ORIGINAL ARTICLE

# *Effects of an Eight-Week Neuromuscular Training Programme on Functional Disability, Movement Competency, and Balance in Volleyball Players with Chronic Ankle Instability: A Randomised Controlled Trial*

Renas Abdullah Ali[1]
Hamed Babagoltabar-Samakoush[2]

[1] Lecturer, Department of Physical Education and Sports Sciences, University of Halabja, Halabja, Iraq
[2] Assistant Professor, Department of Sports Biomechanics and Motor Behavior, Faculty of Sport Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran

(Received May 19, 2026; Accepted October 5, 2026)

## *Abstract*

**Background and purpose:** Chronic ankle instability (CAI) is a common sports-related condition among volleyball players and may be associated with impaired postural stability and functional performance. This study aimed to investigate the effects of an eight-week neuromuscular training programme on functional disability, movement competency, and balance in volleyball players with CAI.

**Materials and methods:** This randomised controlled clinical trial included male volleyball players with CAI. Thirty athletes were randomly assigned to the control and intervention groups, with 15 participants in each group. Twenty-nine participants completed the study: 14 in the control group and 15 in the intervention group. Functional disability was assessed using the Foot and Ankle Ability Measure-Sports Subscale (FAAM-Sports). Static and dynamic balance were assessed using the Stork Stand Test and Y-Balance Test, respectively. Movement competency was evaluated using the Lateral Jump, One-Leg Jumping, and Shifting Platforms tests. Participants in the intervention group completed neuromuscular training three times per week for eight weeks. Data were analysed using paired-samples t-tests, analysis of covariance (ANCOVA), Mann-Whitney U tests, and Wilcoxon signed-rank tests. All statistical analyses were performed using SPSS version 24.

**Results:** The groups did not differ significantly in demographic characteristics at baseline ($P > 0.05$). Following the intervention, functional disability decreased significantly ($P = 0.001$). Static balance, dynamic balance, and movement competency also improved significantly ($P \leq 0.05$). Between-group comparisons showed statistically significant differences in all outcome measures ($P \leq 0.05$).

**Conclusion:** The findings suggest that an eight-week neuromuscular training programme may reduce functional disability and improve movement competency, static balance, and dynamic balance in volleyball players with CAI

*(Clinical Trials Registry Number: UMIN000055128)*

***Keywords:*** chronic ankle instability, disability, postural control, movement competency

**J Mazandaran Univ Med Sci 2026; 36 (Supple 1): 51-64 (Persian).**

**Corresponding Author: Hamed Babagoltabar Samakoush -** Department of Sports Biomechanics and Motor Behavior, Faculty of Sport Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran. (E-mail: h.babagoltabar@umz.ac.ir)

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-07 ]

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره سی و ششم شماره ویژه نامه مهر سال ۱۴۰۵ (۶۴-۵۱)

# تعیین تاثیر ۸ هفته تمرینات عصبی عضلانی بر ناتوانی، قابلیت حرکتی و تعادل والیبالیست های مبتلا به بی ثباتی مزمن مچ پا: کارآزمایی بالینی تصادفی

**ریناس عبدالله علی**[۱]
**حامد باباگل تبار سماکوش**[۲]

## چکیده

**سابقه و هدف:** بی‌ثباتی مزمن مچ پا از آسیب‌های شایع در ورزش والیبال است و می‌تواند با اختلال در ثبات وضعیتی و عملکرد همراه باشد. این مطالعه با هدف تعیین تأثیر ۸ هفته تمرینات عصبی عضلانی بر ناتوانی، قابلیت حرکتی و تعادل والیبالیست‌های مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا، انجام پذیرفت.

**مواد و روش ها:** این مطالعه کارآزمایی بالینی تصادفی با گروه کنترل، بر روی والیبالیست‌های مرد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا انجام شد. ۳۰ ورزشکار در دو گروه ۱۵ نفره کنترل و مداخله قرار گرفتند که در نهایت ۲۹ نفر شامل ۱۴ نفر در گروه کنترل و ۱۵ نفر در گروه مداخله مطالعه را به پایان رساندند. ناتوانی با استفاده از پرسش‌نامه شاخص ورزشی ناتوانی مچ پا و پا، تعادل ایستا و پویا به‌ترتیب با آزمون‌های لک‌لک و Y و قابلیت حرکتی با آزمون‌های پرش جانبی، پرش تک‌پا و جابه‌جایی سکوها ارزیابی شد. گروه مداخله به مدت هشت هفته، سه جلسه در هفته، تمرینات عصبی عضلانی را انجام داد. داده‌ها با استفاده از آزمون‌های تی همبسته، تحلیل کوواریانس، یو من‌ویتنی و ویلکاکسون تحلیل شدند. تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SPSS24 انجام شد.

**یافته‌ها:** مشخصات دموگرافیک پیش از مداخله در دو گروه پژوهش تفاوت آماری معنی‌داری نداشت ($P>۰/۰۵$). پس از اعمال مداخله ناتوانی کاهش یافت ($P=۰/۰۰۱$). همچنین تعادل ایستا، تعادل پویا و قابلیت حرکتی ارتقا یافت ($P\leq۰/۰۵$). مقایسه بین دو گروه کنترل و مداخله نیز نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار در متغیرهای مورد بررسی بود ($P\leq۰/۰۵$)

**استنتاج:** بر اساس نتایج مطالعه حاضر، به نظر می‌رسد تمرینات عصبی عضلانی در والیبالیست‌های مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا می‌تواند با کاهش ناتوانی عملکردی و بهبود قابلیت حرکتی، تعادل ایستا و تعادل پویا همراه باشد.

*شماره ثبت کارآزمایی بالینی: UMIN000055128*

**واژه های کلیدی:** بی‌ثباتی مزمن مچ پا، ناتوانی، ثبات وضعیتی، قابلیت حرکتی

**مولف مسئول: حامد باباگل تبار**- بابلسر، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران **E-mail:** h.babagoltabar@umz.ac.ir
۱. مدرس، گروه تربیت بدنی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه حلبچه، حلبچه، عراق
۲. استادیار، گروه بیومکانیک ورزشی و رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران
تاریخ دریافت : ۱۴۰۵/۲/۲۹ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : ۱۴۰۴/۳/۱۶ تاریخ تصویب : ۱۴۰۵/۷/۱۳

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-07 ]

## مقدمه

ورزش والیبال به دلیل پویایی به سرعت، قدرت و توان انفجاری نیاز دارد(۱). همچنین جابه‌جایی جانبی، پرش عمودی، دفاع روی تور و ضربات اسپک از مشخصات عملکردی این رشته ورزشی است(۱). این حرکات ورزشکار را در معرض آسیب قرار می‌دهد(۱، ۲). با این که در ظاهر والیبال بیش‌تر متکی بر اندام فوقانی است، به دلیل پرش و فرود مکرر شیوع بالایی از آسیب‌های مچ پا در آن گزارش شده است(۳، ۴).

با وجود اثرات منفی آسیب مچ پا بر عملکرد ورزشی، پیچ‌خوردگی مچ پا اغلب دست‌کم گرفته می‌شود(۵، ۶). در این شرایط پیچ‌خوردگی مچ پا می‌تواند پیامدهایی همچون توقف زودهنگام ورزش حرفه‌ای یا کاهش سطح عملکردی این ورزشکاران را به دنبال داشته باشد(۷). همچنین پیچ‌خوردگی خارجی مچ پا که میزان عود آن تا ۷۳ درصد گزارش شده است، می‌تواند منجر به ایجاد بی‌ثباتی مزمن مچ پا (CAI: Chronic Ankle Instability) شود(۱۰ - ۸). بی‌ثباتی مزمن مچ پا با تکرار پیچ‌خوردگی یا احساس «خالی کردن (Giving Way)» مچ پا تعریف می‌شود و اغلب با علائم باقی مانده‌ای مانند درد، ضعف عضلانی، کاهش دامنه حرکتی مچ پا و اختلال عملکرد مچ همراه است(۹، ۱۰). این نوع ناپایداری حدود ۴۰ تا ۷۲ درصد ورزشکارانی را که قبلاً پیچ‌خوردگی مچ پا داشته‌اند، تحت تأثیر قرار می‌دهد(۱۱، ۱۲). همچنین بی‌ثباتی مزمن مچ پا می‌تواند عملکرد حرکتی هنگام ورزش را کاهش داده و افراد را مستعد آسیب‌های جدید رباط خارجی مچ پا کند(۱۳). علاوه بر این، بی‌ثباتی مزمن مچ پا می‌تواند با تأثیر بر سایر مفاصل، موجب اختلالات جسمانی بیش‌تری شود؛ این آسیب با نقص در حس عمقی و ثبات وضعیتی همراه بوده و ممکن است مسیر حرفه‌ای، مشارکت بلند مدت در ورزش و سلامت کلی ورزشکاران را تحت تأثیر قرار دهد(۱، ۹).

در والیبال که ورزشی با حرکات سریع و مکرر است، حفظ پایداری پاسچر اهمیت زیادی دارد. در حرکات اختصاصی والیبال کینماتیک اندام تحتانی نقش مهمی در جذب نیروهای وارد بر سیستم اسکلتی‌عضلانی و حفظ پایداری در حین بازی دارد(۱۴). مهارت‌های اساسی در والیبال مانند حفظ وضعیت تعادل و کنترل مناسب پاسچر هنگام تماس با توپ، فشار زیادی بر عملکرد مچ پا وارد می‌کنند (۱۵ ). هر ورزشکار بسته به شرایط و نوع اختلال، راهبرد متفاوتی برای حفظ ثبات وضعیتی اتخاذ می‌کند. والیبالیست‌ها معمولاً از راهبرد مچ پا استفاده می‌کنند؛ در این راهبرد، سطح اتکا و مرکز جرم با اعمال نیرویی برابر و در جهت مخالف اختلال، به حفظ پایداری پاسچر کمک می‌کنند(۱۶). به‌عبارت دیگر، والیبالیست‌ها در شرایط بی‌تعادلی با تنظیم وضعیت مفاصل مختلف، ثبات پاسچر را حفظ می‌کنند که مچ پا در این فرایند نقشی محوری دارد. مچ پا به‌عنوان رابطی پویا بین بدن و زمین، با سازگاری با وضعیت‌ها و حرکات مختلف به حفظ ثبات وضعیتی کمک می‌کند(۱۷). بنابراین، اختلال عملکرد آن پس از آسیب می‌تواند عملکرد حرکتی ورزشکاران را کاهش دهد. از طرفی دیگر قابلیت حرکتی نشان دهنده میزان اجرای ماهرانه مهارت‌های مختلف حرکتی است و برای توسعه یک سبک زندگی فعال و سالم ضروری محسوب می‌شود(۱۸). قابلیت حرکتی پایین می‌تواند با اثرگذاری بر عوامل رفتاری، عاطفی و اجتماعی تأثیر قابل‌توجهی بر تمایل فرد به مشارکت در فعالیت بدنی و عملکرد کلی فرد در ورزش‌های مختلف داشته باشد(۱۹، ۲۰). علاوه بر اهمیت عملکرد جسمانی در والیبال، این ورزش را می‌توان یک بازی مهارت محور و پیچیده دانست که به سطوح بالایی از هماهنگی حرکتی نیاز دارد(۲۱). در نتیجه آسیب مچ پا می‌تواند تاثیر منفی بر آزمون‌های عملکردی پرش جانبی، پرش تک پا و جابه جایی سکوها به عنوان متغیرهای مورد بررسی در قابلیت حرکتی داشته باشد(۲۲، ۲۳). در نتیجه ارائه تمریناتی با هدف کاهش عوارض ناشی از بی ثباتی مزمن مچ پا ضروری است.

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-07 ]

شواهد نشان می‌دهد تمرین درمانی نقش مهمی در بهبود پیامدهای عملکردی افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا دارد؛ با این حال، هر رویکرد تمرینی عمدتاً بر مؤلفه خاصی اثر می‌گذارد، به‌طوری‌که تمرینات قدرتی حس عمقی، تمرینات تعادلی تعادل پویا و تمرینات حس عمقی علائم و عملکرد بیماران مبتلا به CAI را بهبود می‌بخشند(۲۶ - ۲۴). از این رو، برنامه‌های جامع شامل قدرت، تعادل و حس عمقی می‌توانند اثربخشی بیش‌تری داشته باشند. با این حال، شواهد درباره اثربخشی این رویکردها در والیبالیست‌های مبتلا به CAI محدود است. همچنین، CAI با اختلال در کنترل عصبی عضلانی، تعادل و الگوهای حرکتی کل اندام تحتانی همراه است؛ بنابراین، تمرینات جامعی که فراتر از مچ پا، عملکرد کل اندام تحتانی را هدف قرار می‌دهند، می‌توانند در بهبود عملکرد مؤثرتر باشند(۲۷). تمرینات عصبی عضلانی، رویکردی پویا برای اندام تحتانی هستند که مؤلفه‌های قدرت عضلانی، هماهنگی عصبی‌عضلانی، ثبات مفصل، تعادل و حس عمقی را در بر می‌گیرند و معمولاً در مراحل پایانی بازتوانی به کار می‌روند. این تمرینات به‌عنوان پلی میان قدرت و هماهنگی، می‌توانند با بهبود حس عمقی و تعادل، دامنه حرکتی و عملکرد ورزشکار را ارتقا دهند(۲۸). بنابراین، مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر ۸ هفته تمرینات عصبی‌عضلانی بر قابلیت حرکتی و تعادل والیبالیست‌های مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا انجام شد.

## مواد و روش ها

این مطالعه به‌صورت کارآزمایی بالینی تصادفی شده، در سال ۱۴۰۴ پس از اخذ مجوز اخلاق از کمیته اخلاق دانشگاه مازندران با شماره (IR.UMZ.REC.1403.027) و ثبت در سامانه ثبت ملی کارآزمایی‌های بالینی ژاپن (Japan Registry of Clinical Trials (jRCT)) (UMIN-CTR)، UMIN000055128 در دانشگاه حلبچه کشور عراق انجام شد.

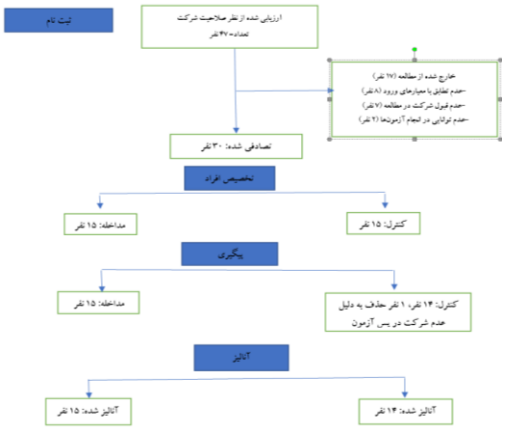
جامعه هدف این مطالعه شامل ورزشکاران والیبالیست مبتلا به بی ثباتی مزمن مچ پا باشگاه های ورزشی والیبال استان حلبچه کشور عراق بودند. جهت انجام این تحقیق در ابتدا برای انتخاب آزمودنی‌ها از والیبالیست‌های مرد مبتلا به آسیب مچ پا دعوت به همکاری در پژوهش شد. به‌منظور تعیین حجم نمونه موردنیاز، تحلیل توان آماری پیش از شروع مطالعه با استفاده از نرم‌افزار (RRID: SCR_013726) G*Power انجام شد. برای این منظور، آزمون تحلیل کوواریانس (ANCOVA) با سطح معنی‌داری ۰/۰۵ و توان آماری ۸۰ درصد در نظر گرفته شد(۲۹). حداقل ۲۴ آزمودنی برای دستیابی به ۸۰ درصد توان آماری موردنیاز بود. با در نظر گرفتن ریزش احتمالی، ۳۰ نفر ۱۸ تا ۲۴ ساله پیش‌آزمون را تکمیل کردند و به‌صورت تصادفی در دو گروه تمرینی و کنترل (هر گروه ۱۵ نفر) قرار گرفتند. در پس‌آزمون، یک نفر از گروه کنترل از مطالعه خارج شد. در نهایت، ۲۹ آزمودنی شامل ۱۴ نفر در گروه کنترل و ۱۵ نفر در گروه مداخله مطالعه را به پایان رساندند.

پس از احراز معیارهای ورود، آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی ساده در دو گروه کنترل و تمرینات عصبی–عضلانی تخصیص یافتند. بدین منظور، ۳۰ برگه شامل ۱۵ برگه با عدد ۱ (کنترل) و ۱۵ برگه با عدد ۲ (مداخله) در ظرفی غیرشفاف و پس از مخلوط شدن قرار گرفت و هر آزمودنی به‌طور تصادفی یک برگه انتخاب کرد. با توجه به ماهیت مداخله، کورسازی شرکت‌کنندگان و مجری تمرین امکان‌پذیر نبود و برای کاهش سوگیری، ارزیابی‌ها و تحلیل داده‌ها با دقت انجام شد.

معیارهای ورود شامل سن ۱۸ تا ۲۴ سال، سابقه حداقل دو بار پیچ‌خوردگی مچ پا در شش ماه گذشته، سابقه پیچ‌خوردگی یک طرفه مچ پا حداقل ۱۲ ماه پیش همراه با درد، تورم و اختلال عملکرد، حداقل دو بار عود آسیب یا احساس بی‌ثباتی/خالی شدن مچ پا طی شش ماه گذشته، کسب امتیاز مساوی با ۸۰ درصد در پرسشنامه شاخص ورزشی ناتوانی مچ پا و توانایی انجام تمرینات و ارزیابی‌ها بود. بروز درد حین تمرین یا

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-07 ]

ارزیابی و غیبت در دو جلسه متوالی یا سه جلسه در کل دوره، معیار خروج از مطالعه در نظر گرفته شد (نمودار شماره ۱) (۳۰، ۳۱). تمامی آزمودنی‌ها پس از تأیید متخصص و با رضایت آگاهانه، فرم رضایت‌نامه را پیش از شروع پژوهش امضا کردند.




**نمودار شماره ۱:** فلوچارت طرح پژوهش

*نحوه اجرا پژوهش*

اطلاعات فردی و سابقه آسیب دیدگی آزمودنی‌ها با استفاده از برگه ثبت اطلاعات جمع‌آوری شد. سپس افراد واجد شرایط بر اساس پرسشنامه شاخص ورزشی ناتوانی مچ پا و پا و عدم تقارن عملکردی دو پای سالم و آسیب دیده در آزمون‌های هشت لاتین (Figure-8 Hop) و جهش طرفی (Side Hop) توسط فیزیوتراپیست انتخاب شدند(۳۲، ۳۳). پس از تکمیل رضایت‌نامه، ارزیابی‌ها در دو مرحله با فاصله حداکثر ۹ هفته انجام شد. در ابتدای مرحله اول تمامی متغیرها همچون قد، وزن و طول حقیقی پا به وسیله ترازوی دیجیتال (ترازو دیجیتال بی ول مدل WK-165B و دقت اندازه گیری ۱۰۰ گرم) و متر نواری اندازه گیری شد. در ادامه آزمون‌های تعیین پای برتر و آزمون های ارزیابی تعادل (آزمون لک لک و وای) انجام شد. همچنین آزمون‌های پرش جانبی، پرش تک پا و جابه جایی سکوها جهت تعیین قابلیت حرکتی ( Motor Competence) مورد ارزیابی قرار گرفتند. در مرحله بعد آزمودنی ها به دو گروه تقسیم شده و آزمودنی های گروه مداخله، تمرینات عصبی عضلانی را به مدت هشت هفته انجام دادند و گروه کنترل به فعالیت روزانه و ورزشی خود پرداختند.

*روش تعیین عملکرد*

جهت ارزیابی عملکرد از پرسشنامه شاخص ورزشی ناتوانی مچ پا و پا استفاده شد. در پیش آزمون افراد در صورت کسب پایین‌تر یا مساوی ۸۰ درصد در پرسشنامه شاخص ورزشی ناتوانی مچ پا و پا در پژوهش شرکت کردند(۳۲).

*ارزیابی تعادل ایستا*

برای سنجش تعادل ایستا، آزمون ایستادن روی یک پا انجام شد. آزمودنی‌ها بدون کفش و با دست‌ها در کنار بدن، یک پا را از زانو خم کرده و پنجه آن را در قسمت داخلی زانوی پای مقابل قرار دادند. سپس با جدا کردن پاشنه پای اتکا از زمین، تلاش کردند تعادل خود را حفظ کنند. زمان‌سنج از لحظه جدا شدن پاشنه آغاز و با بروز هر یک از خطاهای، جدا شدن دست‌ها از بدن، قطع تماس پای خم شده با زانوی مقابل، از دست رفتن تعادل پای اتکا یا تماس مجدد پاشنه با زمین، متوقف شد(۳۴).

*ارزیابی تعادل پویا*

برای ارزیابی تعادل پویا، از آزمون تعدیل شده تعادل Y استفاده شد. پس از توضیح نحوه اجرا و انجام چند نوبت تمرینی، آزمودنی در مرکز آزمون روی یک پا ایستاده و با پای آزاد در سه جهت قدامی، خلفی-داخلی و خلفی - خارجی دسترسی انجام می‌داد. آزمون در هر جهت، سه بار با ایستادن روی هر پا اجرا شد. برای کنترل اثر طول اندام تحتانی، میانگین فاصله دسترسی بر طول پا تقسیم و در ۱۰۰ ضرب شد و نتیجه به‌صورت درصدی از طول اندام تحتانی به‌عنوان متغیر وابسته ثبت گردید(۳۴).

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-07 ]

*آزمون های مربوط به قابلیت حرکتی*

قابلیت حرکتی در این پژوهش با کمک ۳ آزمون پرش جانبی، پرش تک پا و جابه جایی سکوها ارزیابی شد(۳۵).

*پرش جانبی*

هدف از این آزمون برای یک فرد این بود که در یک بازه زمانی ۱۵ ثانیه‌ای در سریع‌ترین زمان ممکن از این طرف به سمت دیگر بر روی یک مانع (۶۰ × ۴ × ۲ سانتی‌متر ) پرش کند. به فرد گفته شد که پاهایش را روی هم نگه دارد. تعداد پرش های صحیح در دو آزمون ثبت شد(۳۵).

*پرش تک پا*

به فرد گفته شد که در یک زمان روی یک پا بپرد، پس از یک پرش موفقیت‌آمیز با هر پا، ارتفاع با اضافه کردن بلوک‌های جدید (۵۰ سانتی‌متر، ۲۰ سانتی‌متر، ۵ سانتی‌متر ) افزایش یافت. آزمودنی سه تلاش در هر ارتفاع و روی هر پا داشت. سه، دو یا یک امتیاز برای تکمیل موفقیت آمیز آزمون اول، دوم یا سوم تعلق گرفت. حداکثر ۲۷ امتیاز می توانست برای هر پا (حداکثر امتیاز ۵۴ ) تعلق گیرد(۳۵).

*جابجایی سکوها*

آزمودنی در ابتدا با هر دو پا روی سکویی با ابعاد ۲۵ × ۲۵ × ۲ سانتی‌متر، وزن ۰/۵ کیلوگرم و پایه چهارپایه‌ای به ارتفاع ۳/۷ سانتی‌متر قرار گرفت و سکوی مشابه دیگری را در دست داشت. سپس از او خواسته شد سکوی دوم را کنار سکوی اول قرار داده و روی آن قدم بگذارد؛ در ادامه، سکوی اول جابه‌جا شده و در کنار سکوی دوم قرار می‌گرفت و آزمودنی روی آن قدم می‌گذاشت. این فرایند به مدت ۲۰ ثانیه ادامه یافت. برای هر انتقال موفق، دو امتیاز (یک امتیاز برای جابه‌جایی سکو و یک امتیاز برای انتقال بدن ) ثبت شد. مجموع امتیازات دو اجرای ۲۰ ثانیه‌ای به‌عنوان نمره آزمون در نظر گرفته شد. در صورت افتادن از سکو، آزمودنی مجدداً روی آن قرار گرفته و آزمون را ادامه می‌داد(۳۵).

*برنامه تمرینی عصبی عضلانی*

تمرینات عمومی ورزشکاران شامل فعالیت‌های بی‌هوازی، قدرتی و هوازی بود که تمرینات قدرتی عمدتاً شامل اسکات، لانژ، ددلیفت، کلین و پرس نیمکت می‌شد. ورزشکاران برنامه معمول پیش فصل خود را ادامه داده و پس از ۱۰ دقیقه استراحت، به مدت هشت هفته تمرینات عصبی عضلانی را در پایان جلسات انجام دادند. مداخله شامل سه جلسه هفتگی ۳۰ دقیقه‌ای بود و برای اجرای صحیح تمرینات بازخورد ارائه شد. این مدت‌زمان پیش‌تر برای تمرینات عصبی عضلانی مناسب گزارش شده است. جزئیات تمرینات در جدول شماره ۱ ارائه شده است(۳۶).

*تجزیه و تحلیل آماری*

نرمال بودن توزیع داده‌ها با آزمون شاپیرو - ویلک بررسی شد. در داده‌های نرمال، برای بررسی تفاوت‌های درون گروهی و بین‌گروهی به‌ترتیب از آزمون تی همبسته و تحلیل کوواریانس، و در داده‌های غیرنرمال از آزمون‌های ویلکاکسون و یو من – ویتنی استفاده شد. برای مقایسه متغیرهای توصیفی بین دو گروه نیز آزمون تی مستقل به‌کار رفت. تمامی تحلیل‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام شد و اندازه اثر با شاخص Cohen's d محاسبه گردید.

## یافته ها

نتایج مربوط به همگن بودن گروه‌ها از نظر شاخص‌های توصیفی همچون سن، قد، وزن، شاخص توده بدنی و سابقه ورزشی در جدول شماره ۲، ارائه شده است.

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-07 ]

**جدول شماره ۱**: برنامه تمرینی عصبی عضلانی

| هفته | تمرین | ست و تکرار |
|---|---|---|
| *گرم کردن | دویدن انعطاف پذیر پویا: چرخش خارجی، خلفی و قدامی + فلکشن عمیق اندام تحتانی + چرخش تنه | ۴تکرار در ۱۰ متر |
| | دویدن چابکی: شتاب و کاهش سرعت، زیگزاگ قدامی، زیگزاگ خلفی | ۴تکرار در ۳۰ متر |
| اول | پلانک از جلو | ۲ تکرار ۲۰ ثانیه ای (نگه دارید) |
| | پلانک از پشت | ۲ تکرار ۲۰ ثانیه ای (نگه دارید) |
| | پلانک از پهلو | ۲ تکرار ۲۰ ثانیه ای (نگه دارید) |
| | حرکت دست و پای مخالف در وضعیت چهاردست و پا | ۲ ست در ۲۰ تکرار |
| | اسکات دیواری با توپ درمانی | ۲ ست در ۲۰ تکرار |
| | پلانک به پشت با اکستنشن متناوب پا | ۲ تکرار ۲۰ ثانیه ای (نگه دارید) |
| | سوپرمن | ۲ ست در ۲۰ تکرار |
| دوم | کرانچ متقاطع | ۲ تکرار ۲۰ ثانیه ای (نگه دارید) |
| | نگه داری استپ | ۲ تکرار ۲۰ ثانیه ای (نگه دارید) |
| | پرش چندگانه روی نردبان | ۵ست در ۱ دقیقه |
| | پلانترفلکشن پا | ۲ ست در ۲۰ تکرار |
| | تست Y-Balance در جهت قدامی، خلفی میانی و خلفی جانبی | ۲ دقیقه |
| | پلانک از پشت با اکستنشن متناوب پا روی توپ سوئیسی | ۲ تکرار ۲۰ ثانیه ای (نگه دارید) |
| سوم | سوپرمن روی توپ سوئیسی | ۲ ست در ۲۰ تکرار |
| | لانژ به جلو | ۲ ست در ۲۰ تکرار |
| | لانژ جانبی | ۲ ست در ۲۰ تکرار |
| | لیفت مرده رومانیایی تک پا | ۱ ست در ۱۰ تکرار |
| | پلانترفلکشن روی یک پا | ۲ ست در ۲۰ تکرار |
| | تست Y-Balance در جهت قدامی، خلفی میانی و خلفی جانبی | ۲ دقیقه |
| چهارم | سوپرمن روی توپ سوئیسی | ۲ ست در ۲۰ تکرار |
| | پلانک از پهلو | ۲ ست در ۲۰ تکرار |
| | لانژهای جلو پرش | ۲ ست در ۲۰ تکرار |
| | هیپ تراست (بدون هالتر) | ۲ ست در ۲۰ تکرار |
| | همسترینگ نوردیک با جعبه | ۲ ست در ۲۰ تکرار |
| | هاپینگ جانبی | ۱ ست در ۱۰ تکرار |
| | بالا بردن یک طرفه ساق پا با دمبل | ۲ ست در ۲۰ تکرار |
| | تست Y-Balance روی بوسوبال در جهت قدامی، خلفی میانی و خلفی جانبی | ۲ دقیقه |
| پنجم/ششم | پلانک جانبی با ابداکشن پا | ۲ ست در ۲۰ تکرار |
| | لانژهای جلو پرش | ۲ ست در ۲۰ تکرار |
| | هیپ تراست (با هالتر) | ۲ ست در ۲۰ تکرار |
| | همسترینگ نوردیک | ۲ ست در ۲۰ تکرار |
| | کرانچ شکم با توپ مدیسنال | ۲ ست در ۲۰ تکرار |
| | هاپینگ جانبی تک پا | ۱ ست در ۱۰ تکرار |
| | بالا بردن یک طرفه ساق پا با دمبل | ۲ ست در ۲۰ تکرار |
| | تست Y-Balance روی بوسوبال در جهت قدامی، خلفی میانی و خلفی جانبی | ۲ دقیقه |
| هفتم/هشتم | پلانک جانبی با ابداکشن پا و بازو | ۲ ست در ۲۰ تکرار |
| | لانژهای جلو پرش | ۲ ست در ۲۰ تکرار |
| | اسکات پرش | ۲ ست در ۲۰ تکرار |
| | هیپ تراست (بدون هالتر) | ۲ ست در ۲۰ تکرار |
| | همسترینگ نوردیک روی بوسوبال | ۲ ست در ۲۰ تکرار |
| | پرش تک پا | ۲ ست در ۲۰ تکرار |
| | بالا بردن یک طرفه ساق پا با دمبل | ۲ ست در ۲۰ تکرار |
| | پرش فرود روی مانع و دوی سرعت | ۱ ست در ۱۰ تکرار |

*: گرم کردن قبل از هر جلسه تمرین عصبی عضلانی اعمال شد.
-استراحت بین ست ۶۰ ثانیه و استراحت پایان ست ۹۰ ثانیه در نظر گرفته شد.

نتایج آزمون t مستقل برای مقایسه اطلاعات دموگرافیک شرکت کنندگان در جدول شماره ۲، نشان داد که تفاوت معنی داری بین دو گروه در شاخص‌های مورد بررسی وجود ندارد (P>۰/۰۵).

**جدول شماره ۲**: ویژگی های فردی آزمودنی های تحقیق

| شاخص اندازه گیری | گروه | انحراف استاندارد±میانگین | T | P |
|---|---|---|---|---|
| سن (سال) | کنترل | ۲۱/۲۸ ± ۱/۳۸ | ۱/۰۶ | ۰/۲۹ |
| | مداخله | ۲۰/۶۶ ± ۱/۷۱ | | |
| قد (متر) | کنترل | ۱/۸۳ ± ۰/۰۴ | ۰/۳۶ | ۰/۷۲ |
| | مداخله | ۱/۸۲ ± ۰/۰۳ | | |
| وزن (کیلوگرم) | کنترل | ۷۷/۷۱ ± ۳/۹۸ | ۱/۲۶ | ۰/۲۱ |
| | مداخله | ۷۵/۸۶ ± ۳/۹۰ | | |
| شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع) | کنترل | ۲۳/۱۶ ± ۰/۷۸ | ۰/۳۳ | ۰/۱۹ |
| | مداخله | ۲۲/۷۵ ± ۰/۸۸ | | |
| سابقه ورزشی (سال) | کنترل | ۳/۰۷ ± ۰/۲۶ | -۰/۹۸ | ۰/۳۳ |
| | مداخله | ۳/۲۰ ± ۰/۴۱ | | |

آزمون شاپیرو – ویلک نشان داد که به‌جز ابعاد تعادل پویا، نمره کل آن و عملکرد پرش جانبی، سایر متغیرها از توزیع نرمال برخوردارند.

بر اساس نتایج جدول شماره ۳ می‌توان گفت تمرین بر کاهش ناتوانی (۸/۷۰=درصد تغییرات، P=۰/۰۰۱)، بهبود تعادل ایستا (۱۳/۹۱= درصد تغییرات، P=۰/۰۰۲)، ارتقا شاخص های قابلیت حرکتی همچون پرش تک پا (۸/۴۱= درصد تغییرات، P=۰/۰۰۱)، جابه‌جایی سکوها (۱۵/۲۳= درصد تغییرات، P=۰/۰۰۱) و پرش جانبی (۱۱/۷۰= درصد تغییرات، P=۰/۰۰۱)، جهت‌های قدامی (۸/۴۸= درصد تغییرات، P=۰/۰۰۱)، خلفی داخلی (۵/۹۰= درصد تغییرات، P=۰/۰۰۱)، خلفی خارجی (۴/۶۲= درصد تغییرات، P=۰/۰۰۱)، و نمره کل تعادل پویا (۶/۳۹= درصد تغییرات، P=۰/۰۰۱) اثر معنی‌داری داشته است. با این حال نتایج در گروه کنترل، به غیر نمره کل تعادل پویا (P=۰/۰۳) بین دو بازه زمانی پیش آزمون و پس آزمون اختلاف معنی‌داری در سایر متغیرهای مورد بررسی نشان نداد (P>۰/۰۵).

همچنین نتایج مربوط به مقایسه بین گروهی نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین دو گروه کنترل و مداخله در متغیرهای ناتوانی (d=۱/۷۸، P=۰/۰۰۱) تعادل ایستا (d=۰/۵۰، P=۰/۰۰۵)، پرش تک پا (d=۱/۰۸، P=۰/۰۰۷)، جابه‌جایی سکوها (d=۱/۰۳، P=۰/۰۱)، پرش جانبی (d=۱/۳۰، P=۰/۰۰۴)، جهت های قدامی (d=۱/۵۸، P=۰/۰۰۱)، خلفی داخلی (d=۱/۰۵، P=۰/۰۲)، خلفی خارجی (d=۰/۸۰، P=۰/۰۳) و نمره کل تعادل پویا (d=۱/۹۵، P=۰/۰۰۳) بوده است.

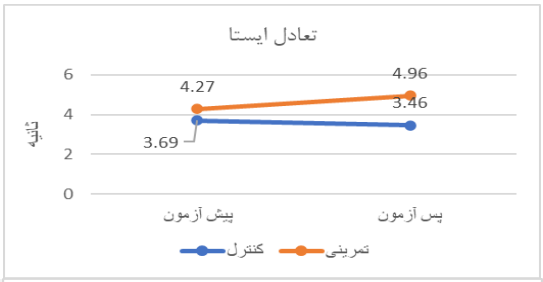
[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-07 ]

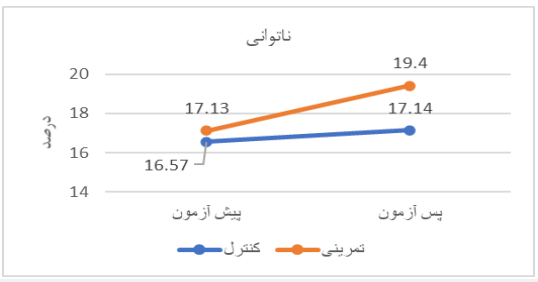
نمای شماتیک مربوط به میانگین های متغیرهای مورد مطالعه در نمودار شماره ۲، ارائه شده است.

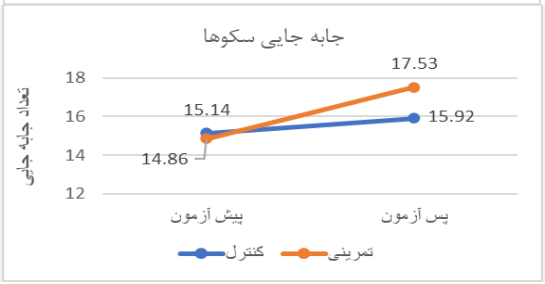
**جدول شماره ۳:** نتایج بررسی تفاوت های بین گروهی و درون گروهی در متغیرهای مورد مطالعه

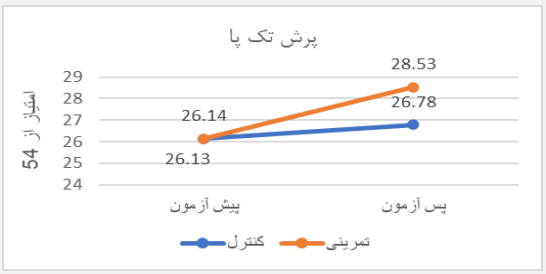
| متغیر | گروه | M±SD | | تفاوت درون گروهی | | | تفاوت بین گروهی | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | پیش آزمون | پس آزمون | T | sig | درصد تغییرات | میانگین تعدیل شده | F | sig | d |
| ناتوانی | کنترل | ۶۴/۵۷ ± ۲/۷۶ | ۶۵/۵۰ ± ۳/۱۸ | -۲/۰۶ | ۰/۰۶ | ↑ ۱/۴۱ | ۶۵/۶۹ | ۲۳/۰۵ | ۰/۰۰۱** | ۱/۷۸ |
| | مداخله | ۶۵/۰۶ ± ۲/۴۳ | ۷۱/۲۶ ± ۳/۸۹ | -۶/۲۵ | ۰/۰۰۱** | ↑ ۸/۷۰ | ۷۱/۰۸ | | | |
| تعادل ایستا | کنترل | ۳/۶۹ ± ۱/۲۵ | ۳/۴۶ ± ۱/۳۱ | ۰/۷۹ | ۰/۴۳ | ↓ ۶/۶۴ | ۳/۶۹ | ۹/۵۷ | ۰/۰۰۵** | ۰/۵۰ |
| | مداخله | ۴/۲۷ ± ۰/۹۵ | ۴/۹۶ ± ۱/۱۲ | -۳/۷۸ | ۰/۰۰۲** | ↑ ۱۳/۹۱ | ۴/۷۵ | | | |
| پرش تک پا | کنترل | ۲۶/۱۴ ± ۳/۴۳ | ۲۶/۷۸ ± ۳/۵۵ | -۱/۸۰ | ۰/۰۹ | ↑ ۲/۳۸ | ۲۶/۷۸ | ۸/۴۷ | ۰/۰۰۷** | ۱/۰۸ |
| | مداخله | ۲۶/۱۳ ± ۲/۸۵ | ۲۸/۵۳ ± ۲/۷۷ | -۴/۹۳ | ۰/۰۰۱** | ↑ ۸/۴۱ | ۲۸/۵۳ | | | |
| جابه جایی سکوها | کنترل | ۱۵/۱۴ ± ۱/۹۹ | ۱۵/۹۲ ± ۱/۳۸ | -۱/۹۹ | ۰/۰۶ | ↑ ۴/۸۹ | ۱۵/۸۵ | ۷/۷۷ | ۰/۰۱** | ۱/۰۳ |
| | مداخله | ۱۴/۸۶ ± ۱/۴۵ | ۱۷/۵۳ ± ۲/۲۶ | -۴/۸۵ | ۰/۰۰۱** | ↑ ۱۵/۲۳ | ۱۷/۶۰ | | | |
| متغیر | گروه | پیش آزمون | پس آزمون | Z | sig | درصد تغییرات | زمان | Z | sig | d |
| پرش جانبی | کنترل | ۱۶/۵۷ ± ۱/۶۵ | ۱۷/۱۴ ± ۲/۱۴ | -۱/۷۸ | ۰/۰۷ | ↑ ۳/۳۲ | پیش آزمون | -۰/۸۸ | ۰/۴۰ | ۱/۳۰ |
| | مداخله | ۱۷/۱۳ ± ۱/۶۸ | ۱۹/۴۰ ± ۲/۰۲ | -۳/۴۴ | ۰/۰۰۱** | ↑ ۱۱/۷۰ | پس آزمون | -۲/۸۲ | ۰/۰۰۴** | |
| جهت قدامی | کنترل | ۷۹/۲۱ ± ۴/۹۶ | ۸۰/۲۸ ± ۶/۰۶ | -۱/۵۹ | ۰/۱۱ | ↑ ۱/۳۳ | پیش آزمون | -۰/۹۰ | ۰/۳۷ | ۱/۵۸ |
| | مداخله | ۷۷/۶۶ ± ۳/۵۱ | ۸۴/۸۶ ± ۵/۴۷ | -۳/۴۱ | ۰/۰۰۱** | ↑ ۸/۴۸ | پس آزمون | -۲/۰۳ | ۰/۰۴* | |
| جهت خلفی داخلی | کنترل | ۷۶/۲۸ ± ۲/۸۶ | ۷۷/۴۲ ± ۳/۴۷ | -۱/۵۸ | ۰/۱۲ | ↑ ۱/۴۷ | پیش آزمون | -۱/۴۱ | ۰/۱۷ | ۱/۰۵ |
| | مداخله | ۷۴/۴۶ ± ۲/۸۲ | ۷۹/۱۳ ± ۳/۲۰ | -۳/۳۳ | ۰/۰۰۱** | ↑ ۵/۹۰ | پس آزمون | -۲/۱۸ | ۰/۰۲* | |
| جهت خلفی خارجی | کنترل | ۷۴/۷۸ ± ۵/۲۲ | ۷۵/۶۴ ± ۵/۳۵ | -۰/۷۶ | ۰/۴۴ | ↑ ۱/۱۳ | پیش آزمون | -۰/۳۵ | ۰/۷۴ | ۰/۸۰ |
| | مداخله | ۷۵/۴۰ ± ۳/۱۸ | ۷۹/۰۶ ± ۴/۴۷ | -۳/۴۳ | ۰/۰۰۱** | ↑ ۴/۶۲ | پس آزمون | -۲/۰۸ | ۰/۰۳* | |
| نمره کل تعادل | کنترل | ۷۶/۷۶ ± ۳/۱۵ | ۷۷/۷۸ ± ۳/۱۱ | -۲/۱۳ | ۰/۰۳* | ↑ ۱/۳۱ | پیش آزمون | -۰/۸۱ | ۰/۴۲ | ۱/۹۵ |
| | مداخله | ۷۵/۸۴ ± ۲/۹۴ | ۸۱/۰۲ ± ۳/۰۶ | -۳/۴۱ | ۰/۰۰۱** | ↑ ۶/۳۹ | پس آزمون | -۲/۹۹ | ۰/۰۰۳** | |

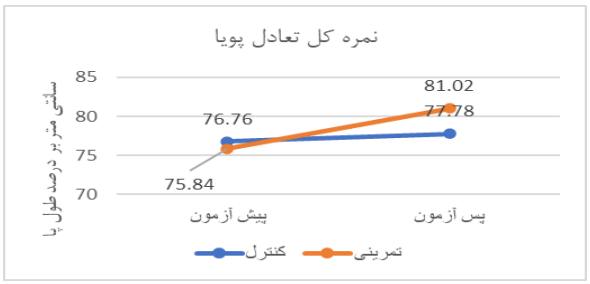
*معنی داری در سطح ۰/۰۵، **: معنی داری در سطح ۰/۰۱، ↑: افزایش، ↓: کاهش، M: میانگین، SD: انحراف استاندارد، d: اندازه اثر

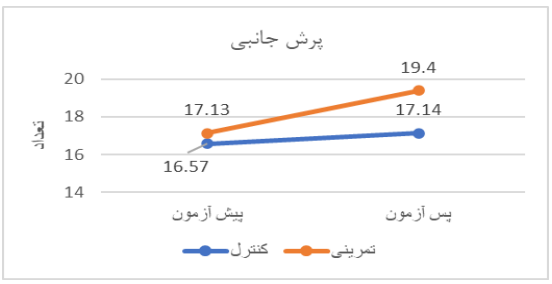



**نمودار شماره ۲:** نمای شماتیک مربوط به متغیرهای مورد مطالعه در پیش آزمون و پس آزمون

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-07 ]

## بحث

در سال‌های اخیر، مطالعاتی درباره اختلال تعادل و عملکرد در افراد مبتلا به پیچ‌خوردگی مچ پا و بی‌ثباتی مزمن مچ پا و همچنین انواع مختلف تمرینات مورد نیاز برای بازتوانی آن‌ها انجام شده است(۳۷). بررسی‌ها نشان می‌دهد که تمرینات عصبی عضلانی موجب بهبود ثبات وضعیتی، قدرت عضلانی، حس عمقی و عملکرد کلی می‌شوند(۳۸). علاوه بر این، تمرینات عصبی عضلانی خطر پیچ‌خوردگی مجدد را در افراد مبتلا به FAI کاهش می‌دهند(۳۹ - ۳۷). با این حال، اشاره شده است که شواهد مربوط به اثربخشی تمرینات عصبی عضلانی بر FAI هنوز محدود است(۳۸).

نتایج مطالعه حاضر نشان دهنده اثر برنامه تمرینی ۸ هفته‌ای عصبی عضلانی بر کاهش ناتوانی، ارتقا عملکرد تعادل و قابلیت حرکتی در ورزشکاران والیبالیست مبتلا به بی ثباتی مزمن مچ پا بوده است ($P\leq$۰/۰۵). اندازه اثر متغیرهای مورد بررسی از متوسط تا بسیار بزرگ (۰/۵ تا ۱/۹۵) بود که علاوه بر معنی‌داری آماری، بیانگر اهمیت عملی مداخله است. اندازه اثرهای بزرگ احتمالاً با ماهیت چند بعدی تمرینات عصبی عضلانی و هدف‌گیری همزمان قدرت، تعادل و حس عمقی مرتبط بوده و می‌تواند به بهبود عملکرد حرکتی و کنترل عصبی‌عضلانی منجر شود.

در زمینه اثر تمرین بر متغیرهای مورد بررسی نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعات Kim و همکاران (۲۰۲۲ ) که به تاثیر تمرینات عصبی عضلانی بر کاهش ناتوانی، بهبود تعادل و عملکرد با بی ثباتی مزمن مچ پا اشاره کردند و نیز محمدی نیا و همکاران (۲۰۲۲) که به تاثیر تمرینات ترکیبی قدرتی-تعادلی بر عملکرد پرش سه‌گانه (Triple Hop)، پرش به شکل ۸ لاتین ( Figure 8 hop) و پرش عمودی (Vertical Jump) در فوتبالیست های مبتلا به بی ثباتی مزمن مچ پا اشاره کردند، همراستا است(۲۹، ۴۰). برخلاف مطالعه حاضر حدادی و همکاران (۲۰۲۰) به عدم تاثیر تیپ ۲ هفته ای بر تعادل ایستا، تعادل پویا و عملکرد پرش تک پا افراد مبتلا به بی ثباتی مزمن مچ پا اشاره کردند که از دلایل آن می‌تواند وجود مداخله غیرفعال در مطالعه آن ها و یا کم بودن زمان مداخله بوده باشد(۴۱). همچنین Liu و همکاران (۲۰۲۴) در مطالعه مروری خود به عدم تاثیر تمرینات روی سطح ناپایدار بر عملکرد پرش و جابه جایی در افراد مبتلا به بی ثباتی مزمن مچ پا اشاره کردند در تناقض است که نوع مداخله می‌تواند از دلایل ایجاد تناقض در یافته های مطالعه Liu و همکاران با مطالعه حاضر باشد(۴۲). Panhale و همکاران (۲۰۲۴) نیز تاثیر تمرینات ثبات مرکزی بر پرش جانبی در افراد با بی ثباتی مزمن مچ پا را موثر ندانستند. آن ها در مطالعه خود غیر ورزشکار بودن آزمودنی‌ها را عامل عدم اثرگذاری تمرین بر این متغیر دانستند(۴۳).

در ورزشکاران مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا، کاهش قدرت عضلات و حمایت رباطی اطراف مچ می‌تواند تعادل ایستا و پویا و در نتیجه کنترل مرکز ثقل را در فعالیت‌هایی مانند راه رفتن، تغییر جهت و فرود مختل کند(۴۴). یکی از دلایل تأثیر تمرینات عصبی عضلانی بر کاهش ناتوانی و بهبود تعادل و قابلیت حرکتی، می‌تواند ماهیت چند بعدی پروتکل تمرینی باشد که شامل حرکات کششی، تمرینات مرکزی، تقویت عضلات ران و ساق، تمرینات تعادلی و حس عمقی است. در همین راستا Alahmari همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه خود نشان دادند تمرینات حس عمقی از طریق تسهیل انتقال سیگنال‌های نوروموسکولار و عملکرد عضلات اداکتور در بهبود تعادل ایستا مؤثر هستند و همچنین ترکیب تمرینات قدرتی اندام تحتانی و تمرینات حس عمقی ظرفیت تعادل پویا را در بیماران مبتلا به CAI افزایش می‌دهد(۴۵، ۴۶).

همچنین، عضلات ناحیه مرکزی بدن مانند کمربندی حمایتی، نقش مهمی در حفظ ثبات بدن حین حرکت دارند. فعال‌سازی عضله عرضی شکم با افزایش فشار داخل شکمی و سفتی فاسیای توراکولومبار، به پایداری ستون

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-07 ]

فقرات کمک می‌کند(۴۷). این انقباضات پیش از حرکت اندام‌ها رخ می‌دهند و زمینه‌ای پایدار برای حرکات اندام تحتانی فراهم می‌سازند(۴۷). همچنین عضلات راست شکمی (Rectus Abdominis)، مایل شکمی (Obliques)، مولتیفیدوس (Multifidi) و عرضی شکمی ( Transverse Abdominis) با ایجاد ثبات پاسچر و کنترل سگمنتال ستون فقرات، در حفظ تعادل نقش دارند(۴۸). در آزمون تعادلی Y، فرد ضمن حفظ تعادل روی پای اتکا، با پای مقابل در جهات مختلف دسترسی انجام می‌دهد. این حرکت با فعال‌سازی پیش‌دستانه عضلات مرکزی، به‌ویژه راست و مایل شکمی، به حفظ تعادل کمک می‌کند. همچنین عضلات مولتیفیدوس و عرضی شکم با حمایت از ستون فقرات کمری، در کنترل تعادل پویا نقش دارند(۴۹). در همین راستا مطالعات Kahle & Gribble نشان داد که تمرینات ثبات مرکزی می‌توانند با بهبود کنترل نوروموسکولار و مکانیسم فیدفوروارد (Feed Forward)، تعادل پویا و ثبات وضعیتی را بهبود بخشند(۵۰).

همچنین گزارش شده است که بیماران مبتلا به CAI به دلیل ناپایداری مچ پا هنگام فرود آمدن در وضعیت های مختلف، دچار انواع مختلفی از آسیب‌های ورزشی می‌شوند؛ فرود آمدن حرکتی اساسی نه‌تنها در موقعیت‌های ورزشی بلکه در فعالیت‌های روزمره است(۵۱). علاوه بر تمرینات مرکزی و قدرتی ران و ساق که با بهبود ثبات وضعیتی می‌توانند عملکرد حرکتی را ارتقا دهند، تمرینات پرش و فرود در مسیرهای قدامی - خلفی و جانبی نیز احتمالاً در بهبود این متغیرها مؤثر بوده‌اند. در این راستا، اردکانی و همکاران (۲۰۱۹) نیز به تأثیر تمرینات پرشی بر بیومکانیک فرود و کنترل عصبی‌عضلانی افراد مبتلا به CAIاشاره کردند(۲۸). این تمرینات بر مکانیک صحیح فرود و تغییر جهت سریع تأکید دارند و در نتیجه کنترل عصبی‌عضلانی و هم‌راستایی بیومکانیکی را در حرکات پرفشار بهبود می‌بخشند(۵۲). این بهبودها به دلیل این که جذب و توزیع مؤثرتر نیرو را تسهیل می‌کنند، برای اجرای مهارت‌های پیچیده ورزشی حیاتی هستند(۵۳). در مجموع، یافته‌ها نشان دادند که تمرینات عصبی عضلانی می‌توانند ناتوانی را کاهش داده و تعادل و قابلیت حرکتی ورزشکاران والیبالیست مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا را بهبود بخشند. با توجه به ارزیابی قابلیت حرکتی بر اساس آزمون‌های پرش جانبی، پرش تک‌پا و جابه‌جایی سکوها، این یافته‌ها می‌تواند بیانگر بهبود عملکرد حرکتی در شرایط پویای ورزشی باشد.

این مطالعه با محدودیت‌هایی از جمله حجم نمونه نسبتاً محدود و اختصاص آن به والیبالیست‌های مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا مواجه بود که تعمیم پذیری نتایج را محدود می‌کند. نبود پیگیری پس از مداخله نیز امکان ارزیابی پایداری اثرات تمرین را کاهش داد. همچنین، ارزیابی‌ها عمدتاً بر آزمون‌های عملکردی متکی بود و از روش‌های عینی‌تری مانند تحلیل بیومکانیکی و الکترومایوگرافی استفاده نشد. در نهایت، به دلیل ماهیت مداخله، کورسازی کامل آزمودنی‌ها و آزمون‌گر امکان پذیر نبود و احتمال سوگیری وجود داشت.

## سپاسگزاری

بدین وسیله از کلیه شرکت کنندگان در این مقاله تقدیر وتشکر می‌شود. قابل ذکر است که بنابر اظهار نویسندگان، در این مطالعه هیچ تعارض منافعی وجود ندارد.

## References

1- Milić V, Radenković O, Čaprić I, Mekić R, Trajković N, Špirtović O, et al. Sports injuries in basketball, handball, and volleyball players: systematic review. Life (Basel) 2025; 15(4): 529. PMID: 40283084

2- Attenborough AS, Hiller CE, Smith RM, Stuelcken M, Greene A, Sinclair PJ.

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-07 ]

Chronic ankle instability in sporting populations. Sports Med 2014; 44(11): 1545-1556. PMID: 25108348

3- Bere T, Kruczynski J, Veintimilla N, Hamu Y, Bahr R. Injury risk is low among world-class volleyball players: 4-year data from the FIVB Injury Surveillance System. Br J Sports Med 2015; 49(17): 1132-1137. PMID: 26194611

4- de Azevedo Sodré Silva A, Sassi LB, Martins TB, de Menezes FS, Migliorini F, Maffulli N, et al. Epidemiology of injuries in young volleyball athletes: a systematic review. J Orthop Surg Res 2023; 18(1): 748. PMID: 37794495

5- Root HJ, Frank BS, Denegar CR, Casa DJ, Gregorio DI, Mazerolle SM, et al. Application of a preventive training program implementation framework to youth soccer and basketball organizations. J Athl Train 2019; 54(2): 182-191. PMID: 30855185

6- Feger MA, Glaviano NR, Donovan L, Hart JM, Saliba SA, Park JS, et al. Current trends in the management of lateral ankle sprain in the United States. Clin J Sport Med 2017; 27(2): 145-152. PMID: 27347860

7- Donovan L, Hetzel S, Laufenberg CR, McGuine TA. Prevalence and impact of chronic ankle instability in adolescent athletes. Orthop J Sports Med 2020; 8(2): 2325967119900962. PMID: 32118082

8- Gribble PA, Bleakley CM, Caulfield BM, Docherty CL, Fourchet F, Fong DT, et al. Evidence review for the 2016 International Ankle Consortium consensus statement on the prevalence, impact and long-term consequences of lateral ankle sprains. Br J Sports Med 2016; 50(24): 1496-1505. PMID: 27259753

9- Hertel J, Corbett RO. An updated model of chronic ankle instability. J Athl Train 2019; 54(6): 572-588. PMID: 31162943

10- Gribble PA, Delahunt E, Bleakley C, Caulfield B, Docherty C, Fourchet F, et al. Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled research: a position statement of the International Ankle Consortium. J Orthop Sports Phys Ther 2013; 43(8): 585-591. PMID: 23902805

11- Braun BL. Effects of ankle sprain in a general clinic population 6 to 18 months after medical evaluation. Arch Fam Med 1999; 8(2): 143-148. PMID: 10024598

12- Cruz A, Oliveira R, Silva A. Functional ankle instability prevalence and associated risk factors in male football players. Open J Orthop 2020; 10(4): 77-92.

13- Dayakidis MK, Boudolos K. Ground reaction force data in functional ankle instability during two cutting movements. Clin Biomech (Bristol) 2006; 21(4): 405-411. PMID: 16427165

14- Xu D, Jiang X, Cen X, Baker JS, Gu Y. Single-leg landings following a volleyball spike may increase the risk of anterior cruciate ligament injury more than landing on both-legs. Appl Sci 2020; 11(1): 130.

15- Borzucka D, Kręcisz K, Rektor Z, Kuczyński M. Postural control in top-level female volleyball players. BMC Sports Sci Med Rehabil 2020; 12(1): 65. PMID: 33101691

16- Powell DW, Williams DSB 3rd. Athletes trained using stable compared to unstable surfaces exhibit distinct postural control profiles when assessed by traditional and

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-07 ]

nonlinear measures. Hum Mov Sci 2015; 44: 73-80. PMID: 26319359

17- Özdemir AE. Postural control and ankle joint functions: an investigation on collegiate female volleyball players. Hum Mov 2024; 25(1): 48-59.

18- Cattuzzo MT, Dos Santos Henrique R, Ré AH, de Oliveira IS, Melo BM, de Sousa Moura M, et al. Motor competence and health related physical fitness in youth: a systematic review. J Sci Med Sport 2016; 19(2): 123-129. PMID: 25554655

19- Mandich AD, Polatajko HJ, Rodger S. Rites of passage: understanding participation of children with developmental coordination disorder. Hum Mov Sci 2003; 22(4-5): 583-595. PMID: 14624834

20- Smyth MM, Anderson HI. Coping with clumsiness in the school playground: social and physical play in children with coordination impairments. Br J Dev Psychol 2000; 18(3): 389-413.

21- Pion JA, Fransen J, Deprez DN, Segers VI, Vaeyens R, Philippaerts RM, et al. Stature and jumping height are required in female volleyball, but motor coordination is a key factor for future elite success. J Strength Cond Res 2015; 29(6): 1480-1485. PMID: 25719920

22- Babaee H, Taheri HR, Ghareh MA, Bahrami M. Study of functional-performance deficits in athletes with previous ankle sprains. Sci Mag Yafte 2008; 10(1): 37-46 (Persian).

23- Petersen AK, Zebis MK, Lauridsen HB, Hölmich P, Aagaard P, Bencke J. Impaired one-legged landing balance in young female athletes with previous ankle sprain: a cross-sectional study. J Sports Med Phys Fitness 2022; 62(11): 1489-1495. PMID: 35191266

24- Yekdaneh A, Mutlu ÇY. Effects of balance and strength training for ankle proprioception in people with chronic ankle instability: a randomized controlled study. J Am Podiatr Med Assoc 2024; 114(3): 23-008.

25- Su Y, Li W, Pan C, Shi Y. Effects of combination of strength and balance training on postural control and functionality in people with chronic ankle instability: a systematic review and meta analysis. BMC Sports Sci Med Rehabil 2024; 16(1): 79. PMID: 38594774

26- Park YJ, Cho YH, Seo TB. Effect of two different exercises on balance, pain and ankle motor function in male college students with chronic ankle instability. J Mens Health 2023; 19(2): 51-57.

27- Kordi Ashkezari MH, Sahebozamani M, Daneshjoo A, Abbasi Bafghi H. Comparison of the effect of 6 weeks of balancing and hopping strengthening training on the kinematics of the lower extremities of athletes with functional ankle instability while running: a randomized controlled trial. J Shahid Sadoughi Univ Med Sci 2020; 28(7): 2854-2866 (Persian).

28- Ardakani MK, Wikstrom EA, Minoonejad H, Rajabi R, Sharifnezhad A. Hop-stabilization training and landing biomechanics in athletes with chronic ankle instability: a randomized controlled trial. J Athl Train 2019; 54(12): 1296-1303. PMID: 31618068

29- Mohammadi Nia Samakosh H, Brito JP, Shojaedin SS, Hadadnezhad M, Oliveira R. What does provide better effects on balance, strength, and lower extremity

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-07 ]

muscle function in professional male soccer players with chronic ankle instability? Hopping or a balance plus strength intervention? A randomized control study. Healthcare (Basel) 2022; 10(10): 1364. PMID: 36292088

30- Brown CN, Padua DA, Marshall SW, Guskiewicz KM. Variability of motion in individuals with mechanical or functional ankle instability during a stop jump maneuver. Clin Biomech (Bristol) 2009; 24(9): 762-768. PMID: 19674820

31- Hoch MC, Farwell KE, Gaven SL, Weinhandl JT. Weight-bearing dorsiflexion range of motion and landing biomechanics in individuals with chronic ankle instability. J Athl Train 2015; 50(8): 833-839. PMID: 26067484

32- Beynnon BD, Murphy DF, Alosa DM. Predictive factors for lateral ankle sprains: a literature review. J Athl Train 2002; 37(4): 376-380. PMID: 12937558

33- Naderi A, Sakinepoor A, Hashemian AH, Dortaj E. Functional tests as a distinction tools for individuals with and without chronic ankle instability. Jundishapur Sci Med J 2019; 18(4): 355-367 (Persian).

34- Samakoush HB, Norasteh AA. The neuromuscular parameters affecting static and dynamic balance in adolescent male soccer players with dynamic knee valgus. Sci J Rehabil Med 2024; 12(6): 1012-1025 (Persian).

35- Trajković N, Bogataj Š. Effects of neuromuscular training on motor competence and physical performance in young female volleyball players. Int J Environ Res Public Health 2020; 17(5): 1755. PMID: 32182695

36- Mendez-Rebolledo G, Figueroa-Ureta R, Moya-Mura F, Guzmán-Muñoz E, Ramirez-Campillo R, Lloyd RS. The protective effect of neuromuscular training on the medial tibial stress syndrome in youth female track-and-field athletes: a clinical trial and cohort study. J Sport Rehabil 2021; 30(7): 1019-1027. PMID: 33952722

37- Lin CW, Delahunt E, King E. Neuromuscular training for chronic ankle instability. Phys Ther 2012; 92(8): 987-991. PMID: 22628586

38- 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 Med Arthrosc Rehabil Ther Technol 2011; 3: 19. PMID: 21943401

39- Hung YJ. Neuromuscular control and rehabilitation of the unstable ankle. World J Orthop 2015; 6(5): 434-438. PMID: 26085985

40- Kim KM, Estepa-Gallego A, Estudillo-Martínez MD, Castellote-Caballero Y, Cruz-Díaz D. Comparative effects of neuromuscular- and strength-training protocols on pathomechanical, sensory-perceptual, and motor-behavioral impairments in patients with chronic ankle instability: randomized controlled trial. Healthcare (Basel) 2022; 10(8): 1364. PMID: 35892776

41- Hadadi M, Haghighat F, Sobhani S. Can fibular reposition taping improve balance performance in individuals with chronic ankle instability? A randomized controlled trial. Musculoskelet Sci Pract 2020; 46: 102128. PMID: 32383634

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-07 ]

42- Liu S, Gou B, Zhao Z, Wang Q. Exploratory analysis of unstable surface training: a systematic review and meta-analysis for chronic ankle instability. Arch Rehabil Res Clin Transl 2024; 6(4): 100365. PMID: 39309619

43- Panhale VP, Walankar PP, Chheda DV. The effect of core stabilization exercises on balance and functional performance in individuals with functional ankle instability: an open-label randomized controlled trial. J Musculoskelet Surg Res 2024; 8(4): 382-388.

44- Cain MS, Garceau SW, Linens SW. Effects of a 4-week biomechanical ankle platform system protocol on balance in high school athletes with chronic ankle instability. J Sport Rehabil 2017; 26(1): 1-7. PMID: 27632865

45- Alahmari KA, Kakaraparthi VN, Reddy RS, Silvian P, Tedla JS, Rengaramanujam K, et al. Combined effects of strengthening and proprioceptive training on stability, balance, and proprioception among subjects with chronic ankle instability in different age groups: evaluation of clinical outcome measures. Indian J Orthop 2021; 55(Suppl 1): 199-208. PMID: 33029528

46- Hale SA, Hertel J, Olmsted-Kramer LC. The effect of a 4-week comprehensive rehabilitation program on postural control and lower extremity function in individuals with chronic ankle instability. J Orthop Sports Phys Ther 2007; 37(6): 303-311. PMID: 17552396

47- Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. Sports Med 2006; 36(3): 189-198. PMID: 16526859

48- Hodges PW, Richardson CA. Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. Phys Ther 1997; 77(2): 132-142. PMID: 9037214

49- Silfies SP, Mehta R, Smith SS, Karduna AR. Differences in feedforward trunk muscle activity in subgroups of patients with mechanical low back pain. Arch Phys Med Rehabil 2009; 90(7): 1159-1169. PMID: 19491070

50- Kahle NL, Gribble PA. Core stability training in dynamic balance testing among young, healthy adults. Athl Train Sports Health Care 2009; 1(2): 65-73.

51- Theisen A, Day J. Chronic ankle instability leads to lower extremity kinematic changes during landing tasks: a systematic review. Int J Exerc Sci 2019; 12(1): 24-33. PMID: 30761189

52- Park HS, Oh JK, Hong YI, Kim JY, Yoon JH. Effect of hop-stabilization training on ankle instability and function of adolescent female basketball players with chronic ankle instability: a double-blind, prospective, cluster-randomized controlled trial. J Clin Med 2025; 14(10): 3502. PMID: 40429497

53- Yalfani A, Azizian M, Gholami-Borujeni B. Neurofeedback training can increase the effectiveness of neuromuscular training on balance and limit of stability of athletes with chronic ankle instability: three arms and single-blind randomized control trial. Sport Sci Health 2024; 20(4): 1343-1352.

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-07 ]