

طب ورزشی - پاییز و زمستان ۱۳۹۵
دوره ۸، شماره ۲، ص: ۱۹۵-۱۷۵
تاریخ دریافت: ۰۲ / ۰۶ / ۹۵
تاریخ پذیرش: ۱۸ / ۱۰ / ۹۵

تأثیرات هشت هفته تمرین گرم کردن ۱۱+ فیفا بر زمان بندی و فعالیت الکترومیوگرافی عضلات زانو برای پیشگیری از آسیب رباط صلیبی قدامی

وحید قاسمی^{۱*} - سید صدرالدین شجاع الدین^۲ - اسماعیل ابراهیمی تکامجانی^۳ - امیر لطافت کار^۴ - منصور اسلامی^۵

۱. دکتری آسیب شناسی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران ۲. دانشیار گروه آسیب شناسی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران ۳. استاد گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی، تهران، ایران ۴. استادیار گروه آسیب شناسی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران ۵. دانشیار گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابل، ایران

چکیده

هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر برنامه پیشگیری از آسیب ۱۱+ فیفا بر زمان بندی و میزان فعالیت الکتریکی عضلات اطراف زانوی مردان فوتبالیست جوان بود. اندازه گیری های الکترومیوگرافی حین اجرای آزمون فرود روی یک پا از ۲۴ فوتبالیست مرد جوان (۱۲ نفر گروه تجربی و ۱۲ نفر گروه کنترل) در پیش آزمون و پس آزمون به عمل آمد. پس از اجرای هشت هفته تمرین بر روی گروه تجربی، از آزمون های آنالیز واریانس با اندازه تکراری، تی زوجی و مستقل برای تحلیل آماری استفاده شد. یافته ها نشان داد پس از تمرینات، میزان فعالیت واستوس مدیالیس، مدیال همسترینگ و مدیال گاستروکنمیوس افزایش یافت، اما میزان فعالیت واستوس لترالیس، لترال همسترینگ، رکتوس فموریس و لترال گاستروکنمیوس و زمان بندی فعالیت رکتوس فموریس، واستوس لترالیس، لترال همسترینگ و لترال گاستروکنمیوس کاهش یافت، در حالی که زمان بندی واستوس مدیالیس، مدیال همسترینگ و مدیال گاستروکنمیوس افزایش یافت. نتایج این مطالعه نشان داد که ویژگی های نروماسکولار اندام تحتانی در فوتبالیست های جوان با اجرای برنامه ۱۱+ فیفا بهبود می یابد و به طور بالقوه موقعیت های ریسک آسیب ACL در حین فرود کاهش پیدا می کند و به کنترل بهینه ACL منجر می شود.

واژه های کلیدی

آسیب های رباط متقاطع قدامی، الکترومیوگرافی، ۱۱+ فیفا، مفصل زانو.

مقدمه

فوتبال یکی از محبوب‌ترین رشته‌های ورزشی در ایران و جهان است و براساس آمار منتشره از سوی فیفا، دوپست‌وهفتاد میلیون نفر در سرتاسر جهان فوتبال بازی می‌کنند، که این تعداد معادل چهار درصد از جمعیت کره زمین است. براساس همین گزارش یک میلیون و هشتصد و شش هزار نفر در ایران فوتبال بازی می‌کنند که از این تعداد چهارصد و چهل و نه هزار نفر به‌طور رسمی ثبت شده‌اند (۱۳۰۱۲). با توجه به افزایش محبوبیت این ورزش ضمن رشد سریع تعداد شرکت‌کنندگان به‌ویژه نوجوانان و جوانان افزایش میزان شیوع آسیب‌های این بازیکنان را نیز شاهدیم (۳۸). زانو یکی از شایع‌ترین محل‌های بروز آسیب در ورزش فوتبال است (۲۰).

مفصل زانو از یک طرف بین دو اهرم بلند بدن (استخوان‌های تیبیا و فمور) قرار گرفته و از طرف دیگر عضلات بسیار قوی این مفصل را احاطه کرده‌اند، علاوه بر آن، ژئومتری این مفصل به‌گونه‌ای است که نسبت به سایر مفاصل ثبات کمتری را برای آن به ارمغان می‌آورد. این عوامل موجب می‌شود که این مفصل نسبت به سایر مفاصل بدن تحت فشار و نیروی بیشتری قرار گیرد (۳۶). آسیب‌های زانو و به‌خصوص آسیب رباط متقاطع قدامی^۱ از جدی‌ترین ضایعات زانو هستند و مکرر در حین فعالیت‌های ورزشی اتفاق می‌افتد که به‌صورت برخوردی و غیربرخوردی دچار آسیب و پارگی می‌شود (۲۷، ۲۵). تقریباً ۷۰ درصد از پارگی‌های ACL طی مکانیسم غیربرخوردی اتفاق می‌افتد (۲۷). شواهد نشان می‌دهد که از بین مکانیسم‌های غیربرخوردی، فرود تک‌پا یکی از رایج‌ترین دلایل پارگی ACL است (۲۵). در همین زمینه گزارش شده است ۷۰ درصد صدمات زانو در حین فرود آمدن از پرش اتفاق می‌افتند (۳۱). از طرفی مفصل زانو اصلی‌ترین قسمت بدن است که هنگام فرود آمدن از پرش در جذب و تعدیل نیروهای فرود نقش دارد (۲۵). با در نظر گرفتن مکانیسم‌های آسیب ACL که تقریباً ۷۰ درصد آنها از نوع غیربرخوردی است و دانستن اینکه همه آنها با وجود ویژگی‌های جزئی متفاوت، ظاهری مشترک دارند و در قالب دو مکانیسم کلی فرود تک‌پا و حرکت برشی بیان می‌شوند، درمی‌یابیم که به‌منظور تأمین ثبات مفصل و پیشگیری از آسیب به عناصر ثبات‌دهنده پاسیو (همچون نقش مکانیکی ACL) که توان ساختاری مقابله با چنین نیروهای سطح بالایی را ندارند، فعالیت به‌موقع و مناسب عضلانی امری ضروری و واجب است. در نتیجه برای پیشگیری از آسیب به سیستم کنترل‌کننده‌ای نیاز

1. Anterior cruciate ligament (ACL)

است که با تنظیم دقیق زمانی و میزان فعالیت و هماهنگی فعالیت عضلانی از زاویه دار شدن های نامطلوب و ناخواسته مفصل در مواجهه با حرکات سریع و آنی، پیشگیری کند (۲۷). این همان سیستم کنترل عصبی-عضلانی است که به صورت نوعی از دو مدل عملکردی تحت عنوان کنترل فیدبک و کنترل فیدفوروارد به صورت مجزا اما در کنار هم به کار می رود.

الگوهای فراخوانی نوروماسکولار عضلات احاطه کننده اطراف زانو، مسئول فراهم کردن سفتی و ثبات دینامیک زانو طی حرکات اند (۴). عضلات کوادریسپس، همسترینگ و گاستروکنمیوس دستخوش هم انقباضی رفلکسی و مقدماتی می شوند تا با افزایش سفتی مفصل، از آسیب جلوگیری کنند (۲۱).

سطح فعالیت متوازن عضلات آگونیست و آنتاگونیست زانو برای ایجاد پایداری، نشان دهنده اهمیت حسی حرکتی این عضلات نسبت به قدرت و استقامت این عضلات است. فعالیت این گروه از عضلات باید به گونه ای تنظیم شود که به صورت کاملاً هماهنگ، در زمان مناسب، در مدت مناسب و با ترکیب درستی از نیروها وارد عمل شوند (۶). از این رو عملکرد نامناسب عضلات اطراف زانو می تواند ثبات آن را تحت تأثیر قرار دهد و مفصل را مستعد آسیب کند. از طرفی براساس یافته های تحقیقات قبلی، یکی از انواع تمرینات کمک کننده به تعدیل عوامل خطر نوروماسکولار آسیب زانو، تمرینات پیشگیری عصبی-عضلانی هستند که براساس برنامه های تمرینی اختصاصی تقویت کنترل نوروماسکولار طراحی شده اند و به این ترتیب از طریق بهبود ثبات دینامیک زانو، به کاهش خطر آسیب لیگامان ACL کمک می کنند (۱۸). تحقیقات در زمینه پیشگیری از آسیب ACL بیشتر در زمینه تأثیر این تمرینات بر کاهش میزان و شیوع این آسیب (۲۴،۱۵) و تفاوت های جنسیتی موجود در فاکتورهای سینتیکی و سینماتیکی مرتبط با آسیب ACL انجام گرفته (۱۹،۱۴) و اثر تمرینات بر عوامل خطر این آسیب کمتر بررسی شده است. در تحقیقات انجام گرفته در این زمینه نیز نتایج ضدونقیضی وجود دارد. برای مثال زیبس و همکاران (۲۰۰۸) تأثیر تمرینات عصبی-عضلانی را بر کنترل حرکتی مفصل زانو حین حرکت برشی در بازیکنان زن نخبه فوتبال و هندبال بررسی و گزارش کردند تمرینات عصبی-عضلانی فعالیت الکترومیوگرافی عضله نیم وتری را افزایش و خطر والگوس زانو را کاهش می دهد (۳۹). در تناقض با مطالعه بیان شده، رضایی منش و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی تأثیر چهار هفته تمرینات پلیومتریک بر الکترومیوگرافی عضله دوسرانی و راست داخلی اعلام کردند که در فعالیت عضله دوسرانی طی حرکت پرشی افزایشی مشاهده نشد (۳۰). در این میان در سال ۲۰۰۶ فیفا با همکاری گروهی از متخصصان و مربیان باتجربه برنامه گرم کردن جامع موسوم به ۱۱+ فیفا را برای پیشگیری از آسیب دیدگی های

بازیکنان فوتبال معرفی کرد و در سالیان اخیر نیز آن را به‌طور گسترده‌ای در سرتاسر جهان بسط و توسعه داده است. سولیکارد و همکاران در سال ۲۰۰۸ نشان دادند استفاده از این برنامه تمرینی بروز آسیب‌های ناشی از استفاده بیش از حد را ۵۳ درصد و آسیب‌های شدید را ۴۵ درصد کاهش می‌دهد (۳۲). در ایران نیز زارعی و همکاران (۱۳۹۱) با پژوهش روی ۱۰ تیم فوتبال، کاهش معناداری را در بروز آسیب‌های ورزشی پیرو استفاده از این برنامه جامع گرم کردن مشاهده کردند (۱). بنابراین می‌توان گفت که برنامه گرم کردن جامع فیفا موسوم به فیفا ۱۱+ به‌عنوان برنامه مؤثر و موفق پیشگیری از آسیب در جوامع ورزشی مطرح شده و جای خود را میان مربیان و بازیکنان باز کرده است. با وجود حمایت ادبیات پیشینه از مفاهیم تمرین پیشگیری از آسیب در کاهش آسیب ACL، سازوکارهای مرتبط چنین برنامه موفق غیرشفاف باقی مانده است. برای مثال اینکه آیا برنامه پیشگیری ۱۱+ فیفا زمان‌بندی و میزان فعالیت عضلات کوادریسپس، همسترینگ و گاستروکنمیوس را طوری تغییر می‌دهد که بیان‌کننده علت کاهش میزان و شیوع آسیب ACL باشد، ناشناخته است. بنابراین، بررسی چگونگی فعالیت الکتریکی عضلات اطراف زانو احتمالاً در برآورد تشخیص آسیب رباط صلیبی قدامی مهم است.

با توجه به اثربخشی برنامه ۱۱+ فیفا در پیشگیری از بروز آسیب ACL و وجود ترکیبی از تمرینات قدرتی، پلائیومتریک و تعادلی در این برنامه، این سؤال مطرح می‌شود که آیا اجرای یک دوره تمرینات ۱۱+ فیفا می‌تواند روی متغیرهای الکترومایوگرافی تفاوتی ایجاد کند یا خیر؟ با توجه به مطالب مذکور، پژوهشگر بر آن است که تأثیر برنامه ۱۱+ فیفا را بر زمان‌بندی و میزان فعالیت عضلات کوادریسپس، همسترینگ و گاستروکنمیوس بازیکنان فوتبال در فرود روی یک پا بررسی کند.

روش‌شناسی تحقیق

با توجه به اعمال مداخله، وجود گروه کنترل و انتخاب هدفمند آزمودنی‌ها به‌علت ماهیت تحقیق، روش تحقیق حاضر از نوع نیمه‌تجربی است. جامعه آماری تحقیق فوتبالیست‌های مرد جوان استان مازندران بودند که شرایط ورود به تحقیق را داشتند. برای ورود به پژوهش حاضر آزمودنی‌ها می‌بایست سه سال سابقه فعالیت تیمی در رشته فوتبال و از نظر سطح کیفی بازی، توانایی شرکت در تیم‌های لیگ استانی را داشتند. معیارهای دیگر عبارت بود از: دامنه سنی ۱۶ تا ۲۰ سال، اجرای تمرینات فوتبال توسط بازیکنان زیر نظر مربی، حضور در لیگ برتر فوتبال جوانان استان مازندران، داشتن حداقل سه جلسه

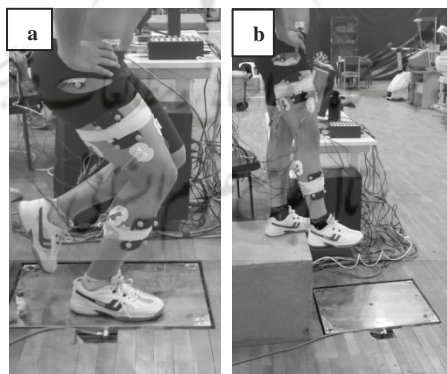
تمرین در هفته علاوه بر مسابقات، اجتناب از فعالیت‌های ورزشی دیگر، نداشتن شاخص توده بدنی^۱ خارج از محدوده نرمال بین ۲۰ تا ۲۵ و داشتن سلامت عمومی به تأیید پزشک. معیارهای خروج از عبارت بود از: شرکت در برنامه تمرینات ۱۱+ فیفا در یک سال گذشته، داشتن تاریخچه‌ای از جراحی تنه و اندام تحتانی، داشتن ضایعه مینیسک و پارگی لیگامان‌های زانو در یک سال گذشته، وجود آسیب ماندگار در اندام تحتانی (مانند تغییرات دژنراتیو در مفصل زانو، مچ پای بی‌ثبات و...)، داشتن بدراستی‌های اندام تحتانی قابل رؤیت شامل ژنوالگوم، ژنواروم، ژنورکوراتوم، کف پای صاف و کف پای گود، وجود سابقه آسیب دیدگی وستیبولار، گوش داخلی و لیگامانی در اندام تحتانی در یک سال گذشته. همچنین در طول تحقیق در صورتی که هر کدام از آزمودنی‌ها شرایط زیر را داشتند، حذف می‌شدند: عدم رضایت آزمودنی‌ها و عدم تمایل به ادامه پژوهش، شرکت نکردن در دو جلسه تمرینی متوالی، شرکت نکردن در سه جلسه تمرینی غیرمتوالی، همکاری نامناسب در طول پژوهش، آسیب دیدگی و ایجاد درد در طول روند پژوهش و حین انجام پس‌آزمون. از بین جامعه آماری ۲۴ نفر به‌عنوان نمونه آماری از دو تیم داوطلب به‌صورت نمونه‌گیری در دسترس و هدفمند انتخاب شدند، سپس با استفاده از روش تصادفی بلوکی به دو گروه مساوی (۱۲ نفر تجربی و ۱۲ نفر کنترل) تقسیم شدند. هر گروه تقریباً توزیع برابر از پست‌های بازی شامل دفاع، میانی و حمله را داشت. دروازه‌بان‌ها به‌واسطه نیاز-های فیزیکی و فیزیولوژیک و تمرینات بسیار متفاوت از سایر بازیکنان از مطالعه خارج شدند. پیش از پژوهش ضمن توضیح هدف تحقیق برای تمامی نمونه‌ها از آنها موافقت‌نامه کتبی برای شرکت در تحقیق گرفته شد. به‌منظور آشنایی با نحوه انجام تمرینات، فایل ویدئویی برنامه ۱۱+ فیفا به‌صورت DVD و توضیحات چگونگی انجام تمامی تمرینات در قالب فایل Word پرینت‌شده در اختیار کادر مربیگری و بازیکنان تیم گروه تجربی قرار گرفت.

برنامه تمرینی ۱۱+ فیفا، برنامه تمرینی پیشرفته‌ای است که برای پیشگیری از آسیب‌های پایین‌تنه در فوتبال‌بست‌ها طراحی شده است. این برنامه تمرینی شامل ۲۷ تمرین است که ۱۸ تمرین آن در ۳ سطح مبتدی، متوسط و پیشرفته ارائه شده است. مدت زمان لازم برای اجرای این برنامه تمرینی گرم کردن حدود ۲۵-۳۰ دقیقه است. این برنامه سه بار در هفته به مدت هشت هفته به‌همراه تمرینات رایج تکنیکی و تاکتیکی فوتبال توسط گروه تجربی انجام گرفت. گروه کنترل در همین مدت، فقط به تمرینات تکنیکی و تاکتیکی رایج فوتبال پرداختند. شایان ذکر است تمرینات در زمان عصر در زمین

1. Body mass index

چمن توسط مربی بدنساز تیم و تحت نظارت یکی از محققان انجام می‌گرفت. تمام بازیکنان تیم‌های گروه کنترل و تجربی، یک هفته پیش از مطالعه و یک هفته پس از پایان برنامه تمرینی در مرکز آزمایشگاه بیومکانیک دانشگاه مازندران ارزیابی شدند.

برای اجرای آزمون فرود، آزمودنی در وضعیتی متعادل نزدیک به لبه سکویی با ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر به طریقی می‌ایستاد که پای غالب در حالت معلق (پاشنه پا در تماس با لبه جلویی سکو) قرار گیرد و به لبه جلویی سکو تکیه داشته باشد (شکل الف). این وضعیت با کنترل مرکز ثقل، حرکات افقی بدن را محدود می‌کرد. وزن آزمودنی به صورت کامل به وسیله پای غیرغالب تحمل می‌شد. برای انجام آزمون از آزمودنی خواسته می‌شد تا به صورت کاملاً عمودی و متعادل، بدون خم کردن و پایین آوردن تنه و حالت پرشی، با فرمان آزمون‌گیرنده روی پای غالب فرود آید (شکل ب). پس از فرود از آزمودنی خواسته می‌شد وضعیت را به مدت پنج ثانیه حفظ کند و با اعلام آزمون‌گیرنده به اجرای خود خاتمه دهد. پیش از آزمون، آزمودنی‌ها برای انجام صحیح آزمون آموزش داده شدند. پس از یادگیری تکنیک در روز آزمون، هر آزمودنی سه بار فرود را تمرین می‌کرد. هر آزمودنی سه کوشش صحیح (خم نکردن تنه حین جدا شدن از جعبه، فرود از روی جعبه بدون پرش، حفظ تعادل بعد از فرود، جدا نشدن دست‌ها از ران) را با فاصله ۳۰ ثانیه انجام می‌داد (تکنیک فرود توسط آزمونگر چک شده و در صورت صحیح نبودن آزمون تکرار می‌شد) (شکل ۱).



شکل ۱. نحوه فرود روی یک پا: الف) مرحله آمادگی قبل از فرود؛ ب) مرحله فرود

برای ثبت فعالیت الکتریکی عضلانی از دستگاه الکترومایوگرافی Bio Vision ساخت آلمان استفاده شد. در این تحقیق از الکترودهای چسبنده سطحی یکبار مصرف الکتروکاردیوگرافی آلیاژ نقره-کلرید

نقره (Ag-AgCl) دایره شکل، مارک NewMed ساخت چین استفاده شد. در این مطالعه فعالیت هفت عضله رکتوس فموریس، واستوس مدیالیس، واستوس لترالیس، همسترینگ مدیال، همسترینگ لترال، گاستروکنمیوس مدیال و گاستروکنمیوس لترال پای برتر ثبت شد. پس از تراشیدن کامل موهای زائد و تمیز کردن پوست با پنبه و الکل طبی، الکترودها روی عضلات نصب شد. الکترودها مطابق پروتکل اروپایی SENIAM نصب شد (فاصله مرکز تا مرکز الکترودها ۲ سانتی متر بود و الکترودها روی زمین روی استخوان درشتنی نصب شد). سیگنال‌های الکترومیوگرافی، حین فرود روی یک پا روی صفحه نیرو ثبت شد. پس از ثبت سیگنال‌های الکترومیوگرافی، زمان بندی و میزان فعالیت عضلات محاسبه شد. برای محاسبه زمان شروع فعالیت عضلات، در ابتدا امواج یکسویه شده و سه برابر انحراف استاندارد میزان فعالیت الکتریکی عضلات در خط زمینه به عنوان آستانه آغاز فعالیت شناخته شد. هنگامی که فعالیت عضله به آستانه رسید و حداقل به مدت ۲۵ میلی ثانیه بالای سطح آستانه باقی ماند، این نقطه به عنوان زمان آغاز فعالیت در نظر گرفته شد (۱۷). میزان فعالیت فیدفوراردی عضلات در بازه زمانی ۱۰۰ میلی ثانیه قبل از برخورد پا با زمین، در نظر گرفته شد. میزان فعالیت فیدبکی عضلات نیز در بازه زمانی ۱۰۰ میلی ثانیه پس از برخورد پا با زمین محاسبه شد (۱۴). برای انجام این روند در ابتدا زمان آغاز فعالیت عضلات محاسبه شده و سپس با در نظر گرفتن بازه‌های زمانی ذکر شده، سیگنال‌های ثبت شده در این بازه از نرم افزار Simi motion استخراج و در برنامه متلب پردازش شد. برای امکان مقایسه بین آزمودنی‌ها و نرمال کردن داده‌ها، مقادیر به دست آمده از محاسبه ریشه میانگین مربعات، به مقادیر به دست آمده از حداکثر انقباض ارادی هر عضله تقسیم شد و میزان فعالیت عضلات به صورت درصدی از حداکثر انقباض ارادی در نظر گرفته شد. هر وضعیت حداکثر انقباض ارادی دو بار و به مدت سه ثانیه تکرار و سپس میانگین داده‌ها استفاده شد (۳).

برای تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع آوری شده از روش‌های آماری توصیفی و استنباطی استفاده شد. به منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها، از آزمون شاپیرو-ویلک^۱ و همچنین برای بررسی اثر تعاملی زمان بر گروه^۲ از آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری^۳ استفاده شد. در صورت معناداری اثر تعاملی زمان بر گروه، از آزمون تی زوجی برای مقایسه درون گروهی بین متغیرهای پیش‌آزمون و پس‌آزمون و همچنین آزمون‌های تی مستقل برای مقایسه بین گروهی متغیرها در پس‌آزمون استفاده شد. تجزیه و تحلیل

- 1 . Shapiro- Wilk test
- 2 . Time*Groups Interaction
- 3 . Repeated Measure Analysis of Variance test

اطلاعات در سطح معناداری ۰/۰۵٪ و میزان آلفای کوچک تر یا مساوی ۰/۰۵ انجام گرفت.

نتایج

میانگین و انحراف استاندارد مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌های گروه تمرین و کنترل

P	گروه کنترل (N=۱۲) (میانگین و انحراف استاندارد)	گروه تمرین (N=۱۲) (میانگین و انحراف استاندارد)	گروه‌ها	متغیر
۱/۰۰۰	۱۹/۳۳±۱/۳۷	۱۹/۳۳±۱/۰۷		سن (سال)
۰/۳۳۳	۱۷۹±۴/۲۶	۱۷۷/۰۸±۸/۲۹		قد (سانتی‌متر)
۰/۷۵۵	۷۳/۲۵±۸/۵۱	۷۲/۲۵±۶/۸۹		وزن (کیلوگرم)
۰/۸۴	۴/۶۶±۱/۰۷	۴/۵۸±۰/۹۹		سابقه فعالیت ورزشی (سال)

نتایج آزمون تی مستقل برای مقایسه نمره‌های پیش‌آزمون زمان‌بندی فعالیت (زمان آغاز فعالیت) عضلات گروه‌های مورد مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. نتایج آزمون تی مستقل برای مقایسه پیش‌آزمون زمان آغاز فعالیت عضلات گروه‌های مورد مطالعه (واحد: میلی‌ثانیه)

P	t	گروه کنترل (N=۱۲) (میانگین و انحراف استاندارد)	گروه تمرین (N=۱۲) (میانگین و انحراف استاندارد)	آماره	عضلات
۰/۹۹۵	-۰/۰۰۶	-۹۸/۳۳±۲/۴۱	-۹۸/۳۲±۲/۵۱*		رکتوس فموریس
۰/۵۴۱	۰/۶۲۱	-۴۴/۱۰±۵/۷۰	-۴۵/۶۴±۶/۴۰		واستوس مدیالیس
۰/۶۷۲	۰/۴۲۹	-۵۶/۱۶±۶/۰۹	-۵۷/۱۵±۵/۲۴		واستوس لترالیس
۰/۹۴۱	۰/۰۷۵	-۲۹/۵۳±۵/۳۷	-۲۹/۶۹±۵/۰۱		مدیال همسترینگ
۰/۹۷۴	۰/۴۲۶	-۴۰/۲۹±۵/۶۵	-۴۱/۲۳±۵/۱۶		لترال همسترینگ
۰/۸۷۵	-۰/۱۵۹	-۶۶/۸۷±۶/۳۰	-۶۶/۴۷±۵/۹۲		مدیال گاستروکنمیوس
۰/۸۸۹	-۰/۱۴۱	-۸۴/۰۸±۶/۰۷	-۸۳/۷۴±۵/۸۹		لترال گاستروکنمیوس

*منظور از علامت "-" این است که فعالیت عضلات فیدفوراردی بوده و عضله قبل از برخورد پا با زمین فعالیتش را آغاز کرده است.

نتایج آزمون تی مستقل نشان داد که بین زمان‌بندی فعالیت عضلات در پیش‌آزمون گروه‌های مورد بررسی تفاوت معناداری وجود ندارد. نتایج آزمون تی مستقل برای مقایسه نمره‌های پیش‌آزمون فعالیت

فیدفورواردی و فیدبکی گروه‌های مورد مطالعه در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳. نتایج آزمون تی مستقل برای مقایسه نمره‌های پیش آزمون فعالیت فیدفورواردی و فیدبکی گروه‌های مورد مطالعه (واحد: ندارد، درصدی از MVC است)

عضلات	آماره متغیر	گروه تمرین (N=۱۲)		P	t
		(میانگین و انحراف استاندارد)	(میانگین و انحراف استاندارد)		
رکتوس فموریس	فعالیت فیدفورواردی	۶۱/۴۹±۷/۵۶	۶۰/۷۹±۸/۶۶	۰/۸۳۶	۰/۳۱۰
	فعالیت فیدبکی	۷۲/۵۱±۸/۷۶	۶۹/۳۶±۷/۴۴	۰/۳۵۳	۰/۹۴۸
واستوس مدیالیس	فعالیت فیدفورواردی	۳۳/۵۹±۴/۳۹	۳۲/۵۷±۴/۳۷	۰/۵۷۴	۰/۵۷۱
	فعالیت فیدبکی	۳۱/۰۴±۵/۷۴	۳۲/۵۷±۴/۵۸	۰/۴۷۷	-۰/۷۲۴
واستوس لترالیس	فعالیت فیدفورواردی	۵۴/۰۲±۱۰/۴۲	۵۵/۴۲±۷/۸۴	۰/۷۱۳	-۰/۳۷۳
	فعالیت فیدبکی	۵۰/۱۶±۶/۰۵	۴۹/۲۱±۴/۴۱	۰/۶۶۶	۰/۴۳۸
مدیال همسترینگ	فعالیت فیدفورواردی	۲۶/۲۳±۲/۶۰	۲۵/۵۳±۲/۶۹	۰/۵۲۴	۰/۶۴۸
	فعالیت فیدبکی	۲۰/۳۱±۴/۵۵	۱۹/۸۰±۴/۲۱	۰/۷۸۰	۰/۲۸۳
لترال همسترینگ	فعالیت فیدفورواردی	۴۱/۰۸±۵/۸۶	۴۲/۴۲±۴/۷۹	۰/۵۴۸	-۰/۶۱۰
	فعالیت فیدبکی	۴۹/۰۷±۸/۶۱	۴۸/۵۰±۷/۸۶	۰/۸۶۶	۰/۱۷۱
مدیال گاستروکنمیوس	فعالیت فیدفورواردی	۵۹/۱۸±۸/۸۸	۶۰/۴۳±۸/۰۲	۰/۷۲۰	-۰/۳۶۳
	فعالیت فیدبکی	۷۵/۱۳±۷/۰۹	۷۴/۷۵±۵/۵۱	۰/۸۸۴	۰/۱۴۸
لترال گاستروکنمیوس	فعالیت فیدفورواردی	۴۵/۳۷±۸/۴۵	۴۶/۳۹±۸/۳۳	۰/۷۶۹	-۰/۲۹۷
	فعالیت فیدبکی	۵۸/۹۶±۸/۵۲	۶۰/۱۴±۷/۴۳	۰/۸۲۰	-۰/۳۶۳

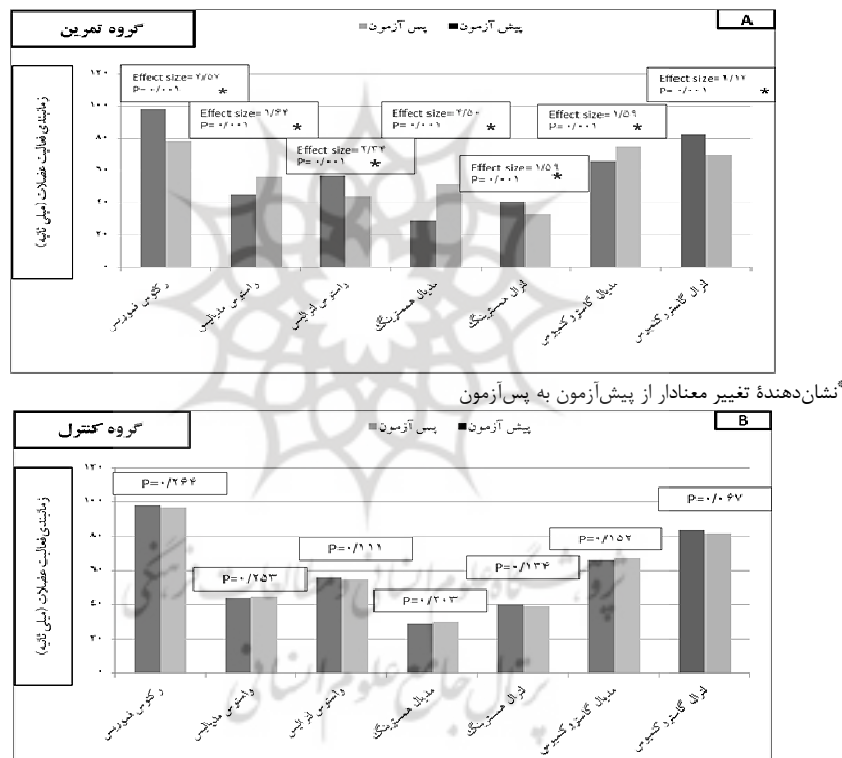
نتایج آزمون تی مستقل نشان داد که بین نمره‌های پیش آزمون فعالیت فیدفورواردی و فیدبکی عضلات در گروه‌های مورد بررسی تفاوت معناداری وجود ندارد.

بررسی اثر برنامه پیشگیری از آسیب ۱۱+ فیفا بر زمان بندی (زمان شروع فعالیت) عضلات

نتایج آزمون تحلیل واریانس اندازه‌گیری تکراری با تصحیح هاوس‌گایزر در ارتباط با زمان بندی فعالیت عضلات رکتوس فموریس ($F_{1,22}=147/133$, $F_{1,22}=147/133$, $\text{Eta Squared}=0/870$, $P=0/001$)، واستوس-مدیالیس ($F_{1,22}=47/989$, $F_{1,22}=47/989$, $\text{Eta Squared}=0/686$, $P=0/001$)، واستوس لترالیس ($F_{1,22}=313/913$, $F_{1,22}=313/913$, $\text{Eta Squared}=0/935$, $P=0/001$)، مدیال همسترینگ ($F_{1,22}=438/803$, $F_{1,22}=438/803$, $\text{Eta Squared}=0/893$, $P=0/001$)، لترال همسترینگ ($F_{1,22}=182/690$, $F_{1,22}=182/690$, $\text{Eta Squared}=0/952$, $P=0/001$)،

مدیال گاستروکنمیوس ($P=0/001$ ، $F_{1,22}=127/932$ ، $\text{Eta Squared}=0/853$ ، $P=0/001$) و لترال گاستروکنمیوس ($P=0/001$ ، $F_{1,22}=172/441$ ، $\text{Eta Squared}=0/887$ ، $P=0/001$) نشان داد که اثر تعاملی زمان بر گروه تمرین و کنترل معنادار است.

با توجه به معناداری اثر تعاملی زمان بر گروه، از آزمون تی زوجی برای مقایسه درون گروهی (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) (نمودار ۱) و آزمون تی مستقل برای مقایسه بین‌گروهی (گروه تمرین و کنترل) استفاده شد.



نمودار ۱. مقایسه زمان‌بندی فعالیت در پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه تمرین (A) و کنترل (B)

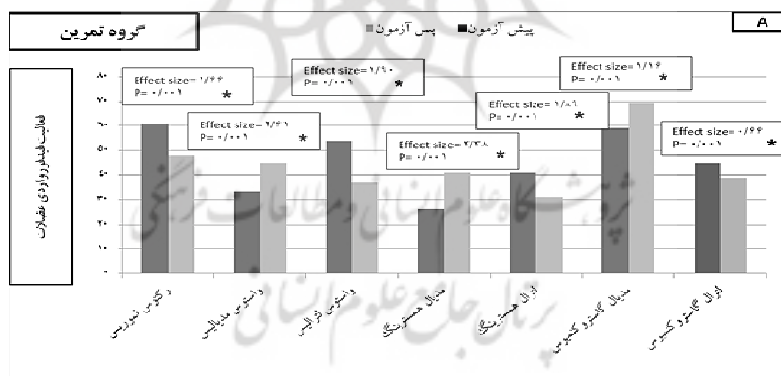
نتایج آزمون تی مستقل در پس‌آزمون نشان داد که در زمان‌بندی فعالیت عضلات رکتوس فموریس ($t=-9/693$ ، $P=0/001$)، راستوس مدیالیس ($t=4/107$ ، $P=0/001$)، راستوس لترالیس ($t=-4/558$)، مدیال همسترینگ ($t=11/355$ ، $P=0/001$)، لترال همسترینگ ($t=-2/715$ ، $P=0/013$)، مدیال گاستروکنمیوس ($t=3/157$ ، $P=0/005$) و لترال گاستروکنمیوس ($t=-4/870$ ، $P=0/001$) گروه

تمرین و کنترل اختلاف معناداری وجود دارد.

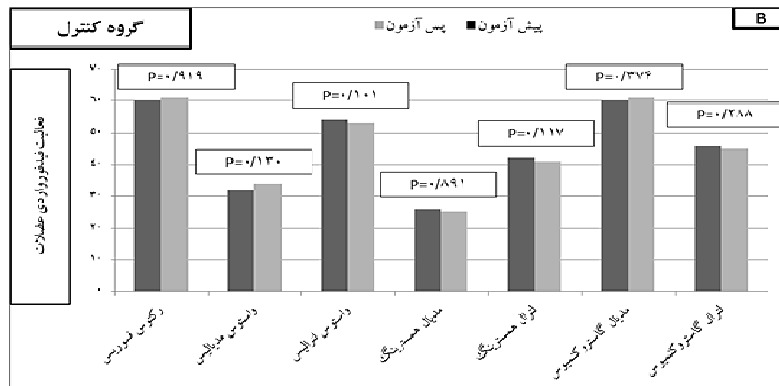
بررسی اثر برنامه پیشگیری از آسیب ۱۱+ فیفا بر میزان فعالیت فیدفوراردی عضلات

نتایج آزمون تحلیل واریانس اندازه گیری تکراری با تصحیح هاوس گایزر در ارتباط با میزان فعالیت الکتریکی فیدفوراردی عضلات رکتوس فموریس ($F_{1,22}=106/134$, $P=0/001$, $\text{Eta Squared}=0/828$)، واستوس مدیالیس ($F_{1,22}=85/536$, $P=0/001$, $\text{Eta Squared}=0/795$)، واستوس لترالیس ($F_{1,22}=66/697$, $P=0/001$, $\text{Eta Squared}=0/752$)، مدیال همسترینگ ($F_{1,22}=90/822$, $P=0/001$)، و لترال همسترینگ ($F_{1,22}=92/531$, $P=0/001$)، لترال گاستروکنمیوس ($F_{1,22}=71/397$, $P=0/001$, $\text{Eta Squared}=0/764$) و لترال گاستروکنمیوس ($F_{1,22}=53/014$, $P=0/001$, $\text{Eta Squared}=0/707$) نشان داد که اثر تعاملی زمان بر گروه تمرین و کنترل معنادار است.

با توجه به معناداری اثر تعاملی زمان بر گروه، از آزمون تی زوجی برای مقایسه درون گروهی (پیش آزمون و پس آزمون) (نمودار ۲) و آزمون تی مستقل برای مقایسه بین گروهی (گروه تمرین و کنترل) استفاده شد.



* نشان دهنده تغییر معنادار از پیش آزمون به پس آزمون

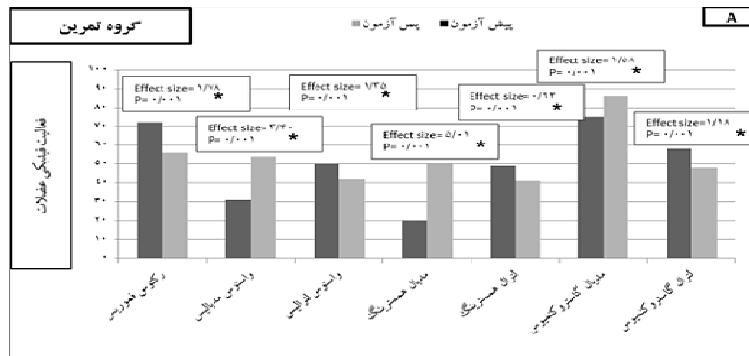


نمودار ۲. مقایسه فعالیت فیدفورواردی عضلات در پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه تمرین (A) و کنترل (B)

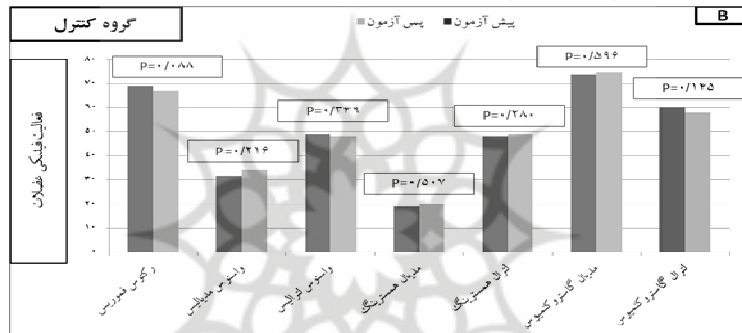
نتایج آزمون تی مستقل در پس‌آزمون نشان داد که در میزان فعالیت الکتریکی فیدفورواردی عضلات رکتوس فموریس ($t = -3/774$, $P = 0/001$)، واستوس مدیالیس ($t = 6/698$, $P = 0/001$)، واستوس-لترالیس ($t = -5/542$, $P = 0/001$)، مدیال همسترینگ ($t = 8/563$, $P = 0/001$)، لترال همسترینگ ($t = -4/682$, $P = 0/001$)، مدیال گاستروکنمیوس ($t = 2/334$, $P = 0/029$) و لترال گاستروکنمیوس ($t = -1/704$, $P = 0/103$) گروه تمرین و کنترل اختلاف معناداری وجود دارد.

بررسی اثر برنامه پیشگیری از آسیب ۱۱+فیفا بر میزان فعالیت فیدبکی عضلات

نتایج آزمون تحلیل واریانس اندازه‌گیری تکراری با تصحیح هاوس‌گایزر در ارتباط با میزان فعالیت الکتریکی فیدبکی عضلات رکتوس فموریس ($F = 133/368$, $\text{Eta Squared} = 0/858$, $P = 0/001$)، واستوس-مدیالیس ($F = 119/050$, $\text{Eta Squared} = 0/844$, $P = 0/001$)، واستوس-لترالیس ($F = 73/129$, $\text{Eta Squared} = 0/769$, $P = 0/001$)، مدیال همسترینگ ($F = 456/437$, $\text{Eta Squared} = 0/954$, $P = 0/001$)، لترال-همسترینگ ($F = 73/287$, $\text{Eta Squared} = 0/769$, $P = 0/001$)، مدیال گاستروکنمیوس ($F = 110/352$, $\text{Eta Squared} = 0/783$, $P = 0/001$) و لترال گاستروکنمیوس ($F = 79/376$, $\text{Eta Squared} = 0/834$, $P = 0/001$) نشان داد که اثر تعاملی زمان بر گروه تمرین و کنترل معنادار است. با توجه به معناداری اثر تعاملی زمان بر گروه، از آزمون تی زوجی برای مقایسه درون‌گروهی (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) (نمودار ۳) و از آزمون تی مستقل برای مقایسه بین‌گروهی (گروه تمرین و کنترل) استفاده شد.



* نشان دهنده تغییر معنادار از پیش آزمون به پس آزمون



نمودار ۳. مقایسه فعالیت فیدبکی عضلات در پیش آزمون و پس آزمون گروه تمرین (A) و کنترل (B)

نتایج آزمون تی مستقل در پس آزمون نشان داد که در میزان فعالیت الکتریکی فیدبکی عضلات رکتوس فمورس ($t = -3/014, P = 0/006$)، واستوس مدیالیس ($t = 7/217, P = 0/001$)، واستوس لترالیس ($t = -3/022, P = 0/006$)، مدیال همسترینگ ($t = 13/265, P = 0/001$)، لترال همسترینگ ($t = -2/358, P = 0/028$)، مدیال گاستروکنمیوس ($t = 4/413, P = 0/001$) و لترال گاستروکنمیوس ($t = -2/705, P = 0/013$) گروه تمرین و کنترل اختلاف معناداری وجود دارد.

بحث و نتیجه گیری

پایداری مفصل زانوی بازیکنان فوتبال از دغدغه‌های مربیان بدنساز، بازیکنان و سرمربیان این تیم‌هاست (۱۴) و مطالعات پیشین نشان داده‌اند برنامه جامع گرم کردن ۱۱+ فیفا به‌طور چشمگیری آسیب‌های ورزشی بازیکنان فوتبال به‌ویژه آسیب ACL را کاهش می‌دهد، اما اطلاعات محدودی در مورد تأثیر این برنامه بر زمان‌بندی و میزان فعالیت الکتریکی عضلات اطراف زانوی بازیکنان فوتبال وجود دارد. هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر برنامه پیشگیری از آسیب ۱۱+ فیفا بر زمان‌بندی و میزان فعالیت الکتریکی عضلات اطراف زانوی مردان فوتبالیست جوان بود. یافته اصلی تحقیق حاضر این است که تمرینات عصبی-عضلانی برنامه پیشگیری از آسیب فیفا ۱۱+ سبب تغییر در الگوی فعال‌سازی عضلات کوادریسپس، همسترینگ و گاستروکنمیوس شد. الگوهای فراخوانی نوروماسکولار عضلات ران و ساق احاطه‌کننده اطراف زانو، مسئول فراهم کردن سفتی و ثبات دینامیک زانو در طی حرکت اند (۲۱). عضلات کوادریسپس، همسترینگ و گاستروکنمیوس دستخوش هم‌انقباضی رفلکسی و مقدماتی^۱ می‌شوند تا با افزایش سفتی مفصل، از بروز آسیب جلوگیری کنند (۲۱). فعالیت این گروه از عضلات باید به‌گونه‌ای تنظیم شود که بتوانند کاملاً هماهنگ، در زمان مناسب، در مدت مناسب و با ترکیب درستی از نیروها وارد عمل شوند (۶). زمان‌بندی فعالیت عضلات کوادریسپس، همسترینگ و گاستروکنمیوس با آسیب ACL مرتبط است (۲۲). چگونگی و زمان فعال شدن این عضلات، بر توانایی زانو در بهینه کردن سفتی زانو، جذب و پراکنده کردن نیروها تأثیرگذار است و از این طریق از آسیب ACL جلوگیری می‌کند.

پس از هشت هفته تمرینات ۱۱+ فیفا، تفاوت معنادار در زمان‌بندی فعالیت هر هفت عضله در گروه تجربی مشاهده شد. در پاسخ به مداخله تمرینی تحقیق حاضر، عضلات واستوس مدیالیس، مدیال همسترینگ و مدیال گاستروکنمیوس در پس‌آزمون به ترتیب ۲۴، ۷۹ و ۱۳ درصد به‌طور معناداری سریع‌تر و در مقابل عضلات رکتوس فموریس، واستوس لترالیس، لترال همسترینگ و لترال گاستروکنمیوس به ترتیب ۲۱، ۲۳، ۲۰ و ۱۶ درصد به‌طور معناداری دیرتر فعال شدند.

در پیش‌آزمون مشاهده شد که عضلات لترال همسترینگ و مدیال همسترینگ تأخیر زیادی نسبت به عضلات کوادریسپس و گاستروکنمیوس در فعال شدن دارند که پس از اجرای تمرینات، تغییرات شایان توجهی در اختلاف زمان‌بندی فعالیت عضلات همسترینگ با عضلات کوادریسپس و گاستروکنمیوس

ایجاد شد. این عامل موجب می شود که در زوایای فلکشن بیشتر زانو، همسترینگ به عنوان آنتاگونیست ACL عمل کرده و به حفظ تمامیت این لیگامان و ساختارهای پیرامونی کمک کند (۲۲). از طرفی فعالیت گاستروکنمیوس می تواند بر ثبات مفصل زانو و در نتیجه سلامت ACL تأثیرگذار باشد. در درجات خفیف فلکشن زانو، حدود ۵ تا ۱۰ درجه آغازی، گاستروکنمیوس به عنوان آنتاگونیست با ACL عمل می کند (۱۶، ۱۱)؛ در حالی که دیرتر فعال شدن عضلات کوادریسپس و فعالیت زود هنگام همسترینگ و افزایش میزان فلکشن مفصل زانو این عضله آگونیست با ACL عمل می کند (۱۶) و فعالیت مناسب آن می تواند ACL را در برابر استرس های بیش از حد محافظت کند. چندین مطالعه (۳۹، ۳۷، ۳۴، ۲۸، ۲۳، ۱۰) تغییر الکترومایوگرافی (EMG) الگوی فعالیت عضلانی را در پی تمرینات مداخله ای ACL گزارش کردند که به شروع زودتر فعالیت همسترینگ، همراه با کاهش فعالیت چهارسر، در طی فعالیت های فرود پرش، پرش عمودی و فعالیت پرش به پهلو دارد که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی اشاره دارند.

با توجه به موارد عنوان شده می توان نتیجه گرفت که تمرینات به کار گرفته شده با تعدیل و بهینه کردن زمان تأخیر عضلات ثبات دهنده زانو، احتمالاً می توانند نقش مهمی در کاهش آسیب دیدگی ACL در فوتبالیست های جوان داشته باشند.

از سوی دیگر بررسی فعالیت عضلات هم پیش از فرود و هم پس از فرود حائز اهمیت است. فعالیت عضله پیش از فرود نشان می دهد که انقباض عضله پیش از فرود رخ می دهد و حرکت را پیش بینی می کند. قبل از تماس پا با زمین در حرکت فرود عضلات اندام تحتانی فعال می شوند تا نیروهایی را که هنگام تماس اعمال می شوند، جذب کنند (۳۴). فعالیت عضله پس از فرود نحوه پاسخ به نیروها و گشتاورهای اعمال شده در نتیجه عکس العمل زمین است (۳۴). با توجه به نتایج تحقیق حاضر، تغییرات معناداری در فعالیت فیدفوراردی و فیدبکی عضلات مورد بررسی پس از اجرای تمرینات پیشگیری ۱۱+ فیفا حاصل شده است که از این بین، فعالیت عضلات رکتوس فموریس، واستوس لترالیس، لترال-همسترینگ و لترال گاستروکنمیوس کاهش و فعالیت بقیه عضلات افزایش یافته است. با توجه به اینکه تاکنون اثر برنامه پیشگیری از آسیب ۱۱+ فیفا بر فعالیت الکتریکی عضلات اطراف زانو بررسی نشده است، نتایج این بخش از تحقیق با یافته های مطالعات بریتو و همکاران (۲۰۱۰)، لطافت کار و همکاران (۱۳۹۲) و والش و همکاران (۲۰۱۲) (۳، ۷، ۳۵) همخوانی دارد، اما با یافته های چیمبر و همکاران (۲۰۰۴)، استیفن و همکاران (۲۰۰۸) و صادق پور و همکاران (۱۳۹۱) (۲، ۳۳، ۸) ناهمخوان است. از

علت‌های ناهمخوان بودن یافته‌ها می‌توان به نوع تمرینات، طول مدت تمرینات و شرایط آمادگی آزمودنی‌ها اشاره کرد.

بریتو و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که برنامه ۱۱+ فیفا موجب افزایش قدرت ایزومتریک عضلات همسترینگ و کوادریسپس فوتبالیست‌های حرفه‌ای شده است (۷). لطافت کار و همکاران (۱۳۹۲) افزایش معناداری را در نسبت کلی فعالیت عضلات همسترینگ به کوادریسپس در مرحله فید فورواردی و فیدبکی در طی فرود بر روی یک پا در ورزشکاران دارای غلبه کوادریسپس گزارش کردند که با نتایج تحقیق حاضر همسوست (۳). والش و همکاران (۲۰۱۲) نیز به منظور بررسی ارتباط فعالیت عضلات اندام تحتانی و فلکشن زانو در طی حرکت پرش به فرود پژوهشی انجام دادند. یافته‌های آنها نشان دادند که فعالیت‌های بالای عضلات چهارسر ران و سرینی بزرگ و فعالیت پایین همسترینگ و دوقلو با زاویه کم فلکشن زانو در ارتباط است. این محققان بیان کردند که استراتژی فرود که در آن افراد با فلکشن کم زانو فرود می‌آیند، آنها را در معرض نیروهای بیشتر و شدیدتری قرار می‌دهد. آنها پیشنهاد کردند که در تحقیقات پیشگیرانه از آسیب بر افزایش فعالیت عضلات همسترینگ تمرکز شود (۳۵). نتایج این تحقیق توانسته است بر پیشنهاد والش و همکاران جامه عمل بپوشاند. در مقابل چیمر و همکاران (۲۰۰۴) در تحقیقشان به این نتیجه رسیدند که شش هفته تمرینات پلايومتریک بر فعالیت عضلات کوادریسپس و همسترینگ تأثیر معناداری نداشته است (۸). مشابهت در جزئی از تمرینات با تمرینات ۱۱+ و مدت تمرینات می‌تواند از دلایل ناهمسو بودن این مطالعه با تحقیق حاضر باشد. استیفن و همکاران (۲۰۰۸) اثر تمرینات را بر قدرت ایزومتریک فوتبالیست‌های زن جوان بررسی کردند و پیشرفت معناداری در قدرت عضلات زانو نیافتند (۳۳). صادق‌پور و همکاران نیز گزارش کردند برنامه پیشگیری از آسیب ۱۱+ فیفا با اینکه موجب افزایش قدرت ایزومتریک عضلات همسترینگ فوتبالیست‌های جوان شده است، این مقدار از نظر آماری معنادار نبود (۲). از دلایل عدم همخوانی تحقیق صادق‌پور و همکاران می‌توان به این نکته اشاره کرد که براساس گزارش مرکز تحقیقات و ارزیابی پزشکی فیفا، برنامه ۱۱+ برای بازیکنان آماتور و تفریحی طراحی شده است، اما برای مردان و زنان در تمام سطوح از بازی و در تمام سنین (از حدود ۱۴ سال و بالاتر) نیز به کار می‌رود (۳۲). از طرفی آزمودنی‌های این تحقیق فوتبالیست‌های حرفه‌ای نوجوان حاضر در لیگ برتر امیدهای برتر ایران بودند. از این رو به نظر می‌رسد تمرینات گنجانده شده در این برنامه برای آزمودنی‌های این تحقیق شدت و بار لازم را فراهم نکرده است.

با توجه به نتایج، شاید یکی از مزیت‌های مهم تمرینات ۱۱+ فیفا این باشد که فرد را در شرایط مشابه شرایط واقعی آسیب قرار می‌دهد. بهبود ثبات زانو از این طریق، بیانگر بهینه شدن برنامه حرکتی^۱ است و تغییرات ایجاد شده در این تحقیق نیز از تئوری بهینه شدن^۲ حمایت می‌کند (۳۹). در این تئوری ذکر شده است که در اجرای یک حرکت خطرناک (آسیب‌زا) مانند فرود، فعالیت عضلات همسترینگ همزمان و منطبق با نیروهای برشی تیبیوفمورال دقیقاً پس از اولین برخورد پا با زمین افزایش پیدا می‌کند (۳۹، ۹). مکانیسم احتمالی که به وسیله آن اجزای تمرینات ۱۱+ فیفا می‌تواند نیرو یا توان خروجی را افزایش دهد، در ارتباط با اثر مهارى گیرنده‌های وترى گلژی روی تولید نیروست. از آنجا که گیرنده‌های وترى گلژی به عنوان عامل محدودکننده تنش عمل می‌کند، میزان نیروی تولید شده را محدود می‌کند (۲۹). اجزای تمرینات فیفا حساسیت گیرنده‌های گلژی وترى را کاهش می‌دهند و در نتیجه سطح مهار شدن را بالا می‌برند. در واقع با افزایش سطح مهار شدن، بار بیشتری بر سیستم عضلانی اسکلتی اعمال می‌شود و در نتیجه توانایی تولید نیرو افزایش می‌یابد (۲۹).

از طرفی با توجه به اینکه یکی از اصول اساس تمرینات ۱۱+ مورد استفاده در تحقیق حاضر این بود که فرد در حین اجرای تمرینات باید همواره راستای صاف بدن را حفظ کرده و زانوی خود را با درجات خاص خم کند و روی پنجه فرود بیاید، همچنین افراد سعی می‌کردند از والگوس و واروس زانو حین اجرای تمرینات جلوگیری کنند، احتمال می‌رود که آزمودنی‌ها در حین فرود نیز سعی کرده‌اند که با راستای مناسب زانو (فلکشن زانوی بیشتر) فرود بیایند و همین عامل احتمالاً به ایجاد تغییرات شایان توجه در فعالیت عضلات به ویژه افزایش فعالیت عضلات همسترینگ آنها منجر شده است. فعالیت‌های عملکردی، تمامی تدابیر موجود برای تحریک آواران‌های محیطی، فعال شدن همزمان عضله و کنترل حرکتی رفلکسی و از پیش برنامه‌ریزی شده را در برمی‌گیرند (۲۹). تأکید بر انجام تکنیک‌ها و مانورهای خاص که مفاصل را در وضعیت‌های آسیب‌زا قرار می‌دهند، در شرایط کنترل شده مفید است. به این ترتیب با تکرار و شدت کنترل شده، فعالیت عضلانی (واکنشی و پیش‌بینی)، به تدریج از کنترل حرکتی هوشیارانه به غیرهوشیارانه پیشرفت می‌کند (۲۹، ۳). بنابراین از آنجا که در تحقیق حاضر تمرینات ۱۱+ با ارائه فیدبک‌های لازم به منظور اصلاح تکنیک فرود انجام گرفت، عضلات در قالب الگوی فرود تقویت

1. Optimization of the motor program

2. Optimization Theory

شده و فعالیت آنها افزایش یافته است. کنترل عصبی-عضلانی به صورت پاسیو مسئول کمک به حفظ ثبات مفصلی از طریق اطلاعات پاسخ‌های حرکتی آوران و وایران است (۲۶). به نظر محققان افزایش سفتی عضلانی که محصول پاسخ حرکتی وایران در حرکات عملکردی مانند پرش و فرود است، ثبات مفصلی بالایی را فراهم می‌کند و مفصل را از صدمه‌دیدگی نجات می‌دهد (۵). بنابراین بهبود فعالیت فیدفوراردی و فیدبکی حاصل‌شده در تحقیق حاضر به تنظیم سفتی و ثبات داینامیک مفصل کمک می‌کند و خطر بروز آسیب ACL را کاهش می‌دهد.

با در نظر گرفتن یافته‌های این تحقیق می‌توان گفت که برنامه تمرینات ۱۱+ فیفا تأثیرگذاری مثبت در تعدیل برخی عوامل خطر ساز نروماسکولار آسیب زانو داشته است. با این حال انجام این تحقیق دارای چندین محدودیت احتمالی است که در تفسیر نتایج باید مدنظر قرار گیرند. اول، تمرینات فیفا ۱۱+ برنامه‌های چندمؤلفه‌ای شامل تمرینات تعادلی، پلیومتریک، قدرتی و تمرینات دویدنی است. با این حال، ما قادر به تشریح تأثیرات جداگانه هر یک از این مؤلفه‌های برنامه نبودیم. دوم، به علت تمرکز بر بازیکنان فوتبال پسر جوان در تعمیم‌پذیری نتایج این تحقیق محدودیت وجود دارد. همچنین با توجه به تفاوت‌های بیومکانیکی میان مردان و زنان ورزشکار نمی‌توان گفت که زنان نیز به اندازه مردان از این تمرینات تأثیر می‌پذیرند. از این رو به سایر محققان پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده خود اثر تمرینات گرم کردن فیفا ۱۱+ را بر روی هر دو جنسیت در دوره‌های سنی مختلف بررسی و نتایج را با برنامه‌های پیشگیری تک‌مؤلفه‌ای مقایسه کنند.

تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه دکتری در رشته آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی دانشگاه خوارزمی تهران است که با همکاری دانشکده‌های علوم ورزشی دانشگاه خوارزمی و مازندران انجام گرفت. از این رو محققان مراتب قدردانی و تشکر خود را از این مراکز اعلام می‌کنند. همچنین محققان مراتب سپاس خود را از همکاری مدیرعامل، مربیان و بازیکنان باشگاه‌های فرهنگی ورزشی شهدای جنوب و استقلال ساری که در این تحقیق شرکت کردند، ابراز می‌دارند.

منابع و مآخذ

۱. زارعی، مصطفی (۱۳۹۱). «تأثیر برنامه گرم کردن جامع فیفا بر بروز آسیب و عملکرد بازیکنان مرد نوجوان فوتبال ایران». پایان نامه دکتری تخصصی، دانشگاه تهران. دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی.
۲. صادقی پور، حمیدرضا؛ رهنما، نادر؛ دانشجو، عبدالحمید؛ بمبئی چی، عفت (۱۳۹۱). «تأثیر برنامه پیشگیری کننده آسیب فیفا ۱۱+ بر قدرت ایزومتریک عضلات چهارسر و همسترینگ فوتبالیست‌های جوان حرفه‌ای ایران»، پژوهش در علوم توانبخشی، ۸(۶)، ص ۱۱۲۲-۱۱۱۳.
۳. لطافت کار، امیر؛ رجبی، رضا؛ ابراهیمی تکامجانی، اسماعیل؛ مینونژاد، هومن (۱۳۹۳). «اثرات تمرینات اغتشاشی بر نسبت‌های فعالیت عضلات کوادریسپس و همسترینگ». مجله کومش، ۱۵(۴)، ص ۴۸۱-۴۶۹.
4. Baratta R, Solomonow M, Zhou B, Letson D, Chuinard R, Dambrosia R. (1988). "Muscular co activation the role of the antagonist musculature in maintaining knee stability". The American journal of sports medicine, 16(2):113-22.
5. Boden BP, Torg JG and Knowles SB.(2009)."Video analysis of anterior cruciate ligament injury: abnormalities in hip and ankle kinematics". Am J Sports Med, 37:252-9.
6. Borghuis J, Hof AL, Lemmink KA.(2008). "The importance of sensory-motor control in providing core stability". Sports medicine, 38(11):893-916.
7. Brito J, Figueiredo P, Fernandes L, Seabra A, Soares JM, Krstrup P, et al.(2010). "Isokinetic strength effects of FIFA's "The 11+" injury prevention training programme". Isokinetics and Exercise Science, 18(4): 211-5.
8. Chimera NJ, Swanik KA , Swanik CB , Straub SJ.(2004) "Effects of plyometric training on muscle – activation strategies and performance in female athletes". J Athl Train, 39(1) : 24-31.
9. Cowling EJ, Steele JR.(2001). "Is lower limb muscle synchrony during landing affected by gender? Implications for variations in ACL injury rates". J Electromyography Kinesiology, 11: 263-268.
10. DiStefano LJ, Blackburn JT, Marshall SW et al (2011). "Effects of an age-specific anterior cruciate ligament injury Prevention Program on lower extremity biomechanics in children". Am J Sports Med, 39(5):949-957 .
11. Elias JJ, Faust AF, Chu Y-H, Chao EY, Cosgarea AJ.(2003). "The Soleus Muscle Acts as an Agonist for the Anterior Cruciate Ligament An In Vitro Experimental Study". The American Journal of Sports Medicine; 31(2): 241-6.
12. Faude O, Robber R, Junge A. (2013). "Football injuries in children and adolescent players": Are there clues for prevention? Sport Med., 43: 819-837.

13. FIFA. Federation Internationale de Football Association. (2011) [10 Feb 2011]; Available from: <http://www.fifa.com/associations/association=irn/countryInfo.html>.
14. Garrison JC, Hart JM, Palmieri RM, Kerrigan DC, Ingersoll CD. (2005). "Lower extremity EMG in male and female college soccer players during single – leg landing". *J Sport Rehabil*, 14:48 – 57.
15. Gilchrist j, Mandellbaum BR, Melan H, Ryan GW , Silvers Hj Griffin LY, et al. (2008). "A randomized controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players". *Am j Sports Med*, 36(8): 1476 – 83.
16. Hewett TE, Shultz SJ, Griffin LY, medicine AO.(2007). "Understanding and Preventing Noncontact Acl Injuries": HUMAN KINETICS PUB Incorporated, P: 35-40.
17. Hodges PW, Bui BH.(1996). "A comparison of computer-based methods for the determination of onset of muscle contraction using electromyography". *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/ Electromyography and Motor Control*, 101(6):511-9.
18. Hurd WJ, Chmielewski TL, Snyder-Mackler L.(2006). "Perturbation-enhanced neuromuscular training alters muscle activity in female athletes". *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*; 14:60-69.
19. Jonathan D. Chappell, R. Alexander Creighton, Carol Giuliani, Bing Yu, William E. Garrett. (2007). "Kinematics and Electromyography of Landing preparation in Vertical Stop – Jump : Risks for Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury". *The American Journal of Sports Medicine*, Vol. 35,no.2.
20. Kiani A, Hellquist E, Ahlqvist K, Gedeberg R, Michaelsson K, Byberg L.(2010). "Prevention of soccer-related knee injuries in teenaged girls". *Arch Intern Med*, 170(1): 43-9.
21. Krosshaug T, Nakamae A, Boden BP, Engebretsen L, Smith G, Slauterbeck JR, et al. (2007). "Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball video analysis of 39 cases". *The American journal of sports medicine.*,35(3):359-67.
22. Landry SC, McKean KA, Hubley-Kozey CL, Stanish WD, Deluzio KJ.(2009). "Gender differences exist in neuromuscular control patterns during the pre-contact and early stance phase of an unanticipated side-cut and cross-cut maneuver in 15–18 years old adolescent soccer players". *Journal of Electromyography and Kinesiology*,19(5):e370-e9.
23. Lephart SM, Abt JP, Ferris CM et al .(2005). "Neuromuscular and biomechanical characteristic changes in high school athletes": a Plyometric versus basic resistance Program. *Br J Sports Med*, 39(12):932–938.
24. Mandelbaum BR, Silvers HJ, Watanabe DS, Knarr JF, Thomas SD, Griffin LY, et al. (2005). "Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries female athletes: 2 year follow – up". *Am j Sports Med*, 33 (7): 1003 – 10.
25. Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Bahr R.(2004). "Injury mechanisms for anterior cruciat ligament injuries in team handball": Asystematic video analysis. *Am J Sport Med*. Jun, 2(4):1002-12

26. Padua DA, Carcia CR, Arnold BL, Granata KP.(2005). "Gender differences in leg stiffness and stiffness recruitment strategy during two- legged hopping". J Mot Behav ; 37:111 – 125.
27. Palmieri – smith RM, Wojtys EM, Ashton – Miller JA.(2007). "Association between preparatory muscle activation and peak valgus knee angle". J Electromyogr Kinesiol. May9.
28. Pollard CD, Sigward SM, Ota S et al .(2006). "The influence of in-season injury Prevention training on lower-extremity kinematics during landing in female soccer Players". Clin J Sport Med 16(3): 223–227.
29. Prentice WE.(1999). "Rehabilitation Techniques in Sports Medicine". 3 ed: McGraw-Hill Higher Education (in persian, translated by m. farahani).
30. Rezaimanesh, D., Amiri-Farsani, P., & Saidian, S. (2011). "The effect of a 4 week plyometric training period on lower body muscle EMG changes in futsal players". Procedia-Social and Behavioral Sciences, 15: 3138-3142.
31. Sell TC, Ferris CM, Abt JP, Tsai YS, Myers JB, Fu FH, ET AL.(2006). "The effect of direction and reaction on the neuromuscular and biomechanical characteristics of the knee during task that simulate the noncontact anterior cruciat ligament injury mechanism". Am J Sport Med. Jun, 34(1):43-54
32. Soligard T, et al.(2008). "Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers": cluster randomised controlled trial. Br Med J, 337: p. a2469.
33. Steffen k, Myklebust G, Olsen OE, Holme I, Bahr R.(2008). "Preventing injuries in female youth football" – a cluster – randomized controlled trial. Scand J Med Sci Sports.; 18:605- 614.
34. Vescovi JD, Canavan PK, Hasson S .(2008). "Effects of a Plyometric Program on vertical landing force and jumping Performance in college women". Phys Ther Sport 9(4):185– 192
35. Walsh M, Boling MC, Mcgrath M, Blackburn jt , padua DA.(2012). "Lower Extremity Muscle Activation and knee Flexion During a jump – Landing Task". Athl Train; 47 (4) : 406 – 13.
36. Williams GN, Chmielewski T, Rudolph K, buchanon TS, Snyder–Machler L.(2001). "Dynamic knee stability": Current theory and implicatin for clinicians and scientists. J Orthop Sport Phys Ther. Oct: 31 (10):546-66
37. Wojtys EM, Huston LJ, Taylor PD, et al (1996). "Neuromuscular adaPtations in isokinetic, isotonic, and agility training Programs". Am J Sports Med 24(2):187–192
38. Wong P, Hong Y.(2005). "Soccer injury in the lower extremities". Br J Sports Med, 39(8):473-82.
39. Zebis MK, Bencke J, Andersen LL et al .(2008). "The effects of neuromuscular training on knee joint motor control during sidecutting in female elite soccer and handball Players". Clin J Sport Med 18(4): 329–337.