

膝关节生理性后外侧旋转松弛对膝前交叉韧带重建术后效果的影响

朱涛^{1,2} 肖斌^{1,2△} 白登彦^{1,2} 袁治国^{1,2}

[摘要] 目的:研究膝关节生理性后外侧旋转松弛对膝关节前交叉韧带重建术后临床效果的影响。方法:对 113 例在 2010 年至 2016 年行膝关节前交叉韧带重建术的患者根据膝关节屈曲 90° 位时胫骨外旋的角度分成 3 组。组 1 为 $<40^\circ$, 组 2 为 $40^\circ \sim 50^\circ$, 组 3 为 $\geq 50^\circ$ 。韧带稳定性的评估分别由 Lachman 试验、轴移试验以及 KT-2000 arthrometer 试验评价。膝关节功能由 Lysholm 评分量表及国际膝关节功能委员会 (IKDC) 评分量表评分。临床效果由患者术前评分与术后 24 个月后评分结果比较评价。结果:膝关节术后关节错位在不同的组间差异有统计学意义 ($P < 0.001$)。用 Post hoc 检测证实,与组 1、组 2 比较组 3 中膝关节前移度增加。膝关节外旋角度达到 90° 时,明显会影响膝关节向前轴移 ($r = 0.428, P = 0.007$)。然而,它却对 Lysholm 评分及 IKDC 评分有相反的影响,分别为 ($r = -0.146, P = 0.015$) 和 ($r = -0.205, P = 0.003$)。结论:膝关节屈曲 90° 时胫骨外旋度对膝关节前交叉重建术后关节稳定性及功能评分具有负面影响。在前交叉重建术后的患者中,胫骨外旋角度 $\geq 50^\circ$ 的患者相比胫骨外旋角度 $< 50^\circ$ 的患者具有较差的功能结果及较大的关节前移度。

[关键词] 膝关节;膝前交叉韧带;重建术

[中图分类号] R684 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2018)11-0017-04

Effect of Physiological Posterolateral Rotational Relaxation of Knee Joint on Postoperative Reconstruction of Anterior Cruciate Ligament

ZHU Tao^{1,2} XIAO Bin^{1,2△} BAI Dengyan^{1,2} YUAN Zhiguo^{1,2}

¹Northwest Minzu University, Lanzhou 730000, China;

²Second Clinical Medical College, Northwest Minzu University, Lanzhou 730000, China.

Abstract Objective: The purpose of this study was to investigate the effect of physiological posterolateral rotation relaxation on the clinical outcome of anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction. **Methods:** We retrospectively studied 113 patients who underwent anterior cruciate ligament reconstruction from 2010 to 2016. Patients were categorized into three groups according to the degree of tibial external rotation at 90° of knee flexion: Group 1 ($<40^\circ$), Group 2 ($40^\circ \sim 50^\circ$), and Group 3 ($\geq 50^\circ$). Ligament stability was determined with use of the Lachman test, the pivot-shift test, and KT-2000 arthrometer testing. The knee joint function was assessed by Lysholm score and the International Knee Documentation Committee (IKDC) scoring scale. The clinical effect was evaluated by the data obtained before surgery and at the 24-month follow-up visit. **Results:** In this study, there were significant differences in joint dislocation between different groups after knee joint operation ($P < 0.001$). Post hoc test confirmed that the knee joint forward motion increased in group 3, when compared with group 1 and group 2. The degree of external rotation at 90° was positively correlated with anterior knee translation ($r = 0.428, P = 0.007$). However, there was an inverse correlation with the Lysholm knee scores ($r = -0.146, P = 0.015$) and IKDC score ($r = -0.205, P = 0.003$). **Conclusion:** The stability and functional scores after ACL reconstruction had a negative correlation with the degree of external rotation of the tibia at 90°. After ACL reconstruction, patients with $\geq 50^\circ$ of tibial external rotation had increased anterior translation and worse functional outcomes in comparison with those who had $< 50^\circ$ of tibial external rotation.

Keywords: knee joint; anterior cruciate ligament; reconstruction

通常认为关节松弛是导致前交叉韧带重建失败的危险因素之一^[1-3],有报道指出,在 Beighton Horan 关节活动性的指标中,膝关节过伸活动度可预测 ACL 重建术后关节的稳定性及功能^[4-6]。基于这样的结论,笔者考虑是否有其它检测膝关节活动度的方法可以预测

基金项目:西北民族大学中央高校科研项目(31920170185)

¹ 西北民族大学(兰州,730000)

² 西北民族大学第二临床医学院骨科

△通信作者 E-mail:alex666517@163.com

ACL 重建术后膝关节功能与稳定性。

胫骨外旋试验是诊断膝关节后外侧旋转不稳定的常用方法^[7],胫骨外旋试验超过正常 10°时提示膝后外侧旋转不稳^[8]。然而有些患者虽然存在胫骨外旋角度过大,但双侧膝关节外旋角度一致,笔者将这种非病理性的过度胫骨外旋定义为生理性膝关节后外侧旋转松弛。

本研究首先假设 ACL 重建术后膝关节稳定性及临床后果会随着胫骨外旋角度的增加而变差,同时发现一个胫骨外旋角度的临界值。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

从 2010 年 2 月至 2016 年 1 月共有 245 例病人经历了单侧膝关节 ACL 重建术,满足纳入及排除标准的患者共计 113 人。

1.2 诊断、纳入及排除标准

诊断标准:膝关节 ACL 损伤,满足 MRI 及关节镜提示 ACL 损伤表现;膝关节生理性旋转松弛,非病理性的胫骨外旋试验超过正常 10°。

纳入标准:1)单纯膝 ACL 损伤,无其它韧带损伤及对侧膝损伤;2)胫骨外旋试验阴性;3)单束 ACL 重建并取半腱肌肌腱;4)术侧下肢无其它手术史;5)下肢无轴向或旋转韧带紊乱;6)手术时观察关节软骨退变不超过Ⅱ度;7)半月板完整;8)随访时间至少 24 个月。

排除标准:1)双膝关节损伤;2)患有全身严重性疾病;3)无法完成随访任务。

1.3 分组方法

本研究将生理性膝关节后外侧松弛分为 3 组,即膝关节屈曲 90°时胫骨外旋角度<40°为组 1,组 2 为 40°~50°,组 3 为≥50°。胫骨外旋的角度,即足内侧轴线与胫骨纵轴冠状面的夹角。由于前交叉韧带损伤可造成胫骨外旋角度的增加,因此将健侧膝关节胫骨外旋角度作为检测指标,见图 1。



图 1 测量胫骨外旋角度:足内侧轴线与胫骨纵轴冠状面的夹角

表 1 病人基本情况统计表(̄x±s)

组别	例数	年龄 (岁)	性别比 (男/女)	术后随访 时间(月)	屈膝 90°时胫骨 外旋度(°)
组 1	30	28.3±10.5	19/11	24.5±8.5	34.7±2.9
组 2	41	27.9±9.3	25/16	25.6±7.6	44.0±2.6
组 3	42	29.0±8.9	27/15	26.4±9.1	56.4±6.1
P		0.742	0.689	0.534	<0.001

1.4 处理方法

手术前所有的病人都进行了胫骨外旋试验检查。所有的研究对象均填写告知同意书。

所有的程序均由高年资医师操作,并且进行相同的康复过程。严格按照半腱肌取腱程序,根据肌腱的粗细分别在胫骨及股骨上钻相应粗细的隧道,见肌腱与股骨髁无撞击后,先固定股骨侧,拉紧韧带并向后推挤胫骨平台,用膨胀螺丝固定胫骨端。所有病人均行术后不负重下膝关节功能锻炼,术后 12 周时允许游泳、慢跑等活动,术后 6 个月时可允许做跑、跳等所有的体育锻炼。

1.5 临床评价

临床效果评价均基于术前获得的数据及随访 24 个月所获得的数据。韧带的稳定性是由 Lachman 试验、轴移试验以及膝关节前后错动的差异评估。其中胫骨前移度是由 KT-2000 Arthrometer 在膝关节屈曲 30°标准应力 134 N 下测得的。在 Lachman 试验中,将健侧膝关节设为标准,根据两侧膝关节的差异进行分级,0 为阴性,1+为半脱位,2+为弹跳感,3+为瞬间绞锁。为了使数据更加可靠,膝关节松弛由 KT-2000 Arthrometer 评估。胫骨外旋度由两名骨科医师分别测量,最后取两者的平均值。功能结果评估由 Lysholm 评分及 IKDS 评分进行评价。

1.6 统计学方法

数据正态分布,两侧膝关节前移度差异及 Lysholm 评分由各组决定。Lachman 试验及轴移试验的差异由卡方检验分析。所有的统计学分析均由 SPSS21.0 软件完成。P<0.05 差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

本研究对研究对象从人口学特征及基线对比做了统计学分析,手术时的平均年龄:组 1 为 28.3 岁(18~52 岁),组 2 为 28.3 岁(18~47 岁),组 3 为 29.0 岁(16~49 岁)。从受伤至手术的间隔为 3~30 个月。组间性别、年龄及手术后随访时间差异无统计学意义(P 值分别为 0.689,0.742,0.534,均大于 0.05)。三组膝关节屈曲 90°时胫骨外旋角度组间差异有统计学意义(P<0.001),见表 1。术前各组间 IKDC 及 Lysholm 评分差异无统计学意义(P>0.05),见表 2。

表 2 术前物理检查结果[n(%)]

组别	例数	Lachman 实验	抽屉实验	轴移实验	IKDC 评分※(A 或 B)	Lysholm 评分
组 1	30	28(93.3%)	26(86.7%)	25(83.3%)	1	45.0
组 2	41	38(92.7%)	36(87.8%)	35(85.4%)	0	43.0
组 3	42	38(92.5%)	37(88.1%)	37(88.1%)	1	43.3
P					0.764	0.857

注：※A 或 B 表示正常或接近正常。

2.2 术后结果

在组间术后膝关节错动及功能结果的差异中，Dost hoc 检验显示组 3 与组 2、组 1 相比，在膝关节错动方面增加而在膝关节功能结果方面降低。在术后膝关节前移度方面，组 1 为 2.09 mm，组 2 为 2.14 mm，组 3 为 3.38 mm。平均 Lysholm 评分，组 1 为 93.7 分，组 2 为 92.3 分，组 3 为 86.4 分。根据 IKDC 评分体系，组 1 中 30 个患者中 26 人分级为正常或接近正常(约占 86.7%)，组 2 中 41 个患者中 36 人分级为正常或接近正常(约占 87.8%)，组 3 中 42 个患者中 32 个分级为正常或接近正常(约占 76.2%)，见表 3。

表 3 术后膝关节稳定性及功能结果

组别	例数	胫骨前移度 * (mm)	IKDS 评分※ (A 或 B)	Lysholm 评分 ($\bar{x} \pm s$)
组 1	30	2.09±1.42	26(86.7%)	93.7±5.6
组 2	41	2.14±1.53	36(87.8%)	92.3±6.2
组 3	42	3.38±1.65	32(76.2%)	86.4±8.1
P		<0.001	<0.001	<0.001

注：* 两侧胫骨前移度的差异是由 KT-2000 Arthrometer 在膝关节屈曲 30°胫骨中立位标准应力 134 N 下测得的；※ A 或 B 表示正常或接近正常。

膝关节屈曲 90°时胫骨外旋角度与胫骨错动的密切关联($r=0.428, P=0.007$)，而与 Lysholm 膝关节评分及 IKDC 评分呈反向关联，分别为($r=-0.146, P=0.015$)及($r=-0.205, P=0.003$)，见表 4。术后获得较差结果的临界点为膝关节向前错动≥5 mm，膝关节屈曲 90°时胫骨外旋角度>54.5°。

表 4 膝关节屈曲 90°时胫骨外旋度与胫骨前移度及功能评分的关系

评价指标	相关性系数	P
胫骨前移度	0.428 ¹⁾	0.007
Lysholm 评分	-0.146 ¹⁾	0.015
IKDS 评分	-0.205 ²⁾	0.003

注：1)Pearson 相关系数；2)Spearman 相关系数。

3 讨论

在维持膝关节稳定性方面，韧带的静态稳定性要强于肌肉的动态稳定性。由于高度增加，膝关节内扭矩要大于踝关节，这些因素更易于导致关节韧带松弛^[9]。

目前关于膝关节韧带松弛度与 ACL 损伤危险性的关联性的研究中^[10-13]，均限于测量常见关节韧带的

松弛度。有研究在报道重度膝关节韧带松弛与功能结果的相关性时指出，膝关节过伸程度增加将影响膝关节功能结果(特别在下肢 Beighton-Horan 关节稳定评分方面)^[4,14,15]。笔者的结论是膝关节其它韧带的松弛性同样将会影响 ACL 重建术的结果，其中影响膝关节 ACL 重建术后功能的因素之一便是膝关节后外侧韧带的松弛。本研究发现膝关节外旋角度≥50°的患者，在 ACL 重建术后关节错动幅度更大，功能结果更差。同时胫骨外旋与胫骨错动幅度有密切相关性。($r=0.428, P=0.007$)与 Lysholm 评分及 IKDC 评分有反向关联性。统计值分别是($r=-0.146, P=0.015$)及($r=-0.205, P=0.003$)。与正常患者相比，在膝关节韧带松弛的患者中，重建的 ACL 韧带可能遭受更持久、更剧烈的牵张力。Marimuthu 等^[16]报道膝关节后外侧韧带松弛将增加前交叉移植韧带的负荷，引起重建 ACL 韧带的拉伸。本研究认为，就像病理性的膝关节后外侧旋转不稳定会过度牵拉重建的 ACL 韧带一样，膝关节生理性的后外侧旋转松弛以将会增加重建韧带张力，甚至导致膝关节前交叉韧带重建的失败。

普通关节松弛与膝关节后外侧旋转不稳之间的关系目前尚无明确定义，笔者查阅大量相关文献也没有发现明确可测量的方法来证实普通关节松弛与膝关节后外侧旋转不稳之间的关系^[17]。有文献指出膝关节外旋幅度增大与全身韧带的松弛有密切的关系(如测量拇指与前臂的距离)^[18,19]。

解剖学证实，在正常膝关节中当膝关节屈曲 90°时膝关节的松弛度最大，而随着膝关节的伸直或屈曲角度变化时，膝关节松弛度会逐渐降低，同样也发现膝关节外旋角度会随着膝关节的伸直而减小相符合。这是因为弓状韧带复合体、外侧副韧带和腓肌腱在膝关节屈曲 30°时比在膝关节屈曲 90°时更能维持膝关节稳定性，在膝关节屈曲 90°时膝关节外旋角度最大且易伴随后外侧室的损伤^[20]。笔者认为对于膝关节后外侧韧带旋转松弛但并未出现膝关节后外侧旋转失稳的个体，其膝关节屈曲 90°时更能检测出韧带的状态，这也就是笔者为什么在病人膝关节屈曲 90°时测试膝关节的松弛度而不是在膝关节屈曲 30°。

大量研究指出膝关节生理性后外侧旋转松弛度已经成为衡量膝关节 ACL 重建术后膝关节稳定性及关节功能的重要指标。既往研究通过对比膝关节过伸度和膝关节生理性后外侧旋转度提示引起生理性膝关节

后外侧旋转度差异的原因是解剖结构的差异(如腓肌腱、外侧副韧带以及腓腓韧带等解剖结构的差异)。如果根据胫骨外旋程度可以确定一个标准用来评判结果的好与坏,对于胫骨外旋角度超过标准的病例可以术中加强膝关节腓肌腱、外侧副韧带以及腓腓韧带等解剖结构的稳定性来达到良好的手术结果。本研究定义膝关节前后错动 ≥ 5 mm,膝关节屈曲 90° 时胫骨外旋角度 $\geq 54.5^\circ$ 结果为差(敏感度 83.3%,特异度 78.2%)。然而结果为差的病例数较小(6 例),不能提供充分统计效能来定义胫骨外旋角度 54.5° 为评判标准。

本研究的局限性主要表现在以下几个方面:1)所有的测量方法、物理检查方法以及手术操作程序均由本研究团队完成;2)笔者在测量胫骨外旋角度时所施加应力并无统一标准,这就导致不同测试者之间测试结果的差异性;3)病人样本数太少而不能证明评判标准的可靠性;4)本研究只展示了双边差异性而并未展示多边差异性,在论证膝关节后外侧旋转松弛度与手术结果时并未剔除其他混合因素如普通关节松弛等。然而本研究的主要目的实证膝关节后外侧旋转松弛对 ACL 重建术后的影响,上述不足并未影响本研究的主要目的。

总之,胫骨外旋角度 $\geq 50^\circ$ 的患者较胫骨外旋角度 $< 50^\circ$ 的患者具有较大的胫骨前后错动度以及较差的 ACL 重建术后结果;膝关节屈曲 90° 时的胫骨外旋角度与胫骨前后错动幅度具有明确的相关性,并与膝关节功能评分呈反向相关性;本研究结果指出过度的胫骨外旋(即生理性后外侧旋转松弛)应该考虑成一种危险因素,可能会引起非正常的膝关节前后松弛和 ACL 重建术后较差的临床结果。

参考文献

- [1] Stephen JM, Halewood C, Kittl C, et al. Posteromedial meniscocapsular lesions increase tibiofemoral joint laxity with anterior cruciate ligament deficiency, and their repair reduces laxity[J]. Am J Sports Med, 2016, 44(2): 400-408.
- [2] Bin Abd Razak HR, Sayampanathan AA, Koh TB, et al. Diagnosis of ligamentous and meniscal pathologies in patients with anterior cruciate ligament injury: comparison of magnetic resonance imaging and arthroscopic findings[J]. Annals of Translational Medicine, 2015, 3(17): 243.
- [3] Domzalski ME, Keller MS, Grzelak P, et al. MRI evaluation of the development of intercondylar notch width in children[J]. Surgical & Radiologic Anatomy Sra, 2015, 37(6): 609-615.
- [4] Kim SJ, Moon HK, Kim SG, et al. Does severity or specific joint laxity influence clinical outcomes of anterior cruciate ligament reconstruction[J]? Clin Orthop Relat Res, 2010, 468(4): 1136-1141.
- [5] Jazini E, Bressner J, Sponseller PD. Other syndromic disorders of the growing spine // The growing spine[M]. Berlin: Springer, 2016.
- [6] Paley D, Herzenberg JE, Tetsworth K, et al. Deformity

- planning for frontal and sagittal plane corrective osteotomies[J]. Orthop Clin North Am, 1994, 25(3): 425-465.
- [7] 郭韵, 杜良杰, 李建军, 等. 前交叉韧带重建术后膝关节的神经肌肉功能重塑[J]. 中国康复理论与实践, 2016, 22(1): 65-68.
- [8] Lorbach O, Pape D, Maas S, et al. Influence of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament on external and internal tibiofemoral rotation[J]. Am J Sports Med, 2010, 38(4): 721-727.
- [9] Pacey V, Nicholson LL, Adams RD, et al. Generalized joint hypermobility and risk of lower limb joint injury during sport: a systematic review with metaanalysis[J]. Am J Sports Med, 2010, 38(7): 1487-1497.
- [10] 齐勇, 孙鸿涛, 樊粤光, 等. 胫骨后倾角对前交叉韧带及膝关节稳定性影响的三维有限元分析[J]. 中国运动医学杂志, 2016, 35(8): 708-713.
- [11] 余昕, 侯燕, 严伟, 等. 关节镜下外侧支持带松解、内侧髌股韧带重建结合 Fulkerson 截骨治疗复发性髌骨脱位 15 例[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2017, 25(5): 67-69.
- [12] Leroux T, Ogilvieharris D, Dwyer T, et al. The risk of knee arthroplasty following cruciate ligament reconstruction: a population-based matched cohort study[J]. Journal of Bone & Joint Surgery American Volume, 2014, 96(1): 2-10.
- [13] Becker R. Posterolaterale Rekonstruktion des Kniegelenks[J]. Arthroskopie, 2014, 27(3): 208-212.
- [14] Vauhnik R, Morrissey MC, Perme MP, et al. Inter-rater reliability of the GNRB[®] knee arthrometer[J]. Knee, 2014, 21(2): 541-543.
- [15] Pereira H, Fernandes M, Pereira R, et al. Anterior cruciate ligament injuries identifiable for pre-participation imaging: risk factors[M]. Berlin: Springer, 2015.
- [16] Marimuthu K, Joshi N, Sharma M, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction using the medial third of the patellar tendon[J]. Journal of Orthopaedic Surgery, 2011, 19(2): 221-225.
- [17] Ottria L, Candotto V, Guzzo F, et al. TMJ s capsule histological and macroscopical study: relationship between ligamentous laxity and TMI dysfunctions[J]. Journal of Biological Regulators & Homeostatic Agents, 2018, 32(2 Suppl. 1): 213-216.
- [18] Bonadio MB, Helito CP, Gury LA, et al. Correlation between magnetic resonance imaging and physical exam in assessment of injuries to posterolateral corner of the knee[J]. Acta Ortopédica Brasileira, 2014, 22(3): 124-126.
- [19] 黄华强, 云翥, 蒋海, 等. 急性膝关节后外侧旋转脱位修复治疗后的步态分析及其指导意义[J]. 中国组织工程研究, 2017, 21(31): 5007-5013.
- [20] 储辉. 膝关节后外侧复合体应用解剖及临床重建方法研究[D]. 苏州: 苏州大学, 2016.