# مقایسهٔ تأثیر تمرین‌های ترکیبی قدرتی و بازخوردی بر متغیرهای کینتیکی و عملکردی ورزشکاران دارای الگوی فعالیت پلیومتریک

پریسا ذالبیک[۱]، امیر لطافت‌کار*[۲]، شبنم رضوان نوبهار[۳]

۱. کارشناس‌ارشد آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکدهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی
۲. استادیار گروه آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکدهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی
۳. مربی تربیت‌بدنی، دانشکدهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۱۰/۲۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۶/۲۳ شماره صفحات: **۸۱ تا ۹۵**

## چکیده

دستورالعمل‌های بازخوردی روشی تأییدشده برای تغییر الگوهای حرکتی به‌شمار می‌روند. با بررسی‌های انجام‌شده، تحقیقی در زمینهٔ ترکیب تمرین‌های قدرتی با دستورالعمل‌های بازخوردی برای تغییر بیومکانیک اندام تحتانی مشاهده نشد. هدف تحقیق حاضر، مقایسهٔ تأثیر تمرین‌های قدرتی با راهبردهای کانون توجه بیرونی و درونی بر متغیرهای کینتیکی و عملکردی ورزشکاران با الگوی فعالیت پلیومتریک بود. ۳۶ ورزشکار داوطلب زن (هندبال، بسکتبال و والیبال) با میانگین سن ۲۲/۳±۲/۲۷ سال انتخاب شدند و به‌صورت تصادفی در سه گروه مساوی تمرین قدرتی، تمرین قدرتی با تمرکز درونی، و بیرونی تقسیم شدند. قبل و پس از هشت‌هفته تمرین، متغیرهای کینتیکی و عملکردی آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. تأثیر تمرین‌های گروه قدرتی با کانون توجه بیرونی بر متغیرهای بیشینهٔ نیروی عمودی واکنش زمین، بیشینهٔ نیروی خلفی واکنش زمین، زمان رسیدن به پایداری در جهت داخلی-خارجی، نمرهٔ آزمون بازسازی خطای فرود و رکورد پرش لی سه‌گام نسبت به دو گروه دیگر معنی‌دار بود. به‌نظر می‌رسد، برنامه‌های تمرینی که هر دو دسته تمرین قدرتی و روش‌های کانون توجه بیرونی را به کار می‌برند، برای پیش‌گیری از آسیب‌دیدگی لیگامان صلیبی قدامی و افزایش عملکرد قابل استفاده است.

**کلیدواژه‌ها:** لیگامان صلیبی قدامی، سیستم بازسازی خطای فرود، کانون توجه، تمرین قدرتی، پیش‌گیری از آسیب.

## Comparison of combined strength and feedback trainings on kinetic and functional factors in athletes with plyometric pattern

**Zalbeik, P[1]., Letafatkar, A[2]., Rezvan Nobahar, Sh[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. Lecturer, Physical Education, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University, Iran

**Abstract**

Feedback instruction is a proven modality for the alteration of motion patterns. There are no existing data on the contribution of strength training, when combined with feedback instruction, to the altering of lower extremity biomechanics. Thus the purpose of the current study was comparison of strength training program with external and internal focus of attention strategies on kinetic and functional factors in athletes with plyometric pattern. 36 athlete females (handball, Basketball and vollyball) voluntarily with avarage age 22.3±2.27 years were randomly assigned to strength training with external focus, strength training with internal focus and strength training groups. Participants completed these training for 8 weeks. Kinetic factors were measured using force plate during landing, as well as functional movement and movement pattern respectively were measured by single leg triple hop test (SLTH) and landing error scoring system. One-way analysis of variance (ANOVA) showed that the effect of strength training with external focus group training significantly was better than two others groups in Peak vertical ground reaction (p=0.039), posterior ground reaction force (p=0.046), mediolateral time to stability (p=0.032), single leg triple hop test (p=0.041) and landing error scoring system scores (p=0.030). But there was no significant between-group difference in anteroposterior time to stability (p=0.312). Subjects in strength training with external focus group showed significantly within-group changes in all variables except anteroposterior time to stability from posttest to pretest. Programs that include both strength training and movement education through external focus of attention may be necessary in order to prevent ACL injuries and increase athletic performance.

**Keywords:** Anterior Cruciate Ligament, Landing Error Scoring System, Focus of Attention, Strength Training, Injury Prevention.

*. letafatkaramir@yahoo.com



[ Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2024-04-26 ]
[ DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.19.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jsmt.18.19.81 ]

**مقدمه**

آسیب‌دیدگی رباط صلیبی قدامی زانو[1] (ACL) یکی از شایع‌ترین آسیب‌ها به اندام تحتانی در میان ورزشکاران جوان و فعال (سالیانه بین ۸۰ هزار تا ۲۵۰ هزار آسیب فقط در ایالات متحدهٔ آمریکا) به‌شمار می‌رود (۲، ۱) و نزدیک به ۸۰ درصد موارد نیز به‌صورت غیر برخوردی و اغلب در فرود از تکلیف پرش رخ می‌دهد (۳). مطالعات نشان داده‌اند که زنان به‌دلیل تفاوت‌های جنسیتی با مردان، به‌ویژه در ورزش‌هایی مثل بسکتبال، والیبال و هندبال تیمی (که در آن از الگوی فعالیت پلیومتریک استفاده می‌شود) بیشتر دچار آسیب غیربرخوردی ACL می‌شوند (۷-۴). آسیب‌های غیر برخوردی ACL معمولاً حین کاهش شتاب، پرش- فرود، یا هنگام چرخش و آماده‌شدن برای انجام پرش‌های نمایشی رخ می‌دهد. الگوی حرکتی رایج حین آسیب ACL شامل کاهش زوایای فلکشن زانو، ران و تنه به‌همراه افزایش زانوی ضرب‌دری پویا و چرخش داخلی درشت‌نی است (۸). مطالعات پیشین نشان داده‌اند که بیومکانیک اندام تحتانی از طریق مداخلات مناسب تغییر می‌کند (۹،۱۰)، و نتایج مثبت برنامه‌های ترکیبی تمرینات پلیومتریک، تعادل و قدرتی در کاهش وقوع آسیب ACL در زنان ورزشکار گزارش شده است (۱۳-۱۱). مربیان با به‌کارگیری راهبردهای آموزشی بازخوردی در طول جلسه‌های تمرین سعی در جهت‌بخشیدن به کانون توجه ورزشکاران دارند. این جهت‌دهی ممکن است به‌صورت کانون توجه درونی یا بیرونی باشد. بر طبق دیدگاه ولف، کانون توجه بیرونی توجه فرد را به سوی اثر حرکت یا نتیجهٔ حرکت هدایت می‌کند، ولی کانون توجه درونی توجه فرد را به خود حرکات بدن معطوف می‌کند (۱۴). فواید کانون توجه بیرونی، نه‌تنها در مقایسه با کانون توجه درونی، بلکه در مقایسه با وضعیت کنترل، بدون دستورالعمل‌های توجهی خاص نشان داده شده است.

ولف و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهشی، با به‌کارگیری کانون توجه بیرونی، شاهد افزایش ارتفاع پرش و کاهش فعالیت الکترومایوگرافی عضلات بوده‌اند. نتایج نشان داد که هماهنگی‌های عصبی- عضلانی با کانون توجه بیرونی تقویت می‌شود، به‌طوری‌که کانون توجه بیرونی تولید الگوهای حرکتی کافی و مؤثر را تسهیل می‌کند (۱۴). تصویربرداری عصبی نشان می‌دهد قشر پیش‌حرکتی، حتی موقعی که هیچ حرکتی در حال اجرا نیست، فعال است. وظیفهٔ قشر پیش‌حرکتی آماده‌سازی و اجرای حرکات و توجه هشیارانه به حرکات آموخته‌شده است (۱۵). در توجه درونی، توجه به حرکات آموخته‌شده می‌تواند منابع مغز را برای کنترل حرکات کاهش دهد، به‌طوری‌که فرآیندهای پردازش بیشتری درگیر می‌شود و نیازهای توجهی افزایش پیدا می‌کند. اما، زمانی که یک مهارت با تمرکز بیرونی یاد گرفته شد، فرآیندهای کنترل خودکار تسهیل می‌شود و خودسازمان‌دهی دستگاه‌های مختلف توسط فرآیندهای کنترل هوشیارانه محدود نمی‌شود و نیاز فرد به درگیری مراکز مهم‌تر عصبی برای ادارهٔ اندام کاهش می‌یابد. در نتیجه، منابع زیادی در دسترس هستند تا به بقیهٔ عوامل بازی توجه کنند (برای مثال ورزشکاران دیگر، وضعیت زمین بازی، و یا وضعیت توپ) (۱۶)، به‌طوری‌که مورنل و ولف (۲۰۱۹) در تحقیقی نشان دادند که سازگاری با راهبرد کانون توجه بیرونی می‌تواند عملکرد موسیقی را بهبود بخشد. نتایج

1 . Anterior cruciate ligament



[ Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2024-04-26 ]
[ DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.19.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jsmt.18.19.81 ]

تحقیق نشان داد که تمرین با توجه بیرونی، می‌تواند توانایی نوازندگان را در حفظ کانون توجه بر تأثیر حرکاتشان، هنگامی که روی صحنه هستند، به‌خوبی تسهیل کند (۱۷). بنجامینز (۲۰۱۸) نیز گزارش کرد دستورالعمل‌های ویدئویی و کانون توجه بیرونی یادگیری حرکتی را بهبود می‌دهد و انتقال مهارت‌های حرکتی به ورزش را بهبود می‌بخشد (۱۸).

دالینگا (۲۰۱۶) نشان داد بازخورد ویدئویی در اصلاح راهبردهای فرود به‌صورت مطلوب در مردان تأثیرگذار است، درحالی‌که زنان به بازخورد کلامی برای سودبردن از نتیجهٔ ویدئویی نیاز داشتند (۱۹). هرمن (۲۰۰۹) تحقیقی با عنوان «تأثیر تمرینات بازخورد ویدئویی به‌تنهایی و در ترکیب با تمرینات قدرتی بر بیومکانیک اندام تحتانی در تکلیف پرش» انجام دادند و مدعی شدند که زاویهٔ فلکشن زانو در گروه تمرین بازخوردی افزایش یافت، ولی در گروه تمرین ترکیبی تغییر معنی‌دار نبود. همچنین، نیروی خلفی واکنش زمین در گروه تمرین ترکیبی کاهش نشان داد، ولی در گروه تمرین بازخوردی افزایش یافت (۲۰). بنجامینز (۲۰۱۵) در مقاله‌ای مروری به تأثیر دستورالعمل‌های بازخوردی با به‌کارگیری کانون توجه درونی و بیرونی در تحقیقات گذشته پرداخت. او گزارش کرد که با توجه به نتایج مفید مطالعات، هنگام استفاده از تکنیک‌های بازخوردی با کانون بیرونی توجه، پیشنهاد می‌شود در برنامه‌های پیش‌گیری از آسیب‌دیدگی لیگامان ACL از راهبردهای تمرینی بازخوردی استفاده شود (۲۱). مداخله‌های تمرینی، با تمرکز بر تأثیر راهبرد یادگیری حرکتی جهت اصلاح مکانیک پرش–فرود، توانایی بهبود مؤلفه‌های کینتیکی و کینماتیکی در اندام تحتانی و پیش‌گیری از آسیب‌های این ناحیه را نشان داده‌اند. تمرینات قدرتی، اگرچه در تغییر مکانیک فرود به‌منزلهٔ تمرین تک‌مداخله‌ای تأثیر کافی نداشته‌اند، ولی تاکنون از تمرین قدرتی در چندین برنامهٔ موفق در پیش‌گیری از آسیب‌دیدگی لیگامان ACL استفاده شده است. به‌نظر می‌رسد تمرین‌های قدرتی به‌تنهایی در جلوگیری از آسیب‌دیدگی لیگامان ACL ممکن است مناسب نباشد. مطالعات پیشین اشاره دارند که روش‌های تمرینی دیگری در کنار تمرین‌های قدرتی لازم هستند تا نتایج بهینه‌ای در برنامه‌های پیش‌گیری از آسیب‌دیدگی ACL حاصل شود (۲۲). با مرور پیشینهٔ تحقیق، مطالعه‌ای مشاهده نشد که تأثیر دستورالعمل‌های بازخوردی در زمینهٔ مکانیک پرش–فرود و هم‌زمان تقویت تأثیر یک برنامه تمرینی قدرتی بر تکنیک پرش فرود را بررسی کرده باشد؛ بنابراین، هدف از تحقیق حاضر، مقایسهٔ تاثیر تمرینات قدرتی در ترکیب با راهبردهای کانون توجه بیرونی و درونی بر متغیرهای کینتیکی و عملکردی ورزشکاران دارای الگوی فعالیت پلیومتریک است.

## روش‌شناسی

با توجه به انتخاب هدفمند آزمودنی‌ها، وجود گروه کنترل و اعمال مداخله، روش تحقیق حاضر از نوع نیمه‌آزمایشی است. جامعهٔ آماری این تحقیق زنان ورزشکار دانشگاهی (طبق تعریف کالج آمریکایی پزشکی ورزشی) دارای الگوی حرکت پلیومتریک بودند که ۲۰ تا ۲۵ سال داشتند. برای برآورد حجم نمونهٔ تحقیق، بر اساس برنامهٔ جی پاور، با اندازهٔ اثر ۰/۵ (اندازهٔ اثر متوسط) و تعداد گروه برابر با ۳ و توان آماری ۰/۸انتخاب صورت گرفت و به منظور استفاده از روش آماری تحلیل واریانس مرکب، تعداد ۳۶ نفر آزمودنی برآورد شد.



[ Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2024-04-26 ]
[ DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.19.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jsmt.18.19.81 ]

بعد از انتخاب آزمودنی‌ها، فرم رضایت‌نامهٔ کتبی شرکت در تحقیق در اختیار افراد قرار داده شد و دربارهٔ هدف تحقیق و روند اجرایی آن برای آزمودنی‌ها توضیح داده شد و در نهایت افرادی که مایل به شرکت در تحقیق بودند، با تکمیل مشخصات و امضای فرم رضایت‌نامهٔ کتبی، در جایگاه آزمودنی حاضر شدند. افراد به‌صورت تصادفی در سه گروه تمرینات قدرتی با کانون توجه بیرونی (۱۲ نفر)، تمرینات قدرتی با کانون توجه درونی (۱۲نفر) و تمرینات قدرتی (۱۲ نفر) تقسیم‌بندی شدند. سپس، جهت ارزیابی بیشینهٔ نیروهای واکنش زمین در جهت عمودی و خلفی، زمان رسیدن به پایداری در جهات داخلی-خارجی و قدامی-خلفی، نمرهٔ آزمون سیستم امتیازدهی خطای فرود[1] و پرش لی سه‌گام[2] بررسی شد و پس از اتمام اندازه‌گیری‌های پیش‌آزمون، همهٔ گروه‌ها به‌مدت هشت‌هفته تحت تمرینات لازم قرار گرفتند. و در نهایت، ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسهٔ تمرین، پس‌آزمون مشابه با پیش‌آزمون به‌عمل آمد و اطلاعات تجزیه و تحلیل شد. گفتنی است که طرح تحقیق حاضر در گروه بیومکانیک و آسیب‌شناسی ورزشی دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی بررسی و تأیید شد.

**ارزیابی با دستگاه صفحهٔ نیرو:** از صفحهٔ نیرو (AMTI Model ACCGAIT32) ساخت کشور آمریکا با دامنهٔ اندازه‌گیری برای مؤلفه‌های برشی ۲/۵- تا ۲/۵ کیلو نیوتن و برای مؤلفهٔ عمودی ۵ کیلو نیوتن، فرکانس طبیعی برای مؤلفه‌های برشی ۴۰۰ و برای مؤلفهٔ عمودی ۲۰۰ هرتز، بیشینهٔ خطای مرکز فشار ۲ میلی‌متر جهت اندازه‌گیری حداکثر نیروهای واکنش زمین در جهت عمودی و خلفی استفاده شد. فرکانس صفحهٔ نیرو در سرعت نمونه‌برداری ۱۰۰۰ هرتز تنظیم شده بود. آزمودنی‌ها با ۱۰ دقیقه گرم‌کردن استاندارد، که شامل دویدن و تکالیف پرش بود، با محیط آزمایشگاه آشنا شدند. طریقهٔ فرود صحیح به آزمودنی‌ها آموزش داده شد. سپس، آزمودنی‌ها تکلیف فرود را از جعبه‌ای به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر بر روی صفحهٔ نیرو انجام دادند، به‌طوری‌که هنگام فرود تعادل خود را به‌مدت ۱۰ ثانیه حفظ کنند (۲۳).

**آزمون سیستم امتیازدهی خطای فرود (LESS):** در اجرای آزمون LESS آزمودنی روی جعبهٔ ۳۰ سانتی‌متری می‌ایستد و خط هدف در فاصلهٔ نصف قد فرد روی سطح کشیده می‌شود و آموزش داده می‌شود تا پرش رو به جلو از روی جعبه و فرود هم‌زمان با هر دو پا روی سطح و در جلوی خط مشخص‌شده انجام شود و بلافاصله حداکثر پرش ارتفاع عمودی صورت گیرد. آزمودنی نباید بین فرود روی سطح زمین و شروع به پرش عمودی مکث کند. پس از نمایش نحوهٔ آزمون توسط آزمونگر، معمولاً دو یا سه‌بار فرصت تمرین به آزمودنی داده می‌شود. آزمودنی هیچ دستورالعملی از آزمونگر دربارهٔ مکانیک فرود مناسب دریافت نمی‌کند. در کل، آزمودنی چهار کوشش انجام می‌دهد و آزمونگر از نمای جلو و نمای جانبی آن‌را مشاهده و ارزیابی می‌کند. در طی کوشش اول و دوم، آزمونگر از نمای جلو و در طی کوشش سوم و چهارم آن‌را از نمای جانبی مشاهده و ارزیابی می‌کند. نحوهٔ امتیازدهی آزمون LESS ارائه شده است. آزمونگر باید هر دو اندام تحتانی را بررسی کند و اگر یکی از اندام تحتانی خطایی (مثالاً چرخش خارجی پا) نمایش می‌دهد و اندام دیگر نه، آزمونگر در امتیازدهی آن خطا را برای همان بخش خاص محسوب می‌کند. امتیاز نهایی با جمع همهٔ قسمت‌ها تعیین

1 . Landing Error Scoring System (LESS)

2 . Single Leg Triple Hop (SLTH)



[ Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2024-04-26 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.19.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jsmt.18.19.81 ]

می‌شود (۹). این سیستم دارای قابلیت اجرایی زیاد و ارزیابی بالینی تکنیک‌های خطرزای فرود است که پایایی بین آزمونگر و درون آزمونگر آن به‌ترتیب خوب و عالی گزارش شده است (۱۰). همچنین، قابلیت پیش‌بینی در شناسایی افراد با خطر زیاد آسیب‌دیدگی را دارد (۲۴).

**آزمون عملکردی پرش لی سه‌گام:** قبل از اجرای آزمون، افراد ۵دقیقه گرم‌کردن زیربیشینه و حرکات کششی را انجام دادند. افراد ابتدا سه‌بار این آزمون را برای آشنایی انجام می‌دهند و پس از کمی استراحت، آزمون عملکردی لی سه‌گام را روی نواری به طول شش‌متر اجرا می‌کنند. پس از انجام سه پرش متوالی، حداکثر مقدار پرش با متر نواری اندازه‌گیری شد و به‌منزلهٔ نمرهٔ آزمودنی‌ها ثبت شد (۲۵).

**پروتکل تمرین بازخوردی:** تمرینات بازخوردی شامل هشت نوع تمرین: اسکات دوپا،[1] اسکات تک‌پا،[2] راه‌رفتن به‌صورت لانچ،[3] پرش فرود دوپا،[4] ایستادن تک‌پا روی صفحهٔ ناپایدار،[5] مانور پابکس برشی،[6] لی تک‌پای مسافتی،[7] و پرش کانتر موومنت[8] است که در حین تمرین‌ها، دستورالعمل‌های بازخوردی به‌صورت کلامی و بصری با استفاده از راهبردهای یادگیری توجه بیرونی و درونی بر آزمودنی‌ها اعمال شد و حرکات آنها را در حین تمرین تحت تأثیر قرار داد. دو گروه تجربی (کانون توجه درونی+ قدرتی و کانون توجه بیرونی+ قدرتی) برنامهٔ تمرین بازخوردی را به‌مدت هشت‌هفته و سه‌بار در هفته به‌صورت یک‌روز در میان انجام دادند. مدت تمرین در هر جلسه حدود ۳۰ دقیقه طول می‌کشید. معمولاً هر تمرین دو نوبت و هر نوبت ۳۰ ثانیه تا یک دقیقه انجام می‌شد. هفتهٔ اول و دوم شامل تمرین‌های: اسکات دوپا، اسکات تک‌پا و راه‌رفتن به‌صورت لانچ بود. هفتهٔ سوم تا پنجم شامل تمرین‌های: راه‌رفتن به‌صورت لانچ، پرش فرود دوپا، ایستادن تک‌پا روی صفحهٔ ناپایدار و مانور پابکس برشی بود، و نهایتاً هفتهٔ ششم تا هشتم شامل تمرین‌های: ایستادن تک‌پا روی صفحهٔ ناپایدار، مانور پابکس برشی، لی تک‌پای مسافتی و پرش کانتر موومنت بود (۱۶).

1. Double-Leg Squat
2 . Single-Leg Squat
3 . (Walking) Lunges
4 . Double-Leg Drop Jump
5 . Single-Leg Stance on Unstable Platform
6 . Sidestep Cutting Maneuver
7 . Single-Leg Hop for Distance
8 . Countermovement Jump



[ Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2024-04-26 ]
[ DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.19.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jsmt.18.19.81 ]

جدول ۱. دستورالعمل‌های بازخوردی با تمرکز توجه بیرونی و درونی

| نوع تمرین | دستورالعمل با کانون توجه درونی(۱۶) | دستورالعمل با کانون توجه بیرونی(۱۶) |
|---|---|---|
| اسکات دوپا | زانوهای خود را خم کنید، درحالی‌که زانوهایتان را بالای پاهایتان نگه داشته‌اید | نزدیک‌کردن دست‌ها و زانوها به‌سمت مخروط، وانمودکردن حفظ توپ در بین زانوها و نشستن روی صندلی |
| انجام حرکت لانج | خم‌کردن ران‌ها و زانوها تا وقتی که پای جلویی ۹۰ درجه خم شود، حفظ‌کردن زانوی پای جلویی بر بالای پای خود و جلوگیری از پیچش درونی این پا | تصور یک الوار بر پشت خود و تمرکز روی مخروط و نزدیک‌کردن زانو به‌سمت آن |
| اسکوات تک‌پا | ایستادن روی یک‌پا و خم‌کردن زانو درحالی‌که زانو بالای پا حفظ شود | ایستادن روی یک‌پا و خم‌کردن پا به‌آرامی در راستای مخروط |
| پرش فرود دوپا | فرود از ارتفاع ۳۰ سانتی‌متری با پاهای به‌اندازهٔ عرض شانه و خم‌کردن زانوها درحالی‌که زانوها بالای انگشتان حفظ شوند | فرود از ارتفاع ۳۰ سانتی‌متری روی نشانه‌ها و قراردادن انگشتان و پاها در راستای مخروط |
| ایستادن تک‌پا روی صفحهٔ ناپایدار | حفظ تعادل با ثابت‌کردن بدن | نگه‌داشتن میله به‌صورت افقی |
| مانور پابکس برشی | تنهٔ‌خود را به‌سمت جلو حرکت دهید، زانوهای خود را خم کنید، و زانوی خود را بالای انگشتان نگه دارید. | انجام حرکت روان، تمرکز بر جهت حرکت و قراردادن صورت و انگشتان در آن جهت |
| لی تک‌پا مسافتی | تا آنجا که می‌توانی بپر، در طول پریدن بر بازکردن زانوها با سرعت هرچه تمام تمرکز کن | تا آنجا که می‌توانی بپر. در طول پرش بر پریدن تا نزدیکی مخروط در حد امکان تمرکز کن |
| پرش کانتر موومنت | هرچه می‌توانید بالاتر پرش کنید، درحالی‌که بر نوک انگشتان خود تمرکز کرده‌اید تا حدامکان به ارتفاع بیشتری در پرش برسید. | انجام پرش و تا حد امکان لمس توپ آویزان |

**پروتکل تمرین قدرتی:** در برنامهٔ تمرین قدرتی از تراباندهای مقاومتی جهت تمرین آزمودنی‌ها استفاده شد. تمرینات قدرتی چهار نوع تمرین با تراباندهای مقاومتی را در بر می‌گیرد که شامل تقویت گروه‌های عضلانی چهارسر ران، همسترینگ، سرینی میانی و سرینی بزرگ است که به‌ترتیب در حرکات اکستنشن زانو، فلکشن زانو، ابداکشن ران و اکستنشن ران صورت گرفت. هر تمرین در سه نوبت و هر نوبت ۸ تا ۱۲ تکرار، سه‌روز در هفته و به‌مدت هشت‌هفته انجام شد. مدت زمان و حجم تمرینات قدرتی برپایهٔ مطالعات پیشین قدرتی، که افزایش قدرت معنادار را گزارش کرده بودند، انتخاب شد. به آزمودنی‌ها اجازه داده می‌شد گرم‌کردن را با استفاده از یک‌سری حرکات گرم‌کردن داینامیک جهت شروع تمرینات قدرتی انجام دهند. در ابتدای جلسهٔ اول، از تمام آزمودنی‌ها، آزمون حداکثر انقباض ایزومتریک ارادی (MVIC) در چهار حرکت اکستنشن زانو، فلکشن زانو، ابداکشن ران و اکستنشن ران گرفته شد. سطح مقدماتی شروع تمرینات قدرتی ۶۰ درصد MVIC بود که در جلسهٔ اول MVIC تمام آزمودنی‌ها اندازه‌گیری و ثبت شده بود. از تراباند مقاومتی، که در ۱۰۰ درصد حداکثر طول خود مقاومت ۶۰ درصد نیروی MVIC ازقبل‌ثبت‌شده را در تمرینات ایجاد می‌کرد، به‌منزلهٔ تراباند مقاومتی در شروع تمرینات استفاده می‌شد. میزان مقاومت به‌تناسب تعداد جلسات تمرینی به مقدار ۱۰ درصد افزایش داده می‌شد که این افزایش مقدار با نوع تراباند مقاومتیِ استفاده‌شده در طول جلسات تمرینی کنترل می‌شد (۲۰).



[ Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2024-04-26 ]
[ DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.19.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jsmt.18.19.81 ]

جدول۲. زمان‌بندی تمرینات بازخوردی

| تمرین | اسکات دوپا | انجام حرکت لانج | اسکات تک‌پا | پرش فرود دوپا | ایستادن تک‌پا بر روی صفحهٔ ناپایدار | مانور پابکس برشی | لی تک‌پا مسافتی | پرش کانتر موومنت |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تکرار | نوبت/زمان | نوبت/زمان | نوبت/زمان | نوبت/زمان | نوبت/زمان | نوبت/زمان | نوبت/زمان | نوبت/زمان |
| هفتهٔ اول | ۲ نوبت/هر نوبت ۳۰ثانیه تا ۱ دقیقه | ۲ نوبت/هر نوبت ۳۰ثانیه تا ۱ دقیقه | ۱ نوبت/هر نوبت ۳۰ثانیه تا ۱ دقیقه | – | – | – | – | – |
| هفتهٔ دوم | ۳ نوبت/هر نوبت ۳۰ثانیه تا ۱ دقیقه | ۳ نوبت/هر نوبت ۳۰ثانیه تا ۱ دقیقه | ۲ نوبت/هر نوبت ۳۰ثانیه تا ۱ دقیقه | – | – | – | – | – |
| هفتهٔ سوم | – | – | ۲ نوبت/هر نوبت ۳۰ثانیه تا ۱ دقیقه | ۲ نوبت/هر نوبت ۳۰ثانیه تا ۱ دقیقه | ۱ نوبت/هر نوبت ۳۰ثانیه تا ۱ دقیقه | ۱ نوبت/هر نوبت ۳۰ثانیه تا ۱ دقیقه | – | – |
| هفتهٔ چهارم | – | – | ۳ نوبت/هر نوبت ۳۰ثانیه تا ۱ دقیقه | ۲ نوبت/هر نوبت ۳۰ثانیه تا ۱ دقیقه | ۲ نوبت/هر نوبت ۳۰ثانیه تا ۱ دقیقه | ۲ نوبت/هر نوبت ۳۰ثانیه تا ۱ دقیقه | – | – |
| هفتهٔ پنجم | – | – | ۳ نوبت/هر نوبت ۳۰ثانیه تا ۱ دقیقه | ۳ نوبت/هر نوبت ۳۰ثانیه تا ۱ دقیقه | ۲ نوبت/هر نوبت ۳۰ثانیه تا ۱ دقیقه | ۲ نوبت/هر نوبت ۳۰ثانیه تا ۱ دقیقه | – | – |
| هفتهٔ ششم | – | – | – | – | ۳ نوبت/هر نوبت ۳۰ثانیه تا ۱ دقیقه | ۳ نوبت/هر نوبت ۳۰ثانیه تا ۱ دقیقه | ۲ نوبت/هر نوبت ۳۰ثانیه تا ۱ دقیقه | ۲ نوبت/هر نوبت ۳۰ثانیه تا ۱ دقیقه |
| هفتهٔ هفتم | – | – | – | – | ۳ نوبت/هر نوبت ۳۰ثانیه تا ۱ دقیقه | ۳ نوبت/هر نوبت ۳۰ثانیه تا ۱ دقیقه | ۲ نوبت/هر نوبت ۳۰ثانیه تا ۱ دقیقه | ۲ نوبت/هر نوبت ۳۰ثانیه تا ۱ دقیقه |
| هفتهٔ هشتم | – | – | – | – | ۳ نوبت/هر نوبت ۳۰ثانیه تا ۱ دقیقه | ۳ نوبت/هر نوبت ۳۰ثانیه تا ۱ دقیقه | ۳ نوبت/هر نوبت ۳۰ثانیه تا ۱ دقیقه | ۳ نوبت/هر نوبت ۳۰ثانیه تا ۱ دقیقه |



[ Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2024-04-26 ]
[ DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.19.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jsmt.18.19.81 ]

روش تجزیه و تحلیل اطلاعات دستگاه صفحهٔ نیرو به این صورت بود که برای کاهش اختلال اطلاعات از فیلتر دیجیتال پایین‌گذر Butterworth درجهٔ ۴ با فرکانس برش ۵۰ استفاده شد. با استفاده از اطلاعات صفحهٔ نیرو، مؤلفه‌های بیشینهٔ نیروی واکنش زمین در جهت عمودی و خلفی با تقسیم بر وزن آزمودنی‌ها، هنجار شد و به‌صورت مضربی از وزن بدن بیان شد. داده‌های سه فرود موفق برای هر آزمودنی ثبت و ذخیره شد. بعد از تجزیه و تحلیل داده‌ها به‌وسیلهٔ نرم‌افزار مهندسی متلب (Matlab R2013b)، برای هر سه کوشش، برای هر آزمودنی، میانگین حداکثر زاویهٔ فلکشن زانو در صفحهٔ ساجیتال و میانگین بیشینهٔ نیروی واکنش زمین در جهت عمودی و خلفی حساب شد و نمرهٔ آزمودنی در نظر گرفته شد. از آزمون آماری شاپیروویلک برای بررسی طبیعی‌بودن داده‌ها استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات، از آمار توصیفی میانگین، انحراف استاندارد و آزمون استنباطی تحلیل واریانس مرکب و آزمون تی زوجی (Paierd t test) استفاده شد.

## یافته‌ها

مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها در جدول ۳ آمده است. تفاوت آماری معناداری بین گروه‌ها در شاخص‌های سن، قد، وزن و سابقهٔ ورزشی مشاهده نشد.

جدول ۳. مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها

| متغیرها | گروه تمرین قدرتی | گروه تمرین قدرتی با توجه درونی | گروه تمرین قدرتی با توجه بیرونی | معناداری |
|---|---|---|---|---|
| سن (سال) | ۲۳/۰۴±۱/۰۵ | ۲۲/۰۸±۱/۰۷ | ۲۲/۰۲±۱/۰۹ | ۰/۷۹۵ |
| قد (سانتی‌متر) | ۱۷۴/۷۵±۴/۶۵ | ۱۷۲/۸۳±۴/۲۱ | ۱۷۰/۷۵±۳/۹۵ | ۰/۶۵۸ |
| وزن (کیلوگرم) | ۷۲/۹۲±۷/۷۴ | ۷۰/۰۸±۶/۳۷ | ۶۹/۹۲±۵/۷۴ | ۰/۶۰۲ |
| سابقهٔ ورزشی (سال) | ۵/۰۲±۲/۰۵ | ۴/۱۱±۲/۰۱ | ۴/۰۲±۲/۰۷ | ۰/۴۳۵ |

میانگین و انحراف معیار و نتایج مقایسهٔ درون‌گروهی و بین‌گروهی متغیرهای تحقیق در جدول چهار به‌صورت مجزا در پیش‌آزمون و پس‌آزمون گزارش شده است. همان‌گونه که مشاهده می شود، مقادیر به‌دست‌آمده از سه گروه تحقیق در مرحلهٔ پیش‌آزمون، تفاوت معنی‌داری در متغیرهای وابستهٔ بیشینهٔ نیروهای عمودی و خلفی واکنش زمین، زمان رسیدن به پایداری در دو جهت قدامی- خلفی و داخلی- خارجی و نمرات LESS و پرش لی سه گام نشان نداد.



[ Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2024-04-26 ]
[ DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.19.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jsmt.18.19.81 ]

جدول ۴. تغییرات بین‌گروهی و درون‌گروهی بیشینهٔ نیروهای واکنش زمین، زمان رسیدن به پایداری، نمرات LESS و پرش لی سه‌گام

| متغیرها | گروه‌ها | پیش‌آزمون | پس‌آزمون | تفاوت درون-گروهی | تعامل (زمان × گروه) | | تفاوت بین‌گروهی | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | پیش‌آزمون | | پس‌آزمون | |
| | | | | P | F | P | F | P | F | P |
| بیشینهٔ نیروی عمودی | ۱ | ۱۹۸۷±۳۲۸/۱۷ | ۲۰۰۸±۲۹۱/۱۳ | ۰/۷۵۱ | ۶۶/۳۲ | ۰/۰۰ | ۱/۲۱ | ۰/۶۳۵ | ۲۲/۰۱ | ۰/۰۳۹* ۰/۰۰۹£ ۰/۰۱۱ α |
| | ۲ | ۲۰۱۲±۲۹۸/۸۴ | ۱۸۴۸±۲۷۶/۱۹ | ۰/۰۸۷ | | | | | | |
| | ۳ | ۱۹۵۰±۳۲۶/۷۹ | ۱۶۵۸±۳۰۲/۴۴ | ۰/۰۲۸ ۸ | | | | | | |
| بیشینهٔ نیروی خلفی | ۱ | −۲۸۸±۵۸/۳۷ | −۲۷۴±۶۲/۱۴ | ۰/۶۵۸ | ۱۰۵/۲۵ | ۰/۰۰ | ۱/۸۸ | ۰/۳۸۴ | ۱۴/۸۲ | ۰/۰۴۶* ۰/۰۳۴£ |
| | ۲ | −۲۷۸±۶۱/۸۱ | −۲۲۵±۴۴/۷۸ | ۰/۱۰۱ | | | | | | |
| | ۳ | −۲۹۶±۵۵/۳۹ | −۱۷۸±۳۵/۸۸ | ۰/۰۴۱ ۸ | | | | | | |
| TTS در جهت قدامی-خلفی | ۱ | ۳/۸۹۱±۰/۶۲۱ | ۳/۷۴۱±۰/۶۳۸ | ۰/۹۰۱ | ۲/۳۴ | ۰/۱۰۸ | ۱/۱۰ | ۰/۵۲۱ | ۱/۷۷ | ۰/۳۱۲ |
| | ۲ | ۳/۶۹۱±۰/۵۴۳ | ۳/۵۰۲±۰/۶۰۸ | ۰/۸۴۰ | | | | | | |
| | ۳ | ۳/۷۲۲±۰/۶۴۲ | ۳/۴۹۸±۰/۵۷۱ | ۰/۵۸۸ | | | | | | |
| TTS در جهت داخلی-خارجی | ۱ | ۴/۲۱۹±۰/۵۷۴ | ۴/۱۰۱±۰/۵۶۸ | ۰/۵۳۱ | ۵۶/۴۱ | ۰/۰۰۱ | ۰/۹۵ | ۰/۸۹۲ | ۳۱/۱۸ | ۰/۰۳۲* ۰/۰۰۰£ ۰/۰۰۶ α |
| | ۲ | ۴/۰۵۲±۰/۵۷۸ | ۳/۷۵۴±۰/۵۵۴ | ۰/۰۶۶ | | | | | | |
| | ۳ | ۴/۰۱۲±۰/۶۲۸ | ۲/۸۶۱±۰/۵۲۱ | ۰/۰۰۰ ۸ | | | | | | |
| آزمون LESS | ۱ | ۳/۳۲±۰/۷۶ | ۳/۱۶±۰/۲۲ | ۰/۷۱۲ | ۱۱۶/۶۲ | ۰/۰۰ | ۱/۰۳ | ۰/۷۲۵ | ۳۷/۵۴ | ۰/۰۳۰* ۰/۰۰۰£ ۰/۰۰۸ α |
| | ۲ | ۳/۳۲±۱/۱۲ | ۳/۲۴±۰/۵۷ | ۰/۸۴۲ | | | | | | |
| | ۳ | ۳/۲۲±۰/۹۴ | ۱/۹۰±۰/۶۳ | ۰/۰۰۰ ۸ | | | | | | |
| پرش لی ضربدری تک‌پا | ۱ | ۳۹۴/۵۵±۴۱/۵۰ | ۳۹۷/۳۷±۴۵/۷۴ | ۰/۶۶۲ | ۳۱/۲۵ | ۰/۰۰ | ۱/۷۲ | ۰/۳۴۹ | ۱۲/۱۳ | ۰/۰۴۱* ۰/۰۰۰£ ۰/۰۰۳ α |
| | ۲ | ۳۹۸/۰۷±۴۵/۱۹ | ۴۰۴/۴۲±۴۷/۲۴ | ۰/۴۱۶ | | | | | | |
| | ۳ | ۴۰۸/۴۲±۵۱/۲۸ | ۴۷۱/۳۲±۴۷/۵۲ | ۰/۰۰۱ ۸ | | | | | | |

۱: گروه تمرین قدرتی؛ ۲: گروه تمرین قدرتی+ کانون توجه درونی؛ ۳: گروه تمرین قدرتی+ کانون توجه بیرونی؛ ¥: تفاوت معنادار بین گروه تمرین قدرتی و گروه تمرین قدرتی+ کانون توجه درونی؛ £: تفاوت معنادار بین گروه قدرتی و گروه تمرین قدرتی+ کانون توجه بیرونی؛ α: تفاوت معنادار بین گروه تمرین قدرتی+ کانون توجه درونی و گروه تمرین قدرتی + کانون توجه بیرونی *: تفاوت معنادار بین سه گروه (گروه تمرین قدرتی، گروه تمرین قدرتی+ کانون توجه درونی و گروه تمرین قدرتی+ کانون توجه بیرونی)؛ ۸: تفاوت‌های معنادار از پیش‌آزمون به پس‌آزمون (p≥0.05).

**تفاوت‌های بین‌گروهی و درون‌گروهی در متغیر نیروهای واکنش زمین در دو جهت عمودی و خلفی:** نتایج تحلیل واریانس یک‌راهه، تفاوت معنی‌داری در مقادیر بیشینهٔ نیروی عمودی واکنش زمین بین سه گروه نشان داد: partial η=۰/۴۸۰؛ P≤۰/۰۵، F(۲و۳۳)=۱۹/۴۵۸. آزمون تعقیبی توکی نشان داد تفاوت‌های معنی‌داری بین دو گروه قدرتی و گروه تمرین قدرتی با کانون توجه بیرونی (partial η=۰/۷۳۵؛ P≤۰/۰۵، F(۲و۳۳)=۵۸/۱۴۴)، گروه تمرین قدرتی با کانون توجه درونی، و گروه تمرین قدرتی با کانون توجه بیرونی (partial η=۰/۶۵۳؛ P≤۰/۰۵، F(۲و۳۳)=۶۴/۴۳۲) وجود دارد. همچنین، تفاوت معنی‌داری بین سه گروه در متغیر بیشینهٔ نیروی خلفی واکنش زمین مشاهده شد (partial η=۰/۴۳۱؛ P≤۰/۰۵، F(۲و۳۳)=۱۴/۶۹۷). با استفاده از آزمون تعقیبی، مشخص شد که این تفاوت فقط بین گروه قدرتی و گروه تمرین قدرتی با کانون



[ Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2024-04-26 ]
[ DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.19.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jsmt.18.19.81 ]

توجه بیرونی وجود دارد (partial η=۰/۵۲۴؛ P≤۰/۰۵، F(۲و۳۳)=۲۴/۱۱۸). با توجه به تغییرات مقادیر پیش‌آزمون به پس‌آزمون در هر سه گروه تحت مطالعه، ورزشکاران گروه تمرین قدرتی با کانون توجه بیرونی کاهش معنی‌داری در نیروی عمودی واکنش زمین (P=۰/۰۲۸) و نیروی خلفی واکنش زمین (P=۰/۰۴۱) از مرحلهٔ پیش‌آزمون به پس‌آزمون از خود نشان دادند.

**تفاوت‌های بین‌گروهی و درون‌گروهی در متغیر زمان رسیدن به پایداری در دو جهت داخلی-خارجی و قدامی-خلفی:** نتایج تحلیل واریانس یک‌راهه نشان داد که هیچ تفاوتی بین گروه‌ها در متغیر زمان رسیدن به پایداری در جهت قدامی-خلفی وجود ندارد، ولی تفاوت معنی‌داری بین سه گروه در زمان رسیدن به پایداری در جهت داخلی-خارجی یافت شد (partial η=۰/۵۴۸؛ P≤۰/۰۵، F(۲و۳۳)=۳۶/۲۲۶). نتایج آزمون تعقیبی نشان داد بین دو گروه قدرتی و گروه تمرین قدرتی با کانون توجه بیرونی (partial η=۰/۹۵۷؛ P≤۰/۰۵، F(۲و۳۳)=۲۵۸/۲۳۲)، گروه تمرین قدرتی با کانون توجه درونی و گروه تمرین قدرتی با کانون توجه بیرونی (partial η=۰/۸۸۶؛ P≤۰/۰۵، F(۲و۳۳)=۲۱۶/۴۵۸) تفاوت معنی‌داری وجود دارد. مقادیر زمان رسیدن به پایداری در جهت قدامی-خلفی، در مرحلهٔ پیش‌آزمون به پس‌آزمون، نشان داد که تفاوت معنی‌داری در درون گروه‌ها وجود ندارد، ولی گروه تمرین قدرتی با کانون توجه بیرونی کاهش معناداری در زمان رسیدن به پایداری در جهت داخلی-خارجی از پیش‌آزمون به پس‌آزمون نشان داد (P=۰/۰۴۱).

**تفاوت‌های بین‌گروهی و درون‌گروهی نمرات LESS و پرش لی سه‌گام ضرب‌دری:** در نمره‌های آزمون LESS بین سه گروه تفاوت معنی‌داری یافت شد (partial η=۰/۶۲۱؛ P≤۰/۰۵، F(۲و۳۳)=۶۷/۲۸۸)؛ سپس، با استفاده از آزمون تعقیبی توکی، تفاوت‌های معنی‌داری بین دو گروه قدرتی و گروه تمرین قدرتی با کانون توجه بیرونی (partial η=۰/۹۱۷؛ P≤۰/۰۵، F(۲و۳۳)=۲۰۵/۴۳۲) گروه تمرین قدرتی با کانون توجه درونی، و گروه تمرین قدرتی با کانون توجه بیرونی (partial η=۰/۷۸۹؛ P≤۰/۰۵، F(۲و۳۳)=۱۹۵/۳۳۲) مشاهده شد. همچنین، تفاوت معنی‌داری بین سه گروه در پرش لی ضرب‌دری تک پا (P<۰/۰۵، F(۲و۳۳)=۲۶۱/۳۴۰)، گروه تمرین قدرتی با کانون توجه درونی، و گروه تمرین قدرتی با کانون توجه بیرونی (partial η=۰/۹۰۱؛ P≤۰/۰۵، F(۲و۳۳)=۱۹/۲۵۹) مشاهده شد. نمرات آزمون LESS گروه تمرین قدرتی با کانون توجه بیرونی، کاهش معنی‌داری در مرحلهٔ پیش‌آزمون به پس‌آزمون نشان داد (P=۰/۰۳۰). همچنین، افراد گروه تمرین قدرتی با کانون توجه بیرونی افزایش معنی‌داری در رکورد پرش لی ضرب‌دری تک‌پا از پیش‌آزمون به پس‌آزمون از خود نشان دادند (P=۰/۰۰۱).

## بحث

هدف پژوهش حاضر، مقایسهٔ تأثیر تمرین‌های قدرتی در ترکیب با راهبردهای کانون توجه بیرونی و درونی بر متغیرهای کینتیکی و عملکردی ورزشکاران دارای الگوی فعالیت پلیومتریک بود. نتایج نشان داد بین سه گروه تمرینی، تفاوت معنی‌داری در متغیرهای بیشینهٔ نیروی عمودی واکنش زمین، بیشینهٔ نیروی خلفی واکنش زمین،



[ Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2024-04-26 ]
[ DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.19.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jsmt.18.19.81 ]

زمان رسیدن به پایداری در جهت داخلی–خارجی، نمرات آزمون LESS، و رکورد SLTH تفاوت معنی‌داری وجود داشته است، ولی در زمان رسیدن به پایداری در جهت قدامی–خلفی، تفاوت معناداری بین سه گروه تمرینی مشاهده نشد. همچنین، تفاوت‌های درون‌گروهی با استفاده از آزمون تی زوجی تحت بررسی قرار گرفت و گروه تمرین قدرتی با تمرکز بیرونی بیشترین تغییرات را از مرحلهٔ پیش‌آزمون به پس‌آزمون در همهٔ متغیرها به‌جز متغیر زمان رسیدن به پایداری در جهت قدامی–خلفی از خود نشان دادند. نتایج تحقیق حاضر با نتایج برخی از پژوهش‌ها هم‌سو (۲۹–۱۸،۲۶) و با برخی ناهم‌سو است (۲۰،۳۰). از علت‌های ناهم‌سویی، می‌توان به تفاوت در متغیرهای تمرینی، تعداد آزمودنی‌ها و طراحی پروتکل‌های تمرینی اشاره کرد. بنجامینز (۲۰۱۸) و پوپوویچ (۲۰۱۸) گزارش کردند کانون توجه بیرونی می‌تواند یادگیری حرکتی را به‌طور مؤثری بهبود دهد (۱۸،۲۶). دیستفانو (۲۰۰۹) نشان داد به‌کارگیری برنامهٔ پیش‌گیری از آسیب، به‌منزلهٔ گرم‌کردن در مقایسه با گرم‌کردن استاندارد، می‌تواند نیروی عمودی واکنش زمین را کاهش دهد، اما حفظ برنامهٔ پیش‌گیری از آسیب به‌دلیل فواید مداوم آن به‌احتمال زیاد لازم و ضروری است (۲۴) که با نتایج تحقیق حاضر دربارهٔ بیشینهٔ نیروی عمودی واکنش زمین هم‌سو است. میزنر (۲۰۰۸) نشان داد که کانون توجه درونی در ترکیب با آموزش‌های شنیداری (به‌حداقل‌رساندن صدای حاصل از فرود) به زمان فرود طولانی معنادار و نیروی واکنش کمتر زمین منجر شد که با موضوع نیروی‌های واکنش زمین هم‌سو است (۲۸). اریکسون (۲۰۱۶) گزارش کرد با انجام تمرینات بازخوردی نیروی عمودی واکنش زمین به‌صورت معنی‌داری کاهش یافت (۲۹). هرمن (۲۰۰۹) نشان داد تمرینات بازخوردی با و بدون تمرینات قدرتی بر نیروی خلفی واکنش زمین هیچ تأثیری ندارد (۲۰) که با نتیجهٔ تحقیق حاضر در زمینهٔ نیروی خلفی واکنش زمین ناهم‌سو است. ویسکوی (۲۰۰۸) نیز عدم کاهش نیروی عمودی واکنش زمین را به‌دنبال برنامهٔ پلیومتریکی مشاهده کرد (۳۰).

در این تحقیق، گروه تمرین قدرتی با کانون توجه بیرونی کاهش بیشتری در نیروهای واکنش زمین در مقایسه با دیگر گروه‌ها از خود نشان داد؛ بنابراین، به‌نظر می‌رسد این نتیجه به‌دلیل تأثیر تمرینات با کانون توجه بیرونی بیشتر از تمرین کانون توجه درونی و بدون بازخورد بوده است. مک‌نایر و همکاران به آزمودنی‌ها آموزش دادند تا هنگام شنیدن صدای فرودشان (تمرکز بیرونی) و با استفاده از اطلاعات دریافتی و ارزیابی آنها فرود نرمی از روی جعبه‌ای به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر روی صفحهٔ نیرو داشته باشند. این دستورالعمل‌ها به کاهش معنی‌داری در نیروهای واکنش زمین در مقایسه با گروه کنترل منجر شد (۳۱). نتایج این تحقیق از برخی جهات با نتایج تحقیق حاضر در زمینهٔ نیروهای واکنش زمین در جهات عمودی و خلفی هم‌سو است. تحقیقات اخیر نشان داده‌اند که دستورالعمل‌های بازخوردی با کانون توجه بیرونی، به افزایش زاویهٔ فلکشن زانو به هنگام فرود منتهی می‌شود (۳۲). زاویهٔ فلکشن افزایش‌یافته، به کاهش نیروهای واکنش زمین در جهت عمودی و خلفی می‌انجامد (۳۳). همچنین، نشان داده شده است که افراد با مداخلهٔ تمرینی توجه بیرونی توسط مربیان و تمرین تکنیک‌های فرود بهتر، در مقایسه با حالت قبل تمرینات، کاهش معنی‌داری در نیروی واکنش زمین نشان دادند (۳۴). طبق دیدگاه ولف، دستورالعمل‌های آموزشی با به‌کارگیری کانون توجه بیرونی فرآیند یادگیری افراد را



[ Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2024-04-26 ]
[ DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.19.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jsmt.18.19.81 ]

سرعت می‌بخشد و دست‌یابی به سطح پیشرفته‌ای از عملکرد را تسریع می‌کند (۳۵). فعالیت الکترومایوگرافی عضلات، زمانی که افراد کانون توجه خود را به یک توپ آویزان (توجه بیرونی) معطوف می‌کنند، در مقایسه با حالتی که افراد کانون توجه را بر انگشتان خود (توجه درونی) متمرکز می‌کنند، کمتر است و در موقعیت یکسان، افزایش ارتفاع پرش در افراد با کانون توجه بیرونی مشاهده شده است. در نهایت، کاهش فعالیت الکترومایوگرافی به‌همراه عملکرد مؤثرتر در نتیجهٔ هدایت کانون توجه افراد به‌سمت کانون توجه بیرونی است. مطالعات نتایج متفاوتی از متغیرها نشان داده‌اند، از جمله کاهش صدای حرکات، فعالیت الکترومایوگرافی کمتر، هم‌انقباضی کمتر، نیروی واکنش زمین کمتر، زاویهٔ فلکشن بیشتر بعد از سازگاری با تمرینات بازخوردی با کانون توجه بیرونی (۳۶).

زمان رسیدن به پایداری نشان می‌دهد که چگونه دستگاه عصبی–عضلانی بلافاصله با به‌کارگیری سیستم‌های مکانیکی و حسی جهت یک فرود امن از یک پرش و برگشت به پایداری عمل می‌کند (۳۷). زیچ (۲۰۱۰) طی تحقیقی اعلام کرد سازگاری‌های دستگاه عصبی–عضلانی همچون حس عمقی و فعالیت رفلکس نخاعی، به‌منزلهٔ عامل اصلی در پایداری و کنترل وضعیت بدن نقش دارند که تمرینات ورزشی با به‌کارگیری متغیرهای عصبی–عضلانی و هماهنگی در زمان‌بندی تحریک‌شدن عضلات مختلف، تعادل و پایداری را بهبود می‌دهند (۳۸). بنابراین، بهبود کنترل وضعیت بدن و زمان رسیدن به پایداری در ورزشکاران، ناشی از تمرینات قدرتی با کانون توجه بیرونی، شاید به‌دلیل تحت تأثیر قرارگرفتن مسیرهای آوران–وابران و همچنین گیرنده‌های حسی عضله ناشی از این تمرینات باشد. محققان گزارش کرده‌اند افرادی که زمان بیشتری برای رسیدن به پایداری نیاز دارند، بیشتر در معرض آسیب‌های پرخطر هستند. وبستر (۲۰۱۰) نشان داد زنان با جراحی لیگامان صلیبی قدامی به مدت زمان بیشتری برای رسیدن به پایداری بعد از فرود نیاز داشتند. همچنین، این افراد ضعفی در کنترل وضعیت بدن از خود نشان دادند که با توجه به مشکلی که در کنترل نیروهای واکنش زمین داشتند، همین نتایج قابل پیش‌بینی بود. آنها پیشنهاد کردند که پزشکان ورزشی در برنامه‌های توان‌بخشی در زمینهٔ پایداری بعد از فرود تمرکز ویژه‌ای داشته باشند و زمان رسیدن به پایداری را به‌منزلهٔ عامل خطر آسیب لیگامان صلیبی قدامی در نظر داشته باشند (۳۹).

الگوهای حرکتی در شمار عوامل مهم و اصلاح‌پذیری هستند که می‌توانند خطر آسیب رباط متقاطع قدامی و دیگر آسیب‌های اندام تحتانی را از طریق دگرگون‌ساختن بارها و نیروهای مختلف وارد بر آنها، تحت تأثیر قرار دهند. سیستم امتیازدهی خطای فرود LESS از جمله آزمون‌هایی است که در ارزیابی الگوهای پرش فرود به‌کار رفته است. در سال ۲۰۰۹، نتایج تحقیق پادوا نشان داد که نمرات آزمون LESS از روایی و پایایی بسیار بالایی برخوردار است و می‌توان از این آزمون همچون ابزاری جهت تشخیص الگوهای حرکتی آسیب‌زا در طول تکلیف پرش–فرود استفاده کرد، به‌طوری‌که آزمودنی‌های با نمرات بالا در آزمون LESS (یعنی دارای تکنیک ضعیف پرش فرود) در آزمون‌های آزمایشگاهی توسط سیستم تحلیل حرکت و نیروهای واکنش زمین هم وضعیت خوبی به نمایش نگذاشتند. برعکس، افراد با نمرات پایین در آزمون LESS بالطبع در ارزیابی



[ Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2024-04-26 ]
[ DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.19.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jsmt.18.19.81 ]

متغیرهای کینتیکی و کینماتیکی وضعیت بهتری نشان دادند (۹). نتایج تحقیق ما در زمینهٔ اجرای تکنیک پرش مناسب و کاهش نیروهای واکنش زمین در جهات خلفی و عمودی با تحقیق پادوا و همکاران هم‌سو بود. در مطالعهٔ دیگری، اسمیت (۲۰۱۲) گزارش کرد که آزمون LESS نمی‌تواند آسیب ACL را در ورزشکاران دبیرستانی و دانشگاهی‌شان پیش‌بینی کند (۴۰). برخلاف نتایج تحقیق اسمیت (۲۰۱۲)، پادوا در سال ۲۰۱۵ مجدداً تحقیقی دربارهٔ اینکه نمرات آزمون LESS می‌تواند ابزاری برای شناسایی افراد در معرض خطر آسیب ACL باشد انجام داد. نتایج نشان داد آزمون LESS پتانسیل شناسایی خطر متغیرهای مرتبط با آسیب ACL را داراست (۴۱). نتایج تحقیق ولینگ (۲۰۱۶) نشان داد نمرات آزمون LESS بعد از اعمال کانون توجه بیرونی و بازخورد ویدئویی به‌طور معناداری کاهش یافت. همچنین، تمرینات با کانون توجه بیرونی و بازخورد ویدئویی پتانسیل بالاتری در کاهش خطرهای آسیب مرتبط با ACL داشتند (۴۲). نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق ولینگ و همکاران دربارهٔ کاهش نمرات آزمون LESS همسو بود.

در پژوهش حاضر، انجام تمرینات بازخوردی با هدایت کانون توجه افراد به‌سمت توجه بیرونی باعث افزایش عملکرد حرکتی آزمودنی‌ها شد. بنابراین، زمانی که دستورالعمل آموزشی، توجه اجراکننده را به اندام درگیر در حرکت معطوف کند، فرآیندهای کنترل خودکار تسهیل می‌شود و خودسازمان‌دهی دستگاه‌های مختلف بهبود می‌یابد. در نتیجه، نیاز فرد به درگیری مراکز مهم‌تر عصبی برای کنترل اندام کاهش می‌یابد و به این دلیل اجرای فرد بهبود پیدا می‌کند. به‌عبارت دیگر، در توجه بیرونی نیازهای توجهی کاهش می‌یابد، درحالی‌که در توجه درونی، فرآیندهای پردازش بیشتری درگیر می‌شوند و نیازهای توجهی افزایش پیدا می‌کند (۱۶). طبق شواهد، تمرکز بیرونیِ توجه، تأثیر مثبتی بر عملکرد و راهبردهای یادگیری مهارت‌های مختلف حرکتی دارد (۱۴)، پرش طول دارد (۳۲). با توجه به اینکه در این تحقیق صرفاً از راهبردهای بازخوردی به‌صورت کلامی استفاده شده بود، پیشنهاد می‌شود تحقیقات آینده از بازخورد ویدئویی جهت هدایت کانون توجه افراد در رده‌های سنی مختلف استفاده کنند.

## نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های تحقیق، به‌نظر می‌رسد برنامه‌های تمرینی، شامل هر دو تمرینات قدرتی و تمریناتی که آموزش حرکات را با استفاده از روش‌های کانون توجه بیرونی به‌کار می‌گیرند، جهت افزایش تأثیرگذاری برنامه‌های پیش‌گیری از آسیب لیگامان ACL قابل استفاده باشد. از طرف دیگر، با توجه به اینکه تمرینات به‌کار رفته در تحقیق حاضر نمرات آزمون پرش را بهبود داده است و این آزمون از جمله آزمون‌های ملاک در مراحل مختلف بازگشت به ورزش (Return to sport) محسوب می‌شود، توصیه می‌شود که مربیان و متخصصان آسیب‌شناسی ورزشی از این‌گونه تمرینات در مراحل مرتبط با بازگشت به ورزش استفاده کنند.



[ Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2024-04-26 ]
[ DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.19.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jsmt.18.19.81 ]

## منابع


1. Boden, B.P., Griffin, L.Y., Garrett, W.E.Jr. (2000). Etiology and prevention of noncontact ACL injury. The Physician and Sportsmedicine. 28(4):53-60.
2. Arendt, E.A., Agel, J., Dick, R. (1999). Anterior cruciate ligament injury patterns among collegiate men and women. Journal of Athletic Training. 34(2):86-92.
3. Boden, B.P., Dean, G.S., Feagin, J.A., Garrett, W.E.Jr. (2000). Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. Orthopedics. 23(6):573-8.
4. Ferretti, A., Papandrea, P., Conteduca, F., Mariani, P.P. (1992). Knee ligament injuries in volleyball players. The American Journal of Sports Medicine. 20(2):203-7.
5. Ireland, M.L. (2002). The female ACL: why is it more prone to injury? Orthopedic Clinics of North America. 33(4):637-51.
6. Weinhold, P.S., Stewart, J.D., Liu, H.Y., Lin, C.F., Garrett, W.E., Yu, B. (2007). The influence of gender-specific loading patterns of the stop-jump task on anterior cruciate ligament strain. Injury. 38(8):973-8.
7. Ford, K.R., Myer, G.D., Toms, H.E., Hewett, T.E. (2005). Gender differences in the kinematics of unanticipated cutting in young athletes. Medicine and Science in Sports and Exercise. 37(1):124-9.
8. Shimokochi, Y., Shultz, S.J. (2008). Mechanisms of noncontact anterior cruciate ligament injury. Journal of Athletic Training. 43(4):396-408.
9. Padua, D.A., Marshall, S.W., Boling, M.C., Thigpen, C.A., Garrett, W.E.Jr., Beutler, A.I. (2009). The landing error scoring system (LESS) is a valid and reliable clinical assessment tool of jump-landing biomechanics: the JUMP-ACL study. The American Journal of Sports Medicine. 37(10):1996-2002.
10. Oñate, J.A., Guskiewicz, K.M., Marshall, S.W., Giuliani, C., Yu, B., Garrett, W.E. (2005). Instruction of jump-landing technique using videotape feedback: altering lower extremity motion patterns. The American Journal of Sports Medicine. 33(6):831-42.
11. Hewett, T.E., Stroupe, A.L., Nance, T.A., Noyes, F.R. (1996). Plyometric training in female athletes decreased impact forces and increased hamstring torques. The American Journal of Sports Medicine. 24(6):765-73.
12. Mandelbaum, B.R., Silvers, H.J., Watanabe, D.S., Knarr, J.F., Thomas, S.D., Griffin, L.Y., Kirkendall, D.T., Garrett, W.Jr. (2005). Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up. The American Journal of Sports Medicine. 33(7):1003-10.
13. Petersen, W., Braun, C., Bock, W., Schmidt, K., Weimann, A., Drescher, W., Eiling, E., Stange, R., Fuchs, T., Hedderich, J., Zantop, T. (2005). A controlled prospective case control study of a prevention training program in female team handball players: the German experience. Archives of Orthopaedic Trauma Surgery. 125(9):614-21.
14. 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.
15. Simon, S.R., Meunier, M., Piettre, L., Berardi, A.M., Segebarth, C., Boussaoud, D. (2002). Spatial attention and memory versus motor preparation: premotor cortex involvement as revealed by fMRI. Journal of Neurophysiology. 88(4):2047-57.
16. Benjaminse, A., Gokeler, A., Dowling, A.V., Faigenbaum, A., Ford, K.R., Hewett, T.E., James, A., Onate, J.A., Otten, B., Myer, G.D. (2015). Optimization of the anterior cruciate ligament injury prevention paradigm: novel feedback techniques to enhance motor learning and reduce injury risk. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 45(3):170-82.
17. Mornell, A., Wulf, G. (2018). Adopting an external focus of attention enhances musical performance. Journal of Research Music Education. 66(4):375-91.
18. Benjaminse, A., Welling, W., Otten, B., Gokeler, A. (2018). Transfer of improved movement technique after receiving verbal external focus and video instruction. Knee Surgery, Sports Traumatology Arthroscopy. 26(3):955-62.
19. Dallinga, J., Benjaminse, A., Gokeler, A., Cortes, N., Otten, E., Lemmink, K. (2017). Innovative video feedback on jump landing improves landing technique in males. International Journal of Sports Medicine. 38(2):150-158.
20. Herman, D.C., Oñate, J., Weinhold, P., Guskiewicz, K.M., Garrett, W., Yu, B., Padua, D. (2009). The effects of feedback with and without strength training on lower extremity biomechanics. The American Journal of Sports Medicine. 37(7):1301-8.
21. Benjaminse, A., Welling, W., Otten, B., Gokeler, A. (2015). Novel methods of instruction in ACL injury prevention programs, a systematic review. Physical Therapy in Sport. 16(2):176-86.
22. Herman, D.C., Weinhold, P.S., Guskiewicz, K.M., Garrett, W.E., Yu, B., Padua, D.A. (2008). The effects of strength training on the lower extremity biomechanics of female recreational athletes during a stop-jump task. The American Journal of Sports Medicine. 36(4):733-40.
23. Ishida, T., Yamanaka, M., Takeda, N., Homan, K., Koshino, Y., Kobayashi, T., Matsumoto, H., Aoki, Y. (2015). The effect of changing toe direction on knee kinematics during drop vertical jump: a possible risk factor for anterior cruciate ligament injury. Knee Surgery, Sports Traumatology Arthroscopy. 23(4):1004-9.
24. DiStefano, L.J., Padua, D., DiStefano, M.J., Marshall, S.W. (2009). The landing error scoring system predicts non-contact injury in youth soccer players: 2973. Medicine and Science in Sport and Exercises. 41(5):520-1.
25. Baldon, R., Lobato, D.F.M., Carvalho, L.P., Wun, P.Y.L., Santiago, P.R.P., Serrao, F.V. (2012). Effect of functional stabilization training on lower limb biomechanics in women. Medicine and Science in Sport and Exercises. 44(1):135-45.
26. Popovic, T., Caswell, S.V., Benjaminse, A., Siragy, T., Ambegaonkar, J., Cortes, N. (2018). Implicit video feedback produces positive changes in landing mechanics. Journal of Experimental Orthopaedic. 5(1):12.
27. DiStefano, L.J., Marshall, S.W., Padua, D.A., Peck, K.Y., Beutler, A.I., de la Motte, S.J., Frank, B.S., Martinez, J.C., Cameron, K.L. (2016). The effects of an injury prevention program on landing biomechanics over time. American Journal of Sports Medicine. 44(3):767-76.
28. Mizner, R.L., Kawaguchi, J,K., Chmielewski, T.L. (2008). Muscle strength in the lower extremity does not predict postinstruction improvements in the landing patterns of female athletes. Journal of Orthopedic Sport Physical Therapy. 38(6):353-61.
29. Ericksen, H.M., Thomas, A.C., Gribble, P.A., Armstrong, C., Rice, M., Pietrosimone, B. (2016). Jump–landing




[ Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2024-04-26 ]
[ DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.19.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jsmt.18.19.81 ]

biomechanics following a 4-week real-time feedback intervention and retention. Clinical Biomechanics. 32:85-91.
30. Vescovi, J.D., Canavan, P.K., Hasson, S. (2008). Effects of a plyometric program on vertical landing force and jumping performance in college women. Physical Therapy in Sport. 9(4):185-92.
31. McNair, P.J., Prapavessis, H., Callender, K. (2000). Decreasing landing forces: effect of instruction. British Journal of Sports Medicine. 34(4):293-6.
32. Makaruk, H., Porter, J.M., Czaplicki, A., Sadowski, J., Sacewicz, T. (2012). The role of attentional focus in plyometric training. Journal of Sports Medicine Physical Fitness. 52(3):319-27.
33. Blackburn, J.T., Padua, D.A. (2009). Sagittal-plane trunk position, landing forces, and quadriceps electromyographic activity. Journal of Athletic Training. 44(2):174-9.
34. Cronin, J.B., McNair, P.J., Marshall, R.N. (2000). The role of maximal strength and load on initial power production. Medicine and Science in Sport and Exercises. 32(10):1763-9.
35. Wulf, G. (2007). Attention and motor skill learning. Human Kinetics.
36. Marchant, D.C., Greig, M., Scott, C. (2009). Attentional focusing instructions influence force production and muscular activity during isokinetic elbow flexions. Journal of Strength and Conditioning Research. 23(8):235-66.
37. Ebben, W.P., Fauth, M.L., Petushek, E.J., Garceau, L.R., Hsu, B.E., Lutsch, B.N, Feldmann, C.R. (2010). Gender-based analysis of hamstring and quadriceps muscle activation during jump landings and cutting. Journal of Strength and Conditioning Research. 24(2):408-15.
38. Zech, A., Hübscher, M., Vogt, L., Banzer, W., Hänsel, F., Pfeifer, K. (2010). Balance training for neuromuscular control and performance enhancement: a systematic review. Journal of Athletic Training. 45(4):392-403.
39. Webster, K.A., Gribble, P.A. (2010). Time to stabilization of anterior cruciate ligament–reconstructed versus healthy knees in national collegiate athletic association division I female athletes. Journal of Athletic Training. 45(6):580-5.
40. Smith, H.C., Johnson, R.J., Shultz, S.J., Tourville, T., Holterman, L.A., Slauterbeck, J., Vacek, P.M., Beynnon, B.D. (2012). A prospective evaluation of the L\landing error scoring system (LESS) as a screening tool for anterior cruciate ligament injury risk. The American Journal of Sports Medicine. 40(3):521-6.
41. Padua, D.A., DiStefano, L.J., Beutler, A.I., de la Motte, S.J., DiStefano, M.J., Marshall, S.W. (2015). The landing error scoring system as a screening tool for an anterior cruciate ligament injury–prevention program in elite-youth soccer athletes. Journal of Athletic Training. 50(6):589-95.
42. Welling, W., Benjaminse, A., Gokeler, A., Otten, B. (2016). Enhanced retention of drop vertical jump landing technique: a randomized controlled trial. Human Movement Sciences. 45:84-95.

[ Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2024-04-26 ]
[ DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.19.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jsmt.18.19.81 ]