

تأثیر یک دوره برنامه بازتوانی تسریعی بر عملکرد و تعادل افراد دارای ACL بازسازی شده

*علی گلچینی^۱، دکتر ناصر بهپور^۲، دکتر شهرام آهنجان^۳، دکتر مرتضی صائب^۴،

سعید سلیمانی^۵

تاریخ پذیرش مقاله: ۸۹/۱۱/۲۶

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۱/۳۱

چکیده

ضایعات لیگامان متقاطع قدامی^۱ زنان از شایع‌ترین آسیب‌های ورزشی است (۲). از آنجا که هدف اصلی بازتوانی، برگشت تدریجی به سطح فعالیت قبل از آسیب است (۳)، هرچه زمان درمان پس از آسیب کوتاه‌تر باشد، نتایج بهتر خواهد بود و بیمار سریع‌تر به عملکرد خود باز خواهد گشت (۴). در این پژوهش، تأثیر تمرینات تسریعی بر عملکرد حرکتی، تعادل دینامیکی و استاتیکی بیماران ACL بازسازی داشته‌اند ارزیابی شده است. در این تحقیق ۳۰ نفر که عمل بازسازی ACL از طریق^۷ BPTB داشتند (با میانگین سنی ۲۸/۷ سال، قد ۱۷۸/۷ سانتی‌متر، وزن ۸۰/۹۷ کیلوگرم و سابقه ورزشی ۱۴/۸ سال) انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه ۱۵ نفری کنترل و تجربی تقسیم بندی شدند. گروه تجربی پروتکل بازتوانی تسریعی (شروع زود هنگام تمرینات دامنه حرکتی، تحمل وزن و بازگشت به ورزش بعد از گذشت ۴-۶ ماه) (۴۳) را به مدت ۲۴ هفته و گروه کنترل دوره فیزیوتراپی معمول (روش محافظه کارانه) را اجرا کردند. در پایان ماه‌های سوم، چهارم، پنجم و ششم تعادل پویا با استفاده از آزمون ستاره، تعادل ایستا با آزمون لک‌لک و عملکرد زنان با لی تک پا در حداکثر مسافت ارزیابی شد. از آزمون اندازه‌گیری مکرر^۸ و t مستقل برای تجزیه و تحلیل نتایج در سطح ۰/۰۵ استفاده شد. در هر دو گروه (بازتوانی تسریعی و فیزیوتراپی) عملکرد اندام جراحی شده ضعیف‌تر از اندام سالم بود. عملکرد زنانی جراحی شده در گروه تجربی

Email: ali_golchini@yahoo.com

۱. کارشناس ارشد آسیب شناسی و حرکات اصلاحی

۲. استادیار دانشگاه رازی کرمانشاه

۳. استادیار انشگاه صنعتی امیرکبیر

۴. استادیار دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، جراح و ارتوپد

۵. فیزیوتراپ مرکز توانبخشی ادیبان استان کرمانشاه

6. Anterior Cruciate Ligament (ACL)

7. Bony -Patellar Tendon- Bony graft (BPTB)

8. Repeated measure ANOVA

به طور معنی داری بهتر از گروه کنترل بود. پایداری ایستا و پویای اندام تحتانی در گروه تجربی بیشتر از گروه کنترل بود ($p=0/05$). نتایج نشان داد بعد از عمل جراحی و برنامه باز توانی تسریعی، نقص موجود در عملکرد و تعادل افراد به طور کامل از بین نمی رود. همچنین برنامه تمرینات عصبی-عضلانی باید بخش مهمی از برنامه باز توانی تسریعی را برای باز توانی بهتر افراد با ACL باز سازی شده، به خود اختصاص دهد.

کلیدواژه‌های فارسی: ACL، باز سازی شده، پروتکل باز توانی تسریعی، تعادل، عملکرد زانو.

مقدمه

مفصل زانو بزرگترین و پیچیدهترین مفصل بدن است و نقش و اهمیت قابل توجهی در ورزش دارد. با توجه به اهمیت مفصل زانو در ایجاد پایداری و تحمل وزن، هرگونه درد، آسیب یا ناهنجاری اسکلتی-عضلانی، موجب تسریع تغییرات فرسایشی این مفصل می شود (۱). آسیب‌های لیگامان متقاطع قدامی زانو از شایع‌ترین آسیب‌های ورزشی است (سالیانه ۲۵۰۰۰۰ آسیب در آمریکا) (۲). آسیب دیدگی ACL به دلیل ناپایداری عملکردی و مکانیکی بدن است. چنانکه در تحقیقات نشان داده شده است، اغلب ورزشکاران بعد از آسیب ACL و عمل جراحی آن به سختی به عملکرد کامل ورزشی قبل از آسیب خود برمی گردند (۷). هدف از عمل باز سازی ACL بازگرداندن پایداری مفصل زانو است. جایگزین کردن و کاشت گرافت به جای ACL موجب باز سازی و ترمیم سیستم حسی-حرکتی نمی شود و حتی ممکن است موجب به خطر افتادن سیستم اعصاب آوران شود (۸، ۹). ACL در مفصل زانو به حفظ پایداری دینامیکی-استاتیکی و هماهنگی حرکتی زانو کمک می کند. نقص و آسیب ACL تأثیر شدیدی بر عملکرد حرکتی زانو و اندام تحتانی فرد می گذارد. این نقص موجب فیدبک حسی مؤثری در زانوی آسیب دیده می شود که می تواند کاهش عملکرد و تخریب مفصل زانو را به دنبال داشته باشد (۱۰). حس عمقی نیز در کنترل عملکرد فرد هنگام فعالیت‌های ورزشی نقشی مهم و اساسی دارد. همچنین باید به این نکته اشاره کرد که بعد از عمل باز سازی، توانایی فرد در اجرایی فعالیت‌های عملکردی، تعادلی و ورزشی کاهش می یابد (۱۱).

نقص‌های عضلانی و فرآیندهای عصبی-عضلانی بعد از عمل باز سازی خود را نمایان می کنند. به ویژه، گزارش شده است که بعد از باز سازی ACL از طریق تکنیک تاندون کشککی (BPTB)، قدرت پای عمل شده حدود ۵ تا ۳۴ درصد کاهش می یابد (۱۲). مشخص شده است که آسیب مفصلی و بیماری‌های غضروفی تأثیر منفی بر حس وضعیتی مفصل، حس حرکت و عملکرد دارند (۱۳). از آنجا

که هدف بازتوانی، بازگشت تدریجی به سطح فعالیت قبل از آسیب است (۳)، هرچه زمان درمان پس از آسیب کمتر باشد، نتایج بهتر بوده، بیمار سریع‌تر به عملکرد خود باز خواهد گشت (۴). در بازتوانی بیماران با ACL بازسازی شده، بهبود پایداری دینامیکی مد نظر است و هدف، بازگرداندن عملکرد زانو به وسیله ارتقای کنترل عصبی-عضلانی، از طریق تمرین قدرتی عضلات، هماهنگی و توانایی حس عمقی است (۵). نشان داده شده است که بعد از بازسازی ACL، شروع زود هنگام تمرینات زنجیره باز، در مقایسه با تمرینات زنجیره بسته، موجب افزایش لقی قدامی زانو می‌شود (۶) و نیز بازتوانی عملکردی ورزشکاران از طریق برنامه بازتوانی دقیق بعد از عمل جراحی موجب می‌شود که ورزشکاران سریع‌تر به فعالیت‌های ورزشی خود بازگردند (۴۵). در برخی دیگر از پژوهش‌ها نشان داده شده است که ۱۲ هفته تمرینات عصبی-عضلانی (تعادلی) و قدرتی که سه هفته بعد از عمل جراحی ACL شروع شود، می‌تواند تأثیرات معنی‌داری بر تعادل و عملکرد گروه‌های عضلانی اصلی افراد داشته باشد (۴۶، ۴۵). در تحقیقات پیشین، کنترل عضلانی (۱۴-۱۸)، راه رفتن (۱۶)، فعالیت‌های عملکردی (۱۸) و حس عمقی (۱۷، ۱۹، ۲۰) بعد از بازسازی ACL ارزیابی شده است، در صورتی که اثر تعادل دینامیکی و همچنین عملکرد زانو کمتر در این تحقیقات ارزیابی شده است. در این پژوهش، تأثیر تمرینات تسریعی (ترکیبی از تمرینات مختلف که در آن بیشتر به تمرینات تعادلی و آب درمانی تأکید شده که در سایر پروتکل‌ها و تحقیقات کمتر به آنها توجه شده است) بر عملکرد حرکتی و تعادل دینامیکی اندام تحتانی بیمارانی که جراحی بازسازی ACL داشته‌اند ارزیابی شده است، همچنین این اثر با فیزیوتراپی معمول که در مراکز فیزیوتراپی انجام می‌شود، مقایسه شده که در سایر تحقیقات چندان بررسی نشده است.

روش‌شناسی پژوهش

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی است که تأثیر یک پروتکل بازتوانی تسریعی را بر بهبود عملکرد زانو و تعادل (ایستا و پویا) ارزیابی می‌کند. جامعه آماری شامل ورزشکارانی است که تحت عمل جراحی پیوند رباط صلیبی قدامی (به وسیله تاندون کشککی)^۱ قرار گرفته‌اند. آزمودنی‌ها شامل ۳۰ نفر (با میانگین سن ۲۸/۷ سال، قد ۱۷۸/۷ سانتی‌متر، وزن ۸۰/۹۷ کیلوگرم و سابقه ورزشی ۱۴/۸ سال) بودند که در بیمارستان‌های استان کرمانشاه عمل بازسازی انجام داده بودند. این افراد دقیقاً یک روز بعد از عمل و به صورت غیر تصادفی انتخاب شدند، ولی به صورت تصادفی در دو گروه ۱۵ نفری کنترل (فیزیوتراپی) و تجربی (برنامه بازتوانی تسریعی) تقسیم‌بندی شدند. هر دو گروه

1. Bone Patellar Tendon Bone (BPTB)

از لحاظ جنسیت (مرد)، رشته ورزشی (فوتبال)، عضو عمل شده و برتر همسان شدند. آزمودنی‌ها شامل تمام فوتبالیست‌های استان کرمانشاه و شهرستان‌های آن (جوانرود، پاوه، هرسین، روانسر، صحنه، سنقر، کنگاور و... البته بیشتر از شهر کرمانشاه) بودند که حین بازی فوتبال دچار پارگی کامل رباط صلیبی شده بودند و از حدود یک تا شش ماه پیش در نوبت عمل به سر می‌بردند که با هماهنگی پزشکان ارتوپد به‌طور تدریجی، طی این مدت، جراحی و با در نظر گرفتن محدودیت‌های تحقیق، وارد روند درمانی شدند. این نکته قابل ذکر است که برخی بیماران حدود یک تا سه سال پیش دچار آسیب دیدگی شده بودند. اطلاعات توصیفی آزمودنی‌ها شامل میانگین و انحراف استاندارد سن، وزن، قد، طول پای ظاهری (به منظور نرمال نمودن اندازه به‌دست آمده در آزمون ستاره، به‌صورت تقسیم داده‌ها بر طول پای ظاهری فرد و ضرب آن در ۱۰۰ برای محاسبه امتیاز فرد) و سابقه ورزشی دو گروه فیزیوتراپی و باز توانی تسریعی در جدول ۱ ارائه شده است. همچنین در اغلب افراد، آسیب‌های مینیسک که بیشتر از نوع آسیب‌های مینیسک داخلی بوده (حدود ۸۵ درصد) وجود داشت.

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار مشخصات آزمودنی‌های پژوهش

متغیر / گروه	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	طول پا (سانتی‌متر)	سابقه ورزشی (سال)
گروه کنترل	۲۸/۲۷ ± ۳/۳۵	۱۷۸/۹۳ ± ۲/۸۹	۸۲/۴ ± ۸/۳۸۳	۹۳/۴۴۷ ± ۲/۶۲۹	۱۴/۸۷ ± ۳/۵۶۳
گروه تجربی	۲۹/۲۹ ± ۴/۳۵۸	۱۷۸.۵۳ ± ۲.۹۲۴	۷۹.۵۳ ± ۷.۷۸۲	۹۱/۸۶۷ ± ۲/۴۰۱	۱۴/۷۳ ± ۵/۰۹۲

معیارهای انتخاب آزمودنی‌ها شامل این موارد بود: فقط عمل بازسازی ACL انجام داده باشند و رباط صلیبی خلفی (PCL) تحت عمل بازسازی قرار نگرفته باشد (آسیب ترکیبی نباشد)؛ لیگامان‌های جانبی، داخلی و خارجی (MCL, LCL) تحت عمل جراحی قرار نگرفته و سالم باشند؛ هیچ‌گونه سابقه آسیب دیدگی یا جراحی در دو طرف زانوها نداشته باشند؛ هیچ‌گونه سابقه آسیب دیدگی شدید یا عمل جراحی در مفصل مچ پا نداشته باشند؛ هیچ‌گونه سابقه آسیب دیدگی شدید یا عمل جراحی در مفصل ران نداشته باشند.

پس از انتخاب نمونه‌ها و تکمیل فرم رضایت‌نامه برای همکاری در تحقیق و تشکیل گروه‌های تجربی و کنترل به‌صورت تصادفی، مشخصات فردی آنها شامل سن، وزن، قد، جنسیت، پای برتر، سابقه ورزشی، سابقه پزشکی، آسیب‌های شدید مفاصل (زانو، لگن، مچ پا، عمل بازسازی در زانو و ...)، زمان وقوع آسیب و تاریخچه مختصری از نحوه وقوع آسیب با استفاده از پرسشنامه محقق‌ساخته ثبت شد. روایی و اعتبار این پرسشنامه ۰.۸۲ بود و روایی آن از طریق آزمون-آزمون مجدد سنجیده شده بود. بعد از ارزیابی اولیه بیمار (توسط پزشک، فیزیوتراپ و

محقق) و پذیرش وی برای شرکت در برنامه بازتوانی، محقق برای به دست آوردن اطلاعات مورد نیاز بعدی، متغیر مستقل یعنی پروتکل بازتوانی تسریعی (۳۹-۴۱) را روی گروه تجربی اعمال نمود. گروه تجربی که شامل ۱۵ نفر بودند، یک روز بعد از عمل بازسازی ACL وارد برنامه بازتوانی تسریعی شدند که به مدت ۲۴ هفته اجرا می‌شد. در این پروتکل، چهار جلسه تمرین در هفته در نظر گرفته شده بود، به طوری که این افراد به تدریج وارد تحقیق می‌شدند و در نتیجه، انتخاب آنها حدود شش ماه طول کشید. این تمرینات شامل تمرینات دامنه حرکتی، زنجیره بسته و باز، انعطاف‌پذیری، راه رفتن، دویدن، تمرینات تقویتی، تمرین در آب، تمرینات پلائیومتریک، چابکی، عصبی-عضلانی و... می‌باشد. خلاصه‌ای از برنامه بازتوانی در جدول ۲ ارائه شده است (۳۹-۴۱). گروه کنترل که شامل ۱۵ نفر بودند، طی همین زمان، فقط دوره فیزیوتراپی معمول (شامل یک برنامه فیزیوتراپی ۲۰ جلسه‌ای تحریک الکتریکی با فرکانس ۵۰، ۱۰ ثانیه انقباض و تحریک، ۲۰ ثانیه استراحت و زمان هر جلسه تمرینی ۲۰ دقیقه بود) را با تمرینات دامنه حرکتی اجرا کردند.

گروه فیزیوتراپی در ماه اول، هفته‌ای سه جلسه و در ماه‌های دوم و سوم، هفته‌ای یک جلسه برنامه فیزیوتراپی را اجرا کردند. در انتهای هر مرحله از مراحل بازتوانی، تعادل دینامیکی و عملکرد زانو در هر دو گروه ارزیابی می‌شد (ماه‌های سوم تا ششم). در انتهای دوره تمرینات بازتوانی تسریعی، محقق از هر یک از بیماران گروه تجربی، اطلاعات چهار مرحله از مراحل بازتوانی را جمع‌آوری کرد. این مراحل شامل آزمون‌های مختلفی می‌باشند از جمله: آزمون ستاره برای ارزیابی تعادل پویای افراد در سه جهت قدامی، خلفی-داخلی و خلفی-خارجی (۲۲). آزمون تعادلی گردش ستاره^۱، آزمون مناسبی است که برای ارزیابی تعادل پویا به کار گرفته شد. برای اجرای آزمون تعادلی ستاره، یک ستاره هشت جهتی که زاویه بین هر جهت آن ۴۵ درجه بود روی زمین ترسیم شد. برای ارزیابی تعادل پویا فقط جهت‌های قدامی، خلفی-داخلی و خلفی-خارجی ارزیابی شد (۲۱، ۲۲). آزمون عملکردی لی تک پا در بیشترین مسافت^۲ نیز برای ارزیابی عملکرد پایین تنه استفاده شد. آزمون لی تک پای برای دستیابی به بیشترین مسافت، از آزمون‌های عملکردی معتبر برای ارزیابی عملکرد حرکتی زانو است. برای اجرای این آزمون، بیمار در نقطه شروع، روی یک پا قرار می‌گرفت به طوری که دست‌هایش از پشت به هم قفل شده باشند و از او خواسته می‌شد تا جایی که می‌تواند با همان پا به طرف

1. Star Excursion Balance Test (SEBT)

2. single leg hop for distance

جلو لی بزند. این کار سه بار تکرار می‌شد و میانگین سه تکرار برای هر پا در نظر گرفته می‌شد. برای نرمال سازی امتیازات کسب شده، مسافت به دست آمده از پای آسیب دیده بر پای سالم تقسیم و به صورت در صدی به عنوان امتیاز فرد در هر مرحله از باز توانی در نظر گرفته شد. همه این آزمون‌ها در یک جلسه توسط بیماران اجرا شد، به طوری که برای عضو جراحی شده آنها هیچ گونه آسیب و خطری در بر نداشت. قبل از اجرای آزمون‌ها، فیزیوتراپ از بیمار آزمایش‌های کلینیکی لاچمن و دراور، راه رفتن، تورم، صدای زانو و... به عمل می‌آورد و به حالت‌های بیمار در این آزمون‌ها توجه می‌کرد. در صورت نامناسب بودن وضعیت بیمار، مرحله قبلی باز توانی تکرار و از اجرای آزمون صرف نظر می‌شد. در بین هر آزمون، فرصت کافی برای استراحت و بازگشت به حالت اولیه به بیمار داده می‌شد تا دچار آسیب مجدد نشود. در تجزیه و تحلیل نتایج، برای مقایسه میانگین دفعات اندازه‌گیری در هر ماه (ماه‌های س.م تا ششم) از آزمون اندازه‌گیری مکرر آنووا، و برای مقایسه نتایج میانگین‌های دو گروه آزمون t گروه‌های مستقل در سطح ۰/۰۵ استفاده شد.

جدول ۲. خلاصه‌ای از پروتکل باز توانی تسریعی بعد از باز سازی ACL

ملاحظات کلی	تکرار	تمرینات	مقیاس	ارزیابی	اهداف مرحله باز توانی	شاخص مراحل
تحمل ۵۰٪ از وزن بدن با دو عصا کننده‌ها روی زانو	min ۳۰*۵ ۳*۱۰ ۵*۱۰ ۲۰ دقیقه	دامنه حرکتی (۳-۴ بار ۱۰ دقیقه) کشش همسترینگ، عضلات ساق پاو ... تمرینات تقویتی (۳ بار در روز ۱۵ دقیقه) تمرینات تعادلی (۳ بار در روز ۵ دقیقه) سرما درمانی	کنترل شود خوب ۰-۱۱۰ درجه	درد موبایلیتی کشکک دامنه حرکتی	دامنه ۱۱۰-۰ نرمال سازی مفصل زانو	مرحله اول: هفته‌های ۱-۲ ویزیت: ۲-۴
تحمل ۱۰۰٪ وزن بدن با یک عصای ترشحات مفصلی	min ۳۰*۵ ۳*۱۰ ۵*۱۰ ۵ تکرار ۲۰ دقیقه	دامنه حرکتی (۳-۴ بار ۱۰ دقیقه) تمرینات تقویتی (۲ بار در روز ۲۰ دقیقه) تمرینات تعادلی (۳ بار در روز ۵ دقیقه) تمرینات هوازی (۲ بار در روز ۵ دقیقه) سرما درمانی	اندک کم نداشته باشد ۰-۱۲۵ ۳ میلی متر	درد خون‌ریزی التهاب (تورم) دامنه حرکتی آزمون لاچمن	دامنه ۱۲۵-۰ کنترل عضلانی تحمل وزن ۱۰۰٪ نرمال سازی الگوی راه رفتن	مرحله دوم: باز توانی اولیه هفته: ۳-۴ ویزیت: ۲-۴
تحمل ۱۰۰٪ وزن بدن به طور کامل کنترل عضلانی در تمام دامنه حرکتی	min ۳۰*۵ ۳*۱۰ ۵*۱۰ ۷ تکرار ۲۰ دقیقه	دامنه حرکتی (۳ بار ۱۰ دقیقه) تمرینات تقویتی (۲ بار در روز ۲۰ دقیقه) اسکوات نیمه و ... تمرینات تعادلی (۳ بار در روز ۵ دقیقه) تمرینات هوازی (۲ بار در روز ۱۰ دقیقه) سرما درمانی	عدم RSD خیلی کم ۰-۱۳۵ درجه ۵/۴ نداشته باشد متناسب	درد ترشحات دامنه حرکتی کنترل عضلانی التهاب راه رفتن	دامنه ۱۳۵-۰ استقامت و قدرت مشکلات مفصل کشککی رانی نرمال سازی الگوی راه رفتن	مرحله سوم: استقامت-قدرت هفته: ۵-۶ و ویزیت: ۱-۲
کمترین درد در دامنه حرکتی و تورم. دامنه حرکتی ۱۳۵-۰. فعالیت‌های	۳۰×۵ ثابته ۳×۲۰ ۵×۱۰ ۷ تکرار ۲۰ دقیقه	دامنه حرکتی (۲ بار ۱۰ دقیقه) تمرینات تقویتی (۲ بار در روز ۲۰ دقیقه) تمرینات تعادلی (۳ بار در روز ۵ دقیقه) تمرینات هوازی (۲ بار در روز ۲۰ دقیقه) سرما درمانی	۵/۴ نداشته باشد خوب ۳ میلی متر خیلی کم	آزمون عضلانی تورم موبایلیتی کشکک آزمون لاچمن صدای خس	افزایش قدرت و استقامت	مرحله چهارم: استقامت، قدرت و تعادل هفته: ۷-۸ ویزیت: ۱-۲

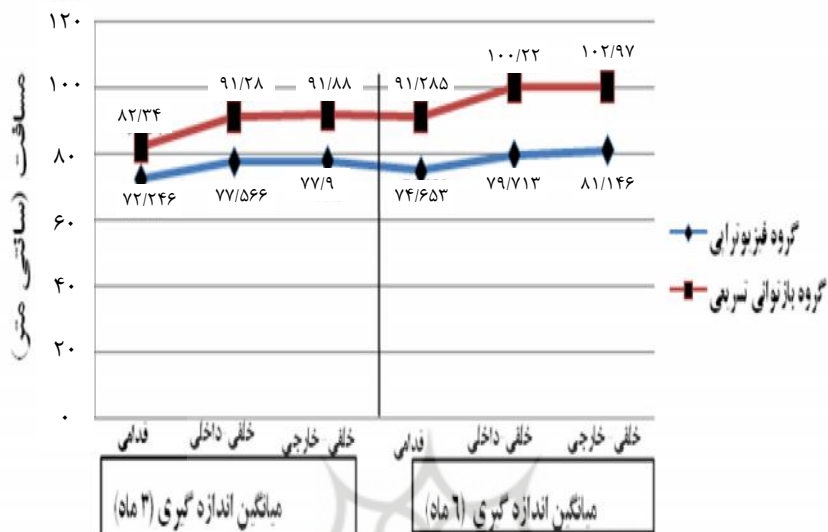
ملاحظات کلی	تکرار	تمرینات	مقیاس	ارزیابی	اهداف مرحل بازتوانی	شاخص مراحل
روزمره و توانایی قدم زدن به مدت ۲۰ دقیقه				خس		
توانایی انجام فعالیت‌های زندگی روزانه و توانایی قدم زدن به مدت ۲۰ دقیقه را بدون درد دامنه حرکتی نرمال باشد ۰-۱۳۵	۵*۳۰ ثانیه ۳*۳۰ ۵*۱۰ ۷ تکرار	دامنه حرکتی (۲ بار ۱۰ دقیقه) تمرینات تقویتی (۲ بار در روز ۲۰ دقیقه) پرس پا (۷۰-۱۰ درجه) تمرینات تعادلی (۳ بار در روز ۵ دقیقه) تمرین راه رفتن با باندهای مقاوم کشی تمرینات هوازی (۳ بار در روز ۲۰ دقیقه) راه رفتن، شنا کردن	۵/۴ نداشته باشد خوب < ۳ میلی متر خیلی کم	آزمون عضلاتی تورم موبایلیتی کشکک آزمون لاچمن صدای خس خس (wheeze)	افزایش قدرت و استقامت عضلاتی و تعادل	مرحله پنجم: استقامت، قدرت و تعادل هفته: ۹-۱۲ ویزیت: ۱-۲
مفصلی پایدار با کمترین درد در دامنه حرکتی مفصل و تورم فعالیت‌های زندگی روزانه و توانایی قدم زدن به مدت ۲۰ دقیقه بدون درد	۵*۳۰ ثانیه ۳*۳۰ ۷ تکرار -۲۲۵۰ ۲۰۰۰ متر ۱۸۵ متر ۲۰ ثانیه	دامنه حرکتی (۲ بار در روز ۱۰ دقیقه) تمرینات تقویتی (۱ بار در روز ۲۰ دقیقه) دستگاه اکستنشن زانو همراه با مقاومت تمرینات تعادلی (۳ بار در روز ۵ دقیقه) تمرینات روی سطوح ناپایدار تمرینات هوازی (۳ بار در روز ۲۰ دقیقه) تمرین با دوچرخه ثابت شنا کردن برنامه دویدن (۳ بار در روز ۱۵ دقیقه) دویدن نرم (افزایش تدریجی سرعت دویدن) تمرینات عملکردی (۳ بار در هفته) تمرینات پلايومتریک: دریل‌های ویژه ورزشی	۲۰-۲۵ ۳ میلی متر خیلی کم ۷۵	آزمون‌های ماهانه آزمون لاچمن صدای خس خس (wheeze) آزمون‌های عملکردی	افزایش قدرت و استقامت عضلاتی و تعادل	مرحله ششم: تمرینات پیشرفته هفته: ۱۳-۱۸ ویزیت: ۲-۳
توان انجام فعالیت‌های زندگی روزانه و ADL و توانایی قدم زدن به مدت ۲۰ دقیقه بدون درد داشته بیمار باید دارای مفصلی پایدار با کمترین درد	۵*۳۰ ثانیه ۳*۳۰ ۷ تکرار ۱۸۵ متر ۱۸۵ متر ۲۰ ثانیه	دامنه حرکتی (۲ بار در روز ۱۰ دقیقه) تمرینات تقویتی (۳-۴ بار در هفته ۳۰-۲۰ دقیقه) تمرینات تعادلی (۳ بار در روز ۵ دقیقه) تمرینات هوازی (۳ بار در روز ۲۵ دقیقه) برنامه دویدن (۳ بار در روز ۱۵ دقیقه) تمرینات اینتروال تمرینات عملکردی (۳ بار در هفته) تمرینات پلايومتریک: لی بر روی جعبه دریل‌های ویژه ورزشی	< ۳ میلی متر خیلی کم ۸۵	آزمون لاچمن صدای خس خس (wheeze) آزمون عملکردی ولی زدن تک پای	افزایش عملکرد برگشت به سطح اولیه قبل از آسیب حفظ قدرت و استقامت	مرحله هفتم: بازگشت به فعالیت‌های ورزشی و زندگی روزانه هفته: ۱۹-۲۴ ویزیت: ۲-۳

یافته‌های پژوهش

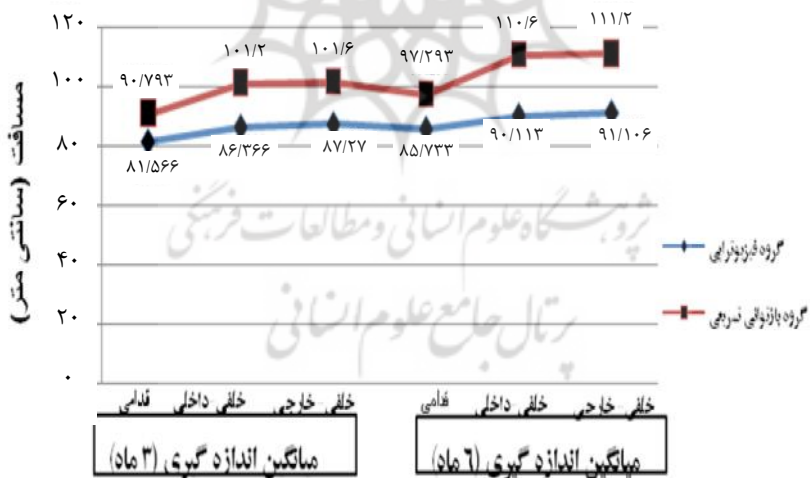
در این پژوهش برای مطالعه متغیر مستقل (تمرینات باز توانی تسریعی) و اثر آن بر متغیرهای وابسته (تعادل دینامیکی و عملکرد حرکتی فرد) از آزمون آماری t مستقل، آزمون اندازه‌گیری مکرر و نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۶) استفاده شد. یافته‌های تحقیق در جدول ۳ تا ۷ و نمودارهای ۱ تا ۴ ارائه شده است. نتایج تحقیق نشان داد پس از تدوین و اجرای یک دوره تمرینات باز توانی تسریعی به مدت چهار روز در هفته طی شش ماه متوالی، در هر دو گروه، قدرت عضلات چهار سر رانی و مسافت لی تک پا (عملکرد عضو) در اندام جراحی شده طی چهار بار اندازه‌گیری، کمتر از اندام سالم بود ($p \leq 0/05$). همین متغیرها در گروه باز توانی تسریعی، طی چهار بار اندازه‌گیری، بیشتر گروه فیزیوتراپی بود ($p \leq 0/05$). همچنین نتایج تحقیق نشان داد پایداری پویا در پای سالم و پای جراحی شده در گروه باز توانی تسریعی، طی چهار بار اندازه‌گیری، بیشتر از گروه فیزیوتراپی بود ($p \leq 0/05$).

جدول ۳. مقادیر شاخص آماری آزمون گردش ستاره پای سالم و عمل شده طی چهار بار اندازه‌گیری

آزمون t		شاخص		گروه‌ها	
Sig	T	میانگین و انحراف استاندارد	میانگین و انحراف استاندارد		
۰/۰۰۰۱	-۴/۳۲۳	۷۲/۲۴۶ ± ۷/۶۹۴	فیزیوتراپی	پای عمل شده	جهت قدامی
		۸۲/۳۴ ± ۴/۷۵	باز توانی تسریعی		
۰/۰۰۰۱	-۳/۹۸۸	۸۱/۵۶۶ ± ۷/۷۷۸	فیزیوتراپی	پای سالم	جهت خلفی - داخلی
		۹۰/۷۹۳ ± ۴/۴۴۶	باز توانی تسریعی		
۰/۰۰۰۱	-۶/۰۴۳	۷/۵۶۶ ± ۷/۲۵۴	فیزیوتراپی	پای عمل شده	جهت خلفی - داخلی
		۴/۹۶۲ ± ۹۱/۲۸	باز توانی تسریعی		
۰/۰۰۰۱	-۸۳/۰۲	۸۶/۳۶۶ ± ۵/۵۰۴	فیزیوتراپی	پای سالم	جهت خلفی - جانبی
		۱۰۱/۲ ± ۴/۰۳۸	باز توانی تسریعی		
۰/۰۰۰۱	-۶/۱۱۴	۷۷/۹ ± ۷/۴۸۵	فیزیوتراپی	پای عمل شده	جهت خلفی - جانبی
		۹۱/۸۸ ± ۴/۷۳	باز توانی تسریعی		
۰/۰۰۰۱	-۸/۶۰۴	۸۷/۲۸ ± ۵/۱۶۶	فیزیوتراپی	پای سالم	جهت قدامی
		۱۰۱/۶ ± ۳/۹۰۹	باز توانی تسریعی		
۰/۰۰۰۱	-۷/۰۵۳	۷۴/۶۵۳ ± ۷/۶۳۳	فیزیوتراپی	پای عمل شده	جهت قدامی
		۹۱/۲۸۶ ± ۵/۰۱۶	باز توانی تسریعی		
۰/۰۰۰۱	-۵/۲۴۷	۸۵/۷۳۳ ± ۷/۰۹۷	فیزیوتراپی	پای سالم	جهت خلفی - داخلی
		۹۷/۲۹۳ ± ۴/۷۳۵	باز توانی تسریعی		
۰/۰۰۰۱	-۱۰/۶۸۸	۷۹/۷۱۳ ± ۷/۱۱۵	فیزیوتراپی	پای عمل شده	جهت خلفی - داخلی
		۱۰۰/۲۲ ± ۳/۹۸۶	باز توانی تسریعی		
۰/۰۰۰۱	-۱۱/۰۶۲	۹۰/۱۱۳ ± ۶/۰۲۸	فیزیوتراپی	پای سالم	جهت خلفی - داخلی
		۱۱۰/۶ ± ۳/۸۸۷	باز توانی تسریعی		
۰/۰۰۰۱	-۱۰/۳۹۲	۸۱/۱۴۶ ± ۷/۵۱۶	فیزیوتراپی	پای عمل شده	جهت خلفی - جانبی
		۱۰۲/۹۷ ± ۳/۳۱۲	باز توانی تسریعی		
۰/۰۰۰۱	-۱۴/۸۲۴	۹۱/۱۰۶ ± ۴/۳۱۵	فیزیوتراپی	پای سالم	جهت خلفی - جانبی



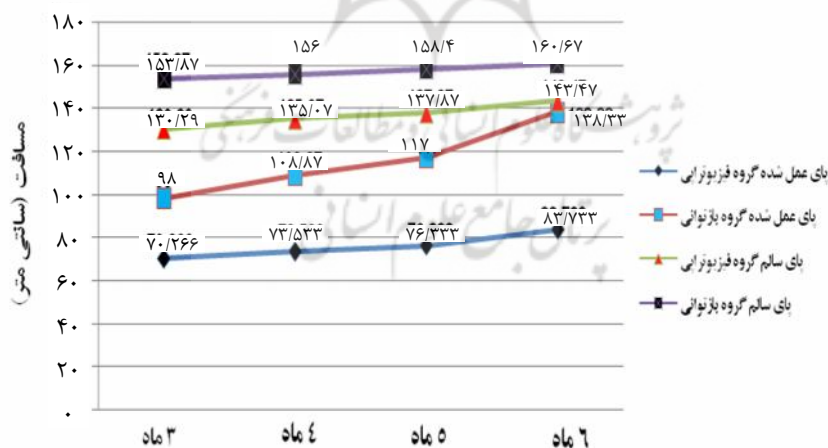
نمودار ۱. شاخص‌های دو گروه در امتیازات آزمون ستاره در جهت‌های مختلف برای پای عمل شده



نمودار ۲. شاخص‌های دو گروه در امتیازات آزمون ستاره در جهت‌های مختلف برای پای سالم

جدول ۴. مقادیر شاخص آماری آزمون لی تک یا در حداکثر مسافت، پای سالم و عمل شده طی چهار بار اندازه گیری

آزمون t		میانگین و انحراف استاندارد	شاخص		گروه‌ها
Sig	t		فیزیوتراپی	پای عمل شده	
۰/۰۰۴	-۳/۱۰۵	۷۰/۲۶۶ ± ۲۲/۵۴۶	فیزیوتراپی	پای عمل شده	ماه ۳
		۹۸ ± ۲۶/۲۴	باز توانی تسریعی	پای سالم	
۰/۰۱۵	-۲/۶۰۴	۱۳۰/۲۹ ± ۲۴/۵۰۲	فیزیوتراپی	پای سالم	
		۱۵۳/۸۷ ± ۲۶/۲۲۶	باز توانی تسریعی	پای عمل شده	
۰/۰۰۰۱	-۴/۰۸۸	۷۳/۵۳۳ ± ۲۰/۲۲۶	فیزیوتراپی	پای عمل شده	ماه ۴
		۱۰۸/۸۷ ± ۲۶/۶۷۲	باز توانی تسریعی	پای سالم	
۰/۰۲۴	-۲/۳۸۳	۱۳۵/۰۷ ± ۲۳/۰۸۸	فیزیوتراپی	پای سالم	
		۱۵۶ ± ۲۵/۰۱۴	باز توانی تسریعی	پای عمل شده	
۰/۰۰۰۱	-۴/۸۹۵	۷۶/۳۳۳ ± ۱۸/۹۰۴	فیزیوتراپی	پای عمل شده	ماه ۵
		۱۱۷ ± ۲۶/۰۳۵	باز توانی تسریعی	پای سالم	
۰/۰۲۳	-۲/۴۰۴	۱۳۷/۸۷ ± ۲۲/۰۲۸	فیزیوتراپی	پای سالم	
		۱۵۸/۵ ± ۲۴/۶۷۷	باز توانی تسریعی	پای عمل شده	
۰/۰۰۰	۶/۰۲۵	۸۳/۷۳۳ ± ۱۹/۴۷۶	فیزیوتراپی	پای عمل شده	ماه ۶
		۱۳۸/۳۳ ± ۲۹/۱۹۵	باز توانی تسریعی	پای سالم	
۰/۰۴۳	-۲/۱۱۸	۱۴۳/۱۴۷ ± ۲۱/۳۹۳	فیزیوتراپی	پای سالم	
		۱۶۰/۶۷ ± ۲۳/۰۴۸	باز توانی تسریعی	پای عمل شده	



نمودار ۳. شاخص‌های دو گروه در آزمون لی تک یا در حداکثر مسافت، پای سالم و عمل شده طی چهار بار اندازه گیری

جدول ۶. آنالیز واریانس (Anova): تغییر شاخص‌های آزمون لی تک پا طی چهار بار اندازه‌گیری، برای پای عمل شده و سالم در دو گروه فیزیوتراپی و بازتوانی

Sig	F	df	شاخص				آزمون
			۳ ماه (میانگین و انحراف معیار)	۴ ماه (میانگین و انحراف معیار)	۵ ماه (میانگین و انحراف معیار)	۶ ماه (میانگین و انحراف معیار)	
.۰/۰۰۰	۲۸/۰۶۶	۳	۱۴۱.۸±۴/۶۳	۱۴۵/۵±۴/۳۹۵	۴۸۱/۱±۴/۲۷	۱۰۲/۰±۴/۰۶	لی تک پا
		۸۴					
.۰/۰۰۰	۷۲/۸۷۴	۳	۵۷/۵۷±۱/۹۲۵	۶۱/۴۴±۱/۵۹۶	۶۵/۷۳±۱/۴۳۷	۷۱/۲۳±۱/۴۰۸	پا عمل شده
		۸۴					

بحث و نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر در صدد بوده است که تأثیر برنامه بازتوانی تسریعی را بر میزان بهبودی تعادل و عملکرد اندام عمل‌کننده بر مفصل زانو، پس از عمل بازسازی ACL بررسی کند. نتایج این تحقیق نشان دادند که برنامه بازتوانی تسریعی ارائه شده نه تنها در بهبود عملکرد و تعادل افراد آسیب دیده مؤثر است، بلکه سرعت دستیابی به این بهبودی را نیز افزایش می‌دهد؛ هر چند که در این مورد باید به این نکته توجه داشت که اجرای برنامه بازتوانی تسریعی به تنهایی و صددرصد عاملی تسریعی برای بهبود اندام آسیب دیده نبوده است؛ زیرا در این بین عواملی چون استفاده از داروها، شرایط روحی-روانی بیماران حین تمرین و تغذیه تحت کنترل قرار نگرفتند. با این حال، نتایج نشان داد تفاوت بین میانگین‌ها و اثربخشی این برنامه معنی‌دار بوده است، به طوری که شش ماه پس از اجرای برنامه بازتوانی تسریعی که یک روز بعد از عمل شروع و در چهار مرحله زمانی متفاوت بررسی شد، نتایج آزمون عملکردی لی تک پا در حداکثر مسافت و آزمون تعادلی گردش نشان می‌دهد چنانچه در کنار سایر برنامه‌های درمانی معمول (که امروزه به صورت تحریک الکتریکی، پوستی و تمرینات معمول دامنه حرکتی در کلینیک‌های فیزیوتراپی اجرا می‌شود) بتوان فعالیت‌های حرکتی بیماران را تحت کنترل درآورد، برنامه بازتوانی تسریعی متناسب با شدت و میزان تخریب سایر قسمت‌های زانو (آرتروز، پارگی مینیسک، پارگی رباط‌های دیگر و...) به آنها ارائه کرد، و از دستگاه‌های تمرینی در کنار حرکات معمولی یا از تمرینات بدون ابزار (مانند تمرینات دامنه حرکتی، تمرینات زنجیره بسته و تمرینات کششی) استفاده نمود، حرکت درمانی در آب (به عنوان محیط درمانی مناسب) و تمرینات عصبی-عضلانی، پلايومتریك، قدرتی و ... را به کار گرفت می‌توان امیدوار بود که بیماران با ACL بازسازی شده در فضایی سرشار از حرکت و به دور از جنبه‌های درمانی صرف، به سرعت بهبودی یافته، به سطح اولیه آمادگی جسمانی بازگردند.

در جمع‌بندی کلی از تحقیق حاضر می‌توان به مراحل و یافته‌های زیر اشاره کرد: برای بهبودی سریع‌تر بیماران با ACL بازسازی شده، طراحی و تنظیم برنامه باز توانی تسریعی با تأکید بر تمرینات عصبی-عضلانی و حرکت درمانی در آب الزامی است، به‌ویژه تمرینات اختصاصی مبتنی بر پنج تا هفت مرحله جداگانه ویژه، به‌منظور باز توانی و بازگشت به حالت اولیه در این افراد، با کنترل عواملی چون سرعت، قدرت، مدت، شدت، تعداد تکرار تمرین ضروری است.

برای ارزیابی تعادل پویا از آزمون تعادلی گردش ستاره استفاده شد. نتایج این آزمون که در ماه‌های سوم و ششم انجام شد، تفاوت معنی‌داری بین گروه باز توانی تسریعی و گروه فیزیوتراپی نشان داد. به‌طوری که طی این دو بار اندازه‌گیری، اختلاف میانگین‌ها در جهات مختلف (قدامی، خلفی-داخلی و خلفی-خارجی) در پای جراحی شده و سالم در هر دو گروه معنی‌دار بود ($p \leq 0/05$). همچنین نتایج نشان داد اختلاف میانگین‌های درون گروهی در پای سالم و جراحی شده نیز معنی‌دار است که این نشان دهنده تعادل پویای بهتر پای سالم، در مقایسه با پای عمل شده در هر دو گروه باز توانی تسریعی و فیزیوتراپی است ($p \leq 0/05$). نتایج این ارزیابی در جدول ۴ و نمودارهای ۲ و ۳ ارائه شده است.

هرتل و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که آزمون تعادلی ستاره کنترل عصبی-عضلانی برای وضعیت مناسب مفصل و قدرت ساختمان عضلانی اطراف آن مفصل حین انجام آزمون نیاز دارد. در مورد اینکه تمرینات عصبی-عضلانی و برنامه باز توانی تسریعی چگونه می‌تواند بر تعادل و کنترل پوسچر اثر بگذارند باید توضیح داد که انقباض و تقویت عضلات ناحیه مرکزی بدن، چهارسر و همسترینگ قبل از انجام آزمون و حرکت دادن عضو، واکنش پیش‌بین پوسچری از سوی اعصاب مرکزی ایجاد کرد که از اختلالات پوسچرال جلوگیری می‌کند و در سازمان‌دهی تعادل مشارکت دارد؛ بنابراین تقویت عضلات این ناحیه در اثر برنامه باز توانی تسریعی و تمرینات با تخته تعادلی باعث بهبود سیستم عصبی-عضلانی و هماهنگی می‌شود و این امر به کاهش جابه‌جایی مرکز ثقل خارج از سطح اتکا و کاهش نوسانات آن منجر می‌شود. تمرینات باز توانی تسریعی کارآیی سیستم عصبی-عضلانی را افزایش می‌دهد و در نتیجه سبب می‌شود مفاصل کمری-لگنی-رانی در طول زنجیره حرکات عملکردی و انجام آزمون‌های عملکردی و تعادلی حرکات مطلوب داشته باشند، پاها هنگام حرکت دارای شتاب مناسب و قابل‌کنترلی باشند و افراد تعادل عضلانی مناسب و قدرت عملکردی بهتری داشته باشند. این اثرات به عملکرد مطلوب و افزایش قدرت اندام‌های تحتانی و تثبیت عضلانی مناسب‌تر آنها

منجر می‌شود؛ در نتیجه، می‌توانند گشتاورهای تولید شده حین عمل دست‌یابی را بهتر خنثی کنند و در نهایت، آزمودنی‌ها می‌توانند در آموزش ستاره، فاصله بیشتری کسب کنند. استیل‌من (۱۹۹۸) در مطالعه‌ای نشان داد که تمرینات ساده و غیرتروماتیک ایزوکینتیک کششی-انقباضی^۱ چهار سر ران بر دقت (خطای مطلق و ثابت) حس وضعیت مفصل زانو و تعادل در مدت ۲۵-۵۰ دقیقه پس از قطع آزمون قدرت اثر معنی‌داری نداشته است. به وات و همکاران (۲۰۰۰) بعد از تمرین زنجیره‌بسته روی دوچرخه ارگومتر، بهبودی حس عمقی مفصل زانو و تعادل را مشاهده کردند و اظهار داشتند که افزایش عملکرد حرکتی پس از ورزش می‌تواند به دلیل بهبود ویژگی‌های مکانیکی عضله و نیز حساسیت کینستتیک^۲ بهتر باشد. هارلی و همکاران (۱۹۹۸) نیز تمرینات زنجیره‌بسته را همراه تمرینات تعادلی به کار گرفتند و نشان داد که تمرینات تعادلی موجود در رژیم ورزشی باعث بهبود حس عمقی و تعادل شده است.

نتایج آموزش عملکردی لی تک پای در حداکثر مسافت برای ارزیابی عملکرد پای سالم و جراحی شده طی چهار دوره زمانی بین گروه بازتوانی تسریعی و گروه فیزیوتراپی تفاوت معنی‌دار و روبه رشدی نشان داد ($p \leq 0/05$) که نشانه عملکرد بهتر گروه بازتوانی تسریعی در هر دو پا، در مقایسه با گروه فیزیوتراپی است. همچنین در هر دو گروه، عملکرد پای سالم بهتر از پای جراحی شده بود ($p \leq 0/05$) که نتایج آن در جداول ۵، ۶ و ۷ و نمودار ۴ ارائه شده است.

اِترن و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که کمبود قدرت عضلات چهارسر و حس عمقی زانو تا دو سال بعد از عمل بازسازی همچنان تا حدود ۲۰٪ وجود دارد و عملکرد زانو نیز با نقص مواجه می‌باشد ($p \leq 0/029$). این نتایج با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد. همچنین نتایج تحقیق با برخی تحقیقات دیگر در این زمینه هم‌خوانی دارد (۳۵-۳۷). براساس تحقیقات پیشین، اعتقاد بر این است که عملکرد نامناسب و ضعف عضلات چهارسر رانی به دو دلیل اصلی می‌باشد: یکی آتروفی عضله بعد از عمل و دیگری ناتوانی در فعال سازی این عضله از طریق تغییرات دائمی فعال سازی عضله توسط سیستم عصبی-عضلانی (۳۰-۲۸). کانشی و همکاران (۲۰۰۷، ۳۱، ۳۲) در چندین مطالعه روی این موضوع بیان کردند که ضعف عضلات چهارسر رانی بعد از آسیب ACL و عمل بازسازی ممکن است به علت عملکرد غیرطبیعی حلقه گاما باشد که این امر موجب می‌شود واحدهای حرکتی نامناسب و کمتری در انقباض ارادی به کار

1. isokinetic concentric –eccentric exercise

2. Kinesthetic sensibility

گرفته شود. عمل بازسازی زانو موجب نقص عملکرد عصبی-عضلانی بعد از عمل و در آینده خواهد شد، چنانچه حتی شش ماه بعد از جراحی، قدرت عضلات چهارسر به اندازه قبل از آسیب و حتی قبل از عمل نرسیده است همچنین تعادل فرد نیز به طور کامل بهبود نیافته است (۳۳، ۳۴).

نتایج تحقیق حاضر با تحقیقات اِگبرگ و همکاران (۲۰۰۸) و بینون و همکاران (۲۰۰۵)، همخوانی ندارد. آنها بیان کردند آزمودنی‌ها، چه در گروه باز توانی و چه در گروه کنترل یا گروه باز توانی غیر تسریعی، از لحاظ قدرت عضلات چهارسر و لی تک پا تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند. شاید علت عدم همخوانی، استفاده از شیوع‌های درمانی مختلف در این تحقیقات، هم برای گروه تسریعی و هم برای گروه غیر تسریعی باشد.

تفاوت معنی دار نتایج پای سالم و عمل شده و همچنین تفاوت بین گروه‌ها نشان می‌دهد که برنامه باز توانی تسریعی اثرات مطلوبی دارد و اینکه در هر دو گروه، به دنبال باز سازی ACL و حتی بعد از پایان دوره توان بخشی، نقص موجود در تعادل و عملکرد به طور کامل مرتفع نشده، باعث ضعف عملکرد حرکتی فرد می‌شود. نتایج نشان داد بخش مهمی از برنامه باز توانی تسریعی را برای باز توانی بهتر افراد با ACL باز سازی شده، باید به برنامه تمرینات عصبی-عضلانی اختصاص یابد. همچنین بررسی روند برنامه باز توانی تسریعی نشان داد به کارگیری به موقع این تدابیر، علاوه بر پیشگیری از روند ضعیف شدن عضلات عمل کننده در مفصل زانو، به بهبود آن نیز سرعت می‌بخشد و این مهم را به اثبات می‌رساند که روش کلاسیک و متداول درمان با بهره گیری از برخی حرکات محدود و جلسات فیزیوتراپی به تنهایی نمی‌تواند اثربخشی مورد نظر را به همراه داشته باشد، در صورتی که اجرای یک پروتکل باز توانی تسریعی دقیق، به نحوی که تمامی اجزای آن تحت کنترل قرار گرفته باشد و متناسب با نوع رشته ورزشی و ویژگی‌های فردی تنظیم شده باشد می‌تواند کارآیی لازم را به همراه داشته باشد.

منابع:

1. Erik w et al. (2005), Clinical classification of patellofemoral pain syndrome: quidlines for non-operation treatment. Knee Surg Sport Traumatolarthrosc; 13:122-130.
2. Zachewski JE, et al. (1996), Athletic Injuries and Rehabilitation, first ed, WB Saunders com, New York, pp: 229-261.
3. 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.

4. Brownstein-B, et al: (1997), Functional Movement in Orthopedic and Sports, Physical Therapy, first ed, pp:73-78, pp 191-199.
5. Risberg MA, et al. (2001), Design and implementation of a neuromuscular training program following anterior cruciate ligament reconstruction. J Orthop Sports Phys Ther. 31:620-631.
6. Isberg J, et al. (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.
7. 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. The Am. J. Sports Med.. 28:124-130.
8. Nyland J, Brosky T, Currier D, Nitz A, Caborn D. (1994), Review of the afferent neural system of the knee and its contribution to motor learning. J Orthop Sports Phys Ther; 19:2-11.
9. Noyes FR, et al. (1983), Intra-articular cruciate reconstruction, part I: perspectives on graft strength, vascularization and immediate motion after replacement. Clin. Orthop; 172:71-77.
10. Kennedy JC, Alexander IJ, Hayes KC. (1982), Nerve supply of the human knee and its functional importance. Am. J. Sports Med; 10:329-335.
11. Barrett DS. et al. (1991), Proprioception and function after anterior cruciate reconstruction. J. Bone Joint Surg Br.; 73:833-837.
12. Hiemstra LA, Webber S, MacDonald PB, Kriellaars DJ. (2000), Knee strength deficits after hamstring tendon and patellar tendon anterior cruciate ligament reconstruction. Med Sci Sports Exerc; 32:1472-1479.
13. 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 Sports Med; 2:235-239.
14. Ghez C. Posture. In: Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM, eds. (1991), Principles of Neural Science. New York, NY: Elsevier Science:596-607.
15. Seto JL, Orofino AS, et al. (1988), Assessment of quadriceps/hamstring strength, knee ligament stability, functional and sports activity levels five years after anterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med; 16:170-180.
16. Goldie PA, Bach TM, Evans OM. (1989), Force platform measures for evaluating postural control: reliability and validity. Arch Phys Med Rehabil. 70:510-517.
17. Barrack RL, Skinner HB, Buckley SL. (1989), Proprioception in the anterior cruciate deficient knee. Am J. Sports Med; 17:1-6.

18. Harter RA, Osternig LR, et al.(1988), Long-term evaluation of knee stability and function following surgical reconstruction for anterior cruciate ligament insufficiency. *Am J Sports Med*;16:434-443.
19. Lephart SM, Kocher MS, Fu FH, Borsa PA, Harner CD.(1992), Proprioception following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Sport Rehabil*;1:188-196.
20. 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.
21. Harmon KG, Dick R.(1998) The relationship of skill level to anterior cruciate ligament injury. *Clin J Sport Med*;8:260-265.
22. 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
23. Hertel, et al.(2004), Influence of foot type and orthotics on static and dynamic postural control. *J Sport Rehabil*, 13: 54- 66.
24. Stillman BC. McMeeken JM, MacDan RA. (1998) After effects of resisted muscle contraction on the accuracy of joint position sense in elite male athletes. *Arch Phys Med Rehab*; 79(10): 1250-4.
25. Bouet V, Gahery Y. (2000), Muscular exercise improves knee position sense in humans. *Neurosci Lett*; 289: 143-46.
26. Hurley MR, et al. (1998), Improvements in quadriceps sensorimotor function and disability of patients with knee osteoarthritis following a clinically practicable exercise regime. *Br J Rheum*; 37: 1181-87.
27. I Eitzen, I Holm and M A Risberg. (2009) Preoperative quadriceps strength is a significant predictor of knee function two years after anterior cruciate ligament reconstruction. *The Am .J. Sports Med*; 43:371-376
28. de Jong SN, van Caspel DR, van Haeff MJ, et al. (2007), Functional assessment and muscle strength before and after reconstruction of chronic anterior cruciate ligament lesions. *Arthroscopy*;23:21-8.
29. Ingersoll CD, Grindstaff TL, Pietrosimone BG, et al. (2008) Neuromuscular consequences of anterior cruciate ligament injury. *Clin. J. Sports Med.*;27:383-404.
30. Bizzini M, Gorelick M, et al. (2006), Joint laxity and isokinetic thigh muscle strength characteristics after anterior cruciate ligament reconstruction: bone patella tendon bone versus quadrupled hamstring autografts. *Clin. J. Sports Med.*; 16:4-9.

31. Konishi Y, Fukubayashi T, Takeshita D. (2002), Possible mechanism of quadriceps femoris weakness in patients with ruptured anterior cruciate ligament. *Med Sci Sports Exerc*; 34:1414–18.
32. Konishi Y, Aihara Y, Sakai M, et al. (2007), Gamma loop dysfunction in the quadriceps femoris of patients who underwent anterior cruciate ligament reconstruction remains bilaterally. *Scand J Med Sci Sports*;17:393–9.
33. Risberg MA, et al. (1999) The effect of knee bracing after anterior cruciate ligament reconstruction. A prospective, randomized study with two years' follow-up. *The Am .J. Sports Med.*;27:76–83.
34. Lautamies R, Harilainen A, Kettunen J, et al. (2008), Isokinetic quadriceps and hamstring muscle strength and knee function 5 years after anterior cruciate ligament reconstruction: comparison between bone-patellar tendon-bone and hamstring tendon autografts. *K.S. S. T. Art*;16:1009–16.
35. Parry G, et al. (2009), Effects of Early Progressive Eccentric Exercise on Muscle Size and Function After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A 1-Year Follow-up Study of a Randomized Clinical Trial. January. Volume 89 Number 1 *Physical Therapy. The J Bone Joint Surg Am.*89:559-570.
36. Giuliano Cerulliet, et al. (2002), Rehabilitation Issues in Women With Anterior Cruciate Ligament Deficiency, *Sports Medicine and Arthroscopy Review*10:76–82.
37. Yoshihito nakayama, et al, (2000), knee functions and a return to sports activity in competitive athletes following anterior cruciate ligament reconstruction. *J. N. Med Sch*: 67.(3).172-176.
38. EVA AGEBERG, et al. (2008), Muscle Strength and Functional Performance in Patients With Anterior Cruciate Ligament Injury Treated With Training and Surgical Reconstruction or Training Only:A Two to Five-Year Followup. *American College of Rheumatology*.2008. 59. (12), 15, 1773–1779
39. Bruce D. Beynnon 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.
40. Barber-Westin SD, Noyes FR, and McCloskey JW: (1999), Rigorous statistical reliability, validity, and responsiveness testing of the Cincinnati Knee Rating System in 350 subjects with uninjured, injured, or anterior cruciate ligament-reconstructed knees. *The Am .J. Sports Med.* 27: 402-416,.
41. Heckmann TP, et al: (2000), Autogenic and allogeneic anterior cruciate ligament rehabilitation. In *Knee Ligament Rehabilitation*, Ellenbecker TS (ed), Churchill Livingstone, New York, NY, pp. 132-150,.

42. Risberg M A, Inger Holm, et al.(2007). Neuromuscular Training Versus Strength Training During First 6 Months After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Randomized Clinical Trial, 87 (6) Physical Therapy :737–750.
43. Kvist, J. (2004). Rehabilitation following anterior cruciate ligament injury. Current recommendations for sports participation. Am .J. Sports Med.. 34(4):269-280.
44. Shelbourne KD ,Davis T .(1999).Evaluation of knee stability before and after participation in a functional sports agility program during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. The Am .J. Sports Med.;27:156—161.
45. Gerber JP, Marcus RL,et al. (2007). Effects of early progressive eccentric exercise on muscle structure after anterior cruciate ligament reconstruction. J Bone Joint Surg Am.;89:559 –570.
46. Gerber JP, et al. (2007). Safety, feasibility, and efficacy of negative work exercise via eccentric muscle activity following anterior cruciate ligament reconstruction. J Orthop Sports Phys Ther .;37:10 –18.

