝力量满意。综上,对于慢性髌韧带断裂,主张牵引和重建治疗,但对于牵引治疗的效果和移植物的选择尚缺乏研究。

2.2.2.1 自体移植物 许多研究报道使用自体腘绳肌腱对慢性髌韧带断裂进行重建,但重建技术各不相同。Floyd 等^[26]和 Friedman 等^[27]将自体腘绳肌腱通过髌骨和胫骨结节后方横隧道形成框式结构,缝合修复断裂的髌韧带。熊昌军等^[28]采用 Krackow 缝合方法结合自体腘绳肌腱通过髌骨中段及胫骨结节横骨道重建断裂的髌韧带。毛云鹤等^[29]通过髌骨 1/2 及下 3/4 双骨隧道和胫骨结节后方单骨隧道自体腘绳肌腱重建髌韧带。Ovigue 等^[30]应用腘绳肌腱及可调式悬吊固定重建髌韧带,先清理慢性髌韧带断裂形成的瘢痕组织,取出自体腘绳肌腱,用 2 个可调节悬吊固定装置制备移植物,钻取适合移植物直径的纵向胫骨隧道和纵向髌骨隧道,将移植物拉入隧道,拉紧胫骨和髌骨侧的悬吊固定装置。Valianatos 等^[31]通过建立垂直骨隧道使用腘绳肌腱实现髌韧带重建。这些回顾性研究都显示使用作者描述的方法进行自体腘绳肌腱重建后,各主观评分和客观指标较术前明显改善,认为其适用于治疗慢性髌韧带断裂,但均缺乏与不同技术的对比,且样本量 <20 例,具体采用何种方法进行重建,尚需结合患者病情、术者技术和习惯、器械设备等进行选择。

2.2.2.2 同种异体移植物 同种异体移植物重建适用于先天韧带强度不足、明显回缩或修复治疗失败的慢性髌韧带断裂。新鲜冰冻跟腱是常用的异体移植物,使用骨-髌韧带-骨移植^[32]和带骨块的股四头肌腱移植^[33]重建也有报道。为比较移植物类型和重建修复慢性髌韧带损伤的技术之间的临床结果, Kim 等^[34]的系统评价共纳入 9 项研究 96 例慢

性髌韧带断裂(髌韧带断裂 >6 周),随访时间 21 个月~7.2 年。重建技术包括应用半腱肌腱和(或)股薄肌腱、跟腱、骨-髌韧带-骨和直接修复,每种重建方法在活动范围、伸肌滞后、股四头肌力量和患者报告测量结果方面都有改善,认为所有重建方法都有满意的效果,但由于研究对象异质性和证据水平低,不能确定何种重建方法更好。但值得关注的是,其中 2 项研究 6 例慢性髌韧带断裂采用直接修复和钢丝增强的方法,没有出现重大并发症,这一结果表明,在断裂处挛缩不严重且仍有新鲜组织的情况下,直接修复和钢丝加强治疗慢性髌韧带断裂也是可行的选择。可见,对于慢性髌韧带断裂,可以根据损伤时间以及剩余组织的强度选择手术方法。Haber 等^[35]在髌韧带修复失败的翻修手术中,应用同种异体移植肌腱和可调节襻固定重建髌韧带,将断裂的髌韧带于中央纵行切开至胫骨结节处,将制备好的移植物通过髌骨中央下极纵行骨道和横穿胫骨近端的结节处骨道,用可调节襻固定(髌骨上极处和胫骨近端后方),以 2 枚带线锚钉固定于髌骨下极纵行骨道的两侧,缝合修复剩余的髌韧带。Sutton 等^[36]应用缝线锚钉修复和脱细胞异体真皮重建。脱细胞异体真皮是一种细胞外基质,同种异体真皮移植物可通过影响宿主细胞浸润来提供支持并促进愈合,避免自体移植物采集,而且由于其脱细胞性,组织排斥或异物反应的风险较低,因此对于组织质量较差的髌韧带修复可以使用脱细胞异体真皮。但这 2 项技术尚缺乏临床研究,其应用价值尚待观察。

2.2.2.3 人工合成韧带 杨岩等^[37]报道 12 例慢性髌韧带断裂,均采用韧带增强重建系统(Ligament Advanced Reinforcement System, LARS)人工韧带重建,平均随访 20.5 月,无感染、韧带再断裂及神经血管损伤等并发症,术后 1 年膝关节活动度(131.0 ± 10.2)°, Lysholm 评分(87.4 ± 2.4)分, Kujala 评分(88.3 ± 4.8)分,髌上 10 cm 处大腿周径(42.58 ± 1.93)cm,与术前比较差异均有统计学意义(均 $P = 0.000$),影像学检查显示术后 1 年 Caton-Deschamps 指数 1.09 ± 0.11 ,较术前明显降低($P = 0.000$)。Harato 等^[38]将 2 枚空心螺钉分别置入髌骨中央及胫骨粗隆后方,通过张紧装置(Tighting Gun TGL)调整髌骨位置,最后将 Leeds-Keio 人工韧带穿过股四头肌腱软组织隧道及胫骨隧道以“8”字形进行固

定。值得注意的是,如术前通过影像学判断存在髌骨严重移位,应用该技术前应牵引髌骨治疗 24 ~ 48 h。但该技术由于缺乏足够的临床研究,其后遗症及临床效果尚不明确。使用人工合成韧带以重建髌韧带的疗效目前仍需更多研究来证实。

综上,重建治疗对于组织条件差的髌韧带断裂具有良好疗效,但采用何种手术方式以及何种移植 物重建髌韧带效果更好,目前仍不清楚。

3 小结

髌韧带断裂可导致膝关节伸肌装置破坏,从而导致显著的伸膝功能损害。结合病史、体征及影像学检查即可明确诊断。急性髌韧带断裂主张采用修复手术,应用钢丝、PDS 线、肌腱及人工韧带移植 物加强;慢性髌韧带断裂主张采用自体肌腱、异体肌腱及人工韧带移植等重建韧带,对于髌骨远极挛缩可应用牵引治疗。由于髌韧带断裂病例少,大多数研究样本量 < 20 例,且手术方式不同,至于采用何种手术方式及材料治疗髌韧带断裂效果更好,目前仍不清楚,仍需要更多、等级更高的临床研究结果,建立一套更加合理、有效的治疗体系。

参考文献

1 Garner MR, Gausden E, Berkes MB, et al. Extensor mechanism injuries of the knee: demographic characteristics and comorbidities from a review of 726 patient records. *J Bone Joint Surg Am*, 2015, 97 (19): 1592 – 1596.

2 Tandogan RN, Terzi E, Gomez-Barrena E, et al. Extensor mechanism ruptures. *J EFORT Open Rev*, 2022, 7(6): 384 – 395.

3 Steele R, Hayden SR, Ward N, et al. Patellar tendon rupture bedside diagnosis. *J Emerg Med*, 2021, 60(3): 384 – 386.

4 Ogle K, Mandoorah S, Fellin M, et al. Point-of-care ultrasound diagnosis of bilateral patellar tendon rupture. *Clin Pract Cases Emerg Med*, 2020, 4(1): 29 – 31.

5 Seil R, Müller B, Georg T, et al. Reliability and interobserver variability in radiological patellar height ratios. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2000, 8(4): 231 – 236.

6 Mirzayan R, Hill PS, Batech M, et al. The “Empty Merchant Sign” in acute patellar tendon ruptures. *Clin Imaging*, 2021, 70: 25 – 32.

7 Golman M, Wright ML, Wong TT, et al. Rethinking patellar tendinopathy and partial patellar tendon tears: a novel classification system. *Am J Sports Med*, 2020, 48(2): 359 – 369.

8 Gilmore JH, Clayton-Smith ZJ, Aguilar M, et al. Reconstruction techniques and clinical results of patellar tendon ruptures: evidence

today. *J Knee*, 2015, 22(3): 148 – 155.

9 Siwek CW, Rao JP. Ruptures of the extensor mechanism of the knee joint. *J Bone Joint Surg Am*, 1981, 63(6): 932 – 937.

10 Takazawa Y, Ikeda H, Ishijima M, et al. Reconstruction of a ruptured patellar tendon using ipsilateral semitendinosus and gracilis tendons with preserved distal insertions: two case reports. *BMC Res Notes*, 2013, 6: 361.

11 Carlson Strother CR, Laprade MD, Keyt LK, et al. A strategy for repair, augmentation, and reconstruction of knee extensor mechanism disruption: a retrospective review. *Orthop J Sports Med*, 2021, 9 (10): 23259671211046625.

12 Imbergamo C, Sequeira S, Bano J, et al. Failure rates of suture anchor fixation versus transosseous tunnel technique for patellar tendon repair: a systematic review and meta-analysis of biomechanical studies. *Orthop J Sports Med*, 2022, 10(8): 23259671221120212.

13 Ettinger M, Dratzidis A, Hurschler C, et al. Biomechanical properties of suture anchor repair compared with transosseous sutures in patellar tendon ruptures: a cadaveric study. *Am J Sports Med*, 2013, 41 (11): 2540 – 2544.

14 Gaudiani MA, Castle JP, Pfennig MT, et al. Suture anchor fixation has less gap formation and no difference in complications or revisions for patellar tendon repair: a systematic review. *Arthroscopy*, 2023, S0749 – 8063 (23)00404 – 8. Epub ahead of print.

15 Schliemann B, Gruneweller N, Yao D, et al. Biomechanical evaluation of different surgical techniques for treating patellar tendon ruptures. *Int Orthop*, 2016, 40(8): 1717 – 1723.

16 Hasegawa M, Tone S, Naito Y, et al. Reconstruction of patellar tendon rupture after total knee arthroplasty using polyethylene cable. *Knee*, 2021, 29: 63 – 67.

17 Harrell RM, Tong J, Weinhold PS, et al. Comparison of the mechanical properties of different tension band materials and suture techniques. *J Orthop Trauma*, 2003, 17(2): 119 – 122.

18 Kasten P, Schewe B, Maurer F, et al. Rupture of the patellar tendon: a review of 68 cases and a retrospective study of 29 ruptures comparing two methods of augmentation. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2001, 121(10): 578 – 582.

19 Von Glinski A, Yilmaz E, Rausch V, et al. Semitendinosus autograft augmentation after bilateral patellar tendon re-rupture: a case report and technique note. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2019, 29(6): 1347 – 1353.

20 El-Desouky II, Mohamed MM, Al Assassi M. Primary repair of ruptured patellar tendon augmented by semitendinosus. *J Knee Surg*, 2014, 27(3): 207 – 213.

21 Core M, Anract P, Raffin J, et al. Traumatic patellar tendon rupture repair using synthetic ligament augmentation. *J Knee Surg*, 2020, 33 (8): 804 – 809.

22 Rocha de Faria JL, de Barros Carvalho M, Marques AC, et al. Surgical treatment for chronic rupture of the patellar tendon

performed in 2 stages. *Arthrosc Tech*,2020,9(1):e159 – e166.

23 Carter J, Abdelgawad A, Thabet AM. Staged reconstruction of chronic patella alta with ilizarov fixator and achilles tendon allograft;a case report. *J Orthop Case Rep*,2021,11(11):54 – 58.

24 Kumar A, Rutherford-Davies J, Thorpe P, et al. Combined quadriceps lengthening (using an external ring fixator) and patellar tendon reconstruction (using a tendoachilles allograft) in a case of chronic patellar tendon rupture;a case report. *J Knee*,2020,27(2):598 – 606.

25 赵玉华, 邵文年, 周卫松, 等. Ilizarov 环形支架在髌韧带修复失败后的临床应用. *中国矫形外科杂志*,2018,26(6):571 – 572.

26 Floyd ER, Carlson GB, Laprade RF. Patellar tendon revision reconstruction with hamstring tendon autografts. *Arthrosc Tech*, 2021,10(3):e873 – e876.

27 Friedman JM, You JS, Hodax JD, et al. Patellar tendon reconstruction with hamstring autograft for the treatment of chronic irreparable patellar tendon injuries. *Knee*,2020,27(6):1841 – 1847.

28 熊昌军, 姜学明, 左云周, 等. 自体肌腱移植修复髌韧带断裂疗效分析. *中国骨与关节损伤杂志*,2019,34(10):1087 – 1089.

29 毛云鹤, 孙伟豪, 熊 燕, 等. 改良自体腘绳肌腱重建髌韧带技术治疗陈旧性髌韧带损伤伴缺损的临床疗效. *中国修复重建外科杂志*,2021,35(2):160 – 165.

30 Ovigüe J, Graveleau N, Bouguennec N. Patellar tendon reconstruction using hamstring tendon and adjustable suspensory cortical fixation. *Arthrosc Tech*,2019,8(7):e679 – e683.

31 Valianatos P, Papadakou E, Erginoussakis D, et al. Treatment of chronic patellar tendon rupture with hamstrings tendon autograft. *J Knee Surg*,2020,33(8):792 – 797.

32 Temponi EF, Camelo N, Tuteja S, et al. Reconstruction of chronic patellar tendon rupture with contralateral bone-tendon-bone autograft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2017, 25 (8) : 2468 – 2473.

33 Gomes JLE, De Oliveira Alves JA, Zimmermann JM. Reconstruction of neglected patellar tendon ruptures using the quadriceps graft. *Orthopedics*,2014,37(8):527 – 529.

34 Kim WT, Kao D, O ’ connell R, et al. Clinical outcomes are similar between graft types used in chronic patellar tendon reconstruction;a systematic review. *Arthrosc Sports Med Rehabil*, 2022, 4 (5) : e1861 – e1872.

35 Haber DB, Ruzbarsky JJ, Arner JW, et al. Revision patellar tendon repair with anchors, allograft augmentation, and suspensory fixation. *Arthrosc Tech*,2020,9(11):e1845 – e1849.

36 Sutton D, Shybut T. A suture anchor-based repair plus reconstruction using acellular human dermal allograft for recurrent sports-related patellar tendon rupture. *Arthrosc Tech*, 2021, 10 (4) : e1089 – e1093.

37 杨 岩, 王岩峰, 王新贤, 等. LARS 人工韧带重建治疗陈旧性髌韧带断裂的疗效研究. *中国修复重建外科杂志*,2019,33(5):542 – 545.

38 Harato K, Kobayashi S, Udagawa K, et al. Surgical technique to bring down the patellar height and to reconstruct the tendon for chronic patellar tendon rupture. *J Arthrosc Tech*, 2017, 6 (5) : e1897 – e1901.

(收稿日期:2023 – 03 – 26)
(修回日期:2023 – 07 – 04)
(责任编辑:王惠群)