تاثیر تمرینات فیدبکی بر برخی عوامل کینتیکی، کینماتیکی و عملکردی مردان فعال

هادی عباس زاده قناتی[1*]، امیر لطافت‌کار[1]، علی عباسی[1]

۱) گروه بیومکانیک و آسیب شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۶/۲۶ تایخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۱۱

چکیده

مقدمه: محدودیت های بالقوه حاضر در تمرینات پیشگیری از آسیب لیگامان صلیبی قدامی، شامل کمبود انتقال هوشیار و تکرار استراتژی های حرکتی بهینه در طول جلسات تمرینی جهت رسیدن به حرکات خودکار مورد نیاز فعالیت های ورزشی می باشد. استراتژی های آموزشی با تمرکز درونی توجه به صورت سنتی مورد استفاده قرار گرفته و در اکتساب کنترل مهارت های حرکتی پیچیده بهینه نبوده اند. برعکس، استراتژی های آموزشی با تمرکز بیرونی توجه می تواند اکتساب مهارت را به طور موثر تقویت کند و انتقال مهارت حرکتی بهبود یافته به فعالیت ورزشی را افزایش دهد.

هدف این پژوهش بررسی تاثیر تمرینات فیدبکی با به کارگیری تمرکز بیرونی بر متغیرهای حداکثر زاویه فلکشن زانو، حداکثر نیروهای عکس العمل زمین در جهت عمودی و خلفی و پرش لی سه گام مردان فعال بود.

مواد و روش ها: بیست و چهار مرد فعال سالم با میانگین سن ۲۴/۸۳±۲/۷۷ سال، وزن ۷۲/۲۰±۹/۳۰ کیلوگرم و شاخص توده بدنی ۲۲/۲۰±۱/۸ کیلوگرم/متر ۲ برای انجام این پژوهش انتخاب شده و به صورت تصادفی به دو گروه تمرینات فیدبکی(۱۲ نفر) و کنترل(۱۲ نفر) تقسیم شدند. گروه فیدبکی تمرینات را به مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته انجام دادند. هم چنین مدت تمرین در هر جلسه ۴۵ دقیقه طول می کشید. با استفاده از دستگاه آنالیز حرکت، دستگاه صفحه نیرو و آزمون پرش لی سه گام به ترتیب حداکثر زاویه فلکشن زانو در حین انجام تکلیف فرود، نیروهای عکس العمل زمین در جهت عمودی و خلفی و عملکرد حرکتی آزمودنی ها اندازه گیری شد. جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات از آزمون های آماری تی زوجی و مستقل و تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر استفاده شد.

یافته های پژوهش: نتایج تحلیل آماری نشان داد تمرین فیدبکی تاثیر معناداری بر افزایش حداکثر زاویه فلکشن زانو(post=51.26±4.80, pre=44.88±4.89, P=0.001)، اندازه اثر: ۱/۲۶۶)، افزایش پرش لی سه گام آزمودنی ها(post=5.21±0.49, pre=5.11±0.51, P=0.006)، اندازه اثر: ۰/۹۱۱) و کاهش نیروی خلفی عکس العمل زمین (post=-271±45.83, pre=-303±55.39, P=0.011)، اندازه اثر: ۰/۸۸۷) داشته؛ اما بر حداکثر نیروی عمودی عکس العمل زمین (post=1884±328.18, pre=2076±426.79, P=0.134)، اندازه اثر: ۰/۶۱۲) تاثیر نداشت.

بحث و نتیجه گیری: با توجه به اندازه اثر بالای گزارش شده از تاثیرگذاری تمرینات بر حداکثر زاویه فلکشن زانو، حداکثر نیروی خلفی عکس العمل زمین و عملکرد حرکتی افراد، به مربیان و ورزشکاران پیشنهاد می شود به منظور پیشگیری از آسیب لیگامان صلیبی قدامی و افزایش عملکرد حرکتی ورزشکاران از تمرینات فیدبکی در طول جلسات تمرینی بهره مند شوند.

واژه های کلیدی: پیشگیری از آسیب، تمرکز توجه، فیدبک، کینماتیک، لیگامان صلیبی قدامی

* نویسنده مسئول: گروه بیومکانیک و آسیب شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

Email: h.abbaszade3343@gmail.com

Copyright © 2018 Journal of Ilam University of Medical Science. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution international 4.0 International License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material, in any medium or format, provided the original work is properly cited.

مقدمه

آسیب رباط صلیبی قدامی زانو(Anterior cruciate ligament) یکی از شایع ترین آسیب های اندام تحتانی در ورزشکاران به حساب می آید؛ به طوری که طبق آمار سالیانه بین ۸۰ هزار تا ۲۵۰ هزار آسیب ACL به تنهایی در ایالات متحده آمریکا اتفاق می افتد(۱) این آسیب اغلب در افراد جوان و فعال جامعه رخ می دهد و به هر دو شکل برخوردی و غیربرخوردی اتفاق می افتد که در این بین آسیب های غیر برخوردی حدود ۷۰ درصد آسیب ها را شامل می شود(۲). آسیب ACL می تواند عوارض متعددی را بر جای بگذارد؛ از جمله عوارض کوتاه مدت آن می توان به درد، سفتی، تورم مفصلی و از جمله عوارض بلند مدت آن می‌توان به بی ثباتی مفصل، استئوآرتریت، آسیب های مینیسک و اختلالات عملکردی اشاره نمود(۳) و به همین نسبت درمان پیچیده و طولانی مدتی نیاز دارد. هم چنین ورزشکار آسیب دیده را از میادین مسابقه و تمرین دور نگه می دارد که این امر خود می تواند عوارض روحی متفاوتی بر آنان داشته باشد. هم چنین درمان این ضایعه خواه به صورت جراحی و خواه به صورت توانبخشی هزینه سنگینی را بر دوش فرد و جامعه می گذارد. با این تفاسیر و با توجه به درمان سخت و طولانی مدت آن، اهمیت پیشگیری در مورد این ضایعه برجسته تر و بارزتر می شود. امروزه به شناسایی و درک مکانیسم های آسیب غیر برخوردی ACL به منظور پیشگیری موثرتر از آن ها بیشتر توجه شده است(۴). آسیب های غیر برخوردی ACL معمولاً حین کاهش شتاب، پرش-فرود، یا هنگام چرخش و آماده شدن برای انجام مانورهای پرشی رخ می‌دهند. الگوی حرکتی رایج حین آسیب ACL شامل کاهش زوایای فلکشن زانو، ران و تنه به همراه افزایش زانو ضربدری پویا و چرخش داخلی درشت نی است(۵).

مربیان با به کار گیری استراتژی های آموزشی فیدبکی در طول جلسات تمرینی سعی در جهت بخشیدن به کانون توجه ورزشکاران دارند. این جهت دهی ممکن است به صورت توجه درونی یا بیرونی باشد. دستورالعمل های توجه درونی توجه فرد را به حرکات بدن(برای مثال فرود با زانوهای خم شده به اندازه ۹۰ درجه) و دستورالعمل های توجه بیرونی توجه فرد را به اثراتی که حرکات بر محیط دارند معطوف می کنند(برای مثال تصور نشستن بر روی یک صندلی موقع فرود آمدن). مطالعات تصویربرداری عصبی نشان می دهد کرتکس پیش حرکتی حتی موقعی که هیچ حرکتی برای تولید نیست فعال است. وظیفه کرتکس پیش حرکتی آماده سازی و اجرای حرکات و توجه هشیار به حرکات آموخته شده است(۶). در توجه درونی، توجه به حرکات آموخته شده می تواند منابع مغز را برای کنترل حرکات کاهش دهد به طوری که فرآیندهای پردازش بیشتری درگیر می شود و نیازهای توجهی افزایش پیدا می کند. اما زمانی که یک مهارت با تمرکز بیرونی یاد گرفته شد، فرآیندهای کنترل خودکار تسهیل شده و موجب خودسازماندهی بهتر دستگاه های مختلف می شود و توسط فرآیندهای کنترل هوشیارانه محدود نمی شود و نیاز فرد به درگیری مراکز مهم تر عصبی برای اداره اندام کاهش می یابد. در نتیجه منابع زیادی در دسترس هستند تا به سایر عوامل بازی توجه کنند(برای مثال ورزشکاران دیگر، شرایط زمین بازی، و یا وضعیت توپ(۷).

Nyman و همکاران(۲۰۱۵) به تاثیر فیدبک آنی در طی تمرینات پرش-فرود بر روی کینماتیک زانو در صفحه فرونتال و ساجیتال پرداختند. بیست و چهار ورزشکار به طور تصادفی به دو گروه کنترل و تمرین فیدبکی تقسیم شدند. تمرین فیدبکی به صورت بصری از طریق نمایش حرکات آزمودنی ها بر روی نمایشگر کامپیوتری، هم زمان با اجرای تکلیف پرش-فرود از یک سکوی ۳۱ سانتی متری بود که در طول اجرای تکلیف فیدبک های صحیح از طریق خطوط راهنمای واقع در نمایشگر داده می شد. نتایج نشان داد افراد گروه فیدبکی بهبود معناداری در حداکثر زاویه فلکشن زانو داشتند(۸). Ericksen و همکاران(۲۰۱۵) به بررسی اثرات فوری فیدبک آنی بر روی کینماتیک پرش-فرود پرداختند. سی و شش زن سالم در قالب سه گروه، ترکیبی(فیدبک به هنگام و پاسخ فیدبکی متعاقب)، گروه پاسخ فیدبکی متعاقب و گروه کنترل در این تحقیق شرکت کردند. بر اساس نتایج تحقیق

حداکثر زاویه فلکشن زانو درگروه تمرین ترکیبی و گروه پاسخ فیدبکی متعاقب تغییر معناداری در مقایسه با گروه کنترل داشته است. هم چنین حداکثر نیروی عمودی عکس العمل زمین در گروه تمرین ترکیبی و گروه پاسخ فیدبکی متعاقب کاهش معناداری در مقایسه با گروه کنترل داشته است(۹). Dallinga و همکاران (۲۰۱۶) با مطالعه تاثیر مداخله تمرینی فیدبک ویدیویی بر استراتژی های پرش–فرود عمودی ورزشکاران زن و مرد، بیان کردند فیدبک ویدیویی در اصـــلاح استراتژی های فرود به صورت مطلوب در مردان تاثیرگذار بود. در حالی که تغییرات معناداری در استراتژی های فرود زنان یافت نشد و زنان به فیدبک کلامی برای سود بردن از فیدبک ویدیویی نیاز داشتند(۱۰). Herman و همکاران(۲۰۰۹) تحقیقی با عنوان تاثیر تمرینات فیدبک ویدیوئی به تنهایی و در ترکیب با تمرینات قدرتی را بر روی بیومکانیک اندام تحتانی در تکلیف پرش انجام دادند. نمونه آماری این تحقیق شامل ۵۸ زن ورزشکار در دو گروه تمرینات ترکیبی(قدرتی و فیدبکی) و تمرین فیدبکی بود. آن ها گزارش کردند زاویه فلکشن زانو در گروه تمرین فیدبکی افزایش ولی در گروه تمرین ترکیبی تغییر معنی‌دار نبود. هم چنین نیروی خلفی عکس العمل زمین در گروه تمرین ترکیبی کاهش ولی در گروه تمرین فیدبکی افزایش یافت(۱۱).

طبق گزارش تحقیقات، برنامه های پیشگیری از آسیب ACL در گذشته به طور موثری در کوتاه مدت خطر آسیب ACL را کاهش داده اند اما یکی از علل ضعف آن ها می تواند دشـــواری در حفظ و انتقال مهارت های حرکتی یادگیری شده از قبیل راستای دقیق ران، زانو و مچ پا در موقعیت های صحیح فرود باشد(۷). علی رغم این برنامه ها، شیوع آسیب ACL هم چنان بالا است؛ بنا بر این بهبود استراتژی های پیـــشگـــیری از آســـیب امری ضـــروری است. محدودیت های بالقوه تمرینات حاضر پیشگیری از آسیب ACL می تواند نقص در انتقال هشیار، تکرار استراتژی های حرکتی بهینه در طول جلسات تمرینی برای حرکات خودکار مورد نیاز برای فعالیت های ورزشی و حوادث غیر قابل پیش بینی در رشته ها باشد.

استراتژی های آموزشی با تمرکز درونی توجه به صورت سنتی مورد استفاده واقع شده است، اما در اکتساب کنترل مهارت های حرکتی پیچیده مورد نیاز برای ورزش ها بهینه نبوده اند. بر عکس، استراتژی های آموزشی تمرکز بیرونی توجه می تواند اکتساب مهارت را به صورت موثرتری ارتقاء دهد و انتقال مهارت های حرکتی بهبودیافته برای فعالیت های ورزشی را افزایش دهد(۷). مطالعات در مورد یادگیری حرکتی به تاثیرات مفید دستورالعمل هایی که موجب تمرکز بیرونی توجه می شوند اشاره دارند. تمرکز بیرونی توجه فرآیند یادگیری را از طریق تسهیل در خودکار ساختن حرکات سرعت می بخشد، هم چنین الگوهای حرکتی موثر و کافی رو افزایش داده و تقویت می‌کند. با توجه به توضیحات داده شده در مورد تمرینات فیدبکی با به کار گیری تمرکز بیرونی توجه و تاثیر این تمرینات بر روی خودکار شدن حرکات یادگیری شده در ورزشکاران، Benjaminse و همکاران(۲۰۱۵) در یک مقاله مروری به تاثیر دستورالعمل های فیدبکی با به کار گیری تمرکز درونی و بیرونی توجه در ادبیات گذشته پرداختند. آن ها عنوان کردند با توجه به نتایج مفید در مطالعات به هنگام استفاده از تکنیک های فیدبکی با تمرکز بیرونی توجه، پیشنهاد می شود در برنامه های پیشگیری از آسیب لیگامان ACL از استراتژی های تمرینی فیدبکی استفاده شود(۱۲).

در دو دهه اخیر، تحقیقاتی(۸،۹) در خصوص تاثیر برنامه های مداخله ای تمرینی بر روی پیشگیری از آسیب لیگامانی زانو انجام شده است. اغلب این تحقیقات به بررسی تاثیر این برنامه ها به کاهش میزان آسیب ACL و بهبود فاکتورهای کینماتیکی و کینتیکی زانو پرداخته اند. اختلاف نظرهای فراوانی در خصوص شدت، مدت زمان، تعداد تکرار و دیگر مولفه های این برنامه های تمرینی وجود دارد. وضعیت های مطلوب فرود به هنگام تمرینات، دستورالعمل های واضح و تکنیک های فیدبکی، بهبود و حفظ مهارت و ویژگی انتقال به ورزش از جمله مهارت هایی است که جای خالی آن ها در تحقیقات پیشگیرانه از آسیب ACL احساس می شود. لذا هدف این تحقیق بررسی تاثیر

تمرینات فیدبکی بر متغیرهای منتخب کینتیکی، کینماتیکی و عملکردی افراد فعال بود.

مواد و روش ها

با توجه به اعمال مداخله، وجود گروه کنترل و انتخاب هدفمند آزمودنی ها به علت ماهیت تحقیق، روش تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی بود. برای اجرای این تحقیق افرادی به عنوان آزمودنی انتخاب شدند که در هفته حداقل سه جلسه ۱/۵ ساعته به فعالیت بدنی منظم ورزشی مشغول بودند. بدین منظور از افراد خواسته شد تا در صورت تمایل برای انجام بررسی های اولیه در ساعات مشخص شده به آزمایشگاه مراجعه کنند. هم چنین برای افراد شرح داده شد که در هر زمان از مراحل انجام تحقیق در صورت عدم تمایل به ادامه همکاری می توانند انصراف دهند. از اطلاعات موجود در فرم جمع آوری اطلاعات برای انتخاب آزمودنی های تحقیق استفاده شد. این فرم شامل اطلاعاتی در ارتباط با ویژگی های شخصی(قد، وزن، سن، رشته ورزشی و سابقه بازی)، سابقه آسیب (مکانیسم آسیب و ناحیه درگیر در آسیب) و میزان فعالیت فیزیکی در هفته بود. نمونه آماری تحقیق حاضر را ۲۴ مرد فعال سالم(داشتن حداقل سه جلسه ۱/۵ ساعته فعالیت بدنی منظم در هفته) با میانگین سن ۲۴/۸۳±۲/۷۷ سال، وزن ۷۲/۲۰±۹/۳۰ کیلوگرم و شاخص توده بدنی ۲۲/۲۰±۱/۸ کیلوگرم/متر^2 تشکیل می دادند که به صورت تصادفی(جدول اعداد تصادفی) به دو گروه تجربی(۱۲ نفر) و کنترل(۱۲ نفر) تقسیم بندی شدند.

ابتدا یک مطالعه آزمایشی با نزدیک به ده درصد حجم نمونه آماری و یک متغیر درد به مدت یک هفته اجرا شد و اطلاعات در فرمول زیر وارد شده و تعداد آزمودنی های مورد نیاز برای تحقیق حاضر ۱۱/۷۶ نفر به دست آمد که برای غلبه بر ریزش آزمودنی ها، تعداد بیشتری در هر گروه قرار داده شد تا ریزش آزمودنی ها بر نتایج آماری تاثیرگذار نباشد.

M1: میانگین گروه تجربی در پس آزمون

M2: میانگین گروه کنترل در پس آزمون

S1: انحراف استاندارد گروه تجربی در پس آزمون

S2: انحراف استاندارد گروه کنترل در پس آزمون

$$N= [(Z_{1-alpha}/2 + Z_{1-beta})^2 (S_1^2+S_2^2)]/(M_1-M_2)^2$$

$Z_{1-alpha}/2$ for sig 0.05= 1.96

Z_{1-beta} for power 80%= 0.84

$(M_1= 0.70)$

$(M_2= 0.48)$

$(S_1= 0.25)$

$(S_2= 0.09)$

$$N=[(1.96 + 0.84)^2 (0.06 + 0.00)]/ (0.22)^2 \Longrightarrow N= 11.76 \text{ نفر}$$

سپس آزمودنی ها جهت ارزیابی حداکثر زاویه فلکشن زانو، حداکثر نیروهای عکس العمل زمین در جهت عمودی و خلفی و پرش لی سه گام مورد بررسی قرار گرفتند و پس از اتمام اندازه گیری های پیش آزمون، گروه تجربی به مدت ۸ هفته تحت تمرینات فیدبکی قرار گرفتند و در نهایت ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی، پس آزمون مشابه با پیش آزمون به عمل آمده و اطلاعات مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

لازم به ذکر است که طرح تحقیق حاضر در کمیته علمی دانشگاه خوارزمی و گروه بیومکانیک و آسیب شناسی ورزشی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی مورد بررسی قرار گرفته و مورد تایید اعضای دانشکده قرار گرفت. هم چنین بعد از انتخاب آزمودنی ها، فرم رضایت نامه کتبی شرکت در تحقیق در اختیار افراد قرار داده شده و توضیحات کامل در مورد هدف تحقیق و روند اجرایی آن برای آزمودنی ها به عمل آمد و در نهایت آزمودنی هایی که مایل به اجرای تحقیق بودند، با تکمیل مشخصات و امضای فرم رضایت نامه کتبی، وارد تحقیق حاضر شدند.

ارزیابی با دستگاه آنالیز حرکت: به منظور ارزیابی حداکثر زاویه فلکشن زانوی آزمودنی ها از سیستم آنالیز حرکت ۶ دوربین، Raptor-4DigitalRealTimeSystem، ساخت کشور آمریکا (کالیفرنیا) با دقت ۰/۵ میلی متر حرکت انتقالی و ۰/۵ درجه دوران در حجم ۴×۴ متر استفاده شد. هم چنین با استفاده از نرم افزار(2.5.0.1160) Cortex اطلاعات کینماتیک آزمودنی ها در سیستم ثبت شد. روش مارکرگذاری در این تحقیق به روش(Plug-In-Gait) بود و از ماکرهای ۹ میلی متری برای اتصال به نشانگرهای آناتومیکی پای غالب استفاده شد. فرکانس دوربین سیستم آنالیز حرکت بر روی ۲۵۰ هرتز تنظیم شده بود. آزمودنی ها ۱۰ دقیقه گرم کردن استاندارد را

که شامل دویدن و تکالیف پرش بود، جهت آشناسازی با محیط آزمایشگاه و وجود اتصال مارکرها به پای غالب انجام دادند. طریقه فرود صحیح به آزمودنی ها آموزش داده شد، سپس آزمودنی ها تکلیف فرود را با پای مارکرگذاری شده از جعبه ای به ارتفاع ۳۰ سانتی متر بر روی صفحه نیرو انجام دادند به طوری که به هنگام فرود تعادل خود را به مدت ۱۰ ثانیه حفظ کنند(۱۳).

صفحه نیرو: از صفحه نیروی(AMTI Model ACCGAIT32) ساخت کشور آمریکا با دامنه اندازه گیری برای مولفه های برشی ۲/۵- تا ۲/۵ کیلونیوتن و برای مولفه عمودی ۵ کیلونیوتن، فرکانس طبیعی برای مولفه های برشی ۴۰۰ و برای مولفه عمودی ۲۰۰ هرتز، حداکثر خطای مرکز فشار ۲ میلی متر جهت اندازه گیری حداکثر نیروهای عکس العمل زمین در جهت عمودی و خلفی استفاده شد. فرکانس صفحه نیرو در سرعت نمونه برداری ۱۰۰۰ هرتز تنظیم شده بود(۱۴).

آزمون عملکردی پرش لی سه گام: قبل از اجرای آزمون افراد پنج دقیقه گرم کردن زیر بیشینه و حرکات کششی را انجام دادند. افراد ابتدا سه بار این آزمون را برای آشناسازی انجام می دهند و پس از کمی استراحت آزمون عملکردی لی سه گام را روی نواری به طول شش متر انجام دادند. پس از انجام سه پرش متوالی حداکثر مقدار پرش با متر نواری اندازه گیری شد و به عنوان نمره آزمودنی ها ثبت شد(۱۵).

پروتکل تمرین فیدبکی: تمرینات فیدبکی شامل هشت نوع حرکت: اسکوات دو پا، اسکوات تک پا، راه رفتن به صورت لانج، پرش فرود دو پا، ایستادن تک پا بر روی صفحه ناپایدار، مانور پابکس برشی، لی تک پای مسافتی و پرش ضد حرکت بودند که در حین تمرینات دستورالعمل های فیدبکی به صورت کلامی و بصری با استفاده از استراتژی های یادگیری توجه بیرونی بر آزمودنی ها اعمال و حرکات آن ها را در حین تمرین تحت تاثیر قرار می دادند(۷). گروه تجربی برنامه تمرین فیدبکی را به مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته به صورت یک روز در میان انجام دادند. مدت تمرین در هر جلسه حدود ۴۵ دقیقه طول می کشید. معمولاً هر تمرین دو تا سه ست و هر ست ۳۰ ثانیه تا یک دقیقه انجام می شد. هفته اول و دوم شامل تمرینات: اسکوات دو پا، اسکوات تک پا و راه رفتن به صورت لانج. هفته سوم تا پنجم شامل تمرینات: اسکوات تک پا، پرش فرود دو پا، ایستادن تک پا بر روی صفحه ناپایدار و مانور پابکس برشی، و نهایتاً هفته ششم تا هشتم شامل تمرینات: ایستادن تک پا بر روی صفحه ناپایدار، مانور پابکس برشی، لی تک پای مسافتی و پرش کانترموومنت بود(جدول شماره ۱ و ۲).

جدول شماره ۱. اجرای تمرینات فیدبکی با تمرکز بیرونی توجه

دستورالعمل های آموزشی با تمرکز بیرونی توجه		نوع تمرین
	تصور یک الوار بر پشت خود و نزدیک کردن زانو به سمت مخروط	الف) انجام حرکت لانج
	نزدیک کردن دست ها و زانوها به سمت مخروط، وانمود کردن حفظ توپ در بین زانوها و نشستن بر روی صندلی	ب) اسکوات دو پا
	ایستادن بر روی یک پا و خم کردن پا به آرامی در راستای مخروط	پ) اسکوات تک پا
	فرود از ارتفاع ۳۰ سانتی متری بر روی نشانه ها و قرار دادن انگشتان و پاها در راستای مخروط	ت) پرش–فرود دو پا
	انجام حرکت روان و قرار دادن صورت و انگشتان پا در جهت حرکت	ث) مانور پابکس برشی
	سعی در نگه داشتن میله به صورت افقی جهت حفظ تعادل	ج) ایستادن تک پا بر روی صفحه ناپایدار
	تمرکز بر پریدن تا نزدیکی مخروط در حد امکان	چ) لی تک پای مسافتی
	انجام پرش و حدالامکان رساندن انگشتان به توپ آویزان	ح) پرش کانترموومنت

جدول شماره ۲. زمانبندی تمرینات فیدبکی

تمرین	اسکوات دو پا	انجام حرکت لانج	اسکوات تک پا	پرش فرود دوپا	ایستادن تک پا بر روی صفحه ناپایدار	مانور پابکس برشی	لی تک پا مسافتی	پرش ضد حرکت
تکرار	ست/زمان	ست/زمان	ست/زمان	ست/زمان	ست/زمان	ست/زمان	ست/زمان	ست/زمان
هفته اول	۲ست/هر ست ۳۰ ثانیه تا ۱ دقیقه	۲ست/هر ست ۳۰ ثانیه تا ۱ دقیقه	۱ست/هر ست ۳۰ ثانیه تا ۱ دقیقه	–	–	–	–	–
هفته دوم	۳ست/هر ست ۳۰ ثانیه تا ۱ دقیقه	۳ست/هر ست ۳۰ ثانیه تا ۱ دقیقه	۲ست/هر ست ۳۰ ثانیه تا ۱ دقیقه	–	–	–	–	–
هفته سوم	–	–	۲ست/هر ست ۳۰ ثانیه تا ۱ دقیقه	۲ست/هر ست ۳۰ ثانیه تا ۱ دقیقه	۱ست/هر ست ۳۰ ثانیه تا ۱ دقیقه	۱ست/هر ست ۳۰ ثانیه تا ۱ دقیقه	–	–
هفته چهارم	–	–	۳ست/هر ست ۳۰ ثانیه تا ۱ دقیقه	۲ست/هر ست ۳۰ ثانیه تا ۱ دقیقه	۲ست/هر ست ۳۰ ثانیه تا ۱ دقیقه	۲ست/هر ست ۳۰ ثانیه تا ۱ دقیقه	–	–
هفته پنجم	–	–	۳ست/هر ست ۳۰ ثانیه تا ۱ دقیقه	۳ست/هر ست ۳۰ ثانیه تا ۱ دقیقه	۲ست/هر ست ۳۰ ثانیه تا ۱ دقیقه	۲ست/هر ست ۳۰ ثانیه تا ۱ دقیقه	–	–
هفته ششم	–	–	–	–	۳ست/هر ست ۳۰ ثانیه تا ۱ دقیقه	۳ست/هر ست ۳۰ ثانیه تا ۱ دقیقه	۲ست/هر ست ۳۰ ثانیه تا ۱ دقیقه	۲ست/هر ست ۳۰ ثانیه تا ۱ دقیقه
هفته هفتم	–	–	–	–	۳ست/هر ست ۳۰ ثانیه تا ۱ دقیقه	۳ست/هر ست ۳۰ ثانیه تا ۱ دقیقه	۲ست/هر ست ۳۰ ثانیه تا ۱ دقیقه	۲ست/هر ست ۳۰ ثانیه تا ۱ دقیقه
هفته هشتم	–	–	–	–	۳ست/هر ست ۳۰ ثانیه تا ۱ دقیقه	۳ست/هر ست ۳۰ ثانیه تا ۱ دقیقه	۳ست/هر ست ۳۰ ثانیه تا ۱ دقیقه	۳ست/هر ست ۳۰ ثانیه تا ۱ دقیقه

روش تجزیه و تحلیل اطلاعات دستگاه آنالیز حرکت به این صورت بود که برای کاهش نویز اطلاعات از فیلتر دیجیتال پایین گذر Butterworth درجه ۴ و با فرکانس برش ۱۵ استفاده شد. هم چنین با استفاده از فیلتر دیجیتال پایین گذر Butterworth درجه ۴ و با فرکانس برش ۵۰ نویز اطلاعات دستگاه صفحه نیرو کاهش یافت. با استفاده از اطلاعات کسب شده از صفحه نیرو، مولفه های حداکثر نیروی عکس العمل زمین در جهت عمودی و خلفی با تقسیم بر وزن آزمودنی ها، نرمال گشت و به صورت مضربی از

وزن بدن بیان گردید. داده های ۳ فرود موفق برای هر آزمودنی ثبت و ذخیره شد. بعد از تجزیه و تحلیل داده ها توسط نرم افزار مهندسی متلب(Matlab R2013b) برای هر ۳ کوشش هر آزمودنی میانگین حداکثر زاویه فلکشن زانو در صفحه ساجیتال و میانگین حداکثر نیروی عکس العمل زمین در جهت عمودی و خلفی حساب شد و به عنوان نمره آزمودنی لحاظ گردید.

در نهایت پس از جمع آوری اطلاعات تحقیق داده های مربوط به ویژگی آزمودنی ها از قبیل سن، قد و وزن به همراه متغیرهای تحقیق در دو بخش آمار توصیفی و استنباطی تجزیه و تحلیل شد. از آزمون آماری کولموگروف–اسمیرنوف و آزمون لون، به ترتیب، برای بررسی طبیعی بودن داده ها و همسان بودن واریانس گروه ها استفاده شد. ابتدا از تحلیل واریانس اندازه گیری تکراری با تصحیح هاوس گایزر برای بررسی اثر تعاملی زمان بر گروه استفاده شد. سپس از آزمون تی زوجی(Paired T test) برای مقایسه درون گروهی بین متغیرهای پیش آزمون و پس آزمون و هم چنین آزمون تی مستقل(Independent Sample T test) برای مقایسه بین گروهی متغیرها در پس آزمون استفاده شد. اندازه اثر(Effect Size) به روش دی کوهن(Cohen's d) برای هر یک از اختلافات معنی دار متغیرهای درون گروهی محاسبه شد به نحوی که مقادیر ۰/۵–۰/۲ اندازه اثر کوچک، ۰/۸–۰/۵ اندازه اثر متوسط و ۰/۸ به بالا به عنوان اندازه اثر بزرگ در نظر گرفته شد. تجزیه و تحلیل اطلاعات در سطح معنی داری ۹۵ درصد و میزان آلفای کوچک تر یا مساوی ۰/۰۵ و با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۸ انجام شد.

یافته های پژوهشی

خصوصیات توصیفی(میانگین و انحراف معیار) و هم چنین نتایج مقایسه درون گروهی و بین گروهی متغیرهای تحقیق در جدول دو به صورت مجزا در پیش آزمون و پس آزمون گزارش شده است.

نتایج اثر تعاملی زمان در گروه: نتایج آزمون تحلیل واریانس اندازه گیری تکراری با تصحیح هاوس گایزر در ارتباط با حداکثر نیروی خلفی عکس العمل زمین(P=0.031, F=5.326)، حداکثر زاویه فلکشن زانو(P=0.00, F=31.343) و پرش لی سه گام(P=0.001, F=14.295) نشان داد که اثر تعاملی زمان بر گروه تمرینات فیدبکی و کنترل معنادار است. اثر تعاملی زمان بر گروه برای حداکثر نیروی عمودی عکس العمل زمین(P=0.108, F=2.804) معنی دار نبود.

با توجه به معناداری اثر تعاملی زمان بر گروه، از آزمون تی زوجی برای مقایسه درون گروهی و آزمون تی مستقل جهت مقایسه بین گروهی(گروه تمرینات فیدبکی و کنترل) استفاده شد.

جدول شماره ۳. میانگین و انحراف استاندارد و نتایج آزمون تی زوجی برای حداکثر زاویه فلکشن زانو، حداکثر نیروی عمودی عکس العمل زمین، حداکثر نیروی خلفی عکس‌العمل زمین و پرش لی سه گام

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	تی	سطح معناداری	اندازه اثر
حداکثر زاویه فلکشن زانو (درجه)	گروه کنترل	۴۳/۷۹±۴/۶۹	۴۴/۱۵±۴/۶۱	−۱/۱۰۵	۰/۲۹۳	–
	گروه تجربی	۴۴/۸۸±۴/۸۹	۵۱/۲۶±۴/۸۰	−۶/۲۳۷	۰/۰۰۱	۱/۲۶۶
حداکثر نیروی عمودی عکس العمل زمین(نیرو)	گروه کنترل	۲۰۹۷±۳۶۸/۴۳	۲۱۰۵±۳۷۳/۴۶	−۰/۶۱۱	۰/۵۴۸	–
	گروه تجربی	۲۰۷۶±۴۲۶/۷۹	۱۸۸۴±۳۲۸/۱۸	۱/۶۱۷	۰/۱۳۴	۰/۶۱۲
حداکثر نیروی خلفی عکس العمل زمین(نیرو)	گروه کنترل	−۲۸۸±۴۷/۷۱	−۲۸۴±۵۵/۸۶	−۰/۵۷۴	۰/۵۷۷	–
	گروه تجربی	−۳۰۳±۵۵/۳۹	−۲۷۱±۴۵/۸۳	−۳/۰۳۷	۰/۰۱۱	۰/۸۸۷
پرش لی سه گام(متر)	گروه کنترل	۵/۰۲±۰/۴۸	۵/۰۳±۰/۴۹	۱/۸۳۶	۰/۰۹۴	–
	گروه تجربی	۵/۱۱±۰/۵۱	۵/۲۱±۰/۴۹	−۳/۳۷۳	۰/۰۰۶	۰/۹۱۱

نتایج آزمون تی مستقل در پس آزمون نشان داد که در حداکثر زاویه فلکشن زانو(P=0.001, t=3.698)، حداکثر نیروی خلفی عکس العمل زمین(P=0.020, t=-2.509) و پرش لی سه گام(P=0.033, t=2.269) گروه تمرینات فیدبکی و کنترل اختلاف معنی داری وجود دارد، در صورتی که در حداکثر نیروی عمودی عکس العمل زمین(P=0.166, t=-1.433) دو گروه اختلاف معنی داری مشاهده نشد(جدول شماره ۳).

بحث و نتیجه گیری

هدف پژوهش حاضر تاثیر هشت هفته تمرینات فیدبکی با به کار گیری تمرکز بیرونی بر حداکثر نیروهای عمودی و خلفی عکس العمل زمین، حداکثر زاویه فلکشن زانو و پرش لی سه گام افراد فعال بود. نتایج نشان داد که تمرینات فیدبکی موجب تاثیرگذاری معنادار بر حداکثر نیروی خلفی عکس العمل زمین، حداکثر زاویه فلکشن زانو و پرش لی سه گام افراد فعال شده است ولی بر حداکثر نیروی عمودی عکس العمل زمین افراد فعال تاثیر معنی داری نداشته است.

نتایج تحقیق حاضر با نتایج حاصل از پژوهش های Nyman و همکاران(۲۰۱۵)(۸)، Ericksen و همکاران (۲۰۱۵)(۹)، Dallinga و همکاران(۱۰)(۱۲) همسو بود ولی با نتایج پژوهش های Herman و همکاران (۲۰۰۹)(۱۱) ناهمسو بود. از علت های ناهمسویی می توان به تفاوت در متغیرهای تمرینی، تعداد آزمودنی ها و طراحی پروتکل های تمرینی اشاره کرد. Nyman و همکاران(۸) نشان دادند چهار هفته پروتکل تمرین فیدبکی حداکثر زاویه فلکشن زانوی ورزشکاران را در طول تکلیف فرود افزایش داد که در ارتباط با حداکثر زاویه فلکشن زانو همسو بود. Ericksen و همکاران(۹) به اثرات آنی فیدبک به هنگام بر روی کینماتیک پرش-فرود در سه گروه، ترکیبی(فیدبک به هنگام و پاسخ فیدبکی متعاقب)، گروه پاسخ فیدبکی متعاقب و گروه کنترل پرداختند که با نتایج پژوهش حاضر در ارتباط با حداکثر زاویه فلکشن زانو همسو و با حداکثر نیروی عمودی عکس العمل زمین ناهمسو بود. هم چنین نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش Herman و همکاران(۱۱) در ارتباط با حداکثر زاویه فلکشن زانو همسو و با حداکثر نیروی های عکس العمل در جهت عمودی و خلفی ناهمسو بود که احتمالاً نوع پروتکل تمرینی، جنسیت و تعداد آزمودنی ها دلایل ناهمخوانی با پژوهش حاضر بود.

در این تحقیق با اجرای برنامه تمرین فیدبکی به مدت هشت هفته، افزایش در حداکثر زاویه فلکشن زانو مشاهده شد که احتمالاً می تواند در پیشگیری از آسیب ACL موثر باشد. مطالعات پیشین(۱۱) افزایش مشابهی در حداکثر زاویه فلکشن زانو با دستورالعمل های یکسان با تحقیق حاضر را نشان داده اند. در یک تحقیق آینده نگر(۱۶)، ورزشکارانی که تجربه پارگی رباط ACL داشتند زاویه فلکشن زانوی کمتری را در طول فرود از خود نشان دادند. بنا بر این افزایش حداکثر زاویه فلکشن زانو به دنبال تمرینات فیدبکی می تواند بارهای وارده بر ACL را کاهش و ریسک آسیب را در طول فرود بکاهد. بیشتر آسیب های ACL در طی کاهش شدید شتاب یا به هنگام فرود از یک پرش اتفاق می افتد، که در مقایسه با یک فرود نرم نیروهای عکس العمل زمین بیشتری تولید می‌کند. فرود با زاویه فلکشن زانوی بزرگ تر نیروهای وارده بر ACL را کاهش داده بنا بر این ریسک آسیب ACL را به صورت بالقوه کاهش می دهد. مطالعات اخیر نشان داده اند دستورالعمل هایی که تمرکز بیرونی توجه را فراهم می کنند منجر به افزایش زوایای فلکشن زانو به هنگام فرود می شوند(۱۷). هم چنین افزایش زاویه فلکشن زانو موجب جا به جایی مرکز ثقل بیشتر و کاهش نیروهای عکس العمل زمین در جهت عمودی و خلفی می شود که احتمالاً به دلیل قرار گرفتن عضلات در یک وضعیت کاراتر جهت جذب انرژی جنبشی می باشد. علاوه بر این، افزایش فلکشن زانو منجر به افزایش تولید نیروی ماکزیمم و یا هماهنگی بهینه بیشتر می شود(۱۸). میزنر و همکاران نشان دادند تمرکز درونی توجه در ترکیب با دستورالعمل های فیدبکی به صورت شنیداری(کاهش صدای حاصل از فرود) منجر به نتایج معنادار در زمان فرود طولانی، کاهش نیروهای عکس العمل زمین، افزایش حداکثر زاویه فلکشن زانو، کاهش زاویه والگوس زانو و کاهش گشتاور ابداکشن خارجی زانو در مقایسه با قبل و بعد دستورالعمل ها شد(۱۹). افزایش زاویه فلکشن زانو

می تواند با تغییر عملکرد کوادریسپس و همسترینگ همراه باشد. انقباض همسترینگ در زوایای فلکشن اندک زانو نمی تواند استرین ACL را کاهش دهد. به دلیل این که این عضلات در فلکشن بیشتر زانو بر روی تیبیا اثر می گذارند. از طرف دیگر در زوایای بیشتر از ۶۰ درجه زانو، انقباض کوادریسپس توانایی افزایش استرین ACL را نداشته و جا به جایی قدامی و چرخش داخلی تیبیا به علت تغییر در انقباض کوادریسپس کاهش پیدا می کند علاوه بر این، انقباض همسترینگ منجر به کاهش جا به جایی قدامی تیبیا و چرخش داخلی آن در این زوایا می شود(۲۰). به طور کلی می‌توان گفت افزایش زاویه فلکشن زانو منجر به برطرف شدن غلبه کوادریسپس، کینماتیک بهتر زانو، بهینه شدن فعالیت عضلات همسترینگ و افزایش جذب شوک و کاهش نیروی عکس العمل زمین می شود. Benjaminse و همکاران(۲۰۱۵) مطالعه ای در مورد استراتژی های یادگیری حرکتی در بازیکنان بسکتبال و کاربرد آن در پیشگیری از آسیب ACL انجام دادند. ورزشکاران به سه گروه بصری، کلامی، و گروه کنترل تقسیم شدند. آن ها نتیجه گرفتند که نمونه های مرد به طور واضحی از فیدبک های بصری بهره می برند. ولی با وجود این نیروی عمودی عکس العمل زمین در گروه بصری مردان بیشتر از سایر گروه ها بود(۲۱). با افزایش نیروی عمودی عکس العمل زمین تنها یک ضربه در گشتاور زانو در صفحه ساجیتال هست که احساس می شود نگرانی بزرگی نخواهد بود(۲۱) و رفلکسی از کنترل حرکتی افزایش یافته در طول تکلیف است که با نتیجه تحقیق حاضر در مورد نیروی عمودی عکس العمل زمین همسو است. در این راستا، Vescovi و همکاران (۲۰۰۸) نیز نتایج مشابهی را در مورد عدم کاهش نیروی عمودی عکس العمل زمین به دنبال برنامه پلیومتریکی مشاهده نمودند(۲۲). عواملی مانند سن (نوجوان یا بزرگسال)، تجربه ورزشکار(رقابتی یا تفریحی)، نوع آموزش و پروتکل تمرینی ممکن است بر توانایی برنامه های مداخله‌ای در تغییر نیروهای فرود موثر باشد. گشتاور صفحه عرضی نسبت به تمرینات فیدبک بصری و کلامی واکنش کمتری از خود نشان می دهد. مطالعات شامل نتایج متفاوتی از متغیرها از جمله کاهش صدای حرکات، فعالیت الکترومایوگرافی کمتر، هم انقباضی کمتر، نیروی عکس العمل زمین کمتر، زاویه فلکشن بیشتر بعد از سازگاری با تمرینات فیدبکی با تمرکز بیرونی نیز دیده شده است(۲۳). تمرکز درونی توجه منجر به هم انقباضی آگونیست ها و آنتاگونیست ها می شود که موجب محدودیت در درجات آزادی حرکات، فراخوانی غیرضروری واحدهای حرکتی در عضله و افزایش نویز در سیستم حرکتی می شود. با این تفاسیر استفاده از تمرکز بیرونی توجه به جای تمرکز درونی توجه موجب روانی سیستم حرکتی و کاهش تداخل واحدهای حرکتی شده و نهایتاً موجب روانی حرکات، کاهش نیروهای عکس العمل زمین و افزایش زاویه فلکشن زانو می شود(۲۴).

Favre و همکاران(۲۰۱۶) با تعدیل زاویه فلکشن زانو تاثیر آن بر روی عوامل خطر آسیب ACL در طول پرش فرود پرداختند. ورزشکاران ابتدا پرش را بدون هیچ تعدیلی انجام دادند تا تکنیک فرود طبیعی خودشان آشکار گردد. سپس ورزشکاران دستورالعمل های کلامی به منظور فرود نرم و افزایش زاویه فلکشن در طی فرود را دریافت کردند. داده های کینتیک و کینماتیک اندام تحتانی قبل و بعد از تعدیل جمع آوری شد. آن ها عنوان کردند با تعدیل در زاویه فلکشن زانو کاهش محسوسی در نیروی عمودی عکس العمل زمین و کاهش هم زمان در حداکثر گشتاور فلکشن زانو و نهایتاً کاهش عوامل خطر آسیب لیگامان ACL شد(۲۵). توجه به این نکته مهم است که اصلاح زاویه فلکشن زانو منجر به کاهش اساسی در نیروی عمودی عکس العمل زمین و کاهش هم زمان در گشتاور فلکشن می شود. بر اساس مطالعات پیشین(۲۶) کاهش نیروی عکس العمل زمین و گشتاور فلکشن پتانسیل کاهش خطر آسیب در طول فرود را دارد. در حالی که این نتایج موافق با تحقیقات پیشینی هست که بر روی اصلاح زاویه فلکشن زانو در طول تکالیف مشابه پرش تمرکز کرده اند؛ برای مثال پرش ایستاده و پرش فرود(۱۸،۱۹).

نیروی خلفی عکس العمل زمین گشتاور فلکشنی را در مفصل زانو تولید می کند که بایستی با گشتاور

اکستنشن تولیدی توسط عضلات کوادریسپس از طریق تاندون کشکک به تعادل برسد. نیروی خلفی عکس العمل زمین بزرگ تر، همان گشتاور اکستنشن بزرگ تر زانو است، بنا بر این نیروی کوادریسپس و نیروی تاندون کشکک بزرگ تر خواهد بود. بار وارده بر ACL زمانی که نیروی تاندون کشکک افزایش می یابد و زاویه فلکشن زانو کمتر از ۶۰ درجه است، افزایش می یابد(۲۷). هنگامی که نیروی عکس العمل زمین افزایش یابد، نیروی برشی قدامی وارد بر زانو نیز زیاد می شود که سبب افزایش نیروی کشویی قدامی زانو می شود و احتمال آسیب لیگامان ACL بالا می رود. در پژوهش حاضر در اثر تمرینات فیدبکی نیروی خلفی عکس العمل زمین کاهش پیدا کرده و احتمالا از بار وارده بر لیگامان ACL می‌کاهد.

Olsson و همکاران(۲۰۰۸) افزایش رکورد پرش را پس از انجام شش هفته تمرینات شناختی(تصویرسازی ذهنی) گزارش کردند(۲۸). این موضوع نشان می دهد که تصویرسازی احتمالاً باعث بهبود اجزای ضروری یک مهارت حرکتی پیچیده و کاهش عوامل خطر آسیب ACL می شود. تصویرسازی ذهنی یعنی، درخواست از افراد تا چشمان خودشان را ببندند، بر زمین تمرکز کنند و تکلیف فرود صحیحی را تصور کنند (فیدبک مثبت) که می تواند زاویه فلکشن زانو را افزایش داده و هم چنین زاویه والگوس زانو را کاهش دهد(۲۳).

در پژوهش حاضر انجام تمرینات فیدبکی با هدایت تمرکز توجه افراد به سمت توجه بیرونی باعث افزایش عملکرد حرکتی آزمودنی ها شد. بنا بر این زمانی که دستورالعمل آموزشی، توجه اجراکننده را به اندام درگیر در حرکت معطوف کند، فرآیندهای کنترل خودکار تسهیل شده و موجب خودسازماندهی بهتر دستگاه های مختلف می شود. در نتیجه نیاز فرد به درگیری مراکز مهم تر عصبی برای کنترل اندام کاهش یافته و به این دلیل اجرای فرد بهبود پیدا می کند. به عبارت دیگر، در توجه بیرونی نیازهای توجهی کاهش می‌یابد، در حالی که در توجه درونی فرآیندهای پردازش بیشتری درگیر شده و نیازهای توجهی افزایش پیدا می کند(۷). Wulf و همکاران(۲۰۱۰) در پژوهشی با به کار گیری تمرکز بیرونی توجه شاهد افزایش ارتفاع پرش و کاهش فعالیت الکترومایوگرافی عضلات شدند. نتایج نشان داد که هماهنگی های عصبی عضلانی با تمرکز بیرونی توجه تقویت می یابد؛ به طوری که تمرکز بیرونی تولید الگوهای حرکتی کافی و موثر را تسهیل می کند(۲۹). طبق شواهد، تمرکز بیرونی توجه تاثیر مثبتی بر روی عملکرد و استراتژی های یادگیری مهارت های مختلف حرکتی می شود؛ مانند پرش عمودی(۲۹)، پرش طول دارد(۱۷).

تعادل نقش بسیار مهمی در برنامه پیشگیری از آسیب ACL دارد. شواهد اخیر حاکی از آن است که کنترل مرکز فشار با تمرکز بیرونی توجه بهبود پیدا می کند(۳۰)، که در تحقیق حاضر یکی از تمرینات تعادلی تمرین نگه داشتن یک میله به صورت افقی و هم زمان حفظ تعادل بر روی صفحه ناپایدار بود. چنان چه دو مطالعه اخیر پلیومتریک گزارش کردند که تمرکز بیرونی توجه منجر به افزایش ارتفاع پرش، تولید نیروی بیشتر، و جا به جایی مرکز ثقل بیشتر(فلکشن زانوی بیشتر) در مقایسه با استفاده از تمرکز توجه درونی می شود(۱۷). عنصر مشترک در دستورالعمل های بیرونی تمرکز بر یک شی بیرونی بود(توپ آویزان) تا توجه را به دور از بدن هدایت کند. تمرینات مورد استفاده در این تحقیق بر پایه دو مولفه کلیدی پیشگیری از آسیب ACL تمرینات تعادلی و پلیومتریک بود(۷). تمرینات فیدبکی جدید نشان داد که چگونه تمرکز توجه می تواند از درونی به بیرونی با یک تغییر ساده در دستورالعمل ها تغییر پیدا کند. دستورالعمل های آموزشی با تمرکز بیرونی توجه به تجهیزات به خصوصی نیاز ندارد و می توان برای چندین ورزشکار در یک زمان یکسان به کار برد. آموزش با دستورالعمل های ساده بهترین هستند زیرا روش های تمرین فیدبکی با دستورالعمل های پیچیده مانع یادگیری حرکتی می شود.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد هشت هفته تمرین فیدبکی تاثیر مثبتی بر حداکثر نیروی خلفی عکس العمل زمین، حداکثر زاویه فلکشن زانو و عملکرد حرکتی داشته و بر حداکثر نیروی عمودی عکس العمل زمین تاثیر ندارد. تمرینات فیدبکی موجب تغییرات

مثبتی در حداکثر زاویه فلکشن زانو و حداکثر نیروی خلفی عکس العمل زمین می شود، از آن جایی که زاویه فلکشن زانو و نیروی خلفی عکس العمل زمین یکی از عوامل خطر آسیب ACL می باشد؛ لذا اثربخشی تمرینات فیدبکی بر این دو متغیر می تواند به عنوان یک یافته مهم در حیطه پیشگیری از آسیب ACL در نظر گرفته شود. از سوی دیگر تمرینات فیدبکی با تمرکز بیرونی توجه باعث افزایش عملکرد حرکتی آزمودنی ها در این تحقیق شدند. بنا بر این به مربیان و ورزشکاران پیشنهاد می شود به منظور پیشگیری از آسیب ACL و افزایش عملکرد ورزشکاران از تمرینات فیدبکی در طول جلسات تمرینی بهره مند شوند.

هم چنین بیشترین اندازه اثر مشاهده شده به ترتیب مربوط به حداکثر زاویه فلکشن زانو، پرش لی سه گام و حداکثر نیروی خلفی عکس العمل زمین بوده است که بیانگر تاثیرگذاری بیشتر تمرینات فیدبکی بر این متغیرها می باشد. از طرف دیگر با توجه به این که تمرینات مورد استفاده در تحقیق حاضر منجر به بهبود نمرات آزمون پرش شده است و این آزمون از جمله آزمون های ملاک مورد استفاده در مراحل مختلف بازگشت به ورزش(return to sport) محسوب می شود، توصیه می شود که مربیان ورزشی و مختصصان آسیب شناسی ورزشی از این گونه تمرینات در مراحل مرتبط بازگشت به ورزش استفاده کنند.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله مراتب تقدیر و تشکر خود را از مسئولین محترم آزمایشگاه بیومکانیک و حرکات اصلاحی دانشگاه خوارزمی تهران، پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی و همکاری تمامی افرادی که در مطالعه حاضر شرکت داشتند اعلام می دارند.

References

1. Boden BP, Griffin LY, Garrett Jr WE. Etiology and prevention of noncontact ACL injury. Phys Sportsmed. 2000;28(4):53–60. doi: 10.3810/psm.2000.04.841
2. Myklebust G, Maehlum S, Holm I, Bahr R. A prospective cohort study of anterior cruciate ligament injuries in elite Norwegian team handball. Scand J Med Sci Sports. 1998;8(3):149–53. doi: 10.1111/j.1600-0838.1998.tb00185.x
3. Hewett TE, Ford KR, Hoogenboom BJ, Myer GD. Understanding and preventing acl injuries: current biomechanical and epidemiologic considerations-update 2010. North Am J Sport Phys Ther NAJSPT. 2010;5(4):234.
4. Griffin LY, Agel J, Albohm MJ, Arendt EA, Dick RW, Garrett WE, et al. Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies. JAAOS-Journal Am Acad Orthop Surg. 2000;8(3):141–50.
5. Shimokochi Y, Shultz SJ. Mechanisms of noncontact anterior cruciate ligament injury. J Athl Train. 2008;43(4):396.
6. Simon SR, Meunier M, Piettre L, Berardi AM, Segebarth CM, Boussaoud D. Spatial attention and memory versus motor preparation: premotor cortex involvement as revealed by fMRI. J Neurophysiol. 2002;88(4):2047–57. doi: 10.1152/jn.2002.88.4.2047
7. Benjaminse A, Gokeler A, Dowling A V, Faigenbaum A, Ford KR, Hewett TE, et al. Optimization of the anterior cruciate ligament injury prevention paradigm: novel feedback techniques to enhance motor larning and reduce injury risk. J Orthop Sports Phys Ther. 2015;45(3):1–46. doi: 10.2519/jospt.2015.4986
8. Nyman E, Armstrong CW. Real-time feedback during drop landing training improves subsequent frontal and sagittal plane knee kinematics. Clin Biomech. 2015;30(9):988–94. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2015.06.018
9. Ericksen HM, Thomas AC, Gribble PA, Doebel SC, Pietrosimone BG. Immediate effects of real-time feedback on jump-landing kinematics. J Orthop Sport Phys Ther. 2015;45(2):112–8. doi: 10.2519/jospt.2015.4997
10. Dallinga J, Benjaminse A, Gokeler A, Cortes N, Otten E, Lemmink K. Innovative Video Feedback on Jump Landing Improves Landing Technique in

Males. Int J Sports Med. 2016; 38(02):150-8. doi: 10.1055/s-0042-106298
11. Herman DC, Oñate JA, Weinhold PS, Guskiewicz KM, Garrett WE, Yu B, et al. The effects of feedback with and without strength training on lower extremity biomechanics. Am J Sports Med. 2009;37(7):1301–8. doi: 10.1177/0363546509332253
12. Benjaminse A, Welling W, Otten B, Gokeler A. Novel methods of instruction in ACL injury prevention programs, a systematic review. Phys Ther Sport. 2015;16(2):176–86. doi: 10.1016/j.ptsp.2014.06.003
13. Wernli K, Ng L, Phan X, Davey P, Grisbrook T. The relationship between landing sound, vertical ground reaction force, and kinematics of the lower limb during drop landings in healthy men. J Orthop Sport Phys Ther. 2016;46(3):194–9. doi: 10.2519/jospt.2016.6041
14. Ishida T, Yamanaka M, Takeda N, Homan K, Koshino Y, Kobayashi T, et al. The effect of changing toe direction on knee kinematics during drop vertical jump: a possible risk factor for anterior cruciate ligament injury. Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc. 2015;23(4):1004–9. doi: 10.1007/s00167-013-2815-2
15. BALDON R de M, LOBATO DFM, CARVALHO LP, WUN PYL, SANTIAGO PRP, SERRÃO FV. Effect of Functional Stabilization Training on Lower Limb Biomechanics in Women. Med Sci Sport Exerc. 2012;44(1):135–45.
16. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt Jr RS, Colosimo AJ, McLean SG, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. Am J Sports Med. 2005;33(4):492–501. doi: 10.1177/0363546504269591
17. Makaruk H, Porter JM, Czaplicki A, Sadowski J, Sacewicz T. The role of attentional focus in plyometric training. J Sports Med Phys Fitness. 2012;52(3):319–27.
18. Wulf G, Dufek JS. Increased jump height with an external focus due to enhanced lower extremity joint kinetics. J Mot Behav. 2009;41(5):401–9.
19. Mizner RL, Kawaguchi JK, Chmielewski TL. Muscle strength in the lower extremity does not predict postinstruction improvements in the landing patterns of female athletes. J Orthop Sport Phys Ther. 2008;38(6):353–61. doi: 10.2519/jospt.2008.2726
20. Hirokawa S, Solomonow M, Lu Y, Lou Z-P, D'Ambrosia R. Anterior-posterior and rotational displacement of the tibia elicited by quadriceps contraction. Am J Sports Med. 1992;20(3):299–306. doi: 10.1177/036354659202000311
21. Benjaminse A, Otten B, Gokeler A, Diercks RL, Lemmink KAPM. Motor learning strategies in basketball players and its implications for ACL injury prevention: a randomized controlled trial. Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc. 2015. doi: 10.1007/s00167-015-3727-0
22. Vescovi JD, Canavan PK, Hasson S. Effects of a plyometric program on vertical landing force and jumping performance in college women. Phys Ther Sport. 2008;9(4):185–92. doi: 10.1016/j.ptsp.2008.08.001.
23. Sarafrazi S, Abdulah RTB, Amiri-Khorasani M. Kinematic analysis of hip and knee angles during landing after imagery in female athletes. J Strength Cond Res. 2012;26(9):2356–63. doi: 10.1519/JSC.0b013e31823db094
24. Lohse KR, Sherwood DE. Thinking about muscles: The neuromuscular effects of attentional focus on accuracy and fatigue. Acta Psychol (Amst). 2012;140(3):236–45. doi: 10.1016/j.actpsy.2012.05.009
25. Favre J, Clancy C, Dowling A V, Andriacchi TP. Modification of Knee Flexion Angle Has Patient-Specific Effects on Anterior Cruciate Ligament Injury Risk Factors During Jump Landing. Am J Sports Med. 2016;44(6):1540–6. doi: 10.1177/0363546516634000
26. Zahradnik D, Uchytil J, Farana R, Jandacka D. Ground reaction force and valgus knee loading during landing after a block in female volleyball players. J Hum Kinet. 2014;40(1):67–75. doi: 10.2478/hukin-2014-0008
27. Lin C-F, Liu H, Gros MT, Weinhold P, Garrett WE, Yu B. Biomechanical risk factors of non-contact ACL injuries: A stochastic biomechanical modeling study. J Sport Heal Sci.

2012;1(1):36–42. doi: 10.1016/j.jshs.2012.01.001
28. OLSSON C, Jonsson B, Nyberg L. Internal imagery training in active high jumpers. Scand J Psychol. 2008;49(2):133–40. doi: 10.1111/j.1467-9450.2008.00625.x
29. Wulf G, Dufek JS, Lozano L, Pettigrew C. Increased jump height and reduced EMG activity with an external focus. Hum Mov Sci. 2010;29(3):440–8. doi: 10.1016/j.humov.2009.11.008Get
30. Wulf G, Mercer J, McNevin N, Guadagnoli MA. Reciprocal influences of attentional focus on postural and suprapostural task performance. J Mot Behav. 2004;36(2):189–99. doi: 10.3200/JMBR.36.2.189-199

Effect of feedback training on some kinetic, kinematic, and functional factors of active men

Hadi Abbaszadeh Ghanati[*1], *Amir Letafatkar1, Ali Abbasi1*

(Received: September 17, 2017 Accepted: January 1, 2018)

Abstract

Introduction: A potential limitation of current ACL injury prevention training may be a deficit in the transfer of conscious, optimal movement strategies rehearsed during training sessions to automatic movements required for athletic activities. Instructional strategies with an internal focus of attention have traditionally been utilized, but may not be optimal for the acquisition of the control of complex motor skills. Conversely, external-focus instructional strategies may enhance skill acquisition more efficiently and increase the transfer of improved motor skills to sports activities

Objective: The purpose of the current study was investigation of the effect of feedback training utilizing external focus of attention on kinetic, kinematic, and functional factors of active subjects.

Materials and Methods: Twenty-four males (aged 24.83±2.77 years, BMI 22.20±1.8 kg/m^2, and weight 72.20±9.30 kg) were randomly assigned to feedback (n=12) and control (n=12) groups. The Feedback group completed training 3 times a week for 8 weeks; training lasted 45 min in each session. Peak knee flexion angle was measured using 3D motion analysis during landing, peak vertical and posterior ground reaction force was measured using force plate set, and functional movement was measured using triple hop test. For data analysis repeated measures analysis of variance, independent-sample, and paired t tests were used.

Findings: Results revealed that feedback training caused significantly increased peak knee flexion angle (p=0.001, pre=44.88±4.89, post=51.26±4.80, effect size=1.266), increased functional movement of subjects (p=0.006, pre=5.11±.51, post=5.21±.49, effect size=0.911), and decreased peek posterior ground reaction force (p=0.011, pre=-303±55.39, post=-271±45.83, effect size=0.877). There was no significant effect in peak vertical ground reaction force (p=0.134, pre=2076±426.79, post=1884±328.18, effect size=0.612).

Conclusion: Given the reported significant effect of training on peak hip abduction moment and functional movement of participants, coaches and athletes recommended that to reduce the risk factors associated with anterior cruciate ligament injury and increase athletic functional performance, feedback training should be used during training sessions.

Keywords: Injury prevention, Focus of attention, Feedback, Kinematic, Anterior cruciate ligament