

## Effect of FIFA 11+ Injury Prevention Program on Anterior Knee Shear Force in Teenage Male Soccer Players

Seyyed Mojtaba Soltandoost Nari<sup>1</sup>, Ahmad Ebrahimi Atri<sup>2\*</sup>, Nahid Khoshraftar Yazdi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> MSc Student of Physical Education. Ferdowsi University of Mashhad. Mashhad, Iran.

<sup>2</sup> Associate Professor of Physical Education. Ferdowsi University of Mashhad. Mashhad, Iran.

<sup>3</sup> Assistant Professor of Physical Education. Ferdowsi University of Mashhad. Mashhad, Iran.

**Received: 2015.October.30   Revised: 2016. February.15   Accepted: 2016.February.20**

**Background and aim:** The FIFA 11+ comprehensive warm-up programs are known to reduce sport injuries in soccer players, especially injury to Anterior Cruciate Ligament (ACL). However, there is limited knowledge on how it affects anterior knee shear force in soccer players. The present study aimed to investigate the effect of the FIFA 11+ injury prevention programs on anterior knee shear force in teenage male soccer players.

**Materials and methods:** In the current semi-experimental study, 30 teenage soccer players, aged between 14 and 16 years, with no injury in the lower extremities, were randomly divided into control (n= 15) and training (n= 15) groups. Force was measured using a force plate (during a single leg jump-landing test). The maximum posterior ground reaction force was considered as the anterior knee shear force (equivalent to the pressure on the ACL). Repeated measures analysis of variance was run for data analysis.

**Results:** The 11+ program training group brought about a significant reduction in the anterior knee shear force compared with that in the control group ( $p < 0.5$ ).

**Conclusion:** The present study demonstrated that the FIFA 11+ injury prevention program can reduce shear force on the anterior knee of teenage male soccer players. This program may result in optimum control of ACL injury by limiting the anterior shear force on the knee, which is one of the risk factors of knee injury.

**Keywords:** FIFA 11+ Program; Anterior Knee Shear Force; Teenage Male Soccer Players; Anterior Cruciate Ligament

**Cite this article as:** Esmaeil Mozafaripour, Reza Rajabi, Hooman Minoonejad. The Study of the Relationship between the Lower Extremity Anatomical Alignment and Q Angle. J Rehab Med. 2017; 6(1): 1-9.

\* **Corresponding Author:** Ahmad Ebrahimi Atri , Assistant Professor of Physical Education. Ferdowsi University of Mashhad. Mashhad, Iran  
Email: ahmadatri2004@yahoo.com

## تأثیر برنامه پیشگیری از آسیب ۱۱+ فیفا بر نیروی برشی قدامی زنانوی پسران فوتبالیست نوجوان

سید مجتبی سلطان‌دوست ناری<sup>۱</sup>، احمد ابراهیمی عطری<sup>۲\*</sup>، ناهید خوشرفتار یزدی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد آسیب شناسی و حرکات اصلاحی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

<sup>۲</sup> دکترای فیزیولوژی ورزش، دانشیار و هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد دانشکده تربیت بدنی، مشهد، ایران

<sup>۳</sup> دکترای طب ورزشی، استادیار و هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد دانشکده تربیت بدنی، مشهد، ایران

\* دریافت مقاله ۱۳۹۴/۰۷/۱۱ بازنگری مقاله ۱۳۹۴/۱۱/۲۶ پذیرش مقاله ۱۳۹۴/۱۲/۰۱ \*

### چکیده

#### مقدمه و اهداف

مطالعات پیشین نشان داده‌اند برنامه‌ی جامع گرم کردن ۱۱+ فیفا به میزان قابل توجهی آسیب‌های ورزشی بازیکنان فوتبال به‌ویژه آسیب ACL را کاهش می‌دهد، اما اطلاعات محدودی در مورد تأثیر این برنامه بر نیروی برشی قدامی زنانوی بازیکنان فوتبال وجود دارد. هدف از انجام مطالعه حاضر بررسی تأثیر برنامه پیشگیری از آسیب ۱۱+ فیفا بر نیروی برشی قدامی زنانوی پسران فوتبالیست نوجوان بود.

#### مواد و روش‌ها

در مطالعه حاضر که به‌صورت نیمه‌تجربی انجام شد، ۳۰ نفر فوتبالیست نوجوان ۱۴ تا ۱۶ سال فاقد هر گونه آسیب، به‌صورت در دسترس و هدفمند به‌عنوان نمونه آماری انتخاب و به‌طور تصادفی به دو گروه تجربی (۱۵ نفر) و کنترل (۱۵ نفر) تقسیم شدند. اندازه‌گیری نیروها (حین اجرای آزمون پرش-فرود یک‌پا) به‌وسیله دستگاه صفحه نیرو صورت گرفت. حداکثر نیروی عکس‌العمل زمین در جهت خلفی به‌عنوان نیروی برشی قدامی زانو (معادل فشار بر ACL) در نظر گرفته شد. از آزمون تحلیل واریانس اندازه-های تکراری ۲×۲ برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد.

#### یافته‌ها

کاهش معناداری در میزان نیروی برشی قدامی زنانوی بازیکنان گروه تمرین در پس‌آزمون در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد ( $p < 0/05$ ).

#### نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر نشان داد برنامه تمرینی پیشگیری از آسیب ۱۱+ فیفا می‌تواند موجب کاهش نیروی برشی قدامی زانو در پسران فوتبالیست نوجوان شود. به نظر می‌رسد این برنامه تمرینی می‌تواند با محدود کردن نیروی برشی قدامی زانو که از عوامل خطر آسیب ACL می‌باشد منجر به کنترل بهینه ACL گردد.

#### واژه‌های کلیدی

برنامه تمرینی ۱۱+ فیفا؛ نیروی برشی قدامی زانو؛ پسران فوتبالیست نوجوان؛ لیگمنت متقاطع قدام

نویسنده مسئول: احمد ابراهیمی عطری، دکترای فیزیولوژی ورزش، دانشیار و هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد دانشکده تربیت بدنی.

مشهد، ایران

آدرس الکترونیکی: ahmadatri2004@yahoo.com

## مقدمه

شرکت بیش تر و مستمر در ورزش‌ها می‌تواند آسیب‌های بیش‌تری را در برداشته باشد.<sup>[۱]</sup> از میان تمامی رشته‌های ورزشی، فوتبال یکی از پرطرفدارترین ورزش‌ها در جوامع مختلف می‌باشد. صرف نظر از طرفداران انبوهی که این رشته به خود جذب نموده است، سالانه تعداد قابل توجهی از افراد علاقه‌مند به این رشته روی می‌آورند.<sup>[۲]</sup> به همراه توسعه‌ی فوتبال، آسیب‌های ناشی از آن نیز گسترش یافته است. آسیب زانو به‌عنوان شایع‌ترین آسیب در فوتبال و نوتوانی و جراحی آن به‌عنوان رایج‌ترین و پرهزینه‌ترین آسیب‌های فوتبال به شمار می‌آید.<sup>[۳]</sup> یکی از متداول‌ترین آسیب‌های موجود در زانو آسیب رباط متقاطع قدامی (ACL) است.<sup>[۴]</sup> پارگی کامل ACL در ورزش فوتبال ده برابر بیشتر از سایر ورزش‌ها گزارش شده است.<sup>[۵]</sup>

تئوری‌های مختلفی، دلایل آسیب ACL را توضیح می‌دهد که می‌توان آن‌ها را به عوامل درونی و بیرونی تقسیم کرد. عوامل درونی شامل فاصله کم بین دو کندیل استخوان ران، ACL ضعیف، شلی فیزیولوژیکی عمومی، اثر هورمونی و ناهنجاری اندام تحتانی است. عوامل خارجی شامل تقابل غیرطبیعی عضله چهارسر رانی<sup>۲</sup> به همسترینگ، تغییر کنترل عصبی-عضلانی، سطح تقابل کفش با زمین بازی و سبک بازی ورزشکار می‌باشد.<sup>[۶]</sup> مکانیسم آسیب‌های ACL به دو دسته برخوردی و غیربرخوردی تقسیم می‌شوند.<sup>[۴]</sup> تقریباً ۹۰-۷۰ درصد صدمات ACL از طریق مکانیسم غیربرخوردی رخ می‌دهد.<sup>[۴]</sup> عملکرد اصلی ACL مانع از جابجایی قدامی درشت‌نی نسبت به ران است.<sup>[۶،۴]</sup>

بسیاری از محققان فاکتورهای بیومکانیکی صفحه ساجیتال از جمله نیروی عکس‌العمل زمین در راستای خلفی را به‌عنوان مکانیسم بار وارده بر ACL نشان داده‌اند.<sup>[۷]</sup> نیروی عکس‌العمل زمین در راستای خلفی در حین فرود آمدن به‌عنوان تخمین‌هایی از تثبیت و پایداری صفحه ساجیتال مفصل زانو به کار گرفته می‌شوند.<sup>[۷،۸]</sup> و می‌توان آن‌ها را معادل نیروی برشی قدامی زانو و اعمال فشار روی ACL در نظر گرفت. نیروی برشی قدامی زانو<sup>۳</sup> (KAS) یک نیرو یا فشار در جهت قدامی سر پروگزیمال درشت‌نی نسبت به سر دیستال استخوان ران است و یا به‌طور برعکس یک نیرویی در جهت خلفی سر دیستال استخوان ران نسبت به سر پروگزیمال درشت‌نی می‌باشد.<sup>[۹]</sup> این نیرو، انتقال قدامی درشت‌نی را ایجاد می‌کند که عمدتاً به‌وسیله ACL بازداشته می‌شود و در نتیجه لیگامنت کشیده شده و این فشار عامل اصلی پارگی ACL است.<sup>[۹]</sup>

کاهش بار وارده بر ACL که شامل نیروی برشی قدامی می‌باشد، به فعالیت صحیح عضلات اندام تحتانی بستگی دارد.<sup>[۱۰،۱۱]</sup> عضلات دوقلو و چهارسر به‌عنوان آنتاگونیست‌های ACL عمل می‌کنند و ممکن است فعالیت آن‌ها نیروی برشی قدامی را افزایش دهند. برعکس، همسترینگ-ها به‌عنوان آگونیست ACL عمل می‌کنند و بار وارده بر ACL را با کاهش نیروی برشی قدامی کم می‌کنند.<sup>[۱۰،۱۲]</sup> همچنین نشان داده شده که افزایش در فعالیت اکستنسورهای زانو منجر به افزایش گشتاور اکستنسورهای آن می‌شود، در نتیجه نیروی برشی قدامی زانو افزایش پیدا کرده و باعث جابجایی قدامی استخوان درشت‌نی نسبت به ران می‌شود و نهایتاً کشیدگی در ACL افزایش می‌یابد.<sup>[۱۳]</sup>

اگرچه وجود آسیب‌های غیربرخوردی ACL مسئله مهمی برای ورزشکاران در عرصه فعالیت‌های ورزشی به‌حساب می‌آیند، ولی امروزه محققین توانسته‌اند برنامه‌های تمرینی با شکل و فرم‌های مختلفی را توصیه کنند، که به‌طور کلی ضمن موفقیت‌آمیز بودن آن در پیشگیری و کاهش این صدمات، بسیار اثربخش بوده است.<sup>[۱۳،۱۴]</sup> مرکز تحقیق و ارزیابی‌های پزشکی فیفا (F-MARC)<sup>۴</sup> با همکاری مرکز تحقیقات و آسیب‌های ورزشی اسلو و مرکز طب ورزشی و ارتوپدی سانتامونیکا، برنامه گرم کردن جامعی موسوم به +۱۱ را با هدف پیشگیری از آسیب‌ها در فوتبال بسط و توسعه داده است. برنامه تمرینی +۱۱ شامل سه قسمت: تمرینات دویندی آهسته، تمرینات قدرتی، پلیومتریک، تعادلی و تمرینات دویندی سریع است.<sup>[۱۵]</sup> نتایج تحقیقات زیادی تأثیر عوامل تعادل، قدرت و چگونگی فرود را در کاهش آسیب‌های پایین‌تنه نشان داده‌اند. بنابراین وجود تمریناتی با هدف افزایش تعادل، قدرت و توجه به صحیح فرود آمدن می‌تواند موجب بهبود قدرت و نیز جذب بهتر نیروهای وارده بر زانو توسط عضلات مفصل زانو گردد.<sup>[۱۶]</sup> از بین تمرینات موجود، تمرینات پلیومتریک نیز با اعمال نیروی سریع در ورزشکاران، حین ایجاد تطابق درگیرنده‌های عضلانی و مفصلی فعالیت پیش‌خورانده<sup>۵</sup> و پس‌خورانده<sup>۶</sup> را بهبود می‌بخشند.<sup>[۱۷]</sup> همچنین طبق

<sup>1</sup> Anterior Cruciate Ligament

<sup>2</sup> Quadriceps

<sup>3</sup> Knee Anterior shear force

<sup>4</sup> Santa Monica Orthopedic And Sports Medicine Research Foundation

<sup>5</sup> Feed forward

<sup>6</sup> Feedback

گزارش مطالعات، این نوع تمرینات قابلیت کاهش حداکثر نیروی عکس‌العمل زمین، کاهش وضعیت ابداکشن<sup>۱</sup> زانو و اداکشن<sup>۲</sup> مفصل ران در طی فرود را دارند.<sup>[۱۸،۱۷]</sup>

پژوهش‌های زیادی به بررسی تأثیر این برنامه تمرینی ۱۱+ بر پیشگیری از آسیب پرداخته‌اند. سالیگارد و همکاران (۲۰۰۸) اثر ۱۱+ را روی خطر آسیب‌دیدگی در فوتبالیست‌های زن جوان بررسی کردند و کاهش معنادار خطر آسیب‌دیدگی کلی، آسیب‌های استفاده بیش از حد، و آسیب‌های شدید را گزارش کردند.<sup>[۱۵]</sup> جانگ و همکاران (۲۰۱۱) اثر ۱۱+ را روی فوتبالیست‌های آماتور سوئیسی بررسی کردند و دریافتند که پس از استفاده از برنامه، آسیب‌های مسابقه ۱۱/۵٪ و آسیب‌های تمرین ۳/۲۵٪ کاهش یافت.<sup>[۱۹]</sup> لونگو و همکاران (۲۰۱۲) نیز به بررسی تأثیر این برنامه پیشگیرانه از آسیب در بازیکنان بسکتبال پرداختند. این محققان بیان کردند بازیکنان گروه مداخله به‌طور معناداری کمتر از بازیکنان گروه کنترل دچار آسیب شدند.<sup>[۲۰]</sup>

علی‌رغم استفاده وسیع از این برنامه در سراسر جهان، تاکنون مطالعه‌ای در زمینه تأثیر این برنامه بر عوامل خطر مؤثر در آسیب ACL به‌ویژه نیروی برشی قدامی زانوی بازیکنان فوتبال انجام نشده است. با توجه به شیوع و هزینه درمانی بالا و همچنین دوره طولانی مدت آسیب ACL، حساسیت و اهمیت امر پیشگیری از این آسیب در فوتبال بیش از پیش مهم و حیاتی می‌شود. بنابراین هدف تحقیق حاضر، بررسی تأثیر برنامه پیشگیری از آسیب فیفا ۱۱+ بر نیروی برشی قدامی زانوی پسران فوتبالیست نوجوان می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی است. جامعه آماری تحقیق حاضر را پسران فوتبالیست نوجوان شهرستان مشهد تشکیل دادند، که از بین آن‌ها دو گروه فوتبالیست (۳۰ نفر)، به‌صورت نمونه‌گیری در دسترس و هدفمند به‌عنوان نمونه آماری انتخاب و به‌طور تصادفی در دو گروه تجربی (۱۵ نفر) و کنترل (۱۵ نفر) تقسیم شدند. نمونه‌های تحقیق، فاقد بیماری‌هایی همچون پوکی استخوان، شکستگی‌های استخوانی، ناهنجاری‌های اندام تحتانی و آسیب‌دیدگی‌های شدید مفصل زانو مانند پارگی رباط ACL و منیسک بودند، که جهت این کار نمونه‌ها با تأیید پزشک و بررسی پرونده‌های پزشکی انتخاب شدند.

در تحقیق حاضر از برنامه تمرینی پیشگیری از آسیب ۱۱+ فیفا استفاده گردید، که توسط مرکز تحقیق و ارزیابی‌های پزشکی فیفا (F-MARC) طراحی شده بود. برنامه ۱۱+ فیفا یک برنامه تمرینی ترکیبی با ساختار گرم کردن می‌باشد که جهت پیشگیری از آسیب‌های پایین‌تنه در فوتبالیست‌ها طراحی شده است. برنامه تمرینی ۱۱+ شامل سه قسمت: تمرینات دویندنی آهسته، تمرینات قدرتی، پلیومتریک، تعادلی و تمرینات دویندنی سریع است و مدت‌زمان اجرای آن حدود ۲۵-۲۰ دقیقه می‌باشد. جهت آشنایی بازیکنان و کادر مربیگری تیم با نحوه انجام تک تک تمرینات فایل‌های ویدیویی برنامه تمرینی ۱۱+ به‌صورت DVD و ویدیو کلیپ و توضیحات چگونگی انجام تمامی تمرینات در قالب فایل Word پرینت شده، در اختیار کادر مربیگری و بازیکنان تیم قرار گرفت. بازیکنان گروه تجربی، این تمرینات را به‌عنوان جایگزین تمرینات گرم کردن پیش از شروع تمرینات رایج فوتبال انجام می‌دادند. در گروه کنترل، تمرینات صرفاً به‌صورت گرم کردن متداول، مرور تکنیک و تاکتیک و تمرینات رایج فوتبال انجام گرفت و در این مدت با نظارت بر تمرینات این گروه، هیچ‌گونه تمرین مشابه با تمرینات گروه تجربی مشاهده نشد. برنامه تمرینی، ۳ جلسه در هفته به مدت ۸ هفته در زمان عصر انجام شد.

روش اندازه‌گیری نیروی برشی قدامی زانو:

جهت ارزیابی نیروی برشی قدامی زانو از حرکت پرش-فرود یک‌پا استفاده گردید. برای اجرای تکلیف پرش-فرود، ابتدا لازم بود ۵۰ درصد حداکثر پرش ارتفاع آزمودنی محاسبه شود. نحوه ارزیابی ۵۰٪ حداکثر پرش به این صورت بود که از فرد خواسته شد که به سمت پهلو کنار دیوار بایستد، سپس بدون کفش حداکثر کشش خود را با دست‌هایی کشیده در بالای سرش انجام دهد، به‌طوری که پاشنه‌ها بر روی زمین و قوزک خارجی مچ پا نزدیک به دیوار باشد. میزان حداکثر کشش هر فرد علامت‌گذاری شد. سپس از آزمودنی‌ها خواسته شد تا جایی که ممکن است

<sup>1</sup> Abduction

<sup>2</sup> Adduction

پیرند و روی دو پا فرود بیایند. این ارتفاع به عنوان حداکثر پرش عمودی ثبت شد. هر آزمودنی پرش عمودی را سه بار انجام داد و بهترین پرش به عنوان حداکثر پرش عمودی آزمودنی ثبت شد.<sup>[۲۱، ۲۲]</sup>

علامتی معادل ۵۰ درصد حداکثر پرش آزمودنی‌ها کنار دستگاه صفحه نیرو قرار داده شد و به آزمودنی‌ها آموزش داده شد تا با پای برهنه از فاصله‌ی ۷۰ سانتی‌متری از مرکز صفحه نیرو با دو پا پرش کنند و علامت معادل ۵۰ درصد حداکثر پرش را لمس کنند و با پای برتر در مرکز صفحه نیرو فرود بیایند. پای برتر به عنوان پای که آزمودنی‌ها از آن برای انجام شوت و ضربه به توپ استفاده می‌کردند، انتخاب شد.<sup>[۲۳]</sup> به آن‌ها آموزش داده شد که به محض فرود روی صفحه نیرو، دست‌ها را در ناحیه‌ی لگن قرار داده، سر را بالا نگه دارند و روبرو را نگاه کنند و به مدت ۲۰ ثانیه بدون حرکت بایستند. اگر آزمودنی روی صفحه نیرو لی‌لی می‌کرد یا با پای دیگر صفحه نیرو را لمس کند، آن پرش حذف می‌شد. قبل از اجرای پروتکل، آزمودنی‌ها اجازه داشتند، چندین بار پرش-فرود را تمرین کنند، تا با شرایط و نحوه‌ی اجرای آزمون آشنا گردند. هر آزمودنی تکلیف پرش-فرود را سه مرتبه اجرا کرد. به منظور پیشگیری از خستگی بین هر بار پرش ۲ دقیقه استراحت داده شد.<sup>[۲۳، ۲۴]</sup>

برای اندازه‌گیری نیروی برشی قدامی زانو، از صفحه نیروی سه محوره (kistler Force plate) مدل 9281 c شرکت simi motion (ساخت کشور سوئیس) به ابعاد ۶۰×۴۰ سانتی‌متر استفاده شد. صفحه‌ی نیروی سه محوره (مدل kistler) قابلیت ثبت نیروهای عکس‌العمل زمین را داشت که در تحقیق حاضر از فرکانس 1000 HZ استفاده شد. به منظور اندازه‌گیری نیروی برشی قدامی زانو، حداکثر نیروی عکس‌العمل زمین در راستای خلفی به دست آمده از صفحه نیرو محاسبه گردید. نیروی عکس‌العمل زمین در راستای خلفی در حین فرود آمدن به عنوان تخمین‌هایی از تثبیت و پایداری صفحه ساجیتال مفصل زانو به کار گرفته می‌شود<sup>[۷]</sup> و می‌توان آن را معادل نیروی برشی قدامی زانو و اعمال فشار روی ACL در نظر گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار اس.پی.اس.اس نسخه ۱۹ و در سطح معناداری ۰/۰۵ (آلفا برابر ۰/۰۵) انجام شد. با توجه به طرح تحقیق، برای مقایسه میزان نیروی برشی قدامی زانو از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری (درون‌گروهی) ۲\*۲ استفاده شد. اگر تعامل زمان و گروه معنادار بود، از آزمون تی وابسته برای مقایسه نمره پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر گروه و از تی مستقل برای مقایسه نمره پس-آزمون دو گروه استفاده شد. چگونگی توزیع داده‌ها با آزمون شاپیرو-ویلک مورد ارزیابی قرار گرفت و تمام مقادیر دارای توزیع نرمال بودند ( $p > 0.05$ ). همچنین با استفاده از آزمون تی مستقل، از همگنی میانگین‌های نمرات دو گروه در پیش‌آزمون اطمینان حاصل شد ( $p = 0.68$ ).

جدول ۱. ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها (n=۳۰)

گروه کنترل (میانگین±انحراف استاندارد)	گروه +۱۱ (میانگین±انحراف استاندارد)	
۱۵/۲۵±۰/۵۶	۱۵/۳۲±۰/۶۷	سن
۱۶۶/۷۶±۷/۴۳	۱۶۸/۶۷±۸/۳۵	قد
۵۳/۷۱±۷/۹۹	۵۶/۳۵±۹/۴۷	وزن
۱۹/۰۶±۱/۵۱	۱۹/۷۴±۲/۱۷	شاخص توده بدن (BMI)

## یافته‌ها

نتایج آزمون تحلیل واریانس اندازه‌گیری مکرر با تصحیح هاوس گایزر در ارتباط با نیروی برشی قدامی زانو ( $F=20.18$ ,  $p=0.001$ ) نشان داد که اثر تعاملی زمان بر گروه تمرینات +۱۱ فیفا و کنترل معنادار است. با توجه به معناداری اثر تعاملی زمان بر گروه، از آزمون تی وابسته برای مقایسه درون‌گروهی (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) (جدول ۲) و آزمون تی مستقل جهت مقایسه بین‌گروهی (گروه تمرینات +۱۱ فیفا و کنترل) استفاده شد. نتایج تی مستقل نشان داد که نیروی برشی قدامی زانو بین گروه تجربی (تمرینات +۱۱ فیفا) و کنترل تفاوت معناداری دارد ( $p=0.017$ ,  $t=-2.548$ ).

نتایج حاصل از آزمون تی وابسته در جدول (۲) نشان می‌دهد که میزان نیروی برشی قدامی زانو در گروه تمرینی، قبل و بعد از تمرین، تفاوت معناداری وجود دارد ( $p=0.001$ ,  $t=-0.658$ ).

جدول ۲. مقایسه میانگین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون نیروی برشی قدامی زانو در گروه تجربی و کنترل (n=۳۰)

سطح معناداری	t آماره	مراحل		گروه	متغیر
		پس‌آزمون (میانگین±انحراف استاندارد)	پیش‌آزمون (میانگین±انحراف استاندارد)		
۰/۰۰۱	-۰/۶۵۸	۰/۴۸۵±۰/۰۴۳	۰/۵۹۰±۰/۰۷۳	تجربی (تمرینات ۱۱+ فیفا)	نیروی برشی قدامی زانو
۰/۵۲۱	-۶/۳۸	۰/۵۳۶±۰/۰۶۵	۰/۵۴۵±۰/۰۶۸	کنترل	



نمودار ۱: مقایسه نیروی برشی قدامی زانو بین گروه‌های تجربی و کنترل در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون (n=۳۰)

## بحث

هدف از تحقیق حاضر، بررسی تأثیر برنامه پیشگیری از آسیب ۱۱+ فیفا بر نیروی برشی قدامی زانوی پسران فوتبالیست نوجوان بود. نتایج این تحقیق، کاهش نیروی برشی قدامی زانو پس از انجام تمرینات ۱۱+ فیفا را نشان داد. تفاوت معناداری بین نیروی برشی قدامی زانو در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل مشاهده شد. تعدادی از تحقیقات که روی بارهای وارد بر ACL کار کرده‌اند، نیروی برشی قدامی قسمت بالایی درشت‌نی را به دست آوردند (هرمن و همکاران (۲۰۰۸)، یو و همکاران (۲۰۰۶)، چاپل و همکاران (۲۰۰۵)). این مطالعات بیان کردند که نیروی برشی قدامی وارد بر زانو شاخصی برای بارهای وارد بر ACL می‌باشد. در این راستا آنالیز یو و همکاران (۲۰۰۶) نشان داد که افزایش نیروی برشی قدامی زانو، سبب افزایش نیروی کشویی قدامی زانو می‌شود که به‌طور مثبتی با نیروهای ACL همبسته می‌باشد.<sup>[۲۴]</sup> چاپل و همکاران (۲۰۰۵) تفاوت معناداری در حداکثر نیروی برشی قدامی وارد بر زانو در مرحله جدا شدن برای پرش در ارتباط با سن ( $p=۰/۰۱$ ) و نوع عملکرد ( $p=۰/۰۰$ ) یافتند، ولی نیروی برشی قدامی وارد بر زانو در حرکت توقف-پرش در مردان و زنان تقریباً یکسان بود.<sup>[۲۵]</sup> هرمن و همکاران (۲۰۰۸) میزان نیروی برشی قدامی وارد بر زانو را در حرکت توقف-پرش  $۰/۵۱۳±۰/۲۰۱$  به دست آوردند<sup>[۲۶]</sup> که نتایج تحقیق حاضر با این مطالعه هم-خوان است. در تحقیق حاضر میزان نیروی برشی قدامی وارد بر زانو در پیش‌آزمون،  $۰/۵۹۰±۰/۰۷۳$  به دست آمد.

در رابطه با اثر تمرینات +۱۱ فیفا، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که نیروی برشی قدامی وارد بر زانو تحت تأثیر این تمرینات کاهش یافت. این یافته‌ها با مطالعات شمشه کهن و همکاران (۱۳۹۳)، دانشجو و همکاران (۲۰۱۲) و بریتو و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد. شمشه کهن و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی اثر تمرینات کششی استاتیک و بالستیک بر نیروی برشی قدامی پروگزیمال تیبیا پرداختند که به نتایج مثبت و معناداری در این زمینه دست یافتند.<sup>[۲۷]</sup> دانشجو و همکاران (۲۰۱۲) اثر برنامه‌های جامع گرم کردن را بر روی حس عمقی زانو و تعادل ایستا و پویای مردان فوتبالیست مورد مطالعه قرار دادند و گزارش کردند برنامه‌های گرم کردن +۱۱ فیفا و هارمونی باعث افزایش حس عمقی زانو و تعادل ایستا و پویای فوتبالیست‌ها می‌گردد.<sup>[۲۸]</sup> بریتو و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش کردند برنامه +۱۱ فیفا قدرت ایزومتریک عضلات چهارسرانی و همسترینگ فوتبالیست‌های غیرحرفه‌ای را افزایش می‌دهد.<sup>[۲۹]</sup> نتایج تحقیق صادقی‌پور و همکاران (۱۳۹۱) و هرمن و همکاران (۲۰۰۶) با نتیجه این تحقیق تفاوت‌هایی دارد. صادقی‌پور و همکاران گزارش کردند برنامه پیشگیری از آسیب +۱۱ فیفا علی‌رغم اینکه باعث افزایش قدرت ایزومتریک عضلات همسترینگ فوتبالیست‌های جوان شده است، اما این میزان از نظر آماری معنادار نبود.<sup>[۳۰]</sup> این در حالی است که تحقیقات نشان داده‌اند عضلات همسترینگ به‌عنوان آگونیست ACL عمل می‌کنند و بار وارده بر ACL را با کاهش نیروی برشی قدامی کم می‌کنند.<sup>[۳۱]</sup> لذا احتمال می‌رود در تحقیق حاضر، برنامه +۱۱ ممکن است با تأثیر مثبت بر افزایش قدرت عضلات همسترینگ، احتمالاً باعث کاهش نیروی برشی قدامی وارد بر زانوی فوتبالیست‌ها شده باشد. هرمن و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که انجام ۹ هفته تمرینات مقاومتی بر بیومکانیک اندام تحتانی زنان ورزشکار تفریحی به ویژه نیروی برشی قدامی زانو تأثیر معناداری نداشت.<sup>[۳۱]</sup> تفاوت در جنسیت آزمودنی‌ها و نوع تمرینات به کاربرده شده در این تحقیق می‌تواند از دلایل عدم همخوانی با مطالعه حاضر باشد. افزایش بیشینه نیروهای عکس-العمل زمین در فعالیت‌های ورزشی نیروی وارده به ACL را از طریق افزایش انقباض چهارسران افزایش می‌دهد. نیروهای عکس‌العمل زمین، گشتاور فلکشن در زانو تولید می‌کند که نیاز است به وسیله گشتاور اکستنشن زانو (که به وسیله عضلات چهارسر ایجاد می‌شود) به تعادل برسد.<sup>[۳۲]</sup> همان‌طور که قبلاً نیز ذکر شد با انقباض عضلات چهارسرانی به نیروی برشی قدامی در انتهای پروگزیمال درشت‌نی، به وسیله تاندون پاتلا اضافه می‌شود.

بنابراین با افزایش نیروی عکس‌العمل خلفی زمین، ابتدا نیروی عضله چهارسرانی و سپس نیروی وارده به ACL افزایش پیدا می‌کند. با توجه به اینکه احتمال می‌رود با وجود تمرینات +۱۱ و اصول اساسی این تمرینات (حفظ راستای قائم بدن و کنترل حرکات خم شدن زانو) زاویه فلکشن زانو هم بعد از انجام هشت هفته تمرینات +۱۱ افزایش پیدا کرده باشد؛ بنابراین احتمالاً شرایط مناسب برای جذب شوک و کاهش نیروی عکس‌العمل زمین (دو عامل مخرب و آسیب‌رسان در زانو) فراهم شده است.

### نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه نیروی عکس‌العمل زمین یک نیروی مخرب در زانوی ورزشکاران تلقی می‌شود و به‌طور قطع در نتیجه فرود نامناسب و عدم رعایت پوسچر مناسب به وجود می‌آید، آموزش فرود مناسب با در نظر گرفتن کلیه عوامل از جمله به تناسب رساندن نسبت فعالیت و قدرت عضلات ثبات‌دهنده به زانو می‌تواند یک طیف وسیعی از پروتکل‌های پیشگیرانه از آسیب لیگامان ACL را به خود اختصاص دهد. مطالعه‌ی حاضر نشان داد برنامه تمرینی پیشگیری از آسیب +۱۱ فیفا می‌تواند موجب کاهش نیروی برشی قدامی زانو در پسران فوتبالیست نوجوان شود. به نظر می‌رسد این برنامه تمرینی می‌تواند با محدود کردن نیروی برشی قدامی زانو که از عوامل خطر آسیب ACL می‌باشد منجر به کنترل بهینه زانو و کاهش خطر آسیب ACL گردد.

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله نویسندگان مقاله مراتب سپاس خود را از کلیه آزمودنی‌های شرکت‌کننده در تحقیق حاضر و همچنین مسئولین دانشکده تربیت بدنی دانشگاه فردوسی مشهد (به جهت فراهم کردن شرایط انجام تحقیق) به عمل می‌آورند. لازم به ذکر است که مقاله‌ی پیش‌رو مستخرج از پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد اینجانب سید مجتبی سلطان‌دوست ناری، دانشجوی دانشگاه فردوسی مشهد می‌باشد.

### منابع

1. Aaltonen S, Karjalainen H, Heinonen A, Parkkari J, Kujala UM. Prevention of sports injuries: systematic review of randomized controlled trials. *Arch Intern Med* 2007; 167(15):1585-92.
2. Daneshmandi Hasan, Keranian Fateme, Hemmatinezhad Mehali, Rahnama Nader. Financial cost of damage in different parts of the Iranian Premier League footballers. *Journal of Sports Medicine*. 2012;10:69-87. in persian.
3. Ekstrand, J, Karlsson, J, Hodson, A. (2004). "Football Medicine" . Taylor and Francis group, Martin Duntiz.
4. Griffin LY, Albohm MJ, Arendt EA, Bahr R, Beynon BD, DeMaio M, and et al. Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries. *The American Journal of Sports Medicine* 2006; 34:1512-32.
5. Bradley JP, Klimkiewicz JJ, Rytel MJ, Powell JW. Anterior cruciate ligament injuries in the National Football League: epidemiology and current treatment trends among team physicians. *Arthroscopy* 2002; 18(5): 502-9.
6. Boden BP, Dean GS and Feagin JA. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *J Orthop Res* 2000; 23:573-578.
7. Yu B, Garrett WE. Mechanisms of non-contact ACL injuries. *Br J Sports Med* 2007; 41(suppl 1): i47-51.
8. Sell TC, Ferris CM, Abt JP, Tsai YS, Myers JB, Fu FH, et al. The effect of direction and reaction on the neuromuscular and biomechanical characteristics of the knee during tasks that simulate the noncontact anterior cruciate ligament injury mechanism. *Am J Sports Med* 2006; 34(1):43-54.
9. Moglo, K. E., Shirazi-Adl, A. 2003. Biomechanics of passive knee joint in drawer: load transmission in intact and ACL-deficient joints. *The Knee*. 10:265-276.
10. Shelburne KB, Torry MR, Pandy MG. Muscle, ligament, and joint-contact forces at the knee during walking. *Med Sci Sports Exerc* 2005; 37(11):1948-56.
11. Li G, DeFrate LE, Rubash HE, Gill TJ. In vivo kinematics of the ACL during weight-bearing knee flexion. *J Orthop Res* 2006; 23(2):340 4-344.
12. Chappell JD, Yu B, Kirkendall DT, Garrett WE. A comparison of knee kinetics between male and female recreational athletes in stop-jump tasks. *Am J Sports Med*. 2002; 30:261-267.
13. Holm I, Fosdahl MA, Friis A, Risberg MA, Myklebust G and Steen H. Effect of neuromuscular training on proprioception, balance, muscle strength, and lower limb function in female team handball players. *Clin J Sport Med* 2004; 14: 88-94.
14. Söderman K, Werner S, Pietilä T, Engström B and Alfredson H. Balance board training: Prevention of traumatic injuries of the lower extremities in female soccer players? A prospective randomized intervention study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2000; 8:356-363.
15. Soligard T, Myklebust G, Steffen K, Holme I, Silvers H, Bizzini M, Junge A, Dvorak J, Bahr R, Andersen T. Comprehensive warm-up program to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial. *Br Med J*. 2008; 337: a2469.
16. Gilchrist J, Mandelbaum BR, Melancon H, Ryan GW, Silvers HJ, Griffin LY, et al. A randomized controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players. *Am J Sports Med* 2008; 36(8): 1476-83.
17. Hewett TE, Zazulak BT, Myer GD, Ford KR. A review of electromyographic activation levels, timing differences, and increased anterior cruciate ligament injury incidence in female athletes. *British journal of sports medicine*. 2005 Jun 1;39(6):347-50.
18. Hewett TE, Lindenfeld TN, Riccobene JV, Noyes FR. The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. a prospective study. *Am J Sports Med* 1999; 27(6): 699-706.
19. Junge A, Lamprecht M, Stamm H, Hasler H, Bizzini M, Tschopp M, et al. Countrywide campaign to prevent soccer injuries in Swiss amateur players. *Am J Sports Med*. 2011; 39:57-63.
20. Longo V, Loppini M, Berton A, Marinozzi A, Maffulli N, Denaro V. The FIFA +11 program is effective in preventing injuries in elite male basketball players: a cluster randomized controlled trial. *Am J Sports Med*. 2012; 40 (5): 996-1005.
21. Ross SE, Guskiewicz KM, Yu B. Single-leg jump-landing stabilization times in subjects with functionally unstable ankles. *J Athl Train* 2005; 40(4):298-304.
22. Gribble PA, Mitterholzer J, Myers AN. Normalizing considerations for time to stabilization assessment. *J Sci Med Sport* 2012; 15(2):159-63.
23. Ross SE, Guskiewicz KM, Gross MT, Yu B. Assessment tools for identifying functional limitations associated with functional ankle instability. *J Athl Train* 2008; 43(1):44-50.



24. Yu, B., Lin, C.F., & Garrett, W.E., 2006. "Lower extremity biomechanics during the landing of a stop-jump task" *Clinical Biomechanics*, 21(3): 297-305.
25. Chappell, J.D., Herman, D.C., Knight, B.S., Kirkendall, D.T., Garrett, W.E., & Yu, B., 2005. "Effect of fatigue on knee kinetics and kinematics in spot-jump tasks" *American Journal of Sports Medicine*, 23(7): 1022-1029.
26. 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" *American Journal of Sports Medicine*, 36(4): 733-739.
27. Parastoo Shamshekhohan, Amir Sarshin and, Raghad Mimar. The Effects of Static and Ballistic Stretching on ACL Shear Forces. *Middle-East Journal of Scientific Research* 12 (5): 598-602, 2012. in persian.
28. Daneshjoo A, Mokhtar AH, 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): e51568. doi:10.1371/journal.pone.0051568.
29. Brito J, Figueiredo P, Fernandes L, Seabra A, Soares JM, Krstrup P, et al. Isokinetic strength effects of FIFA's "The 11+" injury prevention training program. *Isokinet Exerc Sci*. 2010.
30. Sadeghipour HR, Rahnam N, Daneshjoo A, Bambaiechi E. The effect of Fifa 11+ injury prevention program on hamstrings and quadriceps isometric muscle strength in Iranian young professional soccer players. *J Res Rehabil Sci* 2012; 8(5): 1113-22. in persian.