مطالعات طب ورزشی دوره۱۱، شماره ۲۵، بهار و تابستان ۱۳۹۸. صص ۱۲۶-۱۰۹

مقالهٔ پژوهشی

اثر تمرین‌های عصبی–عضلانی ناحیهٔ مرکزی و ران بر حس وضعیت مفصل زانو و تعادل ایستای ورزشکاران مرد با بازسازی رباط صلیبی قدامی

کاظم نوروزی[۱]، رضا مهدوی‌نژاد[۲]، محمدرضا محمدی[۳]

۱. دانشجوی دکتری آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکدهٔ علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان
۲. دانشیار،گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکدهٔ علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان (نویسندهٔ مسئول)
۳. استادیار ،گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکدهٔ علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۰۲ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۲۷**

چکیده

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی اثر تمرین‌های عصبی-عضلانی ناحیهٔ مرکزی و ران بر حس وضعیت مفصل زانو و تعادل ایستای ورزشکاران مرد با بازسازی رباط صلیبی قدامی بود. ۲۴ ورزشکار با سابقهٔ بازسازی رباط صلیبی قدامی به‌صورت هدفمند و دردسترس انتخاب شدند و به‌صورت تصادفی به دو گروه تجربی و کنترل تقسیم شدند. قبل و بعد از تمرین‌ها (هشت هفته، سه جلسه در هفته)، در هر دو گروه حس وضعیت مفصل زانو در سه زاویهٔ ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درجه و تعادل ایستا به‌ترتیب با استفاده از دینامومتر ایزوکنتیک و آزمون ایستادن یک پا روی صفحه نیرو ارزیابی شد. اطلاعات با استفاده از آزمون تی همبسته و تحلیل کوواریانس تجزیه‌وتحلیل شد. نتایج نشان داد که تمرین‌های عصبی-عضلانی ناحیهٔ مرکزی و ران می‌توانند اثر درخور توجهی بر حس وضعیت مفصل زانو و تعادل ایستای ورزشکاران دارای سابقهٔ بازسازی رباط متقاطع قدامی داشته باشند.

واژگان کلیدی: بازسازی رباط صلیبی قدامی، ناحیهٔ مرکزی، حس وضعیت مفصل زانو، تعادل ایستا.

1. Email: Ka.norouzi@gmail.com
2. Email: ۲.mahdavinejad@spr@ui.ac.ir
3. Email: mohamadi@hsu.ac.ir

مقدمه

مفصل زانو برای حرکت و ثبات طراحی شده است. ثبات در این مفصل به‌واسطهٔ همکاری هماهنگ ساختارهای ایستا و پویا مانند استخوان‌ها، رباط‌ها، کپسول مفصلی، تاندون‌ها و عضلات برقرار می‌شود. صدمه به ساختارهای ایستا به‌خصوص رباط صلیبی قدامی[1] ، توانایی مکانیکی مفصل برای حفظ ثبات و انجام حرکت را کاهش می‌دهد (۱). پارگی رباط صلیبی قدامی یکی از شایع‌ترین، مخرب‌ترین و پرهزینه‌ترین آسیب‌های ورزشی مربوط به زانو است. این آسیب بیشتر در ورزش‌هایی که برای انجام‌دادن آن‌ها به حرکات برشی، چرخشی، ایستادن‌های ناگهانی و یا فرود پس از یک پرش نیاز است، شایع است و اغلب به‌صورت غیربرخوردی اتفاق می‌افتد (۲). این پارگی اغلب به برون‌ریزی مفصل، ضعف عضلانی، تغییر حرکت و کاهش عملکرد فرد منجر می‌شود. علاوه‌براین، باعث می‌شود که ورزشکاران کمی بدون انجام عمل بازسازی بتوانند به سطح ورزشی قبل از آسیب بازگردند (۳).

به گزارش فدراسیون پزشکی ورزشی ایران، در سال ۱۳۸۳ میزان بروز آسیب‌های رباط صلیبی قدامی (به‌تنهایی یا همراه با آسیب سایر عناصر مفصلی) در ورزشکاران تحت‌پوشش این فدراسیون به‌طور تقریبی از هر ۳۹۶۳ آسیب زانو ۱۸۳۲ مورد مربوط به رباط صلیبی قدامی بوده است (۵، ۴). رهنما و همکاران (۶) نیز میزان شیوع آسیب رباط صلیبی قدامی را در فوتبالیست‌های حرفه‌ای (بازیکنان حاضر در لیگ برتر ۸۵-۸۴) ۸/۴۶ درصد (۳۳ نفر از ۳۹۰ نفر فوتبالیست) گزارش کردند. این اطلاعات نشان می‌دهد که شیوع آسیب رباط صلیبی قدامی و بازسازی آن ازطریق جراحی برای ورزشکاران بسیار ضروری است. بازسازی رباط صلیبی قدامی[2] شیوه‌ای استاندارد برای حل مشکل ورزشکارانی است که می‌خواهند ورزش را در سطوح بالا انجام دهند (۷)، اما اثربخشی بازسازی این رباط بسیار متنوع (۸) و ضعیف گزارش شده است (۹)، به‌طوری‌که در سال اول پس از جراحی، کمتر از نیمی از ورزشکارانی که عمل بازسازی رباط صلیبی قدامی شدند، توانایی بازگشت به ورزش را داشتند (۱۰). همچنین، براساس برآورد پژوهش‌ها، از هر چهار ورزشکاری که با موفقیت به فعالیت بازمی‌گردند، یک ورزشکار دچار آسیب ثانویهٔ زانو خواهد شد (۱۲، ۱۱) و دور از انتظار نیست که بازسازی رباط صلیبی قدامی پس از آسیب، نتایج مطلوبی نداشته باشد (۱۳). درهمین‌راستا، گلچینی (۱۴) بیان کرد که بعد از عمل بازسازی، توانایی فرد در اجرای فعالیت‌های عملکردی و تعادلی کاهش می‌یابد و آسیب مفصلی و بیماری‌های غضروفی تأثیرات منفی بر حس

1. Anterior Cruciate Ligament
2. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction

عمقی مفصل، حس حرکت و تعادل می‌گذارند. حس عمقی مفصل زانو متغیر مهمی در ارزیابی توانایی عملکردی زانو است. اختلال حس عمقی ممکن است به اختلال در راه‌رفتن، ازدست‌دادن ثبات و فقدان کنترل حرکتی مفصل زانو شود (۱۵). حس عمقی به‌عنوان مهم‌ترین جزء آوران سیستم حرکتی و جزء ضروری کنترل حرکت مطرح است که نقشی حیاتی در فعالیت پویای مفصل دارد (۱۶). همچنین، به‌صورت درک آگاهانهٔ فرد از وضعیت اندام در فضا تعریف شده است (۱۷). تصور می‌شود که حس عمقی نقش مهم‌تری را در پیشگیری از آسیب‌های حاد و در تکامل آسیب مزمن و بیماری تخریبی مفصل ایفا می‌کند. کالاگان[1] (۱۸) حس عمقی را به‌عنوان دریافت محرک از دریافت‌کننده‌های مکانیکی محیطی در مفصل، عضلات و بافت عمیق توصیف کرد که طرحی از این محرک به سیستم عصبی مرکزی برای تعدیل کنترل حرکتی (ناخودآگاه) ارسال می‌شود. فقدان حس عمقی در زانوهای با رباط صلیبی قدامی آسیب‌دیده باعث افزایش ابتلابه آرتروز و برون‌ریزی مفصلی مزمن می‌شود؛ بنابراین، اجرای تمرین‌ها با هدف بهبود تعادل و حس عمقی در ورزشکاران با بازسازی رباط صلیبی قدامی، ضروری به‌نظر می‌رسد.

یکی از مهم‌ترین مواردی که در بیومکانیک مکانیسم آسیب غیربرخوردی رباط صلیبی قدامی خودنمایی می‌کند، اثر وضعیت تنه روی کینماتیک اندام تحتانی است (۱۱). از آنجایی‌که تنه قسمت بسیار بزرگی از بدن است، لازم است در زمان فعالیت‌های ورزشی به‌طور کامل کنترل شود؛ زیرا، کنترل‌نشدن ممکن است موجب افزایش به‌کارگیری گشتاور و نیازهای کینتیکی و کینماتیکی اندام تحتانی شود و به‌طور بالقوه به آسیب منجر شود (۱۲)؛ بنابراین، ثبات مرکزی و کنترل تنه نقش بسیار مهمی در عملکرد ورزشکار و خطر آسیب ایفا می‌کنند؛ زیرا، ناحیهٔ مرکزی ثبات قسمت پروگزیمال را برای تحرک قسمت دیستال فراهم می‌آورد (۱۳). همچنین، مطالعات نشان داده‌اند که عضلات این ناحیه قبل از فعال‌شدن عضلات اندام تحتانی فعال می‌شوند (۱۳). این الگوی فعال‌شدن ابتدایی عضلات مرکزی ازطریق ایجاد سطح ثابت و پایدار، کارایی و اثربخشی حرکت اندام را افزایش می‌دهد (۱۹). ازجمله پژوهش‌های انجام‌شده می‌توان به مطالعهٔ رستمی و همکاران (۲۰) اشاره کرد که پس از انجام تمرین‌های توان‌بخشی موضعی، بهبود معناداری را در حس عمقی زانوی ورزشکاران دارای رباط صلیبی قدامی بازسازی‌شده مشاهده کردند. رجحانی شیرازی (۲۱) نیز پس از اجرای تمرین‌های تعادلی، کاهش معناداری را در میزان خطای بازسازی زاویهٔ مفصل زانو گزارش کردند؛ بااین‌حال، هنوز به‌طورکامل مشخص نیست که چگونه ثبات و حس عمقی تنه ممکن است به‌صورت

1. Callaghan

مستقیم در حس عمقی مفصل زانو و تعادل ایستا نقش داشته باشد (۲۲)؛ ازاین‌رو، در این پژوهش قصد داریم به این سؤال پاسخ دهیم که هشت هفته تمرین عصبی-عضلانی ناحیهٔ مرکزی و ران چه تأثیری بر تعادل ایستا و حس وضعیت زانوی ورزشکاران مرد با بازسازی رباط صلیبی قدامی دارد؟

روش پژوهش

این پژوهش ازنوع نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون همراه با گروه کنترل است. آزمودنی‌های پژوهش حاضر ۲۴ نفر از ورزشکاران مرد با بازسازی رباط صلیبی قدامی بودند که معیارهای ورود به پژوهش را داشتند. آن‌ها به‌صورت تصادفی به دو گروه کنترل (۱۲ آزمودنی) و تجربی (۱۲ آزمودنی) تقسیم شدند. روش نمونه‌گیری ازنوع غیرتصادفی و دردسترس بود. معیارهای ورود به پژوهش آزمودنی‌ها عبارت بودند از: ۱- پارگی رباط آن‌ها به‌صورت غیربرخوردی اتفاق افتاده باشد، ۲- شش تا ۱۵ ماه از عمل بازسازی آن‌ها گذشته باشد، ۳- ورزشکاران مرد با دامنهٔ سنی ۲۰ تا ۳۰ سال (دو تا سه سال شرکت منظم در تمرین‌های ورزشی قبل از آسیب در یکی از رشته‌های فوتبال، فوتسال، هندبال، والیبال و بسکتبال به‌مدت سه جلسه در هفته) که حداقل تجربهٔ شرکت در مسابقه‌های استانی را داشته باشند، ۴- تنها بازسازی رباط ACL داشته باشند و سایر رباط‌ها، PCL[1]، MCL[2] و دو LCL[3] سالم باشد، ۵- هیچ‌گونه آسیب‌دیدگی قبلی در اندام تحتانی و تنه نداشته باشند، ۶- ازنظر بیماری‌های عضلانی و اسکلتی و نیز مشکلات قلبی و تنفسی در سلامت کامل باشند و درنهایت، برای یکسان‌بودن مراحل توان‌بخشی پس از عمل، توان‌بخشی و فیزیوتراپی خود را در مرکز فیزیوتراپی و تمرین‌درمانی مهرگان شهرستان مشهد انجام داده باشند. پس از انتخاب آزمودنی‌ها و پیش از شروع آزمون، مراحل پژوهش به‌طورکامل برای آزمودنی‌ها شرح داده شد و از آن‌ها خواسته شد که درصورت تمایل برای شرکت در پژوهش فرم رضایت‌نامه و اطلاعات شخصی خود را کامل کنند. گفتنی است که اندازه‌گیری‌ها در آزمایشگاه تحلیل حرکت دانشکدهٔ علوم ورزشی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد.

اندازه‌گیری حس وضعیت مفصل زانو و تعادل ایستا

در پژوهش حاضر برای ارزیابی حس وضعیت مفصل زانو از روش بازسازی زاویه‌ای و دستگاه ایزوکنتیک کین کام (Kin-Com) مدل 11-500 (ساخت کشور آمریکا) استفاده شد. بازسازی زاویه به روش پسیو همراه با بازسازی اکتیو همان مفصل انجام شد. بدین‌منظور، فرد روی صندلی دستگاه

1. Posterior Cruciate Ligament
2. Medial Collateral Ligament
3. Lateral Collateral Ligament

قرار می‌گرفت. سپس، استرپ‌هایی به دور سینه، کمر و ران پای آسیب‌دیدهٔ وی بسته می‌شد تا از حرکات اضافی جلوگیری شود. در این حالت مفاصل زانو و ران در فلکشن ۹۰ درجه قرار داشتند. سرعت زاویه‌ای دستگاه روی ۱۸۰ درجه در ثانیه تنظیم شد. استرپ مخصوص به مچ پای آسیب‌دیدهٔ فرد بسته می‌شد و برای آگاهی بیشتر او از نحوهٔ اجرای آزمون، آزمایش دو یا سه بار به‌صورت آزمایشی با چشم‌های باز در زاویه‌ای دلخواه اجرا می‌شد. سپس، زاویهٔ هدف که سه زاویهٔ ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درجه تعیین شده بود، به‌صورت جداگانه با چشمان بسته به ورزشکار نشان داده می‌شد. بدین‌منظور، پای فرد به‌صورت پسیو به زاویهٔ ۳۰ درجه اکستنشن به‌عنوان زاویهٔ هدف برده می‌شد و از وی خواسته می‌شد که علاوه‌بر نگه‌داشتن اکتیو پا در این زاویه، آن را به‌خاطر بسپارد (به‌مدت پنج ثانیه). سپس، پای بیمار به وضعیت شروع در ۹۰ درجه برگردانده می‌شد و بعد از پنج ثانیه استراحت از وی خواسته می‌شد که زاویهٔ هدف را با انجام حرکت اکستنشن فعال زانو بازسازی کند. میزان زاویهٔ بازسازی‌شده از روی مانیتور خوانده و ثبت می‌شد. این آزمون سه مرتبه تکرار شد و بین هر تکرار پنج ثانیه توقف وجود داشت. میانگین خطای مطلق دیده‌شده در بازسازی زاویهٔ هدف در پای آسیب‌دیده محاسبه و ثبت می‌شد. این مراحل برای هریک از زوایای ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درجه با فاصلهٔ استراحت ۳۰ ثانیه‌ای تکرار می‌شدند (۲۳).

برای ارزیابی تعادل ایستا از آزمون ایستادن یک پا روی صفحه نیرو کیستلر (Kistler) مدل C ۹۲۸۱ (ساخت کشور سوئیس) استفاده شد؛ بدین‌صورت‌که فرد به‌صورت یک پا (پای آسیب‌دیده) و با چشمان بسته روی صفحه نیرو با فرکانس نمونه‌گیری ۲۰۰ هرتز (۲۴) می‌ایستاد؛ این درحالی است که زاویهٔ زانوی پای دیگر فرد در ۴۵ درجه و زاویهٔ لگن در ۳۰ درجه بود و دست‌های فرد نیز به‌صورت ضربدری روی سینه قرار می‌گرفت. قبل از شروع آزمون، آزمونگر پای فرد را با استفاده از گونیامتر به زوایای موردنظر می‌برد. فرد آزمون را سه بار تکرار می‌کرد که هر تکرار ۱۵ ثانیه بود. اگر پاهای آزمودنی باهم برخورد می‌کردند یا فرد نمی‌توانست تعادل خود را طی ۱۵ ثانیه حفظ کند، آزمون تکرار می‌شد. میانگین تغییرات مرکز فشار در دو جهت قدامی-خلفی و داخلی-خارجی محاسبه شد. برای حفظ پایایی اندازه‌گیری‌ها، مرکز صفحه نیرو علامت‌گذاری شده بود. برای کاهش پارازیت از یک فیلتر پایین‌گذر باترورث درجهٔ چهار با فرکانس قطع ۱۰ هرتز استفاده شد (۲۴). شاخص نوسانات قامتی شامل میانگین تغییرات مرکز فشار[1] در جهت‌های جانبی-داخلی و قدامی-خلفی به‌عنوان شاخص تعادل ایستا درنظر گرفته شد. محاسبهٔ میانگین تغییرات مرکز فشار در

1. Center of Pressure

جهت‌های قدامی-خلفی و جانبی-داخلی با استفاده از فرمول زیر و در نرم‌افزار اکسل انجام شد که در آن F فرکانس نمونه‌برداری و n تعداد داده‌های جمع‌آوری‌شده در ۱۰ ثانیه بود. میانگین مقادیر سه بار تکرار به‌عنوان مقدار استفاده‌شده در محاسبات به‌کار برده شد (۲۵).

$$\frac{\mathcal{F}}{n-1}\sum_{i=1}^{n-1}\sqrt{(COP_{(i-1)}-COP_{(i)})^2}$$

پروتکل تمرینی

در پژوهش حاضر از یک برنامهٔ تمرینی عصبی-عضلانی استفاده شد که هدف اصلی آن برطرف‌کردن نقص کنترل عصبی-عضلانی ران و تنه بود (۲۶). برای بهبود توانایی ورزشکاران در کنترل تنه و ثبات مرکزی درهنگام فعالیت‌های دینامیک، این تمرین‌ها در پنج مرحله طراحی شدند که به‌تدریج به سطح پیشرفت تمرین‌ها افزوده می‌شد. در هر مرحله برای افزایش شدت، تکنیک تمرین به‌تدریج افزایش پیدا می‌کرد. حجم ابتدایی تمرین‌ها از کم شروع شد تا این فرصت به ورزشکار داده شود تا تکنیک تمرین را به‌صورت مطلوب یاد بگیرد و اجرا کند. اگر حین انجام تمرین‌ها خستگی باعث می‌شد که ورزشکار نتواند تمرین‌ها را با تکنیک درست اجرا کند، از او خواسته می‌شد که تمرین را انجام ندهد؛ براین‌اساس، با توجه به هدف پژوهش، گروه تجربی به‌مدت ۶۰ تا ۹۰ دقیقه در هر جلسه و سه جلسه در هفته، به‌مدت هشت هفته تمرین‌های عصبی-عضلانی ناحیهٔ مرکزی و ران را انجام دادند. ازآنجایی‌که در مراحل انتهایی، تمرین‌ها نسبت به مراحل اولیه ازلحاظ تکنیک مشکل‌تر بودند، پروتکل اجرایی در این پژوهش ازنظر تقسیم زمانی هر مرحله نسبت به مراحل قبلی زمان بیشتری را به خود اختصاص داد (جدول شمارهٔ یک).

جدول ۱- حجم و شدت در پنج مرحلهٔ برنامهٔ تمرینی

مرحلهٔ اول هفته‌های اول و دوم				
تمرین	زمان	تکرار	اندام	
پرش به پهلو و ایستادن		۸		
گام‌برداشتن-نگه‌داشتن		۸	راست	چپ
لمس انگشتان پا در وضعیت شنا روی توپ بوسو		۱۰		
ایستادن روی توپ بوسو با دو زانو	۲۰ ثانیه			
پرش جانبی تک‌پا و فرود و نگه‌داشتن روی سطح ناپایدار		۴	راست	چپ
پرش و کشیدن زانو به داخل سینه و فرود نرم		۱۰		
لانگ به جلو		۱۰	راست	چپ
پرش لانگ	۱۰ ثانیه		راست	چپ
پلزدن روی سطح صاف توپ بوسو		۱۰		

ادامهٔ جدول ۱- حجم و شدت در پنج مرحلهٔ برنامهٔ تمرینی

مرحلهٔ دوم هفتهٔ سوم				
تمرین	زمان	تکرار	اندام	
پرش و چرخش ۹۰ درجه‌ای تک‌پا		۸	راست	چپ
درازونشست به پهلو روی سطح گرد توپ بوسو		۱۰	راست	چپ
درازونشست روی جعبه		۱۵		
هایپراکستنشن روی توپ فیزیوبال		۱۵		
پرش‌های جانبی	۱۰ ثانیه			
پرش-نگه‌داشتن تک‌پا		۸	راست	چپ
شنا روی توپ و ایجاد اغتشاش توسط درمانگر		۱۰	راست	چپ
ایستادن روی توپ بوسو با یک زانو	۲۰ ثانیه		راست	چپ
پرش جانبی تک‌پا روی سطح گرد توپ بوسو و نگه‌داشتن		۸	راست	چپ
انجام پرش و کشیدن زانو به داخل سینه و فرود نرم دو مرتبه پشت‌سرهم		۶		
لانگ همراه با راه‌رفتن		۱۰		
پرش‌های قیچی وار لانگ	۱۰ ثانیه			
پل‌زدن روی سطح صاف توپ بوسو با یک پا		۱۰	راست	چپ
پرش و چرخش ۹۰ درجه‌ای تک‌پا روی سطح ناپایدار		۸	راست	چپ
درازونشست به پهلو روی جعبه		۱۰	راست	چپ
درازونشست روی جعبه همراه با چرخش		۱۵	راست	چپ
هایپراکستنشن روی توپ فیزیوبال همراه با نگه‌داشتن توپ در دست		۱۵		
مرحلهٔ سوم هفتهٔ چهارم				
هاپ به پهلو و ایستادن		۸	راست	چپ
هاپ-نگه‌داشتن		۸	راست	چپ
پل‌زدن به شکم (روی آرنج‌ها و زانوها) با اکستنشن ران و فلکشن شانهٔ سمت مخالف		۱۰		
ایستادن روی فیزیوبال با دو زانو	۲۰ ثانیه			
پرش جانبی تک‌پا روی سطح گرد توپ بوسو، نگه‌داشتن و دریافت توپ		۴	راست	چپ
انجام پرش و کشیدن زانو به داخل سینه و فرود نرم پشت‌سرهم	۱۰ ثانیه			
لانگ همراه با راه‌رفتن و نگه‌داشتن وزنه در یک طرف بدن		۱۰	راست	چپ
پرش‌های لانگ همراه با نگه‌داشتن وزنه در یک طرف بدن	۱۰ ثانیه		راست	چپ
پل‌زدن روی سطح صاف توپ بوسو با یک پا و نگه‌داشتن توپ		۱۰	راست	چپ
پرش و چرخش ۹۰ درجه‌ای تک‌پا روی سطح ناپایدار و گرفتن توپ		۶	راست	چپ
درازونشست به پهلو روی سطح گرد توپ بوسو و دریافت توپ		۸	راست	چپ

ادامهٔ جدول ۱- حجم و شدت در پنج مرحلهٔ برنامهٔ تمرینی

مرحلهٔ چهارم هفته‌های پنجم و ششم				
تمرین	زمان	تکرار	اندام	تمرین
نشستن روی سطح گرد توپ بوسو و چرخش تنه همراه با نگه‌داشتن توپ		۱۵		
هایپراکستنشن روی توپ فیزیوبال همراه با نگه‌داشتن وزنه در دست		۱۵		
هاپ‌های جانبی	۱۰ ثانیه		راست	چپ
هاپ-هاپ-نگه‌داشتن		۸	راست	چپ
پل‌زدن به شکم (روی آرنج‌ها و انگشتان) با اکستنشن ران		۱۰	راست	چپ
ایستادن روی فیزیوبال با دو زانو و ایجاد اغتشاش توسط آزمونگر	۲۰ ثانیه			
پرش تک‌پا روی توپ بوسو در چهار جهت، نگه‌داشتن		سه دوره	راست	چپ
پرش به پهلو و کشیدن زانو به داخل سینه و فرود نرم	۱۰ ثانیه			
لانگ همراه با راه‌رفتن و چرخاندن وزنه به‌سمت چپ و راست		۱۰	راست	چپ
پرش‌های قیچی‌وار لانگ همراه با نگه‌داشتن وزنه در یک طرف بدن	۱۰ ثانیه		راست	چپ
پل‌زدن روی فیزیوبال		۱۰		
پرش و چرخش ۱۸۰ درجه‌ای تک‌پا روی سطح ناپایدار و ایستادن		۸		
درازونشست به پهلو روی توپ فیزیوبال		۱۵		
درازونشست روی توپ بوسو		۱۵		
هایپراکستنشن روی توپ فیزیوبال همراه با نگه‌داشتن توپ در دست و چرخش تنه		۱۵		
مرحلهٔ پنجم هفته‌های هفتم و هشتم				
هاپ		۶ دوره	راست	چپ
هاپ-هاپ متقاطع-نگه‌داشتن		۸	راست	چپ
پل‌زدن به شکم (روی آرنج‌ها و انگشتان) با اکستنشن ران و فلکشن شانهٔ سمت مخالف		۱۰	راست	چپ
ایستادن روی فیزیوبال و دریافت توپ	۲۰ ثانیه			
پرش تک‌پا روی توپ بوسو در چهار جهت، نگه‌داشتن و دریافت توپ		۳ دوره	راست	چپ
پرش به پهلو و کشیدن زانو به داخل سینه و فرود نرم پشت‌سرهم	۱۰ ثانیه			
لانگ همراه با راه‌رفتن و پرس شانه		۱۰	راست	چپ
پرش‌های قیچی‌وار لانگ همراه با چرخاندن توپ	۱۰ ثانیه		راست	چپ
همسترینگ روسی		۱۰		
پرش و چرخش ۱۸۰ درجه‌ای تک‌پا روی سطح ناپایدار و ایستادن و دریافت توپ		۸	راست	چپ
درازونشست به پهلو روی توپ فیزیوبال و دریافت توپ		۸	راست	چپ
درازونشست روی توپ بوسو همراه با چرخش		۱۵	راست	چپ
هایپراکستنشن روی توپ فیزیوبال همراه با دریافت و پرتاب توپ به دو طرف		۱۵		

پس از جمع‌آوری اطلاعات، داده‌ها با نرم‌افزار اس.پی.اس.اس.[1] نسخهٔ ۲۱ تجزیه‌وتحلیل شدند؛ به‌طوری‌که با استفاده از آماره‌های توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد) داده‌ها محاسبه شدند و برای بررسی توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک[2] استفاده شد. برای مقایسهٔ میانگین‌های درون‌گروهی از آزمون‌های آماری تی همبسته و برای مقایسهٔ میانگین‌های بین‌گروهی از تحلیل کوواریانس استفاده شد.

نتایج

مشخصات فردی آزمودنی‌ها شامل سن، قد، وزن و شاخص تودهٔ بدنی در هر گروه، در جدول شمارهٔ دو ارائه شده است.

جدول ۲- مشخصات جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها

گروه	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	سن (سال)	شاخص تودهٔ بدنی
تجربی	۱۸۷/۹ ± ۵/۲	۸۳/۵ ± ۴/۷	۲۵/۹ ± ۳/۶	۲۵/۸ ± ۲/۴
کنترل	۱۸۶/۹ ± ۵/۲	۸۵/۲ ± ۴/۸	۲۳/۲ ± ۲/۴	۲۴/۲ ± ۲/

نتایج آزمون شاپیرو-ویلک نشان داد که توزیع داده‌ها طبیعی است ($P > ۰/۰۵$). در جدول شمارهٔ سه، نتایج آزمون تحلیل کوواریانس برای مقایسهٔ دو گروه در مرحلهٔ پس‌آزمون با کنترل اثرهای پیش‌آزمون نشان داده شده است. براساس نتایج، بین گروه کنترل و گروه تجربی در میزان خطای بازسازی زاویه‌های ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درجه و همچنین، میزان جابه‌جایی مرکز فشار در دو راستای قدامی-خلفی و داخلی-خارجی تفاوت معنادار وجود دارد ($P < ۰/۰۵$).

جدول ۳- مقایسهٔ اثرهای تمرین‌های ران و ناحیهٔ مرکزی بر حس وضعیت و تعادل ایستا

متغیر	منابع تغییر	آماره	سطح معناداری	اندازهٔ اثر
میزان خطای بازسازی در زاویهٔ ۳۰ درجه (درجه)	گروه	۱۹/۱۶	۰/۰۰۱*	۰/۶۷
میزان خطای بازسازی در زاویهٔ ۴۵ درجه (درجه)	گروه	۱۶/۰۸	۰/۰۰۱*	۰/۵۲
میزان خطای بازسازی در زاویهٔ ۶۰ درجه (درجه)	گروه	۱۰/۱۵	۰/۰۰۴*	۰/۶۹
جابه‌جایی مرکز فشار درراستای قدامی-خلفی (میلی‌متر)	گروه	۹/۱۱	۰/۰۰۵*	۰/۴۵
جابه‌جایی مرکز فشار درراستای داخلی-خارجی (میلی‌متر)	گروه	۲۷/۴۲	۰/۰۰۱*	۰/۶۹

*: سطح معناداری $P < ۰/۰۵$

1. SPSS
2. Shapiro-Wilk

برای بررسی تفاوت‌های درون‌گروهی و مقایسهٔ مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه‌های تجربی و کنترل از آزمون تی زوجی در سطح معناداری (P > ۰/۰۵) استفاده شد که نتایج این آزمون در جدول شمارهٔ چهار نشان داده شده است.

جدول ۴ - مقایسهٔ اثرهای درون‌گروهی

متغیر	گروه		انحراف استاندارد ± میانگین	مقدار تی	سطح معناداری
میزان خطای بازسازی در زاویهٔ ۳۰ درجه (درجه)	کنترل	پیش‌آزمون	۳/۱۹ ± ۰/۶۵	۱/۴۳	۰/۱۷
		پس‌آزمون	۳/۳۳ ± ۰/۴۷		
	تجربی	پیش‌آزمون	۳/۱۲ ± ۰/۷۳	۲/۷۳	۰/۰۱*
		پس‌آزمون	۲/۷۵ ± ۰/۵۳		
میزان خطای بازسازی در زاویهٔ ۴۵ درجه (درجه)	کنترل	پیش‌آزمون	۳/۴۶ ± ۰/۷	۰/۴۱	۰/۶۸
		پس‌آزمون	۳/۵۲ ± ۰/۴۵		
	تجربی	پیش‌آزمون	۳/۲ ± ۰/۸۶	۲/۰۴	۰/۰۴*
		پس‌آزمون	۲/۷۵ ± ۰/۵۷		
میزان خطای بازسازی در زاویهٔ ۶۰ درجه (درجه)	کنترل	پیش‌آزمون	۳/۲ ± ۰/۸۵	۰/۴	۰/۵۶
		پس‌آزمون	۳/۲۶ ± ۰/۶۶		
	تجربی	پیش‌آزمون	۳/۳۵ ± ۰/۶۱	۸/۰۴	۰/۰۰۴*
		پس‌آزمون	۲/۹۱ ± ۰/۶۷		
جابه‌جایی مرکز فشار درراستای قدامی-خلفی (میلی‌متر)	کنترل	پیش‌آزمون	۴/۷۵ ± ۰/۵۹	۰/۵۲	۰/۶
		پس‌آزمون	۴/۸۵ ± ۰/۶۹		
	تجربی	پیش‌آزمون	۴/۵۳ ± ۰/۷۷	۲/۹	۰/۰۱*
		پس‌آزمون	۴/۰۴ ± ۰/۷۲		
جابه‌جایی مرکز فشار درراستای داخلی-خارجی (میلی‌متر)	کنترل	پیش‌آزمون	۴/۷۴ ± ۰/۷۴	۰/۷۵	۰/۴۶
		پس‌آزمون	۴/۶۵ ± ۰/۴۱		
	تجربی	پیش‌آزمون	۴/۶ ± ۰/۸	۳/۲۴	۰/۰۰۶*
		پس‌آزمون	۴/۰۶ ± ۰/۳۷		

*: سطح معناداری P < ۰/۰۵

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که پس از هشت هفته تمرین در ناحیهٔ مرکزی و ران، بهبود معناداری در میزان خطای بازسازی زاویهٔ زانو در زوایای ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درجه در ورزشکاران مرد با بازسازی رباط صلیبی قدامی روی داد (P < ۰/۰۵). عوامل مختلفی بر حس وضعیت مفصل تأثیر

دارند که به خستگی، افزایش سن، دمای محیط، نبود قدرت کافی بین عضلات چهارسررانی و همسترینگ می‌توان اشاره کرد. به‌طورکلی، ورزش و فعالیت جسمانی سبب بهبود حس وضعیت مفصل می‌شوند؛ درحالی‌که فعالیت‌نداشتن به تضعیف حس وضعیت مفصل منجر می‌شود (۲۷). سازگاری‌هایی محیطی که ممکن است به‌دلیل تمرین‌های تعادلی به‌کارگرفته‌شده در پژوهش حاضر روی دهند، احتمالاً از تحریک مکرر گیرنده‌های مکانیکی مفصل در نزدیک انتهای دامنهٔ حرکتی منتج می‌شوند (۲۸). پژوهش‌های قبلی نشان داده‌اند که گیرنده‌های مکانیکی مفصل هنگامی‌که به انتهای دامنهٔ حرکتی می‌رسند، در بیشترین میزان تحریک قرار می‌گیرند (۲۹). علاوه‌براین، تغییرات سریع درطول تنش اعمال‌شده بر ساختارهای تاندونی-عضلانی درمدت انجام‌دادن تمرین‌های برونگرا ممکن است سازگاری‌های دوک‌های عضلانی و واحدهای گلژی تاندون را تسهیل کند (۳۰). نتایج پژوهش حاضر با نتایج مطالعهٔ نظری و همکاران (۳۱) هم‌خوانی داشت. آن‌ها روش فتوگرافومتری را برای ارزیابی حس وضعیت مفصل زانو به‌کار بردند و از تمرین‌های حس عمقی برای بهبود درد و حس وضعیت افراد دارای شلی مفصل استفاده کردند؛ باوجوداین، بهبود معناداری در حس وضعیت مفصل زانو مشاهده کردند. در مطالعه‌ای دیگر، رستمی و همکاران (۲۰) بهبود معناداری را در میزان حس وضعیت مفصل زانو پس از یک دوره بازتوانی عمل بازسازی لیگامنت متقاطع قدامی مشاهده کردند. ریبریو[1] و همکاران (۲۳) نیز پس از انجام‌شدن تمرین‌های منظم بهبود معناداری را در حس وضعیت مفصل زانوی افراد کم‌تحرک مشاهده کردند، اما نتایج پژوهش حاضر با نتایج مطالعهٔ رابرت[2] و همکاران (۳۲) مغایرت دارد؛ زیرا، آن‌ها پس از یک جلسه دوچرخه‌سواری، کاهش معنادار حس وضعیت مفصل زانو را مشاهده کردند. آن‌ها دلیل اصلی کاهش حس وضعیت را خستگی ذکر کردند.

یکی از ویژگی‌های تمرین‌های انجام‌شده در پژوهش حاضر، کنترل مناسب انقباض‌های عضلانی و راستای بیومکانیکی اندام تحتانی درحین اجرای تمرین‌هاست؛ بنابراین، انتظار می‌رود که همین موضوع باعث جلوگیری از حرکات ناگهانی و نامناسب زانو درطی فعالیت‌های متفاوت و درنهایت، بهبود کنترل زانو شود (۱۵). در تمرین‌ها سعی شده است که از عضلات اندام تحتانی به‌صورت زنجیروار استفاده شود؛ بنابراین، احتمال می‌رود که به‌کارگیری عضلات در زنجیره‌های کلی باعث ایجاد بازخورد برای بهبود زاویهٔ بازسازی مفصل و درنهایت، بهبود حس وضعیت شود (۱۵). درطی

1. Ribeiro
2. Robert

فعالیت‌های عملکردی به هماهنگی بین مفاصل و سکانس عضلانی مناسب نیاز است که نبود چنین شرایطی شانس آسیب‌های اسکلتی-عضلانی را افزایش می‌دهد. با انجام تمرین‌های به‌کاربرده‌شده در پژوهش حاضر احتمالاً ترتیب واردعمل‌شدن عضلات و مفاصل اصلاح‌شده و درنتیجه، حس وضعیت زانوی آزمودنی‌ها افزایش یافته است (۳۳). یکی دیگر از دلایل احتمال اثرگذاری تمرین‌ها در این پژوهش، استفاده از تمرین‌های زنجیرهٔ بسته است که احتمالاً همین موضوع باعث بهبود حس وضعیت شده است؛ بنابراین، از علت‌های احتمالی مهم اثرگذاری تمرین‌های ران و ثبات مرکزی می‌توان به به‌کارگیری زنجیره‌های عضلانی، استفاده از زنجیرهٔ حرکتی بسته و اصلاح الگوهای حرکتی اندام تحتانی اشاره کرد (۳۳).

علاوه‌براین، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که انجام‌دادن هشت هفته تمرین ران و ناحیهٔ مرکزی باعث کاهش معنادار میزان جابه‌جایی مرکز فشار در جهت‌های قدامی-خلفی و داخلی-خارجی در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل می‌شود. پارگی رباط صلیبی قدامی نه‌تنها سبب اختلال مکانیکی در زانو می‌شود، بلکه به‌دلیل قطع ارسال پیام حسی-محیطی از گیرنده‌ها موجب اختلال در حس وضعیت مفصل زانو نیز می‌شود. ارسال‌نشدن نسبی پیام‌ها موجب تغییر مسیرهای رفلکسی عضلات اسکلتی، دوک‌های عضلانی و مراکز بالاتر می‌شود (۳۴). بیشتر پژوهشگرانی که درزمینهٔ ارزیابی حس وضعیت مطالعه کرده‌اند، عقیده دارند که بیشتر بیماران پس از پارگی رباط صلیبی قدامی دچار بی‌ثباتی عملکردی خواهند شد که این امر از نقص در حس عمقی و کاهش آگاهی از وضعیت مفصل ناشی می‌شود و این نقائص حتی پس از بازسازی جراحی رباط صلیبی قدامی با درجه‌هایی باقی می‌مانند (۱۵). کاهش آگاهی از وضعیت مفصل می‌تواند از فقدان ورودی آورانی از گیرنده‌های مکانیکی خود رباط صلیبی قدامی ناشی باشد و ورودی تغییریافته از گیرنده‌های مکانیکی آسیب‌دیده یا دچارنقص‌شده، درنتیجهٔ آسیب‌دیدن خود رباط صلیبی قدامی است. علاوه‌براین، گیرنده‌های عضله مانند دوک عضلانی و اندام‌های گلژی می‌توانند نقشی مهم در حس عمقی ایفا کنند. فقدان اطلاعات آورانی از گیرنده‌های مکانیکی رباط صلیبی قدامی به تعادل ضعیف‌تر منجر می‌شود که نوسان بیشتر را درپی دارد. همچنین، نقص قدرت عضلات چهارسرران بعد از آسیب رباط صلیبی قدامی و بازسازی جراحی رباط صلیبی قدامی وجود دارد که این نقص با توان‌بخشی درست و فوری پس از آسیب جبران می‌شود (۳۵).

یافته‌های این پژوهش با یافته‌های مطالعات لی[1] و همکاران، پاترنو[1] و همکاران، کاسیو لیما[2] و همکاران و هافمن[3] و همکاران هم‌خوانی داشت. پاترنو و همکاران (۳۶) در مطالعه‌ای تأثیر

1. Lee

تمرین‌های عصبی-عضلانی بر تعادل ایستا را در دختران ورزشکاران جوان بررسی کردند. پس از شش هفته مداخله، تغییرات مرکز فشار در گروه تجربی و در دو جهت قدامی- خلفی و داخلی-خارجی به‌صورت معناداری نسبت به گروه کنترل کاهش یافته بود. در مطالعه‌ای دیگر، لیما و همکاران (۳۷) به مقایسهٔ تأثیر پنج هفته تمرین ثبات مرکزی با فیزیوبال و تعادلی با تمرین خوابیده روی زمین پرداختند. پس از پنج هفته آن‌ها به این نتیجه رسیدند که تعادل ایستا در گروه تمرین ثبات مرکزی به‌طور معناداری نسبت به تمرین روی زمین بهبود یافته است. هافمن و همکاران (۳۸) نیز به بررسی تأثیر ۱۰ هفته تمرین با تختهٔ تعادل بر تعادل ایستای افراد سالم پرداختند. آن‌ها این نتیجه رسیدند که تغییرات مرکز فشار در هر دو جهت قدامی-خلفی و داخلی-خارجی کاهش معناداری در گروه مداخله نسبت به گروه کنترل داشت. از دلایل هم‌خوانی پژوهش حاضر با مطالعات ذکرشده می‌توان به مشابه‌بودن تمرین‌ها اشاره کرد؛ زیرا، برنامهٔ تمرینی به‌کارگرفته‌شده در پژوهش حاضر شامل انواع گوناگونی از تمرین‌های تقویت ثبات مرکزی، افزایش حس عمقی و تعادل است.

مطالعات نشان داده‌اند که تمرین‌های عصبی-عضلانی به‌عنوان تمرین‌هایی شناخته می‌شوند که پاسخ‌های حرکتی ناخودآگاه را به‌وسیلهٔ تحریک سیگنال‌های آوران و همچنین، مکانیسم‌های مرکزی که مسئول حفظ تعادل هستند، افزایش می‌دهند (۳۹). همچنین، این تمرین‌ها توانایی سیستم عصبی را برای تولید سریع و مطلوب الگوی فعال‌شدن عضلانی افزایش می‌دهند که این امر باعث افزایش پایداری مفصلی، کاهش نیروهای مفصل، مهارت‌ها و الگوهای بازآموزی حرکتی می‌شود. همچنین، این تمرین‌ها در الگوی فعال‌شدن عضلات تغییراتی را به‌وجود می‌آورند و باعث افزایش تعادل ایستا می‌شوند (۴۰).

نتایج مطالعهٔ حاضر با یافته‌های پژوهش‌های بلکبرن[4] و همکاران (۴۱) و ورهاگن[5] و همکاران (۴۲) هم‌خوان نبود. بلکبرن و همکاران در مطالعه‌ای به مقایسهٔ تأثیر شش هفته تمرین تعادلی، مقاومتی و ترکیبی بر تعادل ایستا، نیمه‌پویا و پویا در مردان جوان پرداختند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که این تمرین‌ها تأثیر معناداری بر بهبود تعادل ایستای افراد ندارند. از دلایل احتمالی اثرگذارنبودن این

1. Paterno
2. Cosio-Lima
3. Hoffman
4. Blackburn
5. Verhagen

تمرین‌ها بر تعادل ایستا، تعداد کم نمونه‌ها (هشت نفر) و نوع تمرین‌های به‌کاررفته در این پژوهش گزارش شده است. ورهاگن و همکاران تأثیر تمرین‌های تعادلی را بر تغییرات مرکز فشار در ایستادن یک پا بررسی کردند. پس از پنج‌ونیم هفته مداخله، آن‌ها به این نتیجه رسیدند که تمرین‌های تعادلی تأثیر معناداری بر بهبود تغییرات مرکز فشار افراد ندارند. تعداد کم نمونه‌ها (۱۱ نفر) و نوع تمرین‌ها از دلایل احتمالی اثرگذارنبودن تمرین‌ها بیان شده‌اند. ازطرفی، با توجه به کاهش تغییرات مرکز فشار در گروه کنترل، اثر یادگیری نیز دلیل دیگر معنادارنشدن ذکر شده است. در هر دو مطالعه مدت زمان تمرین‌ها نسبت به مطالعهٔ حاضر کمتر بود که این موضوع می‌تواند یکی دیگر از دلایل اثرگذارنبودن تمرین‌ها بر تعادل ایستای افراد باشد؛ زیرا، کاهش تغییرات مرکز فشار و درپی آن، بهبود تعادل ایستا به مدت زمان طولانی‌تری نسبت به تعادل پویا و نیمه‌پویا نیاز دارد (۴۲).

به‌طورکلی، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که هشت هفته تمرین عصبی-عضلانی ناحیهٔ مرکزی و ران که با هدف برطرف‌کردن نقص کنترل عصبی-عضلانی ران و تنه طراحی شده بود، باعث بهبود پارامترهای حس وضعیت مفصل زانو و تعادل ایستای ورزشکاران مرد با بازسازی رباط صلیبی قدامی می‌شود؛ بنابراین، می‌توان به درمانگران توصیه کرد که برای بهبود حس وضعیت مفصل زانو و همچنین، تعادل ایستای این افراد از این برنامهٔ تمرینی عصبی-عضلانی به‌عنوان الگوی تمرینی مناسبی برای بهبود هماهنگی بالاتنه و پایین‌تنه و نیز پیشگیری از آسیب مجدد ACL در افراد با سابقهٔ بازسازی ACL استفاده کنند.

منابع

1. Solomonow M, Krogsgaard M. Sensorimotor control of knee stability: A review. Scand. J. Med. Sci. Sports. 2001;11(2):64-80.
2. Boden BP, Dean GS, Feagin JA, Garrett WE. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. J. Orthop. 2000;23(6):573-8.
3. Daniel DM, Stone ML, Dobson BE, Fithian DC, Rossman DJ, Kaufman KR. Fate of the ACL-injured patient a prospective outcome study. Am. J. Sports Med. 1994;22(5):632-44.
4. Shanbehzade SJA, Amiri A, Nassaj GH, Aghili A, PirAli M. The relationship between isokinetic squat and vertical jump in anterior cruciate ligament reconstructed patients. J. Mod. Rehabil. 2011;5(2):17-22. (In Persian).
5. Shanbehzade S, Jamshidi AA, Amiri A, Nassaj GH, Aghili A, PirAli M. The relationship between isokinetic squat and vertical jump in anterior cruciate ligament reconstructed patients. J. Mod. Rehabil. 2011;5(2):17-22. (In Persian).
6. Rahnama N, Bambaei chi E, Daneshjo A. Prevalence and etiology of anterior cruciate ligament injury in professional male soccer players. J.Olampic. 2008;4(44):7-16. (In Persian).

7. Beynnon BD, Johnson RJ, Abate JA, Fleming BC, Nichols CE. Treatment of anterior cruciate ligament injuries, part I. Am. J. Sports Med. 2005;33(10):1579-602.
8. White K. The effects of neuromuscular training on the ability to return-to-activity for the ACL reconstructed athlete. Newark : University of Delaware; 2014. p.14-20
9. Ardern CL, Webster KE, Taylor NF, Feller JA. Return to the preinjury level of competitive sport after anterior cruciate ligament reconstruction surgery: Two-thirds of patients have not returned by 12 months after surgery. Am. J. Sports Med. 2011;39(3):538-43.
10. Ardern CL, Webster KE, Taylor NF, Feller JA. Return to the preinjury level of competitive sport after anterior cruciate ligament reconstruction surgery two-thirds of patients have not returned by 12 months after surgery. Am. J. Sports Med. 2011;39(3):538-43.
11. Paterno MV, Schmitt LC, Ford KR, Rauh MJ, Myer GD, Huang B, et al. Biomechanical measures during landing and postural stability predict second anterior cruciate ligament injury after anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport. Am. J. Sports Med. 2010;38(10):1968-78.
12. Shelbourne KD, Gray T, Haro M. Incidence of subsequent injury to either knee within 5 years after anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon autograft. Am. J. Sports Med. 2009;37(2):264-51.
13. Spindler KP, Huston LJ, Wright RW, Kaeding CC, Marx RG, Amendola A, et al. The prognosis and predictors of sports function and activity at minimum 6 years after anterior cruciate ligament reconstruction a population cohort study Am. J. Sports Med. 2011;39(2):348-59.
14. Golchini A BN, Ahanjan SH. Static and dynamic balance analysis of athletes with anterior cruciate ligaments reconstructed with arthroscopy. J. Sports Sci. 2012;2(8):23-34. (In Persian).
15. Bonfim TR, Paccola CAJ, Barela JA. Proprioceptive and behavior impairments in individuals with anterior cruciate ligament reconstructed knees. Arch. Phys. Med. Rehabil. 2003;84(8):1217-23.
16. Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part II: The role of proprioception in motor control and functional joint stability. J. Athl. Train. 2002;37(1):80-84.
17. Lattanzio PJ, Petrella RJ. Knee proprioception: A review of mechanisms, measurements, and implications of muscular fatigue. J. Orthop. 1998;21(4):463-71.
18. Callaghan MJ, Selfe J, Bagley PJ, Oldham JA. The effects of patellar taping on knee joint proprioception. J. Athl. Train. 2002;37(1):19-27.
19. Salmon L, Russell V, Musgrove T, Pinczewski L, Refshauge K. Incidence and risk factors for graft rupture and contralateral rupture after anterior cruciate ligament reconstruction. Arthroscopy. 2005;21(8):948-57.

20. Rostami M RN, Pazira P, Bambaechi E. Measurement of muscular torque, proprioception, and range of motion after a rehabilitation program of the reconstruction of the anterior cruciate ligament. j Sport Med. 2014;6(1):19-31. (In Persian).
21. Rojhani shirazi Z SR, Afarandide M. Effect of balance training on proprioception of knee and ankle joints and equilibrium time in single leg in healthy female students. Rafsanjan Univ Med Sci. 2012;10(4):289-98.(In Persian).
22. Sampson NR, Beck NA, Baldwin K, Ganley T, Wells L, Lawrence J, editors. Knee injuries in children and adolescents: Has there been an increase in ACL and mensicus tears in recent years? Paper presented at: American Academy of Pediatrics National Conference and Exhibition ;2011october ; Boston, MA.
23. Ribeiro F, Oliveira J. Effect of physical exercise and age on knee joint position sense. Archives of Gerontology and Geriatrics. 2010;51(1):64-7.
24. Ghazaleh L, Anbarian M, Karimi MT, Damavandi M. Dynamics study of ankle joint during quiet standing balance control with emphasis on dominant and non-dominant lower limb. Physical Treatments-Specific Physical Therapy Journal. 2014;4(3):153-60. (In Persian).
25. Karlsson A, Frykberg G. Correlations between force plate measures for assessment of balance. Clinical Biomechanics. 2000;15(5):365-9.
26. Myer GD, Chu DA, Brent JL, Hewett TE. Trunk and hip control neuromuscular training for the prevention of knee joint injury. Clinics in Sports Medicine. 2008;27(3):425-48.
27. Petrella R, Lattanzio P, Nelson M. Effect of age and activity on knee joint proprioception1. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation. 1997;76(3):235-41.
28. Lephart SM, Pincivero DM, Giraido JL, Fu FH. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. The American Journal of Sports Medicine. 1997;25(1):130-7.
29. Lephart SM, Warner JJ, Borsa PA, Fu FH. Proprioception of the shoulder joint in healthy, unstable, and surgically repaired shoulders. Journal of Shoulder and Elbow Surgery. 1994;3(6):371-80.
30. Fortun C, Davies G, Kernozck T. The effects of plyometric training on the shoulder internal rotators. Phys Ther. 1998;78(51):S87.
31. Nazary Soltan Ahmad S LA. Effect of the selected proprioceptive training on pain and proprioception in pre- and post-pubertal 8 to 16 year old women with hypermobility. J Rehab Med. 2019;7(4):116-26. (In Persian).
32. Roberts D, Ageberg E, Andersson G, Fridén T. Effects of short-term cycling on knee joint proprioception in ACL-deficient patients. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2004;12(5):357-63.
33. Han H-W, Kim S-S. Effect of close kinetic chain and open kinetic chain position on proprioceptive neuromuscular facilitation applied to the unilateral upper extremity on the muscle activation of lower extremity. PNF and Movement. 2009;7(3):17-27.
34. Aminaka N, Gribble PA. A systematic review of the effects of therapeutic taping on patellofemoral pain syndrome. Journal of Athletic Training. 2005;40(4):341-8.

35. Chmielewski TL, Wilk KE, Snyder-Mackler L. Changes in weight-bearing following injury or surgical reconstruction of the ACL: Relationship to quadriceps strength and function. Gait & Posture. 2002;16(1):87-95.
36. Paterno MV, Myer GD, Ford KR, Hewett TE. Neuromuscular training improves single-limb stability in young female athletes. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 2004;34(6):305-16.
37. Cosio-Lima LM, Reynolds KL, Winter C, Paolone V, Jones MT. Effects of physioball and conventional floor exercises on early phase adaptations in back and abdominal core stability and balance in women. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2003;17(4):721-5.
38. Hoffman M, Payne VG. The effects of proprioceptive ankle disk training on healthy subjects. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 1995;21(2):90-3.
39. Coughlan G, Caulfield B. A 4-week neuromuscular training program and gait patterns at the ankle joint. Journal of athletic training. 2007;42(1):51-9.
40. Ellenbecker T. Rehabilitation of shoulder and elbow injuries in tennis players. Clinics in Sports Medicine. 1995;14(1):87-110.
41. Blackburn T, Guskiewicz KM, Petschauer MA, Prentice WE. Balance and joint stability: the relative contributions of proprioception and muscular strength. Journal of Sport Rehabilitation. 2000;9(4):315-28.
42. Verhagen E, Bobbert M, Inklaar M, van Kalken M, van der Beek A, Bouter L, et al. The effect of a balance training programme on centre of pressure excursion in one-leg stance. Clinical Biomechanics. 2005;20(10):1094-100.

ارجاع‌دهی

نوروزی کاظم، مهدوی‌نژاد رضا، محمدی محمدرضا. اثر تمرین‌های عصبی-عضلانی ناحیهٔ مرکزی و ران بر حس وضعیت مفصل زانو و تعادل ایستای ورزشکاران مرد با بازسازی رباط صلیبی قدامی. مطالعات طب ورزشی. بهار و تابستان ۱۳۹۸؛ ۱۱(۲۵): ۲۶-۱۰۹. شناسهٔ دیجیتال: 10.22089/smj.2019.7591.1379

Norouzi K, Mahdavi nejad R, Mohammadi M. R. Effect of Core and Hip Neuromuscular Training on Kknee Joint Position sense and Satic Balance of Male Athletes with Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. Sport Medicine Studies. Spring & Summer 2019; 11(25): 109-26. (In Persian). DOI: 10.22089/smj.2019.7591.1379

Effect of Core and Hip Neuromuscular Training on Kknee Joint Position sense and Satic Balance of Male Athletes with Anterior Cruciate Ligament Reconstruction

K. Norouzi[1], R. Mahdavi Nejad[2], M. R. Mohammadi[3]

1. PhD student of Sport Injuries and Corrective Exercise, faculty of Sport Sciences, University of Isfahan
2. Associate Professor, Department of Sport Injuries and Corrective Exercise, faculty of Sport Sciences, University of Isfahan (Corresponding Author)
3. Assistant Professor, Department of Sport Injuries and Corrective Exercise, faculty of Sport Sciences, hakim Sabzevari University

Received: 2019/06/23 **Accepted: 2019/10/19**

Abstracct

The purpose of this study was to investigate the Effect of core and hip neuromuscular training on knee joint position sense and static balance of male athletes with anterior cruciate ligament reconstruction. Twenty-four athletes with a history of ACL reconstruction were selected and divided into experimental and control groups randomly. Before and after the training (8 weeks, 3 sessions per week) from both groups, knee joint position sense at 30, 45 and 60 degrees and static balance evaluated using an isokinetic dynamometer and a one-limb stand test by force plate respectively. Data were analyzed using t-test and analysis of covariance (ANCOVA). The results showed that the neuromuscular training can have a significant effect on knee joint position sense and static balance of athletes who have a history of anterior cruciate ligament reconstruction.

Keywords: Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, Core, Knee Joint Position Sense, Static Balance.

1. Email: Ka.norouzi@gmail.com
22. Email: ۲.mahdavinejad@spr@ui.ac.ir
3. Email: mohamadi@hsu.ac.ir