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

تأثیرات هشت هفته تمرین گرم کردن ۱۱+ فیفا بر زمان‌بندی 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 آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکدهٔ علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران ۲. دانشیار گروه آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکدهٔ علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران ۳. استاد گروه فیزیوتراپی، دانشکدهٔ علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی، تهران، ایران ۴. استادیار گروه آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکدهٔ علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران ۵.دانشیار گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکدهٔ علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

چکیده

هدف از مطالعهٔ حاضر بررسی تأثیر برنامهٔ پیشگیری از آسیب ۱۱+ فیفا بر زمان‌بندی و میزان فعالیت الکتریکی عضلات اطراف زانوی مردان فوتبالیست جوان بود. اندازه‌گیری‌های الکترومایوگرافی حین اجرای آزمون فرود روی یک پا از ۲۴ فوتبالیست مرد جوان (۱۲ نفر گروه تجربی و ۱۲ نفر گروه کنترل) در پیش‌آزمون و پس‌آزمون به‌عمل آمد. پس از اجرای هشت هفته تمرین بر روی گروه تجربی، از آزمون‌های آنالیز واریانس با اندازهٔ تکراری، تی زوجی و مستقل برای تحلیل آماری استفاده شد. یافته‌ها نشان داد پس از تمرینات، میزان فعالیت واستوس‌مدیالیس، مدیال‌همسترینگ و مدیال گاستروکنمیوس افزایش یافت، اما میزان فعالیت واستوس‌لترالیس، لترال‌همسترینگ، رکتوس‌فموریس و لترال گاستروکنمیوس و زمان‌بندی فعالیت رکتوس‌فموریس، واستوس‌لترالیس، لترال‌همسترینگ و لترال گاستروکنمیوس کاهش یافت، درحالی‌که زمان‌بندی واستوس‌مدیالیس، مدیال‌همسترینگ و مدیال گاستروکنمیوس افزایش یافت. نتایج این مطالعه نشان داد که ویژگی‌های نروماسکولار اندام تحتانی در فوتبالیست‌های جوان با اجرای برنامهٔ ۱۱+ فیفا بهبود می‌یابد و به‌طور بالقوه موقعیت‌های ریسک آسیب ACL در حین فرود کاهش پیدا می‌کند و به کنترل بهینهٔ ACL منجر می‌شود.

واژه‌های کلیدی

آسیب‌های رباط متقاطع قدامی، الکترومایوگرافی، ۱۱+ فیفا، مفصل زانو.

---

[*] نویسندهٔ مسئول : تلفن : ۰۹۱۹۲۶۰۵۰۶۲ **Email:** Ghasemi.vahid120@gmail.com

مقدمه

فوتبال یکی از محبوب‌ترین رشته‌های ورزشی در ایران و جهان است و براساس آمار منتشره از سوی فیفا، دویست‌وهفتاد میلیون نفر در سرتاسر جهان فوتبال بازی می‌کنند، که این تعداد معادل چهار درصد از جمعیت کرهٔ 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 (۱۳،۱۲). 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، علاوه‌بر 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[1] 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 قست 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 همهٔ 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 ثبات‌دهندهٔ 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 زاویه‌دار شدن‌های نامطلوب و ناخواستهٔ مفصل در مواجهه با حرکات سریع و آنی، پیشگیری کند (۲۷). این همان سیستم کنترل عصبی-عضلانی است که به‌صورت نوعی از دو مدل عملکردی تحت عنوان کنترل فیدبک و کنترل فیدفوروارد به‌صورت مجزا اما درکنار هم به‌کار می‌رود.

الگوهای فراخوانی نوروماسکولار عضلات احاطه‌کنندهٔ اطراف زانو، مسئول فراهم کردن سفتی و ثبات دینامیک زانو طی حرکت‌اند (۴). عضلات کوادریسپس، همسترینگ و گاستروکنمیوس دستخوش هم‌انقباضی رفلکسی و مقدماتی می‌شوند تا با افزایش سفتی مفصل، از آسیب جلوگیری کنند (۲۱).

سطح فعالیت متوازن عضلات آگونیست و آنتاگونیست زانو برای ایجاد پایداری، نشان‌دهندهٔ اهمیت حسی حرکتی این عضلات نسبت به قدرت و استقامت این عضلات است. فعالیت این گروه از عضلات باید به‌گونه‌ای تنظیم شود که به‌صورت کاملاً هماهنگ، در زمان مناسب، در مدت مناسب و با ترکیب درستی از نیروها وارد عمل شوند (۶). ازاین‌رو عملکرد نامناسب عضلات اطراف زانو می‌تواند ثبات آن را تحت تأثیر قرار دهد و مفصل را مستعد آسیب کند. از طرفی براساس یافته‌های تحقیقات قبلی، یکی از انواع تمرینات کمک‌کننده به تعدیل عوامل خطر نوروماسکولار آسیب زانو، تمرینات پیشگیری عصبی-عضلانی هستند که براساس برنامه‌های تمرینی اختصاصی تقویت کنترل نوروماسکولار طراحی شده‌اند و به این ترتیب از طریق بهبود ثبات داینامیک زانو، به کاهش خطر آسیب لیگامان ACL کمک می‌کنند (۱۸). تحقیقات در زمینهٔ پیشگیری از آسیب ACL بیشتر در زمینهٔ تأثیر این تمرینات بر کاهش میزان و شیوع این آسیب (۲۴،۱۵) و تفاوت‌های جنسیتی موجود در فاکتورهای سینتیکی و سینماتیکی مرتبط با آسیبACL انجام گرفته (۱۹،۱۴) و اثر تمرینات بر عوامل خطر این آسیب کمتر بررسی شده است. در تحقیقات انجام‌گرفته 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 نخبهٔ فوتبال و هندبال بررسی و گزارش کردند تمرینات عصبی-عضلانی فعالیت الکترومیوگرافی عضلهٔ نیم‌وتری را افزایش و خطر والگوس زانو را کاهش می‌دهد (۳۹). در تناقض با مطالعهٔ بیان‌شده، رضایی منش و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی تأثیر چهار هفته تمرینات پلیومتریک بر الکترومیوگرافی عضلهٔ دوسررانی و راست داخلی اعلام کردند که در فعالیت عضلهٔ دوسررانی طی حرکت پرشی افزایشی مشاهده نشد (۳۰). در این میان در سال ۲۰۰۶ فیفا با همکاری گروهی از متخصصان و مربیان باتجربه برنامهٔ گرم کردن جامع موسوم به ۱۱+ فیفا را برای پیشگیری از آسیب‌دیدگی‌های

بازیکنان فوتبال معرفی کرد و در سالیان اخیر نیز آن را به‌طور گسترده‌ای در سرتاسر جهان بسط و توسعه داده است. سولیگارد و همکاران در سال ۲۰۰۸ نشان دادند استفاده از این برنامهٔ تمرینی بروز آسیب‌های ناشی از استفادهٔ 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 برنامهٔ جامع گرم کردن مشاهده کردند (۱). بنابراین می‌توان گفت که برنامهٔ گرم کردن جامع فیفا موسوم به فیفا ۱۱+ به‌عنوان برنامهٔ 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 برنامهٔ موفقی غیرشفاف باقی مانده است. برای مثال اینکه آیا برنامهٔ پیشگیری ۱۱+ فیفا زمان‌بندی و میزان فعالیت عضلات کوادریسپس، همسترینگ و گاستروکنمیوس را طوری تغییر می‌دهد که بیان‌کنندهٔ علت کاهش میزان و شیوع آسیب ACL باشد، ناشناخته است. بنابراین، بررسی چگونگی فعالیت الکتریکی عضلات اطراف زانو احتمالا در برآورد تشخیص آسیب رباط صلیبی قدامی مهم است.

با توجه به اثربخشی برنامهٔ ۱۱+ فیفا در پیشگیری از بروز آسیب ACL و وجود ترکیبی از تمرینات قدرتی، پلایومتریک و تعادلی در این برنامه، این سؤال مطرح می‌شود که آیا اجرای یک دوره تمرینات۱۱+ فیفا می‌تواند روی متغیرهای الکترومایوگرافی تفاوتی ایجاد کند یا خیر؟ با توجه به مطالب مذکور، پژوهشگر بر آن است که تأثیر برنامهٔ 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. جامعهٔ آماری تحقیق فوتبالیست‌های مرد جوان استان مازندران بودند که شرایط ورود به تحقیق را داشتند. برای ورود به پژوهش حاضر آزمودنی‌ها می‌بایست سه سال سابقهٔ فعالیت تیمی در رشتهٔ فوتبال و از نظر سطح کیفی بازی، توانایی شرکت در تیم‌های لیگ استانی را داشتند. معیارهای دیگر عبارت بود از: دامنهٔ 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

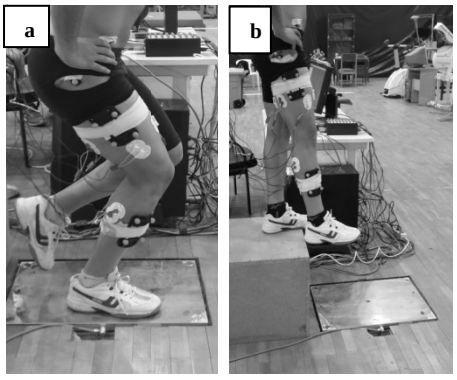
تمرین در هفته علاوه‌بر مسابقات، اجتناب از فعالیت‌های ورزشی دیگر، نداشتن شاخص تودهٔ بدنی[1] خارج از محدودهٔ نرمال بین ۲۰ تا ۲۵و داشتن سلامت عمومی به تأیید پزشک. معیارهای خروج از عبارت بود از: شرکت در برنامهٔ تمرینات ۱۱+ فیفا در یک سال گذشته، داشتن تاریخچه‌ای از جراحی تنه و اندام تحتانی، داشتن ضایعهٔ مینیسک 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 بدراستایی‌های اندام تحتانی قابل رؤیت شامل ژنووالگوم، ژنوواروم، ژنورکورواتوم، کف پای صاف و کف پای گود، وجود سابقهٔ آسیب‌دیدگی وستیبولار، گوش داخلی و لیگامانی در اندام تحتانی در یک سال گذشته. همچنین در طول تحقیق درصورتی‌که هر کدام از آزمودنی‌ها شرایط زیر را داشتند، حذف می‌شدند: عدم رضایت آزمودنی‌ها و عدم تمایل به ادامهٔ 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 جامعهٔ آماری ۲۴ نفر به‌عنوان نمونهٔ 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 به‌واسطهٔ 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 موافقت‌نامهٔ کتبی برای شرکت در تحقیق گرفته شد. به‌منظور آشنایی با نحوهٔ انجام تمرینات، فایل ویدئویی برنامهٔ 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.

برنامهٔ تمرینی ۱۱+ فیفا، برنامهٔ تمرینی پیشرفته‌ای است که برای پیشگیری از آسیب‌های پایین‌تنه در فوتبالیست‌ها طراحی شده است. این برنامهٔ 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 برنامهٔ تمرینی گرم کردن حدود ۲۵-۲۰ 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 برنامهٔ تمرینی در مرکز آزمایشگاه بیومکانیک دانشگاه مازندران ارزیابی شدند.

برای اجرای آزمون فرود، آزمودنی در وضعیتی متعادل نزدیک به لبهٔ سکویی با ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر به طریقی می‌ایستاد که پای غالب در حالت معلق (پاشنهٔ پا در تماس با لبهٔ جلویی سکو) قرار گیرد و به لبهٔ جلویی سکو تکیه داشته باشد (شکل۱الف). این وضعیت با کنترل مرکز ثقل، حرکات افقی بدن را محدود می‌کرد. وزن آزمودنی به‌صورت کامل به‌وسیلهٔ پای غیرغالب تحمل می‌شد. برای انجام آزمون از آزمودنی خواسته می‌شد تا به‌صورت کاملاً عمودی و متعادل، بدون خم کردن و پایین آوردن تنه و حالت پرشی، با فرمان آزمون‌گیرنده روی پای غالب فرود آید (شکل۱ب). 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 فاصلهٔ ۳۰ ثانیه انجام می‌داد (تکنیک فرود توسط آزمونگر چک شده و در صورت صحیح نبودن آزمون تکرار می‌شد) (شکل ۱).



شکل ۱. نحوهٔ فرود روی یک پا: الف) مرحلهٔ آمادگی قبل از فرود؛ ب) مرحلهٔ فرود

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

نقره (Ag-AgCl) دایره‌شکل، مارک NewMed ساخت چین استفاده شد. در این مطالعه فعالیت هفت عضلهٔ 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 (فاصلهٔ مرکز تا مرکز الکترودها ۲ سانتی‌متر بود و الکترود زمین روی استخوان درشت‌نی نصب شد). سیگنال‌های الکترومیوگرافی، حین فرود روی یک پا روی صفحهٔ نیرو ثبت شد. پس از ثبت سیگنال‌های الکترومیوگرافی، زمان‌بندی و میزان فعالیت عضلات محاسبه شد. برای محاسبهٔ زمان شروع فعالیت عضلات، در ابتدا امواج یکسویه شده و سه برابر انحراف استاندارد میزان فعالیت الکتریکی عضلات در خط زمینه به‌عنوان آستانهٔ آغاز فعالیت شناخته شد. هنگامی‌که فعالیت عضله به آستانه رسید و حداقل به مدت ۲۵ میلی‌ثانیه بالای سطح آستانه باقی ماند، این نقطه به‌عنوان زمان آغاز فعالیت در نظر گرفته شد (۱۷). میزان فعالیت فیدفورواردی عضلات در بازهٔ زمانی ۱۰۰ میلی‌ثانیه قبل از برخورد پا با زمین، در نظر گرفته شد. میزان فعالیت فیدبکی عضلات نیز در بازهٔ زمانی ۱۰۰ میلی‌ثانیه 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 ذکرشده، سیگنال‌های ثبت‌شده در این بازه از نرم‌افزارSimi motion استخراج و در برنامهٔ متلب پردازش شد. برای امکان مقایسهٔ بین آزمودنی‌ها و نرمال کردن داده‌ها، مقادیر به‌دست‌آمده از محاسبهٔ ریشهٔ میانگین مربعات، به مقادیر به‌دست‌آمده از حداکثر انقباض ارادی هر عضله تقسیم شد و میزان فعالیت عضلات به‌صورت 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 تجزیه‌وتحلیل اطلاعات جمع‌آوری‌شده از روش‌های آماری توصیفی و استنباطی استفاده شد. به‌منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها، از آزمون شاپیرو- ویلک[1] و همچنین برای بررسی اثر تعاملی زمان بر گروه[2] از آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری[3] استفاده شد. در صورت معناداری اثر تعاملی زمان بر گروه، از آزمون تی زوجی برای مقایسهٔ درون‌گروهی بین متغیرهای پیش‌آزمون و پس‌آزمون و همچنین آزمون‌های تی مستقل برای مقایسهٔ بین‌گروهی متغیرها در پس‌آزمون استفاده شد. تجزیه‌وتحلیل

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

اطلاعات در سطح معناداری ۹۵٪ و میزان آلفای کوچک‌تر 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

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

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

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

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

*منظور از علامت "-" این است که فعالیت عضلات فیدفورواردی 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 مقایسهٔ نمره‌های پیش‌آزمون فعالیت

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

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

عضلات	آماره متغیر	گروه تمرین (N=۱۲) (میانگین و انحراف استاندارد)	گروه کنترل (N=۱۲) (میانگین و انحراف استاندارد)	t	P
رکتوس‌فموریس	فعالیت فیدفوروواردی	۶۱/۴۹±۷/۵۶	۶۰/۷۹±۸/۶۶	۰/۲۱۰	۰/۸۳۶
	فعالیت فیدبکی	۷۲/۵۱±۸/۷۶	۶۹/۳۶±۷/۴۴	۰/۹۴۸	۰/۳۵۳
واستوس‌مدیالیس	فعالیت فیدفوروواردی	۳۳/۵۹±۴/۳۹	۳۲/۵۷±۴/۳۷	۰/۵۷۱	۰/۵۷۴
	فعالیت فیدبکی	۳۱/۰۴±۵/۷۴	۳۲/۵۷±۴/۵۸	-۰/۷۲۴	۰/۴۷۷
واستوس‌لترالیس	فعالیت فیدفوروواردی	۵۴/۰۲±۱۰/۴۲	۵۵/۴۲±۷/۸۴	-۰/۳۷۳	۰/۷۱۳
	فعالیت فیدبکی	۵۰/۱۶±۶/۰۵	۴۹/۲۱±۴/۴۱	۰/۴۳۸	۰/۶۶۶
مدیال‌همسترینگ	فعالیت فیدفوروواردی	۲۶/۲۳±۲/۶۰	۲۵/۵۳±۲/۶۹	۰/۶۴۸	۰/۵۲۴
	فعالیت فیدبکی	۲۰/۳۱±۴/۵۵	۱۹/۸۰±۴/۲۱	۰/۲۸۳	۰/۷۸۰
لترال‌همسترینگ	فعالیت فیدفوروواردی	۴۱/۰۸±۵/۸۶	۴۲/۴۲±۴/۷۹	-۰/۶۱۰	۰/۵۴۸
	فعالیت فیدبکی	۴۹/۰۷±۸/۶۱	۴۸/۵۰±۷/۸۶	۰/۱۷۱	۰/۸۶۶
مدیال گاستروکنمیوس	فعالیت فیدفوروواردی	۵۹/۱۸±۸/۸۸	۶۰/۴۳±۸/۰۲	-۰/۳۶۳	۰/۷۲۰
	فعالیت فیدبکی	۷۵/۱۳±۷/۰۹	۷۴/۷۵±۵/۵۱	۰/۱۴۸	۰/۸۸۴
لترال گاستروکنمیوس	فعالیت فیدفوروواردی	۴۵/۳۷±۸/۴۵	۴۶/۳۹±۸/۳۳	-۰/۲۹۷	۰/۷۶۹
	فعالیت فیدبکی	۵۸/۹۶±۸/۵۲	۶۰/۱۴±۷/۴۳	-۰/۳۶۳	۰/۷۲۰

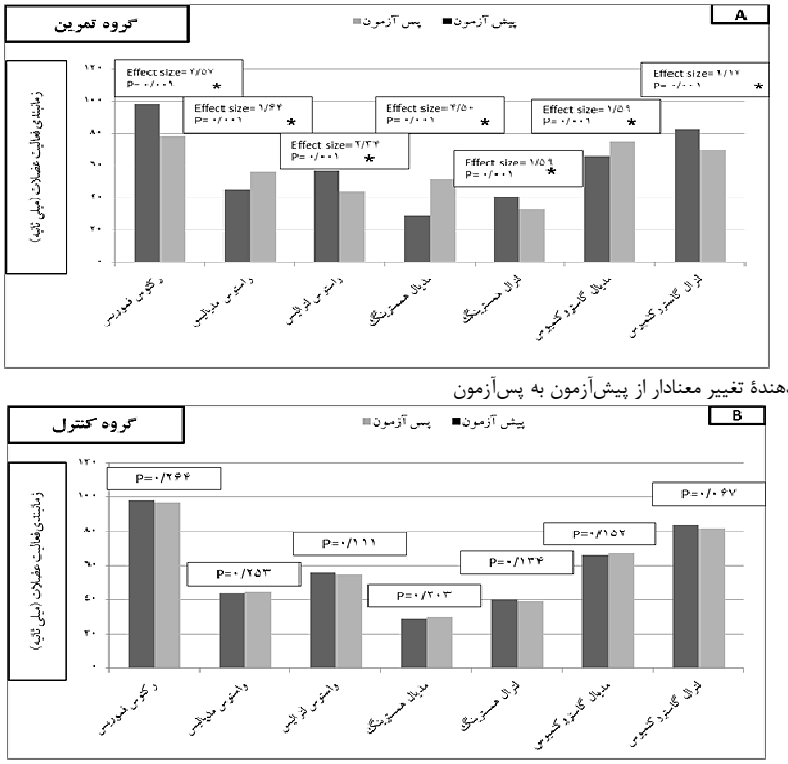
نتایج آزمون تی مستقل نشان داد که بین نمره‌های پیش‌آزمون فعالیت فیدفوروواردی و فیدبکی عضلات در گروه‌های مورد بررسی تفاوت معناداری وجود ندارد.

بررسی اثر برنامهٔ پیشگیری از آسیب ۱۱+ فیفا بر زمان‌بندی (زمان شروع فعالیت) عضلات

نتایج آزمون تحلیل واریانس اندازه‌گیری تکراری با تصحیح هاوس‌گایزر در ارتباط با زمان‌بندی فعالیت عضلات رکتوس‌فموریس (F۱،۲۲=۱۴۷/۱۳۳، Eta Squared=۰/۸۷۰، P=۰/۰۰۱)، واستوس-مدیالیس (F۱،۲۲=۴۷/۹۸۹، Eta Squared=۰/۶۸۶، P=۰/۰۰۱)، واستوس‌لترالیس (F۱،۲۲=۳۱۳/۹۱۳، Eta Squared=۰/۹۳۵، P=۰/۰۰۱)، مدیال‌همسترینگ (F۱،۲۲=۴۳۸/۸۰۳، Eta Squared=۰/۹۵۲، P=۰/۰۰۱)، لترال‌همسترینگ (F۱،۲۲=۱۸۲/۶۹۰، Eta Squared=۰/۸۹۳،

P=۰/۰۰۱)، مدیال گاستروکنمیوس (F۱،۲۲=۱۲۷/۹۳۲، Eta Squared=۰/۸۵۳، P=۰/۰۰۱) و لترال گاستروکنمیوس (F۱،۲۲=۱۷۲/۴۴۱، Eta Squared=۰/۸۸۷، P=۰/۰۰۱) 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 مقایسهٔ درون‌گروهی (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) (نمودار ۱) و آزمون تی مستقل برای مقایسهٔ بین‌گروهی (گروه تمرین و کنترل) استفاده شد.



*نشان‌دهندهٔ تغییر معنادار از پیش‌آزمون به پس‌آزمون

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

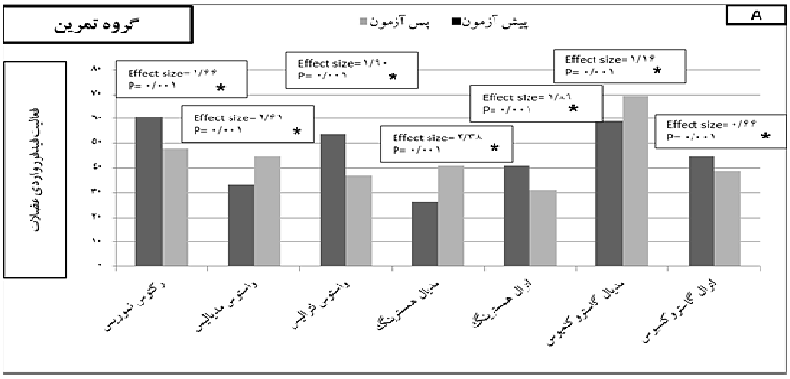
نتایج آزمون تی مستقل در پس‌آزمون نشان داد که در زمان‌بندی فعالیت عضلات رکتوس‌فموریس (t= -۹/۶۹۳، P=۰/۰۰۱)، واستوس‌مدیالیس (t=۴/۱۰۷، P=۰/۰۰۱)، واستوس‌لترالیس (t= -۴/۵۵۸، P=۰/۰۰۱)، مدیال همسترینگ (t=۱۱/۳۵۵، P=۰/۰۰۱)، لترال‌همسترینگ (t= -۲/۷۱۵، P=۰/۰۱۳)، مدیال گاستروکنمیوس (t=۳/۱۵۷، P=۰/۰۰۵) و لترال گاستروکنمیوس (t= -۴/۸۷۰، P=۰/۰۰۱) گروه

تمرین و کنترل اختلاف معناداری وجود دارد.

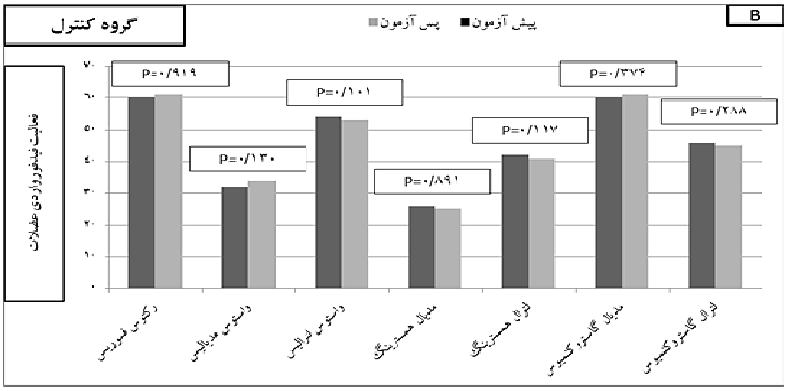
بررسی اثر برنامهٔ پیشگیری از آسیب ۱۱+ فیفا بر میزان فعالیت فیدفورواردی عضلات

نتایج آزمون تحلیل واریانس اندازه‌گیری تکراری با تصحیح هاوس‌گایزر در ارتباط با میزان فعالیت الکتریکی فیدفورواردی عضلات رکتوس‌فموریس (F۱،۲۲=۱۰۶/۱۳۴، Eta Squared=۰/۸۲۸، P=۰/۰۰۱)، واستوس‌مدیالیس (F۱،۲۲=۸۵/۵۳۶، Eta Squared=۰/۷۹۵، P=۰/۰۰۱)، واستوس‌لترالیس (F۱،۲۲=۶۶/۶۹۷، Eta Squared=۰/۷۵۲، P=۰/۰۰۱)، مدیال‌همسترینگ (F۱،۲۲=۹۰/۸۲۲، Eta =۰/۸۰۵ Squared، P=۰/۰۰۱)، لترال‌همسترینگ (F۱،۲۲=۹۲/۵۳۱، Eta Squared=۰/۸۰۸، P=۰/۰۰۱)، مدیال گاستروکنمیوس (F۲۲،۱=۷۱/۳۹۷، Eta Squared=۰/۷۶۴، P=۰/۰۰۱) و لترال گاستروکنمیوس (F۱،۲۲=۵۳/۰۱۴، Eta Squared=۰/۷۰۷، P=۰/۰۰۱) 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 مقایسهٔ درون‌گروهی (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) (نمودار ۲) و آزمون تی مستقل برای مقایسهٔ بین‌گروهی (گروه تمرین و کنترل) استفاده شد.



*نشان‌دهندهٔ تغییر معنادار از پیش‌آزمون به پس‌آزمون



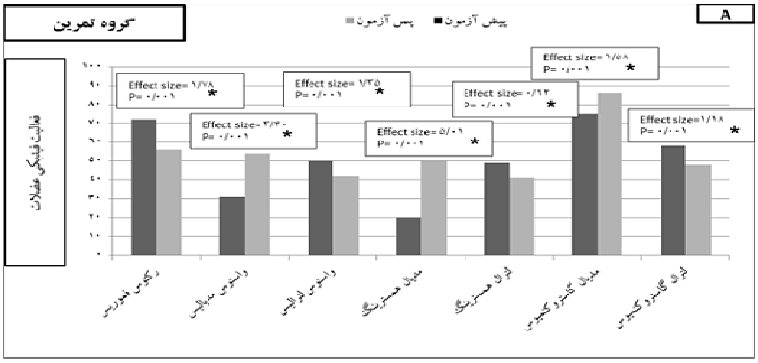
نمودار ۲. مقایسهٔ فعالیت فیدفورواردی عضلات در پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه تمرین (A) و کنترل (B)

نتایج آزمون تی مستقل در پس‌آزمون نشان داد که در میزان فعالیت الکتریکی فیدفورواردی عضلات رکتوس‌فموریس (۳/۷۷۴- =t، ۰/۰۰۱=P)، واستوس‌مدیالیس (۶/۶۹۸=t، ۰/۰۰۱=P)، واستوس-لترالیس (۵/۵۴۲- =t، ۰/۰۰۱=P)، مدیال‌همسترینگ (۸/۵۶۳=t، ۰/۰۰۱=P)، لترال‌همسترینگ (۴/۶۸۲- =t، ۰/۰۱۳=P)، مدیال گاستروکنمیوس (۲/۳۳۴=t، ۰/۰۲۹=P) و لترال گاستروکنمیوس (۱/۷۰۴- =t، ۰/۱۰۳=P) گروه تمرین و کنترل اختلاف معناداری وجود دارد.

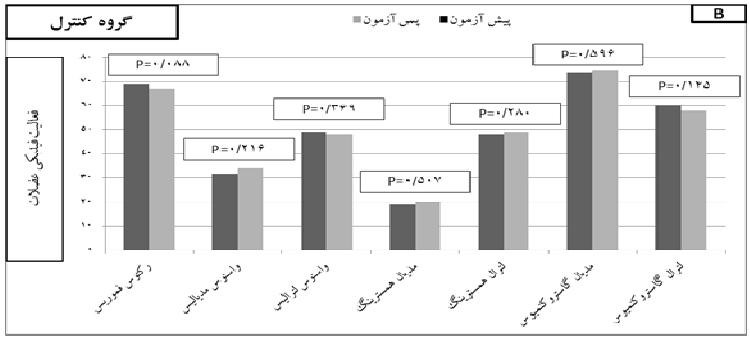
بررسی اثر برنامهٔ پیشگیری از آسیب ۱۱+فیفا بر میزان فعالیت فیدبکی عضلات

نتایج آزمون تحلیل واریانس اندازه‌گیری تکراری با تصحیح هاوس‌گایزر در ارتباط با میزان فعالیت الکتریکی فیدبکی عضلات رکتوس‌فموریس (F=۱۳۳/۳۶۸،Eta Squared=۰/۸۵۸، P=۰/۰۰۱)، واستوس-مدیالیس (F=۱۱۹/۰۵۰، Eta Squared=۰/۸۴۴، P=۰/۰۰۱)، واستوس‌لترالیس (F=۷۳/۱۲۹، Eta =۰/۷۶۹ Squared، P=۰/۰۰۱)، مدیال‌همسترینگ (F=۴۵۶/۴۳۷، Eta Squared=۰/۹۵۴، P=۰/۰۰۱)، لترال-همسترینگ (F=۷۳/۲۸۷، Eta Squared=۰/۷۶۹، P=۰/۰۰۱)، مدیال گاستروکنمیوس (F=۱۱۰/۳۵۲، Eta Squared=۰/۸۳۴، P=۰/۰۰۱) و لترال گاستروکنمیوس (F=۷۹/۳۷۶، Eta Squared=۰/۷۸۳، P=۰/۰۰۱) 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 مقایسهٔ درون‌گروهی (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) (نمودار ۳) و از آزمون تی مستقل برای مقایسهٔ بین‌گروهی (گروه تمرین و کنترل) استفاده شد.



*نشان‌دهندهٔ تغییر معنادار از پیش‌آزمون به پس‌آزمون



نمودار ۳. مقایسهٔ فعالیت فیدبکی عضلات در پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه تمرین (A) و کنترل (B)

نتایج آزمون تی مستقل در پس‌آزمون نشان داد که در میزان فعالیت الکتریکی فیدبکی عضلات رکتوس‌فموریس (t= -۳/۰۱۴، P=۰/۰۰۶)، واستوس‌مدیالیس (t=۷/۲۱۷، P=۰/۰۰۱)، واستوس‌لترالیس (t= -۳/۰۲۲، P=۰/۰۰۶)، مدیال‌همسترینگ (t=۱۳/۲۶۵، P=۰/۰۰۱)، لترال‌همسترینگ (t= -۲/۳۵۸، P=۰/۰۲۸)، مدیال گاستروکنمیوس (t=۴/۴۱۳، P=۰/۰۰۱) و لترال گاستروکنمیوس (t= -۲/۷۰۵، P=۰/۰۱۳) گروه تمرین و کنترل اختلاف معناداری وجود دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

پایداری مفصل زانوی بازیکنان فوتبال از دغدغه‌های مربیان بدنساز، بازیکنان و سرمربیان این تیم‌هاست (۱۴) و مطالعات پیشین نشان داده‌اند برنامهٔ 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 مطالعهٔ حاضر بررسی تأثیر برنامهٔ پیشگیری از آسیب ۱۱+ فیفا بر زمان‌بندی و میزان فعالیت الکتریکی عضلات اطراف زانوی مردان فوتبالیست جوان بود. یافتهٔ اصلی تحقیق حاضر این است که تمرینات عصبی- عضلانی برنامهٔ پیشگیری از آسیب فیفا +۱۱ سبب تغییر در الگوی فعال‌سازی عضلات کوادریسپس، همسترینگ و گاستروکنمیوس شد. الگوهای فراخوانی نوروماسکولار عضلات ران و ساق احاطه‌کنندهٔ اطراف زانو، مسئول فراهم کردن سفتی و ثبات دینامیک زانو در طی حرکت‌اند (۲۱). عضلات کوادریسپس، همسترینگ و گاستروکنمیوس دستخوش هم‌انقباضی رفلکسی و مقدماتی[1] 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 ACLمرتبط 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 مداخلهٔ تمرینی تحقیق حاضر، عضلات واستوس مدیالیس، مدیال همسترینگ و مدیال گاستروکنمیوس در پس‌آزمون به‌ترتیب ۲۴، ۷۹ و ۱۳ درصد به‌طور معناداری سریع‌تر و در مقابل عضلات رکتوس فموریس، واستوس لترالیس، لترال همسترینگ و لترال گاستروکنمیوس به‌ترتیب ۲۱، ۲۳، ۲۰ و ۱۶ درصد به‌طور معناداری دیرتر فعال شدند.

در پیش‌آزمون مشاهده شد که عضلات لترال‌همسترینگ و مدیال‌همسترینگ 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

1. Preparatory

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

با توجه به موارد عنوان‌شده می‌توان نتیجه گرفت که تمرینات به‌کارگرفته‌شده با تعدیل و بهینه کردن زمان تأخیر عضلات ثبات‌دهندهٔ زانو، احتمالاً می‌توانند نقش مهمی در کاهش آسیب‌دیدگی ACL در فوتبالیست‌های 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 می‌دهد که انقباض عضله پیش از فرود رخ می‌دهد و حرکت را پیش‌بینی می‌کند. قبل از تماس پا با زمین در حرکت فرود عضلات اندام تحتانی فعال می‌شوند تا نیروهایی را که هنگام تماس اعمال می‌شوند، جذب کنند (۳۴). فعالیت عضله پس از فرود نحوهٔ پاسخ به نیروها و گشتاورهای اعمال‌شده در نتیجهٔ عکس‌العمل زمین است (۳۴). با توجه به نتایج تحقیق حاضر، تغییرات معناداری در فعالیت فیدفورواردی و فیدبکی عضلات مورد بررسی پس از اجرای تمرینات پیشگیری ۱۱+ فیفا حاصل شده است که از این بین، فعالیت عضلات رکتوس‌فموریس، واستوس‌لترالیس، لترال-همسترینگ و لترال گاستروکنمیوس کاهش و فعالیت بقیهٔ عضلات افزایش یافته است. با توجه به اینکه تاکنون اثر برنامهٔ پیشگیری از آسیب ۱۱+ فیفا بر فعالیت الکتریکی عضلات اطراف زانو بررسی نشده است، نتایج این بخش از تحقیق با یافته‌های مطالعات بریتو و همکاران (۲۰۱۰)، لطافت‌کار و همکاران (۱۳۹۲) و والش و همکاران (۲۰۱۲) (۳۵، ۷، ۳) همخوانی دارد، اما با یافته‌های چیمر و همکاران (۲۰۰۴)، استیفن و همکاران (۲۰۰۸) و صادق‌پور و همکاران (۱۳۹۱) (۳۳،۸، ۲) 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 برنامهٔ ۱۱+ فیفا موجب افزایش قدرت ایزومتریک عضلات همسترینگ و کوادریسپس فوتبالیست‌های حرفه‌ای شده است (۷). لطافت‌کار و همکاران (۱۳۹۲) افزایش معناداری را در نسبت کلی فعالیت عضلات همسترینگ به کوادریسپس در مرحلهٔ فید فوروواردی 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 به‌منظور 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 زاویهٔ 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 جامهٔ عمل بپوشاند. در مقابل چیمر و همکاران (۲۰۰۴) در تحقیقشان به این نتیجه رسیدند که شش هفته تمرینات پلایومتریک 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 برنامهٔ 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 صادقی‌پور و همکاران می‌توان به این نکته اشاره کرد که براساس گزارش مرکز تحقیقات و ارزیابی پزشکی فیفا، برنامهٔ 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 به‌کار می‌رود (۳۲). از طرفی آزمودنی‌های این تحقیق فوتبالیست‌های حرفه‌ای نوجوان حاضر در لیگ برتر امیدهای برتر ایران بودند. ازاین‌رو به‌نظر می‌رسد تمرینات گنجانده‌شده 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 برنامهٔ حرکتی[1] است و تغییرات ایجادشده در این تحقیق نیز از تئوری بهینه شدن[2] 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 به‌وسیلهٔ آن اجزای تمرینات ۱۱+ فیفا می‌تواند نیرو یا توان خروجی را افزایش دهد، در ارتباط با اثر مهاری گیرنده‌های وتری گلژی روی تولید نیروست. از آنجا که گیرنده‌های وتری گلژی به‌عنوان عامل محدودکنندهٔ تنش عمل می‌کند، میزان نیروی تولیدشده را محدود می‌کند (۲۹). اجزای تمرینات فیفا حساسیت گیرنده‌های گلژی وتری 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 پنجهٔ 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 به‌ویژه افزایش فعالیت عضلات همسترینگ آنها منجر شده است. فعالیت‌های عملکردی، تمامی تدابیر موجود برای تحریک آوارن‌های محیطی، فعال شدن همزمان عضله و کنترل حرکتی رفلکسی و از پیش برنامه‌ریزی‌شده را در برمی‌گیرند (۲۹). تأکید بر انجام تکنیک‌ها و مانورهای خاص که مفاصل را در وضعیت‌های آسیب‌زا قرار می‌دهند، در شرایط کنترل‌شده مفید است. به این ترتیب با تکرار و شدت کنترل‌شده، فعالیت عضلانی (واکنشی و پیش‌بینی)، به‌تدریج از کنترل حرکتی هوشیارانه به غیرهوشیارانه پیشرفت می‌کند (۲۹، ۳). بنابراین از آنجا که در تحقیق حاضر تمرینات ۱۱+ با ارائهٔ فیدبک‌های لازم به‌منظور 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 به‌صورت پاسیو مسئول کمک به حفظ ثبات مفصلی از طریق اطلاعات پاسخ‌های حرکتی آوران و وابران است (۲۶). به نظر محققان افزایش سفتی عضلانی که محصول پاسخ حرکتی وابران 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 فیدفوروواردی 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 برنامهٔ تمرینات ۱۱+ فیفا تأثیرگذاری مثبت در تعدیل برخی عوامل خطرساز 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+ برنامه‌ای چندمؤلفه‌ای شامل تمرینات تعادلی، پلیومتریک، قدرتی و تمرینات دویدنی است. با این حال، ما قادر به تشریح تأثیرات جداگانهٔ هر یک از این مؤلفه‌های برنامه نبودیم. دوم، به‌علت تمرکز بر بازیکنان فوتبال پسر جوان در تعمیم‌پذیری نتایج این تحقیق محدودیت وجود دارد. همچنین با توجه به تفاوت-های بیومکانیکی میان مردان و زنان ورزشکار نمی‌توان گفت که زنان نیز به اندازهٔ مردان از این تمرینات تأثیر می‌پذیرند. ازاین‌رو به سایر محققان پیشنهاد می‌شود در مطالعات آیندهٔ 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 پایان‌نامهٔ دکتری در رشتهٔ آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی دانشگاه خوارزمی تهران است که با همکاری دانشکده‌های علوم ورزشی دانشگاه خوارزمی و مازندران انجام گرفت. ازاین‌رو 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 برنامهٔ گرم کردن جامع فیفا بر بروز آسیب و عملکرد بازیکنان مرد نوجوان فوتبال ایران. پایان‌نامهٔ دکتری تخصصی، دانشگاه تهران. دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی.

۲. صادقی‌پور، حمیدرضا؛ رهنما، نادر؛ دانشجو، عبدالحمید؛ بمبئی‌چی، عفت (۱۳۹۱). «تأثیر برنامهٔ 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. لطافت‌کار، امیر؛ رجبی، رضا؛ ابراهیمی تکامجانی، اسماعیل؛ مینونژاد، هومن (۱۳۹۳). «اثرات تمرینات اغتشاشی بر نسبت‌های فعالیت عضلات کوادریسپس و همسترینگ»، مجلهٔ 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, Krustrup 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 genderl Implications for variations in ACL injury rates". J Electromyo Kines, 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/ country Info.html.
14. Garrison JC, Hart JM, Palmieri RM, Kerrigan DC, lngersoll 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 lnjury". The American Journal of Sports Medicine, Vol. 35,no.2.
20. Kiani A, Hellquist E, Ahlqvist K, Gedeborg 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"l: 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 l, 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.