مقایسه تاثیر تمرینات جامع پیشگیری از آسیب لیگامان صلیبی قدامی همراه با بازخورد بر عملکرد زانو

محدثه صالحی سربیژن *[۱]، امیر لطافت‌کار [۲]، مهدی خالقی [۳]

۱. کارشناس ارشد آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه خوارزمی

۲. استادیار آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی

۳. استادیار بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۹/۱۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۱/۱۹

چکیده

رایج‌ترین عارضه جانبی متاثر از فعالیت بدنی، خطر آسیب عضلانی اسکلتی است که آسیب لیگامان صلیبی قدامی، از شایع‌ترین آن‌ها است. هدف این تحقیق مقایسه تاثیر شش هفته تمرینات جامع پیشگیری از آسیب لیگامان صلیبی قدامی همراه بازخورد درونی و بیرونی بر حس عمقی و عملکرد مفصل زانو زنان فعال دانشگاهی بود. ٤٥ زن فعال دانشگاهی ۲۵– ۱۸ سال، داوطلبانه و تصادفی در سه گروه (بازخورد درونی، بیرونی و کنترل) به‌مدت ٦ هفته، سه جلسه در هفته پروتکل تمرینی را اجرا نمودند. برای اندازه‌گیری حس عمقی و عملکرد زانو از گونیامتر و آزمون‌های عملکردی در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون استفاده شد. آزمون‌های آماری کواریانس، تی‌زوجی و آزمون تعقیبی‌توکی برای تجزیه و تحلیل آماری با سطح معناداری p≤۰/۰۵ استفاده شد. نتایج کلی تحقیق نشان داد پروتکل تمرینی حاضر همراه بازخورد درونی و بیرونی، تأثیر معنی‌داری بر حس عمقی p≤۰/۰۰۱ و عملکرد p=۰/۰۰۰ زانو داشته و تفاوت معناداری میان دو گروه تمرینی مشاهده نشد. با توجه به نتایج پژوهش حاضر، پیشنهاد می‌شود، این پروتکل تمرینی همچون ابزار و روشی مکمل در کنار روش‌های دیگر تمرینی برای افراد مستعد آسیب لیگامان صلیبی قدامی مورد استفاده مربیان و متخصصین علوم ورزشی قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: حس عمقی، بازخورد، پیشگیری از آسیب، لیگامان صلیبی قدامی.

Comparison the effect of comprehensive exercises of anterior cruciate ligament Injury prevention along with feedback on knee function

Salehi Sarbizhan, M[1]., Letafatkar, A[2]., Khaleghi, M[3].

1. Master of Science, Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University, Iran
2. Assistant Professor, Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University, Iran
3. Assistant Professor, Sport Biomechanic, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University, Iran

Abstract

The most common side effect of physical activity is the risk of musculoskeletal damage, that anterior cruciate ligament injury is the most common one. Purpose of the study is comparing the effect of six weeks of comprehensive injury prevention training on anterior cruciate ligament with internal and external feedback on the proprioception and knee function of active female university students. Forty five active female university students aged 18-25 years were volunteered and randomly assigned to three groups (internal, external and control) and they performed the protocol three times a week for six weeks. Proprioception and function of the knee joint were measured using goniometer and functional tests in two stages namely pre-test and post-test. Statistical analysis of covariance, paired t test and Tukey's post hoc tests were used for statistical analysis with a significant level of p≤0.05. Overall results of the study showed that the present exercise protocol with internal and external feedback had a significant effect on the proprioception of p≤0.001 and p=0.000 for the knee performance and there was no significant difference between the two training groups. Regarding the results of the study, it is suggested that the present training protocol be addressed by coaches and sport sciences specialists as a complementary tool and method, along with other training methods, for those who are prone to damage to the anterior cruciate ligament.

Keywords: Proprioception, Feedback, Prevention of Injury, Anterior Cruciate Ligament.

*. mohadse_salehi@yahoo.com

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.1.2]

مقدمه

فواید ورزش منظم و فعالیت بدنی در کاهش مرگ و میر و بیماری‌های متعدد به خوبی شناخته شده است (۱). اگرچه میزان خطر آب مرتبط با فعالیت بدنی در مقایسه با بیماری‌های قلبی، هورمونی، اختلالات خونی، کم‌آبی و مرگ ناگهانی نادر است؛ اما رایج‌ترین عارضه جانبی متاثر از فعالیت بدنی، خطر آسیب عضلانی اسکلتی می‌باشد که آسیب مفصل زانو، یکی از شایع‌ترین آنها است (۱). برحسب تخمین مفصل زانو با ۲/۵ میلیون آسیب متاثر از ورزش در سال، شایع‌ترین محل صدمه‌دیده در ورزشکاران است که در این میان لیگامان صلیبی قدامی، آسیب‌پذیرترین لیگامان زانو می‌باشد (۲). در میان عناصر مختلف سازنده مفصل زانو، لیگامان صلیبی قدامی به دلیل نحوه قرارگیری در مفصل، پیچیدگی‌های ساختمانی خاص، داشتن گیرنده‌های عصبی متعدد و متنوع و همچنین آسیب‌پذیری بالا اهمیت خاصی داشته است؛ بنابراین، صدمات مربوط به لیگامان صلیبی قدامی جدی بوده و از دلایل افزایش نگرانی است (۳). به‌دلیل زاویه Q بزرگ‌تر، لگن پهن‌تر، شیار بین کندیلی[1] باریک‌تر، شرایط هورمونی، الگوهای مختلف فعالیت عضلانی در هنگام حرکات جهشی، چرخشی و فرود و شلی مفصل زانو در زنان، احتمال درگیری لیگامان صلیبی قدامی در شیار بین‌کندیلی بیش‌تر است (۴،۵). آسیب لیگامان صلیبی قدامی، خطر وقوع صدمات متعاقب این آسیب را افزایش می‌دهد و ممکن است منجر به درد، بی‌ثباتی، اختلال در فعالیت‌های ورزشی و تفریحی و ابتلاء به آرتروز شود (۶،۷). هزینه‌های درمان آسیب لیگامان صلیبی قدامی متجاوز از دو میلیارد دلار در سال تخمین زده شده است (۷). شیوع بالای آسیب در بازیکنان جوان در رشته‌های ورزشی با حرکات چرخشی، پرش و فرود بیان شده است. در این ورزش‌ها احتمال وقوع آسیب در زنان، سه تا پنج برابر بیش‌تر از مردان است (۸). بر اساس مطالعهٔ قبلی پارگی باند میانی لیگامان صلیبی قدامی در زاویه اندک فلکشن زانو گزارش شده است (۹). با توجه به نقش حس عمقی و عملکرد در کنترل حرکت، ثبات مفصل و پیشگیری از آسیب‌های عضلانی اسکلتی، وجود اختلال در عوامل ذکرشده عاملی در بروز صدمات مختلف و تبدیل احتمالی این عارضه به سندرم تحرک بیش از حد[2] است (۱۰)، لذا درنظر گرفتن عوامل بیومکانیکی و عملکرد عصبی عضلانی، عوامل مهمی برای کاهش خطر وقوع آسیب لیگامان صلیبی قدامی می‌باشند. برنامه‌های متعددی با هدف پیشگیری از وقوع آسیب لیگامان صلیبی قدامی در زنان ورزشکار درجهت اصلاح مشخصه‌های عصبی عضلانی و بیومکانیکی توسعه یافته است. معمولاً این برنامه‌ها ترکیبی از تمرینات تعادلی، پلایومتریک، چابکی، قدرتی و انعطاف‌پذیری هستند که در کاهش وقوع آسیب لیگامان صلیبی قدامی موفق بوده‌اند (۱۳-۱۱). هدف این تمرینات افزایش نیروهای ثبات‌دهنده عصبی عضلانی لازم برای حفظ مقاومت در برابر نیروهای بی‌ثبات اعمال‌شده به زانو قبل از آسیب لیگامان صلیبی قدامی است (۱۳-۱۱). در سال‌های اخیر، برنامه‌های پیشگیری از آسیب لیگامان صلیبی قدامی از دستورالعمل کلامی در جهت علم حرکت بدن استفاده می‌نمایند (۱۴). مهارت‌های حرکتی با هدایت توجه فرد بر حرکت انجام‌شده آموزش داده می‌شوند (برای مثال، زانو را بالای

1. Intercondylar Groove
2. Joint Hypermobility Syndrome

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.1.2]

پا حفظ کن و غیره) که ذیل توجه درونی تعریف شده‌اند در حالی‌که، در توجه بیرونی، توجه در جهت نتیجه حرکت هدایت می‌شود (برای مثال، زانوی خود را به سمت یک نقطه خیالی در جلو هدایت‌نما و غیره) (١٤). در مطالعه مروری اخیر نشان داده شده است که بازخورد بیرونی موجب بهبود عملکرد حرکتی، تکنیک و هماهنگی عصبی عضلانی می‌شود (١٥)؛ برای مثال، فاصله پرش بیش‌تر، افزایش زاویه فلکشن زانو، جابجایی بیش‌تر مرکز جرم و کاهش نیروی عکس‌العمل عمودی زمین در فعالیت‌های پرش و فرود متعاقب استفاده از بازخورد گزارش شده است. همه این نتایج فواید کاهش خطر آسیب لیگامان صلیبی قدامی را گزارش می‌کنند (١٨-١٦). لهن‌هارد و همکاران (١٩٩٦) گزارش دادند که با تمرین قدرتی منظم می‌توان از بروز آسیب پیشگیری نمود. برخی از برنامه‌های تمرینی برای بهبود عملکرد عضلانی (الگوهای بکارگیری و زمان عکس‌العمل) و افزایش کنترل عصبی عضلانی طراحی و برخی دیگر برای بهبود تعادل و حس‌عمقی مفصل طراحی شده‌اند (١٣)؛ از این‌رو، اتخاذ دانش حوزه یادگیری حرکتی در جهت پیشگیری از آسیب لیگامان صلیبی قدامی رضایت‌بخش به‌نظر می‌رسد (١٤). پژوهش‌های اندکی دستورالعمل توجه تجویزشده در اجرا حرکات در هنگام فعالیت‌های حرکتی را دنبال کرده‌اند (١٥)؛ علاوه براین، نشان داده شده است که ارایه دستورالعمل‌ها در برنامه‌های پیشگیری از آسیب لیگامان صلیبی قدامی موثر هستند (١٤،١٦،١٧،١٩). در پژوهشی ونس و همکاران (٢٠٠٤) با استفاده از حرکات خم کردن آرنج[1] این موضوع را بررسی نمودند و هر دو نوع توجه بیرونی و درونی را ارایه کردند. نتایج نشان داد که فعالیت عضلانی به‌طور قابل توجهی در توجه بیرونی نسبت به توجه درونی کاهش یافت (٢٠). در یک مطالعه مرچنت و همکاران (٢٠٠٦) نشان دادند که توجه بیرونی در یک مجموعه تکرار از حرکات خم‌کردن آرنج منجر به فعالیت عضلانی کم‌تر در مقایسه با توجه درونی نشد اما، بر دستورالعمل بکارگیری توجه (شرایط کنترل) نظارت نشده بود (٢١). در مطالعه دیگری مرچنت و همکاران (٢٠٠٩) تاثیر سودمند توجه بیرونی را بر حداکثر نیروی تولیدی بررسی نمودند. این محققان با استفاده از دستگاه دینامومتر ایزوکنتیک به بررسی رابطهٔ میان حداکثر انقباض ارادی متاثر از توجه درونی و بیرونی پرداختند. نتایج نشان داد که آزمودنی‌ها به‌طور قابل توجهی، به حداکثر گشتاور مفصل بیش‌تری و فعالیت عضلانی کم‌تری در توجه بیرونی دست یافتند (٢٢). شیوع زیاد آسیب لیگامان صلیبی قدامی و نتیجه‌گیری کم‌تر از حد مطلوب به دنبال روش‌های پیشگیری از آسیب و همچنین دوره درمانی طولانی مدت آسیب‌های زانو، نشان‌دهندهٔ ضرورت به بکارگیری راهبردهای مطلوب پیشگیری از این آسیب است. برای دست‌یافتن به نتیجه ماندگارتر برنامه‌های پیشگیری از آسیب لیگامان صلیبی قدامی می‌توان دستورالعمل توجه بیرونی و توجه درونی را همراه با تمرینات عملکردی متداول پیشگیری از آسیب در این برنامه‌ها گنجاند؛ لذا در تحقیق حاضر، پیش‌فرض محقق بر آن است که احتمالاً به دلیل این‌که در بازخورد بیرونی فرد به شکل فیدفوروواردی برتری بیش‌تری در اجرای خود نسبت به بازخورد درونی دارد، انتظار

1. Biceps-Curl

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.1.2]

می‌رود تمرینات عملکردی پیشگیری از آسیب لیگامان صلیبی قدامی همراه با بازخورد بیرونی تاثیرگذارتر از بازخورد درونی روی حس عمقی و عملکرد مفصل زانو زنان فعال دانشگاهی باشد.

روش‌شناسی

تحقیق حاضر از نوع نیمه آزمایشگاهی است که به روش پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام شده است. نمونه‌های آماری شامل ٤٥ دانشجوی فعال دانشگاه خوارزمی در دامنه سنی ١٨ تا ٢٥ سال (با فعالیت ورزشی سه جلسه در هفته و هر جلسه ١/٥ ساعت به طور منظم در یک سال اخیر) بود که داوطلبانه برای اجرای این پژوهش انتخاب شدند. تعداد آزمودنی‌ها با استفاده از میانگین و انحراف استاندارد در یک مطالعه قبلی با طرح مشابه محاسبه شد (٢٣). در این تحقیق تعداد آزمودنی‌ها برای هر گروه ١٢ نفر بدست آمد که برای رفع مشکل ریزش احتمالی نمونه‌ها در مدت تحقیق و در دسترس بودن تعداد نمونه‌های کافی، ١٥ نفر در هر گروه در نظر گرفته شد. پیش از اجرای تحقیق، رضایت‌نامه کتبی از آزمودنی‌ها گرفته و به آزمودنی‌ها اجازه خروج از تحقیق در هر زمان داده شد. آزمودنی‌ها به طور تصادفی به سه گروه تقسیم شدند: ١- گروه تمرینات عملکردی همراه با بازخورد درونی (n=١٥)، ٢- گروه تمرینات عملکردی همراه با بازخورد بیرونی (n=١٥)، ٣- گروه کنترل (n=١٥). از معیارهای ورود به تحقیق داشتن BMI ١٨ تا ٢٥، نداشتن درد، سابقه جراحی، شکستگی یا آسیب‌های ارتوپدیک قابل توجه در اندام تحتانی، شرکت نداشتن در تمرینات قدرتی، پلایومتریک، تعادلی و دیگر پروتکل‌های پیشگیرانه در یک سال گذشته بود (٢٤). در صورتی که آزمودنی دو جلسه متوالی و سه جلسه غیرمتوالی غیبت داشت، از روند تحقیق کنار گذاشته می‌شد. ابزارهای تحقیق شامل فرم رضایت‌نامه شرکت در تحقیق، فرم جمع‌آوری اطلاعات اولیه آزمودنی‌ها، فرم امتیازدهی آزمون‌های عملکردی (طراحی از سوی محقق)، گونیامتر، قدسنج فلزی، ترازوی دیجیتالی، متر نواری، صفحه نیرو، ورتک[1]، استپ، توپ، کرنومتر و مخروط بودند. ارزیابی حس عمقی به روش بازیابی فعال زاویه هدف ٣٠، ٤٥ و ٦٠ درجه در پای غالب (پایی که فرد ترجیح می‌دهد برای ضربه به توپ به دورترین مسافت استفاده نماید)، فعالانه از سوی آزمودنی‌ها انجام شد (٢٥). در این روش آزمودنی لبه تخت قرار گرفت و با چشمان بسته این تست را اجرا کرد. پیش از اجرای تست محل قرارگیری محور گونیامتر، بازوی ثابت و متحرک گونیامتر علامت‌گذاری شد. محور گونیامتر روی اپی‌کندیل خارجی ران ، بازوی ثابت گونیامتر در امتداد ران و بازوی متحرک در راستای استخوان تی‌بیا با دست قرار گرفت. پس از قرارگرفتن در زاویه دلخواه از آزمودنی خواسته می‌شد که به مدت پنج ثانیه روی این زاویه تمرکز کرده و آن را در حافظه کوتاه‌مدت خود به خاطر سپرد، سپس اندام به وضعیت شروع حرکت برگردانده می‌شد. در حالی‌که چشمان فرد بسته بود از وی خواسته می‌شد که این زاویه را فعالانه بازسازی نماید. وضعیت استراحت ٩٠ درجه فلکشن زانو و ٩٠ درجه فلکشن ران بود. در این مطالعه زاویای ٣٠، ٤٥ و ٦٠ درجه فلکشن زانو که زاویای هدف برای

1. VERTCE

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.1.2]

بازسازی بودند انتخاب شدند (زوایای ۳۰ ، ٤٥ و٦٠ درجه فلکشن زانو یعنی بترتیب ۳۰ ،٤٥ و ٦٠ درجه مانده به انتهای دامنه حرکت اکستنشن یا باز شدن زانو) (٢٦). زمان استراحت میان آزمون هر زاویه به منظور جلوگیری از خستگی یک دقیقه بود. آزمون برای هر یک از زاویای هدف سه بار تکرار شد. میانگین خطای بازسازی زاویه طی ۳ بار اندازه‌گیری، خطای بازسازی برای آن زاویه در نظر گرفته شد. ترتیب اندازه‌گیری خطا برای سه زاویه تصادفی انتخاب گردید، (شکل ۱).

شکل ۱. اندازه‌گیری حس عمقی

آزمون پرش عمودی: این آزمون برای ارزیابی توان غیرهوازی طراحی شده است. آزمون با ایستادن آزمودنی کنار دیوار و کاملاً صاف و چسبیده به دیوار آغاز شد و فرد با دست‌های کشیده، روی دیوار با گچ علامت می‌زد، سپس روی پاهای خود ایستاده و با استفاده از حرکت دست‌ها تا حد ممکن به بالا پرش انجام داد و روی دیوار علامتگذاری نمود. میزان ارتفاع پرش به سانتی‌متر، نمره فرد در این آزمون در نظرگرفته شد. سپس با استفاده از فرمول زیر توان غیرهوازی محاسبه شد (۲۷).

(متر) فاصله پرش ارتفاع * (کیلوگرم) وزن * ۲/۲۱:توان (کیلوگرم بر ثانیه)

آزمون پرش طول روی یک پا: این آزمون قابلیت‌های اجرایی عملکردی را ارزیابی می‌کند. برای اجرای این آزمون، فرد پشت خط شروع ایستاد به نحوی که انگشتان پایش قبل از خط شروع قرار گرفت، سپس تا حد ممکن با استفاده از اندام فوقانی فاصله بیش‌تری را با پای غالب بر روی زمین جهش و با همان اندام فرود انجام داد. در این آزمون کف کفش آزمودنی را به گچ آغشته کرده در صورت وقوع جابجایی در هنگام فرود، محل اولین فرود مشخص باشد. طول فاصله پرش به سانتی‌متر، نمره فرد در این آزمون محسوب شد (۲۷).

آزمون زمان جهش‌های متوالی روی یک پا در فاصله شش متری: طراحی این آزمون با هدف ارزیابی سیستم انرژی غیرهوازی و تعادل دینامیک صورت گرفته است. برای اجرای این آزمون، آزمودنی روی اندام غالب خود در ابتدای یک خط شش متری ایستاد، طوری که انگشتان پایش پشت خط قرار گرفت، سپس از آزمودنی خواسته شد تا با حداکثر سرعت این مسافت را روی اندام غالب با استفاده از اندام فوقانی با جهیدن طی نماید. نمره این آزمون، مدت زمانی است که فرد این آزمون را اجرا نمود که با زمان‌سنج استاندارد اندازه‌گیری شد (۲۷).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.1.2]

آزمون دویدن رفت و برگشت: از این آزمون برای ارزیابی چالاکی استفاده می‌شود. برای شروع این آزمون، فرد پشت خط شروع یک فاصله ٦/٥ متری ایستاد. آزمون با فرمان «۱، ۲، ۳ برو» آزمون‌گر آغاز شد. در این آزمون فرد فاصله تعیین‌شده را با دویدن پیمود و با پای خود خط پایان را لمس کرد و به خط شروع برگشت و خط شروع را نیز با پای خود لمس‌کرد و یک بار دیگر همین عمل را تکرار کرد، با این تفاوت که در تکرار دوم به سرعت از خط شروع عبور کرد. مدت زمان اجرای این آزمون با دقت یک صدم ثانیه نمرهٔ هر فرد است (۲۷).

روش جمع‌آوری داده‌ها: جامعه آماری تحقیق حاضر، زنان فعال دانشگاه خوارزمی بودند. با استفاده از اطلاعیه‌ای از دانشجویان درخواست شد تا در صورت تمایل برای انجام بررسی‌های اولیه در ساعات مشخص شده به آزمایشگاه حرکات اصلاحی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه خوارزمی مراجعه کنند. با استفاده از فرم جمع‌آوری اطلاعات اولیه، افراد واجد شرایط انتخاب شده و تصادفی در سه گروه تقسیم شدند. برای اجرای پیش‌آزمون از گونیامتر دستی جهت جمع‌آوری داده‌های حس عمقی مفصل زانو استفاده شد و اطلاعات مربوط ثبت گردید، سپس آزمون‌های عملکردی انجام شد. آزمودنی‌ها در گروه‌های تجربی، به‌مدت شش هفته تمرینات عملکردی متداول (تعادلی، پلایومتریک و قدرتی) را به همراه بازخورد درونی و بیرونی، سه جلسه در هفته انجام دادند. برنامه تمرینی حاضر از یافته‌های به‌دست آمده از مطالعات منتشر شده و روش‌های پیشگیری از آسیب لیگامان صلیبی قدامی گرفته شده بود (۱۳،۲۸،۲۹). در این مدت گروه کنترل در برنامه تمرینی منظم خاصی شرکت نکرد. ٤٨ ساعت پس از اجرای آخرین جلسه تمرینی، در جلسه‌ای مشابه با جلسه اول، پس‌آزمون اجرا و اندازه‌گیری داده‌های حس عمقی مفصل زانو و آزمون‌های عملکردی انجام و نتایج تجزیه و تحلیل آماری شد. تعداد آزمودنی‌ها در گروه کنترل و بازخورد درونی هرکدام ۱۳ نفر و در گروه بازخورد بیرونی به ١٤ نفر، به دلیل عدم مشارکت در پروتکل تمرینی و در دسترس نبودن آزمودنی‌ها تنزل پیدا نمود.

پروتکل بازخورد درونی: آزمودنی‌های در گروه بازخورد درونی، از سوی محقق آموزش یا بازخوردهایی در طی جلسات تمرین در رابطه با حرکات قسمت‌های بدن نسبت به هم دریافت نمودند؛ برای مثال، زانوی خود را بالای انگشتانشان نگه دارند، با زانوی خم شده فرود بیایند یا در هنگام فرود پاها به اندازه عرض شانه باز کنند در حوزه یادگیری حرکتی این نوع از کانون توجه، توجه درونی تعریف شده است (١٤). در بازخورد درونی، دستورالعمل روی بدن به‌کار گرفته می‌شود. در هنگام انجام تمرینات عملکردی متداول به آزمودنی بازخوردهای زیر داده شد. تعادل را با توجه بر اندام‌های خودتان حفظ کنید، بر روی دو پا و در زمان یکسان فرود آیید، در حالی‌که بر وضعیت حرکت زانوهایتان توجه نموده‌اید؛ پرش را تا جایی که می‌توانید انجام بدهید؛ در هنگام فرود زاویه ۹۰ درجه فلکشن در ران و زانو ایجاد نمایید؛ در حالی‌که زانوی شما بالای پا قرار دارد؛ فلکشن زانو را انجام دهید فاصله پاهایتان در هنگام فرود به اندازه عرض شانه باشد؛ در حالی‌که توجه شما به رسیدن نوک انگشتانتان به بالاترین ارتفاع باشد و بدون والگوس و واروس در زانو

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.1.2]

تمرینات را انجام دهید پرش ارتفاع انجام دهید (۱٤). با توجه به اثر منفی تکرار زیاد برای بارخورد درونی تا حد امکان تعداد دفعات ارایه بازخورد کاهش یافت. در صورت انجام تکنیک اشتباه، محقق به آزمودنی بازخورد داد، همچنین هر زمان آزمودنی نیاز به بازخورد داشته درخواست ارایه بازخورد می‌کرد و از سوی محقق بازخورد دریافت می‌کرد (۱٤).

پروتکل بازخورد بیرونی: آزمودنی‌های در گروه بازخورد بیرونی، از سوی محقق آموزش یا بازخوردهایی در رابطه با نتایج حرکت دریافت می‌نمودند؛ برای مثال، تصور نمایید در هنگام فرود قصد نشستن بر روی یک صندلی را دارید. در توجه بیرونی، توجه روی یک جسم بیرونی مثلاً یک توپ بود تا توجه به بیرون از بدن انتقال یابد (۱٤). به منظور افزایش اثربخشی، تکرار بازخورد مهم است. تکرار زیاد بازخورد بیرونی برای الگوی حرکتی بهینه ارجحیت دارد. در هنگام اجرای تمرینات، آزمودنی بازخورد دریافت نمود؛ همینطور، هر زمان آزمودنی نیاز به دریافت بازخورد را احساس می‌کرد، از سوی محقق بازخورد دریافت می‌نمود. در هنگام انجام تمرینات به آزمودنی بازخوردهای مشابه امثال زیر ارایه گردید: در حالی‌که به رسیدن زانوهایتان نزدیک به مخروط توجه کرده‌اید پرش را انجام دهید؛ روی خطی که بر روی زمین رسم شده است فرود را انجام بدهید؛ سعی نمایید هر کدام از پاهایتان را بر نقاط مشخص شده (به اندازه عرض شانه) روی زمین در هنگام فرود قرار دهید؛ در هنگام پرش سعی نمایید که به توپ آویزان شدهٔ بالای سرتان با دست ضربه بزنید (۱٤).

پروتکل اجرای تمرینات: آزمودنی‌ها در دو گروه بازخورد درونی و بیرونی، سه جلسه در هفته به‌مدت شش هفته، تمرینات عملکردی متداول همراه با بازخورد درونی و بیرونی را انجام دادند. هر جلسه تمرینی با پنج دقیقه گرم‌کردن شروع شد، سپس تمرینات عملکردی متداول همراه با بازخورد درونی و بیرونی اجرا شدند؛ پس از آن به‌مدت پنج دقیقه سردکردن انجام شد. پروتکل تمرینی شامل تمرینات ایستادن تک پا روی پلات فوم بی‌ثبات، اسکوات تک پا، پرش تک پا برای کسب حداکثر مسافت، لانچ، اسکوات دوپا، پرش دوپا، پرش عمودی با ورتک، پرش کانترمومنت[1]، مانورهای برشی گام‌برداری به پهلو[2]، بالارفتن از استپ، تعادل فرشته و پرش دراپ بود. اصل اضافه‌بار برای تمرینات با افزایش تعداد تکرارها، ست‌ها و مدت زمان اعمال شد. جلسات تمرینی را محقق هدایت می‌کرد. آزمودنی‌ها نحوه اجرای تمرینات را آموزش دیدند. آزمودنی‌ها اجازه داشتند فعالیت‌هایی که قبل از ورود به این مطالعه به آنها می‌پرداخته‌اند را دنبال نمایند، اما اجازه ورود به فعالیت‌های جدید را نداشتند.

1. Countermovement Jump
2. Sidestep Cutting Maneuver

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.1.2]

پرش دراپ	تعادل فرشته	بالا رفتن از استپ	مانورهای برشی گام‌برداری به پهلو	پرش کانترمومنت	پرش عمودی با ورتک	پرش دوپا	اسکوات دوپا	لانج	پرش تک‌پا برای کسب حداکثر مسافت	اسکوات تک‌پا	ایستادن تک‌پا بر روی پلات‌فوم	تمرین
-	-	-	-	-	-	-	-	۲ست/ ۱۲تکرار	۲ست/ ۱۲تکرار	۲ست/۳۰ الی ٦۰ ثانیه	۲ست/۳۰ الی ٦۰ ثانیه	هفته۱
-	-	-	-	-	-	-	-	۲ست/ ۱۲تکرار	۲ست/ ۱۲تکرار	۲ست/۳۰ الی ٦۰ ثانیه	۲ست/۳۰ الی ٦۰ ثانیه	هفته۲
-	-	-	-	۲ست/ ۱۵تکرار	۲ست/ ۱۵تکرار	۲ست/ ۱۵تکرار	۲ست/ ۱۵تکرار	-	-	-	-	هفته۳
-	-	-	-	۲ست/ ۱۵تکرار	۲ست/ ۱۵تکرار	۲ست/ ۱۵تکرار	۲ست/ ۱۵تکرار	-	-	-	-	هفته٤
۳ست/ ۱۲تکرار	۳ ست/۳۰ الی ٦۰ ثانیه	۳ست/ ۱۲تکرار	۳ست/ ۱۲تکرار	-	-	-	-	-	-	-	-	هفته۵
۳ست/ ۱۲تکرار	۳ست/۳۰ الی ٦۰ ثانیه	۳ست/ ۱۲تکرار	۳ست/ ۱۲تکرار	-	-	-	-	-	-	-	-	هفته٦

نتایج با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS، نسخه ۲۳ و سطح معناداری ۰/۰۵ ارزیابی شد. از آمار توصیفی به منظور برآورد میانگین و انحراف استاندارد و از آزمون شاپیروویلک جهت بررسی نرمال‌بودن توزیع داده‌ها و از آزمون لون جهت بررسی پیش‌فرض همگنی واریانس‌ها استفاده شد. در ادامه از آزمون‌های تحلیل کوواریانس، تی‌زوجی و آزمون تعقیبی توکی برای بررسی تغییرات بین گروه‌ها استفاده شد.

یافته‌ها

نتایج آزمون شاپیروویلک نرمال‌بودن خصوصیات آنتروپومتریکی گروه‌ها را نشان داد (جدول ۱).

جدول ۱. مشخصات آنتروپومتریکی گروه‌های مورد مطالعه

ویژگی‌های آنتروپومتریکی	کنترل	تمرینات عملکردی همراه با بازخورد		معناداری
		درونی	بیرونی	
سن (سال)	۲۲/۳۱±۱/۸٤	۲۱/٦۹±۱/۸۸	۲۲/۲۱±۱/۸۰	۰/۷۸۰
قد (سانتی‌متر)	۱٦۲/٥٤±٦/٤٥	۱٦۳/٥٤±۳/۸٦	۱٦٤/٥٤±٦/۱٥	۰/۱۲۸
وزن (کیلوگرم)	٥۸/۹۲±٦/۳۷	٦۰/٤٦±٤/٤۰	٥۹/۸۲±٦/۰۷	۰/٦۲٥
سابقه فعالیت ورزشی (سال)	٤/۳±۱/۱	٤/۷±۱/٥	٤/۱±۱	۰/٥۲٤
تعداد	۱۳	۱۳	۱٤	

نتایج مربوط به آزمون تحلیل کواریانس برای متغیر حس عمقی و عملکرد بیانگر آن بود که تمرینات عملکردی همراه با بازخورد درونی و بیرونی برحس عمقی و عملکرد تاثیرگذار می‌باشند (جدول ۲).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.1.2]

جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل کواریانس برای بررسی اثر تمرینات بر حس عمقی و عملکرد زانو

متغیر	حس عمقی	توان آزمون	اندازه اثر	معناداری	اندازه F
حس عمقی	۳۰ درجه	۱/۰۰۰	۰/۵۶۲	٭۰/۰۰۱	۲۳/۱۰
	٤٥ درجه	۱/۰۰۰	۰/٦۱۹	٭۰/۰۰۱	۲۹/۱۸۹
	٦۰ درجه	۰/۹۳۵	۰/۳۰۳	٭۰/۰۰۱	۷/۸۳٦
عملکرد	پرش عمودی	۰/۹۷۹	۰/۳٦۱	٭۰/۰۰۰	۱۰/۱۷۹
	پرش طول روی یک‌پا	۰/۹۷۸	۰/۳۵۹	٭۰/۰۰۰	۱۰/۰۹۰
	جهش متوالی روی یک‌پا در فاصله شش‌متری	۱/۰۰۰	۰/۵۵۱	٭۰/۰۰۰	۱۸/۸٤۱
	دویدن رفت و برگشت	۰/۹۷۵	۰/۳۵٤	٭۰/۰۰۰	۹/۸۷۱

با توجه به معنادار بودن اثر تمرینات عملکردی همراه با بازخورد درونی و بیرونی بر حس عمقی و عملکرد زانو، از آزمون تی وابسته برای مقایسه درون‌گروهی (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) استفاده شد (جدول ۳).

جدول ۳. نتایج آزمون تی وابسته

گروه‌ها	متغیر حس عمقی		پیش‌آزمون	پس‌آزمون	درجه اختلاف	درصد تغییرات	معناداری
کنترل	حس عمقی	۳۰ درجه	۷/۰۸±۱/۷۵	۷/۲۳±۱/٦۹	−۰/۸۰۵	۲/۰۷	۰/٤۳٦
		٤٥ درجه	۸/۱۵±۲/۲٦	۸/٤٦±۱/۸۰	−۰/٦۹۳	۳/٦٦	۰/۵۰۲
		٦۰ درجه	٦/٦۲±۲/۳۹	۷/۳۸±۲/٦۹	−۱/۹٤۹	۱۰/۲۹	۰/۰۷۵
تمرینات عملکردی همراه با بازخورد درونی	حس عمقی	۳۰ درجه	۸±۳/۱۸	٤/۸۵±۱/٤۰	۳/۸٦	٦٤/۹٤	٭۰/۰۰۲
		٤٥ درجه	۷/۳۸±۲/۳۲	٤/۳۱±۱/۲۵	٤/۰۳	۷۱/۲۲	٭۰/۰۰۲
		٦۰ درجه	۸/٤٦±٤/۲۱	٦/۲۳±۲/٦۵	۲/۳۱	۳۵/۷۹	٭۰/۰۳۹
تمرینات عملکردی همراه با بازخورد بیرونی	حس عمقی	۳۰ درجه	۷±۱/۸۸	٤±۱/۳۵	۵/۹٦	۷۵	٭۰/۰۰۱
		٤٥ درجه	۷/٤۳±۱/۸۲	٤/۵۰±۱/٤۵	٤/۲۳	٦۵/۱۱	٭۰/۰۰۱
		٦۰ درجه	۷/۷۹±۲/۲۵	٤/۵۷±۲/۲۰	٤/۱٦	۷۰/٤۵	٭۰/۰۰۱
کنترل	عملکرد	پرش ارتفاع	۳٦/۳۷±٦/۹۵	۳۵/۵۳±۵/۹۰	۰/۷۱	۲/۳٦	۰/٤۸٦
		پرش طول روی یک‌پا	۱۰٤/۲۳±۱٦/۱٦	۱۰۳/۷٦±۱٦/۲۲	۱/۷۲	۰/٤۵	۰/۱۱۱
		جهش روی یک‌پا در فاصله شش‌متر	۳/۰٤±۰/٤۵	۳/۰۸±۰/۳۷	−۰/۳٦	۱/۲۹	۰/۷۱۹
		دویدن رفت و برگشت	۱۰/۵۱±۰/٤۱	۱۰/۵۸±۰/٤۲	−۱/۳۷	۰/٦٦	۰/۱۹۵
تمرینات عملکردی همراه با بازخورد درونی	عملکرد	پرش ارتفاع	۳٦/۳۸±۵/۹٦	٤۱/۰٤±٦/۵۰	−۳/٦۳	۱۱/۳۵	٭۰/۰۰۳
		پرش طول روی یک‌پا	۱۰۷/۹٦±۵٤/۱٤	۱۱۸/۵۰±۱۵/۱۱	−۲/۷۵	۸/۸۹	٭۰/۰۱۷
		جهش روی یک‌پا در فاصله شش‌متر	۳/۱۵±۰/٤٦	۲/۷۱±۰/۳۳	۳/٤۳	۱٦/۲۳	٭۰/۰۰۵
		دویدن رفت و برگشت	۱۰/۷۹±۱/۱۹	۱۰/٤۱±۱	۲/٤۳	۳/٦۵	٭۰/۰۳۲
تمرینات عملکردی همراه با بازخورد بیرونی	عملکرد	پرش ارتفاع	٤۱/۰٤±۵/٤۸	٤۵/۵۰±٤/۸۹	−۳/۸۹	۹/۸۰	٭۰/۰۰۲
		پرش طول روی یک‌پا	۱۱۰/۲۸±۱۵/۸٦	۱۲۳/۵۷±۱۲/٦۵	−۵/۰٦	۱۰/۷۵	٭۰/۰۰۰
		جهش روی یک‌پا در فاصله شش‌متر	۲/۹۹±۰/٤۳	۲/۳٦±۰/۳۲	٦/٦۱	۲٦/٦۹	٭۰/۰۰۰
		دویدن رفت و برگشت	۱۰/۹٦±۲/۷۱	۹/٦۲±۰/٤۹	۱/۸۸	۱۱/۱۲	۰/۰۸۳

٭ اختلاف معنادار میان پیش‌آزمون و پس‌آزمون

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.1.2]

با توجه به نتایج آزمون تی وابسته تفاوت معناداری در حس عمقی میان دوگروه تجربی یافت نشد، اما درصد تغییرات در گروه بازخورد درونی در حس عمقی ۳۰، ٤٥ و ٦٠ درجه به ترتیب ٦٤/٩٤، ٧١/٢٢ و ٣٥/٧٩ گزارش شد. این مقادیر برای گروه تمرینی بازخورد بیرونی در سه زوایه ۳۰، ٤٥ و ٦٠ درجه بترتیب ٧٥، ٦٥/١١ و ٧٠/٤٥ به دست آمد (جدول ۳)؛ همچنین، نتایج آزمون تی وابسته نشان‌داد که پروتکل تمرینی حاضر همراه با بازخورد درونی و بیرونی بر عملکرد آزمودنی‌ها تاثیر داشته است اما در آزمون عملکردی دویدن رفت و برگشت تغییرات معناداری میان پیش‌آزمون و پس‌آزمون مشاهده نشد (جدول ۳).

جدول ۴. نتایج آزمون تعقیبی توکی

متغیر		گروه‌ها		تفاوت میانگین	خطای استاندارد	معناداری
حس عمقی	۳۰درجه	کنترل	بازخورد درونی	۲/۳۸	۰/۵۸٤	*۰/۰۰۱
		کنترل	بازخورد بیرونی	۳/۲۳	۰/۵۷۳	*۰/۰۰۰
		بازخورد درونی	بازخورد بیرونی	۰/۸۵	۰/۵۷۳	۰/۳۱٤
	٤٥درجه	کنترل	بازخورد درونی	٤/۱۵	۰/۵۹٦	* ۰/۰۰۰
		کنترل	بازخورد بیرونی	۳/۹٦	۰/۵۸٦	*۰/۰۰۰
		بازخورد درونی	بازخورد بیرونی	-۰/۱۹	۰/۵۸٦	۰/۹٤۲
	٦۰درجه	کنترل	بازخورد درونی	۱/۱۵	۰/۹۸۸	۰/٤۸۰
		کنترل	بازخورد بیرونی	۲/۸۱	۰/۹۷۰	*۰/۰۱۷
		بازخورد درونی	بازخورد بیرونی	۱/٦٦	۰/۹۷۰	۰/۲۱۵
عملکرد	پرش ارتفاع	کنترل	درونی	-۵/۵۱	۲/۲٦	۰/۰۵۱
		کنترل	بیرونی	-۹/۹۷	۲/۲۲	*۰/۰۰۰
		درونی	بیرونی	-٤/٤٦	۲/۲۲	۰/۱۲۵
	پرش طول روی یک‌پا	کنترل	درونی	-۱٤/۷۳	۵/۷٦	*۰/۰۳۸
		کنترل	بیرونی	-۱۹/۸۰	۵/٦۵	*۰/۰۰۳
		درونی	بیرونی	-۵/۰۷	۵/٦۵	۰/٦٤٦
	جهش روی یک‌پا در فاصله شش‌متری	کنترل	درونی	۰/۳٦	۰/۱۳٤	*۰/۰۲۵
		کنترل	بیرونی	۰/۷۲	۰/۱۳۱	*۰/۰۰۰
		درونی	بیرونی	۰/۳۵	۰/۱۳۱	*۰/۰۳۰
	دویدن رفت و برگشت	کنترل	درونی	۰/۱۷	۰/۲٦۸	۰/۸۰٤
		کنترل	بیرونی	۰/۹٦	۰/۲٦٤	*۰/۰۰۲
		درونی	بیرونی	۰/۷۹	۰/۲٦٤	*۰/۰۱۳

* تفاوت معنادار

نتایج آزمون تعقیبی توکی بیانگر تاثیر معنادار تمرینات عملکردی همراه با بازخورد درونی و بیرونی بر حس عمقی بود (جدول ٤). با توجه به نتایج آزمون تعقیبی توکی تفاوت معناداری میان دو گروه تمرینی در آزمون‌های عملکردی پرش ارتفاع و پرش طول روی یک‌پا یافت نشد (جدول ٤)، اما نتایج آزمون تعقیبی توکی بیانگر تفاوت معنادار میان دو گروه تجربی در دو آزمون عملکردی جهش روی یک‌پا در فاصله شش

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.1.2]

متری و آزمون دویدن رفت و برگشت بود. درصد تغییرات گزارش‌شده برای گروه بازخورد درونی برای دو آزمون بترتیب ۱۶/۲۳ و ۳/۶۵ و برای گروه بازخورد بیرونی ۲۶/۶۹ و ۱۱/۱۲ بود (جدول ۳)، اما درصد تغییرات گزارش‌شده برای دو آزمون عملکردی پرش ارتفاع و پرش طول روی یک‌پا در گروه بازخورد درونی بترتیب ۱۱/۳۵ و ۸/۸۹ و برای گروه بازخورد بیرونی به ترتیب ۹/۸۰ و ۱۰/۷۵ بود (جدول ۳).

بحث

هدف تحقیق حاضر مقایسه تاثیر شش هفته تمرینات جامع پیشگیری از آسیب لیگامان صلیبی قدامی همراه با بازخورد درونی و بیرونی برعملکرد مفصل زانوی زنان فعال دانشگاهی بود. نتایج تحقیق نشان‌داد میزان خطای بازسازی حس عمقی در سه زاویه ۳۰، ٤٥ و ٦٠ درجه در هر دو گروه پس از بکارگیری تمرینات همراه با بازخورد درونی و بیرونی کاهش یافت. در نتیجه می‌توان بیان نمود پروتکل تمرینی مذکور احتمالاً از فشار لازم برای ایجاد سازگاری در این مدت زمان برخوردار بوده است. کاهش میزان خطای بازسازی حس عمقی ممکن است بر اثر افزایش حساسیت سیستم دوک عضلانی باشد که احتمالاً با ارسال اطلاعات‌آوران به سیستم اعصاب مرکزی دربارهٔ موقعیت مفصل ایجاد می‌شود؛ همچنین، سازگاری‌های مرکزی متاثر از این تمرینات می‌تواند عضلات را تحریک نماید، در نتیجه حس موقعیت مفصل به طور معناداری بهبود می‌یابد. با توجه به تحقیق یلدیز و همکاران (۲۰۰۷) یکی از دلایل کاهش خطای زاویه بازسازی حس عمقی را بهبود ثبات عصبی عضلانی و ظرفیت عملکردی معرفی نمودند (۳۰). در توجیه اثر بیش‌تر تمرینات در زاویه ۳۰ درجه در بهبود حس وضعیت مفصل می‌توان به نقش متفاوت گیرنده‌های حس وضعیت در زوایای مختلف اشاره نمود. حس عمقی بیش‌تر به گیرنده‌های عضله و در وهله بعد گیرنده‌های مفصل وابسته است. در حین انجام حرکات فعال، نقش گیرنده‌های عضلانی مهم‌تر خواهد بود. هنگام کشیده‌شدن عضلات در سیکل‌های حرکتی، نرخ تحریک دوک عضلانی بیشتر از حالتی است که عضلات در طول کوتاه خود باشند. در زاویه ۳۰ درجه به دلیل فعالیت بیش‌تر عضلات وستوس مدیالیس و کشش عضله همسترینگ نسبت به زاویه ٦٠ درجه حساسیت به کشش بیش‌تر بوده در نتیجه دقت حس عمقی افزایش می‌یابد (۱). براساس فرضیه عمل محدودشده انتخاب تمرکز بیرونی یک مداخله آگاهانه در حرکات فرآیندهای کنترلی ایجاد می‌کند که به‌طور طبیعی حرکات موثرتر و بهتری را تنظیم می‌نماید؛ به بیان دیگر، تلاش برای کنترل فعالانه حرکات به فرایندهای کنترل خودکار لطمه می‌زند. انتخاب تمرکز بیرونی موجب نوعی کنترل خودکار می‌شود که سبب برتری فرایندهای غیرآگاهانه و غیراختیاری می‌شود و به فرد اجازه می‌دهد تا حرکات را در یک دامنه وسیع‌تر کنترل نماید؛ در نتیجه، اجرا و یادگیری بهبود می‌یابد (۳۱). با توجه به ماهیت پروتکل تمرینی همراه با بازخورد درونی می‌توان نتیجه گرفت که بهبود حس عمقی با استفاده از بازخورد درونی به دلیل کنترل آگاهانه حرکت مشکل است که این ممکن است بی‌اثر بودن تمرینات در زاویه ٦٠ درجه در گروه بازخورد درونی را در پی داشته باشد (۳۱).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.1.2]

نتایج حاصل از آزمون کواریانس نشان‌داد که شش هفته تمرینات جامع پیشگیری از آسیب همراه با بازخورد درونی و بیرونی موجب بهبود معنی‌دار عملکرد در زنان فعال دانشگاهی می‌شود (جدول ۲). مکاراک و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیقی به بررسی نقش تمرکز توجه در مدت ۹ هفته تمرینات پلایومتریک بر عملکرد پرش پرداختند. گروه بازخورد خارجی افزایش معناداری در مسافت پرش در آزمون پرش طول و ارتفاع پرش در آزمون پرش کانتر موومنت نسبت به دو گروه بازخورد داخلی و کنترل نشان دادند، که با مطالعه حاضر همسو بود (۱۷). وو و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیقی به بررسی تاثیر استراتژی‌های تمرکز توجه بر عملکرد در پرش طول پرداختند. نتایج افزایش مسافت پرش بیش‌تر در گروه بازخورد خارجی را نسبت به گروه بازخورد داخلی نشان‌داد که با مطالعه حاضر همخوان بود (۱۸). پورتر و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای به بررسی اثر تمرکز داخلی و خارجی بر زمان انجام حرکت پرداختند. نتایج کاهش زمان اجرای حرکت را در گروه بازخورد خارجی نسبت به گروه بازخورد داخلی و کنترل نشان‌داد، که با مطالعه حاضر همسو بود (۱۹). صادقی و همکاران (۱۳۹٦) در مطالعه‌ای به بررسی اثر تمرین (Xbox Kinect) بر حس عمقی مردان سالمند پرداختند. نتایج تحقیق آنها بهبود حس عمقی در سه زاویه ۳۰، ٤٥ و ٦۰ درجه را گزارش نمود (۲۵) که با مطالعه حاضر همخوان بود. افتخاری و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیقی به بررسی تاثیر هشت هفته تمرینات قدرتی و پلایومتریک بر حس موقعیت مفصل زانو پرداختند. نتایج تحقیق نشان‌داد که تمرینات قدرتی صرفاً در زاویه ابتدایی فلکشن زانو منجر به پیشرفت حس موقعیت مفصل در حالت غیرفعال می‌شود، در حالی‌که تاثیر معناداری در حالت فعال مشاهده نگردید. در خصوص تمرینات پلایومتریک، این تمرینات در زاویه ابتدایی فلکشن زانو منجر به پیشرفت حس موقعیت فعال و نیز در زوایای ابتدایی و انتهایی فلکشن زانو موجب بهبود حس موقعیت غیرفعال مفصل شد (۳۲). خلخالی و همکاران (۱۳۸۳) در مطالعه‌ای از میان سه پروتکل تمرینی (تمرینات قدرتی، زنجیره باز و بسته حرکتی و تمرینات تعادلی) صرفا تمرینات تعادلی را در پیشرفت حس عمقی، سودمند معرفی کردند. نکته حائز اهمیت در این تحقیق انجام پروتکل تمرینی متفاوت و زاویه هدف ٦۵ درجه فلکشن زانو بود که آن را از تحقیق حاضر متمایز می‌نمود (۳۳).

آقاپور و همکاران (۱۳۹٦) در تحقیقی به بررسی اثر کینزیوتیپ بر عملکرد افراد با سندرم درد پتلا فمورال پرداختند. نتایج حاصل از این مطالعه بهبود عملکرد را در افراد با سندرم درد پتلا فمورال گزارش نمود که با نتایج مطالعه حاضر همسو بود (۳٤). وولف و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای به بررسی ارتباط توجه بیرونی و درونی بر ارتفاع پرش پرداختند. نتایج آنها حاکی از تاثیر معنادار بازخورد بیرونی بر ارتفاع پرش بود (۳۵). میر و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعه‌ای به بررسی اثر تمرینات عصبی عضلانی پیشرفته بر عملکرد زنان ورزشکار پرداختند. نتایج این مطالعه از بهبود عملکرد بعد از انجام پروتکل تمرینی عصبی عضلانی حمایت می‌کند که با نتایج مطالعه حاضر همخوان می‌باشد (۲۹). ولینگ و همکاران (۲۰۱٦) در پژوهشی به بررسی اثر بازخورد درونی، بازخورد بیرونی و بازخورد ویدئویی بر تکنیک و عملکرد فرود پرداختند. نتایج آنها بهبود در تکنیک پرش و فرود را در زنان گروه‌های بازخورد بیرونی و بازخورد ویدئویی نشان‌داد. ارتفاع

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.1.2]

پرش در گروه بازخورد ویدئویی و زنان در گروه بازخورد بیرونی افزایش یافت (۳۱). نتایج این مطالعه با نتایج حاصل از تمرینات گروه بازخورد بیرونی تحقیق حاضر همخوان بود، اما با نتایج گروه بازخورد درونی مغایرت داشت از دلایل احتمالی مغایرت این تحقیق با مطالعه حاضر می‌توان به مدت زمان اعمال بازخورد، پروتکل تمرینی و گروه مورد مطالعه اشاره نمود. با توجه به اینکه آزمون‌های عملکردی ارزیابی‌شده در تحقیق حاضر جزء مانورهایی هستند که حرکات پرش و فرود و تغییر سریع جهت و شتاب دارد و با توجه به این‌که اضطراب و هراس واروس- والگوس همراه با چرخش‌های درونی و بیرونی از اجزای اصلی این مانورها است و چون برای حمایت زانو در برابر این نیروها کنترل عصبی عضلانی کافی لازم است و با توجه به این‌که آسیب لیگامان صلیبی قدامی موجب قطع گیرنده‌های مفصلی و در نتیجه مهار رفلکس عصبی نرمال می‌گردد، بنابراین ثبات مفصل دچار اشکال می‌شود. به‌نظر می‌رسد این آزمون‌ها جهت کشف ناتوانی سیستم کنترل عصبی عضلانی که زانو را در مقابل نیروهای بیرونی حمایت می‌کند، در افراد مستعد آسیب لیگامان صلیبی قدامی مفید باشند (۳٦).

با توجه به نتایج تحقیق می‌توان مکانیزم بهبود عملکرد حرکتی را در زنان فعال دانشگاهی پس از شش هفته تمرین همراه با بازخورد را بر این اساس تفسیر نمود که با فعال‌سازی گیرنده‌های حسی و مکانیکی در تمرینات، احتمالاً این نوع تمرینات، ممکن است مستقیماً بر فعالیت مغز اثر گذارند. این موضوع، بیانگر آماده‌سازی نرون‌های حرکتی در یک گروه از عضلات و مفاصل برای انجام یک حرکت و سازگاری آن با زمینه محیطی و همچنین افزایش هماهنگی و یکپارچگی واحدهای حرکتی، هم‌انقباضی عضلات همکار، افزایش بازدارندگی عضلات مخالف می‌باشد که در نهایت موجب بهبود پاسخ‌های عصبی- عضلانی می‌شود و ممکن است عملکرد حرکتی را بهبود بخشد؛ از سوی دیگر، ممکن است تغییرات در الگوی تحریک الکتریکی واحدهای حرکتی یا در فرکانس تحریک و یا در همزمانی وارد عمل‌شدن واحدهای حرکتی اتفاق افتد و موجب افزایش بهبود حرکتی شود. در حالت طبیعی سازوکارهای فیدبک درونی (مانند اندام وتری گلژی)، بدن را در تولید تنش‌های بزرگ مهار می‌سازد؛ اما وقتی که با تمرینات، بدن در معرض سطوح بالایی از تنش قرار می‌گیرد، حساسیت این ارگانها، ممکن است با فرآیند برداشتن مهار خودبخودی کاهش یافته و به فرد اجازه دهد تا به ظرفیت تولید نیروی حداکثر مطلق بدن نزدیک شود (۳٤). در مطالعه حاضر تفاوت معناداری میان پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه بازخورد بیرونی برای آزمون عملکردی دویدن رفت و برگشت مشاهده نشد. از دلایل این مغایرت می‌توان به ساده‌بودن این آزمون عملکردی اشاره نمود. که در تحقیقات پیشین نیز بیان شده است که بازخورد بیرونی برای مهارت‌های مشکل و پیچیده سودمند است (۹).

نتیجه‌گیری

نتایج کلی تحقیق حاضر نشان‌داد که شش هفته تمرینات جامع پیشگیری از آسیب همراه با بازخورد درونی و بیرونی، تأثیر معنی‌داری بر متغیرهای منتخب کینتیک (حس عمقی و عملکرد) زانو دارد. برنامه‌های پیشگیری از آسیب لیگامان صلیبی قدامی باید بر جذب مناسب بار و تکنیک برش با فلکشن مناسب زانو بدون ایجاد

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.1.2]

والگوس زانو توجه نمایند. اجرای تکنیک ایمن در مکانیسم‌های شایع آسیب لیگامان صلیبی قدامی ممکن است نقش مهمی در پیشگیری از آسیب لیگامان صلیبی قدامی داشته باشد، بنابراین استفاده از تکنیک بازخورد در جهت اصلاح تکنیک مهارت و یادگیری صحیح حرکت ضروری است. نتایج مطالعه حاضر پیشنهاد می‌کند برای ایجاد تقویت و تسریع یادگیری مهارت حرکتی در آزمودنی‌ها می‌توان از بازخورد استفاده کرد.

تقدیر و تشکر

این مقاله از پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه خوارزمی استخراج شده است. نویسندگان بر خود لازم دیده‌اند از آزمودنی‌ها، اساتید و دوستانی که در انجام این تحقیق مشارکت فعال داشته‌اند، قدردانی نمایند.

منابع

1. Kooroshfard, N., Alizadeh, M.H., Kahrizy, S. (2011). The Effect of Patellar Taping on Knee Joint Position Sense in Healthy and Patellofemoral Pain Syndrome Futsalist Women. Horizon Medical Sience. 17(2): 29-39. (in Persian)
2. Hootman, J., Dick, R., Agel, J. (2007). Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. Journal of Athletic Training. 42(2): 311-9.
3. Lyman, S., Koulouvaris, P., Sherman, S., Do, H., Mandl, L.A., Marx, R.G. (2009). Epidemiology of anterior cruciate ligament reconstruction: trends, readmissions, and subsequent knee surgery. Journal of Bone and Joint Surgery. 91(10): 2321-8.
4. Bollen, S. (2000). Epidemiology of knee injuries: diagnosis and triage. British Journal of Sports Medicine. 34(3): 227-8.
5. Benjaminse, A., Otten, E. (2011). ACL injury prevention, more effective with a different way of motor learning? Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 19(4): 622-7.
6. Øiestad, B.E., Holm, I., Engebretsen, L., Aune, A.K., Gunderson, R., Risberg, M.A. (2013). The prevalence of patellofemoral osteoarthritis 12 years after anterior cruciate ligament reconstruction. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 21(4): 942-9.
7. Silvers, H.J., Mandelbaum, B.R. (2007). Prevention of anterior cruciate ligament injury in the female athlete. British Journal of Sports Medicine. 41(1): 52-9.
8. Powell, J.W. Barber-Foss, K.D. (2000). Sex-related injury patterns among selected high school sports. The American Journal of Sports Medicine. 28(3): 385-91.
9. Yu, B., Garrett, W.E. (2007). Mechanisms of non-contact ACL injuries. British Journal of Sports Medicine. 41(1): 47-51.
10. Yousefzadeh, A., Khalkhali Zavieh, M., Khademi, Kh., Rahimi, A. (2012). Studying the knee joint proprioception in generalized joint hypermobility as compared to healthy subjects. Journal of Research in Rehabilitation Sciences. 8(1): 1-9. (in Persian)
11. Myklebust, G., Engebretsen, L., Brækken, I.H., Skjølberg, A., Olsen, O.E., Bahr, R. (2003). Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. Clinical Journal of Sport Medicine. 13(2): 71-8.
12. Wedderkopp, N., Kaltoft, M., Holm, R., Froberg, K. (2003). Comparison of two intervention programmes in young female players in European handball–with and without ankle disc.Scandinavian. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 13(6): 371-5.
13. Lehnhard, R.A., Lehnhard, H.R., Young, R., Butterfield, S.A. (1996). Monitoring Injuries on a College Soccer Team: The Effect of Strength Training. The Journal of Strength & Conditioning Research. 10(2): 115-9.
14. Benjaminse, A., Otten, B., Gokeler, A., Diercks, R.L., Lemmink, K.A. (2017). Motor learning strategies in basketball players and its implications for ACL injury prevention: a randomized controlled trial. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 25(8): 2365-76.
15. Porter, J.M., Anton, P.M., Wikoff, N.M., Ostrowski, J.B. (2013). Instructing skilled athletes to focus their attention externally at greater distances enhances jumping performance. The Journal of Strength & Conditioning Research. 27(8): 2073-28.
16. Wulf, G., Shea, C., Lewthwaite, R. (2010). Motor skill learning and performance: a review of influential factors. Medical Education. 44(1): 75-84.
17. Makaruk, H., Porter, J.M., Czaplicki, A., Sadowski, J., Sacewicz, T. (2012). The role of attentional focus in plyometric training. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 52(3): 319-27.
18. Wu, W.F., Porter, J.M., Brown, L.E. (2012). Effect of attentional focus strategies on peak force and performance in the standing long jump. The Journal of Strength & Conditioning Research. 26(5): 1226-31.
19. Porter, J.M., Nolan, R.P., Ostrowski, E.J., Wulf, G. (2010). Directing attention externally enhances agility performance: A qualitative and quantitative analysis of the efficacy of using verbal instructions to focus attention. Frontiers in Psychology. 1(216): 1-7.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.1.2]

20. Vance, J., Wulf, G., Töllner, T., McNevin, N., Mercer, J. (2004). EMG activity as a function of the performer's focus of attention. Journal of Motor Behavior. 36(4): 450-9.
21. Marchant, D., Greig, M., Scott, C., Clough, P. (2006). Attentional focusing strategies influence muscle activity during isokinetic bicep curls. In Poster Presented at the Annual Conference of the British Psychological Society, Cardiff, UK.
22. Marchant, D.C., M. Greig, C. Scott. (2009). Attentional focusing instructions influence force production and muscular activity during isokinetic elbow flexions. The Journal of Strength & Conditioning Research. 23(8): 2358-66.
23. Letafatkar, A., Rajabi, R., Ebrahimi Tekamejani, E, Minoonejad, H. (2014). Effects of perturbation training on quadriceps and hamstring electromyographic ratios. Koomesh. 15(4): 469-81. (In Persian)
24. Clifton, D.R., Grooms, D.R., Onate, J.A. (2015). Overhead deep squat performance predicts Functional Movement Screen™ score. International Journal of Sports Physical Therapy. 10(5): 622-7.
25. Sadeghi, H., Hakim, M.N., Hamid, T.A., Amri, S.B., Razeghi, M., Farazdaghi, M., Shakoor, E. (2017). The effect of exergaming on knee proprioception in older men: a randomized controlled trial. Archives of Gerontology and Geriatrics. 69: 144-50.
26. Panics, G., Tallay, A., Pavlik, A., Berkes, I. (2008). Effect of proprioception training on knee joint position sense in female team handball players. British Journal of Sports Medicine. 42(6): 472-6.
27. Taghipour, M., Ebrahimi, I., Shaterzadeh, M.J., Salavati, M. (2000). Comparison of the effect of two training methods on lower limb function tests. Journal of Gorgan University of Medical Sciences. 2(2): 14-27. (In Persian)
28. 28.Herman, D.C., Oñate, J.A., Weinhold, P.S., Guskiewicz, K.M., Garrett, W.E., Yu, B., Padua, D.A. (2009). The effects of feedback with and without strength training on lower extremity biomechanics. The American Journal of Sports Medicine. 37(7): 1301-8.
29. Myer, G.D., Ford, K.R., Palumbo, O.P., Hewett, T.E. (2005). Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes. The Journal of Strength & Conditioning Research. 19(1): 51-60.
30. Yildiz, Y., Sekir, U., Hazneci, B., Ors, F., & Aydin, T. (2007). Effect of isokinetic training on strength, functionality and proprioception in athletes with functional ankle instability. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 15(5): 654-64.
31. Welling, W., Benjaminse, A., Gokeler, A., &Otten, B. (2016). Enhanced retention of drop vertical jump landing technique: A randomized controlled trial. Human Movement Science. 45 :84-95.
32. Eftekhari, S., Khayambhashi, Kh., Minasian, V, Yousefzadeh, M.A. (2013). Evaluating the effect of eight weeks of strength and pleometric exercises on knee joint position sensation. Sports and Technology Academy. (5): 63-73. (In Persian)
33. Khalkhali, M, Ghasemi, M, Talebian, Z, Abouei, M. (2004). Investigating the effect of open, closed, and equilibrium motor movement on knee joint sensory error in healthy young women. Researcher. 28(2): 115-9. (In Persian)
34. Aghapour, E., Kamali, F., &Sinaei, E. (2017). Effects of Kinesio Taping® on knee function and pain in athletes with patellofemoral pain syndrome. Journal of Bodywork and Movement Therapies. 21(4):835-9.
35. Wulf, G., Dufek, J.S., Lozano, L., Pettigrew, C. (2010). Increased jump height and reduced EMG activity with an external focus. Human Movement Science. 29(3): 440-8.
36. Ebrahimi Takamejani, E., Shademan, A., Shaterzadeh, M.J, Keyhani, M. (2003). Comparative Analysis of 5 Different Functional Tests in ACL Deficient and Healthy Subjects. Razi Journal of Medical Sciences. 9(32): 643- 8. (In Persian)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.1.2]