

- 通医学,2002,16(3):245—246.
- [3] 华锦明,郑祖根.成人椎动脉周围结构的显微观察[J].中华外科杂志,1998,36(1):25.
 - [4] 单云官.颈椎间管壁骨质增生的观察及意义[J].中国临床解剖学杂志,1992,10(1):21.
 - [5] 朱明海.椎动脉型颈椎病的发病机制[J].华夏医学,2004,17(4):652—655.
 - [6] 陈仲强.颈性眩晕病例的椎动脉造影观察[J].中华骨科杂志,1991,11(2):95.
 - [7] 王欢,李雷,王海义.椎动脉受压动物模型[J].中国医科大学学报,1997,26(2):69.
 - [8] 张杰,范炳华.椎动脉型颈椎病诊治的研究进展[J].现代中西医结合杂志,2004,13(5):690—694.
 - [9] 郭品正.椎动脉型颈椎病的血流动力学研究[J].上海医学,1993,16(2):93.
 - [10] 冯世庆,杨敏杰,马魏,等.椎动脉造影与临床对照研究[J].中国脊柱脊髓杂志,1997,7(1):1.
 - [11] 任先军,梅芳瑞.先天性椎动脉发育不良所致椎动脉型颈椎病[J].中国矫形外科杂志,2002,9(4):317.
 - [12] Citow JS, Macdonald RL. Posterior decompression of the vertebral artery narrowed by cervical osteophyte[J]. Surg Neurol, 1999,5(5):495—498.
 - [13] 刘成,卡索,章义成.椎动脉型颈椎病发病机制及诊断进展[J].人民军医,2003,46(6):326—327.
 - [14] 王大川,张佐伦,袁泽农,等.下颈椎失稳 X 线片及坐标测量方法的分析及临床价值[J].医学影像学杂志,1999,9(3):167.
 - [15] 张清,孙树清.椎动脉型颈椎病发病机理的研究概况[J].中国中医骨伤科杂志,1998,6(4):59—62.
 - [16] 江志,邵国富.椎动脉型颈椎病发病机制及治疗进展[J].医学综述,2003,9 增刊:40—41.
 - [17] Chopard RP, de Miranda Neto MH, Lucas GA, et al. The vertebral artery: its relationship with adjoining tissues in its course intra and inter transverse processes in man[J]. Rev Paul Med, 1992,110(6):245—250.
 - [18] 瞿东滨,金大地,钟世镇.椎动脉 V2 段与周围结构关系的解剖学观察[J].颈腰痛杂志,2001,22(2):98.
 - [19] 武兴杰,蔡锡类,尹青山.成人尸体椎动脉造影及病理观察[J].中华放射学杂志,1991,25(6):345.
 - [20] 吴连国,杨米雄.椎动脉型颈椎病非骨性发病机理的研究进展[J].浙江中医学院学报,2002,26(5):77—78.
 - [21] 冯世庆,杨敏杰,孙晓红,等.椎动脉型颈椎病血浆内皮素的变化[J].中华骨科杂志,1997,6(6):387.
 - [22] 倪文才.颈椎综合征[M].北京:人民卫生出版社,1997:164.
 - [23] 陈秀清.椎动脉 II 段周围神经及其临床意义[J].临床解剖学杂志,1987,5(1):1.
 - [24] 于腾波,夏玉军,周秉文.交感神经因素对椎—基底动脉血流影响的实验性研究[J].中国脊柱脊髓杂志,2000,10(3):157.
 - [25] 刘献祥.椎动脉型颈椎病的国内研究进展[J].中国中医骨伤科杂志,1999,7(1):56—58.
 - [26] 袁文.对椎动脉与颈椎病发病关系的认识[J].中国脊柱脊髓杂志,2003,13(4):210—211.
 - [27] 何海龙,贾连顺,李家顺,等.椎动脉阻断对小脑下叶功能影响的实验研究[J].中国脊柱脊髓杂志,2002,12(1):23—26.
 - [28] 宋敏,蒋宜伟,史达.椎动脉型颈椎病发病机制研究进展[J].颈腰痛杂志,2003,24(5):310—312.
 - [29] Bykaner MK. Evidence for the participation of vascular endothelium originated humoral factors to cerebral vasospasm[J]. Acta Neurochir wien, 1993,125:135—138.
 - [30] 汪军民.川芎嗪和推拿对椎动脉型颈椎病患者内皮素心钠素的影响[J].中国康复,2000,15(1):3—4.
 - [31] 杜协彬,张军,齐越峰,等.椎动脉型颈椎病患者中缩血管活性肽类物质的变化及意义[J].中国骨伤,2003,16(5):262.
 - [32] 徐德永,栾红梅.椎动脉型颈椎病发病因素与检查方法的探索[J].临床放射学杂志,1998,17(16):371.
 - [33] 李义凯.脊柱推拿的基础与临床[M].北京:军事医学科学出版社,2001:275.

·综述·

早期康复训练对前交叉韧带重建后愈合作用的研究进展

冯和林¹ 李增炎¹

前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL)重建后的远期疗效取决于重建方法及术后康复,在手术重建方法方面已有大量的生物力学及相关临床研究,包括选择合适的移植物,适当移植部位,可靠固定等。但对 ACL 重建术后康复的研究较少。然而,康复对于前交叉韧带重建后的愈合及膝关节功能的恢复是非常重要的一环。现就康复对前交叉韧带重建后愈合作用的研究进展加以综述。

1 正常 ACL 行康复试验时的生物力学特征

认识正常的 ACL 生物力学特征是制订重建措施及康复计划的前提。Beynon 等^[1-5]选择无 ACL 损伤史的实验对象在局麻下行膝关节镜检查,该实验将传感器置于 ACL 上,让志

愿者做股四头肌等长收缩、等张收缩、下蹲、骑自行车及爬楼梯等康复活动测量其 ACL 应变,结果表明:伸肌收缩对 ACL 应变值有影响且与膝关节屈曲角度及伸肌收缩力大小相关,当股四头肌等长收缩练习时,膝关节从完全伸直位到 60°屈曲时牵拉 ACL;当股四头肌等张收缩练习时,膝关节从完全伸直位到 50°屈曲时牵拉 ACL;当膝关节接近伸直时,股四头肌等长及等张收缩均使 ACL 的应变值最大;当主动屈伸膝关节不负重时,不伴有跨越膝关节的肌肉同时收缩;当开放运

¹ 河北医科大学第三医院骨科创伤急救中心,石家庄,050051

作者简介:冯和林,男,医学硕士,医师

收稿日期:2005-06-23

动链训练(open kinetic chain exercise)时;ACL 的应变值明显增加。与之相反,当下蹲时完全负重,跨越膝关节的肌肉同时收缩,闭合运动链训练(closed kinetic chain exercise)时阻力逐渐增加,ACL 的应变值无明显改变。骑自行车为一种闭合运动链训练,试验时 ACL 应变值同样无明显改变^[9]。这些研究表明,ACL 重建后骑自行车及下蹲等闭合运动链练习增加肌肉活动而不增加 ACL 应变。虽然重建 ACL 愈合过程中的应变安全极限值尚未确定,但这些实验对于康复计划指导有一定的意义。

2 ACL 重建后的生物力学特征

Butler 等^[6]在灵长类动物模型实验中表明,最初 6 周内重建的 ACL 极限强度及线性刚度明显减小,以后随着时间推移逐渐增加,但不能达到正常的 ACL 强度。有作者用狗、山羊、兔及灵长类动物的髌韧带重建 ACL,1 年后实验侧极限负载为对照侧的 11%—15%,刚度为对照侧的 13%—57%^[7-9]。了解重建 ACL 的生物力学特征是为了进一步了解重建 ACL 的功能,即控制膝关节前移位的功能。多数研究发现动物模型用髌腱重建 ACL 1 年后,膝关节前移位松弛范围为正常对照侧的 156%—269%^[6,9-12]。以上实验表明动物 ACL 重建愈合过程中极限强度及线性刚度均降低,关节前移位松弛性增加。但动物实验的生物力学特性与人的生物力学特性不完全相同。Rouggraft 等^[12]报道人体内髌腱移植后 3—8 周,大部分移植植物在组织学上与髌腱组织相似,这说明在愈合过程中人的髌腱移植植物大部分存活,不同于在动物愈合过程中经历完全坏死阶段。Beynon 等^[13]报道用骨-髌腱(bone-patellatendo-Bone, B-PT-B)自体移植重建 ACL,8 个月后其极限负载及线性刚度接近正常对照侧,膝关节移植前后稳定性稍增大,说明用 B-PT-B 重建 ACL 在人体比动物效果好。孙康等^[14]通过自体与同种异体组织重建 ACL 的临床对比研究得出二者的各项指标差异无显著性意义。Adachi 等^[15]通过前瞻性随机研究关节镜下腓绳肌双束和单束重建 ACL,比较不同屈曲角度下膝关节的稳定性和本体感觉,结果差异无显著性意义。近年来更多学者使用四股腓绳肌肌腱重建 ACL,实验表明四股腓绳肌肌腱的强度是正常 ACL 的 2 倍,明显高于 B-PT-B 的强度^[16]。

3 康复训练对 ACL 重建后影响的临床研究

ACL 重建后基础研究及临床观察表明,制动膝关节限制了膝关节周围肌肉收缩,导致疗效较差,早期活动有利于减轻疼痛,减少关节软骨副反应,防止关节挛缩等^[17]。Shelbourne 等^[18]的回顾性观察研究表明,强化康复训练(包括术后立即全负重行走,8 周后恢复体育锻炼)比保守康复更有效。Barber-Westin 等^[19]作一回顾性研究,将康复过程分四个阶段,第一阶段(术后 7—9 周)扶拐辅助行走部分负重及连续被动活动膝关节;第二阶段(术后 9—16 周)早期强度训练;第三阶段(术后 16—52 周)加强强度训练;完成第三阶段后进入第四阶段即恢复体育锻炼。用 KT-1000 型关节测量器,测量单独用自体 B-PT-B 重建 ACL 的实验者,54%膝关节前移>3mm(正常值≤3mm);自体 B-PT-B 重建 ACL 加用髌韧带关节外加强

的实验者,28%膝关节前移>3mm,这种关节前移增大一半持续到 1 年,另一半持续到 1 年后,这说明至少随访 2—4 年才能评定临床效果。

Barber-Westin 等^[20]又在前述四个阶段的康复基础上加强训练,第一阶段(术后 4—8 周)扶拐辅助行走加闭合运动链练习,如下蹲、直腿抬高、等长收缩股四头肌等;第二阶段(术后 4—8 周至 12—16 周)增加本体感觉、平衡及步态训练;第三阶段(术后 12—16 周至 24—52 周)跑步、爬楼梯、骑自行车(逐渐增加阻力);第四阶段(24—52 周后)可恢复体育活动。2 年后随访,用 KT-1000 型关节测量器测量关节松弛度,85%实验者<3mm(测量值减去正常变异),10%为 3.0—5.5mm,5%>5.5mm,得出用自体 B-PT-B 重建 ACL 后加强四阶段康复优于前述康复且疗效可靠(仅 5%失效)的结论。Bynum 等^[21]前瞻性随机对照比较 B-PT-B 重建 ACL 后开放运动链与闭合运动链康复,1 年后随访,闭合运动链组比开放运动链组膝关节松弛度(KT-1000 测量)更接近正常,恢复正常体育活动更早。闭合运动链训练(如下蹲或骑自行车)逐渐促进康复,而对增加 ACL 应变不明显;开放运动链训练(如等张收缩股四头肌)逐渐增加阻力,明显增加 ACL 应变值^[3-5]。有学者通过随机对照研究比较 B-PT-B 重建 ACL 后在家中康复与在医院康复效果无差异^[22-24]。

Howell 等^[25]报道用半腱肌和股薄肌重建 ACL,康复程序包括术后 1—2d 连续被动活动,以后足趾着地负重 3 周,4 周后全负重,8—10 周直线跑步,4 个月后恢复体育锻炼。术后 4 个月及 2 年随访,用 KT-1000 型关节测量器测量关节松弛度分别为 18%和 11%,实验者大于正常(≥3mm),轴移实验阳性率分别为 11%和 10%,术后 4 个月及 2 年的大腿围径及关节活动范围相似,得出结论为用半腱肌及股薄肌 ACL 重建术 4 个月后恢复工作及进行体育锻炼是安全的。Rosen 等^[26]对 ACL 重建后立即与术后 1 月 CPM 康复作前瞻性随机研究,指出 ACL 重建后立即 CPM 康复对膝关节松弛无影响,关节渗出、出血、软组织肿胀及膝关节活动范围等两组无差异。Richmond 等^[27]比较术后 4 天与 14 天 CPM 康复得出结论相同。Shelbourne 等^[28]在他们的治疗中心坚持重建 ACL 术后当天就给予 CPM 及主动功能训练,取得满意疗效。

Jorgensen 等^[29]前瞻性随机研究负重对髌韧带重建 ACL 后的影响,比较术后立即负重与术后 5 周内不负重(5—9 周逐渐负重达全负重)的疗效,2 年后随访发现膝关节松弛及活动水平无差异。Tyier 等^[30]前瞻性随机研究 B-PT-B 重建 ACL,对照比较术后立即负重与延迟 2 周负重,发现两组关节松弛度(KT-1000 测量)相同,立即负重组减少髌股疼痛发生率。这些研究说明术后立即负重不会对重建 ACL 产生过大负荷,不影响移植物的愈合及稳定还可减少髌股疼痛的发生。

Majima 等^[31]对自体四股腓绳肌重建 ACL 后的康复训练分为两种,分别是加速和保守康复治疗,并分析其各有优缺点。孙磊等^[32]对自体四股腓绳肌重建 ACL 后采用膝矫形器(knee orthoses, KO)固定于膝伸直位,麻醉清醒后即行股四头肌等长收缩,足背伸-跖屈活动,直腿抬高;术后 3 天去 KO 更换 CPM 训练;术后 14 天戴矫形器(交链活动 0°—120°)下地行走;术后 6 周去 KO 强化训练,获得满意效果。

Brandsson 等^[33]前瞻性随机研究比较应用与不应用支具康复, 术后 3 周用支具康复与不用支具两者比较, 前者较后者肿胀、关节内出血、伤口裂开明显减少, 并减轻膝关节疼痛。

4 小结

基础研究及临床观察可以看出 ACL 重建后制动膝关节、限制关节周围肌肉收缩活动, 可导致韧带、关节及周围肌肉功能障碍, 早期康复训练有利于减轻疼痛、防止关节挛缩、利于关节软骨代谢。

参考文献

- [1] Beynnon BD, Fleming BC. Anterior cruciate ligament strain in-vivo: A review of previous work[J]. J Biomech, 1998, 31:519—525.
- [2] Beynnon BD, Fleming BC, Johnson RJ, et al. Anterior cruciate ligament strain behavior during rehabilitation exercises in-vivo [J]. Am J Sports Med, 1995, 103—128, 23:24—34.
- [3] Beynnon BD, Johnson RJ, Fleming BC, et al. The strain behavior of the anterior cruciate ligament during squatting and active flexion-extension: A comparison of an open and closed kinetic chain exercise [J]. Am J Sports Med, 1997, 25:823—829.
- [4] Fleming BC, Beynnon BD, Renstrom PA, et al. The strain behavior of the anterior cruciate ligament during bicycling: A in-vivo study[J]. Am J Sports Med, 1998, 26:109—118.
- [5] Fleming BC, Beynnon BD, Renstrom PA, et al. The strain behavior of the anterior cruciate ligament during stair climbing: A in-vivo study[J]. J Arthroscopy, 1999, 15:185—191.
- [6] Butler BC, Grood ES, Noyes FR, et al. Mechanical properties of primate vascularized vs non-vascularized patellar tendon grafts: Change over time[J]. J Orthop Res, 1989, 7:68—79.
- [7] Drez DJ Jr, DeLee J, Holden JP, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction using bone-patellar tendon-bone allografts: A biological and biomechanical evaluation in goats [J]. Am J Sports Med, 2001, 19:256—263.
- [8] Ballock RT, Woo SLY, Lyon RM, et al. Use of patellar tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction in the rabbit: A long term histological and biomechanical study [J]. J Orthop Res, 1989, 7:474—485.
- [9] Newton PO, Horibe S, Woo SLY. Experimental Studies of Anterior Cruciate Ligament Autografts and Allografts. In Daniel DM, Akeson WH, O'Conner JJ (eds). Knee Ligaments: Structure, Function, Injury and Repair [M]. New York: Raven Press, 1990.389—399.
- [10] Beynnon BD, Johnson RJ, Tohyama H, et al. The relationship between anterior-posterior knee laxity and the structural properties of the patellar tendon graft: A study in canines[J]. Am J Sports Med, 1994, 22:812—820.
- [11] Hulse DA, Butler DL, Kay MD, et al. Biomechanics of the cranial cruciate ligament reconstruction in the dog: In-vitro laxity testing[J]. Vet Surg, 1983, 12:109—112.
- [12] Rougraff BT, Shelbourne KD. Early histologic appearance of human patellar tendon autografts used for anterior cruciate ligament reconstruction [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 1999, 7:9—14.
- [13] Beynnon BD, Risberg MA, Tjomsland O, et al. Evaluation of knee joint laxity and the structural properties of the anterior cruciate ligament graft in humans. A case report[J]. Am J Sports Med, 1997, 25:203—206.
- [14] 孙康, 汤继文, 徐强, 等. 自体与同种异体组织重建膝关节交叉韧带的临床对比研究[J]. 中华外科杂志, 2004, 42:989—992.
- [15] Adachi N, Ochi M, Vchio Y, et al. Reconstruction of the anterior cruciate ligament: single-versus double-bundle multi-stranded hamstring tendons[J]. J bone Joint Surg Br. 2004, 86: 515—520.
- [16] Mologne TS, Friedman MJ. Graft options for ACL reconstruction[J]. Am J Orthop, 2000, 29:845—853.
- [17] Bair GR. The effect of early mobilization versus casting on anterior cruciate ligament reconstruction [J]. Trans Orthop Res Soc, 1980, 5:108.
- [18] Shelbourne KD, Nitz P. Accelerated rehabilitation after ACL reconstruction[J]. Am J Sports Med, 1990, 18:292—299.
- [19] Barber-Westin SD, Noyes FR. The effect of rehabilitation and return to activity on anterior-posterior knee displacements after anterior cruciate ligament reconstruction [J]. Am J Sports Med, 1993, 21:264—270.
- [20] Barber-Westin SD, Noyes FR, Heckmann TP, et al. The effect of exercise and rehabilitation on anterior-posterior knee displacements after anterior cruciate ligament autograft reconstruction[J]. Am J Sports Med, 1999, 27:84—92.
- [21] Bynum EB, Barrack RL, Alexander AH. Open versus closed kinetic chain exercises after anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Am J Sports Med, 1995, 23:401—406.
- [22] Beard DJ, Dodd CA. Home or supervised rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction: A randomized controlled trial[J]. J Orthop Sports Phys Ther, 1998, 27:134—143.
- [23] Fischer DA, Tewes DP, Boyd JL, et al. Home based rehabilitation for anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Clin Orthop, 1998, 357:194—199.
- [24] Beynnon BD, Johnson RJ, Fleming BC, et al. The science of anterior cruciate ligament rehabilitation [J]. Clin Orthop, 2002, 402:9—20.
- [25] Howell SM, Taylor MA. Brace-free rehabilitation with early return to activity, for knees reconstructed with a double-looped semitendinosus and gracilis graft[J]. J Bone Joint Surg, 1996, 78A:814—825.
- [26] Rosen MA, Jackson DW, Atwell EA. The efficacy of continuous passive motion in the rehabilitation of anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Am J Sports Med, 1992, 20:122—127.
- [27] Richmond JC, Gladstone J, MacGillivray J. Continuous passive motion after arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction: Comparison of short-versus long-term use [J]. J Arthroscopy, 1991, 7:39—44.
- [28] Shelbourne, K Donald MD, Thomas, et al. Contralateral patellar tendon and the shelbourne experience: part 1. revision anterior cruciate ligament reconstruction and rehabilitation[J]. Sports Med Arthrosc Rev, 2005, 13(1):25—31.
- [29] Jorgensen U, Jensen CM, Scavenius M, et al. Rehabilitation with or without initial weightbearing: A prospective randomized study [C]. Proceedings of Sports Medicine, Stockholm, Sweden, 1995.
- [30] Tyier TF, McHugh MP, Gleim GW, et al. The effect of immediate weightbearing after anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Clin Orthop, 1998, 357:141—148.
- [31] Majima T, Yasuda K, Tago H, et al. Rehabilitation after hamstring anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Clin Orthop, 2002, (397):370—380.
- [32] 孙磊, 宁廷民, 田敏, 等. 关节镜下自体四股腓绳肌重建膝前交叉韧带[J]. 中华创伤杂志, 2005, 21:336—340.
- [33] Brandsson S, Faxen E, Kartus J, et al. Is a knee brace advantageous after anterior cruciate ligament surgery? A prospective, randomized study with a two-year follow-up[J]. Scand Med Sci Sports, 2001, 11:110—114.