

功能支具对前交叉韧带重建术后膝关节软骨退变和临床预后的影响:基于定量磁共振影像评价的研究

李云霞^{1,3} 陈天午¹ 陈世益¹ 陶虹月² 刘畅¹ 林资范¹ 姚伟¹ 徐卫东^{3,4}

摘要

目的:探究前交叉韧带重建(anterior cruciate ligament reconstruction, ACLR)后使用功能支具(function brace, FB)是否改善术后2年软骨退变,并系统评估其对关节症状、等速肌力、下肢功能等临床预后的影响。

方法:华山医院运动医学科2014年1月—2015年1月ACLR病例按纳入标准和排除标准进行筛选。主观评价包括:Tegner活动评分、Marx活动评级量表、Lysholm膝关节评分量表、膝关节损伤与骨关节炎评分。客观评价包括:关节查体、等速肌力测试、磁共振扫描(MR)。膝关节MR扫描采用T2-mapping序列,定量分析在6个区域进行,分别为内侧胫骨、外侧胫骨、内侧股骨、外侧股骨、髌骨、股骨滑车。各区域再分为浅层、深层及全层作定量分析,测量T2值。

结果:研究纳入34例患者,26例(26/34, 76.5%)完成随访,其中24例(24/34, 70.6%)获客观评价。根据术后是否使用FB分为FB组和非FB组。FB组12例,平均佩戴12.6周,平均年龄 24.3 ± 5.3 岁,男/女为10/2,平均随访25.4个月;非FB组14例,平均年龄 26.6 ± 5.0 岁,男/女为11/3,平均随访24.1个月。FB组和非FB组的内侧股骨全层(fMF)T2值分别为 38.4 ± 6.4 和 46.7 ± 3.2 , $P=0.003$;内侧股骨浅层(sMF)T2值为 45.7 ± 9.2 和 56.5 ± 4.2 , $P=0.005$;内侧股骨深层(dMF)为 31.2 ± 6.7 和 37.1 ± 3.5 , $P=0.010$ 。其余各区域关节软骨T2值、等速肌力指标、关节查体,以及各项患者主观评分在两组间均未见显著差异。

结论:应用FB能够改善ACLR后膝关节MF软骨的早期退变,但并未对患者术后2年的关节症状、下肢力量、关节功能以及患者主观评分产生显著影响。

关键词 前交叉韧带;功能支具;磁共振成像;软骨退变

中图分类号:R87, R493 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-1242(2019)-08-0913-07

The influence of function brace on cartilage degeneration and clinical outcomes after anterior cruciate ligament reconstruction: a study based on magnetic resonance imaging quantitative evaluation/LI Yunxia, CHEN Tianwu, CHEN Shiyi, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2019, 34(8): 913—919

Abstract

Objective: To evaluate whether the application of function brace (FB) could alleviate cartilage degeneration and its influence on symptoms, muscle strength, knee function, and patients reported outcomes at 2 years after the anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR).

Method: The patients accepting ACLR between January 1st 2014 and January 1st 2015 were screened under inclusion and exclusion criteria. The subjective evaluation included: Tegner Activity Score, Marx Activity Rating Scale, Lysholm Knee Scoring Scale, Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS). The objective evaluation included: knee physical exam, isokinetic muscle strength, magnetic resonance (MR) scanning. The MR scanning was performed using the T2-mapping sequence in 6 regions, respectively the medial tibia (MT), lateral tibia (LT), medial femur (MF), lateral femur (LF), patella (Pa), trachlea (Tr). In each region, the quantitative

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2019.08.007

1 复旦大学附属华山医院运动医学科,上海,200020; 2 复旦大学附属华山医院影像科; 3 海军军医大学附属长海医院关节骨病外科;

4 通讯作者

作者简介:李云霞,女,副主任医师; 收稿日期:2019-05-28

assessment of T2 value was performed in the superficial(s) layer, deep layer(d), and full(f) layer, respectively. The P value less than 0.05 was considered as statistically significant.

Result: A total of 34 patients were included and 26 patients accepted follow up. The patients were grouped based on using the FB or not after ACLR: the FB group and the non-FB group. The FB group included 12 patients with the 12.6 weeks of mean wearing time, the 24.3±5.3-years-old of mean age, the 10/2 of male/female and the 25.4 months of mean follow up period. The non-FB group included 14 patients with the 26.6±5.0-years-old of mean age, the 11/3 of male/female, the 24.1 months of mean follow up period. The T2 value of the fFM was respectively 38.4±6.4 and 46.7±3.2, $P=0.003$; the sMF was 45.7±9.2 and 56.5±4.2, $P=0.005$; the dMF was 31.2±6.7 and 37.1±3.5, $P=0.010$ in the FB group and non-FB group. The T2 value of other regions, the isokinetic muscle strength, the knee physical exam, and subjective evaluation outcomes were not statistically significant difference between the 2 groups.

Conclusion: The using of the FB might alleviate the MF cartilage degeneration after ACLR, but not affect the symptoms, muscle strength, knee function, and patients reported outcomes at 2 years follow-up.

Author's address Huashan Hospital, Fudan University, Shanghai, 200040

Key word anterior cruciate ligament reconstruction; function brace; magnetic resonance imaging; cartilage degeneration

前交叉韧带重建(anterior cruciate ligament reconstruction, ACLR)是目前治疗运动人群前交叉韧带损伤的标准方式^[1-2]。ACLR能够有效恢复关节稳定性。理想情况下,患者经过严格术后康复可以恢复至伤前运动水平^[3-4]。尽管ACLR手术临床疗效令人满意,但大量临床研究表明,约50%患者在术后远期随访中出现关节软骨退变,影像学检查可见关节间隙狭窄、骨赘形成等骨关节炎征象^[5]。在部分患者中,影像学证实的软骨退变可伴随关节肿胀、疼痛等症状,限制体育活动、影响生活质量^[6]。

理论上,ACLR术后应用功能支具(function brace, FB)可改善关节应力并对关节软骨具有保护作用^[7-12]。临床上,大多数医生选择在ACLR术后嘱患者佩戴FB。美国骨科运动医学学会在2001年的一项调查显示超过60%的外科医生选择在ACLR术后让患者佩戴FB^[13]。然而,近年来大量临床随访研究的证据表明患者并未通过FB在ACLR术后的康复进程中获益,部分研究结果甚至显示术后佩戴FB可产生肌肉萎缩等负面影响。目前,是否应在ACLR术后常规使用FB存在很大争议。

磁共振(magnetic resonance, MR)技术是评价关节软骨形态和病理改变的有效手段。相较于传统扫描序列, T2-mapping序列能定量分析软骨基质含水量及胶原纤维的完整性和走向性^[14], 近期被广泛用于评价关节软骨的病理改变, 获得了理想的效

果^[15-16]。此前ACLR后应用FB的临床研究中, 研究者们均聚焦于症状恢复、肌力恢复, 以及关节功能等内容, 尚无人对关节软骨退变作定量评估。

本研究目的探究ACLR后使用FB对软骨退变的影响, 并对相关的关节症状、肌力恢复、下肢功能恢复情况进行评估。

1 资料与方法

1.1 一般资料

华山医院运动医学科2014年1月—2015年1月收治的ACL损伤患者按纳入标准和排除标准进行筛选。纳入标准: ①镜下确认ACL断裂; ②接受ACLR; ③移植物为自体腘绳肌腱。排除标准: ①合并需手术的其他韧带损伤; ②<18岁或>40岁; ③既往膝关节手术史; ④翻修病例; ⑤合并软骨损伤; ⑥合并半月板损伤; ⑦孕妇; ⑧拒绝参加研究。根据患者术后是否使用FB将纳入病例分为FB组和非FB组。

1.2 手术技术

取同侧半腱肌肌腱和股薄肌肌腱作自体移植物, 制作四股移植物。胫骨隧道采用常规ACL胫骨定位方法, 股骨隧道经前内侧入路建立。胫骨端挤压螺钉(Biointrafix, Mitek)固定; 股骨端悬吊钢板(Endobutton, Smith & Nephew)固定。

1.3 术后康复与支具佩戴

所有患者接受早期康复, 积极恢复膝关节周围

肌肉力量,控制肿胀,恢复关节活动度,强调伸膝训练。术后2周内进行股四头肌等长收缩训练、直腿抬高训练、踝泵以及足跟滑动练习。患者根据自身耐受情况患肢部分负重。术后2—6周,继续恢复关节活动度,控制症状,开始本体感觉练习,恢复正常步态。术后6—14周,强化本体感觉、增强大腿肌肉力量、开展下肢灵活性训练,争取恢复正常关节活动度,使患者能够在无痛情况下完成上下楼梯。术后14周以后,可以逐步进行开链训练,强化肌肉力量和耐力,继续完善神经肌肉训练。医生根据关节症状、下肢功能决定患者何时重返运动。康复进展顺利下,术后16周可开展轻度体育活动,如慢跑、竞技体育活动一般不早于术后8个月。术后支具采用铰链式膝关节功能支具(清凉型TROM™, 11-911X, DJO, US),见图1。术前康复宣教时告知患者佩戴注意事项。手术后当天进行支具佩戴。支具具体佩戴时间根据患者恢复情况进行调整。

1.4 评价手段

评价内容包括患者主观评价、关节查体、等速肌力测试以及MR扫描。

患者主观评价在术后24个月完成,具体内容包括四份主观问卷:Tegner运动评分(Tegner Activity Score, TAS)^[17]、马克思活动评级量表(Marx Activity Rating Scale, MARS)^[18]、Lysholm膝关节评分量表(Lysholm Knee Scoring Scale, LKSS)^[19]、膝关节损伤与骨关节炎结果评分(Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score, KOOS)^[20]。

膝关节查体在术后24个月完成,检查时间窗为4周。体检由一名高年资骨科运动医学医生完成,

采用2000国际膝关节文献委员会(International Knee Documentation Committee, IKDC)标准。膝关节稳定性检查依次采用Lachman试验、前抽屉试验、轴移试验。胫骨前方位移以KT-1000关节动度仪(MEDmetric Corp)评价,测量得两侧位移量,计算患侧与健侧的差值。

等速肌力测试在术后24个月完成,检查时间窗为4周。等速测试采用CON-TREX™ MJ等速测试机(Con-Trex Multi Joint; CMV AG, Dübendorf, Switzerland)进行。测试前告知患者等速测试的注意事项并完成热身运动和股四头肌牵拉练习。座椅的深度和束带固定根据受测试者人体尺寸进行调整。动力臂可调节支架护套固定于内踝近端5cm处。活动度调节至10°—90°。重力校正后采用“向心/向心”模式进行测试。所有患者给予3次尝试机会以助其熟悉测试任务。首先以角速度为60°进行一组等速测试,重复5次;再以角速度为180°进行另一组等速测试,重复10次。两组测试间给予5分钟休息时间。为保证测试者充分发力,测试时持续进行言辞鼓励。先测试健侧下肢再完成患侧下肢测试。分别记录60°和180°下伸膝/屈膝的等速峰值力矩(peak torque, PT),除以体重后得到标准化峰值力矩(standardized peak torque, SPT);计算60°和180°下伸膝/屈膝峰值力矩比值(H/Q);计算60°和180°下伸膝/屈膝峰值力矩的肢体对称性指数(limb symmetry index, LSI),即健侧/患侧。

MR扫描在术后24个月完成,检查时间窗为4周。术后2年采用磁共振仪(3.0T, MAGNETOM Verio, Siemens, Germany)对患者进行评价。告知患者检查前一周避免进行任何高强度体育活动或身体对抗性运动。所有受检者在检查前需休息60min。采用8通道相控阵膝关节线圈在40mT/m梯度强度下进行检查。T2-mapping序列下,在膝关节矢状位面上进行软骨的定量评价。具体参数如下:TR/TR=1523/13.8,阅读视野=160mm,视野相=100%,相分辨率=100%,层厚=3mm,层数=22,像素尺寸=0.4×0.4×3.0mm,矩阵=384×384,激发次数=1,激发脉冲翻转角=90°,带宽=228Hz/像素,扫描时间315s。扫描完成后,膝关节软骨分为6个区域进行定量评估,分别是:外侧股骨(lateral femur, LF)、外

图1 本研究所使用的功能支具(DJO, TROM Advance)



侧胫骨(lateral tibia, LT)、内侧股骨(medial femur, MF)、内侧胫骨(medial tibia, MT)、滑车(trochlea, Tr)、髌骨(patella, Pa),并基于内置软件将各区软骨分为浅(superficial, s)深两层(deep, d)做进一步定量评估。计算T2平均弛豫时间。反映T2值解剖分布的彩色地图由 NUMARIS/4 和 Syngp MR B17 (3.0T, MAGNETOM Verio, Siemens, Germany)制出。

1.5 统计学分析

连续性变量计算平均值和标准差以及数值范围;离散性变量计算中位数和百分比。对于连续性数据,是否符合正态分布采用 Kolmogorov-Smirnov 检验予以验证;方差齐性采用 Levene 检验予以验证;独立样本的 *t* 检验用于两组数据比较。对于离散性变量,两组比较采用 Mann-Whitney 检验。 χ^2 检验和 Fisher 精确检验比较组间分类变量。

2 结果

2.1 病例基本资料

研究纳入 34 例对象,26 例对象获得随访,随访率为 76.5%(26/34)。随访对象中男性 21 例,女性 5 例,平均年龄 25.6 ± 5.2 岁,平均随访时间 24.7 ± 2.8 个月,平均受伤至手术时间为 19.4 ± 34.0 周。12 例患者术后佩戴 FB,纳入 FB 组,平均佩戴时间为 12.6 ± 2.7 周。14 例患者术后未佩戴 FB,纳入非 FB 组。两组患者在年龄、性别、受伤至手术时间、随访时间、BMI 均无统计学差异。更多人口统计学资料见表 1。

2.2 主观评价结果

术后 2 年,共 26 例患者完成主观问卷评价,其中支具组为 12 例,非支具组为 14 例。两组患者在 KOOS、LKSS、MARS、TAS 上均无显著差异,见表 2。

2.3 客观评价结果

客观评价完成 24 例,其中支具组为 10 例,非支具组为 14 例。两组患者在关节积液、关节活动度、关节稳定性、标准化伸膝峰值力矩、伸膝峰值力矩的肢体对称指数、屈膝/伸膝峰值力矩比均无显著统计差异。支具组内侧股骨 T2 值在浅层、深层、全层均显著低于非支具组,内侧胫骨、外侧胫骨、外侧股骨处无显著差异。见表 3—5,图 2。

表 1 支具组与非支具组的人口统计学资料 ($\bar{x} \pm s$)

	FB 组	非 FB 组	P 值
例数	12	14	
性别,男/女(例)	10/2	11/3	0.759
年龄(岁)	24.3 ± 5.3	26.6 ± 5.0	0.263
BMI	24.3 ± 1.7	23.4 ± 2.6	0.322
受伤-手术时间(周)	16.8 ± 28.4	21.6 ± 39.2	0.727
随访时间(月)	25.4 ± 3.5	24.1 ± 1.9	0.246
佩戴时间(周)	12.6 ± 2.7		

表 2 支具组与非支具组的主观评价结果 ($\bar{x} \pm s$, 分)

主观评价	支具组	非支具组	P 值
KOOS-疼痛	94.4 ± 5.8	92.3 ± 7.4	0.479
KOOS-症状	92.6 ± 7.1	91.6 ± 5.9	0.451
KOOS-日常生活能力	97.8 ± 3.0	98.0 ± 3.0	0.604
KOOS-运动娱乐功能	84.2 ± 11.0	85.7 ± 7.0	0.875
KOOS-膝关节相关生活质量	79.5 ± 9.5	79.0 ± 15.4	0.677
TAS	6.1 ± 0.7	5.1 ± 1.4	0.077
MARS	11.5 ± 2.2	10.1 ± 3.6	0.318
LKSS	93.3 ± 6.0	91.4 ± 7.0	0.394

表 3 支具组与非支具组的等速肌力评价结果 ($\bar{x} \pm s$)

	支具组	非支具组	P 值
ESPT-60	2.42 ± 0.44	2.41 ± 0.38	0.946
ESPT-180	1.53 ± 0.20	1.45 ± 0.19	0.356
ELSI-60	0.82 ± 0.21	0.87 ± 0.13	0.455
ELSI-180	0.85 ± 0.16	0.89 ± 0.14	0.514
H/Q-60	52.2 ± 10.64	60.21 ± 11.95	0.105
H/Q-180	61.8 ± 12.01	69.86 ± 11.57	0.112

ESPT-60:60° 标准化伸膝峰值力矩, ESPT-180: 180° 标准化伸膝峰值力矩, ELSI-60: 60° 伸膝峰值力矩的肢体对称指数, ELSI-180: 180° 伸膝峰值力矩的肢体对称指数, H/Q-60: 60° 屈膝/伸膝峰值力矩比, H/Q-180: 180° 屈膝/伸膝峰值力矩比。

表 4 支具组与非支具组的关节查体检查结果

关节查体*	支具组	非支具组	P 值
关节积液			0.459
A/B/C/D	9/1/0/0	11/3/0/0	
伸膝受限			0.999
A/B/C/D	10/0/0/0	14/0/0/0	
屈膝受限			0.932
A/B/C/D	8/2/0/0	11/3/0/0	
Lachman 试验			0.932
A/B/C/D	8/2/0/0	11/3/0/0	
前抽屉试验			0.711
A/B/C/D	8/2/0/0	12/2/0/0	
轴移试验			0.803
A/B/C/D	9/1/0/0	13/1/0/0	
总体评价			0.633
A/B/C/D	8/2/0/0	10/4/0/0	
胫骨前向位移侧侧差(mm)	1.40 ± 1.27	1.36 ± 1.22	0.934

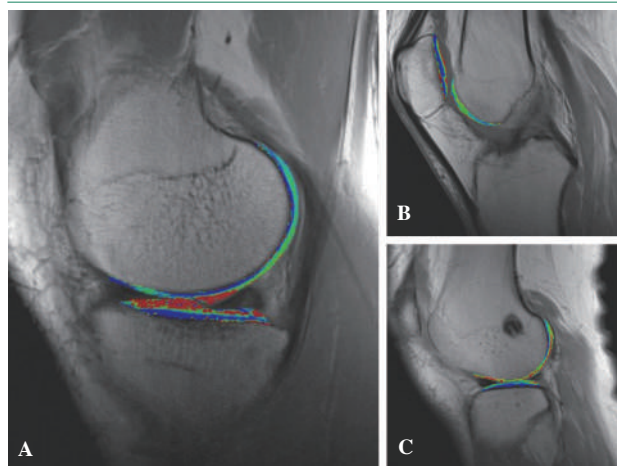
*按照 2000IKDC 标准进行

表5 支具组与非支具组的关节软骨T2值评价结果

	支具组	非支具组	P值
fMF	38.4±6.4	46.7±3.2	0.003
sMF	45.7±9.2	56.5±4.2	0.005
dMF	31.2±6.7	37.1±3.5	0.010
fLF	37.7±5.3	39.4±5.1	0.454
sLF	41.9±7.1	43.3±8.8	0.689
dLF	33.3±6.1	35.5±6.3	0.400
fMT	33.3±6.2	32.8±6.6	0.854
sMT	40.4±8.5	38.9±10.9	0.713
dMT	26.0±5.9	26.6±6.0	0.801
fLT	34.0±3.8	34.1±7.4	0.965
sLT	38.9±6.2	41.5±11.9	0.539
dLT	29.6±6.5	26.6±4.7	0.209
Pa	43.6±11.3	46.8±4.5	0.411
Tr	46.7±7.3	49.1±7.3	0.437

fMF:内侧股骨全层, sMF:内侧股骨浅层, dMF:内侧股骨深层, fLF:外侧股骨全层, sLF:外侧股骨浅层, dLF:外侧股骨深层, fMT:内侧胫骨全层, sMT:内侧胫骨浅层, dMT:内侧胫骨深层, fLT:外侧胫骨全层, sLT:外侧胫骨浅层, dLT:外侧胫骨深层, Pa:髌骨软骨, Tr:股骨滑车软骨

图2 ACLR重建术后2年关节软骨T2-mapping



A:内侧胫股关节;B髌股关节;C.外侧胫股关节

3 讨论

3.1 应用功能支具的实验室依据

关节软骨退变与过度机械负荷和反复异常应力密切相关^[21-23]。通过实验室研究,人们发现 ACLR 术后应用 FB 对膝关节有保护作用。运动学和动力学实验中, Ewing KA 等^[8]证实应用 FB 可有效降低受试者跳跃时的 ACL 损伤风险; Giotis D 等^[9]发现 ACLR 术后应用 FB 能够有效限制高负荷运动下的胫骨旋转,对术后残留不稳有潜在应用价值; Tomescu S 等^[12]则证实 ACL 损伤后应用 FB 能够降低半月板应力并对移植物起保护作用; LaPrade RF 等^[11]证明动力型 FB 可于胫骨近端施加后方应力,有利于

ACLR 术后康复。通过体外多感实验, Hacker SP 等^[10]推测应用 FB 或可降低对抗运动中来自关节侧方的冲击。借助力学实验, Beynnon BD 等^[7]证实 ACL 损伤后应用 FB 可改善胫股关节应力。因此, 仅从实验室研究的结果来开, ACLR 术后使用 FB 具有其合理性。

3.2 应用功能支具的临床报道

然而, 临床研究结果却让人们在 ACLR 术后使用是否应用 FB 持谨慎态度。Risberg MA 等^[24]曾做过一项随机对照实验, 对 ACLR 术后患者分别在术后 6 周、3 月、6 月、1 年、2 年进行系统评价, 包括关节稳定性、关节活动度、股四头肌围度、等速肌力、下肢跳跃能力。患者按照是否在术后使用 FB 分为两组, 其中术后使用 FB 患者平均佩戴支具 10 周。实验结果表明所有评价时间点上两组患者的关节稳定性、关节活动度、肌肉力量以及跳跃能力均无显著差异。另一项随机对照实验中, McDevitt ER 等^[25]对美国军事学院中接受 ACLR 的患者展开研究。为保证样本的同质性, 纳入对象均为需全年开展体育锻炼的学员, 研究同时排除慢性损伤病例。根据术后是否使用 FB 将纳入病例分为两组, 其中 FB 组患者术后 1 年内进行切步、跳跃、关节旋转等相关运动时均佩戴 FB。术后 2 年随访结果显示两组患者的关节稳定性、关节活动度、等速肌力、下肢功能测试以及各项主观评分均无显著差异。也有研究表明 ACLR 术后使用 FB 可引起不良作用。Nazem K 等^[26]随访了采用自体骨-髌腱-骨重建 ACL 的患者, 均于术后 1 月、3 月、6 月、12 月进行评价。研究者按 ACLR 术后是否使用 FB 将纳入病例分为两组, 其中 FB 组患者平均佩戴支具 6 周。结果显示虽然两组患者在关节活动度、股四头肌萎缩、以及术后并发症上无显著差异, 但使用 FB 患者重返运动后更多出现膝关节前方疼痛。研究者据此认为不应在 ACLR 术后常规使用 FB。本研究中, 使用支具病例术后平均佩戴 12.6 周, 两组患者术后 2 年随访的等速肌力、关节稳定性、关节活动度、关节疼痛、肿胀以及各项主观评分均无显著差异, 与 Risberg MA、McDevitt ER 等的研究结果类似。这表明 ACLR 术后使用 FB 并未有效改善患者术后 2 年的临床预后。

3.3 应用功能支具对软骨的影响

本研究中,纳入病例已排除半月板损伤、软骨损伤等与 ACLR 术后软骨退变显著相关的因素。同时两组患者在年龄、性别、BMI、受伤-手术时间上均无显著差异。对软骨退变的评价结果显示 MF 浅层、深层及全层软骨的 T2 值在未佩戴 FB 者中均显著高于佩戴 FB 者,这提示未佩戴 FB 者有更为显著的早期软骨退变。而 MT 软骨 T2 值在两组间未见显著差异。上述结果提示 ACLR 术后佩戴 FB 可以改善 MF 软骨退变,但并未对 MT 软骨退变产生影响。这一结果提示,ACLR 术后 MF 软骨退变可能与术后关节生物力学的改变有关。对于 FB 保护 MF 软骨的相关机制,尚有待进一步研究去探索。既往研究显示,膝关节外侧间隙软骨退变发生率低于内侧。本研究中,两组患者 T2 值在 LF 与 LT 中未见显著差异,这提示 FB 并未影响膝关节外侧间隙的软骨退变。本研究中,Pa 与 Tr 的 T2 值在两组间无显著差异,这提示 ACLR 术后应用 FB 未对髌股关节软骨退变产生显著影响。

3.4 应用功能支具对肌力恢复的影响

尽管等速肌力测试指标在两组患者间无显著差异,但 H/Q 在 FB 组中均明显低于非 FB 组。两组 ESPT 结果相似情况下,该结果提示 ACLR 术后使用 FB 可能不利于屈肌力量恢复。既往研究结果提示,H/Q 与测试方案、性别、自体移植物利用及术后康复有关^[27]。本研究中,两组患者均采用自体腘绳肌腱作为移植物;两组性别比例无显著差异;等速测试方案相同。因此,我们推测屈肌力量恢复不佳可能与术后康复有关。术后肌力训练可能因佩戴 FB 受到影响。从目前来看,该结果提示对于 ACLR 术后应用 FB 的患者,尤其是采用自体腘绳肌腱作移植物的群体而言应关注康复中屈肌的力量训练。曾有研究者认为 ACLR 术后应用 FB 对肌肉萎缩有潜在影响^[28],但究其具体原因目前仍有待进一步探究。

3.5 优势与不足

本研究首次利用磁共振 T2-mapping 定量分析技术研究 FB 对 ACLR 术后软骨退变的影响;首次通过临床研究证实 ACLR 术后应用 FB 对局部关节软骨具有保护作用。此前仅有 Risberg 等学者利用常规 MR 序列对相关软骨退变行定性评估;本次研究仅纳入单发 ACL 损伤病例,充分保证了样本同质

性。存在的局限性:①非随机对照设计;②患者佩戴 FB 时间根据其术后恢复情况决定,在 FB 的使用上存在个体差异;③仅于术后 2 年进行系统评价,缺乏纵向评估;④样本量相对较少,所得结果尚需更多观察比较。

4 结论

ACLR 后应用 FB 能够改善术后两年的膝关节 MF 软骨退变情况,但并未对患者症状、关节功能,以及日常生活质量产生显著影响。尚需更多临床证据来对 ACLR 术后是否应用 FB 做出判断。

参考文献

- [1] Schindler OS. The story of anterior cruciate ligament reconstruction——part 2[J]. J Perioper Pract, 2012,22(6):189—196.
- [2] Schindler OS. The story of anterior cruciate ligament reconstruction——Part 1[J]. J Perioper Pract,2012,22(5):163—171.
- [3] Anand BS, Feller JA, Richmond AK, et al. Return-to-sport outcomes after revision anterior cruciate ligament reconstruction surgery[J]. Am J Sports Med, 2016, 44(3): 580—584.
- [4] Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, et al. Return-to-sport outcomes at 2 to 7 years after anterior cruciate ligament reconstruction surgery[J]. Am J Sports Med, 2012, 40(1): 41—48.
- [5] Ajuied A, Wong F, Smith C, et al. Anterior cruciate ligament injury and radiologic progression of knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis[J]. Am J Sports Med, 2014, 42(9): 2242—2252.
- [6] Oiestad BE, Holm I, Engebretsen L, et al. The association between radiographic knee osteoarthritis and knee symptoms, function and quality of life 10-15 years after anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Br J Sports Med, 2011, 45(7): 583—588.
- [7] Beynnon BD, Fleming BC, Churchill DL, et al. The effect of anterior cruciate ligament deficiency and functional bracing on translation of the tibia relative to the femur during nonweightbearing and weightbearing[J]. Am J Sports Med, 2003, 31(1): 99—105.
- [8] Ewing KA, Begg RK, Galea MP, et al. Effects of prophylactic knee bracing on lower limb kinematics, kinetics, and energetics during double-leg drop landing at 2 heights[J]. Am J Sports Med, 2016, 44(7): 1753—1761.
- [9] Giotis D, Zampeli F, Pappas E, et al. Effects of knee bracing on tibial rotation during high loading activities in anterior cruciate ligament-reconstructed knees[J]. Arthroscopy, 2013, 29(10): 1644—1652.

- [10] Hacker SP, Schall F, Niemeyer F, et al. Do Prophylactic knee braces protect the knee against impacts or tibial moments? an in vitro multisensory study[J]. *Orthop J Sports Med*, 2018, 6(11): 2325967118805399.
- [11] LaPrade RF, Venderley MB, Dahl KD, et al. Functional brace in ACL surgery: force quantification in an in vivo study[J]. *Orthop J Sports Med*, 2017, 5(7): 2325967117714242.
- [12] Tomescu S, Bakker R, Wasserstein D, et al. Dynamically tensioned ACL functional knee braces reduce ACL and meniscal strain[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2018, 26(2): 526—533.
- [13] Delay BS, Smolinski RJ, Wind WM, et al. Current practices and opinions in ACL reconstruction and rehabilitation: results of a survey of the American Orthopaedic Society for Sports Medicine[J]. *Am J Knee Surg*, 2001, 14(2): 85—91.
- [14] Tao H, Qiao Y, Hu Y, et al. Quantitative T2-mapping and T2*-mapping evaluation of changes in cartilage matrix after acute anterior cruciate ligament rupture and the correlation between the results of both methods[J]. *Biomed Res Int*, 2018, 2018: 7985672.
- [15] Bittersohl B, Hosalkar HS, Hughes T, et al. Feasibility of T2* mapping for the evaluation of hip joint cartilage at 1.5T using a three-dimensional (3D), gradient-echo (GRE) sequence: a prospective study[J]. *Magn Reson Med*, 2009, 62(4): 896—901.
- [16] Marik W, Apprich S, Welsch GH, et al. Biochemical evaluation of articular cartilage in patients with osteochondrosis dissecans by means of quantitative T2- and T2*-mapping at 3T MRI: a feasibility study[J]. *Eur J Radiol*, 2012, 81(5): 923—927.
- [17] Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1985, 198: 43—49.
- [18] Marx RG, Stump TJ, Jones EC, et al. Development and evaluation of an activity rating scale for disorders of the knee[J]. *Am J Sports Med*, 2001, 29(2): 213—218.
- [19] Lysholm J, Gillquist J. Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale [J]. *Am J Sports Med*, 1982, 10(3): 150—154.
- [20] Xie F, Li SC, Roos EM, et al. Cross-cultural adaptation and validation of Singapore English and Chinese versions of the Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) in Asians with knee osteoarthritis in Singapore[J]. *Osteoarthritis Cartilage*, 2006, 14(11): 1098—1103.
- [21] Turley SM, Thambyah A, Riggs CM, et al. Microstructural changes in cartilage and bone related to repetitive overloading in an equine athlete model[J]. *J Anat*, 2014, 224(6): 647—658.
- [22] Sokoloff L. Microcracks in the calcified layer of articular cartilage[J]. *Arch Pathol Lab Med*, 1993, 117(2): 191—195.
- [23] Zioupos P, D. Currey J. The extent of microcracking and the morphology of microcracks in damaged bone. *Journal Of Materials Science[J]. Materials In Medicine*, 1994, 29: 978—986.
- [24] Risberg MA, Holm I, Steen H, et al. The effect of knee bracing after anterior cruciate ligament reconstruction. A prospective, randomized study with two years' follow-up[J]. *Am J Sports Med*, 1999, 27(1): 76—83.
- [25] McDevitt ER, Taylor DC, Miller MD, et al. Functional bracing after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized, multicenter study[J]. *Am J Sports Med*, 2004, 32(8): 1887—1892.
- [26] Nazem K, Mehrbod M, Borjian A, et al. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with or without Bracing[J]. *Iran J Med Sci*, 2006, 31(3): 151—155.
- [27] Undheim MB, Cosgrave C, King E, et al. Isokinetic muscle strength and readiness to return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction: is there an association? A systematic review and a protocol recommendation [J]. *Br J Sports Med*, 2015, 49(20): 1305—1310.
- [28] Lowe WR, Warth RJ, Davis EP, et al. Functional bracing after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2017, 25(3): 239—249.