doi:10.3969/j.issn.2095-4344.2013.50.008 [http://www.crter.org]
李洪秋，阿良，赵忠海，东黎阳. 不同浓度富血小板血浆与前交叉韧带重建后的隧道扩大[J].中国组织工程研究，2013，17(50):8666-8671.

不同浓度富血小板血浆与前交叉韧带重建后的隧道扩大*★

李洪秋，阿 良，赵忠海，东黎阳(沈阳医学院附属中心医院，辽宁省沈阳市 110024)

文章亮点：

课题创新性的采用不同浓度富血小板血浆对兔骨隧道扩大的影响进行了动物实验观察。结果显示，富血小板血浆能够促进兔前交叉韧带重建后腱–骨界面骨密度的提高，有效预防骨隧道的扩大；并通过实验筛选到富血小板血浆浓度10 mg为佳。

关键词：
组织构建；肌肉肌腱韧带组织构建；骨与关节植入物；富血小板血浆；前交叉韧带；腱骨愈合；骨隧道扩大；其他基金
主题词：
富血小板血浆；前交叉韧带；肌腱切断术
基金资助：
沈阳医学院课题(20102040)*；沈阳市卫生局课题(2011年青年基金)*

摘要
背景：富血小板血浆内含有的生长因子能够促进骨–腱愈合，从而减少了前交叉韧带重建后骨隧道扩大的发生；不同浓度的富血小板血浆对骨隧道的扩大有一定的影响，但是目前尚不清楚何种浓度更佳。
目的：观察富血小板血浆对前交叉韧带重建后隧道扩大的影响。
方法：将20只新西兰大白兔，参照Martinek等的方法进行兔的双侧前交叉韧带重建。在一侧肢体的肌腱移植物给予10 mg富血小板血浆凝胶预处理作为观察组，对侧肢体移植物给予5 mg富血小板血浆凝胶预处理为对照组。处理后12周进行影像学观察以及测量骨隧道的宽度，计算隧道扩大率。
结果与结论：在前交叉韧带重建后的8周、12周的时间点上，10 mg富血小板血浆组隧道扩大的宽度小于5 mg富血小板血浆组($P < 0.05$)；10 mg富血小板血浆组的腱–骨结合部位的骨密度值大于5 mg富血小板血浆组($P < 0.05$)。提示富血小板血浆能够促进兔前交叉韧带重建后腱–骨界面骨密度的提高，有效预防骨隧道的扩大，且以富血小板血浆浓度10 mg为佳。

李洪秋★，男，1981年生，吉林省农安县人，汉族，2007年中国医科大学毕业，硕士，主治医师，主要从事骨与关节创伤的基础与临床研究
hongqiulee@hotmail.com

通讯作者：阿良，博士，主任医师，沈阳医学院附属中心医院，辽宁省沈阳市 110024

中图分类号:R318
文献标识码:A
文章编号:2095-4344(2013)50-08666-06

修回日期：2013-09-14
(201307069/W·Q)

Effects of different concentrations of platelet-rich plasma on tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction

Li Hong-qiu, A Liang, Zhao Zhong-hai, Dong Li-yang (Central Hospital Attached to Shenyang Medical College, Shenyang 110024, Liaoning Province, China)

Abstract
BACKGROUND: Platelet-rich plasma contains growth factors that can promote tendon-bone healing, thereby reducing occurrence of bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction; different concentrations of platelet-rich plasma have certain influence on bone tunnel enlargement, but it is not clear which concentration is optimal.
OBJECTIVE: To study the effect of platelet-rich plasma on tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction.
METHODS: Bilateral anterior cruciate ligament reconstruction was conducted in 20 New Zealand white rabbits using Martinek et al's method. Tendon graft was pretreated with 10 mg platelet-rich plasma gel on one side as an observation group. Graft on the contralateral limb was pretreated with 5 mg platelet-rich plasma gel as control group. At 12 weeks after surgery, radiological observation and measure of the width of bone tunnel were conducted. Tunnel enlargement rate was calculated.
RESULTS AND CONCLUSION: At 8 and 12 weeks after anterior cruciate ligament reconstruction, the width of tunnel enlargement was less in the 10 mg-platelet-rich plasma group than that in the 5 mg-platelet-rich plasma group ($P < 0.05$). Bone density of tendon-bone interface was larger in the 10 mg-platelet-rich plasma group than that in the 5 mg-platelet-rich plasma group ($P < 0.05$). These results indicated that platelet-rich plasma promoted in bone density of tendon-bone interface after rabbit anterior cruciate ligament reconstruction, effectively prevented enlargement of bone tunnel. Moreover, 10 mg platelet-rich plasma is perfect.

Subject headings: platelet-rich plasma; anterior cruciate ligament; tenotomy
Funding: the Project of Shenyang Medical College in China, No. 20102040*; the Project of Shenyang Municipal Health Administration Bureau in China (Youth Foundation in 2011)*

Li Hong-qiu★, Master, Attending physician, Central Hospital Attached to Shenyang Medical College, Shenyang 110024, Liaoning Province, China
hongqiulee@hotmail.com

Corresponding author: A Liang, M.D., Chief physician, Central Hospital Attached to Shenyang Medical College, Shenyang 110024, Liaoning Province, China

Accepted: 2013-09-14

Li HQ, A L, Zhao ZH, Dong LY. Effects of different concentrations of platelet-rich plasma on tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2013;17(50):8666-8671.

0 引言 Introduction

富血小板血浆是全血经离心后所得到的一种血小板浓缩物。研究表明，富血小板血浆中含有大量生长因子及蛋白质，具有促进组织愈合和组织再生的作用[1-2]。而富血小板血浆这种作用机制目前尚无定论，有的学者认为富血小板血浆可以作用于骨髓基质干细胞，进一步增强其转换为成骨细胞的数量与活性，而成骨细胞本身能够分泌出转化因子转化生长因子β以刺激骨细胞的形成[3]；也有的学者认为是富血小板血浆内含有的血小板衍生生长因子能够增强巨噬细胞之趋化性与活性，而巨噬细胞可以代替血小板成为生长因子的主要来源，随着血小板衍生生长因子逐渐消失，巨噬细胞源性生长因子与血管生长因子将会取而代之以促进骨修复[4]。

前交叉韧带损伤在运动性损伤中很常见，损伤后常常需要进行韧带的重建[5]。对于自体或同种异体肌腱移植重建，是目前较为关注的热点。但是行前交叉韧带重建以后骨隧道或多或少会出现扩大现象，而骨隧道的扩大在一定程度上会促进移植肌腱磨损的大幅度增加，从而导致肌腱强度有所下降或者断裂，最终会影响膝关节功能的正常恢复，达不到良好的前交叉韧带重建效果。如何解决前交叉韧带重建以后骨隧道扩大是当前医学界的研究热点与难点。基于此，作者此次实验进一步探讨不同浓度富血小板血浆对前交叉韧带重建后骨隧道的扩大影响，拟筛选出富血小板血浆的最佳浓度。

1 材料和方法 Materials and methods

设计：同体对照动物实验。

时间及地点：实验于2012年3月至2013年3月在沈阳医学院附属中心医院中心实验室完成。

材料：新西兰大白兔10只，3月龄的清洁级雌性新西兰大白兔,体质量3 kg，来源于沈阳医学院附属中心医院动物实验室；兔自体富血小板血浆参考文献[6]的方法由实验室自行制备。

实验方法：

实验动物分组：将新西兰大白兔10只随机分为2组。10 mg富血小板血浆组的大白兔在其一侧肢体的肌腱移植物给予10 mg富血小板血浆凝胶预处理，将富血小板充分浸润涂抹于肌腱移植物；5 mg富血小板血浆组的大白兔在其另一侧肢体移植物给予5 mg富血小板血浆凝胶预处理做对照。

前交叉韧带重建动物模型的建立：皮下注射氯胺酮50 mg，待兔安静后，将其仰卧固定于动物实验台上，膝关节术区备皮，消毒，铺无菌巾。取膝关节髌骨旁内侧切口，剥离出半腱肌腱，于肌腱、肌肉结合处断开，保留肌腱远端止点，逐层分离，直至暴露前交叉韧带，给予切除。用2 mm钻头自胫骨结节内上方骨面向原交叉韧带下止点处钻骨隧道，通过该骨隧道再向上、向外、向后至股骨外侧髁内侧面，靠近前交叉韧带上止点处钻骨隧道，钻通至股骨外侧髁外侧的骨面[3]，将肌腱拽入骨隧道中，近端自股骨隧道贯穿出后打结固定，远端于胫骨结节处与周围组织锁边缝合。检查前抽屉试验及Lachman试验阴性。术后患肢不做特殊处理，放回原笼中饲养，自由活动。

主要观察指标：①兔全血血小板计数结果。②前交叉韧带重建后兔一般情况。③兔前交叉韧带重建后病理切片观察结果。

一般情况：术后观察实验兔的精神状态、饮食、活动及伤口愈合情况。

大体观察：取材后观察关节腔有无积液，肌腱与骨隧道连接情况、隧道口闭合情况以及移植肌腱的生长情况。

切片观察：造模后4，8，12周各组分别处死3只实验兔，取标本行病理切片并进行苏木精-伊红染色，主要观察腱骨结合部新生骨组织的生长及其骨密度值以及骨隧道关节侧入口处的直径大小。

统计学分析：实验结果数据采用SPSS 21.0软件进行*t* 检验。

2 结果 Results

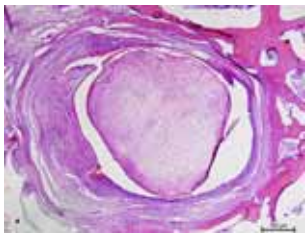
2.1 实验动物数量分析 实验选用新西兰大白兔10只，实验过程无脱失，全部进入结果分析。

2.2 血小板计数结果 10只兔全血血小板计数为(440.2±23.6)×10^9 L^{-1}；二次离心得到的高浓度富血小板血浆血小板计数为(2 200.7±23.4) ×10^9 L^{-1}；5 mg富血小板血浆组血小板计数为(756.1±20.8) ×10^9 L^{-1}；10 mg富血小板血浆组血小板计数为(1 346.3±22.3) ×10^9 L^{-1}。

2.3 前交叉韧带重建后兔一般情况 前交叉韧带重建后1-3 d两组实验兔精神比较差，饮食与活动量均比较少，换药的时候发现伤口愈合比较好，没有渗液、没有缝线的脱落、没有畏寒与打喷嚏等不良表现。3 d后实验兔精神逐渐有所好转，饮食与活动不断增多，双下肢活动能力良好。7 d后，5 mg富血小板血浆组1只实验兔2个关节存在感染，通过切开清创与及时运用抗生素治疗以后，感染明显得到控制。

2.4 病理切片观察结果 前交叉韧带重建后4周，

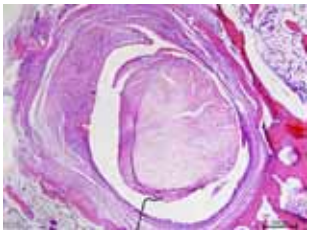
10 mg富血小板血浆组与5 mg富血小板血浆组关节腔内可以看见少量的积液，骨隧道的内口可以见到少许瘢痕组织的增生，肌腱跟隧道壁之间可以见到明显的缝隙存在。见图1，2。



注：关节腔内可以看见少量的积液，骨隧道的内口可以见到少许瘢痕组织的增生，肌腱跟隧道壁之间可以见到明显的缝隙存在。

图 1 前交叉韧带重建后 4 周 5 mg 富血小板血浆组兔肌腱与骨隧道病理观察(苏木精-伊红染色，×100)

Figure 1 Pathological observation of rabbit tendon and bone tunnel in the 5 mg-platelet-rich plasma group at 4 wk after anterior cruciate ligament reconstruction (Hematoxylin-eosin staining, ×100)



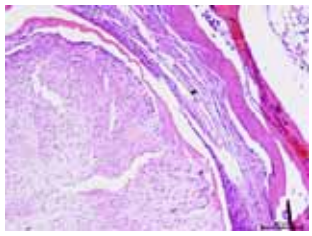
注：关节腔内可以看见少量的积液，骨隧道的内口可以见到少许瘢痕组织的增生，肌腱跟隧道壁之间可以见到明显的缝隙存在。

图 2 前交叉韧带重建后 4 周 10 mg 富血小板血浆组兔肌腱与骨隧道病理观察(苏木精-伊红染色，×100)

Figure 2 Pathological observation of rabbit tendon and bone tunnel in the 10 mg-platelet-rich plasma group at 4 wk after anterior cruciate ligament reconstruction (Hematoxylin-eosin staining, ×100)

前交叉韧带重建后8周，10 mg富血小板血浆组与5 mg富血小板血浆组关节腔内没有积液，骨隧道的内口可见移植肌腱和骨隧道壁出现纤维组织的连接。见图3，4。

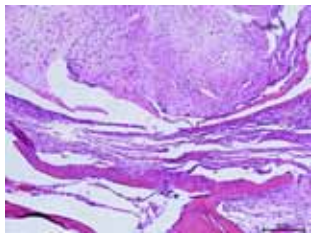
前交叉韧带重建后12周，10 mg富血小板血浆组隧道内口被瘢痕组织覆盖，隧道的内口处可以见到一软骨样组织凸起，两组的骨隧道内长有更为成熟的致密结缔组织，且10 mg富血小板血浆组居多。图5，6。



注：关节腔内没有积液，骨隧道的内口可见移植肌腱和骨隧道壁出现纤维组织的连接。

图 3 前交叉韧带重建后 8 周 5 mg 富血小板血浆组兔肌腱与骨隧道病理观察(苏木精-伊红染色，×100)

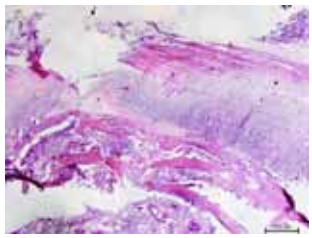
Figure 3 Pathological observation of rabbit tendon and bone tunnel in the 5 mg-platelet-rich plasma group at 8 wk after anterior cruciate ligament reconstruction (Hematoxylin-eosin staining, ×100)



注：关节腔内没有积液，骨隧道的内口可见移植肌腱和骨隧道壁出现纤维组织的连接。

图 4 前交叉韧带重建后 8 周 10 mg 富血小板血浆组兔肌腱与骨隧道病理观察(苏木精-伊红染色，×100)

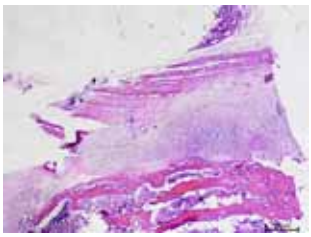
Figure 4 Pathological observation of rabbit tendon and bone tunnel in the 10 mg-platelet-rich plasma group at 8 wk after anterior cruciate ligament reconstruction (Hematoxylin-eosin staining, ×100)



注：骨隧道内长有更为成熟的致密结缔组织。

图 5 前交叉韧带重建后 12 周 5 mg 富血小板血浆组兔肌腱与骨隧道病理观察(苏木精-伊红染色，×100)

Figure 5 Pathological observation of rabbit tendon and bone tunnel in the 5 mg-platelet-rich plasma group at 12 wk after anterior cruciate ligament reconstruction (Hematoxylin-eosin staining, ×100)



注：隧道内口被瘢痕组织覆盖，隧道的内口处可以见到一软骨样组织凸起，骨隧道内长有更为成熟的致密结缔组织。

图 6　前交叉韧带重建后 12 周 10 mg 富血小板血浆组兔肌腱与骨隧道病理观察(苏木精-伊红染色，×100)

Figure 6　Pathological observation of rabbit tendon and bone tunnel in the 10 mg-platelet-rich plasma group at 12 wk after anterior cruciate ligament reconstruction (Hematoxylin-eosin staining, ×100)

2.5　两组前交叉韧带重建后不同时间兔隧道扩大的宽度　见表1。

表 1　前交叉韧带重建后不同时间兔隧道扩大的宽度

Table 1　Width of tunnel enlargement of rabbits at various time points after anterior cruciate ligament reconstruction ($\bar{x}\pm s$, n=10, mm)

组别	4周	8周	12周
10 mg富血小板血浆组	0.45±0.15	0.55±0.02	0.48±0.13
5 mg富血小板血浆组	0.51±0.24	0.62±0.17	0.68±0.41
P	> 0.05	< 0.05	< 0.05

注：前交叉韧带重建后的 8 周、12 周，10 mg 富血小板血浆组隧道扩大的宽度小于 5 mg 富血小板血浆组($P < 0.05$)。

2.6　两组前交叉韧带重建后不同时间兔腱-骨结合部位的骨密度　见表2。

表 2　前交叉韧带重建后不同时间兔腱-骨结合部位的骨密度值

Table 2　Bone density of tendon-bone interface of rabbits at various time points after anterior cruciate ligament reconstruction ($\bar{x}\pm s$, n=10, mg/cm^3)

组别	4周	8周	12周
10 mg富血小板血浆组	108±14	119±15	134±17
5 mg富血小板血浆组	86±11	92±16	92±15
P	> 0.05	< 0.05	< 0.05

注：10 mg 富血小板血浆组的腱-骨结合部位的骨密度值大于 5 mg 富血小板血浆组($P < 0.05$)。

从表1，2可知，在前交叉韧带重建后的8周、12周的时间点上，10 mg富血小板血浆组隧道扩大的宽度小于5 mg富血小板血浆组($P < 0.05$)；10 mg富血小板血浆组的腱-骨结合部位的骨密度值大于5 mg富血小板血浆组($P < 0.05$)。

3　讨论　Discussion

实施前交叉韧带重建以后所引起的骨隧道扩大研究在近几年来是一个研究热点[7-32]。从理论上而言，骨隧道中的移植物跟骨隧道之间会发生“雨刷效应”与“橡皮筋效应”。“雨刷效应”就是指移植物跟骨隧道之间呈矢状位前后摆动运动。“橡皮筋效应”又称“蹦极效应”，是指移植物跟骨隧道之间呈纵向拉伸运动。这两种效应可以导致前交叉韧带重建术后骨隧道的扩大。骨隧道扩大就是指随访时的骨隧道直径比前交叉韧带重建术后初期之骨隧道的直径至少大2 mm，或者骨隧道的横截面积增加至少50%。在临床上，尚未明确骨隧道扩大的原因，大部分学者认为是生物学因素、机械性因素与康复锻炼等多种因素共同作用的结果[33]。前交叉韧带重建后引起骨隧道扩大的研究文献报道见表3。

目前，治疗骨隧道扩大的方法常见有无内固定物的嵌压固定术[34]，此种方法虽然可以进行解剖位固定，有效避免“橡皮筋效应”，但是重建后腱-骨愈合缓慢，这是因为术后短期内腱-骨界面是个薄弱点[35]。腱-骨愈合缓慢将影响早期的康复，以及出现中后期骨隧道扩大，并对最终的效果有潜在影响。基于此，许多研究者采用不同的策略以增强腱-骨界面的修复。富血小板血浆是通过离心自体全血而得到的含高浓度血小板血浆，其中含有多种高浓度的生长因子。富血小板血浆可通过因子调节网络发挥协同作用，对细胞的生长分化和组织的形成起着重要作用,可以促进骨缺损和腱骨创面的修复与重建[36]。

为了进一步探讨富血小板血浆对前交叉韧带重建后隧道扩大的影响，采用5 mg、10 mg不同浓度的富血小板血浆对兔骨隧道扩大进行了研究。研究显示，在前交叉韧带重建后的8周、12周的时间点上，10 mg富血小板血浆组隧道扩大的宽度小于5 mg富血小板血浆组($P < 0.05$)；10 mg富血小板血浆组的腱-骨结合部位的骨密度值大于5 mg富血小板血浆组($P < 0.05$)。提示富血小板血浆能够促进兔前交叉韧带重建术后腱-骨界面骨密度的提高，有效预防骨隧道的扩大。这跟Dori [37]的研究一致，表明加入富血小板血浆后骨隧道的新生血管形成和血运重建的过程明显增强。

目前尚无文献报道采用何种富血小板血浆浓度为最佳浓度[38]，实验综合各项指标显示以富血小板血浆浓度10 mg为佳，今后需要大量的实践证实是否这个浓度为最佳。总之，富血小板血浆对防止前交叉韧带重建术后骨隧

道扩大具有一定的可行性，值得在临床上推广与使用。

表 3 Ⅰ期前后路联合治疗及分期前后路治疗纵韧带骨化症的文献报道

Table 3 Bone density of tendon-bone interface of rabbits at various time points after anterior cruciate ligament

作者	对象	方法	随访时间	结果
傅永慧[8]	前交叉韧带损伤患者 52 例(52 膝)	行自体骨-髌腱-骨前交叉韧带重建	术后 1 周，10 周，12 个月	术后 1 周胫骨隧道扩大(11.18±3.39)%,术后 10 周扩大(25.98±4.36)%，术后 12 个月扩大(26.24±4.44)%。说明骨-髌腱-骨前交叉韧带重建后胫骨隧道明显扩大发生在术后 10 周内，术后 10 周至 12 个月骨隧道直径比较稳定
翟文亮[14]	前交叉韧带损伤患者 18 例(18 膝)	接受自体腓骨长肌腱复合骨形态发生蛋白和异体骨重建前交叉韧带的病例	术后 1 周及 3，6，12 个月	18 例(18 膝)股骨隧道平均扩大(1.10±0.42) mm，胫骨隧道平均扩大(1.00±0.51) mm。术后 1 周、3 个月骨隧道宽度比较差异有统计学意义($P < 0.05$)，术后 3-12 个月骨隧道宽度比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。说明腓骨长肌腱复合骨形态发生蛋白和异体骨重建前交叉韧带可以明显减少骨隧道扩大的发生，骨隧道明显增宽出现在术后 3 个月内，并在随后保持稳定
白正武[15]	前交叉韧带损伤病例 88 例	关节镜下自体半腱肌、股薄肌腱重建前交叉韧带，分为 3 组。A 组 26 例采用 Endobutton 固定；B 组 22 例采用可吸收挤压螺钉固定；C 组 40 例采用 Rigidfix 固定	平均随访 16.5 个月	B 组骨道直径增宽明显，C 组骨道增宽显小；在股骨骨道开口处，C 组骨道增宽程度最小($P < 0.05$)，A、B 组无对比差异($P > 0.05$)，A、C 组股骨骨道形态呈线形；B 组股骨骨道形态呈锥形，所有病例关节稳定性良好。术后 Lyshobn 评分 3 组间差异无显著性意义。说明移植物固定方式影响前交叉韧带术后骨道扩大的重要因素；固定方式、骨通扩大程度与术后临床疗效无相关性
李卫平[18]	膝关节前交叉韧带断裂患者 67 例(70 个膝)	应用同种异体肌腱反折编织形成八股“人”字形移植物,采用胫骨双隧道、股骨单隧道界面螺钉固定的方法重建前交叉韧带	术后 4-20 个月，平均 13 个月	患者关节活动度均正常，术后 Lysholm 评分、Larson 评分及 IKDC 评分均较术前显著提高。5 例患者出现骨隧道扩大；2 例股骨及胫骨前内侧隧道均扩大，3 例为前内侧骨隧道。所有患者均未见关节间隙变窄，均未出现螺钉松动、移植物松动。说明该术式关节稳定性佳，最大限度恢复解剖重建
郭磊[26]	前交叉韧带损伤 34 例	患者分为 2 组，A 组 16 例采用同种异体骨-髌腱-骨进行前交叉韧带损伤单束重建，术后采用普通的康复方案进行功能康复；B 组 18 例采用同种异体骨-髌腱-骨进行前交叉韧带损伤单束重建，并半月板缝合修复，术后采用保守的康复训练方案进行康复治疗	术后 12 个月	29%(10 例)出现胫骨骨隧道的增宽；与 A 组相比，B 组患者骨隧道的增宽程度明显减小。两组 lysholm 评分差异无显著性意义。早期不同的康复训练方案将影响同种异体骨-髌腱-骨重建前交叉韧带术后胫骨骨隧道的愈合,但对膝关节的功能恢复影响不大

作者贡献：第一、三作者进行实验设计，实施为第一、二作者，相关资料收集和论文攥写由第一作者完成，第三、四作者进行结果评估并对论文进行审校，通讯作者对文章负责。

利益冲突：课题未涉及任何厂家及相关雇主或其他经济组织直接或间接的经济或利益的赞助。

伦理要求：实验过程中对动物处置符合 2006 年科学技术部发布的《关于善待实验动物的指导性意见》标准。

学术术语：“橡皮筋效应”-又称“蹦极效应”，是指移植物跟骨隧道之间呈纵向拉伸运动。

作者声明：文章为原创作品，数据准确，内容不涉及泄密，无一稿两投，无抄袭，无内容剽窃，无作者署名争议，无与他人课题以及专利技术的争执，内容真实，文责自负。

4 参考文献 References

[1] 钟萍,宋昱垚,张宸梓.前交叉韧带重建术后骨隧道扩大的原因与预防[J].山东医药,2013,53(10):92-94.

[2] 翟文亮,高跃川. 富血小板血浆复合物对前交叉韧带重建术后影响的影像学观察[J].实用骨科杂志,2012,18(5):416-419.

[3] 陈岗,吴海山.前交叉韧带重建术后腱-骨界面愈合研究[J]. 国际骨科学杂志, 2010,31(01):14-17,38.

[4] Jarvela T,Moisala AS,Paakkala T,et al.Tunnel enlargement after doublebundle anterior cruciate ligament reconstruction:a prospective,randomized study. Arthroscopy. 2008;24(12):1349-1357.

[5] Jagodzinski M, Geiges B, von Falck C,et al. Biodegradable screw versus a press-fit bone plug fixation for hamstring anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective randomized study. Am J Sports Med. 2010;38(3):501-508.

[6] 金哲,吕刚,王禹祥. 二次离心法制备富血小板血浆离心条件的比较[J].中国医科大学学报,2012,41(3): 237-240.

[7] 连海云,罗建成,王波,等. 关节镜下腘绳肌腱重建膝关节前交叉韧带损伤的临床研究[J]. 实用骨科杂志,2012,18(6):558-560.

[8] 傅永慧,许正文. 自体骨—髌腱—骨前交叉韧带重建术后胫骨隧道的变化[J].山东医药,2012,52(10):8-10.

[9] 李卫平,宋斌,杨睿,等. 关节镜下膝关节前后交叉韧带重建:自体移植与异体移植的中远期疗效对比[J].中国组织工程研究, 2012, 16(5):939-943.

[10] 贝涛,赵劲民,丁晓飞,等. 前交叉韧带重建中可吸收螺钉与金属螺钉两种固定方式比较的系统评价[J]. 中国组织工程研究与临床康复,2011,15(52):9817-9822.
[11] 王智慧,陈百成,张晓阳,等. 自体骨膜包裹同种异体肌腱重建前交叉韧带的前瞻性研究[J]. 中国修复重建外科杂志,2011,25(10): 1256-1260.
[12] 王开化. 关节镜下同种异体B-PT-B用于膝关节前交叉韧带重建术的近期疗效观察[J]. 山东医药,2011,51(19):56-57.
[13] 孔祥喆,赵金忠. 前交叉韧带重建术后骨隧道扩大的研究现况[J]. 中华关节外科杂志:电子版,2010,4(4):536-541.
[14] 翟文亮,李德,练克俭. 腓骨长肌腱复合骨形态发生蛋白和异体骨重建前交叉韧带术后骨隧道扩大的研究[J].中国骨伤,2010,23(6): 414-416.
[15] 白正武,朱本珂,张明,等. 移植物不同固定方式对自体腘绳肌腱重建膝前交叉韧带术后股骨骨道影响的对比研究[J].中国矫形外科杂志,2010,18(2):106-109.
[16] 李智尧,张磊. 关节镜下前交叉韧带保残重建的研究现状[J]. 中国修复重建外科杂志,2010,24(3):304.
[17] 李宏云,陈世益,陈疾忤,等. 自体腘绳肌腱重建前交叉韧带股骨端两种固定方式的比较[J].中国运动医学杂志,2010,29(1): 22-25,7.
[18] 李卫平,宋斌,黄建荣,等. 关节镜下胫骨双隧道股骨单隧道八股同种异体肌腱重建膝前交叉韧带[J].中国内镜杂志,2009,15(8): 796-800.
[19] 刘飞,李学金,范春晖,等.可吸收交叉钉在腘绳肌腱重建前交叉韧带损伤固定中的应用[J].山东医药,2009,49(19):62-64.
[20] 沈光思,徐又佳,周海斌,等. 前交叉韧带重建术股骨隧道角度与隧道壁承受应力关系的研究[J].临床骨科杂志,2008,11(5): 469-472.
[21] 李卫平,黄建荣,沈慧勇,等.关节镜下六股自体腘绳肌肌腱胫骨双隧道重建膝前交叉韧带[J].第三军医大学学报,2008,30(15): 1404-1407.
[22] 练克俭,宋光虎,翟文亮,等.脱蛋白骨复合牛骨形态发生蛋白(BMP)对前交叉韧带重建术后骨隧道扩大的影响[J].中国微创外科杂志,2008,8(8):739-741.
[23] 杨国夫,崔学军,赵哲,等. 关节镜下带骨块自体腘绳肌重建前交叉韧带[J].中国伤残医学,2008,16(2):1-2.
[24] 刘彩龙,赵金忠.应用腘绳肌肌腱重建前交叉韧带的理论与技术实施特征[J]. 中国组织工程研究与临床康复,2008,12(20): 3930-3934.
[25] 韩晓鹏,纪斌平.前交叉韧带重建技术进展[J].国际骨科学杂志,2008,29(3):173-175.
[26] 郭磊,白希壮,张世亮,等. 早期康复锻炼对ACL重建术后胫骨隧道的影响[J].中国现代医学杂志,2008,23(5):981-984.
[27] 孙然,陈百成,王晓峰,等. 前十字韧带重建术后骨隧道扩大与临床疗效的关系[J].中华骨科杂志,2006,26(4): 256-260.
[28] 胡勇,陈经勇,刘剑伟,等. 关节镜下应用改良的TransFix-Ⅱ技术经双胫骨隧道解剖重建膝前交叉韧带[J].中国医学科学院学报,2005,27(6):704-707.
[29] 向芳友,杨柳,郭林,等. 自体与同种异体骨-髌腱-骨重建前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.
[30] 胡勇,刘剑伟,陈经勇,等. 关节镜下双股半腱及股薄肌腱经双胫骨隧道解剖重建膝前交叉韧带[J].中国矫形外科杂志,2005,13(8):571-573.
[31] 沈灏,曹红彬,蒋垚,等. 前交叉韧带重建术后骨隧道扩大的研究进展[J]. 国外医学:骨科学分册,2005,26(2):102-104.
[32] 王立晖,李卫平,宋斌,等. 关节镜下前交叉韧带单束与“人”字形重建远期疗效的比较[J].中国组织工程研究,2013,17(18): 3341-3348.
[33] Foldager C,Jakobsen BW,Lund B,et al.Tibial tunnel widening after bioresorbable poly-lactide calcium carbonate interference screw usage in ACL reconstruction. Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy . 2010;18(1): 79-84.
[34] 赵宗峤,吴萍,孙磊.生长因子对前交叉韧带重建后腱-骨愈合影响的研究现状[J]. 中国矫形外科杂志,2011,19(6):471-474.
[35] Pilge H, Spang J, Rose T, et al. Osteolysis after rotator cuff repair with bioabsorbable anchors. Arch Orthop Trauma Surg. 2012;(3):305-310.
[36] 孙磊, 吴波,田敏,等. 兔保留与切除残迹前交叉韧带重建生物力学的比较[J].中华关节外科杂志:电子版,2013,7(1):81-85.
[37] Dori F.Effect of combined therapeutic methods on healing of periodontal vertical bone defects in regenerative surgery.Orv Hetil. 2009;150(11):517-522.
[38] 郑佳鹏,翟文亮,丁真奇,等. 富血小板血浆与异体脱蛋白骨复合物颗粒促进前交叉韧带重建术后腱骨愈合的临床研究[J].中国骨与关节损伤杂志,2012,27(4):304-306.