Iranian Journal of Rehabilitation Research in Nursing Original Article

Autumn 2022, Volume 9, Issue 1 https://doi.org/10.22034/IJRN.9.1.52

Effect of Knee Control Injury Prevention Program on Landing Mechanics, Strength of Selected Lower Limb Muscles and Core Stability in Adolescent Male Soccer Players

Nezam Nemati[1*], Ali Asghar Norasteh[2], Ali Shamsi Majelan[3]

1- Ph.D. in Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.
2- Professor, Physiotherapy department, Faculty of Medicine, Guilan university of medical sciences, Rasht, Iran.
3- Assistant Professor, Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.

***Corresponding author:** Nezam Nemati, Ph.D. in Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.
Email: artin.nemati@yahoo.com

Received: 2022/04/5 Accepted: 2022/08/22

Abstract

Introduction: Landing mechanics, lower limb muscle strength and core stability are risk factors for anterior cruciate ligament injuries in young football players. The aim of this study was to investigate the effect of the knee control injury prevention program on landing mechanics, strength of selected lower limb muscles and core stability in adolescent male soccer players.

Methods: The statistical population of this semi-experimental research included adolescent soccer players with poor landing mechanics, 50 of whom were purposefully selected as a statistical sample and then randomly divided into two groups of experiment (number = 25 people, age 12.70±0.62 years, height = 1.52 ± 0.07 meters, weight = 48.87 ± 6.6 kg) and control (number = 25 people, age = 12.58 ± 0.65 years, height 1.52±0.08 m, weight = 50.45 ± 6.79 kg). In this study, landing mechanics were evaluated with the landing error test, thigh abduction and external rotation strength with MMT, and core stability with McGill tests at the beginning and end of the study. The subjects of the experimental group used the knee control program in the warm-up section for 8 weeks. While the control group did their usual warm-up during this time. Mann–Whitney U and ANOVA tests were used to compare the differences between the two groups.

Results: The results showed that the experimental group compared to the control group after the test had a significant decrease in the Landing Error Scoring System test scores (Z = -5.62; P = 0.001) and a significant improvement in hip abduction strength (F = 14.26; P = 0.001), hip external rotation strength (F = 10.74; P = 0.002) and core stability tests (F = 26.39; P = 0.001).

Conclusions: This study showed that the implementation of the knee control injury prevention program can improve the landing mechanics, hip abduction and external rotation strength, and core stability in adolescent soccer players. Therefore, it seems that the knee control program can be effective in preventing the risk of anterior cruciate ligament injuries in young male football players.

Key words: Landing mechanics, Strength, Core stability, Soccer

[Downloaded from ijrn.ir on 2025-03-20]

[DOI: https://doi.org/10.22034/IJRN.9.1.52]

نشریه پژوهش توانبخشی در پرستاری
مقاله پژوهشی
پاییز ۱۴۰۱، دوره ۹، شماره ۱
https://doi.org/10.22034/IJRN.9.1.52

تاثیر برنامه پیشگیری از آسیب کنترل زانو بر مکانیک فرود، قدرت عضلات منتخب اندام تحتانی و ثبات مرکزی در بازیکنان فوتبال نوجوان پسر

نظام نعمتی[1*]، علی اصغر نورسته[2]، علی شمسی ماجلان[3]

۱- دکتری آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.
۲- استاد گروه فیزیوتراپی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران.
۳- استادیار گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

***نویسنده مسئول:** نظام نعمتی، دکتری آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.
ایمیل: artin.nemati@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱/۱۶ تاریخ:پذیرش: ۱۴۰۱/۵/۳۱

چکیده

مقدمه: مکانیک فرود، قدرت عضلات اندام تحتانی و ثبات مرکزی از عوامل خطرزای بروز آسیب های رباط صلیبی قدامی در بازیکنان فوتبال نوجوان محسوب می شوند. هدف این مطالعه، بررسی اثر برنامه پیشگیری از آسیب کنترل زانو بر مکانیک فرود، قدرت عضلات منتخب اندام تحتانی و ثبات مرکزی در بازیکنان فوتبال نوجوان پسر بود.

روش کار: جامعه آماری این پژوهش نیمه تجربی شامل بازیکنان فوتبال نوجوان دارای مکانیک فرود ضعیف بوده که از میان آن ها ۵۰ نفر به عنوان نمونه آماری به صورت هدفمند انتخاب شده و سپس به طور تصادفی در دو گروه تجربی (تعداد= ۲۵ نفر، سن= ۰/۶۲ ± ۱۲/۷۰ سال ، قد= ۰/۰۷ ± ۱/۵۲متر ، وزن= ۶/۶۷ ± ۴۸/۸۷ کیلوگرم) و کنترل (تعداد= ۲۵ نفر، سن= ۰/۶۵ ± ۱۲/۵۸ سال ، قد= ۰/۰۸ ± ۱/۵۲متر ، وزن= ۶/۷۹ ± ۵۰/۴۵ کیلوگرم) تقسیم شدند. در این مطالعه مکانیک فرود با آزمون خطای فرود، قدرت ابداکشن و چرخش خارجی ران با ام ام تی و ثبات مرکزی با آزمون های مک گیل در ابتدا و انتها مطالعه ارزیابی شدند. آزمودنی های گروه تجربی به مدت ۸ هفته از برنامه کنترل زانو در بخش گرم کردن استفاده کردند در حالیکه گروه کنترل در این مدت به گرم کردن رایج خود پرداختند. از آزمون های یومن-ویتنی و آنکوا برای مقایسه تفاوت های بین دو گروه استفاده شد.

یافته ها: نتایج نشان دادند که گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل در پس آزمون کاهش معنی داری در نمرات آزمون خطای فرود (Z= -۵/۶۲ ؛P=۰/۰۰۱) و بهبودی معنی داری در قدرت ابداکشن ران (F= ۱۴/۲۶ ؛P=۰/۰۰۱)، قدرت چرخش خارجی ران (F= ۱۰/۷۴ ؛P=۰/۰۰۲) و آزمون های ثبات مرکزی (F= ۲۶/۳۹ ؛P=۰/۰۰۱) داشتند.

نتیجه گیری: این مطالعه نشان داد که اجرای برنامه پیشگیری از آسیب کنترل زانو می تواند باعث بهبودی مکانیک فرود، قدرت ابداکشن و چرخش خارجی ران و ثبات مرکزی در بازیکنان فوتبال نوجوان پسر شود. بنابراین به نظر می رسد که برنامه کنترل زانو می تواند در پیشگیری از خطر بروز آسیب های رباط صلیبی قدامی در بازیکنان فوتبال نوجوان پسر موثر باشد.

کلیدواژه ها: مکانیک فرود، قدرت، ثبات مرکزی، فوتبال.

[Downloaded from ijrn.ir on 2025-03-20]

[DOI: https://doi.org/10.22034/IJRN.9.1.52]

مقدمه

ماهیت ورزش فوتبال به گونه است که نیازمند انجام حرکاتی مثل افزایش و کاهش سرعت، توقف های ناگهانی، تغییر جهت، پرش و فرود است (۱). این حرکات در افزایش خطر بروز آسیب به ویژه آسیب رباط صلیبی قدامی موثر هستند (۲). آسیب های رباط صلیبی قدامی با ۳/۷ مورد به ازای هر ۱۰۰۰ ساعت، بخش مهمی از آسیب های فوتبال را شامل می شوند (۳). بیش از ۵۰٪ بازیکنان فوتبال در سراسر جهان را بازیکنان زیر ۱۸ سال تشکیل می دهند (۴). در سال های اخیر میزان آسیب های رباط صلیبی در بین نوجوانان در حال افزایش بوده است (۲). با توجه به شدت بالای آسیب رباط صلیبی، بروز آن می تواند علاوه بر عواقب منفی جسمانی و روانی، هزینه های سنگین مالی برای بازیکن به ویژه در دوران نوجوانی داشته باشد و باعث اتمام زودهنگام حرفه ورزشی فرد شود (۵). بنابراین شناسایی عوامل خطرزای مرتبط با آسیب رباط صلیبی و رفع آن ها لازم است (۵).

عوامل بیومکانیکی و عصبی-عضلانی مانند مکانیک فرود، قدرت عضلات ران و ثبات مرکزی به عنوان متغیرهای درونی اصلاح پذیر محسوب می شوند که نقش اساسی در ایجاد آسیب های غیربرخوردی رباط صلیبی قدامی دارند (۵). نشان داده شده است که بیشتر آسیب های غیربرخوردی رباط صلیبی در هنگام فرود رخ می دهند (۶). وجود نواقصی چون والگوس زانو بیش از حد، فلکشن ناکافی ران و زانو و اکستنشن بیش از حد تنه در هنگام فرود در الگوی پرش-فرود بازیکنان می تواند آن ها را در خطر آسیب دیدگی قرار دهد (۶). همچنین نشان داده شده است که ضعف در عضلات ثبات دهنده مرکزی، عضلات ابداکتور و چرخانده ران باعث افزایش خطر بروز آسیب دیدگی رباط صلیبی در افراد می شوند (۷, ۸). بنابراین شناسایی نواقص بیومکانیکی و عصبی-عضلانی و ارائه برنامه های پیشگیری از آسیب به ویژه در سنین پایه در فوتبال ضروری به نظر می رسد. یکی از برنامه های پیشگیری از آسیب که توسط کمیته پزشکی-ورزشی فدراسیون فوتبال سوئد طراحی شده است، برنامه کنترل زانو است (۹). والدن و همکاران (۹) پس از اجرای برنامه کنترل زانو، کاهش ۶۴٪ میزان آسیب رباط صلیبی قدامی در گروه تجربی را مشاهده کردند. با این وجود، لیندبلوم و همکاران بعد از استفاده از برنامه کنترل زانو تغییر معنی داری در بیومکانیک فرود بازیکنان فوتبال نوجوان پسر مشاهده نکردند (۱۰). همچنین نشان داده شده است که به دنبال استفاده از تمرینات پیشگیری از آسیب، بهبودی معنی داری در نمرات آزمون خطای فرود حاصل نشد (۱۱). در مطالعات دیگر که به بررسی برنامه پیشگیری از آسیب +۱۱ پرداخته اند، تاثیرات مثبت در مولفه هایی نظیر چابکی، ارتفاع پرش عمودی، تعادل، ثبات و قدرت گزارش شده اند (۱۲). با این وجود نتایج قاطعانه نبودند چون آزمون های گرفته شده همه مطالعات یکسان نبودند و در برخی از مطالعات، اثرات مثبت در گروه کنترل نیز دیده شدند (۱۳). به نظر می رسد که درباره اثربخشی تمرینات مختلف درباره بهبود عوامل بیومکانیکی و عصبی-عضلانی جای بحث وجود دارد. بنابراین هدف این مطالعه بررسی تاثیر برنامه پیشگیری از آسیب کنترل زانو بر مکانیک فرود، قدرت ابداکشن و چرخش خارجی ران و ثبات مرکزی در بازیکنان فوتبال نوجوان پسر بود.

روش کار

مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی بوده که به لحاظ زمان اجرا مقطعی و از حیث استفاده از نتایج کاربردی بود. جامعه آماری پژوهش حاضر شامل بازیکنان فوتبال نوجوان پسر از مدرسه فوتبال ایرانمهر در شهر رشت بودند. نمونه ها بر اساس پیشینه پژوهش (۴) و با استفاده از نرم افزار برآورد حجم نمونه (جی-پاور) در آلفای ۰/۰۵، بتای ۰/۲، مقدار F برابر ۰/۶۳ و توان آماری ۰/۸، ۲۵ نفر در هر گروه در نظر گرفته شد. در ابتدا ۱۵۶ بازیکن مورد بررسی اولیه قرار گرفتند که شرایط ورود به مطالعه را داشته باشند. از این تعداد، ۵۰ نفر بازیکن به صورت هدفمند انتخاب شدند و به طور تصادفی و با روش قرعه کشی به دو گروه تجربی (۲۵ نفر) و کنترل (۲۵ نفر) تقسیم شدند. یک نفر از هر گروه به دلیل شرکت نکردن در پس آزمون، در تحلیل نهایی قرار نگرفتند. قبل از آغاز پژوهش، والدین تمامی آزمودنی ها فرم رضایت نامه شرکت در آزمون های پژوهش را امضا کرده و سپس طی یک جلسه نحوه انجام آزمون ها برای آزمودنی ها تشریح شد. معیار ورود به این مطالعه شامل بازیکنانی بود که سالم بوده و سابقه کمردرد یا آسیب زانو و مچ پا نداشتند و براساس پیشینه تحقیق (۱۴) در آزمون خطای فرود دارای نمره بزرگتر یا مساوی ۶ بوده (بازیکنان دارای مکانیک فرود ضعیف) بوده و دامنه سنی ۱۲ تا ۱۳ سال داشتند. معیار های خروج از مطالعه هم شامل

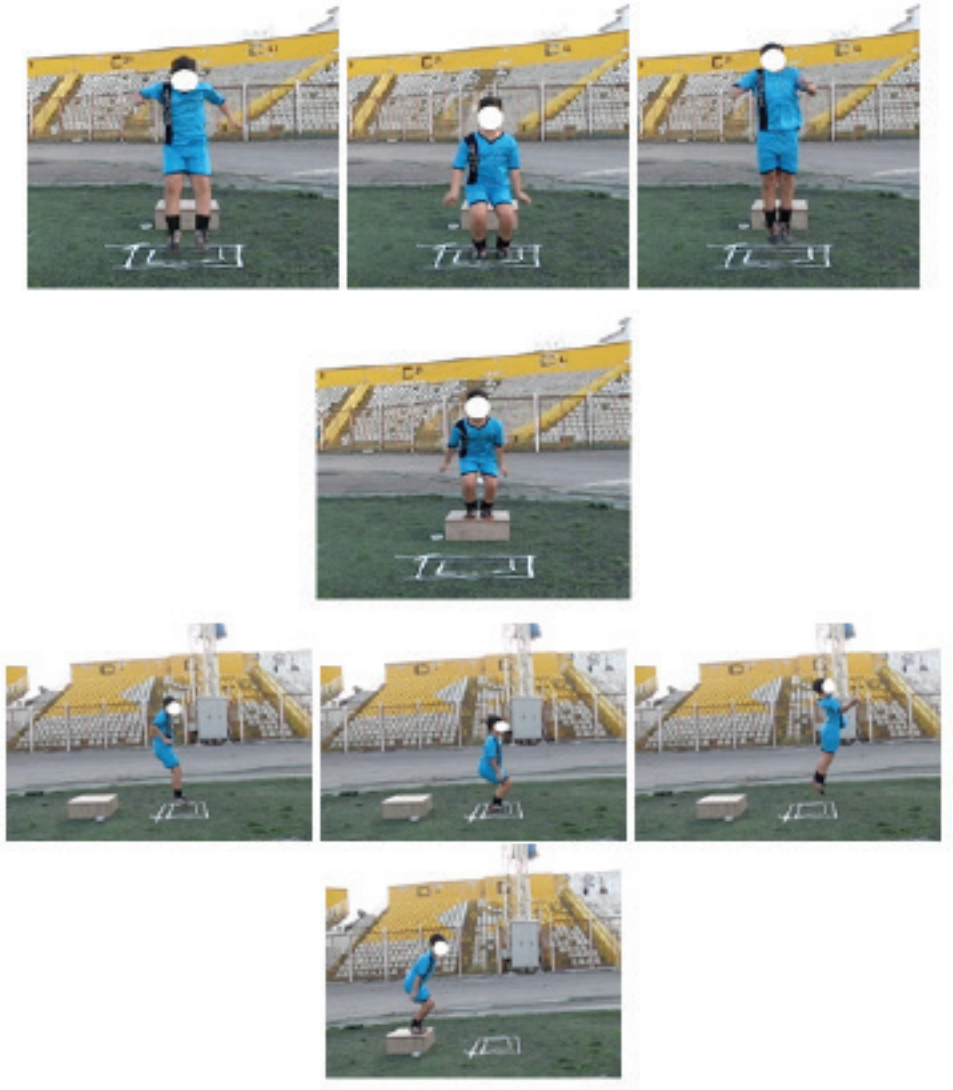
[Downloaded from ijrn.ir on 2025-03-20]

[DOI: https://doi.org/10.22034/IJRN.9.1.52]

غیبت بیش از ۲ جلسه در تمرینات و یا عدم شرکت در پس آزمون بود. در این مطالعه ملاحظات اخلاقی رعایت شده و کد اخلاق با شناسه IR.SSRC.REC.1400.052 از سوی پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی دریافت شد.

• ارزیابی مکانیک فرود

برای ارزیابی مکانیک فرود آزمودنی ها از آزمون سیستم امتیازدهی خطای فرود استفاده شد (۱۵). برای انجام این آزمون، آزمودنی بر روی جعبه ۳۰ سانتی متری ایستاد و خط هدف در فاصله نصف قد فرد بر روی سطح زمین کشیده شد. به آزمودنی آموزش داده شد تا پرش رو به جلو از روی جعبه و فرود همزمان با هر دو پا روی سطح و در جلوی خط مشخص شده انجام داده و بلافاصله حداکثر پرش ارتفاع عمودی را انجام دهد. پس از نمایش نحوه آزمون توسط آزمونگر، ۲-۳ بار فرصت تمرین به آزمودنی داده شد. در کل، آزمودنی سه کوشش را انجام داد. دو دوربین فیلم برداری پایه دار (Casio Exilim Pro EX-F1، ساخت ژاپن) جهت ضبط تصاویر پرش افراد در نمای فرونتال و ساجیتال در فاصله ۳۴۵ سانتیمتری از مرکز محل فرود قرار داده شد. آزمون خطای فرود به منظور ارزیابی تکنیک و مکانیک فرود و با استفاده از یک سیستم امتیازدهی ۰ و ۱ (بلی، خیر) انجام گرفته و دارای ۱۷ آیتم است (۲۰). امتیاز نهایی برای هر فرد، از مجموع امتیازات تمامی آیتم ها محاسبه می شد. میانگین امتیازات ۳ پرش به عنوان امتیاز نهایی برای هر فرد ثبت گردید. مکانیک فرود آزمودنی ها با استفاده از نرم افزار کینوا مورد ارزیابی قرار گرفت (۱۴, ۱۶). همچنین برای این آزمون پایایی خوبی (r=۰/۹۱) گزارش شده است (۱۷).



تصویر ۱. آزمون سیستم امتیازدهی خطای فرود

[Downloaded from ijrn.ir on 2025-03-20]

[DOI: https://doi.org/10.22034/IJRN.9.1.52]

• روش ارزیابی قدرت

برای اندازه‌گیری قدرت ایزومتریک عضلات از قدرت سنج دستی (ساخت کشور آمریکا، روایی ۹۵٪ تا ۹۸٪) استفاده شد (۱۸). همه ی آزمون های عضلانی با استفاده از روش ارائه شده توسط کندال (۲۰۰۵)، انجام شد (۱۸). برای هر آزمون قدرت، از آزمودنی خواسته شد تا در وضعیت مناسب قرار گرفته و آن وضعیت را حفظ کند. هر آزمون شامل ۳ انقباض ۵ ثانیه ای با ۳۰ ثانیه استراحت برای هر انقباض بود و میانگین تکرارها برای تحلیل های آماری مورد استفاده قرار گرفت (۱۹).

قدرت ایزومتریک ابداکشن ران

به منظور اندازه گیری قدرت ایزومتریک ابداکشن ران، مرکز فشار نیروی دینامومتر روی نقطه ی ۵ سانتیمتری پروگزیمال خط جانبی مفصل زانو، بالاتر از اپی کندیل خارجی ران قرار گرفت. سپس آزمودنی یک انقباض ایزومتریک بیشینه ابداکشن ران را در برابر مقاومت دست آزمونگر انجام داده و آن را برای ۵ ثانیه نگه داشت. میانگین هر سه بار انقباض ایزومتریک انجام شده بر حسب کیلوگرم نیرو ثبت شد (۱۹). پایایی آزمون-آزمون مجدد برای اندازه گیری نیرو به این روش ۰/۹۵ تعیین شده است (۱۸).

تصویر ۲. روش ارزیابی قدرت ایزومتریک ابداکشن ران

قدرت ایزومتریک چرخش خارجی ران

برای اندازه گیری قدرت چرخش دهنده های خارجی ران، دینامومتر در نقطه ۵ سانتیمتری پروگزیمال قوزک داخلی قرار داده شد. سپس آزمودنی چرخش خارجی ران را در برابر مقاومت دست آزمونگر انجام داده و آن را برای ۵ ثانیه نگه داشت. میانگین هر سه بار انقباض ایزومتریک انجام شده بر حسب کیلوگرم نیرو ثبت شد (۱۹). پایایی آزمون-آزمون مجدد برای اندازه گیری نیرو به این روش ۰/۸۳ تعیین شده است (۱۸).

تصویر ۳. روش ارزیابی قدرت ایزومتریک چرخش خارجی ران

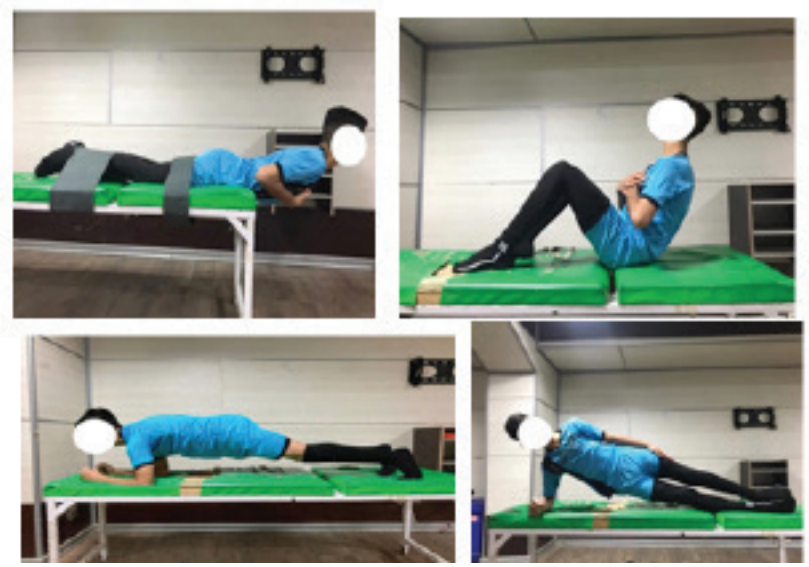
• آزمون های ثبات مرکزی

جهت ارزیابی ثبات مرکزی عضلات تنه، از مجموعه آزمون های استقامت عضلات ثبات دهنده مرکزی مک گیل استفاده گردید (۲۰). این مجموعه شامل ۴ آزمون است که ثبات و استقامت تمامی عضلات تنه را می سنجد: آزمون فلکسور تنه، آزمون اکستنسور تنه، آزمون پلانک از پهلو، آزمون پلانک. از یک زمان سنج دستی برای ثبت مدت زمان حفظ وضعیت ایزومتریک توسط آزمودنی ها استفاده گردید. در بین هر آزمون، حداقل ۵ دقیقه استراحت در نظر گرفته می شد. میانگین مجموع زمان های حفظ این

[Downloaded from ijrn.ir on 2025-03-20]

[DOI: https://doi.org/10.22034/IJRN.9.1.52]

وضعیت ها به عنوان امتیاز استقامت عضلات ثبات دهنده مرکزی در نظر گرفته شد (۲۰). این آزمون ها از روایی و پایایی بالایی برخوردارند به طوریکه ICC آزمون فلکسور تنه برابر ۰/۹۷، ICC آزمون اکستنسور تنه برابر با ۰/۹۷ و ICC آزمون های پلانک برابر با ۰/۹۹ می باشند (۲۰)



تصویر ۴. آزمون های ثبات مرکزی (از راست به چپ: آزمون های فلکشن تنه، اکستنشن تنه، پلانک، پلانک از پهلو)

• برنامه کنترل زانو

برنامه کنترل زانو (جدول ۱) یک برنامه پیشگیری از آسیب زانو است که در مدت زمان حدود ۲۰ تا ۲۵ دقیقه و در بخش گرم کردن مورد استفاده قرار می گیرد. این برنامه شامل تمرینات دویدن به مدت ۵ دقیقه و شش تمرین با تمرکز بر کنترل عصبی-عضلانی زانو و ثبات مرکزی می شود. شش تمرین اصلی برنامه کنترل زانو عبارتند از: ۱) اسکوات تک پا ، ۲) لیفت لگن ، ۳) اسکوات جفت پا ، ۴) حرکت پلانک ، ۵) حرکت لانج ، ۶) پرش-فرود (۹). گروه تجربی، ۳ بار در هفته به مدت ۸ هفته از این برنامه در بخش گرم کردن استفاده کردند. آزمودنی های گروه کنترل در طول ۸ هفته، در زمان گرم کردن، به مدت ۲۰ دقیقه تمرینات گرم کردن معمول خود شامل نرم دویدن، حرکات کششی پویا و ایستا و کار با توپ انجام می دادند.

جدول ۱. تمرینات برنامه تمرینی کنترل زانو (برگرفته از والدن و همکاران (۹)

تمرین	دستورالعمل ها	تعداد ست، تکرارها / زمان
اسکوات تک پا	حرکت آرام و یکنواخت، حفظ راستا افقی لگن و پای غیرتکیه گاه در جلو بدن همراه با خمش کم مفاصل ران و زانو	
سطح ۱	دست ها روی مفاصل ران	۳ ست ۸-۱۵ تکرار
سطح ۲	نگه داشتن توپ با بازوان صاف در بالای سر	۳ ست ۸-۱۵ تکرار
سطح ۳	دست ها روی مفاصل ران؛ لمس زمین در وضعیت های ساعت ۱۲، ۲، ۴، ۶ با پای غیرتکیه گاه	۳ ست ۵ تکرار
سطح ۴	اسکوات با توپ. هنگام پایین آمدن، توپ در سمت خارجی پای تکیه گاه زمین را لمس میکند سپس هنگام بالا آمدن، با یک حرکت قطری، توپ با بازوانی صاف به سمت مخالف و بالای سر برده میشود.	۳ ست ۸-۱۵ تکرار
تمرین دونفره	دو بازیکن از پهلو، رو به رو یکدیگر قرار گرفته و توپ را در بین خود و در قسمت خارجی پای غیرتکیه گاه نگه میدارند.	۳ ست ۵-۱۰ تکرار
لیفت لگن	وضعیت طاق باز؛ بلند کردن لگن از زمین	
سطح ۱	هردو پا روی زمین و دست ها روی سینه	۳ ست ۸-۱۵ تکرار
سطح ۲	یک پا روی زمین و پای مخالف در حالت فلکشن ۹۰ درجه مفاصل ران و زانو. دستان روی زانو	۳ ست ۸-۱۵ تکرار
سطح ۳	یک پا روی توپ و پای مخالف در حالت فلکشن ۹۰ درجه مفاصل ران و زانو. دستان روی زمین	۳ ست ۸-۱۵ تکرار

[Downloaded from ijrn.ir on 2025-03-20]

[DOI: https://doi.org/10.22034/IJRN.9.1.52]

سطح ۴	یک پا روی زمین و پای دیگر در حالت معلق؛ بازوان روی زمین قرار گرفته و با فشار پای تکیه گاه، فرد بدن را کمی بالا آورده و با تعویض پا، روی پای دیگر فرود میآید.	۳ ست ۸–۱۵ تکرار
تمرین دونفره	یار تمرینی در حالت دو زانو قرار گرفته و پاشنه پای بازیکن را نگه میدارد، دست های بازیکن روی سینه قرار گرفته و حرکت لیفت لگن را انجام میدهد.	۳ ست ۸–۱۵ تکرار
اسکوات جفت پا	حرکت آرام و یکنواخت، پشت صاف و پاها به اندازه عرض شانه باز، کف پاها در طول حرکت با زمین در تماس باشد	
سطح ۱	نگه داشتن توپ در جلو بدن با بازوان صاف	۳ ست ۸–۱۵ تکرار
سطح ۲	دست ها روی مفاصل ران	۳ ست ۸–۱۵ تکرار
سطح ۳	نگه داشتن توپ در بالای سر با بازوان صاف	۳ ست ۸–۱۵ تکرار
سطح ۴	مانند سطح ۳ با این تفاوت که پس از بلند شدن از وضعیت نشسته، حرکت ادامه یافته و فرد روی انگشتان پا بلند شده و چند لحظه این وضعیت را حفظ میکند.	۳ ست ۸–۱۵ تکرار
تمرین دونفره	دو بازیکن با فاصله یک متر از پهلو و رو به یکدیگر،کنار هم قرار گرفته و هر بازیکن در حالیکه یک دست روی مفصل ران و دست دیگر روی توپ قرار گرفته، با حفظ توپ، حرکت اسکوات را انجام میدهند.	۳ ست ۸–۱۵ تکرار
پلانک	بالا آوردن بدن و حفظ آن در راستا صحیح	
سطح ۱	وضعیت دمر؛ حفظ بدن روی زانوها و روی ساعدها؛ مفاصل آرنج زیر شانه ها	۱۵–۳۰ ثانیه
سطح ۲	حفظ بدن روی پنجه پاها	۱۵–۳۰ ثانیه
سطح ۳	مانند سطح ۲ با حرکت جانبی پاها	۱۵–۳۰ ثانیه
سطح ۴	پلانک از پهلو متناوب	۵–۱۰ تکرار
تمرین دونفره	پاها در دستان یارتمرینی، حرکت بازیکن روی دستان	۱۵–۳۰ ثانیه
لانج	برداشتن گام بلند و فرود نرم؛ زانو عقب نباید با زمین تماس پیدا کند.	
سطح ۱	دست ها روی مفاصل ران؛ حرکت رو به جلو با هرگام	۳ ست ۸–۱۵ تکرار
سطح ۲	توپ با بازو صاف جلو بدن؛ چرخش بالا تنه هنگام گام برداشتن به جلو و بردن توپ به سمت خارج	۳ ست ۸–۱۵ تکرار
سطح ۳	توپ با بازو صاف بالای سر؛ انجام حرکت لانج به سمت جلو و بازگشت	۳ ست ۸–۱۵ تکرار
سطح ۴	توپ با بازو صاف جلو بدن؛ انجام حرکت لانج به طرفین و بازگشت	۳ ست ۸–۱۵ تکرار
تمرین دونفره	دو بازیکن رو به یکدیگر و با فاصله ۵ تا ۱۰ متری ایستاده، حرکت لانج به سمت جلو با پرتاب توپ	۳ ست ۸–۱۵ تکرار
پرش–فرود	انجام پرش همراه با فرود نرم؛ ماندن مختصر در وضعیت فرود	
سطح ۱	ایستادن روی یک پا در حالیکه زانو کمی خم بوده و دست ها روی مفاصل ران قرار دارند؛ انجام پرش های کوتاه رو به جلو و عقب	۳ ست ۸–۱۵ تکرار
سطح ۲	ایستادن روی جفت پا و انجام پرش به طرفین و فرود روی یک پا	۳ ست ۸–۱۵ تکرار
سطح ۳	انجام چند گام درجا و پرش کوتاه رو به جلو و فرود روی یک پا	۳ ست ۵ تکرار
سطح ۴	مانند سطح ۳ با این تفاوت که بازیکن با تغییر مسیر و چرخش ۹۰ درجه به چپ یا راست میپرد.	۳ ست ۵ تکرار
تمرین دونفره	دو بازیکن با فاصله ۵ متر رو به روی هم قرار گرفته، یکی از بازیکنان پرش جفت پا انجام داده و توپ ارسالی توسط یار تمرینی را با سر زده و روی جفت پا فرود می آید.	۳ ست ۸–۱۵ تکرار

برای تجزیه و تحلیل داده ها از روش های آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد. منظور بررسی طبیعی بودن توزیع داده ها از آزمون آماری شاپیرو ویلک استفاده می شود. از آزمون های ویلکاکسون، یومن–ویتنی، تی–همبسته، تی–مستقل و آزمون تحلیل کوواریانس برای بررسی تفاوت های درون گروهی و بین گروهی در پیش آزمون و پس آزمون استفاده شد. همچنین آزمون فرضیات در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد با آلفای کوچکتر یا مساوی ۰/۰۵ انجام شد. تمامی تجزیه و تحلیل های فوق با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام شد. در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی در نظر گرفته شد و کد اخلاق به شماره IR.SSRC.REC.1400.052 دریافت شده است. همچنین در این مطالعه اصول اخلاقی معاهده هلسینکی رعایت شده است. شرکت کنندگان اجازه داشتند هر زمان که مایل بودند از پژوهش خارج شوند. همه شرکت کنندگان در جریان روند پژوهش بودند. اطلاعات آن‌ها محرمانه نگه داشته شد. همچنین تمامی شرکت کنندگان در این مطالعه فرم رضایت نامه شرکت در این مطالعه را پر کردند.

[Downloaded from ijrn.ir on 2025-03-20]

[DOI: https://doi.org/10.22034/IJRN.9.1.52]

یافته ها

اطلاعـات توصیفـی در مـورد ویژگـی هـای فـردی آزمودنـی هـا و متغیرهـای پژوهـش در جـدول ۲ آمـده اسـت.

جدول ۲. ویژگی های فردی آزمودنی های پژوهش

شاخص اندازه گیری	گروه	تعداد	انحراف استاندارد ± میانگین	T	P
سن (سال)	تجربی	۲۴	۱۲/۷۰ ± ۰/۶۲	۰/۶۷	۰/۵۰
	کنترل	۲۴	۱۲/۵۸ ± ۰/۶۵		
قد (متر)	تجربی	۲۴	۱/۵۲ ± ۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۹۸
	کنترل	۲۴	۱/۵۲ ± ۰/۰۸		
وزن (کیلوگرم)	تجربی	۲۴	۴۸/۸۷ ± ۶/۶۷	−۰/۸۱	۰/۴۲
	کنترل	۲۴	۵۰/۴۵ ± ۶/۷۹		
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	تجربی	۲۴	۲۱/۱۰ ± ۲/۱۸	−۱/۰۴	۰/۳۰
	کنترل	۲۴	۲۱/۸۸ ± ۲/۹۲		
سابقه ورزشی (سال)	تجربی	۲۴	۴/۰۴ ± ۰/۷۵	۰/۹۵	۰/۳۴
	کنترل	۲۴	۳/۸۳ ± ۰/۷۶		

نتایـج آزمـون تـی مسـتقل در جـدول ۲ بـرای مقایسـه ویژگیهای فـردی آزمودنـی هـا نشـان داد کـه دو گـروه از نظـر ویژگیهـای فـردی همگـن بودنـد. بـر اسـاس نتایـج جـدول ۳، کاهـش معنـی داری (P=۰/۰۰۱) در نمـرات آزمـون خطـای فـرود در گـروه تجربـی در پـس آزمـون در مقایسـه بـا پیـش آزمـون مشـاهده مـی شـود، در حالیکـه ایـن تفـاوت در نمـرات آزمـون خطـای فـرود گـروه کنتـرل در پـس آزمـون در مقایسـه بـا پیـش آزمـون معنـی دار نبـود (P=۰/۱۰). همچنیـن افزایـش معنـی داری در متغیرهـای ثبـات مرکـزی (P=۰/۰۰۱)، قـدرت ابداکشـن ران (P=۰/۰۰۱) و قـدرت چرخـش خارجـی ران (P=۰/۰۰۱) در گـروه تجربـی در پـس آزمـون در مقایسـه بـا پیـش آزمـون مشـاهده مـی شـود. در گـروه کنتـرل افزایـش معنـی داری در قـدرت چرخـش خارجـی ران (P=۰/۰۰۸) در پـس آزمـون در مقایسـه بـا پیـش آزمـون مشـاهده شـد امـا تفـاوت معنـی داری در متغیرهای ثبـات مرکـزی (P=۰/۱۲) و قـدرت ابداکشـن ران (P=۰/۱۴) در پـس آزمـون در مقایسـه بـا پیـش آزمـون مشـاهده نشـد. (جـدول۳).

جدول ۳. تفاوت درون گروهی میانگین متغیرها در آزمودنی ها قبل و بعد از اعمال پروتکل تمرینی

متغیر	گروه	پیش آزمون انحراف استاندارد ± میانگین	پس آزمون انحراف استاندارد ± میانگین	P	اندازه اثر
آزمون خطای فرود	تجربی	۶/۷۹ ± ۰/۷۲	۴/۳۳ ± ۰/۸۱	۰/۰۰۱**	۰/۸۴
	کنترل	۷/۰۴ ± ۰/۸۰	۶/۸۰ ± ۰/۹۷	۰/۱۰	۰/۱۳
فلکشن تنه (ثانیه)	تجربی	۴۸/۵۸ ± ۱۲/۵۹	۵۸/۷۵ ± ۱۰/۳۸	۰/۰۰۴**	۰/۴۰
	کنترل	۴۶/۳۷ ± ۱۰/۸۶	۴۹/۰۴ ± ۱۰/۱۷	۰/۳۱	۰/۱۲
پلانک راست (ثانیه)	تجربی	۳۸/۰۸ ± ۱۰/۳۲	۵۲/۲۰ ± ۱۳/۶۰	۰/۰۰۱**	۰/۵۰
	کنترل	۳۹/۰۴ ± ۷/۰۶	۴۲/۱۶ ± ۹/۲۰	۰/۱۹	۰/۱۸
پلانک چپ (ثانیه)	تجربی	۴۰/۶۶ ± ۱۲/۷۸	۵۰/۸۳ ± ۱۰/۰۰	۰/۰۱*	۰/۴۰
	کنترل	۳۸/۱۲ ± ۸/۲۱	۴۲/۳۳ ± ۱۰/۸۰	۰/۰۹	۰/۲۱
اکستنشن تنه (ثانیه)	تجربی	۴۲/۴۱ ± ۱۴/۲۴	۵۰/۷۹ ± ۸/۸۰	۰/۰۴*	۰/۳۳
	کنترل	۴۰/۶۶ ± ۱۴/۴۲	۴۳/۱۶ ± ۹/۲۶	۰/۴۲	۰/۱۰
پلانک (ثانیه)	تجربی	۴۵/۳۷ ± ۶/۴۴	۵۸/۰۴ ± ۶/۳۶	۰/۰۰۱**	۰/۷۰
	کنترل	۴۵/۰۴ ± ۶/۱۳	۴۶/۱۲ ± ۶/۶۸	۰/۵۴	۰/۰۸

[Downloaded from ijrn.ir on 2025-03-20]

[DOI: https://doi.org/10.22034/IJRN.9.1.52]

نمره کل ثبات مرکزی	تجربی	۴۳/۰۲ ± ۹/۴۶	۵۴/۱۲ ± ۶/۲۲	۰/۰۰۱**	۰/۵۶
	کنترل	۴۱/۸۵ ± ۶/۹۴	۴۴/۵۶ ± ۶/۷۲	۰/۱۲	۰/۱۹
قدرت ابداکشن ران (کیلوگرم بر درصد وزن بدن)	تجربی	۲۰/۷۷ ± ۴/۲۶	۲۸/۵۸ ± ۳/۳۸	۰/۰۰۱**	۰/۷۱
	کنترل	۲۰/۹۰ ± ۴/۵۵	۲۳/۳۳ ± ۵/۸۶	۰/۱۴	۰/۲۲
قدرت چرخش خارجی ران (کیلوگرم بر درصد وزن بدن)	تجربی	۱۱/۱۰ ± ۳/۶۲	۱۶/۵۳ ± ۲/۷۵	۰/۰۰۱**	۰/۶۴
	کنترل	۱۲/۲۷ ± ۴/۱۲	۱۴/۱۱ ± ۴/۰۲	۰/۰۰۸**	۰/۲۲

*معنی داری در سطح ۰/۰۵
**معنی داری در سطح ۰/۰۱

براساس نتایج جدول ۴، کاهش معنی داری در نمرات آزمون خطای فرود در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل در پس آزمون مشاهده می شود (P=۰/۰۰۱). همچنین افزایش معنی داری در متغیرهای ثبات مرکزی (P=۰/۰۰۱)، قدرت ابداکشن ران (P=۰/۰۰۱) و قدرت چرخش خارجی ران (P=۰/۰۰۲) در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل پس از ۸ هفته در پس آزمون مشاهده می شود.

جدول ۴: تفاوت بین گروهی میانگین متغیرها در آزمودنی ها بعد از اعمال پروتکل تمرینی

متغیر	زمان	کنترل انحراف استاندارد±میانگین	تجربی انحراف استاندارد±میانگین	Z	P
آزمون خطای فرود	پیش آزمون	۷/۰۴ ± ۰/۸۰	۶/۷۹ ± ۰/۷۲	−۱/۱۰	۰/۲۷
	پس آزمون	۶/۸۰ ± ۰/۹۷	۴/۳۳ ± ۰/۸۱	−۵/۶۲	۰/۰۰۱**
متغیر	**مرحله آزمون**	**گروه**	**میانگین¥**	**F**	**P**
فلکشن تنه (ثانیه)	پس آزمون	تجربی	۵۸/۵۶	۹/۹۷	۰/۰۰۳**
	پس آزمون	کنترل	۴۹/۲۲		
پلانک راست (ثانیه)	پس آزمون	تجربی	۵۲/۲۸	۹/۱۵	۰/۰۰۴**
	پس آزمون	کنترل	۴۲/۰۸		
پلانک چپ (ثانیه)	پس آزمون	تجربی	۵۰/۵۶	۷/۰۹	۰/۰۱*
	پس آزمون	کنترل	۴۲/۶۰		
اکستنشن تنه (ثانیه)	پس آزمون	تجربی	۵۰/۸۰	۸/۳۷	۰/۰۰۶**
	پس آزمون	کنترل	۴۳/۱۵		
پلانک (ثانیه)	پس آزمون	تجربی	۵۸/۰۳	۳۹/۱۳	۰/۰۰۱**
	پس آزمون	کنترل	۴۶/۱۳		
نمره کل ثبات مرکزی	پس آزمون	تجربی	۵۴/۱۸	۲۶/۳۹	۰/۰۰۱**
	پس آزمون	کنترل	۴۴/۵۱		
قدرت ابداکشن ران (کیلوگرم بر درصد وزن بدن)	پس آزمون	تجربی	۲۸/۵۷	۱۴/۲۶	۰/۰۰۱**
	پس آزمون	کنترل	۲۳/۳۴		
قدرت چرخش خارجی ران (کیلوگرم بر درصد وزن بدن)	پس آزمون	تجربی	۱۶/۷۸	۱۰/۷۴	۰/۰۰۲**
	پس آزمون	کنترل	۱۳/۸۶		

*معنی داری در سطح ۰/۰۵
**معنی داری در سطح ۰/۰۱
¥ تعدیل شده بر اساس مقادیر پیش آزمون

[Downloaded from ijrn.ir on 2025-03-20]
[DOI: https://doi.org/10.22034/IJRN.9.1.52]

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که برنامه کنترل زانو باعث کاهش نمرات آزمون خطای فرود در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل می شود. برنامه کنترل زانو دارای تمرینات ثبات مرکزی و تمرینات قدرتی برای تقویت عضلات مرکزی بدن و ران بوده که می توانند سرعت و کیفیت الگوهای فراخوانی عضلات مرکزی و ران را ارتقا داده و باعث بهبود کنترل عصبی- عضلانی شوند (۹). عضلات ثبات مرکزی می توانند با تثبیت لگن از بروز الگوهای حرکتی نامناسب جلوگیری کرده و به حفظ راستای بدن و تعادل پویا در حرکاتی مانند فرود یا تغییر مسیرها کمک کنند (۲۱). نتایج این مطالعه با نتایج اکبری و همکاران (۲۲) مبنی بر تاثیر برنامه گرم کردن فیفا +۱۱ بر بهبود نمرات آزمون خطای فرود در بازیکنان فوتبال و نتایج بلچر و همکاران (۲۳) مبنی بر تاثیر برنامه گرم کردن عصبی-عضلانی در کاهش معنی دار نمرات آزمون خطای فرود در بازیکنان نوجوان رشته نت بال همراستا است. با این وجود، پارسونز و همکاران (۲۴) و ویلشینسکی و همکاران (۴) پس از اجرای برنامه تمرینات قدرتی بهبودی معنی داری را در مکانیک فرود ورزشکاران نوجوان گزارش نکردند. از دلایل تفاوت نتیجه این مطالعات با مطالعه حاضر می توان به مدت زمان کلی پژوهش، نوع و شدت تمرینات اشاره کرد. همچنین تفاوت برنامه کنترل زانو با برنامه ی مطالعاتی که ذکر شد از این نظر است که برخلاف برنامه های تمرینی که بر یک یا دو عامل متمرکز هستند، برنامه کنترل زانو از تمرینات قدرتی، پلایومتریک، تعادلی و عملکردی تشکیل شده است (۲۵). بنابراین به نظر می رسد که با اجرای برنامه کنترل زانو در بخش گرم کردن، الگو حرکتی و مکانیک فرود بازیکنان فوتبال نوجوان بهبود یابد.

همچنین نتایج این مطالعه، افزایش معنی داری را در متغیرهای ثبات مرکزی و قدرت ابداکشن و چرخش خارجی ران در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل نشان دادند. وجود تمریناتی مانند پلانک، پلانک از پهلو، لیفت لگن می توانند باعث تقویت عضلات مرکزی شوند. تمرینات ثبات مرکزی می توانند با افزایش فعالسازی عضلات راست شکمی به فلکشن بیشتر تنه در هنگام فرود کمک کند (۲۱). هرچه تنه در هنگام فرود، فلکشن بیشتری داشته باشد، نیروی حاصل از فرود کاهش یافته و سطح فعالسازی عضلات چهارسر ران کاهش می یابد. در همین رابطه، ساساکی و همکاران (۸) و جئونگ و همکاران (۲۱) گزارش کردند که تمرینات ثبات مرکزی باعث بهبود مکانیک فرود و بهبود قدرت ایزوکینتیک عضلات ران می شود. همچنین تمریناتی نظیر لانج، اسکوات و لیفت لگن می توانند باعث تقویت عضلات سرینی شده که از عضلات اصلی در انجام حرکات ابداکشن و چرخش خارجی ران محسوب می شوند (۲۶). قدرت ابداکشن و چرخش خارجی ران باعث جلوگیری از اداکشن مفصل ران در هنگام فرود و تغییر مسیرها شده و از وارد آمدن فشار بیش از حد والگوس بر زانو جلوگیری می کند (۲۷). پاناگولیس و همکاران (۲۸) به دنبال استفاده از برنامه گرم کردن عصبی-عضلانی در بین بازیکنان فوتبال نوجوان به این نتیجه رسیدند که این برنامه می تواند تا ۱۰٪ قدرت عضلات ران را افزایش دهد. هرمان و همکاران (۲۹) پس از اجرای برنامه تمرینات قدرتی برای تقویت عضلات ابداکتور و اکستنسور ران، بهبودی معنی داری در مکانیک فرود و نمرات آزمون خطای فرود در دانش آموزان گزارش کردند. بنابراین به نظر می رسد که بهبود ثبات مرکزی و قدرت عضلات ابداکتور و چرخاننده خارجی ران، به دنبال استفاده از برنامه کنترل زانو می تواند با کاهش عوامل خطرزای مرتبط با آسیب رباط صلیبی قدامی در هنگام فرود، به بهبود مکانیک فرود در بازیکنان فوتبال نوجوان پسر کمک کند.

از محدودیت های این مطالعه می توان به این نکته اشاره کرد که آزمودنی های این مطالعه را پسران تشکیل می دادند بنابراین نمی توان با قطعیت عنوان کرد که نتایج مشابهی به دنبال استفاده از برنامه کنترل زانو در دختران نیز مشاهده خواهد شد. همچنین بازیکنان شرکت کننده در این مطالعه را نوجوانان تشکیل داده که از نظر مهارتی در سطح غیرحرفه ای قرار داشتند بنابراین مطالعات آینده می توانند به بررسی برنامه عصبی- عضلانی در گروه های سنی دیگر و با سطح مهارتی بالاتر بپردازند.

نتیجه گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که اجرای برنامه پیشگیری از آسیب کنترل زانو می تواند باعث بهبودی عوامل بیومکانیکی و عصبی-عضلانی مانند مکانیک فرود، قدرت عضلات ابداکتور و چرخاننده خارجی ران و عضلات ثبات مرکزی در بازیکنان فوتبال نوجوان پسر شود. همچنین برنامه پیشگیری از آسیب کنترل زانو می تواند به عنوان جایگزین

[Downloaded from ijrn.ir on 2025-03-20]

[DOI: https://doi.org/10.22034/IJRN.9.1.52]

مناسبی برای برنامه های گرم کردن کنونی در فوتبال استفاده شده و به کاهش خطر بروز آسیب کمک کند.

سپاسگزاری

از تمامی بازیکنان و کادر فنی مدرسه فوتبال ایرانمهر رشت که در این پژوهش محققان را یاری کردند، سپاسگزاریم.

تعارض منافع

نویسندگان هیچگونه تعارض منافعی در انتشار این مطالعه ندارند.

References

1. Stølen T, Chamari K, Castagna C, Wisløff U. Physiology of soccer: an update. Sports Med. 2005;35(6):501-36. https://doi.org/10.2165/00007256-200535060-00004
2. Beck NA, Lawrence JTR, Nordin JD, DeFor TA, Tompkins M. ACL Tears in School-Aged Children and Adolescents Over 20 Years. Pediatrics. 2017;139(3):e20161877. https://doi.org/10.1542/peds.2016-1877
3. Watson A, Mjaanes JM. Soccer Injuries in Children and Adolescents. Pediatrics. 2019;144(5):e20192759. https://doi.org/10.1542/peds.2019-2759
4. Wilczyński B, Wąż P, Zorena K. Impact of Three Strengthening Exercises on Dynamic Knee Valgus and Balance with Poor Knee Control among Young Football Players: A Randomized Controlled Trial. Healthcare (Basel). 2021;9(5):558-73. https://doi.org/10.3390/healthcare9050558
5. Bram JT, Magee LC, Mehta NN, Patel NM, Ganley TJ. Anterior Cruciate Ligament Injury Incidence in Adolescent Athletes: A Systematic Review and Meta-analysis. Am J Sports Med. 2021;49(7):1962-72. https://doi.org/10.1177/0363546520959619
6. Della Villa F, Buckthorpe M, Grassi A, Nabiuzzi A, Tosarelli F, Zaffagnini S, et al. Systematic video analysis of ACL injuries in professional male football (soccer): injury mechanisms, situational patterns and biomechanics study on 134 consecutive cases. Br J Sports Med. 2020;54(23):1423-32. https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101247
7. Khayambashi K, Ghoddosi N, Straub RK, Powers CM. Hip Muscle Strength Predicts Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury in Male and Female Athletes: A Prospective Study. Am J Sports Med. 2016;44(2):355-61. https://doi.org/10.1177/0363546515616237
8. Sasaki S, Tsuda E, Yamamoto Y, Maeda S, Kimura Y, Fujita Y, et al. Core-Muscle Training and Neuromuscular Control of the Lower Limb and Trunk. J Athl Train. 2019;54(9):959-69. https://doi.org/10.4085/1062-6050-113-17
9. Waldén M, Atroshi I, Magnusson H, Wagner P, Hägglund M. Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: cluster randomisedcontrolledtrial.Bmj.2012;344:e3042. https://doi.org/10.1136/bmj.e3042
10. Lindblom H, Waldén M, Carlfjord S, Hägglund M. Limited positive effects on jump-landing technique in girls but not in boys after 8 weeks of injury prevention exercise training in youth football. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2020;28(2):528-37. https://doi.org/10.1007/s00167-019-05721-x
11. Root H, Trojian T, Martinez J, Kraemer W, DiStefano LJ. Landing Technique and Performance in Youth Athletes After a Single Injury-Prevention Program Session. J Athl Train. 2015;50(11):1149-57. https://doi.org/10.4085/1062-6050-50.11.01
12. Gomes Neto M, Conceição CS, de Lima Brasileiro AJA, de Sousa CS, Carvalho VO, de Jesus FLA. Effects of the FIFA 11 training program on injury prevention and performance in football players: a systematic review and meta-analysis. Clin Rehabil. 2017;31(5):651-9https://doi.org/10.1177/0269215516675906
13. Thorborg K, Krommes KK, Esteve E, Clausen MB, Bartels EM, Rathleff MS. Effect of specific exercise-based football injury prevention programmes on the overall injury rate in football: a systematic review and meta-analysis of the FIFA 11 and 11+ programmes. Br J Sports Med. 2017;51(7):562-71. https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097066
14. Padua DA, DiStefano LJ, Beutler AI, de la Motte SJ, DiStefano MJ, Marshall SW. The Landing Error Scoring System as a Screening Tool for an Anterior Cruciate Ligament Injury-Prevention Program in Elite-Youth Soccer Athletes. J Athl Train. 2015;50(6):589-95. https://doi.org/10.4085/1062-6050-50.1.10

[Downloaded from ijrn.ir on 2025-03-20]

[DOI: https://doi.org/10.22034/IJRN.9.1.52]

15. Read PJ, Oliver JL, De Ste Croix MBA, Myer GD, Lloyd RS. A Review of Field-Based Assessments of Neuromuscular Control and Their Utility in Male Youth Soccer Players. J Strength Cond Res. 2019;33(1):283-99. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002069
16. Padua DA, Marshall SW, Boling MC, Thigpen CA, Garrett WE, Jr., 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. https://doi.org/10.1177/0363546509343200
17. Hanzlíková I, Athens J, Hébert-Losier K. Factors influencing the Landing Error Scoring System: Systematic review with meta-analysis. J Sci Med Sport. 2021;24(3):269-80. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.08.013
18. Kendall FP, McCreary EK, Provance P, Rodgers M, Romani W. Muscles: Testing and function, with posture and pain (Kendall, Muscles). Fifth nort LWW. 2005:1-100. https://doi.org/10.1093/ptj/86.2.304
19. Oliver GD, Plummer HA, Washington JK, Weimar WH, Brambeck A. Effects of Game Performance on Softball Pitchers and Catchers. J Strength Cond Res. 2019;33(2):466-73. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001848
20. Okada T, Huxel KC, Nesser TW. Relationship between core stability, functional movement, and performance. J Strength Cond Res. 2011;25(1):252-61. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b22b3e
21. Jeong J, Choi DH, Shin CS. Core Strength Training Can Alter Neuromuscular and Biomechanical Risk Factors for Anterior Cruciate Ligament Injury. Am J Sports Med. 2021;49(1):183-92. https://doi.org/10.1177/0363546520972990
22. Akbari H, Sahebozamani M, Daneshjoo A, Amiri-Khorasani M, Shimokochi Y. Effect of the FIFA 11+ on Landing Patterns and Baseline Movement Errors in Elite Male Youth Soccer Players. J Sport Rehabil. 2020;29(6):730-7. https://doi.org/10.1123/jsr.2018-0374
23. Belcher S, Whatman C, Brughelli M, Borotkanics R. Short and long versions of a 12-week netball specific neuromuscular warm-up improves landing technique in youth netballers. Phys Ther Sport. 2021;49:31-6. https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2021.01.016
24. Parsons JL, Sylvester R, Porter MM. The Effect of Strength Training on the Jump-Landing Biomechanics of Young Female Athletes: Results of a Randomized Controlled Trial. Clin J Sport Med. 2017;27(2):127-32. https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000323
25. Lindblom H, Waldén M, Hägglund M. Performance Effects with Injury Prevention Exercise Programmes in Male Youth Football Players: A Randomised Trial Comparing Two Interventions. Sports Med Open. 2020;6(1):1-10. https://doi.org/10.1186/s40798-020-00282-7
26. Neumann DA. Kinesiology of the hip: a focus on muscular actions. J Orthop Sports Phys Ther. 2010;40(2):82-94. https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3025
27. Powers CM. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. J Orthop Sports Phys Ther. 2010; 40 (2):42-51. https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3337
28. Panagoulis C, Chatzinikolaou A, Avloniti A, Leontsini D, Deli CK, Draganidis D, et al. In-Season Integrative Neuromuscular Strength Training Improves Performance of Early-Adolescent Soccer Athletes. J Strength Cond Res. 2020;34(2):516-26. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002938
29. Herman DC, Pritchard KA, Cosby NL, Selkow NM. Effect of Strength Training on Jump-Landing Biomechanics in Adolescent Females. Sports Health. 2022;14(1):69-76. https://doi.org/10.1177/19417381211056089

[Downloaded from ijrn.ir on 2025-03-20]

[DOI: https://doi.org/10.22034/IJRN.9.1.52]