Iranian Journal of Rehabilitation Research in Nursing Original Article

Summer 2025, Volume 11, Issue 4 10.22034/IJRN.11.4.10

Comparison of the Effect of Neuromuscular and Traditional Training on Postural Control and Ground Reaction Forces of 15–18-year-old Girls with a History of Ankle Ligament Sprain

Maryam Alimadadi[1], Amirali Jafarnezhadgero[2*], Farhad Tabatabai Qomsheh[3], Aliyeh Daryabor[4]

1-Department of Sports Biomechanics, Faculty of Sports Sciences and Physical Education, Central Tehran Branch, Islamic Azad University of Tehran, Iran.
2- Associate Professor of Sports Biomechanics, Department of Sports Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
3- Professor, Ergonomics Department, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
4- Physiotherapy Research Center, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Corresponding Author: Amirali Jafarnezhadgero, Associate Professor of Sports Biomechanics, Department of Sports Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
Email: amiralijafarnezhad@gmail.com

Received: 2024/11/30 Accepted: 2025/04/7

Abstract

Introduction: Lateral ankle sprains are one of the most common musculoskeletal injuries in athletes, accounting for approximately 15% of all injuries and leading to long-term absence from sports activities. The current research aims to compare the effect of neuromuscular and traditional training on postural control and ground reaction forces in 15-18-year-old girls with a history of ankle ligament sprains.

Methods: The present study is designed as a quasi-experimental applied approach and uses a pre-test-post-test design. The statistical sample of this study included 30 participants with a history of ankle sprain (15 participants in each group) aged 15 to 18 years. This study includes two experimental groups: the first group received neuromuscular training and the second group received traditional training. A force plate was used to evaluate postural control and ground reaction forces in girls with a history of ankle ligament sprains. To analyze the data, two-way analysis of variance and Bonferroni post hoc tests were performed at a significance level of $p \leq 0.05$. Statistical software SPSS version 26 and Excel 2019 were used for statistical calculations.

Results: The results of the present study showed that both neuromuscular training ($p = 0.001$) and traditional training ($p = 0.001$) had a significant effect on postural control and ground reaction forces during walking. Also, the research results showed that there is a significant difference between neuromuscular and traditional training on postural control and ground reaction forces during walking in participants ($p = 0.001$).

Conclusion: The results of the present study showed that neuromuscular training has a better effect on the components of postural control and ground reaction forces than traditional training. Therefore, it is recommended that in the rehabilitation phase after injury to the lateral ligament of the ankle, as well as during chronic ankle sprain, trainers and rehabilitation professionals use neuromuscular exercises to improve the clinical and functional outcomes of these patients.

Keywords: Posture control, Kinetics, Ankle sprain, Side sprain.

[Downloaded from ijrn.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.22034/IJRN.11.4.10]

نشریه پژوهش توانبخشی در پرستاری
مقاله پژوهشی

تابستان ۱۴۰۴، دوره ۱۱، شماره ۴

10.22034/IJRN.11.4.10

مقایسه تأثیر تمرینات عصبی–عضلانی و سنتی بر کنترل پاسچر و نیروی‌های عکس‌العمل زمین دختران ۱۵–۱۸ سال با سابقه اسپرین لیگامنت مچ پا

مریم علی مددی[۱]، امیرعلی جعفرنژادگرو[۲*]، فرهاد طباطبایی قمشه[۳]، عالیه دریابر[۴]

۱– گروه بیو مکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تربیت بدنی واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی تهران، ایران.
۲– دانشیار بیومکانیک ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۳–استاد گروه ارگونومی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.
۴– مرکز تحقیقات فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

نویسنده مسئول: امیرعلی جعفرنژادگرو، دانشیار بیومکانیک ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
ایمیل: amiralijafarnezhad@gmail.com

دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۹/۱۰ پذیرش مقاله: ۱۴۰۴/۱/۱۸

چکیده

مقدمه: پیچ‌خوردگی خارجی مچ پا یکی از رایج‌ترین آسیب‌های عضلانی–اسکلتی در ورزشکاران است که تقریباً ۱۵ درصد از کل آسیب‌ها را شامل می‌شود و منجر به غیبت طولانی‌مدت از فعالیت‌های ورزشی می‌گردد. هدف از پژوهش حاضر مقایسه تأثیر تمرینات عصبی–عضلانی و سنتی بر کنترل پاسچر و نیروی‌های عکس‌العمل زمین دختران ۱۵–۱۸ سال با سابقه اسپرین لیگامنت مچ پا بود.

روش کار: تحقیق حاضر از نظر روش به‌صورت نیمه تجربی و با رویکرد کاربردی طراحی شده است و از طرح پیش‌آزمون–پس‌آزمون بهره می‌برد. نمونه آماری این تحقیق شامل ۳۰ نفر با سابقه اسپرین مچ پا (۱۵ نفر در هر گروه) با دامنه سنی ۱۵ تا ۱۸ سال بودند. این مطالعه شامل دو گروه تجربی است: گروه اول تمرینات عصبی–عضلانی و گروه دوم تمرینات سنتی. برای ارزیابی کنترل پاسچر سالمندان از صفحه نیرو کیستلر (ساخت کشور سوئیس) استفاده شد. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از تحلیل واریانس دوسویه و آزمون‌های تعقیبی بونفرونی در سطح معنی‌داری $p\leq ۰/۰۵$ انجام شد. از نرم‌افزار آماری spss نسخه ۲۶ و اکسل ۲۰۱۹ برای محاسبات آماری استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج مطالعه حاضر نشان داد که هم تمرینات عصبی–عضلانی ($p=۰/۰۰۱$)؛ و هم تمرینات سنتی ($p=۰/۰۰۱$)؛ بر کنترل پاسچر و نیروهای عکس‌العمل زمین در طی راه رفتن تأثیر معنی‌داری دارند. همچنین نتایج پژوهش نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تمرینات عصبی–عضلانی با سنتی بر کنترل پاسچر و نیروهای عکس‌العمل زمین در طی راه رفتن سالمندان به نفع تمرینات عصبی–عضلانی وجود دارد ($p=۰/۰۰۱$).

نتیجه گیری: نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تمرینات عصبی–عضلانی نسبت به تمرینات سنتی، بر مؤلفه‌های تعادل و دامنه نیروی عکس‌العمل بهتر تأثیر می‌گذارند. توصیه می‌شود که در فاز توانبخشی بعد از آسیب لیگامنت خارجی مچ پا و همچنین به هنگام اسپرین مزمن مچ پا، مربیان و افرادی که در حوزه توانبخشی کار می‌کنند، از تمرینات عصبی–عضلانی برای بهبود پیامدهای بالینی و عملکردی این افراد استفاده شود.

کلیدواژه‌ها: کنترل پاسچر، کینتیک، اسپرین مچ پا، اسپرین جانبی.

[Downloaded from ijm.ir on 2026-06-25]
[DOI: 10.22034/IJRN.11.4.10]

مقدمه

پیچ‌خوردگی خارجی مچ پا یکی از شایع‌ترین آسیب‌های عضلانی- اسکلتی در ورزشکاران است که حدود ۱۵ درصد از آسیب‌ها را در بین تمام آسیب‌ها به خود اختصاص می‌دهد و باعث غیبت‌های طولانی از شرکت در فعالیت‌های ورزشی می‌شود (۱, ۲). پیچ‌خوردگی مچ پا باعث عوارض جانبی همچون احساس بی‌ثباتی مچ پا، درد، تورم و اختلال در عملکرد حسی- حرکتی مچ پا شامل ضعف عضلانی، مشکلات تعادلی و حس عمقی می‌شوند که به‌طور کلی همه این عوامل به‌عنوان بی‌ثباتی مزمن مچ پا تعریف می‌شود (۳, ۴).

در واقع وقتی مچ پا دچار اسپرین می‌شود، استحکام ساختارهای لیگامنتی کاهش پیدا می‌کند، کنترل عصبی- عضلانی تغییر پیدا می‌کند، ضعف عضلانی ایجاد می‌شود، تحرک مفصل دچار تغییر می‌شود، گیرنده‌های مکانیکی مفصل اطلاعات درستی را به سیستم عصبی مرکزی منتقل نمی‌کند و عوارض متعدد دیگری به دنبال اسپرین مچ پا ایجاد می‌شود (۵). تحقیقات نشان داده‌اند تغییرات بیومکانیکی و نقص‌های حسی- حرکتی در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا رخ می‌دهد و می‌تواند میزان فعالیت افراد را در طول زندگی کاهش دهد و همچنین به آسیب‌های فرسایشی مچ پا منجر شود (۶).

پژوهش‌ها نشان می‌دهند که نقص در کنترل عصبی- عضلانی مفصل می‌تواند باعث ایجاد فشارهایی بیش ازحد در قدرت و توان عضلات مچ پا شود و ناتوانی مکانیکی را در مفصل ایجاد کند. همچنین، نقص در کنترل پاسچر و مشکل در کنترل نیروی عکس‌العمل زمین هنگام فرود نیز ازجمله مشکلاتی است که در افرادی که دچار اسپرین لیگامنت هستند، مشاهده می‌شود؛ به گونه‌ای که افزایش نوسان پاسچر یک عامل منفی است که می‌تواند به افزایش شیوع آسیب به علت اختلال در عوامل کنترل عصبی- عضلانی یا تعادل منجر شود (۷)؛ بنابراین بررسی عوامل کینتیکی افراد دارای اسپرین مزمن مچ پا می‌تواند باعث زمینه را برای پیشگیری از آسیب مجدد و افزایش ارتقا عملکرد فراهم کند.

علاوه بر این، وجود نقص‌های عملکردی و مکانیکی در ورزشکاران، به وقوع آسیب مجدد در هنگام اجرای ورزشی و در نتیجه از دست رفتن زمان بازی و از بین رفتن منافع اقتصادی منجر می‌شود. همچنین این نقص‌های مزمن منتج به اثرات منفی روانی در ورزشکاران می‌شود و حتی ممکن است به کناره‌گیری آنان از ورزش و به‌ویژه ورزش حرفه‌ای منجر شود (۸). بنابراین شناسایی عوامل مؤثر بر کاهش عوارض ناشی از اسپرین مچ پا و همچنین بهبود سریع و جلوگیری از آسیب مجدد بعد وقوع اسپرین مچ پا امری ضروری تلقی می‌شود. یکی از عوامل مؤثر بر کاهش این عوارض، طراحی پروتکل‌هایی تمرینی است که مطالعات به‌منظور کاهش عوارض ناشی از آسیب، بهبود مطلوب آسیب‌های ناشی از اسپرین و جلوگیری از آسیب مجدد، بر روی این افراد اعمال شده است.

مجموعه‌ای از اقدامات و برنامه‌های پیشگیرانه برای جلوگیری از پیچ‌خوردگی مچ پا برای اولین بار (پیشگیری اولیه)، کاهش احتمال پیچ‌خوردگی مکرر (پیشگیری ثانویه)، یا رفع هر دو ایجاد شده است (۹). این مداخلات شامل استفاده از ساپورت‌های خارجی مانند مچ‌بند، نوار و بانداژ، کفش و ارتز اصلاح شده، تمرین عصبی عضلانی، برنامه‌های ورزشی یا ترکیبی از این رویکردها می‌باشد (۱۰).

یکی از پروتکل‌های تمرینی که بر روی این افراد صورت گرفته است، تمرینات عصبی-عضلانی می‌باشد (۱۱). تمرینات عصبی-عضلانی با افزایش مکانوسپتورها و افزایش هماهنگی‌های عصبی- عضلانی این امکان را به سیستم عصبی مرکزی می‌دهد تا بتواند اعصاب حرکتی عضلات را با یک الگوی مشخص و هماهنگ شده فعال کند و آگاهی مفصل را بالا می‌برد (۱۲). تمرینات عصبی-عضلانی باعث می‌شود در هنگام ایستادن، اطلاعات دقیق‌تری از گیرنده‌های مفصلی به سیستم عصبی مرکزی فرستاده شود و در نتیجه باعث بهبود عملکرد و کنترل پاسچر می‌شود (۱۳).

تمرینات عصبی-عضلانی باعث می‌شود در هنگام ایستادن، اطلاعات دقیق‌تری از گیرنده‌های مفصلی به سیستم عصبی مرکزی فرستاده شود و در نتیجه باعث بهبود عملکرد و کنترل پاسچر می‌شود. مطالعات مروری صورت گرفته به‌منظور بررسی تأثیر تمرینات عصبی-عضلانی روی این افراد نشان داده‌اند که تمرینات عصبی-عضلانی تأثیر مثبتی بر روی تعادل و عملکرد حرکتی این افراد می‌گذارد (۱۴-۱۶). نتایج مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات عصبی- عضلانی منجر به بهبود شاخص‌های عملکردی، تعادلی و حی عمقی این افراد می‌شود؛ اما مطالعه‌ای که به بررسی و مقایسه تمرینات عصبی-عضلانی را روی شاخص‌های

[Downloaded from ijm.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.22034/IJRN.11.4.10]

کینتیکی افراد دارای اسپرین مچ پا پرداخته باشد، وجود نداشت. علاوه بر این، مشخص نشده است که تمرینات عصبی-عضلانی در مقایسه با سایر تمرینات چگونه عمل می‌کنند؟ آیا تمرینات عصبی-عضلانی تأثیر بیشتری نسبت به سایر تمرینات بر روی این افراد دارد یا تفاوت معنی‌داری بین این تمرینات با سایر پروتکل‌های تمرینی نیست. با وجود این، تاکنون اثر استفاده از تمرینات عصبی-عضلانی؛ نسبت به تمرینات سنتی در مکانیک راه رفتن و تعادل دختران ۱۵-۱۸ سال که دچار اسپرین لیگامنت مچ پا هستند مورد بررسی قرار نگرفته است که این مورد در پژوهش حاضر مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

روش کار

ابتدا فراخوانی برای شرکت در تحقیق منتشر شد که به‌طور خاص به افرادی که سابقه پیچ‌خوردگی مچ پا (اسپرین) داشتند، دعوت به مشارکت کرد. این اقدام به‌منظور شناسایی و جذب نمونه‌های مناسب برای مطالعه انجام شد. پس از انتخاب آزمودنی با سابقه کشیدگی جانب خارجی مچ پا، از آن‌ها خواسته شد. پرسشنامه‌های شاخص ناتوانی مچ پا و پا و شاخص ورزشی ناتوانی مچ پا و پا را تکمیل کنند؛ سپس از افرادی که در پرسشنامه‌های فوق به ترتیب امتیازات پایین‌تر یا مساوی ۹۰ درصد و پایین‌تر و مساوی ۸۰ درصد را کسب کردند دعوت شد تا در پژوهش شرکت کنند. پس از حصول اطمینان از تطابق ویژگی‌های آزمودنی‌ها با شرایط پژوهش، توضیحاتی در رابطه با پژوهش به آن‌ها ارائه شد. پیش از آغاز اندازه‌گیری‌ها از آزمودنی‌ها خواسته شد تا فرم ثبت مشخصات فردی و رضایت‌نامه را تکمیل و بدین‌وسیله رضایت خود را در همکاری با پژوهشگر اعلام نمایند. جمع‌آوری اطلاعات آزمودنی‌ها طی سه جلسه و به فاصله حداکثر هفت روز انجام شد. در ابتدای جلسه اول برخی متغیرها همچون قد، وزن و طول حقیقی پا به‌وسیله قد سنج، ترازوی دیجیتال و متر نواری اندازه‌گیری شدند. سپس‌آزمون‌های کینتیکی توسط صفحه نیرو در حین راه رفتن اندازه‌گیری شد. سپس آزمودنی‌ها، برنامه‌های تمرینی به مدت هفته ۶ اجرا کردند. سپس بعد ۶ از هفته، دوباره همان آزمون‌هایی که در پیش‌آزمون گرفته شده بود به همان ترتیب اندازه‌گیری شدند.

با توجه به اعمال متغیر مداخله‌ای (تمرینات عصبی-عضلانی و سنتی) و انتخاب تصادفی آزمودنی‌ها از بین جامعه آماری، تحقیق حاضر به لحاظ روش و راهبرد نیمه تجربی، به لحاظ موضوع یک تحقیق کاربردی و با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون بود. تحقیق حاضر شامل دو گروه تجربی (یک گروه تمرینات عصبی-عضلانی و یک گروه تمرینات سنتی) است. همچنین روند پیش‌آزمون و پس‌آزمون پس از اجرای پروتکل تمرینی (در سالن تمرینی) در هر دو گروه مورد بررسی قرار گرفت. جامعه آماری این تحقیق شامل دختران ۱۵ تا ۱۸ سال شهر تهران با سابقه اسپرین مچ پا تشکیل دادند. برای تعیین حجم نمونه در تحقیق حاضر، از نتایج مطالعات قبلی مشابه (۱۷) و نرم‌افزار G*Power استفاده شد. بر این اساس با ضریب اطمینان ۰/۹۵ ، توان آزمون ۸۰٪ و اندازه اثر ۰/۵ تعداد نمونه‌های هر گروه مورد محاسبه قرار گرفت. با احتمال ریزش احتمالی نمونه‌ها ۱۰ درصد بیشتر از حد نصاب محاسبه شده نرم‌افزار تعداد نمونه‌های هر گروه مدنظر قرار گرفت. لازم به ذکر است که برای تخمین حجم نمونه، میزان اندازه اثر گزارش شده در ارتباط با شاخص‌های تعادلی مورد استفاده قرار گرفت. نمونه آماری این تحقیق شامل ۳۰ نفر (هر گروه ۱۵ نفر) با دامنه سنی ۱۵ تا ۱۸ سال انتخاب شدند.

معیارهای ورود به تحقیق شامل: جنسیت زن بودن آزمودنی‌ها، دامنه سنی ۱۵ تا ۱۸ سال، نداشتن بیماری‌های قلبی عروقی و تنفسی، عدم ابتلا به بیماری‌های نورولوژی، نوروپاتی، روماتیسم مفصلی و سایر بیماری‌های عصبی- عضلانی که بر حس وضعیت مفاصل تأثیرگذار باشد، رضایت کتبی برای شرکت در پژوهش، اجتناب از انجام تمرینات ورزشی و یا فعالیت‌های شدید در طول انجام تحقیق، عدم وجود ناهنجاری وضعیتی اثرگذار در روند تحقیق (در اندام تحتانی و فوقانی) و داشتن التزامات پرسشنامه آمادگی فعالیت بدنی و پرسشنامه سلامت آزمودنی‌ها که توسط سازمان بهداشت جهانی ارائه شده بود. معیارهای خروج در طول تحقیق شامل: عدم شرکت در دو جلسه تمرینی متوالی یا سه جلسه تمرینی غیر متوالی، به وجود آمدن دردهای عضلانی-اسکلتی پس از انجام تمرینات بود. به این منظور که در حین برنامه‌های تمرینی اگه آزمودنی درد احساس می‌کرد، از مطالعه خارج می‌شد (۱۸).

به‌منظور اندازه‌گیری قد آزمودنی‌ها از دستگاه اندازه‌گیری قد نواری استفاده شد. وزن آزمودنی‌ها توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۱۰۰ گرم بدون کفش و با کم‌ترین

[Downloaded from ijm.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.22034/IJRN.11.4.10]

لباس اندازه‌گیری شد. سن آزمودنی‌ها نیز بر اساس سن شناسنامه‌ای و گزارش شفاهی آزمودنی، ثبت گردید.

نحوه ارزیابی متغیرهای کنترل پاسچر و نیروهای عکس‌العمل نوسانات مرکز فشار (میزان جابجایی در جهت قدامی-خلفی و داخلی-خارجی توسط دستگاه صفحه نیرو کیستلر (kistler) مدل 9286 ba (ساخت کشور سوئیس) با فرکانس ۱۰۰۰ هرتز مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. میانگین سه تکرار اندازه گیری شده مورد محاسبه قرار گرفت. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با نرم‌افزار اکسل صورت گرفت. جهت حذف سیگنال‌های خطا احتمالی تمام داده‌ها با استفاده از فیلتر باتروورث درجه ۲۰ پایین گذر، فیلتر شدند (۱۹).

برنامه تمرینی عصبی-عضلانی

شرکت‌کنندگان در یک برنامه تمرین عصبی-عضلانی پویا پیش‌رونده ۶ هفته‌ای (هفته‌ای سه جلسه و هر جلسه ۶۰ دقیقه) شرکت کردند که شامل تمرینات متمرکز بر ثبات وضعیتی، قدرت، پلایومتریک و سرعت/چابکی بود. تا به امروز، تحقیقات محدودی با هدف ایجاد یک سیستم طبقه‌بندی مبتنی بر درمان یا اختلال که به جنبه‌های چند عاملی پیچ‌خوردگی مچ پا می‌پردازد، انجام شده است؛ بنابراین یک برنامه جامع چند جزئی اجرا شد. تمرین‌ها برای پیشرفت از کارهای ساده به کارهای پیچیده‌تر طراحی شده‌اند که از مجموعه‌ای از پروتکل‌های توانبخشی منتشر شده قبلی برای همسویی با شیوه‌های فعلی و در عین حال رسیدگی به نیازهای عملکردی خاص فرد طراحی شده‌اند. با توجه به ماهیت پویایی ورزش ورزشکار و تمایل وی به تجربه احساس آسیب‌پذیری در طول فعالیت‌های با سرعت بالا، گنجاندن یک جزء سرعت و چابکی در پروتکل توانبخشی ضروری تلقی شد (جدول۱) (۱۲).

جدول ۱. برنامه تمرینی عصبی-عضلانی ۶ هفته‌ای

هفته	۱	۲	۳	٤	٥	٦
پایداری وضعیتی	ایستادن روی یک پا بر روی بالشتک Airex®: (۳ د قیقه)	ایستادن روی یک پا بر روی تخته مایل: (۳ دقیقه)	ایستادن روی یک پا بر روی توپ BOSU®: (۳ دقیقه)	ایستادن روی یک پا بر روی توپ BOSU® با گرفتن توپ برگشتی: (۳ دقیقه)	پرش به جلو از پله Reebox®: (۲ ست × ۱۰ تکرار با ۱۰ ثانیه تثبیت)	پرش به کنار از پله Reebox®: (۲ ست × ۱۰ تکرار با ۱۰ ثانیه تثبیت)
قدرت	بالا بردن پاشنه دو پا: (۳ ست × ۱۲ تکرار)	پل دو پا: (۲ ست × ۱۰ تکرار)	بالا بردن پاشنه با عضله گلوتئوس مدیوس: (۲ ست × ۱۰ تکرار – هر طرف)	بالا بردن پاشنه دو پا: (۳ ست × ۱۲ تکرار)	پل دو پا: (۲ ست × ۱۰ تکرار)	بالا بردن پاشنه با عضله گلوتئوس مدیوس: (۲ ست × ۱۰ تکرار – هر طرف)
	بالا بردن پاشنه یک پا: (۲ ست × ۱۰ تکرار – هر طرف)	پل یک پا: (۳ ست × ۱۲ تکرار – هر طرف)	شکل۴ گلوتئوس مدیوس: (۲ ست × ۱۰ تکرار – هر طرف)	بالا بردن پاشنه یک پا: (۲ ست × ۱۰ تکرار – هر طرف)	پل یک پا: (۳ ست × ۱۲ تکرار – هر طرف)	شکل ۴ گلوتئوس مدیوس: (۲ ست × ۱۰ تکرار – هر طرف)
	بالا بردن پاشنه یک پا با وزن (۱۵ کیلوگرم): (۳ ست × ۱۲ تکرار – هر طرف)	اسکوات دو پا: (۳ ست × ۱۲ تکرار)	قدم‌های جانبی مقاومتی: (۳ ست × ۱۲ تکرار/قدم – هر طرف)	بالا بردن پاشنه یک پا با وزن (۲۰ کیلوگرم): (۳ ست × ۱۲ تکرار – هر طرف)	اسکوات یک پا: (۳ ست × ۱۰ تکرار – هر طرف)	قدم‌های جانبی مقاومتی: (۳ ست × ۱۲ تکرار/قدم – هر طرف)
پلیومتریک	پرش جمع‌شده: (۳ ست × ۱۰ تکرار)	پرش های وسیع: (۳ ست × ۱۰ تکرار)	پرش‌های جمع‌شده ۱۸۰°: (۳ ست × ۵ تکرار در هر جهت)	چرخش های پرش ۹۰°: (۱۰ تکرار – ساعت‌گرد و پاد ساعت گرد)	پرش‌های جانبی دو پا از روی مانع کوچک: (۳ ست × ۱۰ تکرار)	پرش‌های جانبی یک پا از روی مانع کوچک: (۳ ست × ۱۰ تکرار)
سرعت/ چابکی	دویدن به شکل ۸: (مسیر ۱۰ متر، ۵ تکرار در هر جهت)	نردبان: دویدن به جلو: (۱۰ تکرار)	نردبان: دویدن به سمت جانبی: (۱۰ تکرار – هر طرف)	نردبان: پرش به سمت جانبی: (۱۰ تکرار – هر طرف)	نردبان: تمرین اسلالم پرشی: (۱۰ تکرار)	دویدن‌های جانبی: (مسیر ۱۰ متر، ۲ ست × ۱۰ تکرار)

[Downloaded from ijm.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.22034/IJRN.11.4.10]

نامه تمرینی سنتی

برنامه تمرینی سنتی ۶ هفته‌ای (هفته‌ای سه جلسه و هر جلسه ۶۰ دقیقه) برای پیچ‌خوردگی مچ پا برای بهبود ریکاوری، بازیابی عملکرد و تقویت مفصل مچ پا طراحی شده است. این برنامه با تمرینات حرکتی و انعطاف‌پذیری ملایم در هفته اول شروع می‌شود و بر دامنه حرکتی بدون درد تمرکز می‌کند تا سفتی را کاهش دهد. با پیشرفت شرکت‌کنندگان، این برنامه شامل تمرینات تقویتی با استفاده از نوارهای مقاومتی و وزن بدن برای ایجاد حمایت عضلانی در اطراف مچ پا می‌شود. در هفته چهارم، تمرینات تعادل و ثبات برای بهبود حس عمقی و کاهش خطر آسیب مجدد معرفی می‌شوند. هفته‌های پایانی بر حرکات عملکردی و تمرین‌های چابکی تأکید می‌کنند و به تدریج افراد را برای بازگشت ایمن به فعالیت‌ها یا ورزش‌های معمولی خود آماده می‌کنند. این رویکرد ساختاریافته بهبودی جامع را تضمین می‌کند و در عین حال به نیازهای خاص افرادی که از بی‌ثباتی مچ پا رنج می‌برند، توجه می‌کند (جدول ۲) (۲۰).

جدول ۲. برنامه تمرینی سنتی ۶ هفته‌ای

تمرینات	اهداف	هفته
– پمپاژ مچ پا: ۳ ست از ۱۰ تکرار – کشش حوله‌ای: ۱۵–۳۰ ثانیه نگه‌دارید، ۳ بار – دامنه حرکتی ملایم: خم و راست (۳ ست از ۱۰) – تمرینات ایزومتریک: – خم شدن به عقب: پا را به دیوار فشار دهید، ۵ ثانیه نگه‌دارید، ۱۰ تکرار – خم شدن به جلو: پا را به دیوار فشار دهید، ۵ ثانیه نگه‌دارید، ۱۰ تکرار	بازیابی اولیه و تحرک	۱
– سر خوردن پاشنه: ۳ ست از ۱۰ تکرار – نوشتن الفبا: با انگشتان پا الفبا را بنویسید، ۱ جلسه – کشش حوله‌ای: ۱۵–۳۰ ثانیه نگه‌دارید، ۳ بار – خم شدن به عقب با باند مقاومتی: ۳ ست از ۱۰ تکرار	افزایش دامنه حرکتی	۲
– بالا بردن پاشنه: ۳ ست از ۱۰–۱۵ تکرار – بالا بردن انگشتان پا: ۳ ست از ۱۰–۱۵ تکرار – خم شدن به جلو با باند مقاومتی: ۳ ست از ۱۰ تکرار – چرخش خارجی با باند مقاومتی: ۳ ست از ۱۰ تکرار	تقویت	۳
– تعادل روی یک پا: ۳۰ ثانیه نگه‌دارید، ۳ ست (به تدریج با چشم‌های باز) – بالا رفتن جانبی: ۳ ست از ۱۰ تکرار برای هر پا – راه رفتن پاشنه به انگشت: ۳ ست از ۱۰ قدم – اسکوات به دیوار: ۱۵–۳۰ ثانیه نگه‌دارید، ۳ ست	تقویت و پایداری بهتر	۴
– جلو رفتن با لانژ: ۳ ست از ۱۰ تکرار – لانژ جانبی: ۳ ست از ۱۰ تکرار – تمرینات تخته تعادل: ۵ دقیقه حرکات مختلف – بالا رفتن: ۳ ست از ۱۰ تکرار برای هر پا	حرکت عملکردی	۵
– تمرینات چابکی: تمرینات مخروطی سبک (۵–۱۰ دقیقه) – بالا بردن پاشنه به طور مداوم: ۳ ست از ۱۵ تکرار – بالا بردن پاشنه یک پا: ۳ ست از ۱۰ تکرار برای هر پا	بازگشت به فعالیت	۶

روش آماری مورد استفاده جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

در این تحقیق از آمار توصیفی برای توصیف داده‌های هر گروه (سن، قد، طول پا، وزن آزمودنی‌ها، شاخص توده بدنی)؛ برای توصیف داده‌ها از شاخص میانگین و انحراف استاندارد استفاده شد. مقایسه نتایج هر پارامتر با استفاده از آزمون‌های تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مختلط دو عاملی با یک متغیر درون گروهی زمان (پیش‌آزمون–پس‌آزمون) و یک متغیر بین گروهی مکان (گروه تمرینی ۱ و ۲)، تحلیل واریانس دو سویه در سطح معناداری $p\leq$۰/۰۵ انجام شد. از نرم‌افزار آماری spss نسخه ۲۶ و اکسل ۲۰۱۹ برای محاسبات آماری و رسم نمودار استفاده شد. همچنین جهت بررسی اندازه اثر پروتکل‌های تمرینی بر تعادل و نیروهای عکس‌العمل زمین از روش دی کوهن استفاده شد (۲۱). در روش دی کوهن اندازه اثرها به سه قسمت اندازه اثر کوچک (۰/۰۱ تا ۰/۰۵۹)، میانی (۰/۰۶ تا ۰/۱۳۹) و بزرگ (۰/۱۴ به بالا) تقسیم می شوند. همچنین تمام متغیرهای مورد نظر با فاصله اطمینان ۹۵٪ مورد محاسبه قرار گرفتند.

[Downloaded from ijm.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.22034/IJRN.11.4.10]

یافته ها

میانگیـن و انحـراف اسـتاندارد داده هـای دموگرافیـک (سـن، قـد و وزن) در جـدول ۳ آورده شـده اسـت. بـا توجـه بـه نتایـج بـه دسـت آمـده از آزمـون تـی مسـتقل، اختـلاف معنـاداری در مقایسـه بیـن دموگرافیـک دو گـروه وجـود نداشـت (P>۰/۰۵).

جدول ۳. مشخصات میانگین و انحراف استاندارد دموگرافیک آزمودنی ها

پارامترها	گروه تمرینات ماسکولار	گروه تمرینات سنتی	سطح معناداری
قد (سانتیمتر)	۱۶۴/۰۰ ± ۵/۴۲	۱۶۳/۳۵ ± ۵/۰۳	۰/۷۲۹
وزن (کیلوگرم)	۶۱/۸۶ ± ۱۴/۳۵	۵۷/۸۸ ± ۹/۹۴	۰/۳۶۴
سن (سال)	۱۶/۳۳ ± ۰/۴۸	۱۶/۴۷ ± ۰/۵۱	۰/۴۴۷

*سطح معنی داری p<۰/۰۵

نتایـج نشـان داد هیـچ یـک از مؤلفه‌هـای نیـروی عکـس العمـل زمیـن طـی راه رفتـن دختـران ۱۵–۱۸ سـال دچـار اسـپرین مـچ پـا بیـن پیـش آزمـون دو گـروه تمریـن عصبی–عضلانی و سـنتی معنـی دار نبـود. همچنیـن نتایـج پژوهـش نشـان داد کـه اثـر عامـل گـروه در اوج نیـروی داخلی–خارجـی طـی تمـاس پاشـنه پـا بـا زمیـن در گـروه تمریـن عصبی–عضلانـی نسـبت بـه گـروه تمریـن سـنتی بیشـتر بـود (P=۰/۰۱۰؛ d=۰/۲۰۱). اثـر عامـل گـروه در زمـان رسـیدن بـه اوج نیـروی داخلی–خارجـی طـی فـاز هـل دادن در گـروه تمریـن سـنتی نسـبت بـه تمریـن عصبـی–عضلانـی بیشـتر بـود (P=۰/۰۰۴؛ d=۰/۲۴۹). اثـر عامـل گروه در زمـان رسـیدن بـه اوج نیـروی عمـودی عکس‌العمـل زمیـن در طـی تمـاس پاشـنه پـا بـا زمیـن (P=۰/۰۱۲؛ d=۰/۱۹۴) و هـل دادن (P=۰/۰۳۰؛ d=۰/۱۴۷) دارای اختـلاف معنـاداری بـود.

جدول ٤. اثر عامل زمان، اثر عامل گروه و اثر تعاملی زمان*گروه در دو گروه تمرین عصبی–عضلانی و سنتی بر مؤلفه‌های نیروی عکس العمل زمین طی راه رفتن

مؤلفه‌ها	گروه تمرین عصبی–عضلانی		گروه تمرین سنتی		سطح معناداری		
	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	اثر عامل زمان	اثر عامل گروه	اثر تعاملی زمان*گروه
FxHC	۱۱/۸۸ ± ۴/۵۱	۱۳/۲۱ ± ۵/۵۶	۹/۵۱ ± ۳/۰۱	۹/۲۰ ± ۴/۷۲	۰/۲۰۵ (۰/۰۵۳)	*۰/۰۱۰ (۰/۲۰۱)	۰/۹۹۳ (۰/۰۰۰)
FxPO	-۸/۴۰ ± ۲/۳۲	-۹/۲۶ ± ۲/۳۱	-۸/۸۰ ± ۳/۱۹	-۹/۶۸ ± ۴/۷۱	۰/۲۰۵ (۰/۰۵۳)	۰/۶۷۹ (۰/۰۰۶)	۰/۹۹۳ (۰/۰۰۰)
FyHC	-۱۲/۰۶ ± ۴/۶۸	-۱۲/۷۰ ± ۵/۰۱	-۹/۹۹ ± ۴/۹۶	-۱۰/۴۳ ± ۶/۳۳	۰/۶۵۳ (۰/۰۰۷)	۰/۱۴۸ (۰/۰۶۸)	۰/۹۳۰ (۰/۰۰۰)
FyPO	۴۶/۱۳ ± ۲۵/۳۹	۴۵/۰۶ ± ۲۴/۲۲	۴۷/۸۵ ± ۲۳/۵۰	۴۳/۱۵ ± ۲۴/۵۷	۰/۶۴۳ (۰/۰۰۷)	۰/۹۸۸ (۰/۰۰۰)	۷۷۰/۰ (۰۰۳/۰)
FzHC	۲۳۲/۳۴ ± ۲۸/۶۸	۲۳۱/۵۱ ± ۳۰/۶۹	۲۲۷/۲۰ ± ۴۷/۲۵	۲۱۷/۳۸ ± ۵۰/۵۷	۰/۵۰۷ (۰/۰۱۵)	۰/۴۳۶ (۰/۰۲۰)	۰/۵۷۵ (۰/۰۱۱)
Fzpo	۲۲۲/۱۸ ± ۳۲/۲۶	۲۱۵/۹۱ ± ۲۵/۰۲	۲۱۷/۸۷ ± ۴۸/۸۸	۲۰۴/۴۰ ± ۵۴/۲۶	۰/۲۲۲ (۰/۰۴۹)	۰/۵۴۲ (۰/۰۱۳)	۰/۶۵۳ (۰/۰۰۷)
TTP FxHC	۳۴/۱۵ ± ۸/۸۲	۳۳/۰۵ ± ۶/۰۳	۳۵/۳۴ ± ۱۱/۰۱	۳۵/۶۳ ± ۶/۴۹	۰/۸۴۹ (۰/۰۰۱)	۰/۳۷۰ (۰/۰۲۷)	۰/۷۴۷ (۰/۰۰۴)
TTP FxPO	۲۱۰/۲۱ ± ۳۹/۳۶	۲۰۰/۴۷ ± ۲۴/۱۳	۲۴۳/۰۱ ± ۵۵/۴۵	۲۳۳/۰۷ ± ۳۸/۶۷	۰/۳۵۲ (۰/۰۲۹)	* ۰/۰۰۴ (۰/۲۴۹)	۰/۹۹۲ (۰/۰۰۰)
TTP FyHC	۵۸/۴۱ ± ۳۲/۶۷	۴۴/۷۰ ± ۲۸/۶۰	۶۰/۹۵ ± ۴۰/۳۸	۵۳/۱۵ ± ۳۳/۸۹	۰/۱۷۷ (۰/۰۶۰)	۰/۵۶۲ (۰/۰۱۱)	۰/۷۰۶ (۰/۰۰۵)
TTP FyPO	۳۰۹/۴۸ ± ۵۱/۴۲	۲۹۲/۹۷ ± ۳۸/۲۲	۳۲۵/۱۶ ± ۵۶/۱۷	۳۱۴/۵۷ ± ۴۷/۷۶	۰/۲۸۰ (۰/۰۳۹)	۰/۱۳۹ (۰/۰۷۱)	۰/۸۱۲ (۰/۰۰۲)
TTP FzHC	۱۰۹/۵۴ ± ۲۵/۰۵	۹۶/۸۷ ± ۱۹/۰۱	۱۲۷/۵۲ ± ۳۰/۲۲	۱۱۷/۰۰ ± ۲۹/۶۲	۰/۰۷۱ (۰/۱۰۴)	* ۰/۰۱۲ (۰/۱۹۴)	۰/۸۶۴ (۰/۰۰۱)
TTP Fzpo	۲۴۱/۹۸ ± ۳۲/۷۰	۲۳۰/۹۸ ± ۱۷/۸۷	۲۵۵/۵۷ ± ۳۲/۲۲	۲۵۰/۶۳ ± ۲۲/۰۵	۰/۲۶۶ (۰/۰۴۱)	*۰/۰۳۰ (۰/۱۴۷)	۰/۶۹۱ (۰/۰۰۵)

[Downloaded from ijm.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.22034/IJRN.11.4.10]

* سطح معناداری P. FxHC<۰/۰۵: نیروی عکس‌العمل در جهت داخلی-خارجی در حین تماس پاشنه؛ FyHC: نیروی عکس‌العمل در جهت قدامی-خلفی در حین تماس پاشنه؛ FzHC: نیروی عکس‌العمل در جهت عمودی در حین تماس پاشنه؛ FxPO: نیروی عکس‌العمل در جهت داخلی-خارجی در حین هل
دادن؛ FyPO: نیروی عکس‌العمل در جهت قدامی-خلفی در حین هل دادن؛ FzPO: نیروی عکس‌العمل در جهت عمودی در حین تماس هل دادن؛ TTP-FxHC: اوج نیروی عکس‌العمل در جهت داخلی-خارجی در حین تماس پاشنه؛ TTP-FyHC: اوج نیروی عکس‌العمل در جهت قدامی-خلفی در حین تماس پاشنه؛ TTP-FzHC: اوج نیروی عکس‌العمل در جهت عمودی در حین تماس پاشنه؛ TTP-FxPO: اوج نیروی عکس‌العمل در جهت داخلی-خارجی در حین هل دادن؛ TTP-FyPO: اوج نیروی عکس‌العمل در جهت قدامی-خلفی در حین هل دادن؛ TTP-FzPO: اوج نیروی عکس‌العمل در جهت عمودی در حین هل دادن.

همچنین نتایج نشان داد هیچ یک از مؤلفه‌های تعادل طی راه رفتن دختران ۱۵-۱۸ سال دچار اسپرین مچ پا بین پیش-آزمون دو گروه تمرین عصبی-عضلانی و سنتی معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). علاوه بر این نتایج نشان داد که اثر عامل گروه در تغییرات مرکز فشار در راستای داخلی-خارجی در گروه تمرین سنتی نسبت به گروه تمرین عصبی-عضلانی بیشتر بود (P=۰/۰۰۴؛ d=۰/۲۴۸). همچنین اثر تعاملی زمان*گروه در تغییرات مرکز فشار در راستای قدامی-خلفی از نظر آماری دارای اختلاف معناداری بود (P<۰/۰۰۱؛ d=۰/۵۰۳). آزمون تعقیبی نشان داد تغییرات مرکز فشار پس‌آزمون گروه تمرین عصبی-عضلانی در مقایسه با پیش‌آزمون همان گروه کمتر بود. بعلاوه تغییرات مرکز فشار در پس‌آزمون گروه تمرین در مقایسه با پیش‌آزمون دچار افزایش شده بود.

جدول ۵. اثر عامل زمان، اثر عامل گروه و اثر تعاملی زمان*گروه در دو گروه تمرین نروماسکولار و سنتی بر تغییرات مرکز فشار طی راه رفتن

متغیرها	گروه تمرین نروماسکولار		گروه تمرین سنتی		سطح معناداری		
	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	اثر عامل زمان	اثر عامل گروه	اثر تعاملی زمان*گروه
Copx	۰/۰۹ ± ۰/۰۵	۰/۰۷ ± ۰/۰۶	۰/۱۳ ± ۰/۰۸	۰/۲۲ ± ۰/۱۹	۰/۲۷۶ (۰/۰۳۹)	۰۰۴/۰* (۲۴۸/۰)	۰/۰۸۰ (۰/۰۹۹)
Copy	۰/۱۸ ± ۰/۱۱	۰/۱۰ ± ۰/۰۴	۰/۱۳ ± ۰/۱۱	۰/۲۳ ± ۰/۱۱	۰/۴۵۸ (۰/۰۱۸)	۰/۲۳۸ (۰/۰۴۶)	P < ۰/۰۰۱ (۰/۵۰۳)

* سطح معناداری P. Copx<۰/۰۵: اوج نیروی عکس‌العمل در جهت عمودی در حین تماس پاشنه؛ Copy: اوج نیروی عکس‌العمل در جهت داخلی-خارجی در حین هل دادن

بحث

هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر تمرینات عصبی-عضلانی و سنتی بر کنترل پاسچر و نیروی‌های عکس‌العمل زمین دختران ۱۵-۱۸ سال با سابقه اسپرین لیگامنت مچ پا بود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تمرینات عصبی-عضلانی نسبت به تمرینات سنتی، بر مؤلفه‌های تعادل و دامنه نیروی عکس‌العمل بهتر تأثیر می‌گذارند. نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعات گذشته که به بررسی تأثیر تمرینات بر تعادل و کنترل پاسچر پرداخته‌اند، همسو می‌باشد (۲۲-۲۵).

پارک و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که ۶ هفته تمرینات عصبی-عضلانی بر تعادل و فعالیت الکترومیوگرافی عضلات بازیکنان بدمینتون با سابقه اسپرین مزمن مچ پا تأثیر معنی‌داری دارد (۲۲). همچنین، گوزمان-موز و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که تمرینات عصبی-عضلانی باعث بهبود کنترل پاسچر بازیکنان والیبال شده است (۲۳). کالیراتینام و همکاران (۲۰۱۶) در یک مطالعه مروری نشان داد که تمرینات عصبی-عضلانی باعث بهبود پیامدهای توانبخشی افراد دارای اسپرین لیگامنت جانبی مچ پا شده‌اند؛ بنابراین استفاده از این تمرینات را در فاز توانبخشی این افراد توصیه کردند (۲۴). علاوه بر این، الهمری و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که هشت هفته تمرینات عصبی-عضلانی باعث بهبود تعادل و حس عمقی افراد دارای اسپرین مچ پا شده است (۲۵). این نتایج نشان‌دهنده اهمیت استفاده از تمرینات عصبی-عضلانی در فاز توانبخشی این افراد است.

از دلایل تأثیرگذاری بیشتر تمرینات عصبی-عضلانی بر تعادل افراد دارای بی‌ثباتی مزمن مچ پا این می‌تواند باشد که آزمون‌های تعادلی مستقیماً متغیرهایی را اندازه‌گیری می‌کنند که هدف از طراحی پروتکل‌های تمرینی، تقویت

[Downloaded from ijm.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.22034/IJRN.11.4.10]

این متغیرهاست (۲۶). بنابراین یکی از دلایل این تأثیرگذاری بیشتر بر آزمون‌های تعادلی همین اندازه‌گیری گیرنده‌های مفصلی است که به‌طور مستقیم توسط پروتکل‌های تمرینی عصبی-عضلانی تقویت می‌شوند. در واقع هدف از این تمرینات به کارگیری بیشتر گیرنده‌های حس عمقی است (۱۱). همچنین تمرینات عصبی-عضلانی با افزایش مکانوسپتورها و افزایش هماهنگی‌های عصبی عضلانی این امکان را به سیستم عصبی مرکزی می‌دهد تا بتواند اعصاب حرکتی عضلات را با یک الگوی مشخص و هماهنگ شده فعال کند و آگاهی مفصل را بالا می‌برد و باعث می‌شود در هنگام ایستادن با هنگام اجرای آزمون‌های تعادلی، اطلاعات دقیق‌تری از گیرنده‌های مفصلی به سیستم عصبی مرکزی فرستاده شود (۲۷). این تمرینات عملکردی با ایجاد سازگاری‌های فیزیولوژیک مناسب می‌توانند نقش مؤثری در یادگیری مهارت، فراخوانی واحدهای حرکتی، افزایش شکل‌پذیری قشری حرکتی و بهبود به‌کارگیری عضلات داشته باشند و درنتیجه باعث بهبود تعادل افراد دارای بی‌ثباتی مزمن مچ پا می‌شوند (۲۸). بنابراین به نظر می‌رسد برای افزایش تعادل افراد دارای بی‌ثباتی مزمن مچ پا بهتر است از تمرینات عصبی-عضلانی استفاده شود، چراکه این تمرینات بهتر از سایر تمرینات بر تعادل این افراد تأثیر می‌گذارد.

به نظر می‌رسد تمرینات عصبی-عضلانی می‌توانند به افزایش انتقال پیام‌های حسی به سطوح مختلف در سیستم عصبی مرکزی کمک کنند (۲۹). با این حال، باید توجه داشت که کنترل حرکتی مناسب نیازمند پاسخ‌های رفلکسی در سطح نخاع، واکنش‌های تعادلی خودبه‌خودی در ساقه مغز و پاسخ‌های آگاهانه در کورتکس است (۳۰). بنابراین، یکی از اصول کلیدی در بازتوانی تعادل و کنترل پاسچر، استفاده از تمرینات عصبی-عضلانی برای بهبود کنترل حرکتی در تمامی سطوح سیستم عصبی مرکزی است. به‌علاوه، انقباض هم‌زمان عضلات بر روی سطوح ناپایدار می‌تواند به افزایش استحکام مفصل و ثبات کمک کند (۳۱). همچنین، اعتقاد بر این است که عضلات آنتاگونیست به‌طور مؤثری مورد استفاده قرار می‌گیرند و می‌توانند عدم اطمینان در حرکت را کاهش دهند، که این امر منجر به کاهش مصرف انرژی و افزایش بهره‌وری حرکتی می‌شود (۳۲). در سطوح بی‌ثبات، تعداد بیشتری از عضلات برای حفظ تعادل فعال می‌شوند. در نتیجه، زمانی که واحدهای حرکتی بیشتری به کار گرفته می‌شوند، سطوح بالاتری از حس عمقی، ثبات مفصل، قدرت عضلانی، کنترل عصبی-عضلانی و در نهایت تعادل و کنترل پاسچر حاصل می‌شود (۳۳).

همچنین یکی دیگر از نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعات گذشته که به بررسی تأثیر تمرینات بر نیروی عکس‌العمل مفصلی پرداخته‌اند، همسو می‌باشد. ساغری و همکاران (۱۴۰۰) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر شش هفته تمرینات پلایومتریک همراه با بازخورد بر حداکثر زاویه فلکشن زانو و حداکثر نیروی عمودی عکس‌العمل زمین در فرود مردان بسکتبالیست دچار بی‌ثباتی مزمن مچ پا پرداختند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که افزودن تمرینات پلایومتریک همراه با بازخورد به برنامه بسکتبالیست‌های دچار بی‌ثباتی مزمن مچ پا سبب بهبود تکنیک فرود در فلکشن مفصل زانو و کاهش نیروی عکس‌العمل زمین می‌شود که می‌تواند احتمال آسیب را در مفاصل زانو و مچ پا کاهش دهد (۳۴). همچنین جلالوند و همکاران (۱۳۹۹) به بررسی تأثیر پروتکل تمرینی گیت به عقب بر نیروهای عکس‌العمل زمین هنگام راه رفتن در افراد مبتلا به استئوآرتریت داخلی زانو پرداختند. نتایج مطالعه نشان داد که پروتکل گیت به عقب بر روی نیروی عمودی عکس‌العمل سطح تأثیری ندارد. پروتکل گیت به عقب باعث اثربخشی بر نیروی جلوبرنده ترمز زننده عکس‌العمل در گروه تجربی گردیده است (۳۵).

طیف فرکانس نیروی عکس‌العمل زمین بیشتر به کنترل عصبی عضلانی بستگی دارد تا توانایی یا حداکثر قدرت عضلات. این نشان می‌دهد که کنترل عصبی عضلانی احتمالاً مهم‌ترین عامل در نیروی عکس‌العمل زمین است (۳۶). تمرینات عصبی-عضلانی با افزایش مکانوسپتورها و افزایش هماهنگی‌های عصبی عضلانی این امکان را به سیستم عصبی مرکزی می‌دهد تا بتواند اعصاب حرکتی عضلات را با یک الگوی مشخص و هماهنگ شده فعال کند و آگاهی مفصل را بالا می‌برد (۱۱). تمرینات عصبی-عضلانی به‌طور قابل‌توجهی می‌توانند به افزایش سرعت هدایت عصبی و بهبود هماهنگی بین عضلات موافق و مخالف کمک کنند. این تمرینات همچنین موجب سازگاری در تارهای برون دوکی و درون دوکی می‌شوند و فعالیت‌های اندام وتری گلژی را کاهش می‌دهند (۳۷). یکی از سازوکارهای احتمالی که می‌تواند به بهبود نیروی عکس‌العمل زمین ناشی از این تمرینات کمک کند،

[Downloaded from ijm.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.22034/IJRN.11.4.10]

فعال شدن مسیرهای عصبی و افزایش تعداد سیناپس‌ها است. این پدیده‌ها در فرآیند پلاستیسیته عصبی مشاهده می‌شوند. علاوه بر این، مطالعات نشان داده‌اند که خروجی دوک‌های عضلانی به دنبال تمرینات عصبی-عضلانیافزایش می‌یابد. این تغییر ممکن است به افزایش تونوس عضلانی و در نتیجه بهبود دقت در انجام حرکات و عملکردها منجر شود. سازگاری در این جنبه‌ها می‌تواند به بهبود نیروی عکس‌العمل در اثرات تمرینات عصبی-عضلانی منجر شود (۳۱).

از محدودیت‌های تحقیق می‌توان به جنسیت، عدم بررسی فعالیت الکترومیوگرافی عضلات منتخب اندام تحتانی و دامنه سنی آزمودنی‌های اشاره کرد. بنابراین پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده مطالعه‌ای در راستا مطالعه حاضر روی پسران ۱۵تا ۱۸ سال انجام دهند تا نشان دهند که آیا جنسیت تأثیری بر نتایج مطالعات دارد یا خیر، همچنین روی گروه‌های سنی دیگر صورت بگیرد تا مشخص شود روی دامنه‌های سنی دیگر، چه تأثیری دارد. از جمله نقاط قوت تحقیق می‌توان به این اشاره کرد که برای نتیجه‌گیری دقیق‌تر در مورد کنترل پاسچر گروه‌ها از دستگاه صفحه نیرو استفاده شد. همچنین مقایسه دو برنامه تمرینی صورت گرفت که اکثر مطالعات یک برنامه تمرینی را با گروه کنترل غیرفعال بررسی می‌کنند که نتیجه‌گیری در مورد تأثیرگذاری بیشتر تمرینات را محدود می‌کرد.

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر به وضوح نشان می‌دهد که تمرینات عصبی-عضلانی نسبت به تمرینات سنتی تأثیر بیشتری بر مؤلفه‌های تعادل و دامنه نیروی عکس‌العمل دارند. این یافته‌ها اهمیت بالای استفاده از روش‌های نوین در بهبود عملکرد ورزشی و توانبخشی را تأکید می‌کند. بنابراین، به مربیان و متخصصان توانبخشی توصیه می‌شود که در فاز توانبخشی پس از آسیب به لیگامنت خارجی مچ پا و همچنین در موارد اسپرین مزمن مچ پا، از تمرینات عصبی-عضلانی بهره‌برداری کنند. این تمرینات می‌توانند به بهبود پیامدهای بالینی و عملکردی این افراد کمک شایانی نمایند و در نهایت به تسریع روند بهبودی و بازگشت به فعالیت‌های روزمره و ورزشی منجر شوند.

سپاسگزاری

از تمامی شرکت کنندگان در این مطالعه کمال تشکر و قدردانی را داریم.

تعارض منافع

در مطالعه حاضر هیچ گونه تعارض منافعی ما بین نویسندگان گزارش نشده است.

Reference

1. Gower B. Hip and ankle muscle activation during landing in netball players with or without functional ankle instability: 2020.
2. Someeh M, Norasteh AA, Daneshmandi H, Asadi A. Influence of Mulligan ankle taping on functional performance tests in healthy athletes and athletes with chronic ankle instability. International Journal of Athletic Therapy and Training. 2015;20(1):39-45. https://doi.org/10.1123/ijatt.2014-0050
3. Lopes R, Ghorbani A, Wackenheim FL, Cordier G, Amouyel T. Results of a survey of practices in chronic ankle instability in France. Orthopaedic Journal of Sports Medicine. 2020;8. https://doi.org/10.1177/2325967120S00009
4. Someeh M, AsgharNorasteh A, Daneshmandi H, Pourkhani T. The influence of Mulligan ankle taping on dynamic balance in the athletes with and without chronic ankle instability. Archives of Rehabilitation. 2014;15(1):70-7. https://doi.org/10.1123/ijatt.2014-0050
5. Halabchi F, Hassabi M. Acute ankle sprain in athletes: Clinical aspects and algorithmic approach. World journal of orthopedics. 2020;11(12):534. https://doi.org/10.5312/wjo.v11.i12.534
6. Gaddi D, Mosca A, Piatti M, Munegato D, Catalano M, Di Lorenzo G, et al. Acute ankle sprain management: an umbrella review of systematic reviews. Frontiers in Medicine. 2022;9. https://doi.org/10.3389/fmed.2022.868474
7. Ruiz-Sánchez FJ, Ruiz-Muñoz M, Martín-Martín J, Coheña-Jimenez M, Perez-Belloso AJ, Romero-Galisteo RP, Gónzalez-Sánchez M. Management and treatment of ankle sprain according to clinical practice guidelines: A PRISMA systematic review. Medicine. 2022;101(42):e31087. https://doi.org/10.1097/MD.0000000000031087
8. D'Hooghe P, Cruz F, Alkhelaifi K. Return to play after a lateral ligament

[Downloaded from ijrn.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.22034/IJRN.11.4.10]

ankle sprain. Current Reviews in Musculoskeletal Medicine. 2020;13:281-8. https://doi.org/10.1007/s12178-020-09631-1
9. Al Attar WSA, Khaledi EH, Bakhsh JM, Faude O, Ghulam H, Sanders RH. Injury prevention programs that include balance training exercises reduce ankle injury rates among soccer players: a systematic review. Journal of physiotherapy. 2022;68(3):165-73. https://doi.org/10.1016/j.jphys.2022.05.019
10. Wagemans J, Bleakley C, Taeymans J, Schurz AP, Kuppens K, Baur H, Vissers D. Exercise-based rehabilitation reduces reinjury following acute lateral ankle sprain: A systematic review update with meta-analysis. PloS one. 2022;17(2):e0262023. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262023
11. Caldemeyer LE, Brown SM, Mulcahey MK. Neuromuscular training for the prevention of ankle sprains in female athletes: a systematic review. The Physician and sportsmedicine. 2020;48(4):363-9. https://doi.org/10.1080/00913847.2020.1732246
12. Owoeye OB, Palacios-Derflingher LM, Emery CA. Prevention of ankle sprain injuries in youth soccer and basketball: effectiveness of a neuromuscular training program and examining risk factors. Clinical journal of sport medicine. 2018;28(4):325-31. https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000462
13. Burger M, Dreyer D, Fisher R, Foot D, O'Connor D, Galante M, Zalgaonkir S. The effectiveness of proprioceptive and neuromuscular training compared to bracing in reducing the recurrence rate of ankle sprains in athletes: a systematic review and meta-analysis. Journal of back and musculoskeletal rehabilitation. 2018;31(2):221-9. https://doi.org/10.3233/BMR-170804
14. Mollà-Casanova S, Inglés M, Serra-Añó P. Effects of balance training on functionality, ankle instability, and dynamic balance outcomes in people with chronic ankle instability: Systematic review and meta-analysis. Clinical Rehabilitation. 2021. https://doi.org/10.1177/02692155211022009
15. McKeon PO, Hertel J. Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part II: is balance training clinically effective? Journal of athletic training. 2008;43(3):305-15. https://doi.org/10.4085/1062-6050-43.3.305
16. O'Driscoll J, Delahunt E. Neuromuscular training to enhance sensorimotor and functional deficits in subjects with chronic ankle instability: a systematic review and best evidence synthesis. Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology. 2011;3(1):1-20. https://doi.org/10.1186/1758-2555-3-19
17. Aradmehr M, Sagheeslami A, Ilbeigi S. The effect of balance training and pilates on static and functional balance of elderly men. Feyz Medical Sciences Journal. 2015;18(6):571-7.
18. Zarei H, Norasteh AA. Effects of proprioception and core stability training followed by detraining on balance performance in deaf male students: a three-arm randomized controlled trial. Somatosensory & Motor Research. 2023;40(2):47-55. https://doi.org/10.1080/08990220.2022.2157390
19. Negahban H, Nassadj G. Effect of hearing aids on static balance function in elderly with hearing loss. Gait & posture. 2017;58:126-9. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.07.112
20. Gao H, Chen X, Ren J, Zhang X, Hu Y, Ma Z, et al. The effects of integrated traditional Chinese and western medicine rehabilitation programs on post-acute ankle sprain: A randomized controlled trial study protocol. PloS one. 2025;20(1). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0318535
21. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences Lawrence Earlbaum Associates. Hillsdale, NJ.
22. Park S-H. Effects of neuromuscular training on muscle activity and balance ability in badminton club members with chronic ankle instability. The Journal of Korean Physical Therapy. 2016;28(4):243-8. https://doi.org/10.18857/jkpt.2016.28.4.243
23. Guzmán-Muoz E, Rodríguez S, Concha-Cisternas Y, Badilla P, Méndez-Rebolledo G. The effects of neuromuscular training on the postural control of university volleyball players with functional ankle instability: a pilot study. Archivos de medicina del deporte. 2020;36(5):283-7.
24. Kalirathinam D, Saha S, Singh T, Saha S, Sadagatullah AN, Ismail MS, Hashim HA. Effect of neuromuscular training in the rehabilitation of ankle lateral ligament injuries-a review. Health Science Journal. 2016;10(3):1.
25. Alahmari KA, Silvian P, Ahmad I, Reddy RS, Tedla JS, Kakaraparthi VN, Rengaramanujam K. Effectiveness of Low-

[Downloaded from ijm.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.22034/IJRN.11.4.10]

Frequency Stimulation in Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Techniques for Post Ankle Sprain Balance and Proprioception in Adults: A Randomized Controlled Trial. BioMed Research International. 2020;2020(1). https://doi.org/10.1155/2020/9012930

26. Fatahi A, Dehnavi M. Comparison the Effect of Neuromuscular Exercises With Other Training Modalities on Balance and Motor Function in People With Chronic Ankle Instability: A Systematic Review and Meta-Analysis. Archives of Rehabilitation. 2022;23(3):310-33. https://doi.org/10.32598/RJ.23.3.3425.3
27. Choi D, Wong N. Comparing the efficacy of dynamic neuromuscular stabilization and plyometric training in improving dynamic ankle stability and power production in chronic ankle sprain patients: Azusa Pacific University; 2021.
28. Naderi A, Baloochi R, Jabbari F, Eslami R. Comparison between the effects of core stability exercises and neuromuscular exercises on dynamic balance and lower limb function of athletes with functional ankle instability. 2016.
29. Stergiou M, Calvo AL, Forelli F. Effectiveness of Neuromuscular Training in Preventing Lower Limb Soccer Injuries: A Systematic Review and Meta-Analysis. Journal of Clinical Medicine. 2025;14(5):1714. https://doi.org/10.3390/jcm14051714
30. Kazemi K, Javanshir K, Saadi F, Goharpey S, Shaterzadeh Yazdi MJ, Calvo-Lobo C, et al. The Effect of Additional Neuromuscular Training on Peri-Ankle Muscle Morphology and Function in Chronic Ankle Instability Subjects: A Randomized Controlled Trial. Sports Health. 2024:19417381241258467. https://doi.org/10.1177/19417381241258467
31. Emery CA, Owoeye OB, Räisänen AM, Befus K, Hubkarao T, Palacios-Derflingher L, Pasanen K. The "shred injuries basketball" neuromuscular training warm-up program reduces ankle and knee injury rates by 36% in youth basketball. journal of orthopaedic & sports physical therapy. 2022;52(1):40-8. https://doi.org/10.2519/jospt.2022.10959
32. Yalfani A, Azizian M, Gholami-Borujeni B. Adding neurofeedback training to neuromuscular training for rehabilitation of chronic ankle instability: a 3-arm randomized controlled trial. Sports Health. 2024;16(5):797-807. https://doi.org/10.1177/19417381231219198
33. Zacharakis ED, Bourdas DI, Kotsifa MI, Bekris EM, Velentza ET, Kostopoulos NI. Effect of balance and proprioceptive training on balancing and technical skills in 13-14-year-old youth basketball players. Journal of Physical Education and Sport. 2020;20(5):2487-500.
34. Saghari M, Shojaedin SS, Ashrostaghi M. Effect of Six Weeks of Plyometric Training with Feedback on Maximum Knee Flexion and Maximum Vertical GRF on Drop Landing Technique of Male Basketball Players With Chronic Ankle Instability. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2021;10(5):1012-23. https://doi.org/10.32598/SJRM.10.5.17
35. Jalalvand A, Anbarian M. Effects of Backward Gait Training on Ground Reaction Forces in Patients with Medial Knee Osteoarthritis. The Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences. 2020;28(4):2584-94. https://doi.org/10.18502/ssu.v28i4.3769
36. Sokhangu MK, Rahnama N, Etemadifar M, Rafeii M, Saberi A. Effect of neuromuscular exercises on strength, proprioceptive receptors, and balance in females with multiple sclerosis. International Journal of Preventive Medicine. 2021;12. https://doi.org/10.4103/ijpvm.IJPVM_525_18
37. Rommers N, Rössler R, Tassignon B, Verschueren J, De Ridder R, van Melick N, et al. Most amateur football teams do not implement essential components of neuromuscular training to prevent anterior cruciate ligament injuries and lateral ankle sprains. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy. 2022;30(4):1169-79. https://doi.org/10.1007/s00167-022-06878-8

[Downloaded from ijrn.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.22034/IJRN.11.4.10]