

بررسی تعادل استاتیکی و دینامیکی ورزشکاران دارای رباط صلیبی قدامی بازسازی شده از طریق آرتروسکوپی

علی گلچینی¹

کارشناسی ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی

دکتر ناصر بهپور

استادیار دانشگاه رازی

دکتر شهرام آهنگان

دانشیار دانشگاه علامه طباطبایی تهران

چکیده

مقدمه: یکی از مهم‌ترین رباط‌های تثبیت کننده زانو رباط صلیبی قدامی² می‌باشد (20). رباط صلیبی قدامی به حفظ پایداری دینامیکی-استاتیکی و هماهنگی حرکتی مفصل زانو کمک می‌کند. آسیب ACL تأثیر شدیدی بر عملکرد حرکتی زانو و تعادل افراد می‌گذارد (5). در این پژوهش، تأثیر تمرینات تسریعی بر تعادل دینامیکی و استاتیکی ورزشکارانی که بازسازی ACL از طریق عمل آرتروسکوپی داشته‌اند ارزیابی شده است. **مواد و روش‌ها:** 30 ورزشکار با بازسازی ACL از طریق BPTBG³ با میانگین سنی 28/7 سال انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه 15 نفری کنترل و تجربی تقسیم بندی شدند. گروه تجربی، پروتکل بازتوانی تسریعی و گروه کنترل، یک دوره فیزیوتراپی معمول را به مدت 24 هفته اجرا کردند. در پایان ماه‌های 3، 6 و 9 تعادل پویا و ایستا مورد ارزیابی قرار گرفت. از repeated measure ANOVA و آزمون T مستقل برای تجزیه و تحلیل نتایج در سطح 0/05 بهره گرفته شد. **نتایج:** در هر دو گروه (گروه بازتوانی تسریعی و کنترل) تعادل ایستا و پویا اندام جراحی شده کم‌تر از اندام سالم بود. تعادل ایستا و پویا زانو در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل بیشتر بود. پایداری اندام تحتانی در گروه تجربی بیشتر از گروه کنترل بود (p=0/05). **نتیجه‌گیری:** نتایج نشان داد که نقص موجود در تعادل ایستا و پویای ورزشکاران حتی بعد از مراحل بازتوانی به طور کامل مرتفع نمی‌شود. همچنین برنامه تمرینات عصبی عضلانی به طور قابل ملاحظه‌ای ناپایداری اندام تحتانی را کاهش می‌دهد و باید بخش مهمی از برنامه بازتوانی ورزشکاران را برای به خود اختصاص دهد. **واژه‌های کلیدی:** ACL، بازسازی شده، تعادل ایستا و تعادل پویا.

1 Ali_golchini@yahoo.com

2 Anterior Cruciate Ligament (ACL)

3 Bony -Patellar Tendon- Bony graft

مقدمه

ضایعات رباط صلیبی قدامی زانو یکی از شایع‌ترین آسیب‌های ورزشی است (سالانه 250000 در امریکا) (5). آسیب‌دیدگی ACL به دلیل ناپایداری عملکردی و مکانیکی بدن می‌باشد. اغلب ورزشکاران بعد از آسیب ACL و عمل جراحی آن به سختی به عملکرد کامل ورزشی قبل از آسیب خود برمی‌گردند (10). ACL در مفصل زانو به حفظ پایداری دینامیکی، استاتیکی و هماهنگی حرکتی زانو کمک می‌کند. نقص و آسیب ACL تأثیر شدیدی بر پایداری استاتیکی و دینامیکی زانو و اندام تحتانی فرد می‌گذارد، این نقص موجب بازخورد حسی موثری در زانوی آسیب دیده می‌شود که می‌تواند موجب کاهش عملکرد، تعادل و تخریب مفصل زانو شود (14). همچنین باید به این نکته اشاره کرد که بعد از عمل بازسازی، توانایی فرد در اجرایی فعالیت‌های عملکردی، تعادلی و ورزشی کاهش می‌یابد (3). نقص‌های عضلانی و فرآیندهای عصبی - عضلانی بعد از عمل بازسازی خود را نمایان می‌کنند. نشان داده شد که آسیب مفصلی و بیماری‌های غضروفی تأثیرات منفی بر روی حس وضعیتی مفصل، حس حرکت، و تعادل می‌گذارد (16). بدون ایجاد هماهنگی طبیعی و از بین بردن یا تعدیل موارد ذکر شده، ورزشکار توانایی انجام فعالیت‌های جسمانی را در یک الگوی مناسب نخواهد داشت. هدف اصلی بازتوانی بیماران با ناکارآمدی ACL، بهبود پایداری دینامیکی آن با وجود کاهش یافتن پایداری مکانیکال است. در بازتوانی بیماران با ACL بازسازی شده، بهبود پایداری دینامیکی و استاتیکی مد نظر بوده و هدف بازگرداندن تعادل دینامیکی زانو بوسیله ارتقای کنترل عصبی - عضلانی از طریق تمرین قدرتی عضلات، هماهنگی و توانایی حس عمقی است. هدف تمرینات عصبی - عضلانی برای ورزشکارانی که ACL آن‌ها بازسازی شده است در وهله‌ی اول بهبود فعالیت عضلانی، افزایش پایداری دینامیکی زانو، و بازآموزی الگوهای حرکتی و مهارت‌های مورد استفاده در فعالیت‌های روزانه و ورزشی است (19). نشان داده شده است که بعد از بازسازی ACL، شروع زود هنگام تمرینات زنجیره‌ی باز، در مقایسه با تمرینات زنجیره بسته، موجب افزایش لقی قدامی زانو می‌شود (13). همچنین کنترل عضلانی، راه رفتن، فعالیت‌های عملکردی (11)، و حس عمقی (9) بعد از بازسازی ACL ارزیابی شده است، در صورتی که اثر تعادل دینامیکی و استاتیکی در تحقیقات کمتر مورد ارزیابی و توجه قرار گرفته است. روشی که اخیراً مرسوم شده است و محقق نیز قصد به کار بردن آن را در تحقیق خود دارد پروتکل بازتوانی تسریعی با تأکید بر تمرینات عصبی - عضلانی و تعادلی زانو می‌باشد. در این پژوهش، تعادل دینامیکی و استاتیکی ورزشکارانی که جراحی بازسازی ACL داشته‌اند در طی 9 ماه مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

انتخاب بیماران: تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی می‌باشد که تأثیر یک پروتکل بازتوانی بر تعادل دینامیکی و استاتیکی ورزشکارانی که جراحی بازسازی ACL داشته‌اند را در طی 9 ماه مورد ارزیابی قرار می‌دهد. جامعه آماری فوتبالیست‌های

هستند که از طریق جراحی آرتروسکوپی تحت پیوند رباط صلیبی قدامی بوسیله پیوند تاندون کشکی¹ قرار گرفته‌اند. آزمودنی‌ها شامل 30 نفر، (با میانگین سنی = 28/77 سال، قد = 178/73 سانتی‌متر، وزن = 80/97 کیلوگرم و سابقه ورزشی = 14/80 سال) بودند که تصادفی در دو گروه 15 نفری کنترل (فیزیوتراپی + بریس + توان‌بخشی معمول) و تجربی (پروتکل بازتوانی) تقسیم بندی شدند. شرکت کننده‌ها همه مرد بودند، رشته ورزشی فوتبال، عضو عمل شده و برتر آن‌ها نیز همسان شد.

معیارهای انتخاب آزمودنی‌ها: 1- آسیب ترکیبی نباشد یعنی فقط عمل بازسازی (ACL) انجام داده باشد و هیچ کدام از سایر رباط‌های زانو (PCL, MCL, LCL) تحت عمل بازسازی قرار نگرفته باشد 2- فرد هیچ گونه سابقه آسیب دیدگی یا جراحی در طرفین زانوهایش نداشته باشد، 3- هیچ گونه سابقه آسیب دیدگی شدید یا عمل جراحی بر روی مفصل مچ پا و ران نداشته باشد.

تکنیک عمل جراحی: اعمال جراحی توسط یک جراح و با کمک آرتروسکوپ انجام گرفت. تمام بیماران تحت بیهوشی عمومی و با کنترل تورنیکه و تزریق یک دوز سفازولین 2 گرمی پروفیلاکتیک جراحی شدند. تاندون پاتلار با برش 5-7 سانتی متری برداشته شد. تونل فمورال با تکنیک ترانس تیپا دریل شد. تمام گرافت‌ها با نیروی برابر 100 نیوتن قبل از بکارگیری تحت کشش قرار گرفتند. برای بازسازی از طریق تاندون پاتلار از تکنیک Modified Clancy با یک انسزین استفاده شد (8). جهت فیکس کردن گرافت تاندون پاتلار در ناحیه فمور و تی بیا از پیچ قابل جذب بیولوژیکی استفاده شد.

برنامه توان‌بخشی: به مدت 6 ماه (هفته 4 جلسه تمرین) پروتکل بازتوانی را برای گروه تجربی اجرا شد. تمرینات شامل؛ تمرینات دامنه حرکتی، ایزومتریک، زنجیره بسته و باز، انعطاف پذیری، تقویتی، تمرینات در آب، عصبی-عضلانی و تعادلی...، (جدول 2) (6) می‌شد. گروه کنترل یک دوره فیزیوتراپی (که شامل یک برنامه فیزیوتراپی 20 جلسه تحریک الکتریکی با فرکانس 50 Hz، 10 ثانیه انقباض و تحریک، 20 ثانیه استراحت و زمان هر جلسه تمرینی 20 دقیقه بود) که در ماه اول هفته‌ی سه جلسه و در ماه‌های 2 و 3 هفته‌ی 1 جلسه برنامه فیزیوتراپی را همراه با یک برنامه تمرینی دامنه حرکتی همراه با بستن بریس اجرا کردند.

ارزیابی متغیرها: در پایان ماه‌های 3، 6 و 9 هر دو گروه مورد ارزیابی قرار می‌گرفت، آزمون‌های مورد استفاده شامل: مقیاس درد قدامی زانو، عملکرد ذهنی (مقیاس لی‌شهلیم)، تعادل پویا آزمون تعادلی گردش ستاره² و باس (18) تعادل ایستا (آزمون لک لک) لغی زانو (آزمون پیوت شیفت و لاکمن³) میزان بازگشت به سطوح رقابتی (مقیاس سینسیناتی) ارزیابی شدند. تست ستاره برای ارزیابی تعادل پویای افراد در 3 جهت قدامی، خلفی-داخلی و خلفی-خارجی استفاده گردید. تست تعادلی گردش ستاره

¹ Bone Patellar Tendon Bone graft (BPTBG)

² Star Excursion Balance Test (SEBT)

³ Pivot Shift and lachman

آزمونی مناسب برای ارزیابی تعادل پویا می‌باشد. آزمون‌های پیوت شیفت و لاکمن بر روی هر دو زانوی افراد انجام و به صورت طبیعی، (+) Glide، (++) Clunk و (+++) Gross طبقه بندی می‌شدند. مقیاس لی شُلم حاصل مجموع امتیازاتی است که بر اساس عملکرد ذهنی افراد از فعالیت‌های زانوی خود در اعمال طبیعی که در طول روز انجام می‌دهند. براساس مقیاس سینسیناتی بیمار در یکی از 4 سطح فعالیت ورزشی قرار می‌گیرد حداقل امتیاز در این مقیاس 120 و حداکثر آن 420 می‌باشد که شش نوع فعالیت بدنی از جمله: راه رفتن، بالا رفتن از پله، اسکات و زانو زدن، دویدن مستقیم، بالا و پایین پریدن، چرخش‌ها و برش‌های سریع بدن می‌باشد (2). این 4 سطح عبارت است از: سطح I فعالیت‌های خیلی سنگین، سطح II فعالیت‌های متوسط تا سنگین، سطح III فعالیت‌های سبک و سطح IV فعالیت‌های خیلی سبک. همه‌ی این تست‌ها در طی یک جلسه توسط بیماران اجرا می‌شد طوری که برای عضو جراحی شده آن‌ها هیچ گونه عارضه و خطری نداشته باشد، به طوری که قبل از اجرای آزمون‌ها و در پایان هر مرحله و ویزیت از ورزشکاران تست‌های کلینیکی از جمله: تست لاکمن، دراور تست، تست تغییر جهت چرخیدن¹، راه رفتن، تورم، دامنه حرکتی فلکشن - اکستنشن، صدای زانو و... نیز توسط فیزیوتراپ گرفته می‌شد. به حالات ورزشکاران در حین آزمون‌ها توجه می‌شد در صورت نامناسب بودن وضعیت آن‌ها مرحله قبلی توان‌بخشی تکرار می‌شد و از اجرای آزمون برای فرد صرف نظر می‌شد. در بین هر آزمون فرصت کافی برای استراحت و ریکاوری افراد در نظر گرفته می‌شد که دچار آسیب مجدد نشوند.

نتایج

نتایج تحقیق نشان داد که پایداری و تعادل پویا و ایستا زانو در پای جراحی شده در گروه تجربی در طی 3 بار اندازه‌گیری بیشتر از گروه کنترل بود ($p < 0/05$). یافته‌های تحقیق در جدول 3 تا 7 ارائه شده است. در این پژوهش برای مطالعه‌ی متغیر مستقل (پروتکل تمرینات بازتوانی) و اثر آن بر متغیرهای وابسته (تعادل دینامیکی و استاتیکی) از آزمون آماری تی مستقل (student-t)، ANOVA repeated measurement و از نرم افزار اس.پی.اس.اس (نسخه 16) استفاده شد. یافته‌های تحقیق در جدول 3 تا 7 ارائه شده است. نتایج تحقیق نشان داد که تدوین و اجرای یک دوره تمرینات بازتوانی تسریعی به مدت 4 روز در هفته در طی 6 ماه متوالی، تعادل دینامیکی و استاتیکی در اندام جراحی شده در طی 3 بار اندازه‌گیری کمتر از اندام سالم بود ($p < 0/05$). همین متغیرها در گروه بازتوانی نسبت به گروه فیزیوتراپی در طی 3 بار اندازه‌گیری بیشتر بود ($p < 0/05$). همچنین نتایج تحقیق نشان داد که پایداری دینامیکی در پای سالم و پای جراحی شده در گروه بازتوانی در طی 3 بار اندازه‌گیری بیشتر از گروه کنترل بود ($p < 0/05$). همچنین براساس مقیاس سینسیناتی (جدول 4)

¹ Pivot Shift Test

بین دو گروه تفاوت معناداری وجود داشت، برگشت کامل به سطح مسابقات 10 نفر (66/6٪) به 0٪، برگشت به سطوح متوسط تا سنگین ورزشی 3 (20٪) به 1 (6/6٪)، برگشت به سطوح متوسط ورزشی 1 (6/6٪) به 10 (66/6٪) و انصراف از برگشت به سطوح مسابقات 1 (6/6٪) به 4 (26/6٪) می باشد (p=0/000).

بحث

نتایج حاصله از پژوهش حاضر نشان داد که برنامه بازتوانی تسریعی ارائه شده نه تنها در بهبود تعادل افراد آسیب دیده موثر است بلکه سرعت دستیابی به این بهبودی را نیز افزایش می دهد. پس از 6 ماه اجرای برنامه بازتوانی و 3 ماه پیگیری ادامه دار نتایج حاصله از اجرای آزمون‌ها حاکی موثر بودن پروتکل بازتوانی با تاکید بر تمرینات عصبی-عضلانی، تعادلی و بویژه تمرینات اختصاصی مبتنی بر 5 مرحله می باشد.

براساس یافته‌های تحقیق حاضر ورزشکاران گروه تجربی پس از پایان برنامه بازتوانی در دوره‌های زمانی مختلف که تست‌های تعادلی استاتیک (تست لک لک) بر روی آن‌ها اجرا شده بهتر از ورزشکاران گروه کنترل بوده و دارای تعادل ایستا بهتری در هر دو پا (پای جراحی شده و پای سالم) نسبت به آن‌ها می باشند به طوری که در ماه‌های 3، 6 و 9 اختلاف میانگین امتیازات بدست آمده معنادار بوده (جدول 6). معتمد وزیری و همکاران (17) نشان دادند که تعادل و ثبات پای جراحی شده قبل از عمل همانند پای سالم می باشد که این روند بعد از عمل معکوس می شود همچنین بیان کردند که بیماران با ضایعه‌ی ACL بعد از اجرای تمرینات تعادلی دارای عملکرد و تعادل بهتری خواهند شد. شاید علت این همخوانی استفاده هر دو تحقیق از تمرینات تعادلی و اغتشاشی می باشد.

برای ارزیابی تعادل دینامیکی از تست باس و تست گردش ستاره استفاده شد. نتایج حاصله از تست باس برای ارزیابی تعادل پویا در طی 3 دوره زمانی اجرای آزمون‌ها نیز تفاوت معناداری بین گروه تجربی و گروه کنترل نشان داد. به طوری که در طی این 3 بار اختلاف میانگین‌ها عبارت بودند از: 25/26، 26/13، 30/67 و 34/2 که نشان دهنده تعادل پویای بهتر گروه تجربی نسبت به گروه کنترل می باشد (جدول 3). تفاوت معنادار و رو به رشد این متغیر نشان دهنده تعادل پویای بهتر و بیشتر گروه تجربی نیز می باشد (P<0/05).

نتایج حاصله از تست گردش ستاره که در ماه‌های 3 و 6 به منظور ارزیابی تعادل دینامیکی اجرا شد نیز تفاوت معناداری بین گروه تجربی و گروه کنترل نشان داد. به طوری که در طی این 2 بار اندازه‌گیری اختلاف میانگین‌ها در جهات مختلف (قدامی، خلفی-داخلی و خلفی-خارجی) در پای جراحی شده و سالم هر دو گروه با هم معنادار بود (P<0/05). همچنین نتایج حاصله نشان داد که اختلاف میانگین‌های درون گروهی در پای سالم و جراحی شده نیز معنادار بود، که این نشان دهنده تعادل پویای بهتر پای سالم نسبت به پای عمل شده در هر دو گروه است (P<0/05) (جدول 5).

هرتل و همکاران (12) گزارش کردند که آزمون تعادلی گردش ستاره نیازمند کنترل عصبی-عضلانی برای وضعیت مناسب مفصل و قدرت ساختمان عضلانی اطراف آن مفصل حین انجام آزمون می‌باشد. تمرینات پروتکل بازتوانی موجب افزایش کارآرایی سیستم عصبی-عضلانی شد و این امر منجر به عملکرد مطلوب و افزایش قدرت اندام تحتانی می‌شود که می‌توانند تثبیت عضلانی مناسب‌تری داشته باشند و در نتیجه گشتاورهای تولید شده در حین عمل دستیابی را بهتر خنثی کنند و در نهایت ورزشکاران می‌توانند فاصله بیشتری کسب کنند.

هورلی (7) تمرینات زنجیره بسته را همراه تمرینات تعادلی به کار برد و نشان داد که تمرینات تعادلی موجود در برنامه تمرینی به بهبود حس عمقی و تعادل کمک می‌کند.

براساس آزمون Pivot-Shift و لاکمن که طی سه بار اندازه‌گیری شد، دو گروه از نظر لاکسیتی تفاوت معناداری با هم ندارند، ($P \leq 0/05$). در سایر مطالعات از دستگاه KT1000 برای ارزیابی لغی زانو استفاده شده، و اظهار داشته‌اند که بعد از عمل بازسازی رباط صلیبی، لغی مفصل زانو بسیار کمتر خواهد شد (15). نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر نیز نشان داد که بین دو گروه از لحاظ لغی قدامی زانو تفاوت وجود دارد ولی معنادار نیست (جدول 7). همچنین بر اساس مقیاس بصری درد بین دو گروه تفاوت معناداری وجود نداشت (جدول 4).

براساس آزمون لی‌شهلم بین گروه تجربی و کنترل طی دو بار اندازه‌گیری تفاوت معناداری وجود داشت (جدول 4). گروه تجربی نسبت به گروه کنترل دارای آمادگی ذهنی بهتری بودند، این نتایج با دیدگاه‌های زاتستروم و همکاران (1)، برد و همکاران (1994) (4)، هم‌خوانی ندارد. تایلر و همکاران (1998) بیان کردند که درد قدامی زانو با مقیاس لی‌شهلم ارزیابی می‌شود. محققین نتیجه گرفتند که بعد از عمل اگر تحمل وزن بدن زود هنگام صورت گیرد بهتر است (21). براساس نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر میزان بازگشت به سطوح اولیه ورزشی قبل از آسیب بر طبق مقیاس سینسناتی در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل بیشتر بود (جدول 2). اونی و همکاران 2001 از مقیاس عملکردی سینسناتی استفاده کردند و طی گزارشی اظهار داشتند که بین دو گروه تفاوت معناداری وجود نداشته است (1). می‌توان گفت که علت اصلی برای امتناع از برگشت به سطوح اولیه ورزشی قبل از آسیب، ترس از آسیب مجدد می‌باشد.

تفاوت بین گروه‌ها حاکی از آن است که پروتکل بازتوانی دارای اثرات مطلوبی بوده، با این حال در هر دو گروه به دنبال بازسازی ACL و حتی بعد از پایان دوره بازتوانی، نقص موجود در تعادل استاتیکی و دینامیکی به طور کامل مرتفع نشده و باعث نقص عملکرد حرکتی فرد و ناپایداری می‌گردد. ترس از به وجود آمدن درد و آسیب مجدد، به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل که بر توانایی فرد در حرکت کردن، تعادل و انجام دادن تمرینات برنامه‌ی بازتوانی تأثیر می‌گذارد. از این گذشته، ویژگی‌های روان

شناختی، و درک خود کارآمدی¹ بیماران از خود می‌تواند بر نتایج پروتکل بازتوانی اثر داشته باشد. نتایج نشان داد که برنامه تمرینات عصبی-عضلانی برای بازتوانی بهتر افراد با ACL بازسازی شده، خیلی اهمیت دارد. همچنین به کارگیری به موقع پروتکل بازتوانی علاوه بر پیشگیری از روند ضعیف شدن عضلات عمل کننده بر روی مفصل زانو، بهبود آن را نیز تسریع می‌بخشد.

References:

1. Aune A K, Holm I, et al, (2001), Four-Strand Hamstring Tendon Autograft Compared with Patellar Tendon-Bone Autograft for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Randomized Study with Two Year Follow-Up, *The American Journal of Sports Medicine*, Vol. 29, No.6: pp 722-728.
2. Barber-Westin SD Noyes FR. (1999), Assessment of sports participation levels following knee injuries. *Sports Med.*; 28: 1-10.
3. Barrett DS. (1991), Proprioception and function after anterior cruciate reconstruction. *JBone Joint Surg Br.*; 73:833-837.
4. Beard D. et al. (1994), Proprioception enhancement for anterior cruciate ligament deficiency. A prospective randomised trial of two physiotherapy regimes. *Journal of Bone and Joint Surgery (Br)*. 76,654-659.
5. Brownstein-B, et al, (1997), *Functional Movement in Orthopaedic and Sports, Physical Therapy*, first ed, pp:73-78, pp 191-199.
6. Bruce D. Beynon et al. (2005), Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction A Prospective, Randomized, Double-Blind Comparison of Programs Administered Over 2 Different Time Intervals. *American Orthopaedic Society for Sports Medicine. The Am .J Sports Med.* 33, (3). 347-359.
7. Bouet V, Gahery Y. (2000), Muscular exercise improves knee position sense in humans. *Neurosci Lett*; 289: 143-46.
8. Canale ST. (2004), *Campbell's Operative Orthopaedics*. In: *Knee injuries*. 10th ed. Mosby. 2004. P 2253-82.
9. Ciccotti MG, Kerlan RK, Perry J, Pink M. (1994), An electromyographic analysis of the knee during functional activities, II: the anterior cruciate ligament- deficient and -reconstructed profiles. *Am J Sports Med.*; 22:651-658.
10. Fu FH, Bennett CH, Ma B, Menetrey J, Lattermann C. (2000); Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction, part II: operative procedures and clinical correlations. *Am J Sports Med.* 28:124-130.
11. Ghez C. Posture. In: Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM, eds. (1991), *Principles of Neural Science*. New York, NY: Elsevier Science: 596-607.
12. Hertel, et al. (2004), Influence of foot type and orthotics on static and dynamic postural control. *J Sport Rehabil*, 13: 54- 66.
13. Isberg J, Faxen E, Brandsson S, Eriksson BI, Karrholm J, Karlsson J. (2006); Early active extension after anterior cruciate ligament reconstruction does not result in increased laxity of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 14:1108-1115.

¹ *Self-efficacy*

14. Kennedy JC, Alexander IJ, Hayes KC. (1982), Nerve supply of the human knee and its functional importance. *Am J Sports Med*; 10:329–335.
15. Laxdal G, Hansson L, et al, (2005), A prospective randomized comparison of bone-patellar tendon-bone and hamstring grafts for anterior cruciate ligament reconstruction, *The Journal of Arthroscopy and Related Surgery* 21,1:pp 34-42
16. Mizuta H, Shiraishi M, Kubota K, Kai K, Takagi K.(1992), A stabilometric technique for evaluation of functional instability in anterior cruciate ligament-deficient knee. *Clin J Sport Med*; 2:235–239.
17. Motamed V, et al, the effect of disturbances on the performance of patients with lesions treated ACL (Physiotherapy MSc thesis), Iran University of Medical Sciences and Health Services. Rehabilitation Faculty, Tehran 1385.
18. Phillip J. Plisky et al. (2006), Star Excursion Balance Test as a Predictor of Lower Extremity Injury in High School Basketball Players *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 36(12):911-919.
19. Risberg MA, Mork M, Jenssen HK, Holm I. (2001), Design and implementation of a neuromuscular training program following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther*. 31:620-631.
20. Tegner Y, et al, (1986). A performance test to monitor Rehabilitation and evaluate anterior cruciate ligament injuries. *The Am .j. sports med*. 2(14): 156-59.
21. Tyler TF, McHugh MP, Gleim GW, Nicholas SJ.(1998), The effect of immediate weightbearing after anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Orthop Relat Res*: 141- 148.
22. Zatterstrom R., et al.(1998), Early rehabilitation of acute anterior cruciate ligament injury—a randomized clinical trial. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 8, 154–159.

جدول (1) میانگین و انحراف معیار مشخصات آزمودنی‌های پژوهش

متغیر / گروه	سن (سال)	قد (سانتیمتر)	وزن (کیلوگرم)	سابقه ورزشی (سال)
گروه کنترل	28/27 ± 3/35	178/93 ± 2/89	82/4 ± 8/838	14/87 ± 3/56
گروه تجربی	29/29 ± 4/36	178/53 ± 2/9	79/53 ± 7/78	14/73 ± 5/09

جدول (2) خلاصه پروتکل توانبخشی

ملاحظات کلی	تمرینات	مقیاس	ارزیابی	اهداف	مراحل
تحمل 50% از وزن بدن با دو عصا کنندهها بر روی زانو	دامنه حرکتی (4-3 بار 10 دقیقه) کشش همسترینگ، عضلات ساق پا، تمرینات تقویتی (3 بار در روز 15 دقیقه) سرمدارمانی	کنترل شود خوب 0-110 درجه	درد موبایلیتی کشکک دامنه حرکتی	دامنه 0-110 نرمال سازی مفصل زانو	مرحله اول: کنترل تورم و نرمال سازی هفته های 1-2 ویزیت: 2-4
تحمل 100% وزن بدن با یک عصای ترشحات مفصلی	دامنه حرکتی (4-3 بار 10 دقیقه) تمرینات تقویتی (2 بار در روز 20 دقیقه) تمرینات تعادلی (3 بار در روز 5 دقیقه) تمرینات هوازی (2 بار در روز 5 دقیقه) سرمدارمانی	اندک کم نداشته باشد 0-125 <3 میلی متر	درد خونریزی التهاب (تورم) دامنه حرکتی تست لاجمن	دامنه 0-125 کنترل عضلانی تحمل وزن 100% نرمال سازی الگوی راه رفتن	مرحله دوم: بازتوانی اولیه هفته: 3-4 ویزیت: 2-4
تحمل وزن بدن 100% کنترل عضلانی در تمام دامنه حرکتی توانایی انجام فعالیتهای زندگی دامنه حرکتی 0-135 فعالتهای روزمره و توانایی قدم زدن به مدت 20 دقیقه	دامنه حرکتی (3 بار 10 دقیقه) تمرینات تقویتی (2 بار در روز 20 دقیقه) تمرینات تعادلی (3 بار در روز 5 دقیقه) تمرینات هوازی (2 بار در روز 10 دقیقه) تمرین راه رفتن با باندهای مقاوم کشی تمرینات هوازی (3 بار در روز 20 دقیقه) راه رفتن، شنا کردن سرمدارمانی	عدم RSD خیلی کم 0-135 درجه نداشته باشد متناسب خیلی کم	درد ترشحات دامنه حرکتی التهاب راه رفتن صدای خس خس (wheeze)	دامنه 0-135 استقامت و قدرت کشککی رانی نرمال سازی الگوی راه رفتن	مرحله سوم: استقامت-قدرت و تعادل هفته: 5-12 ویزیت: 2-4
مفصلی پایدار، با کمترین درد در دامنه حرکتی مفصل و تورم فعالتهای زندگی روزانه و توانایی قدم زدن به مدت 20 دقیقه را بدون درد	دامنه حرکتی (2 بار در روز 10 دقیقه) تمرینات تقویتی (1 بار در روز 20 دقیقه) دستگاه اکستنشن زانو همراه با مقاومت تمرینات تعادلی (3 بار در روز 5 دقیقه) تمرینات هوازی (3 بار در روز 20 دقیقه) تمرین با دوچرخه ثابت شنا کردن برنامه دویدن (3 بار در روز 15 دقیقه) تمرینات عملکردی (3 بار در هفته) تمرینات پلیومتریک و دریلهای ورزشی	20-25 3 میلی متر خیلی کم 75	تستهای ماهانه تست لاجمن صدای خس خس (wheeze) تستهای عملکردی	افزایش قدرت و استقامت عضلانی و تعادل	مرحله چهارم: تمرینات پیشرفته هفته: 13-18 ویزیت: 2-3
توان انجام فعالیتهای زندگی روزانه ADL و توانایی قدم زدن به مدت 20 دقیقه را بدون درد داشته باشد بیمار باید دارای مفصلی پایدار و با کمترین درد باشد	تمرینات دامنه حرکتی (2 بار در روز 10 دقیقه) تمرینات تقویتی (3-4 بار در هفته 20-30 دقیقه) تمرینات تعادلی (3 بار در روز 5 دقیقه) تمرینات هوازی (3 بار در روز 25 دقیقه) برنامه دویدن (3 بار در روز 15 دقیقه) تمرینات اینتروال تمرینات عملکردی (3 بار در هفته) تمرینات پلیومتریک و دریلهای ویژه ورزشی	<3 میلی متر خیلی کم 85	تست لاجمن صدای خس خس (wheeze) تست عملکردی	افزایش عملکرد برگشت به سطح اولیه قبل از آسیب حفظ قدرت و استقامت	مرحله پنجم: بازگشت به فعالتهای ورزشی و زندگی روزانه هفته: 19-24 ویزیت: 2-3

جدول (3) مقادیر شاخص آماری دوگروه در تست باس در طی 3 بار اندازه گیری

Sign	T	M±SD	گروهها	
			شاخص	گروهها
0/000	-8/577	46/07±4/284	گروه فیزیوتراپی	3 ماه
			گروه بازتوانی تسریعی	
0/000	-17/587	56/93±3/348	گروه فیزیوتراپی	6 ماه
			گروه بازتوانی تسریعی	
0/000	-21/094	60/6±4/405	گروه فیزیوتراپی	9 ماه
			گروه بازتوانی تسریعی	
		94/8±4/475		

جدول (4) مقادیر شاخص آماری مقیاس درد، لی شهلیم و سینسیناتی در طی 2 بار اندازه گیری

شاخص		درد قدامی زانو		مقیاس لی شهلیم		مقیاس سینسیناتی	
6 ماه	کنترل	#38/22 ±5/72		*82/5 ±4/73		×192/06 ±35/25	
	تجربی	38/33 ±5/05		89/33 ±2/95		369/94 ±40/58	
9 ماه	کنترل	##43/94 ±1/72		**89/22 ±4/67		××292/06 ±45/24	
	تجربی	43/72 ±1/74		94/11 ±3/35		399/33 ±11/59	
		P=0/0001*		P=0/0001*		P=0/0001**	
		P=0/1##		P=0/3#			

جدول (5) مقادیر شاخص آماری تست گردش ستاره پای سالم و عمل شده در طی 4 بار اندازه گیری

Sign	T	M	شاخص		گرهها
			پای عمل شده	پای سالم	
0/000	-4/323	72/246±7/69	فیزیوتراپی	پای عمل شده	جهت قدامی
			بازتوانی تسریعی	پای سالم	
0/000	-3/988	81/566±7/77	فیزیوتراپی	پای سالم	
			بازتوانی تسریعی	پای سالم	
0/000	-6/043	77/566±7/254	فیزیوتراپی	پای عمل شده	جهت خلفی - داخلی
			بازتوانی تسریعی	پای سالم	
0/000	-8/302	86/366±5/504	فیزیوتراپی	پای سالم	
			بازتوانی تسریعی	پای سالم	
0/000	-6/114	77/9±7/485	فیزیوتراپی	پای عمل شده	جهت خلفی - جانبی
			بازتوانی تسریعی	پای سالم	
0/000	-8/604	87/28±5/166	فیزیوتراپی	پای سالم	
			بازتوانی تسریعی	پای سالم	
0/000	-7,052	74/653±7/633	فیزیوتراپی	پای عمل شده	جهت قدامی
			بازتوانی تسریعی	پای سالم	
0/000	-5/247	85/733±7/097	فیزیوتراپی	پای سالم	
			بازتوانی تسریعی	پای سالم	
0/000	-10/688	79/713±7/115	فیزیوتراپی	پای عمل شده	جهت خلفی - داخلی
			بازتوانی تسریعی	پای سالم	
0/000	-11/062	90/113±6/028	فیزیوتراپی	پای سالم	
			بازتوانی تسریعی	پای سالم	
0/000	-10/292	81/146±7/516	فیزیوتراپی	پای عمل شده	جهت خلفی - جانبی
			بازتوانی تسریعی	پای سالم	
0/000	-14/824	91/106±4/315	فیزیوتراپی	پای سالم	
			بازتوانی تسریعی	پای سالم	

جدول (6) مقادیر شاخص آماری تست لک لک پای سالم و عمل شده در دو گروه طی 3 بار اندازه گیری

Sign	T	M &SD	شاخص		
			گرهها		
0/0001	-4/994	7/38 ± 2/573	فیزیوتراپی	پای عمل شده	3 ماه
		12/87 ± 3/303	بازتوانی		
0/0001	-4/619	9/88 ± 3/911	فیزیوتراپی	پای سالم	
		16/213 ± 3/591	بازتوانی		
0/0001	-11/539	8/793 ± 2/505	فیزیوتراپی	پای عمل شده	6 ماه
		21/9 ± 3/316	بازتوانی		
0/0001	-8/226	12/893 ± 4/645	فیزیوتراپی	پای سالم	
		5/126 ± 3/404	بازتوانی		
0/0001	-14/416	10/226 ± 2/963	فیزیوتراپی	پای عمل شده	9 ماه
		30/486 ± 4/565	بازتوانی		
0/0001	-10/343	15/806 ± 4/542	فیزیوتراپی	پای سالم	
		32/406 ± 2/243	بازتوانی		
P<0/05					

جدول (7) درصد فراوانی افراد در تست لاکمن و پیوت شیفت، در پای عمل شده

کنترل	تجربی	شاخص		
(%38/9)7	(%44/4)8	0	تست لاکمن	
(%33/3)6	(%38/9)7	1+		
(%16/7)3	(%11/1)2	2+		
(%11/1)2	(%5/5)1	3+		
(%33/3)6	(%38/9)7	0		Pivot Shift Test
(%44/4)8	(%44/4)8	1+		
(%11/1)2	(%11/1)2	2+		
(%11/1)2	(%5/5)1	3+		
(%50)9	(%55/5)10	0	تست لاکمن	
(%33/3)6	(%38/8)7	1+		
(%16/7)3	(%5/5)1	2+		
0	0	3+		
(%44/4)8	(%50)9	0	Pivot Shift Test	
(%44/4)8	(%44/4)8	1+		
(%11/1)2	(%5/5)1	2+		
0	0	3+		
(%77/8)14	(%88/9)16	0	تست لاکمن	
(%16/7)3	(%11/1)2	1+		
(%5/5)1	0	2+		
0	0	3+		
(%83/3)15	(%88/9)16	0	Pivot Shift Test	
(%11/1)2	(%5/5)1	1+		
(%5/5)1	(%5/5)1	2+		
0	0	3+		