نشریه پژوهش در توانبخشی ورزشی
دوره ۸، شماره ۱۶، پاییز و زمستان ۱۳۹۹
۶۱- ۷۶

WWW.RSR.BASU.AC.IR

مقایسه تأثیر شش هفته تمرینات گرم کردن نت بال اسمارت داینامیک و فیفا ۱۱+ بر ریسک فاکتورهای آسیب ACL مردان فعال

امیر لطافت‌کار[۱*]، ابراهیم حیدرنیا[۲]، عابد تقوی اصل[۳]، علیرضا ترابی[۴]، ابوالفضل خضری[۵]

۱. دانشیار گروه حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۲ و ۳ و ۴ و ۵. دانشجو کارشناسی ارشد گروه حرکات اصلاحی و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

دریافت ۳ مرداد ۱۳۹۹؛ پذیرش ۲۸ بهمن ۱۳۹۹

مقاله پژوهشی

واژگان کلیدی

گرم کردن

نت بال اسمارت داینامیک

فیفا ۱۱+

کینماتیک دوبعدی

چکیده

زمینه و هدف: فیفا ۱۱+ و نت بال اسمارت به‌عنوان برنامه‌های گرم کردن برای پیشگیری از آسیب ورزشکاران کاربرد زیادی دارند اما تاکنون اثربخشی این دو شیوه تمرینی نسبت به هم بر ریسک فاکتورهای آسیب در مردان فعال مورد مقایسه قرار نگرفته است. هدف مطالعه حاضر مقایسه تأثیر برنامه‌های گرم کردن فیفا ۱۱+ و نت بال اسمارت بر کینماتیک اندام تحتانی در تست‌های اسکات تک‌پا و پرش تک‌پا بود.

روش بررسی: ۴۰ مرد فعال دانشگاهی (میانگین سن ۱/۲±۲۳/۴ سال) به‌طور تصادفی در دو گروه نت بال اسمارت (۲۰ نفر) و فیفا ۱۱+ (۲۰ نفر) تقسیم شدند. هر گروه برنامه پیشگیری از آسیب را به‌عنوان گرم کردن پیش از جلسه تمرین، سه جلسه در هفته و به مدت شش هفته اجرا نمودند. قبل و پس از انجام پروتکل‌های تمرینی، متغیرها کینماتیکی اندام تحتانی در حرکات اسکات تک‌پا و پرش تک‌پا مورد ارزیابی قرار گرفتند.

یافته‌ها: پس از اجرای شش هفته مداخله، تمامی متغییرهای کینماتیکی مورد مطالعه تغییرات معناداری را نسبت به پیش آزمون در هر دو گروه نشان داد ($P<۰/۰۵$) اما میزان تغییرات بین دو گروه معنادار نبود ($P>۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: یافته‌های مطالعه حاضر نشان می‌دهد که برنامه فیفا ۱۱+ و نت بال اسمارت، می توانند به‌طور مؤثری باعث بهبود ریسک فاکتورهای مرتبط با آسیب در افراد فعال شوند. طبق یافته‌های این تحقیق تمرینات ۱۱+ و نت بال اسمارت اثرات تمرینی مشابهی را بر بیومکانیک اندام تحتانی ایجاد می‌کنند.

* اطلاعات نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۳۵۷۳۶۵۹۹۳
پست الکترونیکی: letafatkaramir@yahoo.com
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22084/RSR.2020.22183.1524

مقدمه

آسیب لیگامان صلیبی قدامی (ACL[1]) یک آسیب بسیار متداول در زانو می باشد و نرخ شیوع سالانه ۱ در هر ۳۰۰۰ نفر برای جمعیت عمومی گزارش شده است (موسز و اورکارد[2]، ۲۰۱۲). بیش از ۷۰٪ آسیب‌های ACL مرتبط با شرکت در فعالیت‌های ورزشی و در وضعیت‌های بدون برخورد بازیکن به بازیکن اتفاق می‌افتد (بودن و همکاران[3]، ۲۰۱۰). آمار دقیقی در رابطه با میزان آسیب ACL در ایران وجود ندارد اما شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد آمار آسیب ACL در فوتبال ایران بسیار بیشتر از فوتبال روز دنیا است (ایفمارک، ۲۰۱۵). علاوه بر نقص‌های جسمانی حاد و طولانی‌مدت (مزمن)، آسیب ACL باعث ضررهای فردی و حرفه‌ای برای ورزشکاران خواهد شد، همچنین هزینه‌های اقتصادی زیادی برای ورزشکاران، تیم‌ها و سیستم سلامت خواهد داشت (گاتلوب و بیکر[4]، ۲۰۰۰). بنابراین برای جلوگیری از این عواقب شدید و جبران‌ناپذیر، نیاز فوری به برنامه‌های مؤثر پیشگیری از صدمه ACL ضروری به نظر می‌رسد.

صدمات ACL ذاتاً چندوجهی هستند و اعتقاد بر این است که کینماتیک اندام‌ها نقش کلیدی در این امر بازی می‌کنند (کراسهاگ و همکاران[5]، ۲۰۰۷). نتایج مطالعات پیشین نشان داده است افرادی که متحمل آسیب غیربرخوردی ACL می‌شوند مکانیک فرود اشتباهی دارند (هوت و همکاران[6]، ۲۰۰۵؛ مایر و همکاران[7]، ۲۰۰۶). بنابر نتایج تحلیل‌های ویدئویی مجموعه عوامل آسیب بدون برخورد ACL شامل، افزایش اکستنشن تنه، افزایش فلکشن ران، کاهش فلکشن زانو و کاهش پلانتار فلکشن مچ پا به عنوان وضعیت تشدیدکننده یا مستعد[8] آسیب تعریف شده است (نولز و هوت[9]، ۲۰۰۹؛ هوت و همکاران، ۲۰۰۹).

کینماتیک ران، زانو، و مچ پا به جذب مؤثر نیروی عکس‌العمل زمین در حین فرود نرمال و کاهش شتاب کمک می‌نماید اما در وضعیت مستعدکننده آسیب ACL، اندام‌ها به شیوه مؤثری برای جذب نیروی عکس‌العمل زمین عمل نخواهند کرد. الگوهای کینماتیکی اندام تحتانی در حین حرکاتی که معمولاً آسیب‌های غیربرخوردی ACL در آن حرکات رخ می‌دهند مثل حرکات جهشی، برشی و فرود، به دلیل این‌که می‌توانند بر اعمال بار و نیروهای تغییر شکل‌دهنده لیگامنت‌ها، مینیسک‌ها/غضروف‌ها و استخوان‌ها اثر بگذارند نقش مهمی در مکانیسم صدمه غیربرخوردی ایفا می‌کنند (دی استفانو و همکاران[10]، ۲۰۰۹) با توجه به این یافته‌ها، به نظر می‌رسد که کینماتیک اندام‌ها در حین فرود تأثیر بیشتری بر احتمال آسیب بدون برخورد نسبت به ریسک فاکتورهای درونی داشته باشد؛ بنابراین مطالعه کینماتیک غیرطبیعی اندام تحتانی به‌عنوان یک فاکتور قابل تعدیل برای خطر آسیب ACL از اهمیت خاصی برخوردار است (پادوا[11]، ۲۰۱۰)؛ و شناسایی مداخلاتی که بتواند بیشترین تأثیر را بر بهبود ریسک فاکتورهای کینماتیکی اندام تحتانی داشته باشد ضروری می‌باشد.

در همین راستا، مداخلات زیادی برای بهبود الگوهای بیومکانیکی پر ریسک (بیزینی و دوراک[12]، ۲۰۱۵؛ لیم و همکاران[13]، ۲۰۰۹؛ مایر و همکاران[14]، ۲۰۰۷؛ راسلر و همکاران[15]، ۲۰۱۶) و کاهش نرخ وقوع آسیب ACL به‌کار گرفته شده است (کریستیان لوند و همکاران[16]، ۲۰۱۴؛ سیلور گرانلی و همکاران[17]، ۲۰۱۷). یکی از مداخلاتی که در سال‌های اخیر بیشترین تحقیق بر روی آن انجام گرفته برنامه پیشگیری از آسیب فیفا ۱۱+ می‌باشد (ایمپلیزری و همکاران[18]، ۲۰۱۳). فیفا ۱۱+ یک برنامه چندوجهی پیشگیری از آسیب می‌باشد که به‌عنوان برنامه گرم کردن اختصاصی فوتبال باهدف بهبود الگوهای حرکتی و به‌منظور پیشگیری از همه آسیب‌های مرتبط به فوتبال و نه‌فقط زانو یا ACL طراحی شده است (سولیگارد و همکاران[19]، ۲۰۰۸). از طرف دیگر، در سال ۲۰۱۶ نت بال نیوزیلند، یک برنامه گرم کردن جدید با عنوان نت بال اسمارت داینامیک

1. Anterior cruciate ligament
2. Moses & Orchard
3. Boden et al
4. Gottlob & Baker
5. Krosshaug et al
6. Hewett et al
7. Myer et al
8. Provocation position
9. Knowles & Hewett
10. Distefano et al
11. Padua
12. Bizzini & Dvorak
13. Lim et al
14. Myer et al
15. Rössler et al
16. Kristianslund et al
17. Silvers-Granelli et al
18. Impellizzeri et al
19. Soligard et al

را معرفی کردند (مکنزی و همکاران[1]، ۲۰۱۹). نت بال اسمارت به‌عنوان یک برنامه تغییر یافته ۱۱+ برای کمک به پیشگیری از آسیب و بهبود عملکرد در همه گروه‌های سنی و سطوح بازیکنان نت بال طراحی شده است (مکنزی و همکاران، ۲۰۱۹). علی‌رغم تغییرات انجام شده در رویکردها و بخش‌های مختلف این دو مداخله، تاکنون مقایسه‌ای بین اثرگذاری این دو روش گرم کردن برای شناسایی و معرفی مؤثرترین روش انجام نشده است.

مربیان معمولاً برنامه‌های تمرینی فیفا ۱۱+ و نت‌بال اسمارت را در تلاش برای اصلاح الگوهای کینماتیکی پرخطر و پیشگیری از آسیب ACL به‌کار می‌برند. با این وجود، یافته‌های تحقیقاتی که این تمرینات را به‌عنوان یک تکنیک پیشگیری از آسیب حمایت نموده‌اند متناقض می باشند (بارتز[2]، ۲۰۱۸؛ دارگو و همکاران[3]، ۲۰۱۷). در تحقیقات اثر مثبت برنامه‌های ۱۱+ و نت بال اسمارت بر قدرت عضلات چهارسرران و همسترینگ، نسبت قدرت عضلات همسترینگ به چهارسر ران، حس عمقی مفصل زانو، تعادل پویا و ایستا، انعطاف مفصل ران، زمان پایداری و ثبات ناحیه مرکزی بدن و عملکرد گزارش شده است (ایمپلیزری و همکاران، ۲۰۱۳؛ مکنزی و همکارن، ۲۰۱۹). بنابراین می‌توان بخشی از دلایل اثربخشی این مداخلات را بهبود فاکتورهای ذکر شده عنوان کرد. اما طبق بررسی‌های محقق به نظر می‌رسد هنوز تأثیر این برنامه‌ها بر عوامل پرخطر کینماتیکی مرتبط با آسیب ACL در مردان فعال بررسی نشده است و هنوز این ابهام وجود دارد که آیا می توان اصلاح الگوهای کینماتیکی حرکت را نیز به‌عنوان یکی از دلایل کاهش بروز آسیب‌های بازیکنان فوتبال متعاقب استفاده از این تمرینات بیان کرد یا خیر؟

الگوی کینماتیکی اندام تحتانی می‌تواند نقش مهمی در پیشگیری از آسیب ACL داشته باشد (سولیگارد و همکاران، ۲۰۰۸). از آنجا که عوامل کینماتیکی غیرنرمال اندام تحتانی در حین فرود جزء ریسک فاکتورهای قابل اصلاح برای آسیب ACL می‌باشد (هوت و همکاران، ۲۰۱۶)؛ شناسایی مداخلاتی که بتواند بیشترین تأثیر را بر بهبود ریسک فاکتورهای کینماتیکی اندام تحتانی داشته باشد ضروری می‌باشد. لذا با در نظر گرفتن موارد ذکر شده، هدف تحقیق حاضر مقایسه تأثیر شش هفته تمرینات گرم کردن فیفا ۱۱+ و نت بال اسمارت بر کینماتیک تنه، ران، زانو و مچ (ریسک فاکتورهای آسیب ACL) مردان فعال در تست اسکات و پرش تک‌پا می‌باشد. فرضیه تحقیق ما این بود که هر دو برنامه گرم کردن باعث بهبود متغییرهای کینماتیکی تنه، ران، زانو و مچ در مردان فعال خواهد شد. همچنین با توجه به معروفیت و کاربرد بیشتر فیفا ۱۱+، ما فرض کردیم که برنامه فیفا ۱۱+ تأثیرات بیشتری نسبت به نت بال اسمارت ایجاد نماید.

مواد و روش‌ها

با توجه به اعمال مداخله و انتخاب هدفمند آزمودنی‌ها، روش تحقیق حاضر از نوع نیمه‌تجربی است. آزمودنی‌های تحقیق از مردان فعال سطح دانشگاه که یک تا سه جلسه در هفته به مدت ۹۰ دقیقه در یک سال اخیر در رشته‌های فوتبال، والیبال، بسکتبال و هندبال فعالیت داشتند انتخاب و از طریق تبلیغات در بورد تربیت‌بدنی، فضای مجازی و علاقه‌مندی افراد به شرکت در تحقیق وارد این مطالعه شدند. پیش از آغاز پژوهش در یک جلسه عمومی ضمن توضیح اهداف کلی تحقیق برای آزمودنی‌ها، از افرادی که مایل به شرکت در تحقیق حاضر بودند رضایت‌نامه کتبی برای شرکت در تحقیق اخذ شد.

با توجه به نتایج تحقیق قبلی (زبیس و همکاران[4]، ۲۰۱۶) برای مقایسه کینماتیک بین دو گروه و برآورد حجم نمونه تحقیق، بر اساس معیارهای ورود به تحقیق و به‌صورت هدفمند در مجموع ۴۰ آزمودنی در نظر گرفته شد.

آزمودنی‌ها برای ارزیابی کینماتیک اندام تحتانی هم در پیش از شروع مداخله و هم بعد از انجام شش هفته مداخله مورد ارزیابی قرار گرفتند. ارزیابی‌ها توسط یک ارزیاب با تجربه (بدون آگاهی به گروه‌بندی آزمودنی‌ها) انجام شدند.

آزمودنی‌ها: آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی به دو گروه تمرینات فیفا ۱۱+ و تمرینات نت بال تقسیم شدند. معیارهای ورود به تحقیق شامل داشتن BMI ۲۵-۱۸، مردان فوتبالیست در دامنه سنی ۲۵-۱۸ سال و انجام حداقل سه جلسه تمرین در هفته بود. معیارهای خروج از تحقیق نیز شامل داشتن درد و سابقه جراحی در اندام تحتانی، ابتلا به بیماری

1. McKenzie et al
2. Bartz
3. Dargo et al
4. Zebis et al

قلبی و عروقی، شرکت در برنامه‌های پیشگیری از آسیب ACL در یک سال گذشته و سابقه پارگی ACL بود (هرمان و همکاران[1]، ۲۰۰۸). همچنین در صورتی‌که آزمودنی دو جلسه متوالی و یا سه جلسه غیرمتوالی غیبت داشت، از روند تحقیق کنار گذاشته می‌شد.

ارزیابی کینماتیک با استفاده از تصویربرداری دوبُعدی: اگر چه که تحلیل بیومکانیک با استفاده از سیستم تحلیل حرکت ۳بُعدی ابزاری بسیار مناسب برای بررسی کینماتیک اندام تحتانی به منظور ارزیابی احتمال آسیب ACL می باشد، پیچیدگی روش‌های استفاده و دشوار بودن جابه‌جا نمودن سیستم تحلیل سه‌بُعدی، استفاده از آن را در محیط‌های عمومی ورزشی غیرممکن می‌سازد. سیستم ضبط حرکت و ابزارهای مورد نیاز برای تحلیل حرکت سه‌بعدی بسیار گران‌قیمت می‌باشد. علاوه بر آن، اطلاعات سیستم سه‌بعدی نیاز به تحلیل داده و مهارت‌های برنامه‌نویسی دارد که برای اکثر محیط‌های ورزشی ممکن نیست. تحلیل حرکت به‌صورت ۲ بعدی می‌تواند بر این محدودیت‌های سیستم تحلیل ۳ بعدی غلبه نماید. همچنین مطالعات گذشته گزارش نموده‌اند که تصویربرداری دوبعدی ابزاری قابل اعتماد برای اندازه‌گیری اطلاعات کینماتیکی اندام تحتانی با ICC =۰/۹۲ می‌باشد (رامیرز و همکاران[2]، ۲۰۱۸؛ اسکار و همکاران[3]، ۲۰۱۷). در تصویربرداری دوبعدی برای اطمینان از عمود بودن محور دوربین بر صفحه حرکت، از یک گونیا که در صفحه حرکت تعبیه شده بود و در میدان دید دوربین قرار داشت استفاده نمودیم. برای اخذ داده‌های کینماتیک دوبعدی ابتدا پانزده عدد لندمارک آناتومیکی به شیوه پلاگ این گیت[4] تعدیل شده و با استفاده از مارکرهای ریترورفلکتیو و استفاده از چسب‌های دوطرفه بر روی پوست آزمودنی‌ها مشخص و متصل گردید که عبارت بودند از: حفره جناغی- ترقوه‌ای، زائده غرابی ترقوه ای، زائده فوقانی قدامی لگن، خط داخلی مفصل زانو، خط خارجی مفصل زانو، قوزک خارجی مچ پا، قوزک داخلی مچ پا و پایه استخوان پنجم کف‌پایی (اسکار و همکاران، ۲۰۱۷). مارکرها بر روی پوست آزمودنی‌ها توسط یک ارزیاب با سطح دقت کمتر از ۸ میلی‌متر قرار گرفتند. سپس فیلم‌برداری دوبعدی توسط سه دوربین CANON VIXIA HF R42 DIGITAL CAMERA (CANON USA) گرفته شد. هر دوربین، بر روی یک سه‌پایه در ارتفاع ۱/۲ متر از کف زمین و ۲/۴ متر از افراد قرار داده شد. یک دوربین در صفحه ساجیتال و دو دوربین در صفحه فرونتال (یکی در قدام و دیگری در خلف) قرار داده شد. محیط تست‌گیری با استفاده از پروتکل سیستم آنالیز کالیبراسیون دوبعدی و با استفاده از وند تی شکل پنج مارکری کالیبره شد. دوربین‌ها با استفاده از برنامه BUBBLE LEVEL (V2.1; LEMONDO ENTERTAINMENT) با میزان ۶۰ فریم بر ثانیه یکسان‌سازی شدند. همچنین دیتاها با استفاده از فیلتر باتروورث مرتبه چهار از نوع پایین‌گذر با فرکانس قطع ۶ هرتز فیلتر شد (اسکار و همکاران، ۲۰۱۷).

قبل از اجرای تست‌ها، یکی از محققین، تست‌ها را اجرا نموده و برای اطمینان از این‌که آزمودنی‌ها به‌طور کامل فعالیت مورد انتظار را درک کرده‌اند به سؤالات آزمودنی‌ها پاسخ داده شد. همچنین برای پیشگیری از هرگونه سوگیری مربیان[5] هیچ‌گونه راهنمایی درباره مکانیسم حرکت یا وضعیت بدن[6] انجام نشد. آزمودنی‌ها تست‌ها را بر روی پای غالب آغاز نمودند، پای غالب را به‌عنوان پایی که برای ضربه زدن به توپ استفاده می‌شود مشخص کردیم (هایتز و همکاران[7]، ۲۰۱۴).

برای اجرای تست اسکات تک‌پا (SLS[8]) (ICC= 0.81; range 0.66-0.87) (ویکز و همکاران[9]، ۲۰۱۲) ابتدا یک شکل «T»، (۶ سانتی‌متر افقی و ۱۰ سانتی‌متر عمودی) با استفاده از چسب ورزشی سفید رنگ ۱/۵ سانتی‌متری بر روی زمین رسم شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد که بدون کفش در حالی‌که پاهای خود را موازی و به‌اندازه‌ی عرض شانه بازکرده‌اند و بازوها نیز در کنار بدن قرار گرفته باشد بایستند. سپس به آزمودنی‌ها آموزش داده شد که پای غالب خود را بر روی محور بلند شکل T قرار دهند، طوری‌که متاتارسال دوم عمود بر بخش افقی باشد اما آن را لمس نکند و پای آزاد آنها ۹۰ درجه خم و ران موازی با پای تکیه‌گاه باشد. سپس از آنها خواسته شد تنه خود را صاف نگه‌دارند و با فرمان آزمونگر با حفظ تعادل، تا حد ممکن با

1. Herman et al
2. Ramirez et al
3. Schurr et al
4. Plug-in gait
5. Coach bias
6. posture
7. Haitz et al
8. Single leg squat
9. Weeks et al

اسکات به سمت پایین بروند سپس با حفظ تعادل به حالت اولیه بازگردند. هر اسکات تک‌پا دو ثانیه طول می‌کشید و آزمودنی‌ها پس از انجام تست برای اجرای مجدد حتماً باید به حالت اولیه باز می‌گشتند (مک‌گاورن و همکاران[1]، ۲۰۱۸). آزمودنی‌ها پس از سه اجرای موفق اسکات تک‌پا بر روی پای غالب، تست را به همین شیوه بر روی پای غیر غالب خود اجرا می‌کردند (مک گاورن و همکاران، ۲۰۱۸).

بعد از این‌که تست SLS برای هر دو پا به‌طور کامل انجام شد، آزمودنی‌ها سه دقیقه استراحت کردند سپس تست پرش تک‌پا (ICC=۹۳, CI=۹۵٪) (رامیرز و همکاران، ۲۰۱۸) را انجام دادند. برای انجام این تست ابتدا از آزمودنی‌ها خواسته شد تا بر روی پای غالب یک پرش با حداکثر توان انجام دهند و در هنگام فرود، برای حداقل دو ثانیه تعادل خود را حفظ کنند. اگر آزمودنی نمی‌توانست تعادل خود را برای حداقل دو ثانیه حفظ کند بعد از سی ثانیه استراحت دوباره تست را انجام می‌داد. بعد از این‌که تست به درستی انجام شد، نقطه مرجع حداکثر پرش بر روی زمین با چسب مشخص شد. سپس در حالی‌که آزمودنی یک دقیقه استراحت می‌کرد محققین دوربین‌ها و تجهیزات را به درستی در محلشان قرار می‌دادند و تست شروع می‌شد. آزمودنی‌ها می‌بایست تست پرش تک‌پا را در محل مشخص شده انجام می‌دادند و در هنگام فرود تعادلشان را برای دو ثانیه حفظ می‌نمودند. آزمودنی‌ها بین هر اجرای تست یک دقیقه استراحت می‌نمودند. اگر به هر دلیلی تست پرش تک‌پا درست اجرا نمی‌شد پس از شصت ثانیه استراحت دوباره تست گرفته می‌شد. پس از این‌که سه مرتبه پرش تک‌پا بر روی پای غالب به‌طور کامل و موفق انجام شد، پس از سه دقیقه استراحت، از همین شیوه برای اجرای تست پرش تک‌پا بر روی پای غیرغالب نیز استفاده شد (رامیرز و همکاران، ۲۰۱۸).

بعد از این‌که تست‌ها انجام شد و ویدیوها ضبط گردید فیلم‌ها به لپ‌تاپ انتقال داده شد سپس فیلم‌های دوبُعدی با استفاده از نرم‌افزار کینوویا (KINOVEA OPEN SOURCE PROJECT, WWW.KINOVEA.COM; V0.8.15) ارزیابی شدند. برای هر آزمودنی دو تصویر همزمان در صفحات فرونتال و ساجیتال گرفته شد (یکی در حالتی ایستاده و دیگری در حداکثر فلکشن زانو) سپس بر روی هر یک از تصاویر، محققین زاویه مفصل را در تنه، ران، زانو و مچ پا با استفاده از مارکرهای ریترورفلکتیو اندازه‌گیری و تغییرات زاویه مفصل در دو حالت ایستاده و حداکثر فلکشن زانو را اندازه‌گیری نموده‌اند (اسکار و همکاران، ۲۰۱۷).

در تصاویر صفحه ساجیتال، زاویه فلکشن تنه به‌عنوان زاویه بین خط قائم (عمود بر زمین) که ساکروم را به دو بخش تقسیم می‌کند و خطی که ستون فقرات ناحیه پشتی را به دو بخش تقسیم می‌کند اندازه‌گیری شد. زاویه فلکشن زانو به‌عنوان زاویه بین تروکانتر بزرگ و قوزک خارجی پا در حالی‌که کندیل خارجی زانو به‌عنوان تکیه‌گاه می‌باشد و پلانتار فلکشن مچ پا به‌عنوان زاویه بین خطی که از کندیل خارجی زانو به قوزک خارجی و خطی که موازی با استخوان پنجم کف‌پایی رسم می‌شود محاسبه شد. در صفحه فرونتال، برای محاسبه والگوس زانو، زاویه بین سه‌نقطه وسط قوزک داخلی و خارجی مچ‌پا، مرکز کندیل‌های داخلی و خارجی ران و انتهای پروگزیمال ران موازی با خار خاصره‌ای قدامی فوقانی[2] محاسبه شد (اسکار و همکاران، ۲۰۱۷).

مداخلات: قبل از شروع تحقیق از تمامی آزمودنی‌ها رضایت‌نامه کتبی شرکت در تحقیق به عمل آمد. یک هفته پس از ارزیابی اولیه و انجام پیش‌آزمون، آزمودنی‌ها با استفاده از روش تصادفی بلوکی به دو گروه مساوی نت‌بال و ۱۱+ تقسیم شدند و تمرینات گرم کردن را به‌صورت سه جلسه در هفته و مدت زمان ۲۵-۲۰ دقیقه انجام دادند. تمرینات زیر نظر یک مربی با تجربه و تحت نظارت یکی از محققان اجرا شد. برنامه پیشگیری از آسیب فیفا ۱۱+ از سه بخش تشکیل شده است که شامل تمرینات دویدن، تمرینات قدرتی و تمرینات پیشرفته دویدن هست. تمرینات قدرتی شامل تمرینات افزایش قدرت ناحیه شکم ۳ و اندام تحتانی، تعادل و حس عمقی می‌شود (دانشجو و همکاران[4]، ۲۰۱۲). گرم‌کردن نت بال اسمارت داینامیک نیز بر اساس ساختارهای تمرینات فیفا۱۱+ هست، با این وجود تغییراتی در برنامه برای تخصصی‌تر کردن این شیوه برای ورزش نت بال استفاده شده است (مکنزی و همکاران، ۲۰۱۹). پروتکل اجرایی تمرینات تغییراتی داشته و تمرینات «زانو بلند»[5]، «پاشنه باسن»[6]، همچنین تمرینات پرش و فرود متفاوتی به

1. McGovern et al

2. Anterior Superior Iliac Spine
3. Core
4. Daneshjoo et al
5. High knee
6. Butt kicks

تمرینات اضافه شده است. مانند بخش ۲ فیفا ۱۱+ (شامل تمرینات قدرت، پلایومتریک و تعادل)، تمرینات بخش A (قدرت) و C (آماده‌سازی پویا) نت بال اسمارت نیز دارای ۳ سطح دشواری (مبتدی، متوسط، دشوار) هست. که با توجه به بازه تمرینی ۶ هفته‌ایی که در نظر گرفته‌ایم، و با توجه به اصل اضافه‌بار، ۲ هفته اول تمرینات سطح مبتدی، ۲ هفته دوم تمرینات سطح متوسط و ۲ هفته سوم تمرینات سطح دشوار مورد استفاده قرار گرفت. بخش انتهایی تمرینات نت بال (بخش D) شامل آماده‌سازی اختصاصی نت بال هست. در این بخش، به‌جای تمرینات دویدن در زمین فوتبال (بخش ۳ فیفا ۱۱+)، گرم کردن نت بال شامل دویدن (٪۸۰- ۷۵ حداکثر سرعت) و توقف در مسیر ۳ متری به‌صورت اینتروال هست، اجرای مانور برشی و تمرینات پلایومتریک به‌صورت تک‌پا همراه با تمرینات تعادلی تک‌پا هست.

جدول ۱: برنامه پیشگیری فیفا ۱۱+

۲۰ دقیقه مدت‌زمان تمرین پس از آشنایی	
تمرین	تکرار-ثانیه
تمرینات دویدن	۸ دقیقه
دویدن به سمت جلو و مستقیم	۲تکرار
دویدن، چرخش خارجی ران	۲تکرار
دویدن، چرخش داخلی ران	۲تکرار
چرخیدن دور یار تمرینی	۲تکرار
زدن شانه‌ها به همدیگر	۲تکرار
دویدن سریع به جلو و برگشت به عقب	۲تکرار
تمرینات قدرتی، پلایومتریک، تعادلی	۱۰دقیقه
پلانک	
۱) ایستا	ثانیه ۳۰-۲۰ * ۳
۲) جابه‌جایی متناوب پاها	ثانیه ۳۰-۲۰ * ۳
۳) همراه با بلند کردن پا و نگه‌داشتن آن	ثانیه ۳۰-۲۰ * ۳
پلانک جانبی	
۱) ایستا	ثانیه ۳۰-۲۰ *۳
۲) همراه با بالا و پائین بردن لگن	ثانیه ۳۰-۲۰ *۳
۳) با بلند کردن پا	ثانیه ۳۰-۲۰ *۳
حرکت همسترینگ	
۱) مبتدی	۵-۳ تکرار
۲) متوسط	۱۰-۷ تکرار
۳) دشوار	۱۵-۱۲ تکرار
تعادل	
۱) ایستادن روی یک‌پا و نگه‌داشتن توپ	ثانیه (هر پا)۳۰ *۲
۲) ایستادن روی یک‌پا و پرتاب توپ به سمت یار تمرینی	ثانیه (هر پا)۳۰ *۲
۳) ایستادن روی یک‌پا و برهم زدن تعادل یار تمرینی	ثانیه (هر پا)۳۰ *۲
اسکات	
۱) همراه با بلند شدن روی انگشتان پا	ثانیه ۳۰ *۲
۲) راه رفتن به شکل لانچ	ثانیه ۳۰ *۲
۳) اسکات روی یک‌پا	ثانیه (هر پا)۳۰ *۲
پرش	
۱) پرش عمودی	ثانیه ۳۰ *۲
۲) پرش جانبی	ثانیه ۳۰ *۲
۳) پرش در جهت‌های گوناگون	ثانیه ۳۰ *۲
تمرینات دویدن	۲ دقیقه
دویدن در عرض زمین	۲ تکرار
دویدن توأم با جهش	۲ تکرار
حرکات برشی	۲ تکرار

جدول ۲: تمرینات نت بال اسمارت داینامیک

۲۵ دقیقه مدت زمان تمرین پس از آشنایی	
A - تمرینات قدرتی	۶ دقیقه
پلانک	
۱) ایستا	ثانیه ۳۰-۲۰ *۳
۲) جابه‌جایی متناوب پاها	ثانیه ۳۰-۲۰ *۳
۳) همراه با بلند کردن پا و نگه‌داشتن آن	ثانیه ۳۰-۲۰ *۳
پلانک جانبی	
۱) ایستا	ثانیه ۳۰-۲۰ *۳
۲) همراه با بالا و پائین بردن لگن	ثانیه ۳۰-۲۰ *۳
۳) با بلند کردن پا	ثانیه ۳۰-۲۰ *۳
حرکت همسترینگ	
۱) مبتدی	۵-۳ تکرار یا ۵-۳ هر پا
۲) متوسط	۱۰-۷ تکرار یا ۵ هر پا
۳) دشوار	۱۰ هر پا
تعادل	
۱) ایستادن روی یک‌پا و نگه‌داشتن توپ	ثانیه (هر پا)۳۰ *۲
۲) ایستادن روی یک‌پا و پرتاب توپ به سمت یار تمرینی	ثانیه (هر پا)۳۰ *۲
۳) ایستادن روی یک‌پا و برهم زدن تعادل یار تمرینی	ثانیه (هر پا)۳۰ *۲
B- تمرینات دویدن	۸ دقیقه
دویدن به سمت جلو و مستقیم	۱۵*۲ متر
دویدن، چرخش خارجی ران	۱۵*۲ متر
دویدن، چرخش داخلی ران	۱۵*۲ متر
دویدن همراه با بلند کردن زانو و پرش	۱۵*۲ متر
چرخیدن دور یار تمرینی	۱۵*۲ متر
زدن شانه‌ها به همدیگر	۱۵*۲ متر
دویدن سریع به جلو و برگشت به عقب	۱۵*۲ متر
C- تمرینات آماده‌سازی پویا	۸ دقیقه
اسکات	
۱) اسکات	۱۰ تکرار
۲) اسکات همراه با بلند شدن روی انگشتان پا و کشش پا	۱۰ تکرار
۳) اسکات تک‌پا	۱۰ تکرار
راه رفتن به شکل لانچ	
۱) راه رفتن به شکل لانچ	۵ تکرار (هر سمت)
۲) راه رفتن به شکل لانچ همراه با بلند شدن روی انگشتان پا	۵ تکرار (هر سمت)
۳) راه رفتن به شکل لانچ همراه با بلند شدن روی انگشتان پا و کشش پا	۵ تکرار (هر سمت)
پرش	
۱) پرش عمودی	۵ تکرار
۲) پرش جانبی	۵ تکرار (هر سمت)
۳) پرش در جهت‌های گوناگون	۵ تکرار (هر سمت)
پرش، چرخش و فرود	
۱) پرش و چرخش ۹۰ درجه و فرود	۵ تکرار (هر سمت)
۲) پرش و چرخش ۱۸۰ درجه و فرود	۵ تکرار (هر سمت)
۳) پرش و چرخش ۲۷۰ درجه و فرود	۵ تکرار (هر سمت)
D- تمرینات دویدن و توقف	۳ دقیقه
دویدن ۸۰-۷۰% سرعت و توقف در مسیر ۳ متری	۱۵*۲ متر
مانور برشی	۱۵*۲ متر
پلایومتریک به‌صورت تک‌پا و برگشت آهسته	۱۵*۲ متر

روش تجزیه و تحلیل آماری

بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو- ویلک انجام شد. جهت بررسی اثر تعاملی زمان و اثر تعاملی زمان بر گروه از آزمون آنالیز واریانس اندازه‌گیری مکرر استفاده شد. تمامی آزمون‌های آماری در سطح آلفای ۰/۰۵ و با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها

با توجه به اطلاعات جدول شماره ۳ تفاوت معناداری در مشخصات دموگرافیک بین گروه‌ها وجود نداشت. در جدول شماره ۴ و ۵ میانگین و انحراف استاندارد نمرات آزمودنی‌ها دو گروه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون حرکات اسکات و پرش تک‌پا ارائه شده است. نتایج مربوط به آنالیز واریانس مکرر نشان دادند اثر اصلی مقادیر مربوط به عامل زمان معنی‌دار بوده است ($p<۰/۰۵$). یعنی بدون در نظر گرفتن گروه ۱۱+ و نتبال، متغیرهای کینماتیکی در پیش‌آزمون، پس‌آزمون تفاوت دارند. همچنین تعامل میان دو عامل زمان و گروه ($p>۰/۰۵$) معنادار نمی‌باشد.

جدول ۳: مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها

متغیر	گروه نت بال (N=۲۰) (میانگین ± انحراف استاندارد)	گروه فیفا ۱۱+ (N=۲۰) (میانگین ± انحراف استاندارد)	P
سن (سال)	۲۲/۹ ± ۱/۰	۲۳/۶ ± ۱/۸	۰/۲۶
قد (سانتی‌متر)	۱۷۹/۹ ± ۴/۸	۱۷۸/۷ ± ۴/۶	۰/۳۷
وزن (کیلوگرم)	۷۴/۵ ± ۳/۸	۷۶/۶ ± ۳/۱	۰/۱۹
شاخص توده‌ی بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۳/۲ ± ۱/۷	۲۴/۱ ± ۱/۳	۰/۱۶

بررسی تغییرات کینماتیکی در حرکت اسکات

بررسی داده‌های حرکت اسکات تک‌پا تأثیر معنادار عامل زمان با اندازه اثر بالا در هر دو گروه را نشان می‌دهد، این تغییرات حاکی از کاهش والگوس زانو در پای غالب ($F=۱۱۹/۲۸, P=۰/۰۴, \eta p^2=۰/۷۵$) کاهش والگوس زانو در پای غیرغالب ($F=۴۸/۸۱, P=۰/۰۱, \eta p^2=۰/۵۶$)، افزایش فلکشن زانو پای غالب ($P=۰/۰۱, \eta p^2=۰/۹۱, F=۷۲/۶۴$) و همچنین افزایش فلکشن زانو پای غیرغالب ($F=۸۲/۳۶, P=۰/۰۳, \eta p^2=۰/۶۸$) در طول دوره زمانی ۶ هفته‌ای در هر دو گروه می‌باشد (جدول ۴).

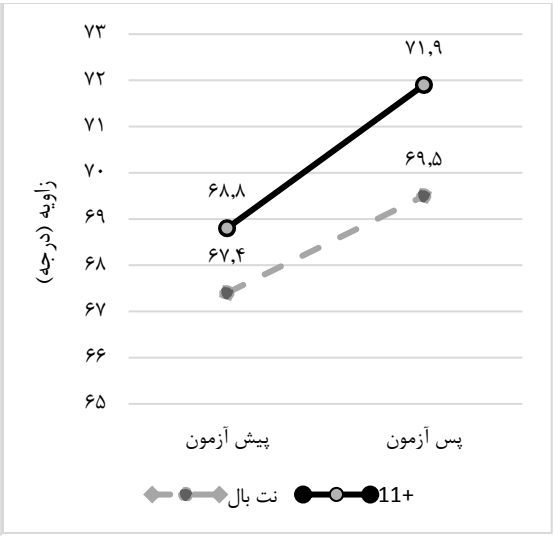
بر خلاف این، تأثیر معناداری از تعامل زمان و گروه در هیچ کدام از متغییرها مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$) (جدول ۲). این عامل نشان می‌دهد که تغییرات بین دو گروه پس از اجرای مداخله یکسان می‌باشد. همچنین در بررسی تأثیر عامل بین گروهی نیز، در هیچ کدام از متغییرها، اختلاف معناداری در مقایسه دو گروه مشاهده نگردید ($P>۰/۰۵$) (جدول ۴).

جدول ۴: نتایج آزمون آنالیز واریانس مکرر در بررسی متغیرهای حرکت اسکات تک‌پا

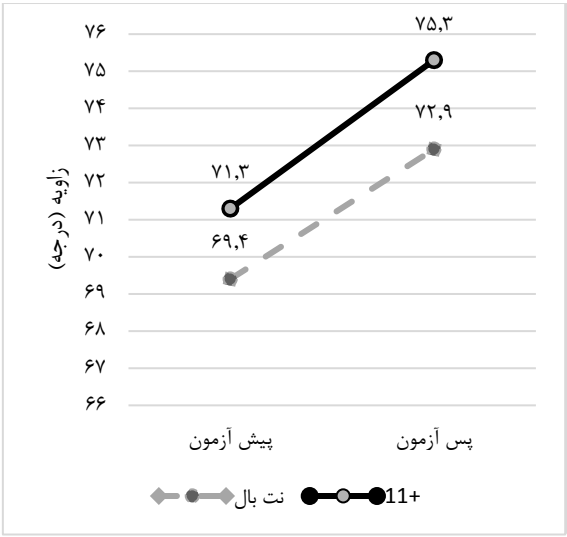
متغیر	گروه	پیش‌آزمون (میانگین± انحراف استاندارد)	پس‌آزمون (میانگین± انحراف استاندارد)	درصد تغییرات نسبت به پیش‌آزمون	تغییرات بین گروهی			اثر تعاملی (زمان*گروه)			تغییرات درون گروهی		
					ηP^2	P	F	ηP^2	P	F	ηP^2	P	F
والگوس زانو پا غالب	نت بال	۵/۶ ± ۱/۳	۳/۹ ± ۱/۱	↓۳۰/۳	۰/۰۱	۰/۹۹	۰/۷۴	۰/۰۱	۰/۸۹	۰/۱۹	۰/۷۵	۰/۰۴*	۱۱۹/۲۸۸
	۱۱+	۵/۶ ± ۰/۷	۳/۸ ± ۱/۴	↓۳۲/۱									
والگوس زانو پا غیرغالب	نت بال	۶/۲ ± ۱/۶	۴/۹ ± ۱/۲	↑۲۰/۹	۰/۰۵	۰/۱۴	۲/۲۷	۰/۰۱	۰/۸۱	۰/۱۲	۰/۵۶	۰/۰۱*	۴۸/۸۱
	۱۱+	۵/۹ ± ۱/۸	۴/۵ ± ۱/۶	↑۲۳/۷									

فلکشن زانو پا غالب	نت بال	۶۹/۴ ± ۷/۶	۷۲/۹ ± ۶/۸	↑۵/۴	۰/۰۷	۰/۳۲	۵/۴۳	۰/۰۳	۰/۲۳	۱/۴۷	۰/۹۱	۰/۰۱*	۷۲/۶۴
	۱۱+	۷۱/۳ ± ۶/۴	۷۵/۳ ± ۵/۲	↑۵/۶									
فلکشن زانو پا غیرغالب	نت بال	۶۷/۴ ± ۷/۵	۶۹/۵ ± ۶/۴	↑۳/۱	۰/۰۴	۰/۶۵	۴/۸۶	۰/۰۷	۰/۹۲	۳/۰۲	۰/۶۸	۰/۰۳*	۸۲/۳۶
	۱۱+	۶۸/۸ ± ۶/۳	۷۱/۹ ± ۵/۹	↑۴/۵									

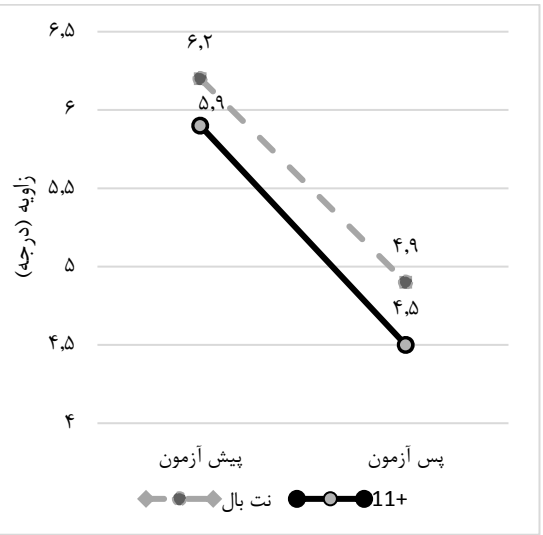
η_p^2 (Partial Eta Squared): اندازه اثر * اختلاف معنادار ↑ افزایش ↓ کاهش



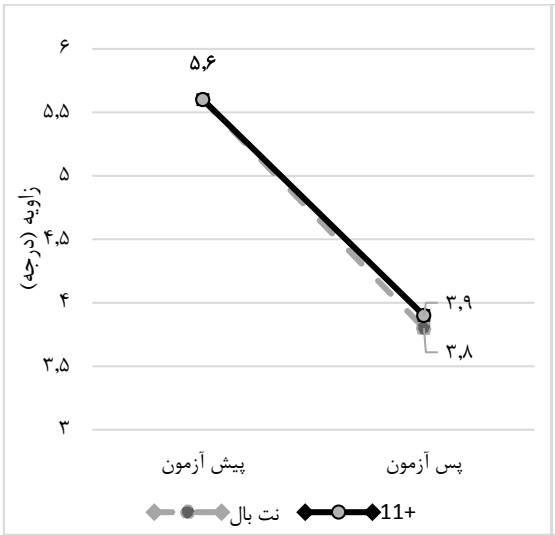
شکل ۱: فلکشن زانو پای غالب در حرکت اسکات تک‌پا



شکل۲: فلکشن زانو پای غیرغالب در حرکت اسکات تک‌پا



شکل۳: والگوس زانو پای غالب در حرکت اسکات تک‌پا



شکل۴: والگوس زانو پای غیرغالب در حرکت اسکات تک پا

با توجه به جدول شماره ۴ و نمودارهای شماره ۴-۱ مشاهده می‌گردد متغیرهای کینماتیکی در پیش‌آزمون یکسان بوده است و با اعمال مداخلات نت‌بال و ۱۱+ تغییرات در هر دو گروه تقریباً با یک نسبت مشابه صورت گرفته است.

بررسی تغییرات کینماتیکی درحرکت پرش تک‌پا

بررسی داده‌های حرکت پرش تک‌پا تأثیر معنادار عامل زمان با اندازه اثر بالا در هر دو گروه نت‌بال و ۱۱+ را نشان می دهد، این تغییرات حاکی از افزایش فلکشن زانو در پای غالب ($F=۱۴۱/۲۵$, $P=۰/۰۱$, $\eta p^2=۰/۷۱$) افزایش فلکشن

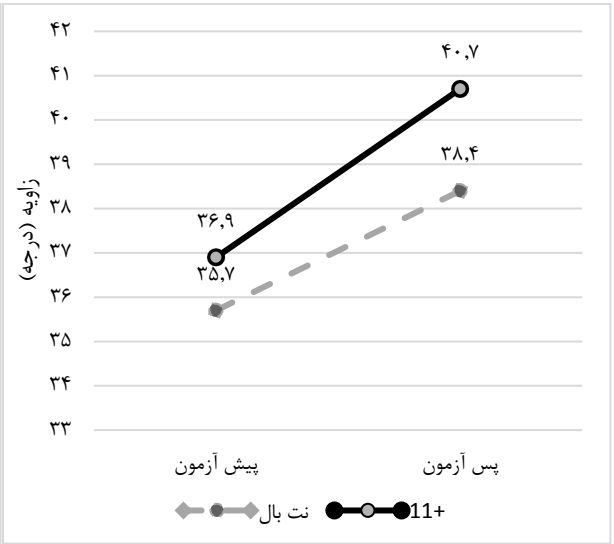
زانو در پای غیرغالب (F=۲۵۲/۰۱, P=۰/۰۱, ηp^2=۰/۸۶)، افـزایش پلانتارفلکشـن پـای غالـب (P=۰/۰۱, ηp^2=۰/۶۳ ,F=۶۶/۷۶)، افـزایش پلانتارفلکشـن پـای غیرغالـب (F=۷۴/۶۷, P=۰/۰۲, ηp^2=۰/۶۶) و همچنـین افـزایش فلکشـن تنـه (F=۷۸/۱۱, P=۰/۰۱, ηp^2=۰/۶۷) در طـول دوره زمانی ۶ هفته‌ای در هر دو گروه می‌باشد (جدول ۵).

برخلاف این، تأثیر معناداری از تعامـل زمـان و گـروه در هیچ کدام از متغییرها مشاهده نشد (P>۰/۰۵) (جـدول ۵). این عامل نشان می‌دهد که تغییـرات بـین دو گـروه پـس از اجرای مداخله یکسان می‌باشد. همچنـین در بررسـی تـأثیر عامل بین گروهی نیز، در هیچ کـدام از متغییرهـا، اخـتلاف معناداری در مقایسه دو گروه مشـاهده نگردیـد (P>۰/۰۵) (جدول ۵).

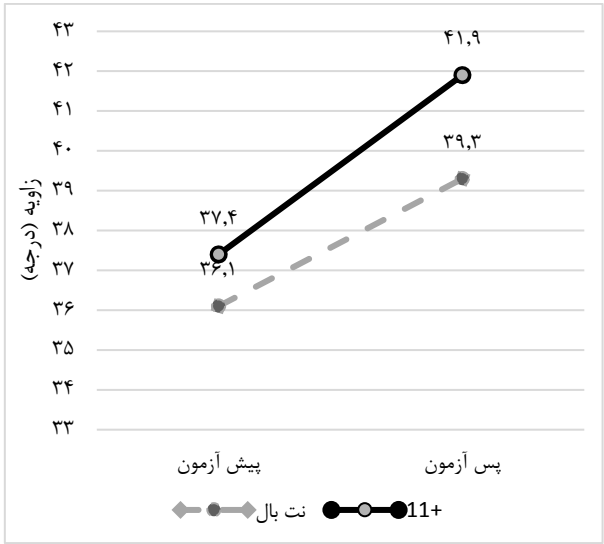
جدول ۵: نتایج آزمون آنالیز واریانس مکرر در بررسی متغیرهای حرکت پرش تک‌پا

متغیر	گروه	پیش‌آزمون (میانگین± انحراف استاندارد)	پس‌آزمون (میانگین± انحراف استاندارد)	درصد تغییرات نسبت به پیش آزمون	تغییرات بین گروهی			اثر تعاملی (زمان*گروه)			تغییرات درون گروهی		
					ηP^2	P	F	ηP^2	P	F	ηP^2	P	F
فلکشن زانو پا غالب	نت بال	۳۶/۱ ± ۳/۹	۳۹/۳ ± ۲/۲	↑۸/۸۶	۰/۰۵	۰/۸۱	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۱۳	۱/۴۵	۰/۷۱	۰/۰۱*	۱۴۱/۲۵
	+۱۱	۳۷/۴ ± ۳/۴	۴۱/۹ ± ۲/۵	↑۱۲/۰۳									
فلکشن زانو پا غیرغالب	نت بال	۳۵/۷ ± ۴/۴	۳۸/۴ ± ۳/۵	↑۷/۵۶	۰/۰۵	۰/۸۶	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۸۱	۰/۱۲	۰/۸۶	۰/۰۱*	۲۵۲/۰۱
	+۱۱	۳۶/۹ ± ۳/۱	۴۰/۷ ± ۲/۷	↑۱۰/۲۹									
پلانتار فلکشن پا غالب	نت بال	۲۵/۰ ± ۴/۴	۲۷/۸ ± ۳/۶	↑۱۱/۲	۰/۰۱	۰/۸۰	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۶۳	۰/۰۱*	۶۶/۷۶
	+۱۱	۲۶/۶ ± ۳/۲	۲۹/۰ ± ۲/۱	↑۹/۲									
پلانتار فلکشن پا غیرغالب	نت بال	۲۴/۱ ± ۴/۱	۲۶/۴ ± ۳/۸	↑۹/۵۴	۰/۰۳	۰/۶۵	۰/۱۹	۰/۰۳	۰/۲۷	۱/۲۴	۰/۶۶	۰/۰۲*	۷۴/۶۷
	+۱۱	۲۵/۴ ± ۳/۷	۲۷/۲ ± ۳/۲	↑۷/۰۸									
فلکشن تنه	نت بال	۹/۲ ± ۱/۹	۱۰/۷ ± ۱/۳	↑۱۶/۳	۰/۰۱	۰/۵۲	۰/۴۲	۰/۰۳	۰/۲۲	۱/۵۱	۰/۶۷	۰/۰۱*	۷۸/۱۱
	+۱۱	۸/۹ ± ۱/۱	۱۰/۸ ± ۱/۶	↑۲۱/۳									

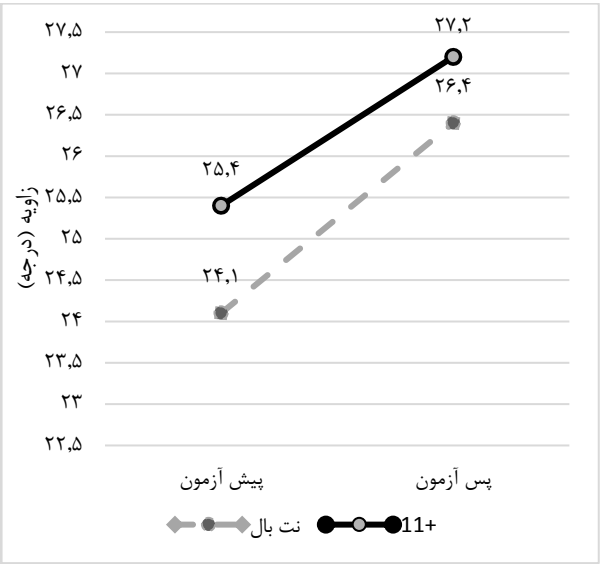
ηP^2 (Partial Eta Squared): اندازه اثر * اختلاف معنادار افزایش↑



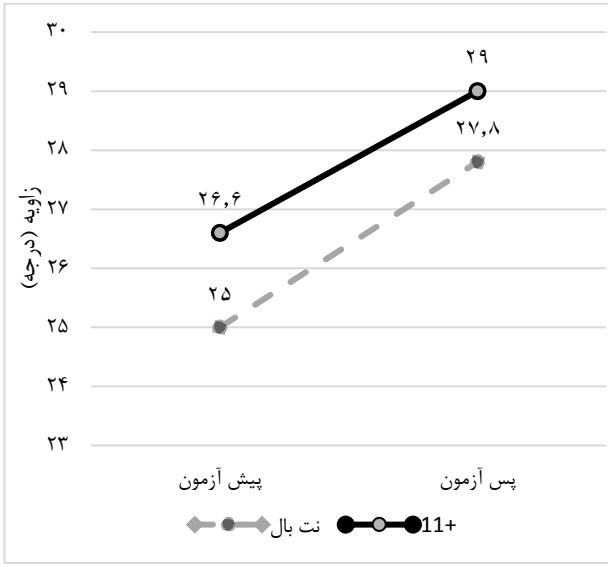
شکل ۵: فلکشن زانو پای غالب در حرکت پرش تک‌پا



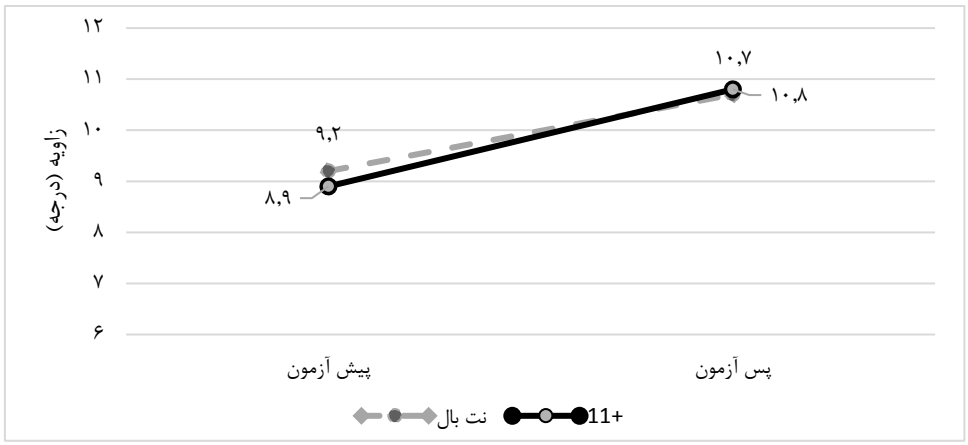
شکل ۶: فلکشن زانو پای غیرغالب در حرکت پرش تک‌پا



شکل ۷: پلانتارفلکشن مچ پای غالب در حرکت پرش تک‌پا



شکل ۸: پلانتارفلکشن مچ پای غیرغالب در حرکت پرش تک‌پا



شکل ۹: فلکشن تنه در حرکت پرش تک‌پا

با توجه به جدول شماره ۵ و نمودارهای شماره ۹-۵، مشاهده می‌گردد که متغیرهای کینماتیکی در پیش‌آزمون یکسان بوده است و با اعمال مداخلات نت‌بال و ۱۱+ تغییرات در هر دو گروه تقریباً با یک نسبت مشابه صورت گرفته است.

بحث

هدف مطالعه حاضر مقایسه میزان اثربخشی برنامه‌های پیشگیری از آسیب فیفا ۱۱+ و نت بال اسمارت بر بیومکانیک اندام تحتانی مرتبط با آسیب ACL در مردان فعال بود. پس از اجرای شش هفته مداخله، متغیرهای فلکشن زانوی پای غالب، فلکشن زانوی پای غیرغالب، والگوس زانوی پای غالب، والگوس زانوی پای غیرغالب در تست اسکات تک‌پا و همچنین فلکشن زانو پای غالب، فلکشن زانوی پای غیرغالب، پلانتار فلکشن پای غالب، پلانتار فلکشن پای غیرغالب و فلکشن تنه در مقایسه با پیش‌آزمون تغییرات معناداری را در هر دو گروه نشان می دهند. با توجه به نتایج این تحقیق اثربخشی هر دو برنامه تمرینی فیفا ۱۱+ و نت بال اسمارت یکسان هست. یافته‌های اصلی تحقیق حاضر نشان می‌دهد که پس از اجرای شش هفته مداخله هر دو برنامه فیفا ۱۱+ و نت بال اسمارت باعث بهبود ریسک فاکتورهای اندام تحتانی در افراد فعال می‌شوند و این یافته‌ها فرضیه اول تحقیق را تأیید می‌کند. همچنین نتایج تحقیق حاکی از آن است که پس از اجرای شش هفته مداخله، تغییرات ریسک فاکتورها بین گروه‌ها علی‌رغم مشاهده تغییرات بیشتر ریسک فاکتورها در گروه ۱۱+ نسبت به گروه نت بال اسمارت، در

هیچ‌کدام از متغیرها بین دو گروه معنادار نمی‌باشند و این نتایج فرضیه دوم تحقیق ما مبنی بر تأثیرگذاری معنادار تمرینات فیفا ۱۱+ را تأیید نمی‌کند.

بیشتر تحقیقات درباره تأثیر تمرینات پیشگیری از آسیب، بر روی گزارش تعداد آسیب در انتهای فصل ورزشی تمرکز نموده‌اند (ال اتر و همکاران[1]، ۲۰۱۷؛ بارتز، ۲۰۱۸؛ گرومز و همکاران[2]، ۲۰۱۳)؛ و مطالعات کمی بر روی تغییر در بیومکانیک مفاصل پس از تمرینات انجام شده است (اکبری و همکاران، ۲۰۱۹؛ تیلور و همکاران[3]، ۲۰۱۸).

ال اتر و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که ۳-۲ جلسه برنامه فیفا ۱۱+ به مدت شش ماه باعث کاهش معنادار آسیب شده است (ال اتر و همکاران، ۲۰۱۷). گرومز و همکاران نیز گزارش کرده‌اند که اجرای برنامه فیفا ۱۱+، ۵ تا ۶ جلسه در هفته می‌تواند باعث کاهش آسیب تا ۸۲٪ شود (گرومز و همکاران، ۲۰۱۳). اکبری و همکاران نیز در سال ۲۰۱۹ تأثیر ۸ هفته تمرینات ۱۱+ را بر الگوی کینماتیکی مردان نخبه فوتبالیست در حین پرش جفت‌پا (آزمون LESS) بررسی نمودند. نتایج آنها حاکی از تأثیرات مثبت برنامه ۱۱+ بر الگوی پرش می‌باشد (اکبری و همکاران، ۲۰۱۹). برخلاف این تحقیقات بارتز و همکاران که به مدت سه ماه با دختران بسکتبالیست دبیرستانی به‌طور میانگین چهار جلسه در هفته تمرین کرده بودند گزارش کرده‌اند که تعداد کل آسیب‌ها در فصل ۱۸-۲۰۱۷ نسبت به فصل ۱۷-۲۰۱۶ کاهش داشته اما این کاهش معنادار نیست (بارتز، ۲۰۱۸). همچنین هامس[4] و همکاران نیز گزارش کرده‌اند که نه ماه اجرای برنامه فیفا ۱۱+ باعث کاهش معنادار تعداد آسیب در فوتبالیست‌های بازنشسته (میانگین سنی بالای ۴۰ سال) نشده است (هامس و همکاران، ۲۰۱۵). زبیس و همکاران نیز در سال ۲۰۱۵ گزارش کرده‌اند که ۱۲ هفته تمرین (سه جلسه در هفته) باعث تغییر فعال‌سازی عضلات مرتبط با آسیب ACL شده است. با این وجود، نتایج این تحقیق حاکی از این می‌باشد که ۱۲ هفته تمرینات عصبی عضلانی تأثیر بالقوه‌ای بر عوامل خطر بیومکانیکی مرتبط با آسیب ACL ندارد (زبیس و همکاران، ۲۰۱۶).

مربیان معمولاً برنامه‌های تمرینی عصبی عضلانی و حس عمقی را در تلاش برای اصلاح الگوهای حرکتی پرخطر و پیشگیری از آسیب ACL به‌کار می‌برند. با این وجود، تحقیقاتی که تمرینات کنترل عصبی عضلانی را به‌عنوان یک تکنیک پیشگیری از آسیب حمایت نموده‌اند متناقض می‌باشند (دارگو و همکاران، ۲۰۱۷). دلایل وجود این تفاوت‌ها به‌طور کامل مشخص نیست، و این می‌تواند یکی از علل بالقوه کاربرد کمتر این تمرینات در تیم‌های ورزشی و ورزشکاران باشد. این موارد نیاز برای بهبود درک منطق پشت برنامه‌های پیشگیری از آسیب در ورزش را نشان می‌دهد. لذا برای روشن شدن سازوکارهای احتمالی که اجرای برنامه‌های پیشگیری در کاهش آسیب‌دیدگی دارند، در این مطالعه به بررسی تأثیرات برنامه‌های فیفا ۱۱+ و نت بال اسمارت بر ریسک فاکتورهای کینماتیکی افراد فعال پرداختیم.

یافته‌های مطالعه حاضر حاکی از بهبود ریسک فاکتورهای مرتبط با آسیب ACL در بیومکانیک اندام تحتانی افراد فعال پس از اجرای ۶ هفته مداخلات فیفا ۱۱+ و نت بال اسمارت می‌باشد. نتایج تحقیق ما با یافته‌های بسیاری از مطالعات که به بررسی برنامه‌های پیشگیری از آسیب پرداخته‌اند هم‌راستا می‌باشد (ال اتر و همکاران، ۲۰۱۷؛ اکبری و همکاران، ۲۰۱۹؛ سولیگارد و همکاران، ۲۰۰۸)، ایجاد تغییرات معنادار در ریسک فاکتورهای مرتبط با آسیب، در گروه‌های مداخله را می‌توان در این واقعیت یافت که برنامه فیفا ۱۱+ و نت بال اسمارت مداخلاتی کامل هستند. و شامل تمرینات سرعت، چابکی و پلایومتریک در کنار تمرینات عصبی عضلانی می‌باشند (ایمپلیزری و همکاران، ۲۰۱۳). همچنین در بازیکنان آماتور، به‌ویژه افراد جامعه هدف این تحقیق (افراد فعال)، میزان فشار تمرینات هفتگی بسیار کمتر از ورزشکاران حرفه‌ای می‌باشد. لذا به نظر می‌رسد که میزان فشار تمرینات ۱۱+ و نت بال اسمارت برای تحریک عملکرد عصبی عضلانی که منجر به اجرای بهتر حرکات در افراد فعال می‌شود کافی می‌باشد. علاوه بر این، تمرکز اصلی این برنامه‌ها بر اجرای تکنیک صحیح در حین پرش، فرود و مانور برش و دادن بازخورد درباره الگوهای حرکتی نادرست می‌باشد (اکبری و همکاران، ۲۰۱۹). مجموعه این عوامل می‌تواند باعث تأثیرگذاری معنادار تمرینات در پس‌آزمون شده باشد و ما

1. Al Attar et al
2. Grooms et al
3. Taylor et al
4. Hammes

حدس می‌زنیم که تغییرات بیومکانیکی کـه پـس از اجـرای مداخلات مشاهده شده است ممکن است مکانیسـم کلیـدی برای توضـیح تـأثیرات برنامـه‌هـای پیشـگیری از آسـیب در کاهش تعداد آسیب‌ها باشد که توسط تحقیقات قبل گزارش شده است.

یافته‌های تحقیق ما با نتایج تحقیقاتی که حاکی از عـدم تأثیرگذاری برنامه‌های پیشگیری در کاهش تعداد آسیب یـا عدم تغییر بیومکانیک اندام تحتانی می‌باشد در تناقض است (بارتز، ۲۰۱۸؛ زبـیس و همکـاران، ۲۰۱۶). ایـن نکتـه بایـد مدنظر باشد که آسیب‌دیدگی یک موقعیت پیچیده می‌باشـد و الگوی وقوع آسیب و همچنین عوامل خطر آسیب‌دیـدگی مـی‌توانـد توسـط جنسـیت، سـن، سـطح بـازی و شـرایط جغرافیایی و محیطی منطقه تحت تأثیر قرار گیرد (اورکـارد و همکاران[1]، ۲۰۱۳؛ هاگلند و همکاران[2]، ۲۰۰۹). تحقیقـات ثابت کرده‌اند که برنامه‌های عصبی عضلانی هنگـامی کـه دو یا سه جلسه در هفته اجرا می‌شوند به‌طور معنـاداری باعـث کاهش تعداد آسیب در فوتبالیست‌های جـوان خواهنـد شـد (گیلچریسـت و همکـاران[3]، ۲۰۰۸؛ سـولیگارد و همکـاران، ۲۰۰۸). بنابراین این احتمال وجود دارد که تکرارهای کمتر جلسات تمرین (یک جلسه در هفتـه) در مطالعـه هـامس و همکاران محرک کافی برای ایجـاد اثـرات عصـبی عضـلانی طولانی مدت که در جلوگیری از آسـیب مـؤثر مـی‌باشـد را ایجاد نکرده است (هامس و همکـاران، ۲۰۱۵). اخـتلاف در یافته‌ها می‌تواند بـا تفـاوت در ویژگـی‌هـای جمعیتـی بـین مطالعات شـامل تفـاوت در جنسـیت و سـن آزمـودنی‌هـای تحقیق حاضر و مطالعه بارتز و همکـاران توضـیح داده شـود (بارتز، ۲۰۱۸)؛ همچنین مشخص شـده اسـت کـه افـراد بـا الگوهای حرکتی مختلف ممکن است پاسخ‌های متفـاوتی را به برنامه‌هـای پیشـگیری از آسـیب داشـته باشـند (مـایر و همکاران، ۲۰۰۷)؛ که ممکن است در ایجاد نتـایج متفـاوت این تحقیقات تأثیرگذار بوده باشد. در همـین راسـتا، برنامـه فیفا ۱۱+ و نت بال اسمارت برنامه‌های چنـدوجهی هسـتند که شامل تمرینات پویا برای پیشگیری از صدمات بر اسـاس دلایل علمی می‌باشند و با مداخله تحقیق زبیس و همکاران کـه فقـط بـر روی یـک یـا دو ریسـک فـاکتور تمرکـز دارد متفاوت می‌باشند و احتمالاً باعث ایجاد تفاوت در یافته‌هـای این دو تحقیق شده است (زبیس و همکاران، ۲۰۱۶).

تغییرات بیومکانیکی اندام تحتانی در پس‌آزمـون حـاکی از تغییرات بیشتر در گـروه ۱۱+ نسـبت بـه گـروه نـت بـال اسمارت می‌باشد. اما در هیچ کدام از متغیرهای بررسی شده تفاوت بین دو گروه معنادار نیست. نت بـال اسـمارت شـیوه تمرینی برگرفته از برنامه فیفا ۱۱+ می‌باشد که با تغییراتـی برای بازیکنان نت بال اختصاصی سازی شده است (مکنـزی و همکاران، ۲۰۱۹). شباهت‌های زیاد دو برنامه تمرینی ۱۱+ و نت بال اسمارت، احتمالاً باعث ایجاد تـأثیرات یکسـان بـر متغیرهای گروه‌های مداخله در پـس‌آزمـون شـده اسـت. بـا توجه بـه دانـش مـا تـاکنون مطالعـه‌ای بـه بررسـی میـزان اثربخشی تمرینات نت بال اسمارت نپرداخته است و بنابراین مقایسه نتیجه تحقیق حاضر با تحقیقات مشابه امکـان‌پـذیر نیست و به مطالعات بیشتری برای تأیید یا رد نتایج مطالعـه ما که حاکی از اثربخشی یکسان برنامه نـت بـال اسـمارت و برنامه فیفا ۱۱+ می‌باشد مورد نیاز است.

در دهه‌های اخیر، پیشگیری از آسیب‌های ورزشی بخش عمده توجه متخصصان پزشکی ورزشی را به خـود معطـوف نموده است و همچنین به‌تازگی نهادهای بین‌المللـی ماننـد کمیته بین‌المللی المپیک و فیفا، اعلام نموده‌اند که مراقبـت از سلامتی ورزشکاران از اهداف اصلی آنها می‌باشـد. از آنجـا که جلوگیری از آسیب‌دیدگی و ترویج ورزش به‌عنـوان یـک فعالیت تفریحی تقویت‌کننده سـلامت و بهبوددهنـده رفتـار اجتماعی از اهداف این نهادها می‌باشد (بیزینی و همکـاران، ۲۰۱۵؛ جانگ و همکاران[4]، ۲۰۱۱). لذا، بـه نظـر مـی‌رسـد بررسی تأثیرات برنامه‌های پیشگیری از آسیب به موقـع‌تـر و ضروری‌تر از همیشه است..

نتـایج تحقیـق حاضـر کـه حـاکی از تـأثیرات مثبـت برنامه‌های پیشگیری از آسیب می‌باشد این فرضیه را تقویت می‌کند که برنامه‌های پیشگیری نه تنها از بروز آسـیب‌هـای فوتبالی می‌کاهند بلکه پتانسیل صرفه‌جویی میلیاردهـا دلار در هزینه‌های مرتبط با بخش سلامت در سرتاسـر جهـان را نیز دارند، وجود مدارک مبتنی بر کاهش احتمـال آسـیب و در نتیجه کاهش هزینه‌های مرتبط با آسیب‌دیدگی متعاقـب بکارگیری این برنامـه‌هـا مـی‌توانـد در ترغیـب آژانـس‌هـای سـلامت عمـومی جهـت حمایـت از اجـرای برنامـه‌هـای پیشگیری از آسیب مانند ۱۱+ و نت بال اسـمارت در سـطح

1. Orchard et al
2. Hägglund et al
3. Gilchrist et al
4. Junge et al

عمومی مفید باشد. نتایج این تحقیق همچنین اهمیت اجرای برنامه‌های پیشگیری را برای تیم‌های ورزشی برجسته می‌نماید. شواهد مبتنی بر بهبود عملکرد عصبی عضلانی در استفاده بیشتر از این برنامه‌ها توسط ورزشکاران، مربیان و باشگاه‌ها تأثیر خواهد داشت (مک هاگ[1]، ۲۰۰۹). به‌طور مشابه پیشگیری از آسیب و در نتیجه کاهش تعداد بازیکنان آسیب‌دیده به این معنی می‌باشد که مربی، بازیکنان در دسترس بیشتری برای تشکیل تیم ایدئال مورد نظر خود خواهد داشت. بنابراین، نتایج این تحقیق یک گام مهم برای انتشار برنامه پیشگیری از آسیب فیفا ۱۱+ و نت بال اسمارت در سطح عمومی می‌باشد و می‌تواند به تعداد زیادی از افراد در سرتاسر جهان تعمیم پیدا کند.

احتیاط‌های فراوانی برای اجرای موفقیت‌آمیز برنامه‌های پیشگیری از آسیب انجام شد، با این‌حال، محدودیت‌هایی در اجرای این برنامه وجود داشت. محدودیت‌های این برنامه شامل نبود اجرای Follow-up برای بررسی میزان ماندگاری این تأثیرات می‌باشد. یک مطالعه Follow-up از برنامه‌های فیفا ۱۱+ و نت بال اسمارت می‌تواند میزان ماندگاری اثرات این تمرینات را در افراد فعال مشخص نماید. همچنین تعمیم دادن این نتایج به جامعه زنان نیز از دیگر محدودیت‌های این تحقیق می‌باشد زیرا جامعه مورد مطالعه این تحقیق فقط مردان فعال می‌باشد، بنابراین صحیح بودن این نتایج برای جامعه زنان مشخص نیست. از آنجا که تصویربرداری دوبعدی محدودیت‌هایی در شناسایی حرکات چرخشی مفاصل در صفحات حرکتی دارد لذا نتایج این تحلیل باید با احتیاط بررسی شود، و مطالعات آینده با استفاده از سیستم آنالیز حرکت سه‌بعدی برای تأیید این یافته‌ها مورد نیاز می‌باشد و همچنین ما در این تحقیق دیتاها را با فرکانس قطع ۶ هرتز فیلتر نمودیم تحقیقات آینده می‌توانند از فرکانس قطع بالاتری برای فیلتر دیتاها استفاده نمایند.

این تحقیق به‌منظور بررسی میزان اثرگذاری تمرینات فیفا ۱۱+ و نت بال اسمارت بر روی کینماتیک اندام تحتانی افراد فعال اجرا شده است، اما همچنان به تحقیقات بیشتری برای تکمیل و تأیید اثرگذاری این برنامه‌ها مورد نیاز می باشد. تحقیقات بعدی می‌توانند با ایجاد تغییراتی در پروتکل‌ها، مثلاً کاهش زمان اجرای برنامه یا اختصاصی سازی تمرینات با ورزش مورد نظر، همچنین به‌کار بردن بازخوردهای کلامی در حین تمرینات یا استفاده از توپ در حین اجرای تمرین باعث افزایش رغبت شرکت‌کنندگان به اجرای تمرینات شوند و سپس تأثیر این موارد را گزارش نمایند.

نتیجه‌گیری

یافته‌های اصلی این تحقیق پیشنهاد می‌کند که اجرای شش هفته تمرینات ۱۱+ و نت بال اسمارت باعث بهبود ریسک فاکتورهای آسیب ACL در افراد فعال جامعه می‌شود. بنابراین، برنامه‌های فیفا ۱۱+ و نت بال اسمارت می‌توانند به‌عنوان ابزارهای کاربردی برای افراد فعال جامعه در نظر گرفته شوند، زیرا به نظر می‌رسد این تمرینات محرک کافی برای ایجاد تغییرات معناداری در بهبود متغیرهای بیومکانیکی مرتبط با آسیب ACL را در افراد فعال جامعه دارا می‌باشند. در نهایت، به علت مزایای سلامتی تجربه-محور برنامه‌های گرم کردن فیفا ۱۱+ و نت بال اسمارت، جامعه هدف این برنامه‌ها می‌توانند به افراد فعال جامعه تعمیم یابد، که این موارد می‌تواند به بهبود سطح سلامت جامعه منجر شود.

1. McHugh

References

Akbari, H., Sahebozamani, M., Daneshjoo, A., Amiri-Khorasani, M., & Shimokochi, Y. (2019). "Effect of the FIFA 11+ on Landing Patterns and Baseline Movement Errors in Elite Male Youth Soccer Players". Journal of sport rehabilitation, 1(8), 1-8.

Al Attar ,W. S. A., Soomro, N., Pappas, E., Sinclair, P. J., & Sanders, R. H. (2017). "Adding a post-training FIFA 11+ exercise program to the pre-training FIFA 11+ injury prevention program reduces injury rates among male amateur soccer players: a cluster-randomised trial". Journal of physiotherapy, 63(4), 235-242.

Bartz, H. (2018). Examining the Impact of Adding Gluteal Strengthening Exercises to the FIFA 11+ Warm-Up Program on High School GIrls' Basketball Reported Injuries.

Bizzini, M., & Dvorak, J. (2015). "FIFA 11+: an effective programme to prevent football injuries in various player groups worldwide a narrative review". Br J Sports Med, 49(9), 577-579 .

Boden, B. P., Sheehan, F. T., Torg, J. S., & Hewett, T. E. (2010). "Non-contact ACL injuries: mechanisms and risk factors". The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, 18(9), 520.

Boden, B. P., Torg, J. S., Knowles, S. B., & Hewett, T. E. (2009). "Video analysis of anterior cruciate ligament injury: abnormalities in hip and ankle kinematics". The American journal of sports medicine, 37(2), 252-259.

Daneshjoo, A., Mokhtar, A. H., Rahnama, N., & Yusof, A. (2012). "The effects of comprehensive warm-up programs on proprioception, static and dynamic balance on male soccer players". PloS one, 7(12), 15-21.

Dargo, L., Robinson, K. J., & Games, K. E. (2017). "Prevention of knee and anterior cruciate ligament injuries through the use of neuromuscular and proprioceptive training: an evidence-based review". Journal of athletic training, 52(12), 1171-1172.

DiStefano, L. J., Padua, D. A., DiStefano, M. J., & Marshall, S. W. (2009). "Influence of age, sex, technique, and exercise program on movement patterns after an anterior cruciate ligament injury prevention program in youth soccer players". The American journal of sports medicine, 37(3), 495-505 .

Gilchrist, J., Mandelbaum, B. R., Melancon, H., Ryan, G. W., Silvers, H. J., Griffin, L. Y., . . . Dvorak, J. (2008). "A randomized controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players". The American journal of sports medicine, 36(8), 1476-1483.

Gottlob, C., & Baker Jr, C. (2000). "Anterior cruciate ligament reconstruction: socioeconomic issues and cost effectiveness. American journal of orthopedics", 29(6), 472-476.

Grooms, D. R., Palmer, T., Onate, J. A., Myer, G. D., & Grindstaff, T. (2013). "Soccer-specific warm-up and lower extremity injury rates in collegiate male soccer players". Journal of athletic training, 48(6), 782-789.

Hägglund, M ,.Waldén, M., & Ekstrand, J. (2009). "Injuries among male and female elite football players". Scandinavian journal of medicine & science in sports, 19(6), 819-827.

Haitz, K., Shultz, R., Hodgins, M., & Matheson, G. O. (2014). "Test-retest and interrater reliability of the functional lower extremity evaluation". journal of orthopaedic & sports physical therapy, 44(12), 947-954.

Hammes, D., Aus der Fünten, K., Kaiser, S., Frisen, E., Bizzini, M., & Meyer, T. (2015). "Injury prevention in male veteran football players–a randomised controlled trial using "FIFA 11+"". Journal of sports sciences, 33(9), 873-881.

Herman, D. C., Weinhold, P. S., Guskiewicz, K. M., Garrett, W. E., Yu, B., & Padua, D. A. (2008). "The effects of strength training on the lower extremity biomechanics of female recreational athletes during a stop-jump task". The American journal of sports medicine, 36(4), 733-740.

Hewett, T. E., Ford, K. R., Xu, Y. Y., Khoury, J., & Myer, G. D. (2016). "Utilization of ACL injury biomechanical and neuromuscular risk profile analysis to determine the effectiveness of neuromuscular training". The American journal of sports medicine, 44(12), 3146-3151.

Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Heidt Jr, R. S., Colosimo, A. J., McLean, S. G., … Succop, P. (2000). "Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study". The American journal of sports medicine, 33(4), 492-501.

Hewett, T. E., Torg, J. S & ,.Boden, B. P. (2009). "Video analysis of trunk and knee motion during non-contact anterior cruciate ligament injury in female athletes: lateral trunk and knee abduction motion are combined components of the injury mechanism". British journal of sports medicine, 43(6), 417-422.

Ifmarc. (2015). Anterior cruciate ligament injuries among Iranian soccer players 2015. Retrieved from.

Impellizzeri, F. M., Bizzini, M., Dvorak, J., Pellegrini, B., Schena, F., & Junge, A. (2013). "Physiological and performance responses to the FIFA 11+(part 2): a randomised controlled trial on the training effects". Journal of sports sciences, 31(13), 1491-1502.

Junge, A., Lamprecht, M., Stamm, H., Hasler, H., Bizzini, M., Tschopp, M., … Dvorak, J. (2011). "Countrywide campaign to prevent soccer injuries in Swiss amateur players". The American journal of sports medicine, 39(1), 57-63.

Kristianslund, E., Faul, O., Bahr, R., Myklebust, G., & Krosshaug, T. (2014). "Sidestep cutting technique and knee abduction loading: implications for ACL

prevention exercises". Br J Sports Med, *48*(9), 779-783.

Krosshaug, T., Nakamae, A., Boden, B. P., Engebretsen, L., Smith, G., Slauterbeck, J. R., … Bahr, R. (2007). "Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball: video analysis of 39 cases". The American journal of sports medicine, 35(3), 359-367.

Lim, B.-O., Lee, Y. S., Kim, J. G., An, K. O., Yoo, J., & Kwon, Y. H. (2009). "Effects of sports injury prevention training on the biomechanical risk factors of anterior cruciate ligament injury in high school female basketball players". The American journal of sports medicine, 37(9), 1728-1734.

McGovern, R. P., Martin, R. L., Christoforetti, J. J., & Kivlan, B. R. (2018). "Evidence-based procedures for performing the single leg squat and step-down tests in evaluation of non-arthritic hip pain: a literature review". International journal of sports physical therapy, 13(3), 526.

McHugh, M. (2009). "Injury prevention in professional sports: protecting your investments". Scandinavian journal of medicine & science in sports, 19(6), 751.

McKenzie, C. R., Whatman, C., Brughelli, M., & Borotkanics, R. (2019). "The effect of the NetballSmart Dynamic Warm-up on physical performance in youth netball players". Physical Therapy in Sport, 37, 91-98.

Moses, B., Orchard, J., & Orchard, J. (2012). "Systematic review: annual incidence of ACL injury and surgery in various populations". Research in Sports Medicine, 20(3-4), 157-179.

Myer, G. D., Ford, K. R., Brent, J. L., & Hewett, T. E. (2006). "The effects of plyometric vs. dynamic stabilization and balance training on power, balance, and landing force in female athletes". Journal of Strength and Conditioning Research, 20(2), 345.

Myer, G. D., Ford, K. R., Brent, J. L., & Hewett, T. E. (2007). "Differential neuromuscular training effects onACL injury risk factors in "high-risk" versus "low-risk" athletes". BMC musculoskeletal disorders, 8(1), 39.

Orchard, J. W., Waldén, M., Hägglund, M., Orchard, J. J., Chivers, I., Seward, H., & Ekstrand, J. (2013). "Comparison of injury incidences between football teams playing in different climatic regions". Open access journal of sports medicine, 4(2), 251.

Padua, D. A. (2010). "Executing a collaborative prospective risk-factor study: findings, successes, and challenges". Journal of athletic training, 45(5), 519-521.

Ramirez, M., Negrete, R., Hanney, W. J., & Kolber, M. J. (2018). "Quantifying Frontal Plane Knee Kinematics In Subjects With Anterior Knee Pain: The Reliability And Concurrent Validity Of 2d Motion Analysis". International journal of sports physical therapy, 13(1), 86.

Rössler, R., Donath, L., Bizzini, M., & Faude, O. (2016). "A new injury prevention programme for children's football–FIFA 11+ Kids–can improve motor performance: a cluster-randomised controlled trial". Journal of sports sciences, 34(6), 549-556.

Schurr, S. A., Marshall, A. N., Resch, J. E., & Saliba, S. A. (2017). "Two-dimensional video analysis is comparable to 3D motion capture in lower extremity movement assessment". International journal of sports physical therapy, 12(2), 163.

Silvers-Granelli, H. J., Bizzini, M., Arundale, A., Mandelbaum, B. R., & Snyder-Mackler, L. (2017). "Does the FIFA 11+ injury prevention program reduce the incidence of ACL injury in male soccer players? " Clinical Orthopaedics and Related Research®, 475(10), 2447-2455.

Soligard, T., Myklebust, G., Steffen, K., Holme, I., Silvers, H., Bizzini, M., . . . Andersen, T. E. (2008). "Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial". Bmj, 337, 24-69.

Taylor, J. B., Ford, K. R., Schmitz, R. J., Ross, S. E., Ackerman, T. A., & Shultz, S. J. (2018). "A 6-week warm-up injury prevention programme results in minimal biomechanical changes during jump landings: a randomized controlled trial". Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy, 26(10), 2942-2951.

Weeks, B. K., Carty, C. P., & Horan, S. A. (2012). "Kinematic predictors of single-leg squat performance: a comparison of experienced physiotherapists and student physiotherapists". BMC musculoskeletal disorders, 13(1), 1-7.

Zebis, M. K., Andersen, L. L., Brandt, M., Myklebust, G., Bencke, J., Lauridsen, H. B., . . Aagaard, P. (2016). "Effects of evidence-based prevention training on neuromuscular and biomechanical risk factors for ACL injury in adolescent female athletes: a randomised controlled trial". British journal of sports medicine, 50(9), 552-557.