DOI: 10.48305/jrrs.2026.46349.1149 Published by Vesnu Publications

مقایسه هشت هفته تمرینات قدرتی تراباند و هاپینگ بر حس عمقی و پایداری قامتی در شرایط خستگی عضلانی مردان در معرض آسیب رباط صلیبی قدامی

زانیار فلاحی[۱]، سید صدرالدین شجاع‌الدین[۲]، حامد عباسی[۳]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: خستگی عصبی- عضلانی، عامل خطر مهمی برای آسیب رباط صلیبی قدامی (Anterior cruciate ligament یا ACL) است. هدف از پژوهش حاضر، مقایسه تأثیر خستگی پس از یک دوره تمرینات مقاومتی با تراباند و تمرینات هاپینگ بر حس عمقی و ثبات وضعیتی در مردان در معرض خطر آسیب ACL بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه نیمه تجربی، ۳۰ مرد ۱۸ تا ۲۸ ساله که معیارهای ورود به تحقیق را داشتند، به صورت تصادفی در سه گروه ۱۰ نفره «تمرین مقاومتی، تمرینات هاپینگ و گروه شاهد» قرار گرفتند. اندازه‌گیری حس عمقی با استفاده از دستگاه ایزوکینتیک بایودکس و زمان رسیدن به ثبات با استفاده از صفحه نیرو اندازه‌گیری گردید. گروه‌های تمرینی به مدت ۸ هفته در برنامه‌های تمرینی شرکت کردند. داده‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون با استفاده از آزمون Repeated measures ANOVA و آزمون تعقیبی Tukey در نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: بین مقادیر پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر دو متغیر حس عمقی ($P = ۰/۰۰۱$ ، $\eta^2 = ۰/۱۴$) و زمان رسیدن به ثبات ($P = ۰/۰۳$، $\eta^2 = ۰/۰۹$) تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P < ۰/۰۵$). علاوه بر این، گروه تمرین مقاومتی در بهبود زمان رسیدن به ثبات در مقایسه با گروه هاپینگ عملکرد بهتری را نشان داد؛ در حالی که گروه هاپینگ در بهبود حس عمقی در مقایسه با گروه مقاومتی عملکرد مطلوب‌تری داشت.

نتیجه‌گیری: تمرینات مقاومتی می‌تواند منجر به بهبود بیشتر در زمان رسیدن به ثبات و تمرینات هاپینگ می‌تواند سبب افزایش بیشتر حس عمقی در مردان در معرض خطر آسیب ACL شود. در مجموع، با توجه به بهبود حس عمقی و زمان رسیدن به پایداری در شرایط خستگی، به نظر می‌رسد این تمرینات بتواند برخی از عوامل خطر مرتبط با آسیب ACL را بهبود بخشد.

کلید واژه‌ها: رباط صلیبی قدامی؛ حس عمقی؛ تعادل؛ تمرینات مقاومتی؛ تمرین هاپینگ

ارجاع: فلاحی زانیار، شجاع‌الدین سید صدرالدین، عباسی حامد. **مقایسه هشت هفته تمرینات قدرتی تراباند و هاپینگ بر حس عمقی و پایداری قامتی در شرایط خستگی عضلانی مردان در معرض آسیب رباط صلیبی قدامی.** پژوهش در علوم توانبخشی ۱۴۰۴؛ ۲۱.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۱۵ تاریخ چاپ: ۱۴۰۴/۱/۱۵

مقدمه

مفصل زانو به عنوان بزرگ‌ترین مفصل سینوویال بدن، یکی از آسیب‌پذیرترین مفاصل در فعالیت‌های ورزشی به شمار می‌آید؛ چرا که وجود عضلات قدرتمند، استخوان‌های بلند و گشتاورهای بالای اعمال شده بر این مفصل، احتمال بروز آسیب را افزایش می‌دهد (۱). در میان انواع آسیب‌های زانو، آسیب رباط صلیبی قدامی (Anterior cruciate ligament یا ACL) شایع‌ترین آسیب محسوب می‌شود و نقش کلیدی در تأمین پایداری مفصل و جلوگیری از جابه‌جایی قدامی استخوان تیبیا نسبت به فمور دارد (۲). نتایج پژوهش‌ها گزارش کرده‌اند که میزان بروز آسیب ACL در میان فوتبالیست‌ها حدود ۰/۳۰ مورد در هر ۱۰۰۰ ساعت مسابقه می‌باشد (۳) و این آسیب علاوه بر تحمیل هزینه‌های بالای درمان، می‌تواند منجر به کاهش یا قطع مشارکت فرد در فعالیت‌های ورزشی و حتی از دست رفتن یک فصل کامل رقابت‌های حرفه‌ای شود. همچنین، آسیب ACL با افزایش خطر

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه بیومکانیک و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۲- استاد، گروه بیومکانیک و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۳- دانشیار، گروه پزشکی ورزشی، پژوهشگاه علوم ورزشی، تهران، ایران
نویسنده مسؤول: سید صدرالدین شجاع الدین؛ استاد، گروه بیومکانیک و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
Email: shojaeddin@khu.ac.ir

بروز عوارض ثانویه همچون استئوآرتریت (بیش از ۱۰ برابر)، پارگی مینیسک و مشکلات روحی- روانی همراه است (۴) که اهمیت پیشگیری و مدیریت به‌موقع این آسیب را بیش از پیش برجسته می‌کند.

آسیب ACL علاوه بر ایجاد بی‌ثباتی مکانیکی در مفصل زانو، باعث اختلال در حس عمقی (Proprioception) و کنترل عصبی- عضلانی (Neuromuscular control) نیز می‌شود. این رباط حاوی گیرنده‌های مکانیکی است که اطلاعات مربوط به موقعیت و حرکت مفصل را به دستگاه عصبی مرکزی منتقل می‌کند. بنابراین، آسیب به آن، موجب کاهش دقت درک موقعیت مفصل و اختلال در حس عمقی می‌گردد (۷-۵). از دست رفتن عملکرد این گیرنده‌ها، باعث تضعیف هماهنگی بین عضلات اطراف زانو و واکنش‌های تأخیری عضلانی (Delayed muscle responses) می‌شود که کنترل حرکات ناگهانی و پایداری دینامیک (Dynamic stability) مفصل را کاهش می‌دهد (۸، ۶). همچنین، اختلال در هماهنگی سیستم‌های حسی و حرکتی، تعادل ایستا و پویای فرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد و حفظ مرکز ثقل بدن بر روی سطح اتکا را دشوار می‌سازد (۹، ۷). پیامدهای این اختلالات شامل افزایش خطر آسیب‌های ثانویه مانند پارگی مینیسک، ابتلا به استئوآرتریت، پارگی مجدد رباط و کاهش عملکرد ورزشی است. علاوه بر این، اثرات روانی مانند اضطراب و کاهش اعتماد به نفس نیز در افراد آسیب‌دیده مشاهده می‌شود (۸، ۶، ۴). بدین ترتیب، آسیب ACL نه تنها مفصل زانو را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بلکه چند بعدی است و بر عملکرد، ایمنی و سلامت کلی ورزشکار اثرگذار است. بیشتر آسیب‌ها نه فقط آسیب ACL، اغلب در مراحل پایانی فعالیت‌های ورزشی رخ می‌دهد که با خستگی عضلانی همزمان است. از آن‌جا که عضلات در حفظ ثبات مفصل نقش دارند، خستگی عصبی- عضلانی نیز می‌تواند به عنوان یک عامل خطر برای آسیب‌های غیر تماسی ACL در نظر گرفته شود (۴). خستگی عضلات پا، باعث کاهش خمیدگی زانو و مفصل ران، افزایش نیروهای واکنش زمین و زاویه ولگوس زانو می‌شود که فشار روی ACL را بالا می‌برد و خطر آسیب آن را افزایش می‌دهد (۵).

تمرینات تخصصی نقش اساسی در بازتوانی و پیشگیری از آسیب ACL ایفا می‌کنند. از میان این تمرینات، تمرینات هاپینگ (Hopping exercises) و تمرینات مقاومتی با ترابان به عنوان دو روش مؤثر برای بهبود حس عمقی، تقویت کنترل عصبی- عضلانی و افزایش پایداری مفصل زانو معرفی شده‌اند (۱۱، ۱۰). تمرینات هاپینگ با ایجاد تحریک شدید گیرنده‌های حسی و فعال‌سازی سریع واحدهای حرکتی، موجب ارتقای هماهنگی، واکنش‌پذیری و کنترل عضلانی در اطراف مفصل زانو می‌شوند و به بازگشت ایمن‌تر فرد به فعالیت‌های ورزشی کمک می‌کنند (۱۲). از سوی دیگر، تمرینات مقاومتی با ترابان از طریق تقویت عضلات اندام تحتانی به ویژه عضلات اطراف زانو و تحریک گیرنده‌های حسی، نقش مؤثری در بهبود حس عمقی و تعادل دینامیک دارند (۱۳، ۱۱). لزوم استفاده از این تمرینات نه تنها در فرایند توان‌بخشی پس از آسیب، بلکه در برنامه‌های پیشگیری و آماده‌سازی پیش‌فصل نیز اهمیت ویژه‌ای دارد؛ چرا که اجرای منظم آن‌ها می‌تواند خطر بروز آسیب‌های غیر تماسی رباط صلیبی قدامی را به میزان قابل توجهی کاهش دهد و سطح عملکرد ورزشی را ارتقا بخشد (۱۴).

با وجود انجام مطالعات متعدد در زمینه پیشگیری و توان‌بخشی آسیب ACL، هنوز در خصوص تأثیر شرایط خستگی بر حس عمقی و پایداری قامتی (Postural stability) و همچنین، مقایسه اثر تمرینات مختلف بر این متغیرها شواهد کافی وجود ندارد. بیشتر تحقیقات پیشین به بررسی جداگانه تأثیر تمرینات هاپینگ یا تمرینات مقاومتی ترابان پرداخته‌اند؛ در حالی که وضعیت خستگی، یکی از عوامل اصلی بروز اختلال در عملکرد عصبی- عضلانی و افزایش خطر آسیب‌های غیر تماسی زانو می‌باشد (۱۷-۱۵). از آن‌جا که خستگی می‌تواند با ایجاد ضعف عضلانی، کاهش هماهنگی عصبی- عضلانی و اختلال در حس عمقی، پایداری مفصل را کاهش دهد، بررسی واکنش سیستم عصبی- عضلانی در شرایط خستگی پس از انجام تمرینات مختلف، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۱۸، ۸). بنابراین، ضرورت انجام پژوهش حاضر در آن است که می‌تواند با مقایسه تأثیر تمرینات قدرتی ترابان و تمرینات هاپینگ بر حس عمقی و پایداری قامتی، راهکارهای مؤثرتری برای پیشگیری از آسیب ACL و ارتقای ثبات مفصل زانو ارایه دهد. بر این اساس، فرضیه مطالعه این است که هر دو نوع تمرین موجب بهبود حس عمقی و پایداری قامتی مردان در معرض آسیب ACL می‌شوند، اما اثر آن‌ها در وضعیت خستگی ممکن است متفاوت باشد. در نتیجه، هدف اصلی تحقیق حاضر، مقایسه تأثیر خستگی پس از اجرای یک دوره تمرینات قدرتی ترابان و هاپینگ بر حس عمقی و پایداری قامتی مردان در معرض آسیب ACL بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون و جامعه آماری شامل دانشجویان دانشگاه خوارزمی واحد کرج بود. حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار G*Power (G*Power 3.1.5 freeware, University of Düsseldorf, Düsseldorf, German) و در نظر گرفتن توان بالا (۰/۸)، اندازه اثر متوسط (۰/۲۸) و α = ۰/۰۵، ۳۰ آزمودنی تخمین زده شد. معیارهای ورود به مطالعه شامل مثبت شدن آزمون پرش Tuck، داشتن حداقل دو سال فعالیت ورزشی، نداشتن آسیبی در ناحیه زانو و مچ پا، دامنه سنی بین ۱۸ تا ۲۸ سال، شاخص توده بدنی (Body mass index یا BMI) بین ۲۰ تا ۲۵ کیلوگرم بر مترمربع و ورزشکاران مرد بود. معیارهای عدم ورود شامل تمایل نداشتن به ادامه مشارکت در تحقیق، شکستگی در ستون فقرات و عمل جراحی طی ۳ سال گذشته، اختلالات عصبی طی ۱۲ ماه گذشته و هرگونه آسیب و ناهنجاری اثرگذار بر روی پژوهش بود. این افراد بر اساس تصادفی‌سازی ساده از طریق سایت www.random.org در سه گروه ۱۰ نفره (گروه شاهد- گروه هاپینگ- گروه قدرتی ترابان) در مطالعه حاضر حضور یافتند که تخصیص افراد به گروه‌ها توسط فردی مستقل و بدون آگاهی از شرایط آن‌ها انجام شد. همچنین، این تحقیق در پایان ریزش نمونه نداشت.

قبل از ارزیابی‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر سه گروه، ابتدا پروتکل خستگی بر روی افراد اعمال گردید و سپس ارزیابی‌ها صورت گرفت. همچنین، پژوهش مطابق با اصول اخلاقی پژوهش در انسان انجام شد و پیش از شروع مطالعه، کد اخلاق از سامانه ملی اخلاق در پژوهش‌های زیست پزشکی اخذ گردید. اهداف، مراحل اجرا، مزایا و مخاطرات احتمالی مطالعه برای تمامی شرکت‌کنندگان به طور کامل توضیح داده شد و رضایت‌نامه آگاهانه کتبی از آنان دریافت گردید. مشارکت در تحقیق کاملاً داوطلبانه بود و آزمودنی‌ها در هر مرحله حق انصراف بدون هیچ‌گونه پیامد را داشتند. تمامی اطلاعات فردی شرکت‌کنندگان محرمانه تلقی شد و نتایج به صورت گروهی گزارش گردید. همچنین، تمامی ارزیابی‌ها و جلسات تمرینی تحت نظارت پژوهشگران و با رعایت اصول ایمنی اجرا شد تا احتمال بروز هرگونه آسیب به حداقل برسد.

http://jrrs.mui.ac.ir

جهت شناسایی افراد مستعد آسیب ACL، از آزمون پرش Tuck استفاده شد. این آزمون اعتبار بالایی دارد که مؤلفه‌های بیومکانیکی و نقص‌های عصبی- عضلانی موجود در تکنیک پرش و فرود ورزشکاران را نمایان می‌سازد. همچنین، آزمون پرش Tuck یک روش معتبر و قابل اعتماد جهت ارزیابی و تشخیص نقص‌های عصبی- عضلانی وابسته به آسیب ACL می‌باشد. آزمون مذکور شامل انجام پرش‌های مداوم با حداکثر ارتفاع به مدت ۱۰ ثانیه است که اطلاعات جامعی را در مورد افراد با خطر آسیب ACL فراهم می‌کند و علاوه بر نقص غلبه رباط ولگوس پویای زانو، قادر به شناسایی نقص غلبه تنه، پا و چهار سر هم می‌باشد. در پژوهش حاضر به آزمودنی‌ها آموزش داده شد که پاهای خود را در مرکز ناحیه مشخص شده روی زمین قرار دهند. این ناحیه به شکل یک مستطیل بود و از چهار مستطیل کوچک‌تر با ابعاد ۴۰ × ۳۵ سانتی‌متر تشکیل شده بود. سپس دستورالعمل‌های لازم برای اجرای صحیح آزمون ارایه گردید؛ از جمله این که زانوها را تا ارتفاع مفصل ران بالا آورند و پس از پرش، تلاش کنند در همان محل شروع فرود آیند. همچنین، تأکید شد که هنگام فرود، پاها به اندازه عرض شانه از یکدیگر فاصله داشته باشد، در یک راستا قرار گیرد و به صورت هم‌زمان با سطح زمین تماس پیدا کند. پس از آن، آزمودنی‌ها شروع به انجام پرش‌های متوالی در محل طراحی شده برای ۱۰ ثانیه کردند. در مطالعه حاضر، افرادی که هنگام فرود، چرخش به داخل ران و زانو را نشان دادند و هنگام فرود پاها به اندازه عرض شانه باز نبود، به عنوان افراد با نقص ولگوس پویای زانو و افراد مستعد آسیب ACL شناسایی شدند (۱۹).

به منظور ارزیابی حس عمقی از دستگاه ایزوکنتیک بایودکس ۳ (Isokinetic dynamometer, Biodex System 3, USA) استفاده شد که روایی و پایایی آن توسط Drouin و همکاران (۲۰) قابل قبول گزارش شده است. بدین منظور، تست‌گیری حس عمقی افراد بعد از نشستن روی صندلی و بستن کمربند ایمنی مطابق پروتکل Jerosch و Prymka (۲۱) انجام گرفت. سپس از افراد درخواست گردید زاویه ۴۵ درجه اکستنشن زانو را برآورد کنند؛ در این حالت، زاویه ۹۰ درجه فلکشن زانو به عنوان زاویه صفر یا مبدأ حرکت در نظر گرفته شد. برای هر نفر سه بار اندازه گیری صورت گرفت و میانگین اختلاف از زاویه هدف ثبت گردید. دستگاه در مرحله اول بعد از رسیدن به زاویه ۴۵ درجه به مدت ۱۰ ثانیه قفل شد و افراد با تمرکز بر آن نقطه در مرحله بعدی باید با چشم‌بند زمانی که حس کردند به صورت فعال به آن نقطه رسیدند، دکمه اهرمی که در دست دارند را فشار دهند.

جهت ارزیابی زمان رسیدن به پایداری، از دستگاه صفحه نیرو (Force plate, Bertec Corporation, USA) استفاده شد که روایی و پایایی آن توسط Walsh و همکاران (۲۲) قابل قبول گزارش شده است. پروتکل تست‌گیری مطابق پروتکل Gribble و همکاران (۲۳) انجام گرفت. به منظور تعیین زمان رسیدن به پایداری، ابتدا ۵۰ درصد از حداکثر ارتفاع پرش هر آزمودنی محاسبه گردید. در این مرحله، آزمودنی بدون کفش و به صورت جانبی در کنار دیوار به گونه‌ای که پاشنه‌ها بر سطح زمین و قوزک خارجی مچ پا در تماس با دیوار بود، قرار گرفت. سپس دست‌ها به طور کامل بالای سر کشیده شد و بالاترین نقطه قابل دسترسی علامت‌گذاری گردید. در ادامه، آزمودنی با بیشترین توان به سمت بالا پرش کرد و با هر دو پا بر زمین فرود آمد. اختلاف بین بالاترین نقطه دسترسی و محل لمس شده پس از پرش، به عنوان ارتفاع پرش عمودی بیشینه در نظر گرفته شد. این فرایند سه بار تکرار و بیشترین مقدار به عنوان مقدار نهایی ثبت گردید. پس از تعیین حداکثر ارتفاع پرش، علامتی معادل ۵۰ درصد از این ارتفاع در بالای صفحه نیرو نصب شد. سپس آزمودنی‌ها با پای برهنه و در فاصله ۷۰ سانتی‌متری از مرکز صفحه نیرو قرار گرفتند. در مرحله اجرای تکلیف پرش- فرود، آزمودنی با هر دو پا پرش کرد و تلاش می‌نمود با دست سمت پای غالب، علامت مشخص شده را لمس نماید. پس از تماس دست با علامت، فرود باید تنها با پای غالب (پای برتر) و بر روی مرکز صفحه نیرو انجام می‌شد. در نهایت، بلافاصله پس از فرود، آزمودنی موظف بود دستان خود را بر روی لگن قرار دهد، سر را بالا نگه دارد و نگاه را به سمت روبه‌رو متمرکز سازد. وی باید در این وضعیت به مدت ۲۰ ثانیه بدون حرکت باقی بماند تا داده‌های مربوط به زمان رسیدن به پایداری ثبت گردد. همچنین، زمان رسیدن به پایداری در نقطه‌ای که دامنه سیگنال‌های نیروی عکس‌العمل زمین به محدوده ± ۵ درصد مقدار پایدار رسید، به عنوان زمان رسیدن به پایداری در نظر گرفته شد (۲۴، ۲۳).

به منظور ایجاد خستگی در افراد، از پروتکل Orishimo و Kremenic (۲۵) استفاده شد. برای ایجاد خستگی عضلانی کنترل شده در اندام تحتانی، آزمودنی‌ها ده تکرار اسکات تک‌پا تا زاویه ۹۰ درجه خم‌شدگی زانو، دو پرش عمودی بیشینه با یک پا و بیست تکرار بالا و پایین رفتن از پله‌ای به ارتفاع ۳۱ سانتی‌متر را انجام دادند. این تمرینات یک ست از پروتکل خستگی را تشکیل داد و پس از هر ست، میزان خستگی بر اساس مقیاس Borg (Borg RPE scale) (صفر تا ۱۰) ثبت گردید. در صورت گزارش عدد ۱۰، برای اطمینان از رسیدن به خستگی مطلوب، آزمون لی‌لی تک پا اجرا شد. در این آزمون، آزمودنی بیشترین مسافت ممکن را با یک پا طی می‌کرد و روی همان پا فرود می‌آمد. ناتوانی در طی حداقل ۸۰ درصد از مسافت پیش‌آزمون به عنوان معیار دستیابی به خستگی مطلوب در نظر گرفته شد. میانگین سه تلاش متوالی به عنوان شاخص کمی خستگی محاسبه و آزمون در شرایط مشابه پیش‌آزمون تکرار شد تا میزان افت عملکرد ارزیابی گردد.

پروتکل تمرینی پژوهش حاضر شامل دو نوع برنامه تمرینی هاپینگ (جدول ۱) و تمرینات مقاومتی با کش تراباند (Thera Band) (جدول ۲) بود که به مدت هشت هفته، سه جلسه در هفته و هر جلسه ۶۰ دقیقه اجرا شد. گروه شاهد نیز کارهای روزمره خود را انجام دادند و پروتکلی بر آن‌ها اعمال نشد.

در بخش تمرینات هاپینگ، شرکت‌کنندگان حرکات متنوعی شامل هاپینگ به سمت جلو، جانبی، جلو- عقب، مربعی، زیگزاگی و مسیر عدد هشت لاتین را انجام دادند. در مطالعه حاضر، شدت تمرین به صورت عملیاتی به عنوان حجم تمرین (حاصلضرب تعداد ست در تعداد تکرار) تعریف گردید که تمرینات به صورت تدریجی افزایش یافت و در هر هفته با افزودن حرکات جدید و افزایش پیچیدگی، فشار تمرینی بیشتر شد. شدت تمرین به ترتیب افزایش ۱۰ درصدی از سطح سبک در هفته ابتدایی (شدت ۷۰) تا سطح بسیار سنگین در هفته آخر (شدت ۱۳۰) صورت گرفت. هدف از اجرای این تمرینات، بهبود قدرت عضلانی، تعادل، هماهنگی عصبی- عضلانی و ثبات عملکردی اندام تحتانی بود (۲۷، ۲۶).

در بخش تمرینات مقاومتی با کش تراباند، شرکت‌کنندگان پس از ۱۰ دقیقه گرم کردن، به مدت ۴۰ دقیقه تمرینات تقویتی عضلات اندام تحتانی و مرکزی را در وضعیت‌های ایستاده، نشسته و خوابیده انجام دادند و در پایان، ۱۰ دقیقه حرکات سرد کردن اجرا شد. شدت تمرینات به صورت پیش‌رونده از حرکات ساده و سبک به سمت حرکات پیچیده‌تر و سنگین‌تر تنظیم گردید و اضافه بار بر اساس افزایش ست تمرینی و تعداد تمرینات اعمال شد و رنگ کش در طول تمرینات یکسان بود. این تمرینات بر اساس پروتکل آکادمی انجمن عملکرد سلامت تراباند و با الگوبرداری از تحقیقات صابری‌زاده انصاری و فتاحی (۱۱) و خدابخشی و عاشوری (۲۸) طراحی گردید.

http://jrrs.mui.ac.ir

جدول ۱. پروتکل تمرینات هاپینگ

تمرینات	هفته ۱	هفته ۲	هفته ۳	هفته ٤	هفته ٥	هفته ٦	هفته ۷	هفته ۸
هاپینگ به طرفین با ۲ پا دست‌ها آزاد	۳ * ۱۰		-	-	-	-	-	-
هاپینگ به جلو- عقب با ۲ پا دست‌ها آزاد	۲ * ۱۰	۲ * ۱۰	-	-	-	-	-	-
هاپینگ با حرکت به سمت جلو با ۲ پا دست‌ها آزاد	۲ * ۱۰	۲ * ۱۰	-	-	-	-	-	-
هاپینگ به طرفین با ۲ پا دست‌ها روی سینه	–	۲ * ۱۵	-	-	-	-	-	-
هاپینگ به طرفین با ۱ پا دست‌ها آزاد	-	۴ * ۵		-	-	-	-	-
هاپینگ به طرفین با ۱ پا دست‌ها روی سینه	-	-	۳ * ۱۰	۳ * ۱۰	-	-	-	-
هاپینگ به جلو- عقب با ۱ پا دست‌ها آزاد	-	-	۲ * ۱۰		-	-	-	-
هاپینگ به جلو- عقب با ۱ پا دست‌ها روی سینه	-	-	-	۲ * ۱۰	-	-	-	-
هاپینگ با حرکت به سمت جلو با ۱ پا دست‌ها آزاد	-	-	-	۳ * ۱۰	۲ * ۱۰	-	-	-
هاپینگ با حرکت به سمت جلو با ۲ پا دست‌ها روی سینه	-	-	۳ * ۱۰	-	-	-	-	-
هاپینگ به صورت زیگزاگ با ۲ پا دست‌ها آزاد	-	-	۲ * ۱۰	-	-	-	-	-
هاپینگ به صورت زیگزاگ با ۱ پا دست‌ها آزاد	-	-	-	۲ * ۱۰	-	-	-	-
هاپینگ به صورت مربع با ۲ پا دست‌ها آزاد	-	-	-	۲ * ۱۰	-	-	-	-
هاپینگ به صورت مربع با ۱ پا دست‌ها آزاد	-	-	-	-	۲ * ۱۰	۲ * ۱۰	-	-
هاپینگ به صورت مربع با ۱ پا دست‌ها روی سینه	-	-	-	-	-	-	۲ * ۱۰	۲ * ۱۰
هاپینگ به جلو با ۱ پا دست‌ها پشت سر	-	-	-	-	۲ * ۱۰	۲ * ۱۰	-	-
هاپینگ به طرفین با ۱ پا دست‌ها پشت سر	-	-	-	-	۲ * ۱۰	۲ * ۱۰	۳ * ۱۰	۳ * ۱۰
هاپینگ با حرکت به جلو با ۱ پا دست‌ها روی سینه	-	-	-	-	۲ * ۱۰	۲ * ۱۰	–	–
هاپینگ با حرکت به سمت جلو با ۱ پا دست‌ها پشت سر	-	-	-	-	-	-	۲ * ۱۰	۲ * ۱۰
هاپینگ زیگزاگ با ۱ پا دست‌ها پشت سر	-	-	-	-	-	-	۲ * ۱۰	۲ * ۱۰
هاپینگ به صورت ۸ لاتین با ۲ پا دست‌ها آزاد	-	-	-	-	۲ * ۱۰	۲ * ۱۰	-	-
هاپینگ به صورت ۸ لاتین با ۱ پا دست‌ها آزاد	-	-	-	-	-	-	۲ * ۱۰	۲ * ۱۰

هدف اصلی از اجرای این تمرینات، افزایش قدرت و توان انفجاری عضلات از طریق درگیری بیشتر تارهای عضلانی و بهره‌گیری از ویژگی‌های کشسانی عضلات بود.

به منظور بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها، از آزمون Shapiro-Wilk و جهت بررسی همگنی واریانس‌ها بین گروه‌ها، از آزمون Levene استفاده گردید. به منظور مقایسه تغییرات متغیرهای وابسته بین گروه‌های مورد نظر، از آزمون Mixed-model ANOVA استفاده شد. در صورت مشاهده تفاوت معنی‌دار بین گروه‌ها، برای تعیین محل دقیق اختلاف از آزمون تعقیبی Tukey استفاده گردید.

در نهایت، داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۷ (version 27, IBM Corporation, Armonk, NY) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. $P < ۰/۰۵$ به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

اطلاعات دموگرافیک شرکت‌کنندگان در جدول ۳ ارایه شده است. گروه تراباند نسبت به دیگر گروه‌ها قد بلندتر و وزن بیشتری داشتند. همچنین، نتایج آزمون‌های Shapiro-Wilk و Levene در جدول ۴ گزارش شده است.

جدول ۲. پروتکل تمرینات تراباند

تمرینات	هفته ۱	هفته ۲	هفته ۳	هفته ٤	هفته ٥	هفته ٦	هفته ۷	هفته ۸
اکستنشن ران در حالت چهار دست و پا	۳ * ۱۰	۳ * ۱۰	۳ * ۱۵	۳ * ۱۵	۳ * ۲۰	۳ * ۲۰	۳ * ۲۵	۳ * ۲۵
چرخش خارجی ران	۳ * ۱۰	۳ * ۱۰	۳ * ۱۵	۳ * ۱۵	۳ * ۲۰	۳ * ۲۰	۳ * ۲۵	۳ * ۲۵
تقویت چهارسر نشسته با کش	۳ * ۱۰	۳ * ۱۰	۳ * ۱۵	۳ * ۱۵	۳ * ۲۰	۳ * ۲۰	۳ * ۲۵	۳ * ۲۵
دور کردن ایستاده با کش	۳ * ۱۰	۳ * ۱۰	۳ * ۱۵	۳ * ۱۵	۳ * ۲۰	۳ * ۲۰	۳ * ۲۵	۳ * ۲۵
چهار دست پا با کش	۳ * ۱۰	۳ * ۱۰	۳ * ۱۵	۳ * ۱۵	۳ * ۲۰	۳ * ۲۰	۳ * ۲۵	۳ * ۲۵
اسکوات با کش تراباند	۳ * ۱۰	۳ * ۱۰	۳ * ۱۵	۳ * ۱۵	۳ * ۲۰	۳ * ۲۰	۳ * ۲۵	۳ * ۲۵
پل با ابداکشن ران	۳ * ۱۰	۳ * ۱۰	۳ * ۱۵	۳ * ۱۵	۳ * ۲۰	۳ * ۲۰	۳ * ۲۵	۳ * ۲۵
اداکشن ران با کش تراباند	۳ * ۱۰	۳ * ۱۰	۳ * ۱۵	۳ * ۱۵	۳ * ۲۰	۳ * ۲۰	۳ * ۲۵	۳ * ۲۵
پیشگیری از آسیب ACL باکش تراباند	۳ * ۱۰	۳ * ۱۰	۳ * ۱۵	۳ * ۱۵	۳ * ۲۰	۳ * ۲۰	۳ * ۲۵	۳ * ۲۵
کرانچ شکم با کش	۳ * ۱۰	۳ * ۱۰	۳ * ۱۵	۳ * ۱۵	۳ * ۲۰	۳ * ۲۰	۳ * ۲۵	۳ * ۲۵

ACL: Anterior cruciate ligament

جدول ۳. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها در سه گروه پایدار، ناپایدار و شاهد

متغیر	گروه شاهد (۱۰ نفر)	گروه هاپینگ (۱۰ نفر)	گروه تراباند (۱۰ نفر)	مقدار P
قد (سانتی‌متر)	۱۷۴/۱۰ ± ۵۵/۴۴	۱۷۶/۸۰ ± ۴/۷۵	۱۷۸/۷۰ ± ۴/۲۴	۰/۱۵۲
سن (سال)	۲۳/۱۰ ± ۲/۳۸	۲۲/۹۰ ± ۲/۴۹	۲۱/۵۰ ± ۲/۲۲	۰/۶۴۵
وزن (کیلوگرم)	۷۲/۰۰ ± ۴/۸۳	۷۴/۲۰ ± ۵/۷۸	۷۴/۷۰ ± ۳/۷۱	۰/۳۱۸
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۳/۸۱ ± ۲/۲۵	۲۳/۷۱ ± ۱/۰۴	۲۳/۴۲ ± ۱/۴۵	۰/۲۷۸

داده‌ها بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

BMI: Body mass index

جدول ۴. نتایج آزمون‌های Shapiro-Wilk و Levene در سه گروه شاهد، هاپینگ و تراباند

متغیر	زمان	گروه	نرمال‌سازی	همگنی واریانس
حس عمقی	پیش‌آزمون	شاهد	۰/۳۴۱	۰/۵۱۵
		هاپینگ	۰/۸۹۸	
		تراباند	۰/۶۵۷	
	پس‌آزمون	شاهد	۰/۹۹۵	۰/۰۶۷
		هاپینگ	۰/۵۳۱	
		تراباند	۰/۳۷۹	
زمان رسیدن به پایداری	پیش‌آزمون	شاهد	۰/۷۱۸	۰/۶۰۰
		هاپینگ	۰/۲۴۴	
		تراباند	۰/۶۹۳	
	پس‌آزمون	شاهد	۰/۹۵۶	۰/۴۱۵
		هاپینگ	۰/۳۶۸	
		تراباند	۰/۳۶۷	

آمار توصیفی شامل میانگین مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای هر سه گروه (شاهد، هاپینگ و تراباند) و هر دو متغیر (حس عمقی و زمان رسیدن به پایداری) در جدول ۵ ارایه شده است.

داده‌های جدول ۶ گزارش کرد که اثر زمان و اثر تعاملی بین زمان و گروه در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در متغیر حس عمقی تفاوت معنی‌داری داشت ($F = ۱۷/۶۵$ ،$P = ۰/۰۰۱$ ،$\eta^2 = ۰/۳۹$)، ($F = ۱۵/۳۳$ ،$P = ۰/۰۰۱$ ،$\eta^2 = ۰/۵۳$)، اما اثر گروه معنی‌دار نبود ($P > ۰/۰۵۰$). نتایج آزمون Tukey در حالی که اثر زمان گروه معنی‌دار نشان داده شده بود، تفاوت معنی‌داری را بین هیچ دو گروه نشان نداد (جدول ۷). نتایج آزمون درون‌گروهی (جدول ۸) برای حس عمقی نیز نشان داد که گروه هاپینگ نسبت به دیگر گروه‌ها اندازه اثر بالاتری داشت.

نتایج آزمون Mixed-model ANOVA برای زمان رسیدن به پایداری، تفاوت معنی‌داری را در اثر زمان و زمان گروه نشان داد ($F = ۵/۱۰$ ،$P = ۰/۰۳۰$ ،$\eta^2 = ۰/۱۵$)، ($F = ۵/۰۴$ ،$P = ۰/۰۱۰$ ،$\eta^2 = ۰/۲۷$) و اثر معنی‌داری در اثر گروه وجود نداشت ($P > ۰/۰۵۰$)؛ هرچند اثر اصلی زمان، مقدار F کمی بالاتر داشت، اما تعامل زمان × گروه مقدار معنی‌داری کوچک‌تری را نشان داد. نتایج آزمون Tukey (جدول ۸) نیز مانند متغیر حس عمقی، تفاوت معنی‌داری را بین گروه‌ها نشان نداد. نتایج آزمون درون‌گروهی حاکی از آن بود که گروه تراباند نسبت به گروه‌های دیگر بهبودی بهتر داشت و اندازه اثر بالاتری را گزارش کرد (جدول ۸).

جدول ۵. آمار توصیفی مراحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای هر سه گروه و هر دو متغیر

متغیر	گروه	مرحله	میانگین ± انحراف معیار
حس عمقی	شاهد	پیش‌آزمون	۵/۲۲ ± ۲/۰۸
		پس‌آزمون	۶/۳۲ ± ۲/۱۱
	هاپینگ	پیش‌آزمون	۷/۳۷ ± ۳/۰۳
		پس‌آزمون	۳/۷۷ ± ۱/۱۹
	تراباند	پیش‌آزمون	۷/۷۷ ± ۳/۲۸
		پس‌آزمون	۵/۸۵ ± ۳/۰۲
زمان رسیدن به پایداری	شاهد	پیش‌آزمون	۲/۲۶ ± ۰/۵۲
		پس‌آزمون	۲/۴۸ ± ۰/۲۶
	هاپینگ	پیش‌آزمون	۳۵۲ ± ۰/۵۳
		پس‌آزمون	۱/۹۵ ± ۰/۳۴
	تراباند	پیش‌آزمون	۲/۲۵ ± ۰/۴۰
		پس‌آزمون	۱/۷۸ ± ۰/۳۷

بحث

هدف از انجام پژوهش حاضر، مقایسه اثر خستگی پس از اجرای یک دوره تمرینات قدرتی تراباند و هاپینگ بر حس عمقی و پایداری قامتی مردان در معرض آسیب ACL بود.

جدول ۶. نتایج آمار استنباطی

متغیر	منبع تغییرات	آماره F	درجه آزادی	مقدار P	اندازه اثر
حس عمقی	اثر زمان	۱۷/۶۵	۱ ،۲۷	*< ۰/۰۰۱	۰/۳۹
	اثر گروه	۰/۷۸	۲ ،۲۷	۰/۴۶۰	۰/۰۵
	اثر تعامل زمان × گروه	۱۵/۳۳	۲ ،۲۷	*< ۰/۰۰۱	۰/۵۳
زمان رسیدن به پایداری	اثر زمان	۵/۱۰	۱ ،۲۷	*۰/۰۳۰	۰/۱۵
	اثر گروه	۳/۰۸	۲ ،۲۷	۰/۰۶۰	۰/۱۲
	اثر تعامل زمان × گروه	۵/۰۴	۲ ،۲۷	*۰/۰۱۰	۰/۲۷

*وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

http://jrrs.mui.ac.ir

جدول ۷. نتایج آزمون تعقیبی Tukey بین سه گروه شاهد، هاپینگ و تراباند

متغیر	گروه	اختلاف میانگین	مقدار P	فاصله اطمینان ۹۵ درصد
حس عمقی	شاهد- تراباند	۱/۰۳	۰/۵۹۷	-۳/۶۷ ،۱/۵۹
	شاهد- هاپینگ	۰/۱۹	۰/۹۸۱	-۲/۴۳ ،۲/۸۳
	تراباند- هاپینگ	۱/۲۳	۰/۴۸۴	-۱/۳۹ ،۳/۸۷
زمان رسیدن به پایداری	شاهد- تراباند	۰/۳۵	۰/۰۵۷	-۰/۰۱ ،۰/۷۱
	شاهد- هاپینگ	۰/۲۴	۰/۲۳۲	-۰/۱۱ ،۰/۶۰
	تراباند- هاپینگ	۰/۱۱	۰/۷۲۷	-۰/۴۷ ،۰/۲۴

جدول ۸. نتایج آزمون درون‌گروهی در سه گروه شاهد، هاپینگ و تراباند

متغیر	گروه	آماره T	مقدار P	اندازه اثر
حس عمقی	شاهد	۱/۶	۰/۱۳۰	۰/۵
	هاپینگ	۵/۱	*< ۰/۰۰۱	۱/۶
	تراباند	۴/۷	*< ۰/۰۰۱	۱/۴
زمان رسیدن به پایداری	شاهد	۱/۲	۰/۲۲۰	۰/۴
	هاپینگ	۲/۵	*۰/۰۳۰	۰/۸
	تراباند	۲/۹	*۰/۰۱۰	۰/۹

*وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

یافته‌ها نشان داد که در مرحله پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون، تفاوت معنی‌داری در حس عمقی و زمان رسیدن به پایداری وجود داشت و گروه هاپینگ در حس عمقی بهبودی بهتری نسبت به تراباند داشت. گروه تراباند در زمان رسیدن به پایداری نیز از گروه هاپینگ بهبودی بیشتر و اندازه اثر بالاتری را نشان داد.

نتایج آزمون‌های Mixed-model ANOVA و Paired t نشان داد که حس عمقی در مرحله پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون تفاوت معنی‌داری داشت که با یافته‌های مطالعه زاهدی و همکاران (۸) هم‌راستا می‌باشد. آن‌ها تأثیر دو نوع تمرین پلایومتریک هاپینگ و پرشی بر حس وضعیت مفصل (Proprioception) زانو در مردان پس از بازسازی لیگامان صلیبی قدامی را بررسی و تأثیر این نوع تمرینات را تأیید نمودند (۸). به نظر می‌رسد تمرینات هاپینگ باعث تحریک گیرنده‌های مکانیکی درون عضلات، تاندون‌ها و کپسول مفصلی به ویژه دوک‌های عضلانی و اندام‌های گلژی تاندونی می‌شوند. تحریک مکرر این گیرنده‌ها در طول فعالیت‌های تحمل وزن با ضربه بالا، موجب افزایش حساسیت آن‌ها و ارتقای توانایی سیستم عصبی مرکزی در تشخیص موقعیت و حرکت مفصل می‌شود (۲۹). از سوی دیگر، تمرینات قدرتی به ویژه تمریناتی که عضلات اندام تحتانی و عضلات مرکزی را هدف قرار می‌دهند، با بهبود کنترل عصبی- عضلانی از طریق افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی، هماهنگی عضلانی و هم‌انقباضی عضلات اطراف مفصل، موجب پایداری بیشتر مفصل و دریافت دقیق‌تر بازخوردهای حس عمقی می‌شوند (۳۰). علاوه بر این، اجرای منظم این تمرینات، می‌تواند منجر به تطابقات پلاستیک در سیستم عصبی محیطی و مرکزی شود و پردازش اطلاعات حس عمقی را سریع‌تر و کارامدتر نماید. این امر در نهایت منجر به بهبود درک موقعیت مفصل، ثبات وضعیتی و عملکرد کلی سیستم حس عمقی- حرکتی می‌شود. Wang و همکاران نیز به بررسی تأثیر تمرینات قدرتی ایزوکینتیک عضلات بر قدرت عضلات زانو، حس عمقی و توانایی تعادل در ورزشکاران با بازسازی رباط صلیبی قدامی پرداختند و گزارش کردند که افزودن تمرینات منظم تقویت عضلات ایزوکینتیک به تمرینات توان‌بخشی، می‌تواند باعث بهبود حس عمقی در افراد با بازسازی رباط صلیبی قدامی شود (۳۱) که با یافته‌های تحقیق حاضر همخوانی داشت.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که زمان رسیدن به پایداری در مرحله پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون تفاوت معنی‌داری داشت و گروه تراباند نتایج بهتری را کسب کردند که با یافته‌های مطالعه نتایج حسین‌زاده و نورسته (۳۲) مشابه بود. آن‌ها به این نتیجه دست یافتند که تمرینات هاپینگ و قدرتی- تعادلی، می‌تواند در بهبود تعادل افراد دارای اسپرین مچ پا مؤثر باشد (۳۲). همچنین، اکبری و همکاران گزارش کردند که تمرینات تعادلی می‌تواند موجب بهبود نسبی شاخص‌های پایداری پویا در مراحل اولیه بازتوانی بازسازی رباط صلیبی قدامی گردد (۳۳). بهبود زمان رسیدن به پایداری در آزمودنی‌هایی که تمرینات هاپینگ و قدرتی را انجام دادند، می‌تواند ناشی از اثرات ترکیبی بهبود حس عمقی و افزایش قدرت عضلانی باشد. تمرینات هاپینگ با ایجاد حرکات سریع و پویا، سیستم‌های تعادلی بدن را به چالش می‌کشد و مسیرهای عصبی- عضلانی درگیر در تثبیت مفاصل را تقویت می‌کند. هم‌زمان، تمرینات قدرتی با تقویت سیستم اسکلتی- عضلانی به ویژه عضلات مرکزی و اندام تحتانی، پایه قوی‌تری برای حفظ وضعیت قامت فراهم می‌نماید (۳۴). در مجموع، این سازگاری‌ها باعث کنترل بهتر مرکز ثقل بدن و بهبود هماهنگی در انجام وظایف قامتی ایستا و پویا می‌شود. تمرینات هاپینگ، سیستم‌های حسی و حرکتی بدن را تحریک می‌کند و باعث هماهنگی بیشتر بین گیرنده‌های حسی و پاسخ‌های حرکتی در عضلات می‌شود (۳۴). در طول تمرینات هاپینگ، عضلات مجبور می‌شوند به صورت هماهنگ در زمان‌های کوتاه منقبض شوند تا از افتادن یا عدم تعادل جلوگیری شود. این تمرین مکرر، باعث تنظیم بهتر الگوهای حرکتی می‌گردد. تمرینات قدرتی و پرشی، باعث سفتی مناسب مفاصل از طریق افزایش کواکتیواسیون عضلات آگونیست و آنتاگونیست می‌شود که به نوبه خود منجر به ثبات بیشتر مفصل در برابر نیروهای خارجی می‌گردد (۳۵).

محدودیت‌ها

پژوهش حاضر محدودیت‌هایی داشت که شامل حجم نمونه نسبتاً محدود، عدم پیگیری بلندمدت شرکت‌کنندگان، محدود بودن جامعه آماری به مردان که تعمیم‌پذیری نتایج به سایر گروه‌های سنی و جنسیتی را محدود می‌کند و همچنین، عدم کنترل کامل متغیرهای مداخله‌گر مانند سطح فعالیت بدنی روزانه بود. اگرچه آزمون پرش Tuck ابزار معتبری به منظور غربالگری و بررسی الگوهای حرکتی مرتبط با آسیب ACL محسوب می‌شود، اما استفاده از آن به تنهایی برای پیش‌بینی قطعی خطر کافی نیست و بهتر است که نتایج آن در کنار سایر شاخص‌های ارزیابی تفسیر گردد.

پیشنهادها

با توجه به تفاوت‌های فیزیولوژیک بین زنان و مردان، پیشنهاد می‌شود مطالعه حاضر بر روی زنان انجام و با مردان مقایسه گردد. همچنین، پیشنهاد می‌شود به دلیل محدودیت‌های زمانی، اثر ماندگاری مورد بررسی قرار گیرد. پیشنهاد می‌شود تحقیقات آینده با طراحی پروتکل‌های تمرینی جامع‌تر که اثر خستگی را در دیگر نواحی اندام تحتانی و مرکزی به منظور احتمال آسیب ACL با مدت زمان مداخله طولانی‌تر و با در نظر گرفتن پیگیری بلندمدت بررسی کنند تا بتوان راهکارهای پیشگیری مؤثرتری جهت پیشگیری از آسیب ACL ارایه نمود.

نتیجه‌گیری

نتایج حاکی از آن بود که تمرینات قدرتی تراباند و هاپینگ، باعث بهبود حس عمقی و زمان رسیدن به پایداری در زمان خستگی عضلانی می‌شود. با توجه به بهبود حس عمقی و زمان رسیدن به پایداری در شرایط خستگی، به نظر می‌رسد این تمرینات بتوانند برخی از عوامل خطر مرتبط با آسیب ACL را بهبود بخشند. با این حال، برای نتیجه‌گیری مستقیم درباره کاهش میزان بروز آسیب ACL، نیاز به مطالعات طولی با پیگیری بلندمدت است.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر برگرفته از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد می‌باشد. بدین وسیله نویسندگان از معاونت پژوهشی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه خوارزمی و کلیه افرادی که در اجرای این پژوهش همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آورند.

نقش نویسندگان

طراحی و ایده‌پردازی مطالعه: زانیار فلاحی، سید صدرالدین شجاع‌الدین، حامد عباسی

خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی مطالعه: زانیار فلاحی، سید صدرالدین شجاع‌الدین، حامد عباسی

فراهم کردن تجهیزات و نمونه‌های مطالعه: زانیار فلاحی، سید صدرالدین شجاع‌الدین، حامد عباسی

جذب منابع مالی برای انجام مطالعه: سید صدرالدین شجاع‌الدین

جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل و تفسیر نتایج، خدمات تخصصی آمار: زانیار فلاحی، سید صدرالدین شجاع‌الدین، حامد عباسی

تنظیم دست‌نوشته: زانیار فلاحی، سید صدرالدین شجاع‌الدینحامد عباسی

ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی، تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله: زانیار فلاحی، سید صدرالدین شجاع‌الدین، حامد عباسی

مسؤولیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخگویی به نظرات داوران: زانیار فلاحی، سید صدرالدین شجاع‌الدین، حامد عباسی

منابع مالی

مطالعه حاضر برگرفته از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد می‌باشد که با کد اخلاق IR.KHU.REC.1403.154 از سامانه ملی اخلاق در پژوهش‌های زیست پزشکی به تصویب رسید.

تعارض منافع

نویسندگان دارای تعارض منافع نمی‌باشند.

References

1. Griffin LY, Albohm MJ, Arendt EA, Bahr R, Beynnon BD, DeMaio M, et al. Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: a review of the Hunt Valley II meeting, January 2005. The American journal of sports medicine. 2006; 34(9): 1512-32.
2. Nasseri A, Khataee H, Bryant AL, Lloyd DG, Saxby DJ. Modelling the loading mechanics of anterior cruciate ligament. Computer Methods and Programs in Biomedicine. 2020; 184: 105098.
3. Grassi A, Macchiarola L, Filippini M, Lucidi GA, Della Villa F, Zaffagnini S. Epidemiology of anterior cruciate ligament injury in Italian first division soccer players. Sports health. 2020; 12(3): 279-88.
4. García-Luna MA, Cortell-Tormo JM, García-Jaén M, Ortega-Navarro M, Tortosa-Martínez J. Acute effects of ACL injury-prevention warm-up and soccer-specific fatigue protocol on dynamic knee valgus in youth male soccer players. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020; 17(15): 5608.
5. Xu D, Zhou H, Quan W, Gusztav F, Wang M, Baker JS ,Gu Y. Accurately and effectively predict the ACL force: Utilizing biomechanical landing pattern before and after-fatigue. Computer Methods and Programs in Biomedicine. 2023; 241: 107761.
6. Naserpour M, Ashraf Jamshidi A, Amiry A, Kihany MR. The effect of a modified perturbation training on muscle activation pattern and function in ACL deficient patients. Jundishapur Scientific Medical Journal. 2012; 10(6): 615-27.
7. Shahhosseini GhR, Madani SAA, Ebrahimi Takamjani I, Negahban Siouki H, Shaterzadeh MJ. Analysis of Proprioception in Primary Arthritic Knees. Razi Journal Of Medical Sciences (Journal Of Iran University Of Medical Sciences) [Internet]. 2003; 10(38 (Special Issue)): 895-904. Available From: Https://Sid.Ir/Paper/10794/En
8. Zahedi M, Daneshjoo A, Sahebozamani M, Sadeghi-Gogheri M. Comparison of the effects of hopping and box jump training on the proprioception in males with anterior cruciate ligament reconstruction. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2018; 7(3): 1-9.
9. Emery CA, Cassidy JD, Klassen TP, Rosychuk RJ, Rowe BH. Effectiveness of a home-based balance-training program in reducing sports-related injuries among healthy adolescents: a cluster randomized controlled trial. Cmaj. 2005; 172(6): 749-54.
10. Karimizadeh A, Alizadeh M, Ebrahimi Takamjani I. The effect of six weeks of hopping exercises on dynamic balance in athletes with functional ankle instability. Sport Motor Science Reserach. 2012; 2(4): 540-52.
11. Saberi Zade Ansari M, Fatahi H. Effect of 8 Weeks of theraband training on ACL injury risk factors in single-leg drop and double leg landing. Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation. 2022; 11(1): 68-81.

12. Hoffrén-Mikkola M, Ishikawa M, Rantalainen T ,Avela J, Komi PV. Neuromuscular mechanics and hopping training in elderly. European Journal of Applied Physiology. 2015; 115(5): 863-77.
13. Kendall KL, Fairman CM. Women and exercise in aging. Journal of sport and health science. 2014; 3(3): 170-8.
14. Gheidi N, Sadeghi H, Talebian Moghadam S, Tabatabaei Ghoshe F, Walter Kernozek T. Kinematics and Kinetics Predictor of Proximal Tibia Anterior Shear Force during Single Leg Drop Landing. PTJ 2014; 4(2):102-8. URL: http://ptj.uswr.ac.ir/article-1-148-en.html
15. Geiser C, O'Connor KM, Earl JE. Effects of isolated hip abductor fatigue on frontal plane knee mechanics. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2010.
16. Chavez A, Knudson D, Harter R, McCurdy K. Activity-specific effects of fatigue protocols may influence landing kinematics: a pilot study. International Journal of Exercise Science (2013).
17. Razi M, Sadeghi H, Takamejani EET, Shariatzade M. Effect of lower limb muscle fatigue on knee joint control strategies during landing in young men. Sci J Rehabil Med. 2018; 7(2): 1-10.
18. Yeung M, Chan K-M, So C, Yuan W-Y. An epidemiological survey on ankle sprain. British journal of sports medicine. 1994; 28(2): 112-6.
19. Fort-Vanmeerhaeghe A, Montalvo AM, Lloyd RS, Read P, Myer GD. Intra-and inter-rater reliability of the modified tuck jump assessment. Journal of sports science & medicine. 2017; 16(1): 117.
20. Drouin JM, Valovich-mcLeod TC, Shultz SJ, et al. Reliability and validity of the Biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements. Eur J Appl Physiol 91, 22-29 (2004).
21. Jerosch J, Prymka M. Knee joint proprioception in normal volunteers and patients with anterior cruciate ligament tears, taking special account of the effect of a knee bandage. Archives of orthopaedic and trauma surgery. 1996; 115(3): 162-6.
22. Walsh MS, Ford KR, Bangen KJ, Myer GD, Hewett TE. The validation of a portable force plate for measuring force-time data during jumping and landing tasks. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2006; 20(4): 730-4.
23. Gribble PA, Mitterholzer J, Myers AN. Normalizing considerations for time to stabilization assessment. Journal of science and medicine in sport. 2012; 15(2): 159-63.
24. Ross SE, Guskiewicz KM, Yu B. Single-leg jump-landing stabilization times in subjects with functionally unstable ankles. Journal of athletic training. 2005; 40(4): 298.
25. Orishimo KF, Kremenic IJ. Effect of fatigue on single-leg hop landing biomechanics. Journal of applied biomechanics. 2006; 22(4): 245-54.
26. Mohammadi Nia Samakosh H, Brito JP, Shojaedin SS, Hadadnezhad M, Oliveira R. What Does Provide Better Effects on Balance, Strength, and Lower Extremity Muscle Function in Professional Male Soccer Players with Chronic Ankle Instability? Hopping or a Balance Plus Strength Intervention? A Randomized Control Study. Healthcare (Basel). 2022; 10(10): 1822.
27. Mohammad Hasan Kordi Ashkezari, Mansur Sahebozamani, Abdolhamid Daneshjoo, Hamid Abbasi Bafghi, Comparison of the Effect of 6 Weeks of Balancing and Hopping Strengthening Training on the Kinematics of the Lower Extremities of Athletes with Functional Ankle Instability while Running: A Randomized Controlled Trial, Journal of Shaeed Sdoughi University of Medical Sciences Yazd 2020; 28(7): 2854-66.
28. Khodabakhshi M, Ashoori H. The Effect of 6 weeks of strength exercise with Traband on some of the variables anaerobic power in young basketball players. Research in Sport Medicine and Technology. 2015; 13(10): 47-57.
29. Chalmers G. Strength training: do Golgi tendon organs really inhibit muscle activity at high force levels to save muscles from injury, and adapt with strength training? Sports biomechanics. 2002; 1(2): 239-49.
30. Izraelski J. Assessment and treatment of muscle imbalance: The Janda approach. The journal of the canadian chiropractic association. 2012; 56(2): 158.
31. Wang K, Cheng L, Wang B, He B. Effect of isokinetic muscle strength training on knee muscle strength, proprioception, and balance ability in athletes with anterior cruciate ligament reconstruction: a randomised control trial. Frontiers in Physiology. 2023; 14: 1237497.
32. Hosseinzadeh F, Norasteh A. Comparing the effects of hopping and strength-balance exercises on the selected muscles strength and balance in male athletes with chronic ankle instability. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2022;11(5): 794-809.
33. Akbari A, Ghiasi F, Mir M, Hosseinifar M. The effects of balance training on static and dynamic postural stability indices after acute ACL reconstruction. Global journal of health science. 2015; 8(4): 68.
34. Mohammadi Dehcheshmeh R, Shojaedin S, Abbasi A. The Effects of Neuromuscular Training on Balance and Jump-landing Mechanics in Male Football Players at High Risk of Anterior Cruciate Ligament Injury. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2025; 13(6): 1164-79.
35. Sahrmann S. Movement system impairment syndromes of the extremities, cervical and thoracic spines: Elsevier Health Sciences; 2010.

DOI: 10.48305/jrrs.2026.46349.1149 Published by Vesnu Publications

Comparison of Eight Weeks of Theraband Resistance Training and Hopping Exercises on Proprioception and Postural Stability Under Muscle Fatigue Conditions in Men at Risk of Anterior Cruciate Ligament Injury

Zanyar Fallahi[1], Seyed Sadredin Shojaedin[2], Hamed Abbasi[3]

Original Article

Abstract

Introduction: Neuromuscular fatigue is a significant risk factor for anterior cruciate ligament (ACL) injury. Therefore, the purpose of the present study was to compare the effects of fatigue induced following a period of TheraBand resistance training and hopping exercises on proprioception and postural stability in men at risk of ACL injury.

Materials and Methods: In this semi-experimental study, 30 men aged 18–28 years who met the inclusion criteria were randomly assigned to three groups of 10 participants each: resistance training, hopping exercises, and a control group. Proprioception was measured using the Biodex isokinetic dynamometer, and time to stability was assessed using a force plate. The training groups participated in their respective exercise programs for 8 weeks. Pretest and post-test data were analyzed using repeated-measures analysis of variance (ANOVA) and Tukey's post hoc test in SPSS.

Results: Statistical analysis revealed significant differences between pretest and post-test values for both proprioception ($P = 0.001$, $\eta^2 = 0.14$) and time to stability ($P = 0.030$, $\eta^2 = 0.09$) ($P < 0.05$). Furthermore, the resistance training group demonstrated greater improvement in time to stability than the hopping group. In contrast, the hopping group showed better improvement in proprioception than the resistance training group.

Conclusion: Based on the findings, resistance training can lead to greater improvements in time-to-stability. At the same time, hopping exercises can lead to greater improvements in proprioception among men at risk of anterior cruciate ligament injury. Overall, given the improvements observed in proprioception and postural stability under fatigue conditions, these exercises appear to mitigate some of the risk factors associated with ACL injury.

Keywords: Anterior Cruciate Ligament; Proprioception; Balance; Resistance Training; Hopping Exercises

Citation: Fallahi Z, Shojaedin SS, Abbasi H. **Comparison of Eight Weeks of Theraband Resistance Training and Hopping Exercises on Proprioception and Postural Stability Under Muscle Fatigue Conditions in Men at Risk of Anterior Cruciate Ligament Injury.** J Res Rehabil Sci 2025; 21.

Received date: 31.12.2024 Accept date: 04.02.2025 Published: 03.04.2025

1- MSc Student, Department of Sport Biomechanics and Sports Injury, School of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran
2- Professor, Department of Biomechanics and Sports Injury, School of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran
3- Associate Professor, Department of Sports Medicine, Sport Sciences Research Institute, Tehran, Iran
Corresponding Author: Seyed Sadredin Shojaedin; Professor, Department of Biomechanics and Sports Injury, School of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran; Email: shojaeddin@khu.ac.ir