DOI: 10.22122/jrrs.v16.3572 Published by Vesnu Publications

عوامل خطرزای آسیب‌های اندام تحتانی و اجرای ورزشی به دنبال تمرینات عملکردی در بازیکنان فوتبال نوجوان: کارآزمایی بالینی تصادفی

نجمه افهمی[1]، رضا سیامکی[2]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: سازگاری‌های عصبی- عضلانی ناکافی، راستای پویای اندام تحتانی ورزشکاران را با نقص‌های بیومکانیکی در تکالیف تحمل‌کننده بار مواجه می‌کند. هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی اثر ۱۰ هفته تمرینات عملکردی ویژه فوتبال (Soccer-Specific Functional Training یا SSFT) به طور همزمان بر برخی عوامل خطرزای آسیب‌های اندام تحتانی و اجرای ورزشی در بازیکنان نوجوان پسر بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه کنترل شده تصادفی، ۲۷ بازیکن فوتبال نوجوان پسر به طور تصادفی به دو گروه تجربی (۱۴ آزمودنی) و شاهد (۱۳ آزمودنی) تخصیص یافتند. گروه شاهد تمرینات مرسوم فوتبال خود را ادامه داد و گروه تجربی علاوه بر آن به مدت ۱۰ هفته و سه جلسه در هفته SSFT را اجرا کرد. در طراحی SSFT، تمرینات قدرت، تعادل، مرکز بدن، پلایومتریک، سرعت، چابکی و تکالیف تمرینی مختص فوتبال استفاده شد. برخی عوامل خطرزای آسیب‌های اندام تحتانی با استفاده از آزمون سیستم امتیازدهی خطای فرود (Landing Error Scoring System یا LESS)، آزمون‌های اجرای ورزشی عمومی شامل آزمون‌های سرعت، چابکی، توان، تعادل، قدرت و آزمون اجرای ورزشی اختصاصی شاتل با حداکثر سرعت و دریبل (Shuttle Sprint and Dribble Test یا SDT) پیش و پس از SSFT در هر دو گروه ارزیابی گردید. داده‌ها با استفاده از آزمون ANCOVA مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: کاهش معنی‌داری در امتیاز آزمون LESS، زمان آزمون‌های ۳۰ متر، نوک پیکان و میانگین زمان SDT مشاهده شد ($P < ۰/۰۰۱$). افزایش معنی‌داری نیز در آزمون پرش عمودی، میانگین بیشترین مسافت دستیابی هنجار شده آزمون تعادل Y (Y-Balance Test یا YBT) و آزمون‌های یک تکرار بیشینه (One-repetition maximum یا 1RM) وجود داشت ($P < ۰/۰۰۱$، $P < ۰/۰۱۰$).

نتیجه‌گیری: SSFT طراحی شده بر مبنای ظرفیت عملکردی شاید بتواند در کاهش برخی عوامل خطرزای آسیب‌های اندام تحتانی و به طور همزمان ارتقای اجراهای ورزشی بازیکنان فوتبال نوجوان پسر مؤثر باشد.

کلید واژه‌ها: تمرینات عملکردی؛ عوامل خطرزای آسیب؛ راستای پویای اندام تحتانی؛ اجرای ورزشی

ارجاع: افهمی نجمه، سیامکی رضا. **عوامل خطرزای آسیب‌های اندام تحتانی و اجرای ورزشی به دنبال تمرینات عملکردی در بازیکنان فوتبال نوجوان: کارآزمایی بالینی تصادفی.** پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۹؛ ۱۶: ۲۸۶-۲۷۲.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۴/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۸/۲۸ تاریخ چاپ: ۱۳۹۹/۹/۱۵

Proof Version

مقدمه

فوتبال محبوب‌ترین ورزش تیمی در جهان (۱) و ورزشی با شدت بالا است که تغییرات مکرر در حرکت، سرعت و جهت، پرش‌های انفجاری همراه با برخوردهای شدید و موقعیت‌های تماسی بسیار بین بازیکنان، از ویژگی‌های آن به شمار می‌رود (۲). از طرف دیگر، بازی فوتبال ممکن است خطر ذاتی آسیب‌ها را به دنبال داشته باشد که می‌تواند هزینه‌های قابل توجهی را بر سیستم بهداشت عمومی تحمیل کند و حتی منجر به ناتوانی طولانی مدت در بازیکنان آسیب دیده شود (۳).

راستای پویای ضعیف اندام تحتانی، نمایانگر فقدان کنترل در تنه، لگن، ران، زانو یا پا در صفحات فرونتال یا عرضی می‌باشد. جذب شوک به صورت ضعیف و نیروی عکس‌العمل بیشتر زمین با تکنیک فرود ضعیف و به دنبال آن، خطر آسیب بالاتر ارتباط دارد (۴). والگوس پویای اندام تحتانی، شایع‌ترین نقص بیومکانیکی (۵) به ویژه در بازیکنان فوتبال نوجوان است (۳) که اندام تحتانی و به خصوص زانوها را در معرض نیروهای عکس‌العمل بیشتر از طرف زمین و نیز گشتاورهای ابداکشنی بالا در تکالیف حرکتی پرش- فرود، چرخش و برش قرار می‌دهد (۶). سازگاری عصبی- عضلانی ناکافی که منجر به نقص در قدرت

۱- استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه صنعتی سیرجان، سیرجان، ایران
۲- استادیار، گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، مؤسسه آموزش عالی اسرار مشهد، مشهد، ایران
نویسنده مسؤول: نجمه افهمی؛ استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه صنعتی سیرجان، سیرجان، ایران
Email: n.afhami@sirjantech.ac.ir

عضلات پروگزیمال یا کنترل عصبی- عضلانی می‌شود، ممکن است از علل والگوس پویای اندام تحتانی باشد و احتمال آسیب‌های لیگامنت صلیبی قدامی (Anterior cruciate ligament یا ACL) و مفصل کشککی- رانی (Patellofemoral joint یا PFJ) را افزایش دهد (۵). یکی از اهداف برنامه‌های پیشگیری از آسیب Injury prevention programs یا IPPs)، بهبود والگوس پویای اندام تحتانی می‌باشد.

نتایج تحقیقات متعددی نشان داده است که IPPs، عوامل خطر و نرخ آسیب‌ها را در بازیکنان فوتبال نوجوان با موفقیت کاهش می‌دهد (۷). به نظر می‌رسد با وجود تمایل مربیان و بازیکنان به اجرای IPPs، محدودیت‌های زمانی، مهم‌ترین عامل تأثیرگذار منفی در پیاده‌سازی این برنامه‌ها می‌باشد (۹، ۸). بنابراین، پژوهشگران مسیر مطالعات خود را به سمت طراحی برنامه‌های پیشگیری از آسیبی سوق دادند که علاوه بر بازآموزی عصبی- عضلانی و کاهش خطر آسیب، جهت کسب مقبولیت بیشتر، به طور همزمان بر شاخص‌های اجرای ورزشی نیز اثر می‌گذارند (۱۱، ۱۰). Noyes و همکاران اجزای یک برنامه مداخله‌ای لیگامنتی زانو در پرش- فرود و تمرینات قدرتی را با سایر حرکات و تکالیف تمرینی اختصاصی فوتبال که در بهبود سرعت، چابکی، قدرت و آماده‌سازی هوازی استفاده می‌شوند، به مدت ۶ هفته ترکیب نمودند و به این نتیجه رسیدند که این برنامه تمرینی پیشگیری‌کننده از آسیب ACL اختصاصی ورزش، می‌تواند شاخص‌های عصبی- عضلانی و اجرا را در بازیکنان دبیرستانی دختر بهبود دهد (۱۰). Zouita و همکاران اظهار داشتند که تمرینات ترکیبی پلایومتریک و مقاومتی به مدت ۱۲ هفته در کنار جلسات تمرینی فوتبال، بر قدرت انفجاری و شاخص‌های مرتبط با آن و همچنین، بهبود اجرای استقامتی و کاهش خطر وقوع آسیب‌ها در بازیکنان فوتبالیست‌های نوجوان پسر نخبه ۱۳ تا ۱۴ ساله مؤثر می‌باشد (۱۱). لازم به ذکر است که مقبولیت یک برنامه پیشگیری از آسیب، به طور مستقیم به مقرون به صرفه و امکان‌پذیر بودن، به کار گیری تجهیزات ورزشی اختصاصی و تمرین در زمین ورزشی اختصاصی نیز ارتباط دارد (۸).

بهبود قدرت به‌کار برده شده عملکردی (Functional applied strength) یا به عبارت دیگر، توانایی تولید نیرو در یک ورزشکار به گونه‌ای که بتواند آن را به سطوح ناپایدارتر با سرعت‌های متفاوت در صفحات حرکتی مختلف و بسیاری از قابلیت‌های دیگر منتقل کند (دامنه عملکردی یا Functional range)، نشان دهنده افزایش ظرفیت عملکردی (Functional capacity) او در اجرای یک الگوی حرکتی خاص می‌باشد (۱۲). شکاف (Gap) بین ظرفیت عملکردی و نیازها، آن چیزی است که ورزشکار را در معرض خطر آسیب یا کاهش اجرا قرار می‌دهد. در واقع، کلید افزایش ماندگاری ورزشی یک ورزشکار، افزایش یکپارچگی یا ظرفیت عملکردی او است (۱۳). یک برنامه مداخله‌ای، زمانی عملکردی‌تر است که برای سازماندهی عصبی- عضلانی مطلوب‌تر، حرکات تمرینی منتخب در آن از الگوهای همگون (Similarity) با حرکت هدف در ورزش خاص پیروی کنند و در زمینه (Context) حرکات اختصاصی نیز تمرین شوند (۱۴). بنابراین، با استفاده از یک برنامه مداخله‌ای تمرینات عملکردی با تکیه بر این مفاهیم، شاید نتایج پیشگیری از آسیب‌های ورزشی و بهبود شاخص‌های ورزشی عمومی و اختصاصی به طور همزمان قابل دستیابی باشد، اما تاکنون اثر این نوع تمرینات بر عوامل خطرزای آسیب‌های اندام تحتانی و اجرای ورزشی در بازیکنان فوتبال بررسی نشده است.

با توجه به مطالب بیان شده، هدف از انجام تحقیق حاضر، بررسی اثر ۱۰ هفته تمرینات عصبی- عضلانی یکپارچه شامل حرکات تمرینی قدرتی و توانی، تعادلی، قدرت و استقامت مرکز بدن، پلایومتریک، سرعت و چابکی و همچنین، تکالیف تمرینی ویژه فوتبال بر برخی عوامل خطرزای آسیب‌های اندام تحتانی در فوتبالیست‌های نوجوان پسر بود. پژوهش حاضر به دنبال پاسخ به این سؤال نیز بود که آیا این تمرینات عملکردی اختصاصی فوتبال (Soccer-Specific Functional Training یا SSFT) جامع، در افزایش شاخص‌های اجرای ورزشی آزمودنی‌ها اثرگذار است؟ پاسخ به این سؤال ممکن است شواهدی را در توصیه این برنامه طراحی شده اختصاصی به بازیکنان، مربیان، تمرین دهندگان و متخصصان بازتوانی ورزشی، نه تنها از منظر مدیریت نقص‌های عصبی- عضلانی، بلکه از دیدگاه ارتقای شاخص‌های اجرای ورزشی به همراه داشته باشد. بنابراین، فرض ما در مطالعه این بود که طراحی SSFT در کنار برنامه تمرینی فوتبال برای بازیکنان نوجوان پسر، ممکن است راستای پویای اندام تحتانی آن‌ها را تحت تأثیر قرار دهد و به طور همزمان منجر به اثرگذاری بر اجرای ورزشی عمومی و اختصاصی در آن‌ها شود.

مواد و روش‌ها

آزمودنی‌ها: جامعه آماری را فوتبالیست‌های نوجوان پسر عضو تیم‌های حال حاضر لیگ فوتبال نوجوانان استان کرمان در دامنه سنی ۱۴ تا ۱۶ سال و دارای حداقل ۳ سال سابقه بازی تشکیل دادند. از بین این تیم‌ها، تیم دانشگاه علوم پزشکی کرمان به طور هدفمند و در دسترس انتخاب و نظر مساعد سرپرست و مربی این تیم جهت همکاری حاصل شد. بازیکنان ۹ تا ۱۰ ماه در سال تمرین فوتبال داشتند و در زمان تحقیق، آن‌ها در ۵ جلسه تمرینات منظم هفتگی فوتبال به مدت حدود ۹۰ دقیقه در هر جلسه و یک مسابقه در هفته، علاوه بر فعالیت‌های بدنی در دبیرستان، شرکت می‌کردند.

ابتدا با مربی و مسؤولان تیم تماس گرفته شد و در مورد انجام پژوهش توافق حاصل گردید. فرم مشخصات فردی و گزارش آسیب پیش از شروع طرح، توسط بازیکنان تکمیل شد و بر اساس آن، بازیکنانی که سابقه اختلالات ارتوپدی، جراحی و نشانه‌هایی از درد و آسیب اندام تحتانی داشتند که نیازمند درمان بود یا مانع اجرای ورزشی آن‌ها در ۱۲ ماه گذشته شده بود، از ادامه حضور در مطالعه مستثنی شدند. بازیکنان نباید در یک برنامه تمرینی عصبی- عضلانی یا مقاومتی رسمی قبلی حضور می‌داشتند. همچنین، بازیکنان دارای امتیاز غربالگری حرکت عملکردی (Functional movement screen یا FMS) کمتر از ۱۴، اجازه حضور در تحقیق را نداشتند (۱۵). در نهایت، ۲۷ بازیکن بر اساس پست بازی با استفاده از روش تصادفی‌سازی بلوکی، به لایه‌های مختلف در دو گروه تجربی (۱۴ آزمودنی) و شاهد (۱۳ آزمودنی) تخصیص یافتند. حجم نمونه در هر گروه حداقل ۱۳ آزمودنی برآورد شد تا توان آماری ۰/۸ در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ با اندازه اثر مورد انتظار متوسط (Cohen's D = ۰/۶) حاصل گردد (۱۷، ۱۶).

همه بازیکنان و والدین آن‌ها بدون اطلاع یافتن از جزییات اهداف پژوهش و تفاوت بین دو گروه، با حضور در یک جلسه اطلاع‌رسانی، از ماهیت طرح (آزمون‌ها و تمرینات) به درستی مطلع شدند و فرم رضایت‌نامه آگاهانه را امضا کردند. پروتکل مطالعه در کمیته اخلاق پژوهش دانشگاه تهران با کد IR.UT.SPORT.REC.1396003 مورد تأیید قرار گرفت.

Proof Version

http://jrrs.mui.ac.ir

روش: تحقیق حاضر از نوع کارآزمایی‌های کنترل شده تصادفی (Randomized controlled trials یا RCTs) بود و با کد IRCT20160623028597N2 در مرکز ثبت کارآزمایی‌های بالینی ایران به ثبت رسید. قبل از شروع پروتکل، همه تجهیزات و روش‌های آزمون برای بازیکنان در دو جلسه آماده‌سازی توصیف گردید. آن‌ها اجازه داشتند تلاش‌هایی را تمرین کنند و جهت کسب آشنایی کامل با اجزای اصلی هر آزمون، بازخوردهای دیداری و کلامی ارایه شد. همچنین، قبل از شروع پیش‌آزمون، بازیکنان با استفاده از آزمون FMS مورد ارزیابی قرار گرفتند.

جلسات تمرینی فوتبال یکسانی برای همه بازیکنان طراحی گردید. به طور کلی، هر جلسه شامل ۱۵ دقیقه گرم کردن، ۲۰ دقیقه تمرینات تکنیکی، ۱۵ دقیقه تمرینات تاکتیکی، ۳۰ دقیقه مسابقه فوتبال شبیه‌سازی شده و ۱۰ دقیقه سرد کردن بود. گروه تجربی به جای سه جلسه از این تمرینات، SSFT را به صورت ۳ جلسه در هفته (یک روز در میان) به مدت ۱۰ هفته پس از پیش‌آزمون انجام دادند. مدت زمان هر جلسه SSFT، ۹۰ دقیقه بود.

تغییرات مرتبط با جلسات تمرینی از طریق سیستم امتیازدهی خطای فرود (Landing Error Scoring System یا LESS) (۱۸) و آزمون‌های اجرای ورزشی عمومی شامل آزمون‌های سرعت (۳۰ متر) (۱۹)، چابکی (نوک‌پیکان) (Arrowhead) (۲۰)، توان (پرش عمودی) (Countermovement jump یا CMJ) (۲۱)، تعادل Y اندام تحتانی (Y Balance Test-Lower Quadrant یا YBT-LQ) (۲۲) و قدرت [یک یک تکرار بیشینه (One-repetition maximum یا 1RM) در حرکات اسکات پشت (Back Squats یا BS) (۲۴، ۲۳)، اسکات از جلو (Front Squat یا FS) (۲۴، ۲۳)، ددلیفت رومانیایی (Romanian deadlift یا RD) (۲۴، ۲۳) و سرکول (Upright Row یا UR) (۲۴، ۲۳)] مورد بررسی قرار گرفت. علاوه بر این، اجرای اختصاصی فوتبال از طریق بهترین و میانگین زمان آزمون شاتل (رفت و برگشت) با حداکثر سرعت و دریبل (Shuttle Sprint and Dribble Test یا SDT) ارزیابی شد (۲۶، ۲۵). قبل از اجرای آزمون‌ها، همه بازیکنان ۱۵ دقیقه گرم کردند. قبل از اجرای آزمون‌های ۳۰ متر، چابکی و SDT، گرم کردن شامل دویدن زیر بیشینه (۵ دقیقه)، ۲ تا ۳ دقیقه دویدن سرعتی زیر بیشینه در مسافت‌های کوتاه (مانند ۱۰ تا ۱۵ متر) و تکالیف تمرینی تکنیکی اختصاصی فوتبال (دریبل در مسافت‌های کوتاه و پاس‌کاری) بود. قبل از اجرای آزمون‌های LESS، CMJ، YBT-LQ و 1RM، دویدن با شدت پایین و به دنبال آن، حرکات کششی ایستا و پویا، حرکات زانو بلند و پاشنه به باسن، ۳ تا ۵ مرتبه CMJ و مقداری حرکات تمرینی با وزنه آزاد زیر بیشینه (۶ تا ۸ تکرار در BS، FS، RD یا UR با توجه به روز آزمون) اجرا شدند.

آزمون‌ها ۳ روز قبل از اولین روز تمرینی و ۳ تا ۵ روز پس از آخرین روز تمرینی اجرا شدند. برای این که اثرات خستگی به حداقل برسد، پیش‌آزمون‌ها و پس‌آزمون‌ها یک روز در میان طی سه روزی که جلسات تمرینی فوتبال وجود نداشت، در سالن مجهز به تجهیزات کار با وزنه‌های آزاد و زمین فوتبال انجام گرفت. در روز اول، آزمون‌های LESS، BS و UR و در روز دوم، اندازه‌گیری‌های CMJ، YBT-LQ، FS و DL انجام گردید. در نهایت، در روز سوم آزمون‌های ۳۰ متر، نوک پیکان و SDT کامل شدند. توالی آزمون‌ها در هر روز آزمون به ترتیبی بود که پیش‌تر ذکر شده بود. فاصله استراحت بعد از هر آزمون حداقل ۵ دقیقه بود. از بازیکنان درخواست شد تا حداکثر تلاش خود را در هر آزمون به نمایش بگذارند. همچنین، از آزمودنی‌ها درخواست گردید که در تمام روزهای آزمون، از انجام هرگونه فعالیت بدنی شدید و خسته‌کننده به جزء فعالیت‌های عادی روزمره، اجتناب نمایند.

آزمون‌ها تحت نظارت دقیق تیم برگزارکننده یکسانی متشکل از دو مربی ارزیاب و یک متخصص فوتبال اجرا شد. در واقع، هر آزمون خاص توسط یک ارزیاب ثابت برای همه آزمودنی‌ها انجام گردید؛ به طوری که آزمون‌های FMS، LESS و YBT-LQ توسط یک ارزیاب و آزمون‌های BS، FS، DL و UR توسط ارزیاب دیگری متفاوت از ارزیاب اول اجرا شد. به همین ترتیب، متخصص فوتبال آزمون‌های ۳۰ متر، نوک پیکان، CMJ و SDT را ارزیابی نمود. آزمودنی‌ها و تیم ارزیابی نسبت به طرح تحقیق و گروه‌ها کورسازی شده بودند. همچنین، حضور آزمودنی‌های گروه تجربی در برنامه مداخله‌ای کنترل شد. آن‌ها باید در حداقل ۲۴ جلسه از ۳۰ جلسه تمرینی حاضر می‌شدند و اجازه غیبت بیش از دو جلسه تمرینی در یک هفته و همچنین، ۲ روز تمرین متوالی را نداشتند. به همه آزمودنی‌ها آموزش داده شد که در طی دوره تمرینی مداخله‌ای، در سایر برنامه‌های تمرینی و جسمانی یا برنامه‌های بدنسازی به صورت انفرادی شرکت نکنند.

ارزیابی FMS: پایداری و تحرک‌پذیری که می‌تواند توسط FMS بررسی شود، مبنا و مرتبط با قدرت و انعطاف‌پذیری است (۲۷). متخصصان قدرتی و بدنسازی از این ابزار غربالگری مؤثر در زمان و با هزینه پایین، به عنوان بخشی از محتوای نظاره‌گری خود بر الگوهای حرکتی پایه جهت شناسایی محدودیت‌ها یا عدم تقارن‌های عملکردی استفاده می‌کنند (۲۷). Cook بیان می‌کند، فقط زمانی که ورزشکار به حرکات عملکردی مجهز شد، از او انتظار بهبودی در قابلیت و تکنیک‌های اجرای حرکت می‌رود و همچنین، اگر ورزشکاری در الگوهای حرکتی عملکردی ضعف دارد، می‌تواند تخریب‌کننده کارایی و ثمربخشی توان تمرینی شود (۲۸).

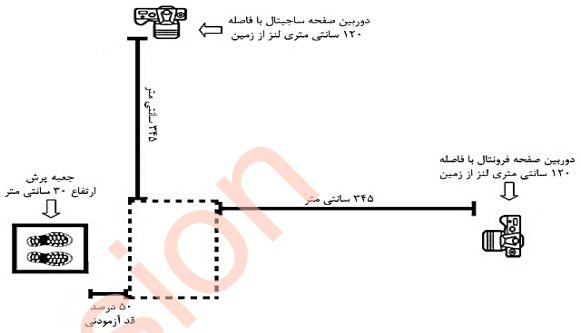
FMS مجموعه‌ای از ۷ آزمون می‌باشد که سه سطح متفاوت دشواری حرکت را بررسی می‌کند (۲۷). سه آزمون آن شامل اسکات بالای سر (Overhead Squat)، لانج (In line lunge) و هاردل استپ (Hurdle step) به عنوان «الگوهای سطح بالاتر یا الگوهای حرکتی ترکیبی» توصیف می‌شوند که برای بررسی سه وضعیت ضروری پا در ورزش (به ترتیب پرش دو طرفه، دویدن و تغییر مسیر) پیشنهاد می‌شود. آزمون‌های پایداری تنه (Trunk stability) و پایداری چرخشی (Rotatory stability) به عنوان «الگوهای انتقالی یا پایداری» شناخته می‌شوند و اغلب پایداری مرکز بدن را در صفحات ساژیتال و افقی ارزیابی می‌کنند. در نهایت، «الگوهای تحرک‌پذیری ابتدایی» توسط بالا آوردن فعال پا به صورت صاف (Active straight leg raise) و تحرک‌پذیری شانه (Shoulder mobility) بررسی می‌گردد. علاوه بر ۷ آزمون، FMS سه آزمون آشکارکننده درد نیز دارد که در تشخیص وجود درد کمر و شانه کمک‌کننده است. آزمون FMS به طور کامل در تحقیقات گذشته توصیف شده است و امتیاز نهایی آن می‌تواند بین صفر تا ۲۱ متغیر باشد (۲۷، ۱۵). Chorba و همکاران اظهار داشتند که امتیاز FMS کلی کمتر از ۱۴، خطر بالاتری از آسیب را نسبت به امتیاز بزرگ‌تر یا مساوی ۱۴ دارد (۱۵).

شواهد در دسترس بیان می‌کند که استفاده از فیلم‌برداری در آزمون FMS به منظور ارزیابی آزمودنی‌ها، ممکن است اعتبار درون و بین آزمونگر بیشتری نسبت به ارزیابی هم‌زمان آن داشته باشد (۲۹). بنابراین، در پژوهش حاضر، آزمون‌های FMS با استفاده از دو دوربین ویدئویی هندی‌کم HDD سونی

Proof Version

http://jrrs.mui.ac.ir

DCR-SR62 30GB Hard Disk Drive, Video speed/ fps 30، ژاپن) به همراه دو عدد سه پایه برای استقرار آن‌ها فیلم‌برداری شد (شکل ۱) (۲۹). فیلم‌برداری در نماهای ساژیتال و فرونتال برای همه آزمون‌ها به جزء آزمون‌های بالا آوردن فعال پا به صورت صاف و تحرک‌پذیری شانه انجام گرفت و برای این دو آزمون فیلم‌برداری در یک نما کافی بود. فیلم‌های ثبت شده در نرم‌افزار ویدئویی دو بعدی Kinovea نسخه 0.8.15 تجزیه و تحلیل گردید. ارزیاب اجازه داشت فیلم‌ها را هر چند بار که ممکن است مشاهده کند تا امتیاز دقیقی برای ثبت در ورقه امتیازدهی FMS به دست آید.



شکل ۱. موقعیت دوربین‌ها در آزمون‌های Functional movement screen (FMS) و Landing Error Scoring System (LESS) و محل طراحی شده برای اجرای آزمون LESS

ارزیابی LESS کمیته بین‌المللی المپیک (International Olympic Committee یا IOC)، استفاده از آزمون‌های غربالگری جهش فرود (Drop-jump screening test) برای شناسایی ورزشکاران در خطر آسیب غیر تماسی ACL را توصیه کرده است (۳۰). در این رابطه، LESS یکی از مورد توجه‌ترین آزمون‌های غربالگری است؛ چرا که الگوهای حرکتی پرش- فرود بالقوه خطرناک را که منجر به آسیب‌های اندام تحتانی می‌شوند، ارزیابی می‌کند (۱۸). آزمون LESS شامل انجام یک تکلیف پرش- فرود با هدف کپی‌سازی ماهیت پویای فعالیت و ورزش می‌باشد. آزمون LESS حرکت همه بدن را در برمی‌گیرد و هم در تحقیقات و هم از نظر بالینی از آن استفاده می‌شود (۱۸). معیارهای امتیازدهی این آزمون غربالگری بر مبنای نقایص بیومکانیکی استوار است که به طور آینده‌نگر و گذشته‌نگر با آسیب مرتبط می‌باشد و به صورت ارزیابی «استاندارد طلایی سه بعدی» در آزمایشگاه حرکتی شناخته شده است. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که آزمون LESS روایی بالایی دارد و اعتبار بین گروهی خوب [Intraclass correlation (ICC) =۰/۸۴] و اعتبار درون گروهی عالی (ICC = ۰/۹۱) برای آن گزارش شده است (۱۸).

در LESS یک امتیاز پایین‌تر، تکنیک پرش- فرود بهتری را که احتمال خطر آسیب پایین‌تری به همراه دارد، مشخص می‌کند. چهار بخش امتیازدهی LESS شامل امتیاز عالی < ۴، امتیاز خوب ≥ ۵ اما ≤ ۴، امتیاز متوسط ≥ ۶ اما < ۵ و امتیاز ضعیف < ۶ می‌باشد (۱۸).

برای اجرای آزمون LESS، از آزمودنی‌ها درخواست شد تا در سه تلاش، تکلیف استاندارد شده پرش- فرود را انجام دهند. به آن‌ها آموزش داده شد تا به صورت دو پا از یک سکو به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر در فاصله ۵۰ درصد قد خودشان دورتر از سکو که با یک برچسب مشخص می‌شود، به سمت جلو (نه به صورت عمودی) پرش داشته باشند (شکل ۱). پس از فرود، آزمودنی‌ها باید بلافاصله یک پرش عمودی حداکثری انجام می‌دادند. آزمودنی‌ها بازخوردی در مورد تکنیک فرود یا جهش دریافت نکردند، اما در صورتی که با هر دو پا از روی سکو نمی‌پریدند یا پس از پرش هر دو پای آن‌ها از برچسب مشخص شده عبور نمی‌کرد و یا تکلیف را در حرکتی روان کامل نمی‌کردند، تلاش دیگری باید جایگزین می‌شد. تکلیف پرش- فرود به کمک دو دوربین ویدئویی ثبت ویدئویی شدند. ارزیاب با در نظر گرفتن معیارهای امتیازدهی مربوط (۱۸)، اجازه داشت فیلم‌ها را در صورت نیاز با سرعت آهسته (فریم به فریم) مشاهده کند تا امتیاز دقیقی برای ثبت در ورقه امتیازدهی LESS به دست آید. پای برتر به عنوان «پای آزمون»، پایی در نظر گرفته شد که اغلب به توپ ضربه می‌زند. در نهایت، هر سه تلاش هر آزمودنی به صورت یک امتیاز مرکب در ورقه مربوط میانگین‌گیری شد (۱۸).

آزمون LESS تکنیک فرود مجزا را بر اساس مجموعه ۱۷ معیاری که به آسانی به صورت بصری قابل بررسی است، امتیازدهی می‌کند (۱۸). ۱۷ معیار، حرکت اندام تحتانی و تنه را در صفحات فرونتال و ساژیتال از لحظه تماس اولیه با زمین تا زمانی که آزمودنی مجدد به صورت عمودی می‌پرد، بررسی می‌کنند و می‌توانند به سه دسته اصلی تقسیم شوند. دسته اول، تکنیک پرش- فرود را در ارتباط با وضعیت تنه و اندام تحتانی در لحظه تماس اولیه با زمین امتیاز می‌دهد. دسته دوم هر گونه نقص مرتبط با پاها بین لحظه تماس اولیه با زمین و زمان حداکثر خمش زانو را امتیاز می‌دهد. در دسته سوم، حرکات تنه و اندام تحتانی از لحظه تماس اولیه با زمین تا زمان حداکثر خمش زانو امتیازدهی می‌گردد. دو معیار امتیازدهی نهایی نیاز به این دارند که آزمونگر در مورد مقدار حرکت کلی در صفحه ساژیتال در مفاصل ران و زانو از لحظه تماس اولیه با زمین تا حداکثر زاویه خمش زانو قضاوت کند و یک برداشت کلی از تکنیک پرش فراهم آورد (۱۸).

ارزیابی اجرای ورزشی عمومی

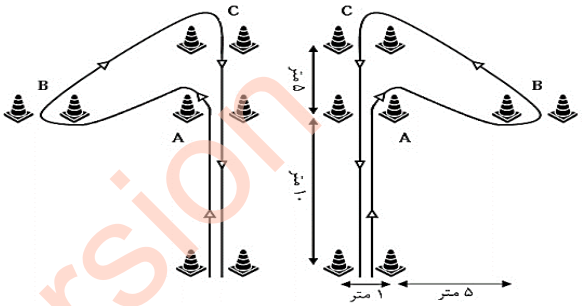
آزمون ۳۰ متر: بهترین روش آزمون سرعت ورزشکاران، ارزیابی اجرای سرعتی آن‌ها در مسافتی است که اختصاصی ورزش آن‌ها باشد. به عنوان مثال، دویدن‌های سریع کوتاه بین ۱۰ و ۴۰ متر اغلب آنچه را که در ورزش‌های تیمی مشاهده می‌شود، پیروی می‌کنند (۱۹). در مطالعه حاضر، زمان دویدن سریع ۳۰ متر با استفاده از دروازه زمان‌گیری فتوالکتریک (Speedtrap; Fitness Apollo Japan, Co., Ltd.، ژاپن) قرار گرفته در خطوط شروع و پایان مسیر در ارتفاع ۱ متری محاسبه شد. آزمودنی‌ها آزمون را در سطح زمین چمن از یک وضعیت ایستاده شروع کردند؛ در حالی که پای جلو را ۵۰ سانتی‌متر عقب‌تر از حسگر شروع قرار داده بودند. زمان دویدن سریع سه مرتبه اندازه‌گیری شد و سریع‌ترین (بهترین) زمان برای تجزیه و تحلیل داده‌ها انتخاب گردید. آزمودنی‌ها بین تکرارها حداقل ۲ دقیقه ریکاوری داشتند.

آزمون نوک پیکان: چابکی تولید ترکیب پیچیده‌ای از سرعت، هماهنگی، کنترل بدن، توانایی دور زدن، افزایش و کاهش شتاب، انعطاف‌پذیری، توان و قدرت عملکردی اندام تحتانی است (۲۴، ۱۹). با توجه به پروتکل آزمون چابکی نوک پیکان (شکل ۲)، آزمون‌های زیرمجموعه آن شامل چهار دویدن سریع (دو آزمون سمت راست و دو آزمون سمت چپ) با حداقل دو دقیقه استراحت بین هر آزمون می‌باشد (۲۰). هر آزمودنی از فاصله ۵۰ سانتی‌متری پشت خط شروع (در وضعیت شروع دویدن سریع) آزمون را شروع و ۱۰ متر دویدن سریع به سمت جلو به طرف

Proof Version

http://jrrs.mui.ac.ir

نقطه A اجرا می‌کرد. آزمودنی‌ها از نقطه A به طرف نقطه B و سپس به طرف نقطه C مسیر دویدن سریع را دور می‌زدند. در ادامه، نقطه C را نیز دور می‌زدند و به سمت خط شروع در مسیر مستقیم ۱۵ متری شتاب می‌گرفتند تا آزمون را کامل کنند. آزمون روی سطح زمین چمن و با استفاده از دروازه زمان‌گیری فتوالکتریک در نقطه شروع و پایان آزمون برای ارزیابی دقیق زمان آزمون انجام شد. زمان بر حسب ثانیه و تا دو رقم اعشار در هر آزمون ثبت گردید. سریع‌ترین زمان‌ها در هر سمت (راست و چپ) برای تجزیه و تحلیل داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت. همچنین، تلاش‌هایی که در آن آزمودنی به جای این که مخروطی را دور بزند از روی آن گام برمی‌داشت، مورد قبول نبود و تکرار می‌شد. آزمون چابکی نوک پیکان اعتبار عالی (ICC ≥ ۰/۹۰) نشان داده است (۲۰).



شکل ۲. آزمون چابکی نوک پیکان

آزمون CMJ: توان، به تولید قابلیت‌های قدرت و سرعت برمی‌گردد که به توانایی به کارگیری نیروی بیشینه در زمان کوتاهی مربوط می‌شود (۲۴). توانایی پرش عمودی همبستگی دقیقی با توان دارد (۲۱). ارتفاع بیشینه پرش عمودی آزمودنی‌ها توسط ابزار آزمونگر پرش دیجیتال یاگامی (JS-D80, YAGAMI international training CO، ژاپن) اندازه‌گیری شد. آزمودنی‌ها یک پرش عمودی را از وضعیت ساکن با اسکات به سمت پایین و نوسان دست‌ها به عقب و تا حد امکان پرش به سمت بالا و لمس بالاترین نقطه ممکن روی یاگامی با دست برتر اجرا کردند. آن‌ها سه تلاش پرش را برای دستیابی به ارتفاع عمودی بیشینه با ۱۰ ثانیه استراحت بین تلاش‌ها تکرار نمودند. میانگین سه تلاش پرش بیشینه به عنوان ارتفاع بیشینه پرش عمودی آزمودنی‌ها ثبت شد.

آزمون YBT-LQ: این آزمون برای درگیر کردن تعادل ورزشکار در محدوده پایداری (سطح اتکا) او طراحی شده است. این مهارت حرکتی تعادلی پویا، به عنوان یک آزمون پیش از حضور در ورزش و نیز به عنوان یک آزمون بازگشت به ورزش (Return to sport) برای ورزشکاران پیشنهاد شده است (۱۳).

آزمون YBT-LQ با استفاده از کیت YBT اجرا شد. آزمودنی‌ها YBT-LQ را در هر دو پا اجرا کردند. لازم بود که هر آزمودنی ضمن ایستادن یک پا روی مرکز تخته Y، کنترل ایستاده یک اندام را حفظ می‌کرد؛ در حالی که با اندام تحتانی آزاد برای دستیابی بیشتر در مسیرهای قدامی، خلفی داخلی و خلفی- خارجی پس از بازگشت به وضعیت شروع (پای دستیابی روی زمین کنار تخته) تلاش می‌نمود. ترتیب آزمون به صورت سه تلاش در حال ایستاده روی پای راست و دستیابی در مسیر قدامی و به دنبال آن، سه تلاش در حال ایستاده روی پای چپ و دستیابی در مسیر قدامی بود. این روش برای مسیرهای دستیابی خلفی- داخلی و خلفی- خارجی نیز تکرار گردید. فاصله دستیابی به دست آمده با خواندن نوار اندازه‌گیری بر حسب سانتی‌متر از لبه نزدیک شاخص دستیابی به سمت مرکز ابزار ارزیابی در نقطه‌ای که دور از مبدأترین بخش پا به آن می‌رسید، اندازه‌گیری شد (۲۲).

به منظور مقایسه نتایج بین آزمودنی‌ها، فاصله دستیابی با توجه به طول اندام تحتانی (اندازه‌گیری شده در حالت درازکش در وضعیت طاق‌باز از تحتانی‌ترین قسمت خار خاصره‌ای قدامی- فوقانی تا دور از مبدأترین قسمت قوزک خارجی) هنجارسازی شد. برای بیان فاصله دستیابی به صورت درصدی از طول اندام تحتانی، مقدار هنجارسازی شده از تقسیم فاصله دستیابی در هر مسیر بر طول پا ضرب در عدد ۱۰۰ محاسبه گردید. سپس بیشترین دستیابی‌ها در بین تلاش‌های هر مسیر برای تجزیه و تحلیل استفاده شد. امتیاز اجرای کلی در YBT-LQ با محاسبه میانگین بیشترین مسافت دستیابی هنجار شده در هر مسیر به دست آمد که در واقع، امتیاز دستیابی ترکیبی (راست و چپ) بود. آزمودنی‌ها هنگام ایستادن روی یک پا نباید تعادل خود را از دست می‌دادند و نباید با پای دستیابی حین اجرا زمین را لمس یا شاخص را پرتاپ و یا از آن به عنوان تکیه‌گاهی برای ایستادن استفاده می‌کردند. همچنین، باید پس از هر اجرا در هر مسیر، پای دستیابی را به جایگاه اول بازگشت می‌دادند و ارتباط پای دستیابی با شاخص را حفظ می‌نمودند. در صورت وقوع هر کدام از خطاهای مذکور، تلاش تکرار می‌شد. YBT-LQ اعتبار درون و بین گروهی بسیار خوبی را نشان داده است (۲۲).

آزمون 1RM: قدرت بیشینه ناشی از بالاترین نیرویی است که می‌تواند از طریق سیستم عصبی- عضلانی هنگام یک انقباض بیشینه تولید شود. قدرت بیشینه توسط سنگین‌ترین لودی که یک ورزشکار می‌تواند در یک تلاش بلند کند، منعکس می‌شود و به عنوان ۱۰۰ درصد بیشینه یا 1RM شناخته می‌شود. به منظور اهداف تمرینی آگاهی از قدرت بیشینه فرد در هر تمرین مهم است؛ زیرا به عنوان مبنایی برای محاسبه بارهای هر فاز قدرتی قرار می‌گیرد. در تمرینات قدرتی، شدت به صورت درصدی از بار یا تکرار بیشینه مشخص می‌شود. قدرت همبستگی بالایی با سایر جنبه‌های اجرای ورزشی عمومی (آمادگی جسمانی) دارد (۲۴).

1RM به روش مستقیم با استفاده از آزمون بیشینه و به روش غیر مستقیم با استفاده از آزمون زیر بیشینه محاسبه می‌شود. در تحقیق حاضر، 1RM به روش غیر مستقیم با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد (۲۳) (حداکثر تکرارها در رابطه، ۱۰ است). مقادیر قدرت نسبی برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد. این مقادیر با تقسیم 1RM اندازه‌گیری شده بر حسب کیلوگرم بر جرم بدن بر حسب کیلوگرم محاسبه شدند.

رابطه ۱

$$\text{پیش بینی یک تکرار بیشینه} = \frac{\text{وزنه اجرا شده}}{\text{(تعداد تکرار های اجرا شده} \times \text{۰/۰۲۷۸) - ۱/۰۲۷۸}}$$

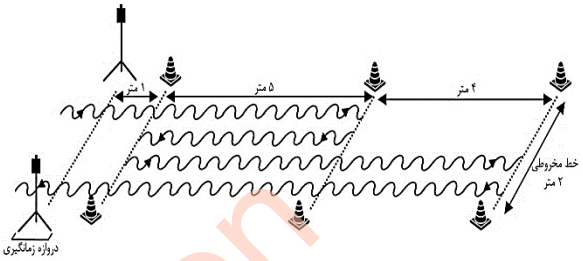
ارزیابی اجرای SDT: SDT به عنوان یک ارزیابی معتبر برای اجرا در زمین هاکی روی چمن طراحی شده بود. در این تکلیف، نیاز است که ورزشکار توپ را روی سطح زمین چمن به سمت خطوط انتهایی چند بار دریبل کند و به سمت نقطه شروع زمان برگردد. این تکلیف نه تنها چابکی و سرعت را ارزیابی می‌کند، بلکه یک جزء کنترل توپ را نیز در برمی‌گیرد. کنترل توپ هر زمانی که ورزشکار توپ را دریافت می‌کند، لازم می‌شود و به طور ذاتی نیز در طول بازی ممکن است به دفعات توسط هر بازیکن قابل تکرار باشد (۲۵). این تکلیف ورزشی اختصاصی همچنین برای بازیکنان فوتبال جهت ارزیابی اجرای کنترل توپ فوتبال حین تکلیف دویدن شاتل، سازگار و معتبر شناخته شده است. این

Proof Version

http://jrrs.mui.ac.ir

تکلیف تغییرات سرعت، جهت و اجرای کنترل توپ را مشابه آنچه که در زمین بازی اتفاق می‌افتد، تقلید خواهد کرد (۲۶).

SDT سه تلاش حداکثر سرعت در مسیری ۳۰ متری روی سطح زمین چمن در حال اجرای یک تکلیف اختصاصی ورزش (کنترل توپ) را در برمی‌گیرد. استراحت‌های زمان‌بندی شده حدود ۲ دقیقه‌ای بین هر تلاش وجود داشت. آزمودنی‌ها در هر تلاش لازم بود سه تغییر مسیر داشته باشند و حتماً با توپ خط انتهایی را در هر تغییر مسیر بگذرانند تا تکلیف صحیح انجام شود (شکل ۳) (۲۶، ۲۵).



شکل ۳. آزمون Shuttle Sprint and Dribble Test (SDT)

به آزمودنی‌ها هیچ بازخوردی از نظر تکنیکی حین اجرای هر تلاش داده نمی‌شد. فقط دستورالعمل‌های کلامی برای حفظ توپ در محدوده مخروطی‌ها ارایه می‌گردید. زمان هر تلاش با استفاده از دروازه زمان‌گیری فتوالکتریک که تقریباً در ارتفاع ران بالای زمین قرار گرفته بود، اندازه‌گیری می‌شد. دروازه زمان‌گیری فتوالکتریک در نقطه شروع و خاتمه تکلیف مستقر نبود، بلکه در فاصله یک متری آن‌ها قرار داشت تا تأثیر زمان عکس‌العمل و سرعت شروع حذف شود و فاصله مورد نیاز ۳۰ متری به وجود آید. سریع‌ترین زمان در سه تلاش SDT، به عنوان بهترین اجرای ورزشی اختصاصی (بهترین SDT) و همچنین، میانگین سه تلاش SDT به عنوان میانگین اجرای ورزشی اختصاصی (میانگین SDT) مشخص گردید (۲۶، ۲۵).

برنامه SSFT دو مربی و یک متخصص فوتبال مجزا از تیم برگزارکننده آزمون‌ها، بر اجرای همه جلسات تمرینی گروه تجربی نظارت داشتند. مربیان کنترل می‌کردند و اطمینان حاصل می‌شد تا میزان بار (لود) برای هر آزمودنی مناسب باشد و از آسیب‌های اسکلتی- عضلانی احتمالی پیشگیری شود. هر جلسه تمرینی شامل مجموعه‌ای از حرکات تمرینی گرم کردن و سرد کردن بود. به طور ویژه، آزمودنی‌ها ۵ دقیقه دویدن نرم و به دنبال آن، کشش‌های ایستا برای گروه‌های عضلانی پشت ساق پا، کشاله، خم‌کننده‌های ران، کمر و ناحیه قفسه سینه را اجرا کردند. اگر لازم بود رهاسازی مایوفاشیال توسط خود فرد (SMFR یا Self-Myofascial Release) مربوط به عضلات ساقی قدامی، پشت ساق پا و راست‌کننده ستون فقرات سینه‌ای با استفاده از فوم غلتان (Foam rolling) در آزمودنی‌های دارای محدودیت‌های تحرک‌پذیری پس از گرم کردن اجرا می‌شد. کشش‌های ایستا به عنوان بخشی از سرد کردن پس از اجرای برنامه تمرینی در هر جلسه تکرار می‌شد.

برنامه SSFT متشکل از حرکات و تکالیف تمرینی و هدف از آن‌ها، ارتقای سرعت، چابکی، توان، تعادل و قدرت و همچنین، بهبود تکلیف اختصاصی فوتبال بود. این حرکات و تکالیف تمرینی در چهار فاز طی یک دوره تمرینی ۱۰ هفته‌ای به صورت پیش‌رونده طراحی شده بود. بار تمرینی از طریق افزایش میزان مقاومت، تعداد تکرارها، تعداد ست‌ها و همچنین، تغییراتی در حرکات تمرینی افزایش داده می‌شد. جزییات برنامه SSFT در جداول ۱ تا ۴ ارایه شده است. بر این اساس، برخی مقادیر 1RM در تمرینات با وزنه‌های آزاد نیاز به محاسبه مجدد در انتهای هفته‌های ۴ و ۷ داشتند.

جدول ۱. ۱۰ هفته برنامه Soccer-Specific Functional Training (SSFT) (فاز آمادگی/ هفته‌های اول و دوم/ جلسات تمرینی ۱ تا ۶)

	حرکات معمول تمرینی با وزنه‌های آزاد و سایر حرکات و تکالیف تمرینی تفکیک شده در هر هفته	شدت (1RM) (درصد)	تکرارها	ست‌ها	استراحت (ثانیه)
	۱. اسکات پشت/ اسکات از جلو پاشنه‌ها بالا آمده با هالتر	۶۰-۶۹	۱۵-۲۰	۳-۴	۹۰-۱۲۰
	۲. ددلیفت رومانیایی	۶۰-۶۹	۱۵-۲۰	۳-۴	۹۰-۱۲۰
	۳. جلو پا نشسته (دستگاه)*	۶۰-۶۹	۱۵-۲۰	۳-۴	۹۰-۱۲۰
	۴. پشت پا (دستگاه)*	۶۰-۶۹	۱۵-۲۰	۳-۴	۹۰-۱۲۰
	۵. پرس سینه با هالتر	۶۰-۶۹	۱۵-۲۰	۳-۴	۹۰-۱۲۰
	۶. سرکول با دمبل	۶۰-۶۹	۱۵-۲۰	۳-۴	۹۰-۱۲۰
	۷. شراگ ایستاده با دمبل	۶۰-۶۹	۱۵-۲۰	۳-۴	۹۰-۱۲۰
	۸-۱. گام‌گذاری روی سطح ناپایدار (تشک) از روی استپ (جلسات تمرینی ۱ و ۲)	وزن بدن	هر پا ۵ تکرار	۳	۳۰
	۸-۲. تعادل دو پا روی تخته تعادل (جلسه تمرینی ۳)	وزن بدن	۳۰ ثانیه	۳	۳۰
هفته اول	۹. تعادل یک پا روی تشک و پرتاپ و دریافت توپ	وزن بدن	روی هر پا ۸-۵ پرتاب توپ	۳	۳۰
	۱۰. پل زدن دمر	وزن بدن	ایستا، ۲۰-۱۵ ثانیه	۳	۱۵-۲۰
	۱۱. پل زدن طاق باز	وزن بدن	ایستا، ۲۰-۱۵ ثانیه	۳	۱۵-۲۰
	۸-۱. پل زدن دمر (یک پا) (جلسات تمرینی ۴ و ۵)	وزن بدن	ایستا، هر پا ۱۰ ثانیه	۳	۲۰
	۸-۲. پل زدن دمر (یک پا) (جلسه تمرینی ۶)	وزن بدن	پویا، هر پا ۱۰ تکرار	۳	۲۰
هفته	۹-۱. پل زدن طاق باز (یک پا) (جلسات تمرینی ۴ و ۵)	وزن بدن	ایستا، هر پا ۱۰ ثانیه	۳	۲۰
دوم	۹-۲. پل زدن طاق باز (یک پا) (جلسه تمرینی ۶)	وزن بدن	پویا، هر پا ۱۰ تکرار	۳	۲۰
	۱۰-۱. پل زدن جانبی (آرنج و زانو) (جلسات تمرینی ۴ و ۵)	وزن بدن	ایستا، هر طرف ۱۰ ثانیه	۳	۲۰
	۱۰-۲. پل زدن جانبی (آرنج و پا) (جلسه تمرینی ۶)	وزن بدن	ایستا، هر طرف ۱۰ ثانیه	۳	۲۰

1RM: One-repetition maximum

*به تشخیص محقق فقط در برنامه مداخله‌ای آزمودنی‌هایی که نتایج ضعیف‌تری در پیش‌آزمون 1RM (به ویژه حرکات اسکات یا ددلیفت) در مقایسه با سایر آزمودنی‌ها کسب کرده بودند، استفاده شد.

Proof Version

http://jrrs.mui.ac.ir

جدول ۲. ۱۰ هفته برنامه Soccer-Specific Functional Training (SSFT) (فاز هایپرتروفی/ هفته‌های سوم و چهارم/ جلسات تمرینی ۷ تا ۱۲)

	حرکات معمول تمرینی با وزنه‌های آزاد و سایر حرکات و تکالیف تمرینی تفکیک شده در هر هفته	شدت (1RM) (درصد)	تکرارها	ست‌ها	استراحت (ثانیه)
	۱. تمرینات ABC**	وزن‌بدن	۲۰ متر در هر حرکت	۲	۱۰
	۲. اسکات پشت/ اسکات از جلو پاشنه‌ها بالا آمده با هالتر	۸۴-۷۰	۱۲-۱۰	۳-۴	۱۵۰-۹۰
	۳. ددلیفت رومانیایی	۸۴-۷۰	۱۲-۱۰	۳-۴	۱۵۰-۹۰
	۴. جلو پا نشسته (دستگاه)*	۸۴-۷۰	۱۲-۱۰	۳-۴	۱۵۰-۹۰
	۵. پشت پا (دستگاه)*	۸۴-۷۰	۱۲-۱۰	۳-۴	۱۵۰-۹۰
	۶. پرس سینه با هالتر	۸۴-۷۰	۱۲-۱۰	۳-۴	۱۵۰-۹۰
	۷. سرکول با دمبل	۸۴-۷۰	۱۲-۱۰	۳-۴	۱۵۰-۹۰
	۸. شراگ ایستاده با دمبل	۸۴-۷۰	۱۲-۱۰	۳-۴	۱۵۰-۹۰
	۱-۹. تعادل یک پا روی تخته تعادل (جلسه تمرینی ۷)	وزن بدن	هر پا ۱۵ ثانیه	۳	۳۰
	۲-۹. تعادل یک پا با استفاده از کش مقاومتی و یار کمکی (جلسات تمرینی ۸ و ۹)	وزن بدن	هر پا ۱۵ ثانیه	۳	۳۰
	۱-۱۰. پل زدن دمر روی توپ سوئیسی (جلسات تمرینی ۷ و ۸)	وزن بدن	ایستا، ۲۰-۱۵ ثانیه	۳	۲۰-۱۵
هفته	۲-۱۰. پل زدن دمر روی توپ سوئیسی (جلسه تمرینی ۹)	وزن بدن	پویا، هر پا ۱۰ تکرار	۳	۲۰
سوم	۱-۱۱. پل زدن طاق‌باز روی توپ سوئیسی (جلسات تمرینی ۷ و ۸)	وزن بدن	ایستا، ۲۰-۱۵ ثانیه	۳	۲۰-۱۵
	۲-۱۱. پل زدن طاق‌باز روی توپ سوئیسی (جلسه تمرینی ۹)	وزن بدن	پویا، ۱۰ تکرار	۳	۲۰
	۱-۱۲. پل زدن جانبی (آرنج و پا) (جلسه تمرینی ۷)	وزن بدن	ایستا، هر طرف ۱۰ ثانیه	۳	۲۰
	۲-۱۲. پل زدن جانبی (کف دست و پا) (جلسات تمرینی ۸ و ۹)	وزن بدن	ایستا، هر طرف ۱۰ ثانیه	۳	۲۰
هفته	۱-۹. پل زدن جانبی (روی آرنج و پاها روی استپ) (جلسات تمرینی ۱۰ و ۱۱)	وزن بدن	ایستا، هر طرف ۱۰ ثانیه	۳	۲۰
چهارم	۲-۹. پل زدن جانبی (روی آرنج، پای زیر روی استپ و پای بالا ابداکشن) (جلسه تمرینی ۱۲)	وزن بدن	پویا، هر طرف ۱۰ تکرار	۳-۲	۳۰

1RM: One-repetition maximum

*به تشخیص محقق فقط در برنامه مداخله‌ای آزمودنی‌هایی که نتایج ضعیف‌تری در پیش‌آزمون 1RM (به ویژه حرکات اسکات یا ددلیفت) در مقایسه با سایر آزمودنی‌ها کسب کرده بودند، استفاده شد.

**برخی از تمرینات ABC (الفبای دویدن) شامل اسکیپینگ (Skippings)، ضربه پاشنه به باسن، اسکیپ زانو بلند (High knee skips)، دویدن زانو بلند، اسکیپ پرشی زانو بلند (High knee bounce skips) آموزش داده و تمرین شدند.

از آزمون Shapiro-Wilk جهت تأیید نرمال بودن توزیع داده‌ها و از آزمون Independent t به منظور بررسی وجود اختلاف معنی‌دار در ویژگی‌های فردی بین گروه‌های مورد بررسی استفاده شد. از آزمون ANCOVA نیز برای تعیین اثرات تمرینی معنی‌دار برنامه SSFT در گروه تجربی استفاده گردید. در نهایت، داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ (version 24, IBM Corporation, Armonk, NY) و سطح معنی‌داری ۰/۰۵ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و از اندازه اثر به روش Partial Eta Squared) PES) استفاده شد. اندازه اثر ۰/۰۲ کوچک، اندازه اثر ۰/۱۳ متوسط و اندازه اثر ۰/۲۶ به بالا بزرگ در نظر گرفته شد (۳۱). همچنین، از آزمون Paired t برای آشکار کردن تغییرات در هر گروه استفاده شد.

جدول ۳. ۱۰ هفته برنامه Soccer-Specific Functional Training (SSFT) (فاز قدرتی/ هفته‌های پنجم، ششم و هفتم/ جلسات تمرینی ۱۳ تا ۲۱)

	حرکات معمول تمرینی با وزنه‌های آزاد و سایر حرکات و تکالیف تمرینی تفکیک شده در هر هفته	شدت (1RM) (درصد)	تکرارها	ست‌ها	استراحت (ثانیه)
	۲. اسکات پشت/ اسکات از جلو با هالتر	≥ ۸۵	۸-۶	۵-۴	۱۸۰-۱۲۰
	۳. ددلیفت رومانیایی	≥ ۸۵	۸-۶	۵-۴	۱۸۰-۱۲۰
	۴. سرکول با دمبل	≥ ۸۵	۸-۶	۵-۴	۱۸۰-۱۲۰
	۱. تمرینات سرعتی و چابکی به صورت فعال و باز فعال (Active and reactive)#	حداکثر تلاش	۱۰-۷ تکرار با زمان کمتر از ۱۰-۱۲ ثانیه	۱	۲۰ ثانیه بین هر تکرار
هفته	۵. ماتریکس اسکات یک پا در چهار جهت (استاندارد، به سمت جلو، جانبی، چرخشی)	وزن بدن (دست‌های باز تا دست‌های قلاب شده پشت سر)	هر جهت ۴-۲ تکرار	۳-۲	۶۰
پنجم	۶. اسکات پیستول با سیستم معلق	وزن بدن	هر پا ۱۰ تکرار	۳-۲	۶۰
	۷. استپ- آپ جانبی با هالتر	۱۵-۱۰ درصد وزن بدن	هر پا ۱۰ تکرار	۳	۶۰
	۸. اکستنشن ران در وضعیت زانوزده	وزن بدن	۱۰ تکرار	۳	۶۰
	۱. تمرینات سرعتی مقاومتی و چابکی به صورت فعال و باز فعال #	حداکثر تلاش	۱۰-۷ تکرار با زمان کمتر از ۱۰-۱۲ ثانیه	۱	۲۰ ثانیه بین هر تکرار
هفته	۵. لانج به سمت جلو با دمبل	۱۵-۱۰ درصد وزن بدن	هر پا ۵ تکرار	۲	۶۰
ششم	۶. لانج جانبی با صفحه وزنه	۱۵-۱۰ درصد وزن بدن	هر پا ۵ تکرار	۲	۶۰
	۷. لانج متقاطع با دمبل	۱۵-۱۰ درصد وزن بدن	هر پا ۵ تکرار	۲	۶۰
	۸. کرل روسی در وضعیت زانوزده	وزن بدن	۱۰ تکرار	۳	۶۰
	۱. تمرینات سرعتی و چابکی به صورت فعال و باز فعال # با به فعالیت واداشتن‌های ذهنی	حداکثر تلاش	۱۰-۷ تکرار با زمان کمتر از ۱۰-۱۲ ثانیه	۱	۲۰ ثانیه بین هر تکرار
هفته	۵. پرش جفت پا	وزن بدن	۱۰ تکرار	۳	۶۰
هفتم	۶. جک‌نایف همراه با چرخش	وزن بدن	۱۰ تکرار	۳	۶۰
	۷. سوپرمن با استفاده از توپ سویسی	وزن بدن، ایستا و پویا	۲۰ ثانیه	۳	۶۰

1RM: One-repetition maximum

#در ترکیب با تمرینات ABC با و بدون استفاده از نردبان

Proof Version

http://jrrs.mui.ac.ir

جدول ۴. ۱۰ هفته برنامه Soccer-Specific Functional Training (SSFT) (فاز انتقالی/ هفته‌های هشتم، نهم و دهم/ جلسات تمرینی ۲۲ تا ۳۰[¥])

	حرکات معمول تمرینی با وزنه‌های آزاد و سایر حرکات و تکالیف تمرینی تفکیک شده در هر هفته	شدت (1RM) (درصد)	تکرارها	ست‌ها	استراحت (ثانیه)
	۱. اسکات پشت/ اسکات از جلو با هالتر	> ۹۵	۳-۲	۶-۵	۱۸۰-۳۰۰
	۲. ددلیفت رومانیایی	> ۹۵	۳-۲	۶-۵	۱۸۰-۳۰۰
	۳. کلین توانی با هالتر	۱۰-۱۵ درصد وزن بدن	۳-۲	۶-۵	۱۸۰-۳۰۰
	۴. تمرینات سرعتی و چابکی به صورت فعال و باز فعال[#] با به توپ	حداکثر تلاش	۱۰-۷ تکرار با زمان کمتر از ۱۲-۱۰ ثانیه	۱	۲۰ ثانیه بین هر تکرار
	۵. پرش اسکات	وزن بدن	۱۰ تکرار	۳-۲	۶۰
	۶. پرش روی جعبه از جانب	وزن بدن	هر پا ۱۰ تکرار	۳-۲	۶۰
هفته هشتم	۷. پرش اسکات روی استپ	وزن بدن	۱۰ تکرار	۳-۲	۶۰
	۸. ایکس-لی‌ها (پای راست)	وزن بدن	۴ الگوی یک چهارم با ۲ تا ۳ تکرار جهش	۲	۱۲۰
	۹. ایکس-لی‌ها (پای چپ)	وزن بدن	۴ الگوی یک چهارم با ۲ تا ۳ تکرار جهش	۲	۱۲۰
	۱۰. کشیدن سورتمه	۱۰-۱۵ درصد وزن بدن	۱۵-۱۰ ثانیه استمرار در کشش سورتمه	۳-۲	۶۰
	۴. تمرینات سرعتی مقاومتی و چابکی به صورت فعال و باز فعال[#] با به توپ	حداکثر تلاش	۱۰-۷ تکرار با زمان کمتر از ۱۲-۱۰ ثانیه	۱	۲۰ ثانیه بین هر تکرار
	۵. لی یک‌پا و مستقر شدن	وزن بدن	هر پا ۵-۴ تکرار	۲	۶۰
	۶. جهش و رو بلافاصله پس از فرمان مربی	وزن بدن	۱۰ تکرار با زمان ۵ ثانیه	۱	۱۵ ثانیه بین هر تکرار
هفته نهم	۷. جهش قیچی	وزن بدن	۱۰-۷ تکرار	۲	۶۰
	۸. جهش دو پا متوالی روی موانع	وزن بدن	۱۰-۷ تکرار	۲	۶۰
	۹. جهش یک پا متوالی روی موانع (راست)	وزن بدن	۱۰-۷ تکرار	۲	۶۰
	۱۰. جهش یک پا متوالی روی موانع (چپ)	وزن بدن	۱۰-۷ تکرار	۲	۶۰
	۱۱. جهش دو پا متوالی از جانب روی موانع	وزن بدن	۱۰-۷ تکرار	۲	۶۰
	۴. تمرینات سرعتی و چابکی به صورت فعال و باز فعال[#] با به فعالیت واداشتن‌های ذهنی پا به توپ	حداکثر تلاش	۱۰-۷ تکرار با زمان کمتر از ۱۲-۱۰ ثانیه	۱	۲۰ ثانیه بین هر تکرار
	۵. پرش اسکات عمیق	وزن‌بدن	۱۰ تکرار	۲	۵ بین هر تکرار و ۱۲۰ بین ست‌ها
هفته دهم	۶-۱. پرش اسکات عمیق به سمت جعبه دوم (جلسات تمرینی ۲۸ و ۲۹)	وزن‌بدن	۱۰ تکرار	۲	۵ بین هر تکرار و ۱۲۰ بین ست‌ها
	۶-۲. پرش اسکات عمیق متوالی (جلسه تمرینی ۳۰)	وزن‌بدن	۵ تکرار متوالی	۳	۶۰
	۷. پرش اسکات عمیق با حرکت جانبی بلافاصله پس از فرمان مربی	وزن‌بدن	۵ تکرار	۲	۱۰ بین هر تکرار و ۱۲۰ بین ست‌ها

1RM: One-repetition maximum

[#]در ترکیب با تمرینات ABC با و بدون استفاده از نردبان، [¥]جلسه‌های تمرینی فاز انتقالی در سطح زمین چمن برگزار شد.

یافته‌ها

از آن‌جایی که در پژوهش حاضر تعداد بازیکنان در هر دو گروه از ابتدا تا انتهای روند طرح یکسان بودند و آزمودنی‌ها ریزش نداشتند و داده‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای همه آن‌ها وجود داشت، دیاگرام فرایند (CONSORT) Consolidated Standards of Reporting Trials ارایه نشد. نرخ ریزش صفر بود و هیچ نتیجه‌ای را نمی‌توان در Intention-to-treat (ITT) بیان کرد. بر اساس نتایج آزمون Independent t، هیچ تفاوت معنی‌داری در ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها بین گروه‌ها مشاهده نشد ($P < ۰/۰۵$) (جدول ۵).

جدول ۵. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

متغیر	گروه تجربی (۱۴ نفر شامل ۵ بازیکن خط دفاعی، ۶ بازیکن خط میانی، ۳ بازیکن خط حمله)	گروه شاهد (۱۳ نفر شامل ۴ بازیکن خط دفاعی، ۵ بازیکن خط میانی، ۴ بازیکن خط حمله)	مقدار P
سن (سال)	۱۴/۶۲ ± ۰/۵۱	۱۴/۸۳ ± ۰/۴۲	۰/۲۶
وزن (کیلوگرم)	۵۲/۰۸ ± ۷/۵۳	۵۲/۹۱ ± ۶/۴۷	۰/۷۶
قد (متر)	۱/۶۲ ± ۰/۰۹	۱/۶۴ ± ۰/۱۰	۰/۶۵
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	۱۹/۶۱ ± ۱/۰۹	۱۹/۵۵ ± ۱/۱۰	۰/۸۹
امتیاز FMS*	۱۶/۱۴ ± ۱/۴۰	۱۶/۰۰ ± ۱/۲۲	۰/۷۸

*بازیکنانی به عنوان آزمودنی وارد تحقیق شدند که FMS ≥ ۱۴ کسب کردند.

داده‌ها بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

BMI: Body mass index; FMS: Functional movement screen

Proof Version

http://jrrs.mui.ac.ir

نتایج آزمون ANCOVA نشان دهنده اثرات تمرینی معنی‌دار برنامه SSFT در گروه تجربی بود (جدول ۶). کاهش معنی‌داری در امتیاز آزمون LESS ($F = ۱۸/۵۳۱$، $P \leq ۰/۰۰۱$) و زمان آزمون‌های ۳۰ متر ($F = ۱۴۴/۴۵۵$، $P \leq ۰/۰۰۱$)، نوک پیکان سمت راست ($F = ۱۱۰/۳۷۵$، $P \leq ۰/۰۰۱$) و چپ ($F = ۶۲/۷۵۶$، $P \leq ۰/۰۰۱$) و میانگین زمان SDT ($F = ۷۷/۱۰۹$، $P \leq ۰/۰۰۱$) پس از ۱۰ هفته برنامه SSFT در فوتبالیست‌های نوجوان پسر وجود داشت. افزایش معنی‌داری نیز در ارتفاع آزمون پرش عمودی ($F = ۵۴/۸۹۷$، $P \leq ۰/۰۰۱$)، میانگین بیشترین مسافت دستیابی هنجار شده آزمون YBT-LQ در مسیرهای قدامی ($F = ۱۵۷/۵۲۸$، $P \leq ۰/۰۰۱$)، خلفی خارجی ($F = ۲۳/۱۱۹$، $P \leq ۰/۰۰۱$) و خلفی داخلی ($F = ۴۲/۲۸۳$، $P \leq ۰/۰۰۱$) و آزمون‌های 1RM در هر چهار حرکت (BS: $F = ۸۷/۵۳۴$، FS: $F = ۱۱۵/۵۳۴$، $P \leq ۰/۰۰۱$؛ DL: $F = ۷۴/۵۳۶$، UR: $F = ۳۲/۷۷۹$، $P \leq ۰/۰۰۱$؛ در اثر ۱۰ هفته برنامه SSFT در بازیکنان فوتبال نوجوان پسر مشاهده گردید. ۱۰ هفته برنامه SSFT، باعث تغییر معنی‌دار بهترین زمان SDT در این بازیکنان نشد ($F = ۲/۳۲۱$، $P = ۰/۱۴۱$).

جدول ۶. تغییرات برخی عوامل خطرزای آسیب‌های اندام تحتانی و شاخص‌های اجرای ورزشی عمومی و اختصاصی پس از ۱۰ هفته برنامه SSFT در بازیکنان فوتبال نوجوان پسر

متغیرها	گروه‌ها	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	مقدار P درون گروهی	مقدار P بین گروهی	PES
امتیاز آزمون LESS	تجربی	۶/۷۱ ± ۱/۳۸	۵/۰۷ ± ۰/۹۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	۰/۴۳۶
	شاهد	۷/۰۷ ± ۱/۱۸	۶/۵۳ ± ۱/۲۶	۰/۰۸۹		
آزمون ۳۰ متر (ثانیه)	تجربی	۴/۶۸ ± ۰/۲۷	۴/۴۱ ± ۰/۲۵	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	۰/۸۵۸
	شاهد	۴/۶۴ ± ۰/۲۳	۴/۶۱ ± ۰/۲۲	< ۰/۰۰۱		
آزمون نوک پیکان راست (ثانیه)	تجربی	۸/۶۹ ± ۰/۳۲	۸/۴۵ ± ۰/۲۷	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	۰/۸۲۱
	شاهد	۸/۶۵ ۰/۲۵	۸/۶۷ ± ۰/۲۳	۰/۱۰۹		
آزمون نوک پیکان چپ (ثانیه)	تجربی	۸/۶۸ ± ۰/۳۰	۸/۴۳ ± ۰/۲۵	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	۰/۷۲۳
	شاهد	۸/۶۶ ± ۰/۲۶	۸/۶۴ ± ۰/۲۴	۰/۱۰۲		
آزمون پرش عمودی (سانتی‌متر)	تجربی	۳۴/۲۸ ± ۵/۴۸	۴۳/۱۴ ± ۶/۷۴	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	۰/۶۹۶
	شاهد	۳۶/۶۱ ± ۶/۷۸	۳۷/۳۸ ± ۷/۰۸	۰/۱۰۶		
آزمون YBT-LQ قدامی (درصد)	تجربی	۷۱/۳۸ ± ۷/۸۱	۷۸/۲۸ ۹/۱۷	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	۰/۸۶۸
	شاهد	۷۳/۰۶ ± ۳/۸۳	۷۲/۰۹ ± ۴/۴۷	۰/۷۴۳		
آزمون YBT-LQ خلفی خارجی (درصد)	تجربی	۹۲/۹۰ ± ۵/۸۸	۹۸/۸۹ ± ۸/۶۷	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	۰/۴۹۱
	شاهد	۹۱/۵۶ ± ۸/۸۴	۹۲/۹۵ ± ۱۰/۰۲	۰/۶۳۴		
آزمون YBT-LQ خلفی داخلی (درصد)	تجربی	۹۶/۸۸ ± ۵/۵۱	۱۰۵/۸۳ ± ۵/۵۹	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	۰/۶۳۸
	شاهد	۹۸/۲۹ ± ۶/۷۳	۱۰۱/۵۰ ± ۸/۴۱	۰/۰۷۶		
آزمون 1RM/ اسکات پشت (کیلوگرم/ جرم بدن)	تجربی	۰/۸۹ ± ۰/۲۲	۱/۲۴ ± ۰/۲۷	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	۰/۷۸۵
	شاهد	۰/۸۵ ± ۰/۱۹	۰/۸۷ ± ۰/۱۹	< ۰/۰۰۱		
آزمون 1RM/ اسکات از جلو (کیلوگرم/ جرم بدن)	تجربی	۰/۶۳ ± ۰/۱۸	۰/۹۴ ± ۰/۲۰	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	۰/۸۲۸
	شاهد	۰/۵۸ ± ۰/۱۳	۰/۶۲ ± ۰/۱۴	< ۰/۰۰۱		
آزمون 1RM/ ددلیفت رومانیایی (کیلوگرم/ جرم بدن)	تجربی	۰/۷۷ ± ۰/۱۵	۱/۰۱ ± ۰/۱۹	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	۰/۷۵۶
	شاهد	۰/۷۴ ± ۰/۱۲	۰/۷۵ ± ۰/۱۲	۰/۳۷۳		
آزمون 1RM/ سرکول (کیلوگرم/ جرم بدن)	تجربی	۰/۳۶ ± ۰/۰۶	۰/۴۶ ± ۰/۰۷	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	۰/۵۷۷
	شاهد	۰/۳۶ ± ۰/۰۴	۰/۳۷ ± ۰/۰۵	< ۰/۰۱۰		
بهترین SDT (ثانیه)	تجربی	۱۱/۱۳ ± ۱/۷۸	۱۱/۰۷ ± ۱/۷۲	۰/۰۵۳	۰/۱۴۱	–
	شاهد	۱۱/۲۰ ± ۱/۸۳	۱۱/۱۸ ± ۱/۸۱	۰/۵۴۰		
میانگین SDT (ثانیه)	تجربی	۱۲/۰۲ ± ۲/۱۸	۱۱/۱۵ ± ۱/۷۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	۰/۷۶۳
	شاهد	۱۱/۹۲ ± ۱/۹۱	۱۱/۸۵ ± ۱/۷۹	۰/۰۹۲		

PES: Partial Eta Squared; YBT-LQ: Y Balance Test-Lower Quadrant; LESS: Landing Error Scoring System; 1RM: One-repetition maximum; SDT: Shuttle Sprint and Dribble Test

داده‌ها بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان دهنده بهبود برخی عوامل خطرزای آسیب‌های اندام تحتانی (امتیاز آزمون LESS) همزمان با بهبود شاخص‌های اجرای ورزشی پس از ۱۰ هفته برنامه SSFT در کنار تمرینات فوتبال در بازیکنان فوتبال نوجوان پسر بود.

اثرات برنامه‌های مداخله‌ای ترکیبی بر عوامل خطرزای آسیب‌ها و اثرات همزمان آن‌ها بر اجراهای ورزشی در مطالعات گذشته نیز عنوان شده است (۳۲-۳۴، ۱۰). آزمون‌های پویای پرش- فرود مانند LESS، با سرعت بسیار

http://jrrs.mui.ac.ir

بیشتری انجام می‌شوند و کنترل دینامیک بسیار بیشتری را نیز برای اجرای صحیح نیاز دارند (۴). در آزمون LESS هنگام فرود از یک جعبه ۳۰ سانتی‌متری قبل از شتاب گرفتن به سمت حرکت پرشی، کاهش شتاب سریعی وجود دارد (۱۸). در این رابطه، Noyes و همکاران بهبود معنی‌دار راستای اندام تحتانی در فرود پس از یک جهش- فرود و اجرای ورزشی را به دنبال یک برنامه مداخله‌ای تخصصی ورزش برای پیشگیری از آسیب لیگامنتی زانو در بازیکنان فوتبال دبیرستانی زن گزارش کردند. والگوس پویای اندام تحتانی در فرود قبل از برنامه تمرینی در ۶۲ درصد بازیکنان و پس از اتمام برنامه مداخله‌ای فقط در ۴ درصد بازیکنان مشاهده شد. همچنین، آن‌ها بهبودی معنی‌داری را در شاخص‌های اجرای ورزشی گزارش نمودند (۱۰). Distefano و همکاران نیز به مقایسه اثرات یک برنامه تمرینی مقاومتی مجزا و یک برنامه تمرینی تلفیقی روی کیفیت حرکتی در تکلیف پرش- فرود (LESS) و اجرای ورزشی در اعضای یک دوره مقدماتی تمرین با وزنه با میانگین سنی ۱۹ سال پرداختند. از مهم‌ترین نتایج تحقیق آن‌ها این بود که گروه تمرینی تلفیقی پس از ۸ هفته، عملکرد بهتری را در آزمون LESS نشان داد (۳۳). نتایج تحقیق دیگری روی فوتبالیست‌های نوجوان نشان داد که آزمودنی‌های گروه دارای تکنیک ضعیف (خطر بالا)، پس از اجرای یک برنامه پیشگیری از آسیب ACL، امتیاز LESS را بیش از ۲ نمره بهبود دادند (۳۴).

نتایج آزمون LESS در پیش‌آزمون پژوهش حاضر، حاکی از بالا بودن عوامل خطرزای آسیب‌های اندام تحتانی بود که این امر وجود اختلال کنترل و کیفیت حرکتی در آزمودنی‌ها را آشکار می‌کرد. در حرکات چند مفصلی از جمله تکلیف حرکتی جهش- فرود، هر مفصل باید در هماهنگی کامل با سایر مفاصل عمل کند تا هرگونه مهارت در آن تکلیف حرکتی، به عنوان بخشی از یک استراتژی کلی، در نتیجه تغییرات و یکپارچگی اجزای مختلفی مشاهده شود. از طرف دیگر، در مهارت‌هایی که چندین مفصل در طول زنجیره جنبشی نتیجه نهایی را فراهم می‌آورند، حداکثر قابلیت انجام آن مهارت وابسته به ضعیف‌ترین سگمنت زنجیره جنبشی است. بنابراین، زمانی که در یک مفصل نقص وجود داشته باشد، انتقال و جذب نیرو در طول زنجیره جنبشی محدود می‌شود و کیفیت اجرای مهارت کاهش می‌یابد (۳۵).

قدرت اکسنتریکی ممکن است مهم‌ترین کنترل‌کننده والگوس پویای اندام تحتانی در زمان پرش- فرود یا برش باشد (۵). نقص‌های عضلات سرینی که منجر به استرس والگوس روی زانو می‌شوند، احتمالاً توسط اجزای قدرتی برنامه مداخله‌ای در مطالعه حاضر شامل حرکات تمرینی اسکات‌های دو پا و یک پا، استپ- آپ، انواع لانج‌ها، ددلیفت، کلین توانی، انواع پل زدن‌ها، اکستنشن ران و کرل روسی در وضعیت زانو زده بهبود یافته‌اند. انواع حرکات لانج، فلکشن پویای بزرگ‌تر ران را به دنبال دارد که نیاز به فعالیت عضلات سرینی (به ویژه عضله سرینی بزرگ) را افزایش می‌دهد. تسهیل فعالیت و تقویت عضلات سرینی، منجر به کاهش چرخش داخلی و اداکشن ران و در ادامه، کاهش والگوس زانو و چرخش درشتنی و در نهایت، بهبود راستای پویای اندام تحتانی خواهد شد (۵).

افزایش فعالیت عضلات همسترینگ، منجر به خنثی شدن/ کاهش نیروی قیچی شدن قدامی درشتنی، گشتاور والگوس زانو و گشتاور چرخشی درشتنی می‌شود. توجه به نقص‌های همسترینگ در اجزای قدرتی برنامه ارایه شده در تحقیق حاضر، احتمال هم‌انقباضی در پرش- فرود و برش را افزایش می‌دهد (۳۶). از جمله حرکات تمرینی معمول به منظور اعمال لودهای اکسنتریک جهت افزایش قدرت و تقویت عضلات همسترینگ، اکستنشن ران و کرل روسی در وضعیت زانو زده می‌باشد که در برنامه مداخله‌ای همراه با حرکات تمرینی پشت پا و ددلیفت رومانیایی لحاظ شده بود.

نقص‌های قدرتی دو طرفه یا غلبه پا با استفاده از حرکت‌های یک پا کاهش می‌یابد (۳۶). برای رسیدن به این هدف و برقراری تعادل پویا در طرف مقابل، در پژوهش حاضر از حرکات تمرینی پرش جفت پا، پرش‌های اسکات و پرش روی جعبه از جانب، ایکس لی‌ها، لی یک پا و مستقر شدن و جهش قیچی به طور پیش‌رونده‌ای استفاده گردید. حرکات لی در برگیرنده اجزای قدرت عضلانی، هماهنگی، ثبات مفصل و تعادل است و می‌تواند با تغییر در سیستم عصبی- عضلانی کنترل بهتر سینرژی‌ها را به دنبال داشته باشد (۳۶). علاوه بر حرکات تعادلی پویای مذکور، در ابتدا حرکات تعادلی و افزایش آگاهی از وضعیت شامل گام‌گذاری روی سطح ناپایدار (تشک) از روی استپ، تعادل یک پا روی تشک و پرتاپ و دریافت توپ، تعادل دو پا و یک پا روی تخته تعادل و تعادل یک پا با استفاده از کش مقاومتی و یار کمکی، جهت تکمیل اجزای ضروری برنامه‌های مداخله‌ای پیشگیری از آسیب استفاده شدند.

در زمان فرود، تنه تأثیرپذیری (ضربه) بزرگی پس از تماس با زمین به دلیل نیروهای عکس‌العمل بزرگ هم‌زمان زمین دریافت می‌کند (۳۸، ۳۷). در مطالعات گذشته عنوان شده است که پایداری تنه برای اجرای پرش پس از فرود مهم است و ارتباط قوی بین پایداری مجموعه کمری- لگنی (اختلال عملکرد بخش پروگزیمال) و افزایش خطر آسیب‌های اندام تحتانی وجود دارد (۳۷). همچنین، تیلت بیرونی تنه (تمایل تنه به طرف جانب دور از جهت برش) با پیک گشتاور ابداکشنی زانو در ارتباط است و منجر به افزایش لود بر ACL می‌شود (۳۸).

جهت تقابل با غلبه تنه، انواع مختلف حرکات تمرینی پل زدن دمر، پل زدن طاق‌باز و پل زدن جانبی، کرل روسی در وضعیت زانو زده، جک‌نایف همراه با چرخش و سوپرمن در برنامه مداخله‌ای تحقیق حاضر استفاده شد. حرکات تمرینی قدرتی کلاسیک (Classical strength-training exercises) مانند حرکات تمرینی اسکات، ددلیفت و کلین توانی (فعالیتی با سرعت بالا) که تکمیل‌کننده حرکات تمرینی قدرت مرکز بدن مذکور هستند، نیز در این برنامه استفاده شد و احتمالاً در ایجاد سازگاری‌های مطلوب در تنه و کنترل کل تنه مؤثر بوده‌اند (۳۹).

جزء مجزایی از یک IPP که در کاهش آسیب‌ها مؤثرترین اثرگذاری را داشته باشد، وجود ندارد، اما به نظر می‌رسد تمرینات پلایومتریک اغلب به دلیل پوشش آن بر فعالیت‌های ورزشی، بزرگ‌ترین جزء است (۳۶). نمونه‌های حرکات تمرینی پلایومتریک که در پژوهش حاضر استفاده شد شامل پرش جفت پا، جهش دو پای متوالی روی موانع، جهش یک پای متوالی روی موانع، جهش دو پای متوالی از جانب روی موانع، پرش اسکات عمیق، پرش اسکات عمیق به سمت جعبه دوم و پرش اسکات عمیق متوالی بود.

در انتهای برنامه مداخله‌ای عملکردی، فعالیت‌های پلایومتریکی که یک تغییر مسیر سریع را به دنبال داشتند، استفاده گردید. این حرکات جهش و رو بلافاصله پس از فرمان مربی و پرش اسکات عمیق با حرکت جانبی بلافاصله پس از فرمان مربی بودند. از آن‌جایی که این حرکات فعالیت عضلانی بالاتری نسبت به حرکات فرود کنترل شده به همراه دارند (۳۶) و مشابه تکالیف تمرینی مرتبط با ورزش بودند، شاید نقش مؤثری در افزایش پایداری زانو ایفا کرده‌اند.

در یک جمع‌بندی می‌توان بیان کرد که تمرکز بر رفع نقایص احتمالی

Proof Version

http://jrrs.mui.ac.ir

زنجیره جنبشی و تلاش جهت کاهش شاخص‌های ناپایدارکننده زانو از طریق حرکات تمرینی استفاده شده در برنامه SSFT که بر فعالیت‌های چند عضله‌ای و چند مفصلی، حرکات ترکیبی بالاتنه و پایین تنه و استفاده از غالب بدن در بیشتر حرکات تأکید داشتند، در کنار اصلاح تکنیک و آموزش استراتژی‌های فرود مناسب، احتمالاً منجر به افزایش مهارت به عنوان بالاترین سطح توانایی‌های حرکتی در اجرای تکلیف حرکتی پرش- فرود (آزمون LESS) شده است.

بر اساس نتایج تحقیق حاضر، آزمون‌های 1RM در حرکات قدرتی با وزنه‌های آزاد بهبودی نشان دادند. جهت توجیه این نتایج، در هماهنگی با اصل سازگاری ویژه نسبت به نیازهای تحمیل شده (Specific Adaptation to Imposed Demands یا SAID)، تمرینات قدرتی با آستانه بالا (شدت در دامنه‌ای از ۸۵ تا ۱۰۰ درصد 1RM و تکرارهای کم) توسط دو مکانیسم اصلی شامل هایپرتروفی عضلانی و سازگاری‌های عصبی- عضلات، منجر به افزایش قدرت عضلانی و اثرگذاری بر اجرای ورزشی خواهند شد (۴۰).

در ورزشکاران حرکات تمرینی چند مفصله انتقال ویژه‌تری نسبت به حرکات تک مفصله دارند (۳۵). بنابراین، اسکات یک الگوی حرکتی سنگین و ترکیبی است که مقادیر زیادی از جرم عضلانی و لودهای وارد شده به ستون مهره‌های محوری را در برمی‌گیرد (۱۲). قدرت اجرای اسکات بیشتر با زمان دویدن سریع در مسافت‌های ۵، ۲۰، ۳۰ و ۶۰ متر در ارتباط است (۴۱). همچنین، نتایج پژوهشی نشان داد که افزایش قدرت اسکات کامل، همبستگی بالایی با افزایش ارتفاع پرش عمودی و پرش‌های پنتا (Penta jumps) دارد (۴۱). به نظر Sander و همکاران، اجرای حرکات تمرینی قدرتی با وزنه پیچیده مانند اسکات پشت و اسکات از جلو در تمرینات فوتبالیست‌های نوجوان، منجر به بهبود آزمون‌های 1RM در این حرکات و آزمون ۳۰ متر سرعت خواهد شد (۴۲). ددلیفت نیز به عنوان یک الگوی حرکت ترکیبی در یک برنامه قدرتی یا توانی، حرکات سه مفصل ران، زانو و مچ پا را از طریق باز شدن کانسنتریک و پایداری آن‌ها در برمی‌گیرد. بنابراین، کسب قدرت در این الگوی حرکتی، به عملکرد کمک خواهد کرد (۱۲). علاوه بر این، ددلیفت مقدمه‌ای برای حرکات توانی همچون کلین توانی و جنبه ضروری فاز توانی در برنامه یک ورزشکار است (۱۲).

ترکیب تمرینات قدرتی و تمرینات توانی، اجرای انفجاری و مهارت‌های مرتبط با توان را به مقدار بیشتر نسبت به زمانی که این دو مداخله تمرینی به تنهایی انجام می‌شود، بهبود می‌بخشد (۴۳). این موضوع شاید بتواند علت بهبود آزمون‌های سرعت، چابکی و توان در مطالعه حاضر را توضیح دهد. حرکات تمرینی Pull (High pull)، کلین توانی و پرش اسکات همراه با وزنه، ممکن است بیشترین اثرگذاری را بر دویدن سریع و ارتفاع پرش عمودی داشته باشند؛ چرا که این حرکات تمرینی، اکستنشن سه‌گانه هم‌زمان در مفاصل مچ پا، زانو و ران دارند (۴۴). در برنامه مداخله‌ای تحقیق حاضر، از حرکت تمرینی کلین توانی در کنار سایر حرکات انفجاری مانند حرکت تمرینی کشیدن سورتمه به منظور اثرگذاری بیشتر در اجرای انفجاری استفاده گردید.

در تمرینات پلایومتریک، حرکت سریع است و سیستم پروپریوسپتیوی، اطلاعات حرکتی با سرعت بالا را برای انقباضات اکسنتریک و کانسنتریک فراهم می‌آورد (۴۵). در توافق با اصل ویژگی تمرین، Johnson و همکاران با انجام پژوهشی به این نتیجه رسیدند که تمرینات پلایومتریک در کودکان به طور قابل توجهی اثر بیشتری بر بهبود توانایی جهش و دویدن و اثر کمتری بر بهبود قدرت دارد (۴۶). نتایج مطالعه حاضر از نظر بهبود زمان آزمون چابکی با نتایج تحقیقات گذشته (۴۷) قابل مقایسه است. تغییر معنی‌دار زمان آزمون چابکی در پژوهش Meylan و Malatesta نشان داد که برنامه مداخله‌ای پلایومتریکی، می‌تواند اثر مثبتی بر یک آزمون چابکی میدانی مشابه بازی فوتبال داشته باشد. بنابراین، ممکن است بر اجرای واقعی فوتبال نیز تأثیر بگذارد (۴۷). چابکی بهبود یافته ممکن است با افزایش قدرت اکسنتریک یا توسعه توان اندام‌های تحتانی مرتبط باشد که می‌تواند بر تغییرات مسیر در فاز کاهش شتاب تأثیر بگذارد. علاوه بر این، افزایش چابکی می‌تواند به سازگاری‌های عصبی به ویژه بهبود هماهنگی بین عضلانی نسبت داده شود (۴۸).

نتایج مطالعه حاضر نشان دهنده بهبود آزمون YBT-LQ در هر سه مسیر بود. از دلایل احتمالی بهبود تعادل می‌توان به افزایش قدرت، بهبود هم‌انقباضی و کنترل عصبی- عضلانی عضلات اندام تحتانی پس از شرکت در پروتکل حرکات لی اشاره کرد؛ چرا که در تحقیقات گذشته نیز تأیید شده است که شرکت در برنامه‌های تمرینی مشابه، ممکن است این شاخص‌ها را در فوتبالیست‌های نوجوان به طور قابل توجهی بهبود بخشد (۴۹، ۴۷، ۴۴، ۳۲). در حرکات تمرینی لی، زمانی که با یک پا لی و سپس ناگهان توقف انجام می‌شود، انقباضات کانسنتریک (در حین پرش) و اکسنتریک (در حین فرود) به طور پیش‌رونده و در جهات قدامی- خلفی، داخلی- خارجی و چرخشی تمرین می‌شوند (۴۹).

تمرینات ترکیبی قدرتی و توانی در پژوهش Wong و همکاران، به طور معنی‌داری سرعت شوت توپ را افزایش داد (۴۴). در مطالعه Cavaco و همکاران نیز که اثر کوتاه‌مدت تمرینات ترکیبی قدرتی و پلایومتریک ۶ هفته‌ای بر روی چابکی با توپ (دریبل مخروطی‌ها) و سرعت شوت بررسی شد، افزایش قابلیت‌ها و مهارت‌های حرکتی مرتبط با فوتبال در بازیکنان نوجوان مشاهده شد (۵۰).

در تحقیقات مذکور (۵۰، ۴۴)، اجراهای ورزشی مرتبط با ورزش فوتبال را نمی‌توان جزء تکالیف اختصاصی ورزشی دانست که هنگام بازی یا مسابقه در زمین فوتبال توسط اغلب بازیکنان و به طور مکرر قابل تکرار باشند. از این‌رو، در بررسی حاضر از آزمون SDT که دارای چنین ویژگی‌هایی بود استفاده گردید.

در پژوهش حاضر، بهبودی فقط در میانگین زمان آزمون SDT مشاهده شد. به نظر می‌رسد بهبودی‌های کسب شده در اجراهای ورزشی عمومی شامل قدرت و توان، سرعت و چابکی و تعادل، امکان دارد به بهبود شتاب، سرعت و چابکی مورد نیاز هم‌زمان با کنترل توپ در آزمون SDT منتقل شده باشند و آزمودنی‌ها توانسته‌اند توپ را در حداقل زمان ممکن بین نقطه شروع ابتدایی و خطوط انتهایی دریبل کنند. همچنین، در کنار سایر حرکات تمرینی، در برنامه SSFT مطالعه حاضر، تکالیف تمرینی سرعتی و چابکی، سرعتی- مقاومتی و چابکی و سرعتی و چابکی با به فعالیت واداشتن‌های ذهنی، به صورت فعال و بازفعال به ترتیب طی هفته‌های پنجم، ششم و هفتم استفاده شد. جهت تشابه هرچه بیشتر تمرینات عملکردی با ورزش فوتبال، این تکالیف تمرینی در هفته‌های هشتم تا دهم روی سطح زمین چمن پا به توپ اجرا گردید. تصور می‌شود این تکالیف تمرینی نیز در بهبود میانگین زمان آزمون SDT اثرگذار بوده‌اند.

بر عکس، برنامه مداخله‌ای SSFT تأثیر معنی‌داری بر بهترین زمان آزمون SDT نداشت. علت این عدم اثرگذاری به جزء کنترل توپ، به طور واضح‌تر به تغییر مسیر توپ در خطوط انتهایی آزمون برمی‌گردد. در این خصوص، تکنیک‌های مختلفی در بین تکنیک‌های فوتبال توسط بازیکنان قابل استفاده است که این موضوع در طراحی برنامه مداخله‌ای مطالعه حاضر مورد غفلت قرار گرفت. در واقع، این احتمال قابل تصور است که چنانچه در تمرینات مذکور که

Proof Version

http://jrrs.mui.ac.ir

به منظور بهبود سرعت، چابکی و قدرت انفجاری هم‌زمان با کنترل توپ طراحی شده بودند، به تکنیک صحیح برگشت از خطوط انتهایی و آموزش آن توجه می‌شد، شاید مشابه میانگین زمان آزمون SDT در بهترین زمان آن نیز بهبودی معنی‌دار قابل مشاهده بود.

آنچه در جمع‌بندی می‌توان بیان کرد این که حرکات و تکالیف تمرینی طراحی شده در قالب SSFT، می‌تواند به عنوان یک روش بهبود اجرای ورزشی عمومی و اختصاصی در فوتبالیست‌های نوجوان مورد توجه قرار گیرد. از جمله دلایل این بهبودی‌ها می‌توان به تغییرات پروپریوسپشن و سازگاری‌های عصبی- عضلانی از جمله در واحدهای حرکتی، افزایش کنترل سینرژیست شامل هم‌انقباضی و کاهش انقباض عضلات آنتاگونیست و هماهنگی بین عضلانی اشاره نمود.

ارزیابی بالینی تکلیف پرش- فرود با استفاده از LESS و ارزیابی اجرای ورزشی اختصاصی فوتبال با استفاده از آزمون SDT در کنار ارزیابی‌های اجرای ورزشی عمومی در تحقیق حاضر، برای مربیان قابل اجرا (Applicable) و برای بالینگران (Clinicians) به راحتی عملیاتی و امکان‌پذیر (Feasible) است. علاوه بر این، ترکیب برنامه‌های IPPs با برنامه‌های مداخله‌ای بهبود اجراهای ورزشی در قالب تمرینات عملکردی و بهره‌گیری از مفهوم ظرفیت عملکردی، احتمالاً در بهبود هم‌زمان عوامل خطرزای آسیب‌های اندام تحتانی و اجراهای ورزشی به ویژه اجرای ورزشی اختصاصی مؤثر می‌باشد. اصل ویژگی تمرین در فوتبال و مختص تکلیف (Task specific) بودن حرکات تمرینی یا در واقع، اصل هم‌گونگی و در زمینه بودن حرکات تمرینی (جهت کسب حداکثر قابلیت انتقال)، نکته قابل توجه در این برنامه مداخله‌ای بود.

محدودیت‌ها

تعمیم‌پذیری نتایج پژوهش حاضر برای سطوح نخبگان، سایر گروه‌های سنی و دختران محدود است.

پیشنهادها

با توجه به نتایج مطالعه حاضر، SSFT به مربیان، بازیکنان و تیم مراقبت از سلامت جهت کاهش برخی عوامل خطرزای آسیب‌های اندام تحتانی و بهبود شاخص‌های اجرای ورزشی پیشنهاد می‌شود.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر، SSFT طراحی شده بر مبنای ظرفیت عملکردی در ترکیب با تمرینات منظم فوتبال، می‌تواند منجر به کاهش برخی عوامل خطرزای آسیب‌های اندام تحتانی و به طور هم‌زمان ارتقای اجراهای ورزشی فوتبالیست‌های نوجوان غیر نخبه پسر شود.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر با شماره IRCT20160623028597N2 در سامانه کارآزمایی بالینی ایران و کد اخلاق IR.UT.SPORT.REC.1396003 از در کمیته اخلاق دانشگاه تهران به ثبت رسید. بدین وسیله نویسندگان از آقای دکتر هومن مینونژاد و آقای دکتر محمدحسین علیزاده به جهت مساعدت در انجام تحقیق حاضر تشکر و قدردانی به عمل می‌آورند. همچنین، از معاونت پژوهشی دانشگاه صنعتی سیرجان، دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشگاه تهران و کلیه ورزشکارانی که در اجرای طرح فوق همکاری نمودند، سپاسگزاری می‌گردد.

نقش نویسندگان

نجمه افهمی، طراحی و ایده‌پردازی مطالعه، جذب منابع مالی برای انجام مطالعه، خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی مطالعه، فراهم کردن تجهیزات و نمونه‌های مطالعه، جمع‌آوری داده‌ها، تنظیم دست‌نوشته، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی، تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله، مسؤولیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخ‌گویی به نظرات داوران، رضا سیامکی، طراحی و ایده‌پردازی مطالعه، خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی مطالعه، فراهم کردن تجهیزات و نمونه‌های مطالعه، جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل و تفسیر نتایج، خدمات تخصصی آمار، تنظیم دست‌نوشته، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی، تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله، مسؤولیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخ‌گویی به نظرات داوران را بر عهده داشتند.

منابع مالی

مطالعه حاضر با کد اخلاق IR.UT.SPORT.REC.1396003 از کمیته اخلاق دانشگاه تهران و با کد ثبت در سامانه کارآزمایی بالینی ایران به شماره IRCT20160623028597N2 و با حمایت مالی دانشگاه صنعتی سیرجان تنظیم گردید. دانشگاه صنعتی سیرجان و دانشگاه تهران در جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل و گزارش آن‌ها، تنظیم دست‌نوشته و تأیید نهایی مقاله برای انتشار اعمال نظر نداشته است.

تعارض منافع

نویسندگان دارای تعارض منافع نمی‌باشند. نویسنده مسؤول بودجه انجام مطالعه پایه مرتبط با این مقاله را از دانشگاه صنعتی سیرجان جذب نمود و از سال ۱۳۹۶ به عنوان استادیار تربیت بدنی و علوم ورزشی در دانشگاه صنعتی سیرجان مشغول به فعالیت می‌باشد. رضا سیامکی از سال ۱۳۹۸ استادیار آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی مؤسسه آموزش عالی اسرار می‌باشد.

Proof Version

References

1. FIFA. FIFA big count 2006: 270 million people active in football [Online]. [cited 2006]; Available from: URL: www.fifa.com/aboutfifa/media/newsid=529882html
2. Drawer S, Fuller CW. Evaluating the level of injury in English professional football using a risk based assessment process. Br J Sports Med 2002; 36(6): 446-51.
3. Yard EE, Schroeder MJ, Fields SK, Collins CL, Comstock RD. The epidemiology of United States high school soccer injuries, 2005-2007. Am J Sports Med 2008; 36(10): 1930-7.
4. Hewett TE, Ford KR, Hoogenboom BJ, Myer GD. Understanding and preventing acl injuries: current

biomechanical and epidemiologic considerations - update 2010. N Am J Sports Phys Ther 2010; 5(4): 234-51.
5. Ford KR, Nguyen AD, Dischiavi SL, Hegedus EJ, Zuk EF, Taylor JB. An evidence-based review of hip-focused neuromuscular exercise interventions to address dynamic lower extremity valgus. Open Access J Sports Med 2015; 6: 291-303.
6. Read PJ, Oliver JL, De Ste Croix MB, Myer GD, Lloyd RS. Neuromuscular risk factors for knee and ankle ligament injuries in male youth soccer players. Sports Med 2016; 46(8): 1059-66.
7. Fort-Vanmeerhaeghe A, Romero-Rodriguez D, Montalvo A, Kiefer A, Lloyd R, Myer G. Integrative neuromuscular training and injury prevention in youth athletes. Part I: Identifying risk factors. Strength Cond J 2016; 38: 36-48.
8. Saunders N, Otago L, Romiti M, Donaldson A, White P, Finch C. Coaches' perspectives on implementing an evidence-informed injury prevention programme in junior community netball. Br J Sports Med 2010; 44(15): 1128-32.
9. Roux EC. Evaluation of a sport-specific performance task associated with a lower extremity injury prevention program [MSc Thesis]. Mansfield, CT: University of Connecticut - Storrs; 2015.
10. Noyes FR, Barber-Westin SD, Tutalo Smith ST, Campbell T. A training program to improve neuromuscular and performance indices in female high school soccer players. J Strength Cond Res 2013; 27(2): 340-51.
11. Zouita S, Zouita AB, Kebsi W, Dupont G, Ben AA, Ben Salah FZ, et al. Strength training reduces injury rate in elite young soccer players during one season. J Strength Cond Res 2016; 30(5): 1295-307.
12. Collins A. The complete guide to functional training. New York, NY: Bloomsbury Publishing; 2012.
13. Liebenson C. Rehabilitation of the spine: A practitioner's manual. 2nd ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams and Wilkins; 2006.
14. Lederman E. The myth of core stability. J Bodyw Mov Ther 2010; 14(1): 84-98.
15. Chorba RS, Chorba DJ, Bouillon LE, Overmyer CA, Landis JA. Use of a functional movement screening tool to determine injury risk in female collegiate athletes. N Am J Sports Phys Ther 2010; 5(2): 47-54.
16. Imai A, Kaneoka K, Okubo Y, Shiraki H. Effects of two types of trunk exercises on balance and athletic performance in youth soccer players. Int J Sports Phys Ther 2014; 9(1): 47-57.
17. Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. Behav Res Methods 2007; 39(2): 175-91.
18. Padua DA, Marshall SW, Boling MC, Thigpen CA, Garrett WE, Beutler AI. The landing error scoring system (LESS) is a valid and reliable clinical assessment tool of jump-landing biomechanics: The JUMP-ACL study. Am J Sports Med 2009; 37(10): 1996-2002.
19. Comfort P, Abrahamson E. Sports rehabilitation and injury prevention. Hoboken, NJ: John Wiley and Sons; 2010.
20. Jalilvand F, Mock S, Stecyk S, Crelling J, Lockwood J, Lockie R. The arrowhead change-of-direction speed test: reliability and relationships to other multidirectional speed assessments. Proceedings of the 38th National Strength and Conditioning Association National Conference and Exhibition; 2015 Jul 8-11; Orlando, FL, USA. 2015.
21. Keir PJ, Jamnik VK, Gledhill N. Technical-methodological report: A nomogram for peak leg power output in the vertical jump. J Strength Cond Res 2003; 17(4): 701-3.
22. Plisky PJ, Gorman PP, Butler RJ, Kiesel KB, Underwood FB, Elkins B. The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. N Am J Sports Phys Ther 2009; 4(2): 92-9.
23. Brzycki M. Strength testingpredicting a one-rep max from reps-to-fatigue. J Phys Educ Recreat Dance 1993; 64(1): 88-90.
24. Bompa TO. Periodization training for sports. Champaign, IL: Human Kinetics; 1999.
25. Lemmink KA, Elferink-Gemser MT, Visscher C. Evaluation of the reliability of two field hockey specific sprint and dribble tests in young field hockey players. Br J Sports Med 2004; 38(2): 138-42.
26. Huijgen BC, Elferink-Gemser MT, Post WJ, Visscher C. Soccer skill development in professionals. Int J Sports Med 2009; 30(8): 585-91.
27. Kraus K, Schutz E, Taylor WR, Doyscher R. Efficacy of the functional movement screen: A review. J Strength Cond Res 2014; 28(12): 3571-84.
28. Cook G. Athletic body in balance. Champaign, IL: Human Kinetics; 2003.
29. Minick KI, Kiesel KB, Burton L, Taylor A, Plisky P, Butler RJ. Interrater reliability of the functional movement screen. J Strength Cond Res 2010; 24(2): 479-86.
30. Renstrom P, Ljungqvist A, Arendt E, Beynnon B, Fukubayashi T, Garrett W, et al. Non-contact ACL injuries in female athletes: An International Olympic Committee current concepts statement. Br J Sports Med 2008; 42(6):

Proof Version

394-412.
31. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 2013.
32. Barber-Westin S, Hermeto A, Noyes MD. A six-week neuromuscular and performance training program improves speed, agility, dynamic balance, and core endurance in junior tennis players. J Athl Enhancement 2015; 4: 1.
33. Distefano LJ, Distefano MJ, Frank BS, Clark MA, Padua DA. Comparison of integrated and isolated training on performance measures and neuromuscular control. J Strength Cond Res 2013; 27(4): 1083-90.
34. Distefano LJ, Padua DA, Distefano MJ, Marshall SW. Influence of age, sex, technique, and exercise program on movement patterns after an anterior cruciate ligament injury prevention program in youth soccer players. Am J Sports Med 2009; 37(3): 495-505.
35. Lederman E. Neuromuscular Rehabilitation in Manual and Physical Therapy. Edinburgh, UK: Churchill Livingstone; 2010.
36. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Paterno MV, Quatman CE. The 2012 ABJS Nicolas Andry Award: The sequence of prevention: a systematic approach to prevent anterior cruciate ligament injury. Clin Orthop Relat Res 2012; 470(10): 2930-40.
37. Chuter VH, Janse de Jonge XA. Proximal and distal contributions to lower extremity injury: A review of the literature. Gait Posture 2012; 36(1): 7-15.
38. Jamison ST, Pan X, Chaudhari AM. Knee moments during run-to-cut maneuvers are associated with lateral trunk positioning. J Biomech 2012; 45(11): 1881-5.
39. Wirth K, Hartmann H, Mickel C, Szilvas E, Keiner M, Sander A. Core stability in athletes: A critical analysis of current guidelines. Sports Med 2017; 47(3): 401-14.
40. Moritani T, de Vries HA. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. Am J Phys Med 1979; 58(3): 115-30.
41. Kinakin K. Optimal muscle training. Champaign, IL: Human Kinetics; 2004.
42. Sander A, Keiner M, Wirth K, Schmidtbleicher D. Influence of a 2-year strength training programme on power performance in elite youth soccer players. Eur J Sport Sci 2013; 13(5): 445-51.
43. Fatouros I, Jamurtas T, Leontsini D, Taxildaris K, Aggeloussis N, Kostopoulos N, et al. Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jumping performance and leg strength. J Strength Cond Res 2000; 14(4): 470-6.
44. Wong PL, Chamari K, Wisloff U. Effects of 12-week on-field combined strength and power training on physical performance among U-14 young soccer players. J Strength Cond Res 2010; 24(3): 644-52.
45. Cappa DF, Behm DG. Neuromuscular characteristics of drop and hurdle jumps with different types of landings. J Strength Cond Res 2013; 27(11): 3011-20.
46. Johnson BA, Salzberg CL, Stevenson DA. A systematic review: Plyometric training programs for young children. J Strength Cond Res 2011; 25(9): 2623-33.
47. Meylan C, Malatesta D. Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. J Strength Cond Res 2009; 23(9): 2605-13.
48. Sheppard JM, Young WB. Agility literature review: Classifications, training and testing. J Sports Sci 2006; 24(9): 919-32.
49. Holm I, Tveter AT, Fredriksen PM, Vollestad N. A normative sample of gait and hopping on one leg parameters in children 7-12 years of age. Gait Posture 2009; 29(2): 317-21.
50. Cavaco B, Sousa N, Dos Reis VM, Garrido N, Saavedra F, Mendes R, et al. Short-term effects of complex training on agility with the ball, speed, efficiency of crossing and shooting in youth soccer players. J Hum Kinet 2014; 43: 105-12.

Proof Version

http://jrrs.mui.ac.ir

DOI: 10.22122/jrrs.v16.3572 Published by Vesnu Publications

Risk Factors of Lower Extremity Injuries and Sport Performance Following Functional Training in Young Soccer Players: Randomized Clinical Trial

Nadjmeh Afhami[1], Reza Siamaki[2]

Original Article

Abstract

Introduction: As a result of insufficient neuromuscular adaptation, dynamic lower extremity alignment is exposed to biomechanical deficits in loading tasks. Therefore, in addition to neuromuscular retraining and decreasing risk of injuries, sport performance indices should be considered while designing injury prevention programs. This study aimed to investigate the effect of 10-week soccer-specific functional training (SSFT) on risk factors of lower extremity injuries and sport performance indices concurrently in young male soccer players.

Materials and Methods: In this randomized controlled trial, 27 young male soccer players were randomly allocated into a control group (n = 13) and experimental group (n = 14). The control group continued their regular soccer training. For experimental group, 3 sessions of SSFT were weekly introduced whitin their regular soccer training program for 10 weeks. SSFT included strength, balance, core, plyometrics, speed and agility exercises as well as the soccer-specific drills. Measurements consisted of the Landing Error Scoring System (LESS) and general and sport-specific performance tests including sprint, agility, power, balance, strength, and best and average time of Shuttle Sprint and Dribble Test (SDT) before and after SSFT in both groups. Analysis of covariance (ANCOVA) was used for statistical analysis ($P < 0.05$).

Results: From the pre-test to post-test, LESS score, time in 30-m test, arrowhead test, and average SDT in experimental group decreased significantly compared to control group ($P < 0.001$). Similarly, the improvement in experimental group was statistically significant for the countermovement-jump test, Y-Balance Test (YBT), and one-repetition maximum (1RM) tests ($P < 0.001$) compared to that in control group. The best SDT time was not significantly better in experimental group ($P > 0.05$).

Conclusion: SSFT designed based on functional capacity can be effective in reducing some risk factors of lower extremity injuries and improving sport performance in young male soccer players.

Keywords: Functional training; Injury risk factors; Dynamic lower extremity alignment; Sport performance

Citation: Afhami N, Siamaki R. **Risk Factors of Lower Extremity Injuries and Sport Performance Following Functional Training in Young Soccer Players: Randomized Clinical Trial.** J Res Rehabil Sci 2020; 16: 272-86.

Received date: 13.07.2020 Accept date: 18.11.2020 Published: 05.12.2020

Proof Version

1- Assistant Professor of Sport Injuries and Corrective Exercises, Department of Sport Science, Sirjan University of Technology, Kerman, Iran
2- Assistant Professor, Department of Sports Injuries and Corrective Exercises, Asrar Institute of Higher Education, Mashhad, Iran
Corresponding Author: Nadjmeh Afhami; Assistant Professor of Sport Injuries and Corrective Exercises, Department of Sport Science, Sirjan University of Technology, Kerman, Iran; Email: n.afhami@sirjantech.ac.ir