

Effect of 8 Weeks of Theraband Training on ACL Injury Risk Factors in Single-Leg Drop and Double Leg Landing

Saberizadeh Ansari M¹, Fatahi H²

Abstract

Purpose: ACL injury is one of the most common non-contact injuries among women athletes. ACL injury prevention is especially important with the purpose of decreasing risk factors. The results indicate that during landing, there is a lot of pressure on lower limb joints. The purpose of the present study was to investigate the Effect of 8 weeks of theraband training on ACL injury Risk Factors in Single-Leg Drop and double leg landing.

Methods: In this study, 26 female amateur athletes with a mean age (25.3 ± 3.6) years, height (162.2 ± 3.8) cm, weight (59.9 ± 5.9) kg were purposefully and accessibly selected and randomly divided into two experimental group ($n=13$) and control ($n=13$). The experimental group performed their exercises for 8 weeks, three sessions per week and 60 minutes per session, and the subjects in the control group continued did not exercise. Single-Leg Drop and double leg landing tests were taken from the two groups of subjects before and after 8 weeks of training. In order to measure the risk factors of ACL injury (knee valgus, range of knee flexion and hip) in Single-Leg Drop and double leg landing, analytical software kinovea (8.27) was used. In order to analyze the data, Mixed Repeated Measures ANOVA was used at a significance level of $p \leq 0.05$ using SPSS software, version 24.

Results: The results of study showed that after eight weeks, a significant improvement in decreasing the amount of knee valgus and increasing the range of motion of the hip flexion Single-Leg Drop and double leg landing ($p \leq 0.05$) was observed in the experimental group. Also, in the experimental group, a significant improvement was observed in increasing the range of motion of hip flexion in double leg Drobe landing task ($p \leq 0.05$), but no significant difference was observed in the range of motion of hip flexion in single leg Drob landing task ($p > 0.05$).

Conclusions: The results of this study showed that Theraband exercise program during landing movements can improve some kinematic variables of the hip and knee joint and reduce the risk factors of ACL injury in women.

Keywords: Theraband, ACL, Single leg drop landing, Single leg double landing, Prevention

Received: 2020.12.17 Accepted: 2021.05.02

تاثیر هشت هفته تمرینات قدرتی تراباند بر ریسک فاکتورهای آسیب ACL در تکلیف فرود تک پا و دوپا

مولود صابری زاده انصاری^۱، هومن فتاحی^۲

هدف: آسیب لیگامان صلیبی قدامی (Anterior Cruciate Ligamen; ACL) یکی از متداول ترین آسیب های غیر برخورداردی در بین زنان ورزشکار می باشد. پیش گیری از آسیب ACL با هدف کاهش ریسک فاکتورها از اهمیت ویژه ای برخوردار است. بررسی ها حاکی از آن است که در حین حرکات فرود فشار زیادی به مفاصل اندام تحتانی وارد می شود. لذا هدف از این پژوهش بررسی تاثیر هشت هفته تمرین تراباند بر ریسک فاکتورهای آسیب ACL در تکلیف فرود تک پا و دوپا بود.

روش بررسی: در این تحقیق ۲۶ ورزشکار زن نیمه حرفه ای با میانگین سن $25/3 \pm 3/6$ سال، قد $162/2 \pm 3/8$ سانتی متر و وزن $59/9 \pm 5/9$ کیلوگرم به صورت هدفمند و در دسترس انتخاب و به طور تصادفی به دو گروه تجربی (۱۳ نفر) و کنترل (۱۳ نفر) تقسیم شدند. گروه تجربی، به مدت ۸ هفته هر هفته سه جلسه و هر جلسه ۶۰ دقیقه تمرینات تراباند خود را انجام

دادند در حالی که آزمودنی های گروه کنترل تمرینی انجام ندادند. از دو گروه آزمودنی قبل و بعد از شروع ۸ هفته تمرین تست تکلیف فرود تک پا و دوپا گرفته شد. پس از ضبط فیلم توسط دو دوربین، اطلاعات فرود از طریق نرم افزار Kinovea نسخه (۸/۲۷) استخراج شد و ریسک فاکتورهای آسیب ACL (والگوس زانو، دامنه حرکتی فلکشن زانو و ران) اندازه گیری شد. به منظور تجزیه و تحلیل داده ها از آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر در سطح معنی داری $p \leq 0.05$ با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ استفاده شد.

یافته ها: یافته های تحقیق نشان داد پس از هشت هفته، بهبود معنی داری در کاهش میزان والگوس زانو و افزایش میزان دامنه حرکتی فلکشن زانو در تکلیف فرود تک پا و دو پا ($p \leq 0.05$) در گروه تجربی مشاهده شد. همچنین، در گروه تجربی بهبود معناداری در افزایش میزان دامنه حرکتی فلکشن ران در تکلیف فرود دو پا ($p \leq 0.05$) مشاهده شد، اما در میزان دامنه حرکتی فلکشن ران در تکلیف فرود تک پا تفاوت معنی داری مشاهده نشد ($p > 0.05$).

نتیجه گیری: با توجه به یافته های تحقیق به نظر می رسد برنامه تمرینی تراباند در حین حرکات فرود باعث بهبود در متغیرهای کینماتیکی مفصل ران و زانو شود و سبب کاهش ریسک فاکتورهای آسیب ACL در زنان گردد.

کلمات کلیدی: تراباند، ACL، فرود تک پا، فرود دو پا، پیشگیری

نویسنده مسئول: مولود صابری زاده انصاری، sza.moloud@gmail.com، ORCID: 0000-0002-5983-8102

آدرس: اصفهان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی

۱- کارشناسی ارشد گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

۲- دکترای تخصصی گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

مقدمه

ورزش های همراه با کاهش شتاب، فرود و چرخش های مکرر، ۲ تا ۸ برابر مردان از آسیب لیگامان مذکور رنج می برند (۳).

به دلیل این که در زنان، زاویه Q بزرگتر، لگن پهن تر، شیار بین کندیلی باریکتر (Intercondylar Groove)، شرایط هورمونی، الگوهای مختلف فعالیت عضلانی در هنگام حرکات جهشی، چرخشی و فرود و شلی مفصل زانو، احتمال درگیری ACL بیشتر است (۴، ۵). پیشگیری از آسیب لیگامان ACL به دلیل جلوگیری از ایجاد آسیب های ثانویه این آسیب مانند پارگی مینیسک و استئوآرتریت زانو اهمیت ویژه ای دارد. مسائل مالی متعاقب آسیب لیگامان ACL مانند هزینه جراحی، توانبخشی و عوامل روانی اجتماعی، لزوم به کارگیری برنامه های پیشگیری از آسیب را پررنگ تر می کند (۶).

بنابراین شناسایی فاکتورهایی که باعث آسیب ACL می شوند از اهمیت به سزایی برخوردار است (۷). پس می توان بیان کرد ریسک فاکتورهایی که احتمال آسیب ACL را افزایش می دهد شامل والگوس زانو، کاهش فلکشن (Flexion) هیپ (Hip) و زانو، افزایش

مفصل زانو یکی از مفاصل آسیب پذیر در ورزش است و آسیب لیگامان صلیبی قدامی (ACL Anterior Cruciate Ligament) شایع ترین آسیب زانو است (۱). لیگامان ACL در وسط مفصل زانو و به صورت مایل قرار گرفته است و از بخش قدامی بین کندیلی سطح تیبیا شروع شده و به صورت مورب و در جهت خلفی، فوقانی و جانبی به بخش میانی کندیل خارجی فمور متصل می شود (۲). آسیب ACL در ورزشکاران جوان ۱۵ تا ۲۵ سال شیوع بیشتری دارد (۱). نتایج حاصل از تحقیقات متعدد نشان داده است که مکانسیم آسیب ACL، ۷۰ درصد سازوکار غیر برخوردی و ۳۰ درصد سازوکار برخوردی دارند (۱). آسیب های غیر برخوردی ACL احتمالاً بر اثر افزایش حرکت و فشار در سطوح مختلف ساجیتال (Sajittal)، فرونتال (Frontal)، هوریزنتال (Horizental) است که به صورت چند سطحی اتفاق می افتد (۲). با وجود آن که هم زنان و هم مردان در معرض این آسیب قرار می گیرند، اما میزان شیوع این آسیب در زنان بیشتر است. زنان ورزشکار در

اعمال ۸ هفته تمرینات قدرتی ترابند می باشد و محقق به دنبال این موضوع می باشد که آیا این برنامه تمرینی می تواند تغییراتی را در جهت کاهش ریسک فاکتورهای آسیب ACL به وجود آورد یا خیر.

روش بررسی

تحقیق حاضر نیمه تجربی بوده و از حیث هدف کاربردی و با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون در دو گروه تجربی و کنترل است. جامعه آماری تحقیق حاضر شامل زنان ورزشکار نیمه حرفه ای (کسی که ورزش شغل تمام وقت او محسوب نمی شود و طبق برنامه منظم فعالیت می کند) ۲۰ تا ۳۰ سال در شهر اصفهان، که سابقه دو سال فعالیت ورزشی منظم در رشته های والیبال و بسکتبال با حداقل سه جلسه تمرین یک ساعت در هفته داشتند و به صورت هدفمند و در دسترس انتخاب شدند. از میان جامعه آماری و سپس بر اساس معیارهای ورود و خروج نمونه ها از تحقیق، تعداد ۲۶ نفر زن ورزشکار واجد شرایط بر اساس معیارهای ورود به تحقیق به عنوان آزمودنی های تحقیق انتخاب شدند و به صورت تصادفی به دو گروه کنترل (۱۳ نفر) و گروه تجربی (گروه تمرینات قدرتی ترابند) (۱۳ نفر) تقسیم شدند. روش حجم نمونه با استفاده از نرم افزار آماری G*Power (version 3.1.9.2, Germany) مبتنی بر آزمون آنالیز واریانس با اندازه های تکراری (Repeated Measures ANOVA) در دو گروه و شش متغیر وابسته، برای انجام آزمون در سطح معنی داری ۵ درصد ($\alpha = 0.05$)، با توان آزمون ۸۰ درصد ($\beta = 0.8$) و اندازه اثر ($d = 0.2$) حجم نمونه برابر ۲۸ مورد به دست آمد.

معیارهای ورود آزمودنی ها شامل سابقه دو سال فعالیت ورزشی منظم و عدم سابقه آسیب دیدگی اندام تحتانی همچون آسیب دیدگی مفصل زانو مانند پارگی لیگامنت ACL و مینیسک و نیز ناهنجاری های وضعیتی اثرگذار بر روند تحقیق بود و معیار خروج آزمودنی ها شامل ایجاد درد در روند تحقیق، عدم شرکت آزمودنی ها در سه جلسه غیر متوالی و دو جلسه متوالی و عدم شرکت در مراحل آزمون- گیری و نارضایتی فرد برای ادامه همکاری بود. آزمودنی ها قبل از شرکت در پژوهش فرم رضایت نامه شرکت در پژوهش را امضا و اعلام آمادگی نمودند. قبل از دریافت رضایت نامه، اطلاعات لازم در خصوص

روتیشن داخلی هیپ، افزایش ابداکشن هیپ و زانو است (۸، ۹). در این میان، فرود (Landing) از پرش به عنوان رایج ترین مکانیزم گزارش شده است به طوری که تکنیک نامناسب در هنگام مانور پرش-فرود می تواند باعث اعمال نیروی قابل توجه روی ACL و در نتیجه پارگی آن شود (۱۰). فرود تک پا و دو پا به عنوان شاخص مهمی در مکانیسم آسیب ACL هستند و در پیشگیری از آسیب حائز اهمیت است. حرکت فرود صحیح، باید در محورهای حرکتی هر یک از مفاصل درگیر قرار بگیرد. حرکت خارج از این محورها می تواند باعث افزایش بار بر آن مفصل شود. مفصل زانو یک مفصل لولایی می باشد. حرکت این مفصل در هنگام فرود، در صفحه‌ی عرضی باعث افزایش فشار بر زانو شده و ممکن است با آسیب ACL همراه باشد (۱۱). روش های گوناگونی برای پیشگیری از آسیب ACL وجود دارد که بیشتر ورزشکاران رقابتی را هدف قرار داده و شامل تمرینات عصبی عضلانی (Neuromuscular Exercises)، تمرین گیرنده های حس عمقی و تمرینات پلايومتریک (Plyometric Exercises) است (۱۲).

یکی از ابزارهای تمرینی جهت انجام تمرینات مقاومتی استفاده از ترابند (Thera-Band) می باشد. انجمن فیزیوتراپی آمریکا، کش ترابند (TheraBand Elastic) را به عنوان وسیله ای مفید برای افزایش قدرت، تحرک و عملکرد و کاهش درد مفاصل معرفی کرد. ترابندها، باندهای مقاومتی بوده که از مواد الاستیکی طبیعی به صورت ورقه تهیه می شوند و رنگ بندی آن ها سطوح مقاومتی آن ها را نشان می دهد. افراد بر اساس میزان توانایی و قدرت شان از این رنگ ها استفاده می کنند (۱۳). اثرات احتمالی تمرینات ترابند بر پیشگیری از آسیب ACL با توجه به ویژگی های ذکر شده کش های ترابند و تأثیرگذاری این کش ها، سبب تقویت عضلات اندام تحتانی می شود و خاصیت تحریک حس عمقی بر بهبود هماهنگی و تعادل در صفحات حرکتی در حین فرود و تقویت عصبی عضلانی بر ثبات مفصل زانو می شود که از جمله عوامل تأثیر گذار بر پیشگیری از آسیب ACL هستند. بنابراین هدف تحقیق حاضر مقایسه فاکتورهای منتخب کینماتیکی آسیب ACL (میزان والگوس زانو، میزان دامنه حرکتی فلکشن هیپ و زانو) در زنان در هنگام فرود تک پا و دو پا از جعبه پس از

هدف و نحوه اجرای این پژوهش در اختیار آزمودنی ها قرار گرفت.

تراباند طناب کشی است که خصوصیت الاستیک (کشسانی) را داراست که با استفاده از این خاصیت کشسانی ورزش ها و تمرینات مختلف و سودمندی می توان با آن انجام داد. از تراباند برای تمام رده های سنی با اهداف مختلفی برای تقویت عضلات استفاده می شود. از کش های مقاومتری تراباند با سه مقاومت مختلف با ضخامت های ۰/۲۵، ۰/۷ و ۰/۵ میل (۱۵×۲۰cm، Thera band) برای پروتکل تمرینی استفاده شد. شدت و حجم تمرینات تراباند بر اساس تعداد ست، تکرار و مقاومت (ضخامت)، در طول دوره تمرینی تنظیم شد. روند کار بدین صورت است که در ست اول هر تمرین با مقاومت سبک، ست دوم با مقاومت متوسط و ست سوم با مقاومت سنگین انجام شد.

یک هفته قبل از اجرای پروتکل ۸ هفته ای تراباند، ارزیابی های پیش از آزمون شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن و اجرای آزمون های فرود تک پا و دوپا توسط دو دوربین (دوربین دیجیتال کانن مدل D۶۰۰ و نیکون ۹۰ D) در صفحه های فرونتال و ساجیتال در شهر اصفهان انجام شد و دوربین در فاصله ۳ متری و ارتفاع ۱/۵ متری قرار گرفت (تصویر ۱). پس از آخرین جلسه اجرای پروتکل های مورد نظر در پس آزمون شامل آزمون های فرود تک پا و دوپا دوباره تکرار شد. پیش از شروع آزمون، مارکرها روی بدن آزمودنی نصب شدند. در مجموع ۶ مارکر بر روی نقاط آناتومیکی هر فرد گذاشته شد (۱۴). برای ثبت میزان زاویه فلکشن مفصل زانو در صفحه ساجیتال حین فرود ۳ عدد مارکر در نقاط آناتومیکی قوزک خارجی، اپی کندیل خارجی استخوان ران و برجستگی بزرگ ران قرار گرفت و همچنین برای ثبت زاویه والگوس- واروس در مجموع ۳ مارکر بر روی نقاط آناتومیکی شامل: خار خار صره قدامی فوقانی (Anterior Superior Iliac Spine; ASIS)، برجستگی استخوان درشت نی و بخش بالایی خط میچ (دیستال استخوان درشت نی) قرار داده شد. (تصویر ۲). برای اندازه گیری زوایای کینماتیکی مفصل زانو (میزان والگوس زانو، میزان دامنه حرکتی فلکشن ران و زانو) حداکثر فرود تک پا و دوپا در نظر گرفته شد.

نحوه ی اجرای تست فرود تک پا و دو پا به شکلی بود که فرد آزمودنی بر روی جعبه ای به ارتفاع ۳۰ سانتی متر

با بدنی کاملاً کشیده و دست ها کنار بدن می ایستاد که فاصله ی بین پاهای او به اندازه عرض شانه بود (۱۵) با اعلام آزمونگر، آزمودنی تست فرود دو پا را انجام داد به گونه ای که تعادل را حفظ کند. در مرحله ی بعدی تست فرود تک پا را با پای برتر خود و برای حداقل یک ثانیه تعادل خود را برای رسیدن به ثبات در حین فلکشن زانو و ران و برگشت به حالت اولیه اندام تحتانی انجام داد و در حین فرود تک پا، پایی که قرار بود آزمون شود تماسی با جعبه نداشت و به صورت معلق در بالای سکوی پرش نگه داشته می شد، به طوری که پاشنه آن جلوتر از لبه جعبه قرار گرفت و وزن فرد به طور کامل بر روی پای مقابل تحمل می شد و برای شروع حرکت، فرد ابتدا وزن خود را کمی به جلو انتقال می داد و حین فرود آمدن تعادل خود را حفظ می کرد. تست های فرود تک پا و دو پا به صورتی است که سه فرود قابل قبول ثبت شد و اگر حین فرود تک پا و دوپا یک جهش کوچک همراه با نوسانات در دست ها، تنه اتفاق افتد، آزمون مجدداً تکرار می شد (۱۶) (تصویر ۳).

آزمودنی های گروه تجربی ده حرکت از تمرینات قدرتی تراباند را به مدت ۸ هفته، هفته ای ۳ جلسه و هر جلسه ۶۰ دقیقه انجام دادند (جدول ۱) (پیوست ۱). هر جلسه تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۴۰ دقیقه برنامه تمرینات قدرتی تراباند و ۱۰ دقیقه سرد کردن و بازگشت به حالت اولیه بود. تمرینات تراباند به تقویت عضلات اندام تحتانی و مرکزی از ساده به مشکل و از سبک به سنگین در سه شکل متفاوت ایستاده، نشسته و خوابیده در زاویه های مختلف انجام شد و آزمودنی های گروه کنترل بدون انجام پروتکل ۸ هفته ای تمرینات قدرتی تراباند به برنامه تمرینی خود پرداختند. تمرینات تراباند از آکادمی انجمن عملکرد سلامت تراباند (performance health Theraband Academy) گرفته شده و در جدول ۱ نشان داده شده است (جدول ۱).

برای تجزیه و تحلیل و ارزیابی داده های کینماتیکی از نرم افزار کاربردی کینوا (Kinovea) استفاده شد (تصویر ۴). از این نرم افزار برای تحلیل ریسک فاکتورهای آسیب ACL (والگوس زانو، دامنه حرکتی فلکشن ران و زانو) حین فرود تک پا و دوپا استفاده شد. روایی و پایایی نرم افزاری کینوا در پژوهش پیویک Divi و همکاران (۱۷) در به دست آوردن ۴ زاویه مختلف با ضریب همبستگی ۱



تصویر ۱: نمایی از نحوه چیدمان تست در فرود تک پا و دوپا



تصویر ۲: نمایی از نحوه چیدمان تست در فرود تک پا و دوپا



شکل ۳: نمای فرود تک پا و دو پا از نمای ساجیتال و فرونتال

جدول ۱: پروتکل تمرینات قدرتی تراباند در گروه تجربی

ورزش	هفته ۱ و ۲	هفته ۳ و ۴	هفته ۵ و ۶	هفته ۷ و ۸
اکستنشن ران در حالت چهار دست و پا	۱۰×۳ تکرار	۱۵×۳ تکرار	۲۰×۳ تکرار	۲۵×۳ تکرار
چرخش خارجی ران	۱۰×۳ تکرار	۱۵×۳ تکرار	۲۰×۳ تکرار	۲۵×۳ تکرار
تقویت چهارسر نشسته با کش	۱۰×۳ تکرار	۱۵×۳ تکرار	۲۰×۳ تکرار	۲۵×۳ تکرار
دور کردن ایستاده با کش	۱۰×۳ تکرار	۱۵×۳ تکرار	۲۰×۳ تکرار	۲۵×۳ تکرار
چهار دست پا با کش	۱۰×۳ تکرار	۱۵×۳ تکرار	۲۰×۳ تکرار	۲۵×۳ تکرار
اسکوات با کش تراباند	۱۰×۳ تکرار	۱۵×۳ تکرار	۲۰×۳ تکرار	۲۵×۳ تکرار
پل با ابدان کش ران	۱۰×۳ تکرار	۱۵×۳ تکرار	۲۰×۳ تکرار	۲۵×۳ تکرار
اداکشن ران با کش تراباند	۱۰×۳ تکرار	۱۵×۳ تکرار	۲۰×۳ تکرار	۲۵×۳ تکرار
پیش گیری از آسیب ACL با کش تراباند	۱۰×۳ تکرار	۱۵×۳ تکرار	۲۰×۳ تکرار	۲۵×۳ تکرار
کرانچ شکم با کش	۱۰×۳ تکرار	۱۵×۳ تکرار	۲۰×۳ تکرار	۲۵×۳ تکرار



تصویر ۴: فضای نرم افزار Kinovea (۸/۲۷)

توزیع داده ها به وسیله آزمون شاپیرو-ویلک (Shapiro-Wilk Test) بررسی شد. با توجه به پیش فرض های آزمون تحلیل واریانس با مقادیر تکراری از آزمون کرویت موچلی (Mauchly's Test of Sphericity) برای بررسی همگنی واریانس ها و همچنین از آزمون ام باکس (Box M) برای برابری ماتریس های کوواریانس مشاهده شده بین متغیرهای وابسته در بین گروه های مختلف استفاده شد و کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ و سطح آلفای $p < 0.05$ برای تمام

در همه ی سطوح و میزان پایایی همبستگی درون گروهی ۸۰ درصد مشاهده شد.

تجزیه و تحلیل در دو سطح توصیفی و استنباطی انجام شد. در سطح توصیفی از شاخص های میانگین و انحراف معیار برای توصیف وضعیت نمونه در دو گروه و پس از تعیین پارامتریک بودن داده ها در سطح استنباطی از آزمون آنالیز واریانس با اندازه های تکراری به منظور بررسی فرضیه های پژوهش در نظر گرفته شد.

قبل از اجرای آزمون های تحلیل واریانس، نرمال بودن

تست های آماری در نظر گرفته شد.

حرکتی فلکشن ران در تکلیف فرود دو پا نشان داد ($p < 0.05$) اما پس از ۸ هفته تمرین ترابند در میزان دامنه حرکتی فلکشن ران در تکلیف فرود تک پا از لحاظ آماری تفاوت معنی داری مشاهده نشد ($p \geq 0.05$).

یافته ها

ویژگی های دموگرافیک آزمودنی ها تحقیق (سن، قد، وزن) در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج بررسی توصیفی ویژگی های فردی آزمودنی ها پیش از انجام آزمون اندازه گیری شد. آماره هایی که برای هر متغیر گزارش شده اند عبارت اند از: میانگین و انحراف معیار و برای همگن سازی بین دو گروه از آزمون تی مستقل و همگنی واریانس دو گروه از آزمون لون (Levene's Test) استفاده شد که نتایج تفاوت معنی داری را بین پارامترهای اندازه گیری شده نشان نمی داد (مقادیر بزرگتر از ۰/۰۵ نشان دهنده نرمال بودن توزیع آماره های هر متغیر می باشد).

قبل از اجرای آزمون تحلیل واریانس، برای بررسی نرمال بودن متغیرهای مورد مطالعه تحقیق با توجه به تعداد آزمودنی ها از آزمون شاپیروویلک استفاده شد و نتایج در تمامی متغیرها نشان از توازن پراکندگی داده ها به صورت نرمال داشت ($p > 0.05$). همچنین مفروض های همگنی واریانس ها در آزمون تحلیل واریانس با مقادیر تکراری از آزمون کرویت موچلی استفاده شد و فرض صفر در کل متغیرها رد شد و واریانس ها باهم اختلاف معنی داری دارند.

از آزمون ام باکس برای بررسی فرض صفر آزمودن استفاده شد و نتایج نشان داد که این آزمون برای متغیرهای وابسته معنی دار نیست ($p > 0.05$) بنابراین فرض صفر رد نشد و متغیرهای وابسته در گروه های دوگانه تحقیق تفاوت معنی داری ندارند و می توان از آزمون تحلیل واریانس با اندازه های تکراری جهت تحلیل استنباطی این داده ها استفاده کرد (جدول ۳).

با توجه به نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه های تکراری در جدول ۳ نشان داد که پس از ۸ هفته تمرین ترابند بر ریسک فاکتورهای آسیب ACL تاثیر معنی داری داشت. نتایج مطالعه نشان داد که پس از ۸ هفته تمرین ترابند در پس آزمون بهبود معنی داری در کاهش میزان والگوس زانو و افزایش میزان دامنه حرکتی در فلکشن زانو در تکلیف فرود تک پا و دو پا ($p \leq 0.05$) مشاهده شد. همچنین پس از ۸ هفته تمرین ترابند در پس آزمون بهبود معناداری در افزایش میزان دامنه

بحث و نتیجه گیری

هدف این مطالعه، بررسی تاثیر هشت هفته تمرینات قدرتی ترابند بر ریسک فاکتورهای آسیب ACL (میزان والگوس زانو، میزان دامنه حرکتی فلکشن ران و زانو) در تکلیف فرود تک پا و دو پا بود.

نتایج حاصل از تحقیقات متعدد نشان داده است یکی از مکانیسم های اصلی آسیب ACL حرکات برشی و فرود می باشد که ۷۰ درصد از آسیب های ACL در حین حرکت فرود رخ می دهند (۴). میزان شیوع این آسیب در زنان بیشتر است (۳). با توجه به یافته های تحقیقات پیشین، کاهش زاویه فلکشن شدن زانو و هیپ، افزایش زاویه والگوس زانو در حین فرود را می توان الگوهای پرخطر بروز آسیب ACL دانست (۱۸) که در تحقیق حاضر نیز همین عوامل به عنوان الگوی خطرزای آسیب ACL در حین فرود تک پا و دو پا در نظر گرفته شده است.

نتایج به دست آمده از تحقیق نشان گر تاثیر معناداری هشت هفته تمرین بر کاهش میزان والگوس زانو در تکلیف فرود تک پا و دو پا بود ($p < 0.05$). زاویه والگوس زانو یکی از قوی ترین پیش بینی کننده های آسیب ACL هنگام فعالیت های ورزشی مخصوصا حرکات پرشی و فرود به شمار می رود و میزان آن ارتباط مستقیمی با میزان گشتاور ابدکتوری وارد بر این مفصل در صفحه فرونتال دارد (۱۹). محققان گزارش شده است ورزشکاران با قدرت ابداکشن (Abductor) و اکسترنال روتیشن (External Rotation) ضعیف ران، افزایش والگودینامیک زانو را در حین فرود پرش نشان می دهند (۲۰). با بررسی اثرات پروتکل تمرینی قدرتی ایزومتریک (۲۱)، تمرینات اصلاحی بر قدرت، دامنه حرکتی و عملکرد (۱۱)، تمرینات پلايومتریک و گروه تمرینات تعادلی، تمرینات عصبی عضلانی (۲۲) بر میزان کاهش والگوس زانو همسو پژوهش حاضر بود. و با مطالعه Daoukas و همکاران (۲۳) که به بررسی تاثیر ریسک فاکتورهای بیومکانیکی در فرود تک پا پرداختند همسو نبود و احتمالا

جدول ۲: ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها

شاخص	گروه	تعداد	انحراف معیار \pm میانگین	t- مقدار	p-مقدار
سن (سال)	تمرینات تراپاند	۱۳	۲۵/۶ \pm ۳/۸	۰/۵۲	۰/۶
	کنترل	۱۳	۲۴/۸ \pm ۳/۶		
قد (سانتیمتر)	تمرینات تراپاند	۱۳	۱۶۲/۶ \pm ۴	۰/۵۰	۰/۶۱
	کنترل	۱۳	۱۶۱/۸۴ \pm ۳/۷		
وزن (کیلوگرم)	تمرینات تراپاند	۱۳	۵۷/۸ \pm ۶/۸	۱/۸	۰/۰۷
	کنترل	۱۳	۶۲/۰ \pm ۴/۱		
شاخص توده بدنی (متر مربع / کیلوگرم)	تمرینات تراپاند	۱۳	۲۱/۹ \pm ۳/۲	۱/۸	۰/۰۸
	کنترل	۱۳	۲۲/۶ \pm ۰/۷		

p- مقدار کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

جدول ۳: نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری برای فرضیه‌های تحقیق

متغیر	نوبت آزمون	تراپاند (n=۱۳)	کنترل (n=۱۳)	تغییرات درون گروهی	تغییرات بین گروهی	تعامل
والگوس زانو در تکلیف فرود تک پا (درجه)	پیش آزمون	۱۸۸/۱۰ \pm ۷۶/۰۵	۱۹۵/۵ \pm ۴۶/۵	F = ۵/۳۰	F = ۱۲/۴۲	F = ۵/۶۰
	پس آزمون	۱۸۳/۸ \pm ۱۵/۶۸	۱۹۵/۵۳ \pm ۴/۵	p = ۰/۰۳	p = ۰/۰۲	p = ۰/۰۲۶
والگوس زانو در تکلیف فرود دو پا (درجه)	پیش آزمون	۱۷۵/۸۴ \pm ۱۱/۱۳	۱۷۰/۰۷ \pm ۱۱/۸۹	F = ۷/۵۱	F = ۰/۰۷	F = ۶/۰۲
	پس آزمون	۱۶۶/۰۷ \pm ۱۲/۰۴	۱۲۰/۷۳ \pm ۰۳/۱۷۰	p = ۰/۰۱	p = ۰/۷۸	p = ۰/۰۲۲
دامنه حرکتی فلکشن ران در تکلیف فرود تک پا (درجه)	پیش آزمون	۱۰۹/۲۶ \pm ۶۹/۴۵	۲۸/۷۷ \pm ۷۶/۱۳۴	F = ۰/۴۴	F = ۸/۳۰	F = ۰/۶۰
	پس آزمون	۲۴/۴۶ \pm ۵۳/۱۰۴	۲۷ \pm ۷۴	p = ۰/۵۱	p = ۰/۰۰۸	p = ۰/۴۴
دامنه حرکتی فلکشن ران در تکلیف فرود دو پا (درجه)	پیش آزمون	۸۸/۷۶ \pm ۱۸/۴۰	۹۶/۶۹ \pm ۱۴/۲۰	F = ۹/۱۳	F = ۵/۸۸	F = ۸/۴۴
	پس آزمون	۱۴/۲۰ \pm ۱۵/۷۷	۱۳/۶۸ \pm ۹۶/۶۹	p = ۰/۰۰۶	p = ۰/۰۲۳	p = ۰/۰۰۸
دامنه حرکتی فلکشن زانو در تکلیف فرود تک پا (درجه)	پیش آزمون	۱۱۲/۷۶ \pm ۱۱/۹۴	۱۰۲/۰۷ \pm ۱۱/۲۲	F = ۵/۲۹	F = ۱/۰۶	F = ۴/۶۱
	پس آزمون	۱۰۳/۴۶ \pm ۹/۷۴	۱۰۲/۳۸ \pm ۱۱/۸۷	p = ۰/۰۳	p = ۰/۳۱	p = ۰/۰۴
دامنه حرکتی فلکشن زانو در تکلیف فرود دو پا (درجه)	پیش آزمون	۸۴/۰۰ \pm ۱۱/۲۶	۸۳/۲۳ \pm ۱۲/۶۱	F = ۵/۶۶	F = ۰/۲۶	F = ۷/۳۷
	پس آزمون	۷۸/۹ \pm ۱۵/۷۰	۸۳/۱۳ \pm ۶۱/۳۳	p = ۰/۰۲	p = ۰/۶۱	p = ۰/۰۱

p- مقدار کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

کاهش داده است. کش‌های تراپاند و تاثیرگذاری این کش‌ها در تحریک پذیری حس عمقی و بهبود هماهنگی تأثیرگذار بر کاهش والگوس زانو شده همچنین تمرینات تراپاند مشابه تمرینات عصبی عضلانی با تقویت عضلات همسترینگ باکش تراپاند با مقاومت کردن در برابر عضله چهارسر از راستای نامناسب زانو جلوگیری کرده و سبب افزایش حس عمقی شده است.

در پژوهش حاضر دامنه حرکتی فلکشن ران در تکلیف فرود دو پا در گروه تمرین تراپاند به طور معناداری افزایش یافته بود ($p < ۰/۰۵$)، اما میزان دامنه حرکتی فلکشن ران

به علت ضعف عضلات اندام تحتانی و نقص عصبی عضلانی آزمودنی‌های آسیب‌دیده اندام تحتانی در ۱۲ ماه گذشته می‌توان ذکر کرد. پروتکل تمرینات تراپاند با انجام تمرینات اکستنشن ران (Extension) در حالت چهار دست و پا، پل با ابداع ران، ابداع ران باعث تقویت عضلات گلوتموس ماکزیموس (Gluteus Maximus) و مدیوسوس (Gluteus Medius) شده و قدرت کافی این عضلات در برابر اداکشن (Adduction) و اینترنال روتیشن ران (Internal Rotation) در حین فرود مقاومت ایجاد کرده و در نتیجه میزان والگوس زانو را

قدرتی، پلیومتریک و چابکی بر کینماتیک ران و زانو طی عمل فرود بررسی شده است. کینماتیک سه بعدی ران و زانو تغییر معناداری را از کینماتیک ران طی عمل فرود نشان دادند. محققان نتیجه گرفتند که برنامه پیشگیری درون فصل می تواند در تغییر حرکات اندام تحتانی که ممکن است زنان ورزشکار را مستعد آسیب کنند، مؤثر باشد (۳۰). Blackburn و همکاران (۳۱) به بررسی موقعیت تنه، نیروهای فرود و فعالیت الکترومیوگرافی (Electromyography; EMG) عضلات چهار سر پرداختند، مشاهده کردند که فلکشن تنه، نیروی عکس-العمل زمین و فعالیت عضله چهار سر را کاهش می دهد و فلکشن تنه طی حین فرود سبب بهبود بیشتر فلکشن ران و زانو می شود.

پروتکل تمرینی تراباند با استفاده از تمرین های اسکوات، تقویت چهارسر به صورت نشسته سبب تقویت عضلات چهار سر و همسترینگ شده و در حین فرود سبب کاهش بار روی زانو و افزایش حساسیت در ساختار حسی و حرکتی از جمله دوک عضلانی و دستگاه گلژی شده است. همچنین در تحقیق حاضر از طریق کشش و مقاومت ناشی از تراباند در تمرینات کششی همسترینگ و جلوی ران در حین سرد کردن سبب بهبود دامنه حرکتی فلکشن ران شده است و طبق خاصیت الاستیک یا کشسانی عضلات به تدریج طول آن افزایش یافته است علاوه بر این با توجه به اینکه فلکشن ران آزمودنی ها ارتباط با فلکشن تنه آن ها دارد میزان فلکشن تنه در حین فرود دو پا و افزایش فلکشن تنه بیشتر باعث افزایش دامنه حرکتی فلکشن ران در حین فرود دو پا شده است.

علاوه بر این در مباحث پنجم و شش تحقیق میزان دامنه حرکتی فلکشن زانو در تکلیف فرود تک پا و دوپا در گروه تمرین تراباند باعث افزایش میانگین دامنه حرکتی فلکشن زانو شده است و بهبود معناداری مشاهده شد ($p > 0.05$). برخی از مطالعات گزارش کردند بین فلکشن زانو و احتمال آسیب ACL ارتباط وجود دارد و بیش تر آسیب ACL در زوایای نزدیک به اکستنشن کامل اتفاق می افتد (۴) و همچنین از طرفی دیگر نیروی برشی قدامی عامل اصلی تعیین کننده در میزان بار وارده بر ACL است. بر این اساس هر چه زاویه فلکشن در زانو بیش تر باشد، زاویه بین تاندون پتلا (Patella) و تیبیا (Tibia)

در تکلیف فرود تک پا در گروه تمرین تراباند باعث افزایش میانگین دامنه حرکتی فلکشن ران شده است ولی از لحاظ آماری تفاوت معناداری مشاهده نشد ($p > 0.05$).

زنان در حین فعالیت های دویدن و پرش و فرود زاویه هیپ کمتر و فعالیت چهارسر بیشتر نسبت به مردان انجام می دهند. به طور میانگین با بررسی پژوهش های مختلف، زنان با نیروهای ضربه ای بیشتر و زوایای کمتر فلکشن ران و زانو در لحظه تماس با زمین فرود می آیند (۲۴). با مطالعه پژوهش های Sinsurin و همکاران (۲۵)، Landry و همکاران (۲۶)، Valenzuela و همکاران (۲۷)، Salsich و همکاران (۲۸) و بررسی نتایج میزان فلکشن ران در طول مانور پرش جانبی در صفحه ساجیتال، تفاوت بیومکانیکی و اندام تحتانی بین زنان و مردان نوجوان فوتبالیست فهمیدند زنان نوجوان فعالیت بالای گاستروکنمیوس (Gastrocnemius)، فلکشن هیپ کمتر، اکسترنال روتیشن بیشتر هیپ و گشتاور فلکشن هیپ کمتر در مقایسه با مردان ورزشکار در طول پرش مشاهده شد (۲۶). الموتی و لطافت کار (۲۹) با بررسی اثر تمرینات الگوی حرکت بر عملکرد، تعادل و حس عمقی زنان مستعد آسیب ACL باعث جلوگیری از والگوس بیش از حد زانو، به علاوه فلکشن ران و زانو حین انجام تکالیف بیشتر شد (۲۹) و عدم همخوانی این نتایج با تحقیقات حاضر احتمالاً تفاوت در پروتکل تمرینی تراباند با پروتکل تمرینی الگوی حرکت است با توجه به اینکه پروتکل الگوی حرکت، تمرکز بر انجام تکالیف فرود و اسکوات دارد و با انجام تمرینات لی لی، پرش در سطح ناپایدار تاثیر به سزایی بر تعادل زنان ورزشکار دارد. زاویه فلکشن ران از تفاضل زاویه مطلق ران و تنه است و با مشاهده آزمودنی ها در حین فرود تک پا، فلکشن تنه به صورت عمودتری انجام شده که در این حالت سبب کاهش دامنه فلکشن ران در گروه تراباند است و نیروی بیش تری به مفاصل لگن و ستون فقرات وارد می کند همچنین در پروتکل تمرینی تراباند، تمریناتی که سبب هماهنگی عصبی عضلانی تنه شود پرداخته نشده زیرا این تمرینات سبب افزایش فلکشن تنه می شود و می توان دلیل معنی دار نشدن فلکشن ران در تکلیف فرود تک پا در گروه تراباند باشد.

در پژوهش Pollard و همکاران (۳۰) اثر یک برنامه پیشگیری از آسیب ACL شامل تمرینات کششی،

تک پا شده است و سبب تثبیت مفصل زانو و گیرنده های عمقی و کنترل عصبی عضلانی طی هشت هفته تمرین شده است، همچنین طبق مطالعات پروتکل تمرینی تراباند با انجام تمریناتی نظیر اسکوات با تراباند، اکستنشن ران، و تقویت عضلات ابداکتور و اکسترنال روتیشن ران (به عنوان عضلات حرکت کننده و ثبات دهنده) عضلات ناحیه مرکزی را فعال کرده و بهبود عملکرد در عضلات ناحیه مرکزی بدن سبب ثبات در مفصل زانو در حین حرکات فرود شده است و تمرینات مقاومتی با کش پس از هشت هفته در پس آزمون، عملکرد و قدرت عضلات سینرجیست و سایر فاکتورهای عضلانی اندام تحتانی را افزایش داده است و باعث افزایش دامنه حرکتی فلکشن زانو در لحظه تماس پا با زمین طی فرود شده است.

نتایج تحقیق حاضر نشان دادند که هشت هفته تمرینات قدرتی تراباند می تواند باعث تغییرات معنی داری در برخی متغیرهای کینماتیکی مفصل زانو و ران شود. می توان این گونه بیان کرد که کاربرد تمرین تراباند در زنان ورزشکار نیمه حرفه ای می تواند موجب کاهش ریسک فاکتورهای آسیب ACL گردد. تمرینات تراباند به طور مستقل می تواند با استفاده از کش های مختلف در تمام دامنه های حرکتی و گروه های عضلانی و مزایای کم حجم بودن، جابه جایی آسان، یادگیری راحت، افزایش قدرت عصبی عضلانی به عنوان تمرینات خانگی نام برد. به مربیان و محققان پیشنهاد می شود تا در برنامه های پیشگیری از آسیب ACL از این تمرینات در بهبود عملکرد ورزشی و پیشگیری از آسیب های ورزشی ACL در برنامه های ورزشی خود استفاده کنند.

سپاسگزاری

این مقاله حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد گرایش آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی می باشد که در دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان) انجام شد. بدین وسیله از تمامی کسانی که در انجام این تحقیق ما را یاری نمودند کمال تشکر و قدردانی را داریم. تحقیق حاضر دارای تأییدیه کد اخلاق از کمیته ملی اخلاق در پژوهش های زیست پزشکی با شناسه IR.UT.SPORT.REC.1399.109 می باشد.

افزایش می یابد و نیروی حاصل از انقباض عضله چهارسر در پروگزیمال (Proximal) تیبیا، نیروی برشی کمتری تولید می کند بنابراین نیروی وارد کمتری به ACL وارد می شود (۳۲). نتایج حاصل از فلکشن زانو حین فرود تک پا با نتایج Blackburn و همکاران (۳۱) و فتاحی و همکاران (۳۳) همخوان بود. در این پژوهش ها با مطالعه تاثیر تمرینات ثباتی بخش مرکزی گزارش کردند که افزایش ثبات ناحیه مرکزی بدن، استراتژی فراخوانی عضلات ناحیه مرکزی را افزایش می دهد و این تمرینات در حین فرود باعث افزایش فلکشن تنه می شود. فلکشن تنه حین عمل فرود تک پا به طور بالقوه به کارگیری نیروی عضله چهارسر را کاهش می دهد. و سبب کاهش نیروی برشی قدامی می شود و میزان آسیب ACL را کاهش می دهد. برخلاف پژوهش های دیگر تحقیق Cochrane و همکاران (۳۴) و Pollard و همکاران (۳۰) با نتایج میزان فلکشن زانو حین فرود دو پا همسو نبود. در این پژوهش ها با به کار بردن تمرینات قدرتی با وزنه آزاد و تمرینات کششی، قدرتی، پلايومتریک و چابکی ممکن است دلیل عدم همخوانی نتایج تحقیق با تحقیق حاضر، مدت زمان، تعداد آزمودنی و میانگین سنی آزمودنی ها باشد.

گزارش های کینماتیکی نشان داد که ۹۲٪ آسیب ها با زانوی خم شده در کمتر از ۳۰ درجه که همزمان در وضعیت والگوس و چرخش داخلی است رخ می دهند (۳۳). ضعف عضله همسترینگ نسبت به عضله کوادریسپس می تواند مکانیسم آسیب ACL را تشدید کند و نقش عضله همسترینگ در حرکات مفصل زانو در صفحه ساجیتال استحکام زانو و همکار ACL است. در پروتکل تمرینی تراباند طبق مطالعات میزان زاویه فلکشن زانو در ۲۰-۶۰ درجه فلکشن قرار نگرفته و این نشان دهنده این است که فعالیت عضله چهارسر فشار قابل توجهی بر ACL وارد نکرده است (۳۱). تمرینات تراباند با افزایش قدرت در هشت هفته سبب تطابق در سیستم عصبی عضلانی شده و ثبات و عملکرد را در میزان فلکشن مفصل زانو حین فرود افزایش داده است. در پروتکل تمرینات تراباند و تاثیرگزاری این کش ها (تمرینات مقاومتی) به کمک تمرینات اکستنشن ران در حالت چهاردست و پا و تمرین اسکوات با تراباند باعث تقویت عضلات سرینی بزرگ و همسترینگ بر تعادل حین فرود

منابع

1. Griffin LY, Albohm MJ, Arendt EA, Bahr R, et al . Understanding and Preventing Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injuries a Review of the Hunt Valley II Meeting. The American Journal of Sports Medicine 2006; 34(9): 1512-1532.
2. Boden B.P, Torg J.S, Knowles S.B, Hewett T.E. Video analysis of anterior cruciate ligament injury. The American Journal of Sports Medicine 2009; 37(2): 252.259.
3. Hertel J, Dorfman J, Braham R. Lower extremity malalignment and anterior cruciate ligament injury history. Journal of Sport sciences and medicine 2004; 3(4): 220-225.
4. Boden BP, Dean GS, Feagin JA, Garrett WE. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. Orthopedics 2000; 23(6): 573-8.
5. Benjaminse A, Habu A, Sell T. C, Abt, J. P., et al. Fatigue alters lower extremity kinematics during a single-leg stop-jump task. Knee Surgery, Sports Traumatology. Journal Arthroscopy 2008; 16(4): 400-407.
6. Poorkiani M, Letafatkar A, Hadadnejad M, Shojaedin S. Effectiveness of Eight Weeks of Progressive Jump-Landing Exercises on Performance and Dynamic Balance of Young Footballers at the Risk of Anterior Cruciate Ligament Injury J Rehab Med 2018; 7(3): 59-68. [Persian]
7. Beynnon B.D, Johnson R.J, Braun S, Sargent M, et al. The Relationship Between Menstrual Cycle Phase and Anterior Cruciate Ligament Injury. The American Journal of Sports Medicine 2006; 34(5): 757-764.
8. Dai B, Herman D, Liu H, Garrett E, et al. Prevention of ACL injury, part I: injury characteristics, risk factors, and loading mechanism. Research in sports medicine 2012; 20(3): 180-197.
9. Hewett T, Zazulak B, Myer G, Ford K. A review of electromyographic activation levels, timing differences, and increased anterior cruciate ligament injury incidence in female athletes. British journal of sports medicine 2005; 39(6): 347-350.
10. Onate J, Cortes N, Welch C, Van Lunen BL. Expert versus novice interrater reliability and criterion validity of the landing error scoring system. J Sport Rehabil 2010; 19(1): 41-56.
11. Mohammadi H, Daneshmandi H, Alizadeh M. Effect of Corrective Exercises Program on Strength, ROM, and Performance in Basketball Players with Dynamic Knee Valgus. J Rehab Med 2019; 8(3): 29-41. [Persian]
12. Dufek JS, Bates BT. Biomechanical factors associated with injury during landing in jump sports. Sports Med 2012; 12: 326-337.
13. Kendall KL, Fairman CM. Women and exercise in aging. Journal of Sport and Health Science 2014; 3(3): 170-178.
14. Huston LJ, Vibert B, Ashton-Miller JA, Wojtys EM. Gender differences in knee angle when landing from a drop-jump. Am J Knee Surg 2001; 14(4): 215-219.
15. Myer, G. D, Ford, K. R, Hewett, T. E. Rationale and clinical techniques for anterior cruciate ligament injury prevention among female athletes. Journal of athletic training 2004; 39(4): 352.
16. Yu, B., Lin, C.F, Garrett W.E. Lower extremity biomechanics during the landing of a stop-jump task. Clinical Biomechanics 2006; 21(3): 297-305.
17. Divi A, Escalona-Marfil C, Padulle -Riu JM, Busquets A, et al. Validity and reliability of the Kinovea program in obtaining angles and distances using coordinates in 4 perspectives. Journal of pone 2019; 14(6): 0216448.
18. Mosavi K, shojaodin S, Memar R. Comparison of maximum vertical force of ground reaction and electromyography of leg muscles in one-legged landing movement, men have a braced and normal knee from different heights ,Journal of Exercise Scie Medicine 2014; 5(2): 23-37. [Persian]
19. McLean S.G, Huang X, Su A, van den Bogert A.J. Sagittal plane biomechanics cannot injure the ACL during sidestep cutting. Clinical Biomechanics 2004; 19(8): 828-838.

20. Geiser C, O'connor K.M, Earl J.E. Effects of isolated hip abductor fatigue on frontal plane knee mechanics. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2010; 42(3): 535-545.
21. Jacson k. The Effect of an Isometric Strength Training Protocol on Valgus Angle During a Drop-Jump Landing in Elite Female Volleyball Players *Journal of Kinesio and Sports Sci* of 2017; 5(4): 1.
22. Myer GD, Ford KR, McLean SG, Hewett TE. The effects of plyometric versus dynamic stabilization and balance training on lower extremity biomechanics. *Am J Sports Med* 2006; 34(3): 445-455.
23. Daoukas S, Malliaropoulos N, Maffulli N. ACL biomechanical risk factors on single-leg drop-jump: a cohort study comparing football players with and without history of lower limb injury. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal* 2019; 9(1): 70-75.
24. Lin C.F, Liu H, Gros M.T, Weinhold p, et al. Biomechanical risk factors of non-contact ACL injuries: A stochastic biomechanical modeling study. *Journal of Sport & Health Sci* 2012; 1(1): 36-42.
25. Sinsurin K, Vachalathiti R, Jalayondeja W, Limroongreungrat W. Different Sagittal Angles and Moments of Lower Extremity Joints during Single-leg Jump Landing among Various Directions in Basketball and Volleyball Athletes. *J Phys Ther Sci* 2013; 25(9): 1109-1113.
26. Landry SC, McKean KA, Hubley-Kozey CL, Stanish WD, et al. Neuromuscular and lower limb biomechanical differences exist between male and female elite adolescent soccer players during an unanticipated side-cut maneuver. *Journal of Sports Med.* 2007; 35(11):1888-1900.
27. Valenzuela KA, Bhaskaran D, Hummer C, Schefano A, et al. Effects of a combined inversion and plantarflexion surface on knee and hip kinematics during landing. *Sports Biomech* 2016; 15(4): 429-439.
28. Salsich GB, Graci V, Maxam DE. The effects of movement pattern modification on lower extremity kinematics and pain in women with patellofemoral pain. *J Orthop Sport Phys Ther* 2012; 42(14): 1017-1024.
29. Alamouti G, Letafatkar A. Effect of Movement Pattern Correction on Performance, Balance, and Proprioception in Active Females Prone to Anterior a Cruciate Ligament Injury. *J Rehab Med* 2019; 9(1): 102-113. [Persian]
30. Pollard, C.D, Sigward S.M, Ota S, Langford K, et al. The influence of inseason injury prevention training on lower-extremity kinematics during landing in female soccer players. *Clinical Journal of Sport Medicine* 2006; 16(3): 223-227.
31. Nunley RM, Wright D, Renner JB, Yu B, et al. Gender comparison of patellar tendon tibial shaft angle with weight bearing. *Res Sports Med* 2003; 11(3): 173-185.
32. Blackburn J.T, Padua D.A. Influence of trunk flexion on hip and knee joint kinematics during a controlled drop landing. *Clinical Biomechanics* 2008; 23(3): 313-319.
33. Fatahi F, Ghasemi G, Karimi M. Can Eight Weeks of Stabilization Exercise Change the Amount of Knee Flexion and Anterior Shear Force? *J Rehab Med* 2018; 7(2): 11-22. [Persian]
34. Cochrane J.L, Lloyd D.G, Butfield A, Seward H, et al. Characteristics of anterior cruciate ligament injuries in Australian Football. *J. Sci. Med Sport* 2007;10(2): 96 -104.

پیوست ۱

جدول ۱: پروتکل تمرین تراباند

نام تمرین	تمرین	عضلات درگیر	هفته ۱ و ۲ (تعداد و تکرار)	هفته ۳ و ۴ (تعداد و تکرار)	هفته ۵ و ۶ (تعداد و تکرار)	هفته ۷ و ۸ (تعداد و تکرار)	مدت استراحت
اکستنشن ران در حالت چهار دست و پا		تقویت سرینی بزرگ	۳×۱۵	۳×۲۰	۳×۲۵	۳×۳۰	۶۰ ثانیه
چرخش خارجی ران		تقویت چرخش دهنده‌های خارجی ران	۳×۱۵	۳×۲۰	۳×۲۵	۳×۳۰	۶۰ ثانیه
تقویت چهارسر نشسته با کش		تقویت چهارسر ران	۳×۱۵	۳×۲۰	۳×۲۵	۳×۳۰	۶۰ ثانیه
دور کردن ایستاده با کش		تقویت سرینی میانی و کوچک	۳×۱۵	۳×۲۰	۳×۲۵	۳×۳۰	۶۰ ثانیه
چهاردست پا با کش		تقویت عضلات مرکزی و اکستنسور ران	۳×۱۵	۳×۲۰	۳×۲۵	۳×۳۰	۶۰ ثانیه
اسکوات با کش تراباند		تقویت عضلات چهارسر و سرینی بزرگ	۳×۱۵	۳×۲۰	۳×۲۵	۳×۳۰	۶۰ ثانیه

۶۰ ثانیه	۳×۳۰	۳×۲۵	۳×۲۰	۳×۱۵	تقویت عضلات مرکزی و چرخش دهنده خارجی		پل باسن همراه با ابداکش
۶۰ ثانیه	۳×۳۰	۳×۲۵	۳×۲۰	۳×۱۵	تقویت عضلات مفصل زانو		پیش گیری از آسیب ACL با کش تراپاند
۶۰ ثانیه	۳×۳۰	۳×۲۵	۳×۲۰	۳×۱۵	تقویت عضلات داخل ران		اداکشن ران با کش
۶۰ ثانیه	۳×۳۰	۳×۲۵	۳×۲۰	۳×۱۵	تقویت عضلات شکم		کرانچ شکم با کش