

# 手术范围对膝关节术后纤维化形成的影响

吴海啸<sup>1</sup>, Karen A. Egiazaryan<sup>1</sup>, Andrei P. Ratyev<sup>1</sup>, Guram D. Lazishvili<sup>1</sup>, Ximena A. Sanchez Sanchez<sup>2</sup>, 张超<sup>3</sup>

(1. 俄罗斯联邦国立医科大学, 莫斯科 俄罗斯 1179972; 2. 俄罗斯圣彼得堡国立大学, 圣彼得堡 俄罗斯 199034; 3. 天津医科大学肿瘤医院骨与软组织肿瘤科, 天津 300060)

**【摘要】** 膝关节纤维化是术后常见的并发症, 为影响手术疗效的关键因素之一, 常引起关节活动度降低、慢性关节痛、软骨损伤以及关节废用性病变, 严重降低了患者的生活质量。因此, 如何降低术后膝关节纤维化的发生是提高手术预期疗效的关键, 也是临床医学上需要亟待解决的重要问题。笔者团队结合自身前期及最新的研究发现, 膝关节纤维化的程度与手术范围大小有重要的关联, 利用微创和关节镜方法治疗膝关节三室内的疾病可有效减少滑膜、软骨和脂肪垫组织的损伤, 同时结合术后早期康复训练是未来预防术后膝关节纤维化的有效手段。

**【关键词】** 膝关节纤维化; 血管内皮生长因子; 外科手术

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2018.06.020

**Effect of surgical scope on postoperative fibrosis of knee joints** WU Hai-xiao, Karen A. Egiazaryan, Andrei P. Ratyev, Guram D. Lazishvili, Ximena A. Sanchez Sanchez, and ZHANG Chao\*. \*Department of Bone and Soft Tissue Tumors, Tianjin Medical University Cancer Institute and Hospital, Tianjin 300060, China

**ABSTRACT** Knee arthrofibrosis is a common complication after surgery, which is one of the key factors affecting the surgical outcome. It often causes the decrease of joint activity, chronic arthralgia, degeneration of cartilage tissues and joint disuse change, which seriously affects the daily life of the patients. How to reduce the occurrence of knee arthrofibrosis is the key to improve the expected effect of surgery, which is also an important problem to solve in clinical medicine; with our team's previous and recent research, we found that the degree of knee arthrofibrosis is closely related to the range of the surgical. The use of minimally invasive and arthroscopic treatment can reduce the damage to synovial, cartilage and fat pad tissue, at the same time, combining with early postoperative rehabilitation training is the future effective prevention of postoperative arthrofibrosis of knee.

**KEYWORDS** Knee arthrofibrosis; Vascular endothelial growth factor; Surgical procedures, operative

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2018, 31(6):587-590 www.zggszz.com

关节纤维化一直以来是关节外科领域的难点和热点问题。因手术后膝关节纤维化导致的关节活动范围受限、慢性疼痛以及关节僵直等术后并发症严重降低了患者的生存质量, 引起了国内外学者的广泛关注<sup>[1]</sup>。随着外科技术的迅猛发展, 膝关节疾病的诊疗技术有了长足的进步, 但术后膝关节纤维化的发病率却仍未降低, 在全膝关节置换术后可高达 3%~10%<sup>[2]</sup>。通过对膝关节解剖环境的分析发现, 软骨、滑膜和脂肪垫组织的损伤是术后膝关节纤维化发病的解剖学基础<sup>[3]</sup>。结合笔者团队的临床经验和前期研究表明, 术后膝关节纤维化的发生与手术操作范围密切相关, 因此本文将重点探讨膝关节手术范围与术后膝关节纤维化的关系, 并围绕该主题做系统综述。

## 1 膝关节解剖与手术范围

根据膝关节的解剖环境, 将手术范围界定为前室、中室和后室。其中前室为髌前皮肤至股、胫骨髌前缘, 包括关节囊前部、股四头肌扩张部、髌骨以及髌下囊等; 中室为股、胫骨髌前后缘之间的区域, 包括膝关节软骨、前后交叉韧带以及半月板等软组织; 后室为腘窝, 包括关节后囊和腘绳肌等软组织。

### 1.1 膝关节前室手术

关节前室中以髌骨骨折、髌腱撕裂、滑膜炎和髌下脂肪垫挤压综合征(Hoffa 病)等较常见。其中髌骨骨折的发病率最高, 接近全身骨折的 1%<sup>[4]</sup>, 而粉碎性髌骨骨折重建术占据髌骨手术总量的 55%<sup>[5]</sup>。Haklar 等<sup>[6]</sup>在髌骨骨折内固定物取出术时通过关节镜检发现, 有 73.3% 的患者因关节面不平整或软骨缺损引起了术后膝关节纤维化。既往研究提示关节面的损伤极易诱发关节疼痛, 因此患者往往拒绝术后早期康复训练, 从而导致术后膝关节纤维化、股四

通讯作者: 张超 E-mail: drzhangchao@tmu.edu.cn

Corresponding author: ZHANG Chao E-mail: drzhangchao@tmu.edu.cn

头肌萎缩以及创伤性关节炎等的发生。

有学者研究表明滑膜组织的损伤与术后膝关节纤维化的发生有一定关联<sup>[7]</sup>。前室内容物损伤时常引起关节腔积血,而血肿的机化诱发了滑膜组织间的粘连,进而造成了关节囊的短缩,降低了关节活动度。滑膜组织在受到血肿刺激时,滑膜 A 细胞在吞噬异物的同时释放白细胞介素-1、6,转化生长因子- $\beta$  等细胞因子,进而诱发炎症反应;滑膜 B 细胞分泌大量基质金属蛋白酶以及低浓度和低分子量的透明质酸等活性物质,造成软骨侵蚀的同时诱发滑膜组织间的粘连<sup>[4-5]</sup>。有学者报道滑膜表面的绒毛组织在损伤 2 周时即可发生粘连,滑膜总面积减少而滑膜下层长度无明显变化,进一步证实了损伤滑膜组织可诱发术后膝关节纤维化<sup>[6]</sup>。

膝关节前室内存在多个脂肪垫组织,以 Hoffa 脂肪垫特点较为突出。该脂肪垫可作为关节运动中重要的机械减震器,还可以对髌骨和髌腱的运动轨迹起到一定的引导作用<sup>[8]</sup>。长期关节运动不协调、外伤或术中损伤均可引发脂肪垫的充血水肿,进而嵌夹于髌股、胫股关节面之间,造成关节软骨软化、无菌性炎症、粘连纤维化,最终造成髌腱短缩、髌骨下移和股四头肌萎缩,导致伸膝无力<sup>[9]</sup>。

目前膝关节镜为治疗 Hoffa 病的主要外科方式<sup>[10]</sup>。但对于术中次或全切除脂肪垫组织还存在争议,有学者指出脂肪垫全切后其残腔将被纤维组织填充,易造成髌骨下移、膝前疼痛和关节运动障碍,进而加速膝关节纤维化的进程<sup>[11-12]</sup>。而脂肪垫部分切除则易引起剩余脂肪垫组织充血、水肿而发生粘连,甚至诱发骨软骨瘤影响关节功能<sup>[13]</sup>。

因此,在膝关节前室手术中,平整的关节面保留、完全彻底地关节腔冲洗及减少对滑膜、脂肪垫组织的激惹都是预防术后膝关节纤维化形成的有效措施。

## 1.2 膝关节中室手术

膝关节中室内常见的损伤为股骨髁和胫骨平台骨折、前后交叉韧带撕裂以及半月板撕裂等。上述损伤极易引起关节腔积血、软组织肿胀,术后常需早期制动,因此关节内纤维化的发生率较高。经研究发现,胫骨平台骨折术后膝关节纤维化的发病率为 14.5%<sup>[14]</sup>,而交叉韧带术后可达到 4%~35%<sup>[15]</sup>。

既往流行病学研究提示,胫骨平台骨折在关节损伤中较为常见,约占全身骨折的 1.66%<sup>[16]</sup>。由于胫骨平台骨折多为关节内骨折,临床上解剖复位和坚强固定的难度都较大,术后常因关节面不平整而继发创伤性关节炎、关节不稳及关节纤维化等。目前,随着患者对手术要求的提高,对膝关节中室内的损伤,常规切开复位内固定术已不再能完全满足临床

要求,治疗的目的也不只是解剖复位和恢复下肢力线,更为重要的是尽早地改善膝关节功能,以及降低术后并发症的风险。因此,选择合适的手术方式有十分重要的意义。

据常恒瑞等<sup>[17]</sup>报道,利用双反牵引微创结合关节镜治疗 Schatzker I-VI 型胫骨平台骨折可极大降低对滑膜和脂肪垫组织的损伤。有研究针对该方式治疗胫骨平台骨折进行深入探索,相较传统切开复位内固定术,前者在关节活动度、疼痛分数和 Rasmussen 膝关节评分方面较后者有明显优势<sup>[18]</sup>。同时, Doria 等<sup>[19]</sup>报道,利用球囊扩张胫骨成形术治疗胫骨平台骨折时有显著疗效,同时该方法为微创术式,值得在临床上进一步推广。

既往研究表明,在交叉韧带重建术中,韧带的来源和股、胫骨重建定位点是引起关节纤维化的 2 个重要因素,由关节纤维化造成的下肢功能障碍比原有韧带损伤所致的关节不稳更为严重<sup>[15]</sup>。

在交叉韧带重建术中股、胫骨重建定位点位置不当可引起韧带与髁间窝的摩擦,导致髁间窝骨赘形成、慢性软骨损伤、韧带磨损进而造成关节不稳和股四头肌萎缩,从而严重影响膝关节功能。在此情况下患者常因关节肿胀、疼痛而拒绝做术后早期康复训练,最终引发关节纤维化<sup>[15]</sup>。

## 1.3 膝关节后室手术

腘窝囊肿(Baker 囊肿)是临床上膝关节后部疼痛的主要原因之一<sup>[20]</sup>。据流行病学调查发现,腘窝囊肿的发病率可达 5%~38%,其中 85%腘窝囊肿与膝关节软骨损伤有关,70%与内侧半月板损伤有关,尤其是内侧半月板后角的损伤<sup>[21]</sup>。近年来随着膝关节置换术的广泛开展,术后假体磨损脱落的碎屑引起的腘窝囊肿也逐渐被学者们报道<sup>[20]</sup>。

经研究发现,腘窝囊肿可引起关节囊后部组织粘连,造成伸膝功能障碍,从而引起关节纤维化<sup>[22-23]</sup>。严重腘窝囊肿的传统治疗方案主要为膝关节后入路手术切除病理组织,而囊肿切除不完全常导致术后复发,极易引起术后膝关节纤维化<sup>[24]</sup>。近年来利用膝关节镜技术治疗腘窝囊肿已广泛应用,但 Hommel 等<sup>[25]</sup>报道利用膝关节镜治疗全膝关节置换术后腘窝囊肿,随访 1 年后仍有 85%的患者囊肿复发和(或)发生膝关节纤维化。通过精准治疗关节腔内疾病,改变腘窝与关节腔间的单向流动机制,可有效防止腘窝囊内液体的聚集,改善膝关节活动度,降低术后膝关节纤维化的发生率<sup>[26]</sup>。

## 2 术后膝关节纤维化的发病机制

有学者将术后膝关节纤维化按病理表现分为:(1)关节源性,主要为软骨、滑膜和脂肪垫等关节内

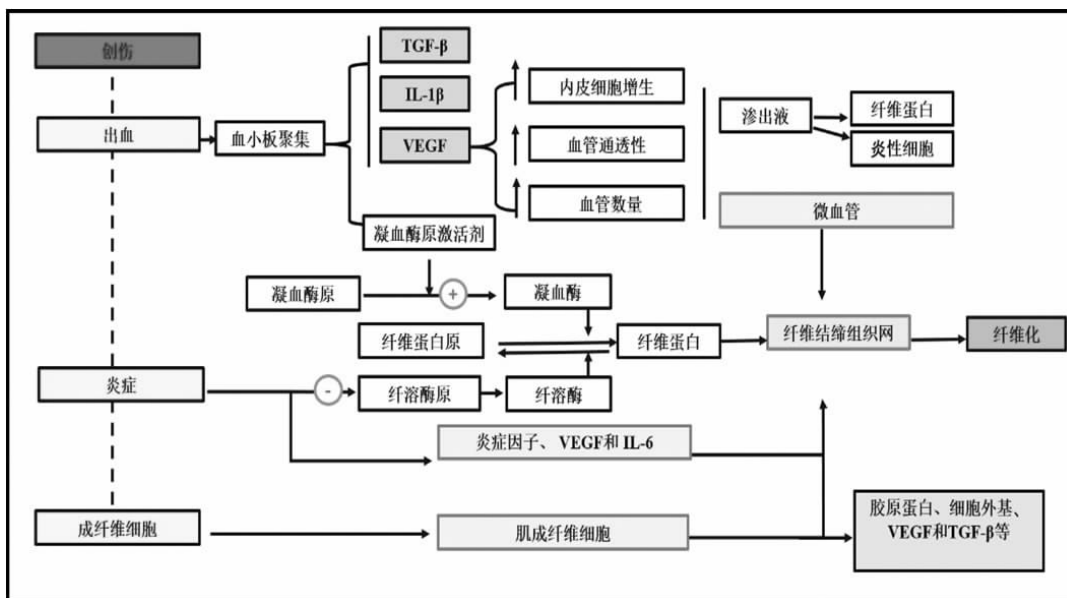


图 1 膝关节纤维化形成及调控机制

Fig.1 Formation and regulation mechanism of knee arthrofibrosis

组织之间的粘连纤维化,为术后早期表现。(2)肌肉源性,为关节周围肌肉的废用性病变引起相互之间粘连,为术后晚期表现<sup>[27]</sup>。

其中关节源性的病理机制至今仍不十分明确,可由多因素导致:(1)软组织损伤出血引起的血小板、纤维蛋白的聚集和炎性细胞的渗出,为纤维化形成提供损伤环境基础。(2)血小板分解释放出的多种活性物质相互作用,促进了临时纤维蛋白网的形成,为纤维化形成提供结构基础。(3)成纤维细胞大量分泌、合成胶原蛋白等细胞外基质,为纤维化形成提供材料物质基础。(4)微血管、炎性细胞、肌成纤维细胞和临时纤维蛋白网构成纤维结缔组织网,而后发展为肉芽组织,为纤维化形成的初步形态。随着关节腔内粘连的形成,关节活动度逐步降低并伴慢性关节疼痛,关节周围肌肉组织进一步萎缩,继而出现韧带短缩和屈伸装置的废用性病变,最终形成了关节外纤维化<sup>[28]</sup>(见图 1)。

### 3 术后膝关节纤维化的预防

结合笔者团队的临床经验,分析膝关节纤维化的发病机制可以发现术后隐性出血、炎症和成纤维细胞增殖为纤维化进程的主要因素;而从膝关节解剖环境分析发现软骨、滑膜和脂肪垫组织是术后膝关节纤维化进程中主要因素的关键作用点。

因此,膝关节三室手术中应尽量减少对上述组织的损伤。宜采用微创术式,术中止血彻底,应减少电凝使用,同时要注意反复冲洗关节腔避免异物残留等。若术中不可避免对上述组织造成损伤,应注意尽量减少损伤范围,同时应用关节腔内防粘连药物。

此外,术前或术后早期无痛康复训练也是预防术后膝关节纤维化发生的有效手段<sup>[29-30]</sup>。

### 4 展望

近年来,微创和关节镜的方法在临床上得到了广泛应用,在有效减少滑膜、脂肪垫等软组织损伤的同时减少了出血和炎症反应,这在一定程度上可以预防术后膝关节纤维化形成。未来,随着纤维化靶向治疗、纳米载体以及干细胞移植研究的深入,临床会出现更多的术后纤维化防治策略<sup>[31]</sup>。

#### 参考文献

- [1] Bieger R, Kappe T, Fraitzl CR, et al. The aetiology of total knee arthroplasty failure influences the improvement in knee function [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2013, 133(2): 237-241.
- [2] Gonzalez Della Valle A, Leali A, Haas S. Etiology and surgical interventions for stiff total knee replacements [J]. HSS J, 2007, 3(2): 182-189.
- [3] 柳伟, 杨兆宏, 邱哈, 等. 综合疗法治疗膝关节粘连僵硬 40 例疗效观察 [J]. 中国骨伤, 2004, 17(12): 745-746. LIU W, YANG ZH, QIU H, et al. Observation on the therapeutic effects of comprehensive therapies of adhesive stiffness of knee joint in 40 patients [J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2004, 17(12): 745-746. Chinese.
- [4] Melvin JS, Mehta S. Patellar fractures in adults [J]. J Am Acad Orthop Surg, 2011, 19(4): 198-207.
- [5] Schuett DJ, Hake ME, Mauffrey C, et al. Current treatment strategies for patella fractures [J]. Orthopedics, 2015, 38(6): 377-384.
- [6] Haklar U, Kocaoglu B, Gereli A, et al. Arthroscopic inspection after the surgical treatment of patella fractures [J]. Int Orthop, 2009, 33(3): 665-670.
- [7] Ando A, Hagiwara Y, Onoda Y, et al. Distribution of type A and B synoviocytes in the adhesive and shortened synovial membrane during immobilization of the knee joint in rats [J]. Tohoku J Exp

- Med, 2010, 221(2): 161-168.
- [8] Draghi F, Ferrozzi G, Urciuoli L, et al. Hoffa's fat pad abnormalities, knee pain and magnetic resonance imaging in daily practice [J]. *Insights Imaging*, 2016, 7(3): 373-383.
- [9] Lapegue F, Sans N, Brun C, et al. Imaging of traumatic injury and impingement of anterior knee fat [J]. *Diagn Interv Imaging*, 2016, 97(7-8): 789-807.
- [10] Mechchat A, Abid H, Nassreddine H, et al. Hoffa's fat pad tumours like: results of the arthroscopic resection [J]. *Pan Afr Med J*, 2015, 20: 187.
- [11] Gwyn R, Kotwal RS, Holt MD, et al. Complete excision of the infrapatellar fat pad is associated with patellar tendon shortening after primary total knee arthroplasty [J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2016, 26(5): 545-549.
- [12] White L, Holyoak R, Sant J, et al. The effect of infrapatellar fat pad resection on outcomes post-total knee arthroplasty: a systematic review [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2016, 136(5): 701-708.
- [13] Larbi A, Cyteval C, Hamoui M, et al. Hoffa's disease: a report on 5 cases [J]. *Diagn Interv Imaging*, 2014, 95(11): 1079-1084.
- [14] Haller JM, Holt DC, McFadden ML, et al. Arthrofibrosis of the knee following a fracture of the tibial plateau [J]. *Bone Joint J*, 2015, 97B(1): 109-114.
- [15] Eckenrode BJ, Sennett BJ. Arthrofibrosis of the knee following anterior cruciate ligament reconstruction [J]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2011, 41(1): 32.
- [16] Chen W, Zhang T, Wang J, et al. Minimally invasive treatment of displaced femoral shaft fractures with a rapid retractor and intramedullary nail fixation [J]. *Int Orthop*, 2016, 40(1): 167-172.
- [17] 常恒瑞, 侯志勇, 张英泽, 等. 顺势牵引微创治疗胫骨平台骨折 [J]. *中华关节外科杂志*, 2017, 11(1): 24-28.  
CHANG HR, HOU ZY, ZHANG YZ, et al. Minimally invasive treatment of tibial plateau fracture with homeopathic traction [J]. *Zhonghua Guan Jie Wai Ke Za Zhi*, 2017, 11(1): 24-28. Chinese.
- [18] 唐鹏, 郭书权, 刘剑, 等. 双反牵引闭合复位微创治疗 Schatzker II-III 型胫骨平台骨折的临床效果 [J]. *临床与病理杂志*, 2016, 36(9): 1322-1326.  
TANG P, GUO SQ, LIU J, et al. Clinical effect of double reduction and closed reduction in the treatment of tibial plateau fracture of Schatzker type II to III [J]. *Lin Chuang Yu Bing Li Za Zhi*, 2016, 36(9): 1322-1326. Chinese.
- [19] Doria C, Balsano M, Spiga M, et al. Tibioplasty, a new technique in the management of tibial plateau fracture: a multicentric experience review [J]. *J Orthop*, 2017, 14(1): 176-181.
- [20] 王亮, 夏炳江, 阮威明. 关节镜前后路联合手术囊外切除腘窝囊肿 [J]. *中国骨伤*, 2014, 27(8): 635-637.  
WANG L, XIA BJ, RUAN WM. Arthroscopic surgery of extracapsular resection of anterior and posterior popliteal cyst [J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2014, 27(8): 635-637. Chinese.
- [21] Hofmann-Gonzalez F, Hernandez-Diaz C, Solano-Avila C, et al. Giant Baker's cyst treated with intralesional methotrexate [J]. *Cir Cir*, 2013, 81(1): 64-68.
- [22] Liebensteiner MC, Thaler M, Putzer D, et al. Arthroscopic procedure for Baker's cysts: surgical technique. Video article [J]. *Orthopade*, 2015, 44(10): 803-805.
- [23] 吴李闯, 周海波, 张超, 等. 关节镜下半膜肌腓肠肌囊通道扩大内引流囊壁剥除术治疗腘窝囊肿 [J]. *中国骨伤*, 2017, 30(4): 304-308.  
WU LC, ZHOU HB, ZHANG C, et al. Arthroscopic semimembranosus bursa of gastrocnemius to expand internal drainage channel wall decortication treatment of popliteal cyst [J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2017, 30(4): 304-308. Chinese with abstract in English.
- [24] Herman AM, Marzo JM. Popliteal cysts: a current review [J]. *Orthopedics*, 2014, 37(8): 678-684.
- [25] Hommel H, Perka C, Kopf S. The fate of Baker's cyst after total knee arthroplasty [J]. *Bone Joint J*, 2016, 98(9): 1185-1188.
- [26] Zhou XN, Li B, Wang JS, et al. Surgical treatment of popliteal cyst: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Orthop Surg Res*, 2016, 11: 22.
- [27] Su EP, Su SL, Della Valle AG. Stiffness after TKR: how to avoid repeat surgery [J]. *Orthopedics*, 2010, 33(9): 658.
- [28] Mercer PF, Chambers RC. Coagulation and coagulation signalling in fibrosis [J]. *Biochim Biophys Acta*, 2013, 1832(7): 1018-1027.
- [29] 邵海燕, 赛小珍, 刘勤朴, 等. 118 例小切口膝关节粘连松解术后的康复训练 [J]. *中国骨伤*, 2007, 20(10): 714-715.  
SHAO HY, SAI XZ, LIU QP, et al. Rehabilitation training of 118 cases of small incision knee joint adhesion lysis [J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2007, 20(10): 714-715. Chinese with abstract in English.
- [30] 钱苏林, 程伶俐, 刘仕良, 等. 股骨干骨折术后合并膝关节粘连 [J]. *中国骨伤*, 2001, 14(6): 357-357.  
QIAN SL, CHENG LL, LIU SL, et al. Adhesion of knee joint after operation of femoral shaft fracture [J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2001, 14(6): 357-357. Chinese.
- [31] Wu H, Germanov AV, Goryaeva GL, et al. The topical application of rosuvastatin in preventing knee intra-articular adhesion in rats [J]. *Med Sci Monit*, 2016, 22: 1403-1409.

(收稿日期: 2017-11-04 本文编辑: 连智华)