

运动员前交叉韧带重建术后康复程序对其骨隧道的影响

刘书芳¹, 矫玮², 张晓辉¹, 廖八根¹

【摘要】 目的:探讨运动员前交叉韧带(ACL)重建术后康复程序与其骨隧道扩大之间的关系。方法:ACL损伤术后的运动员患者29例,分为对照组(A组)9例、传统康复组(B组)10例和快速康复组(C组)10例,分别予以不同的康复程序。术后1周、6周、24周、1年分别进行磁共振成像(MRI)测量骨隧道直径。结果:3组术后6周、24周及1年时胫骨隧道内口、中点、外口直径及骨隧道直径扩大百分比均呈逐渐提高($P<0.05, 0.01$),但术后24周与术后1年比较差异无统计学意义;各时间点B、C组胫骨隧道内口直径、中点直径、外口直径扩大及骨隧道直径扩大百分比均较A组明显($P<0.05, 0.01$),且C组更高于B组($P<0.05, 0.01$)。结论:早期术后康复训练会导致骨隧道有所扩大;术后24周以后骨隧道直径基本稳定;骨隧道内口扩大较其它部位明显。康复训练方案应注意时间点的选择。

【关键词】 康复程序;骨隧道;运动员

【中图分类号】 R49;R686 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2015.02.009

Effect of rehabilitation procedures on the bone tunnel after ACL reconstruction in athletes Liu Shufang, Jiao Wei, Zhang Xiaohui, et al. Department of Sport Rehabilitation, Guangzhou Sport University, Guangzhou 510500, China

【Abstract】 Objective: To investigate the correlation between the rehabilitation procedures following ACL reconstruction and the bone tunnel extension in athletes. **Methods:** A total of 29 cases were selected and divided into the control group (A, 9 cases), the traditional rehabilitation group (B, 10 cases) and the rapid rehabilitation group (C, 10 cases). The three groups were given different rehabilitation procedures. The diameter of the bone tunnel was measured by magnetic resonance imaging at 1st week, 6th week, 24th week and 1st year after rehabilitation. **Results:** All the bone tunnels were gradually widened in three groups after ACL reconstruction at 6th week, 24th week and 1st year after rehabilitation ($P<0.05, 0.01$), but there was no statistically significant difference between 24th week and 1st year. The bone tunnel expanding ratio in group B and group C was significantly higher than in group A ($P<0.05, 0.01$), and that in group C was higher than in group B ($P<0.05, 0.01$). **Conclusion:** Different rehabilitation procedures for patients after ACL reconstruction have different impacts on bone tunnel expansion. Postoperative rehabilitation program can widen the bone tunnels. Attention should be paid to timing of rehabilitation training scheme.

【Key words】 rehabilitation program; bone tunnel; athletes

前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL)是膝关节重要的静力性稳定结构,其损伤是膝关节损伤中较常见的一种。目前在ACL重建术后康复训练方案上主要有保守康复和激进康复两种观点,保守方案所带来活动范围缺失及过长的康复过程,逐渐引起人们的重视。激进方案可以更快促进膝运动功能的恢复,但过度的康复训练将会影响到移植物的骨-腱愈合及关节的稳定性,导致骨隧道扩大,给二次翻修带来

很大困难。Peyrache等^[1]研究认为骨隧道的扩大是前交叉韧带重建术后的重要并发症之一,是移植植物松弛的先兆。康复训练是骨隧道扩大其中的一个重要原因^[2-3]。本文拟对不同康复程序与术后骨隧道的扩大情况及运动功能的改善之间的关系进行研究,寻找出合适的科学训练方案,能够使运动员尽早重返赛场且减少损伤再发。

1 资料与方法

1.1 一般资料 2012年7月~2013年7月在我院就诊的ACL损伤患者29例,均为进行自体骨-髌腱-骨重建术后的运动员或运动爱好者(每周参加运动4~6次,每次运动时间 ≥ 4 h),手术时间为ACL损伤后 < 6 个月,对侧膝关节正常。29例分为3组,①对照组(A

基金项目:广东省自然科学基金项目(S2013010014849);广州体育学院院级一般课题(YB201410)

收稿日期:2014-10-02

作者单位:1.广州体育学院运动康复教研室,广州510500;2.北京体育大学运动康复系,北京100084

作者简介:刘书芳(1975-),女,讲师,主要从事运动康复方面的研究。

组)9例,男6例,女3例;年龄(27.14 ± 6.57)岁;病程(29.00 ± 32.89)d。②传统康复组(B组)10例,男7例,女3例;年龄(28.52 ± 10.49)岁;病程(30.00 ± 31.46)d。③快速康复组(C组)10例,男7例,女3例;年龄(27.55 ± 9.58)岁;病程(32.00 ± 29.73)d。3组一般资料比较差异无统计学意义。

1.2 方法 ①A组:术后当天开始股四头肌等长练习及踝泵运动,休息时膝关节支具固定于完全伸直位,术后第2~7d扶双拐下地活动,不负重;7d后出院自行康复训练。②B组:术后2周开始膝关节屈曲活动训练;术后6周膝关节被动屈曲达 120° ;术后10周支具保护下完全负重行走;术后10~12周肌力和本体感觉训练、闭链练习;术后12周去除支具;术后3~6个月伸膝开链练习;术后6~9个月运动员基本运动活动;术后12月对抗性竞技运动。③C组:术后当天进行股四头肌等长练习及踝泵练习,腘绳肌等长收缩练习;术后第2天进行后抬腿、侧方抬腿、直腿抬高练习,膝关节床边屈伸活动,适当半负重下地活动;术后第3天行髌骨内推练习,被动和助动膝关节活动度训练;术后第4~7天,进行膝关节活动度训练,物理因子治疗,至患膝关节被动屈曲达到 100° ,伸直位支具保护下不扶拐完全负重站立;术后1~2周,休息时,支具固定膝关节于完全伸直位,并进行股四头肌等长锻炼、踝泵运动及抬腿练习,逐渐加大支具伸直位保护下部分负重的下地活动,并逐渐增加次数,至伸直位支具保护下不扶拐完全负重行走,被动屈曲度数达到 120° ;术后3~4周,在抗重力下完成屈伸运动,以次日清晨不出现肌肉酸胀痛为度;术后4~6周,进行平衡训练系统、坐式膝关节功能训练器、固定自行车及跑台等器械训练,膝关节支具 90° 范围内进行行走练习,非负重状态支具全范围活动等;术后6~8周,支具下全范围活动,膝关节屈曲活动以主动锻炼为主,直至活动范围与健侧一致,加强闭链练习。肌力恢复良好者在满8周去除支具;术后8~12周,保护下全蹲等练习,使伸膝活动与健侧相同。10周后可逐步开始开链练习;术后4~6个月,恢复全范围的日常生活活动,开始基本运动活动,如跨步及台阶快步蹬踏练习、跑步、向后跑、侧向跑、跳跃练习;术后6~8个月,进行一般性的竞技运动,如打羽毛球,乒乓球,逐渐恢复全量运动活动;8个月后逐渐恢复对抗性竞技运动。B、C组康复训练方法,在治疗师指导下至少每周3~5次,每周记录各项临床检查结果并随访,1~4周,每周制定康复训练方案,5~12周,每2周制定1次康复训练方案,12周以后,每4周制定1次康复训练方案。

1.3 评定标准 3组均采用高场3.0T超导磁共振成

像(magnetic resonance imaging, MRI)检查,仰卧位伸直外旋 $10 \sim 20^\circ$,运用 radinet 软件进行骨隧道的测量,骨隧道分别测量内口(胫骨平台下方1CM处),隧道外口(隧道远端内侧1CM处)以及隧道中点3个部位横截面的直径,取3点测量值的平均值为骨隧道测量值。胫骨骨隧道扩大百分比($\%$)= $[(\text{骨隧道测量值}-\text{首次骨隧道测量值})/\text{首次骨隧道测量值}] \times 100\%$ ^[4],测3次取平均值;测量时间点为ACL重建术后1周、6周、24周、1年共4个时间点。

1.4 统计学方法 采用SPSS 17.0统计软件进行统计分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,t检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

3组术后6周、24周及1年时胫骨隧道内口、中点及外口直径均较术后1周逐渐扩大($P < 0.01$),但术后24周与术后1年比较差异无统计学意义。术后各时间点B、C组内口扩大均较A组明显($P < 0.01$),且C组高于B组($P < 0.01$)。见表1。

3组术后6周、24周及1年时骨隧道直径扩大百分比均逐渐提高($P < 0.05$),但术后24周与术后1年比较差异无统计学意义。术后各时间点B、C组胫骨隧道外口直径扩大均较A组明显($P < 0.05$),且C组高于B组($P < 0.05$)。见表2。

表1 3组术后各时点胫骨隧道内口、中点及外口直径比较

		mm, $\bar{x} \pm s$			
组别	项目	1周	6周	24周	1年
A组 (n=9)	内口	9.61 ± 2.11	11.36 ± 3.11^a	13.11 ± 4.28^{ab}	13.32 ± 4.67^{ab}
	中点	9.56 ± 2.34	11.25 ± 3.25^a	12.71 ± 4.14^{ab}	12.84 ± 4.79^{ab}
	外口	9.73 ± 2.18	11.19 ± 3.27^a	12.03 ± 3.97^{ab}	12.11 ± 4.06^{ab}
B组 (n=10)	内口	9.63 ± 1.98	12.31 ± 2.94^{ac}	13.97 ± 4.59^{abc}	14.07 ± 4.39^{abc}
	中点	9.67 ± 2.07	11.87 ± 2.84^{ac}	12.74 ± 4.17^{abc}	13.23 ± 4.26^{abc}
	外口	9.75 ± 2.67	11.54 ± 2.96^{ac}	12.10 ± 3.56^{ac}	12.24 ± 3.92^{ab}
C组 (n=10)	内口	9.67 ± 2.18	13.61 ± 3.62^{acd}	15.07 ± 5.74^{abcd}	15.10 ± 5.17^{abcd}
	中点	9.63 ± 2.13	12.38 ± 3.43^{acd}	13.07 ± 4.27^{abcd}	13.37 ± 4.38^{abcd}
	外口	9.71 ± 1.96	11.68 ± 3.15^{abcd}	12.15 ± 3.21^{abcd}	12.29 ± 3.94^{abcd}

与术后1周比较,^a $P < 0.01$;与术后6周比较,^b $P < 0.01$;与A组比较,^c $P < 0.01$;与B组比较,^d $P < 0.01$

表2 3组术后各时点骨隧道直径扩大百分比比较 $\%, \bar{x} \pm s$

组别	n	术后6周	术后24周	术后1年
A组	9	16.87 ± 5.39	26.24 ± 4.52^a	27.14 ± 4.33^a
B组	10	19.54 ± 5.24^b	32.47 ± 6.11^{ab}	35.61 ± 5.21^{ab}
C组	10	27.14 ± 4.33^{cd}	34.51 ± 4.97^{abd}	35.74 ± 5.37^{ab}

与术后6周比较,^a $P < 0.01$;与A组比较,^b $P < 0.05$,^c $P < 0.01$;与B组比较,^d $P < 0.05$

3 讨论

本研究中骨隧道分别测量胫骨关节面下方,隧道

外口上方以及隧道中点3个部位横截面的直径^[5]。评价基础确定为术后1周骨隧道测量结果,去除了术中各种因素的影响,具有更高的可信度。但平均值掩盖了各口之间的差异性,因此随后对各口的数据进行了分类统计,本研究结果显示,C组运动员胫骨隧道的扩大主要集中的靠近关节面的部位(骨隧道内口),各阶段测量结果均较A、B组增大。从本研究的结果来看,骨隧道中点的扩大情况比骨隧道内口要小。本研究发现各组患者术后6个月内均出现不同程度的骨隧道扩大情况,C组直径扩大比A、B组骨隧道扩大的时间要早。6周时各组骨隧道均有不同程度的扩大现象,且扩大率较各时间段扩大率要高。因此在术后6周内要尽量避免对移植物的剧烈应力刺激。在对康复方案制定的过程中应避免此阶段的屈伸动作,以增加骨-腱愈合面的应力刺激。24周以后骨隧道扩大情况较稳定,直径虽略有增高但是无统计学意义。以上研究结果提示ACL重建术后骨隧道扩大情况主要发生在6个月以内,6个月以后基本保持稳定,与Fules等^[6]的研究结果基本一致。

骨隧道扩大现象远期结局尚不清楚,但骨隧道周边的骨质溶解和骨隧道扩大对关节镜下重建的翻修手术影响是明显的,骨隧道扩大会使移植韧带的固定和附着问题变得更加复杂^[7]。移植物在骨隧道内的微动是影响移植物愈合的重要因素^[8]。本研究发现B、C组患者骨隧道扩大情况均较A组明显,说明术后康复会影响到骨隧道的增宽。可能是术后康复训练的过程中移植物与骨隧道之间产生了微动从而导致了骨隧道的增宽。本研究结果显示,C组运动员胫骨隧道的扩大主要集中在靠近关节面的部位(骨隧道内口),各阶段测量结果均较A组和B组增大,且具有统计学意义。究其原因与康复程序有着密切的关系,早期的康复运动特别是屈膝动作,在骨腱尚未愈合阶段,较早造成的“雨刷效应”,导致近端胫骨隧道在移植物反复撞击、摩擦作用下出现扩大,这与Hoher等^[9]研究观点一致。但靠近关节面部位的扩大在骨-腱愈合后对于运动功能的恢复具有促进作用,因为前交叉韧带在弹性变形的状态下具有足够的空间。但是,如果骨隧道中间部位出现较大的骨隧道扩大情况,则可能会导致移植物骨-腱面愈合不良,导致交叉韧带的松弛,从而影响下肢在运动中的稳定性和协调性。从本研究的结果来看,骨隧道中点的扩大情况比骨隧道内口要小。同时术后康复活动产生的非炎症性反应,导致滑液增多,产生“滑液浸泡效应”。关节液中的细胞因子和可吸收界面螺钉降解后的一些物质的毒性作用所引起的非炎症性反应也可能是造成骨隧道在ACL重建术后

增宽的原因之一^[10],因此B组骨隧道扩大在6周与24周时均较A组明显。

术后康复训练会导致骨隧道有所扩大,且骨隧道内口扩大最明显。术后24周以后骨隧道直径基本稳定。激进的康复方案对于伤者远期康复却未必是最好的,因此康复过程中不但要考虑到近期功能的恢复,也要充分考虑到远期康复结果。运动员的运动生涯极其有限,应本着以人为本的原则慎重选择安全且有效、科学的康复程序,从而使运动员可以尽早恢复功能而又不对其骨隧道产生严重影响。

【参考文献】

- [1] Peyrache MD, Djian P, Chtisted P, et al. Tib tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction by autogenous bone-patellar tendon-bone graft[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 1996, 4(1):2-8.
- [2] Yu JK. Relationship between tunnel widening and different rehabilitation procedures after anterior cruciate ligament reconstruction with quadrupled hamstring tendons[J]. Chin Med, 2005, 118(4):320-326.
- [3] Murty AN, Zebdeh MY, Ireland J. Tibial tunnel enlargement following anteriorcruciate reconstruction: does post-operative immobilisation make a difference[J]. Knee, 2001, 8(1):39-43.
- [4] Kong DH, Yang SJ, Ha JK, et al. Validation of functional performance tests after anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Knee Surg Relat Res, 2012, 24(1):40-45.
- [5] 向芳友,杨柳,郭林,等. 自体与同种异体骨-髌腱-骨重建交叉韧带术后胫骨骨隧道演变过程的MRI对比研究[J]. 第三军医大学学报, 2005, 27(8):782-785.
- [6] Fules PJ, Madhav RT, Goldsand RK, et al. Evaluation of tibial bone tunnel enlargement using MRI scan cross-sectional area measurement after autologous hamstring tendon ACL replacement[J]. Knee, 2003, 10(1):87-91.
- [7] Kawaguchi Y, kondo E, Kitamura N, et al. Comparisons of femoral tunnel enlargement in 169 patients between single-bundle and anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstructions with hamstring tendon grafts[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2011, 19(8):1249-1257.
- [8] Weiler A, Hoffmann RF, Ball HJ, et al. Tendon healing in a bone tunnel. Part II: Histologic analysis after biodegradable interference fit fixation in a model of anterior cruciate ligament reconstruction in sheep[J]. Arthroscopy, 2002, 18(2):124-135.
- [9] Hoher J, Moller KD, Fu FH. Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction: fact or fiction[J]? Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 1998, Vol 6(4):231-240.
- [10] Harris NL, Indelicato PA, Bloomberg MS, et al. Radiographic and histologic analysis of the tibial tunnel after allograft anterior cruciate ligament reconstruction in goats[J]. Am J Sport Med, 2002, 30(3):368-373.