مطالعات طب ورزشی شماره ۱۴، پاییز و زمستان ۱۳۹۲، صص ۹۰-۷۳

تأثیر شش هفته تمرینات عصبی–عضلانی بر کنترل وضعیتی پویا و عملکرد اندام تحتانی ورزشکاران پسر مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا

هادی صمدی[۱]، رضا رجبی[۲]، محمد حسین علیزاده[۳]، علی اشرف جمشیدی[۴]

۱- دکترای آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی دانشگاه تهران*
۲- استاد دانشگاه تهران
۳- دانشیار دانشگاه تهران
۴- استادیار دانشگاه علوم پزشکی ایران

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۹/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۰/۲۴

چکیده

بی‌ثباتی عملکردی مچ پا از شایع‌ترین عوارض ناتوان‌کنندهٔ اسپرین حاد مچ پاست که غالباً به دور ماندن ورزشکار از فعالیت ورزشی منجر می‌شود. هدف از این کارآزمایی بالینی تصادفی-سازی شده بررسی اثر شش هفته تمرینات عصبی-عضلانی تحت نظارت با تختهٔ تعادل و تختهٔ لغزان بر کنترل وضعیتی پویا و عملکرد اندام تحتانی ورزشکاران مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پاست. ۲۸ دانشجوی تربیت بدنی ورزشکار پسر مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی که به‌طور داوطلبانه در این مطالعه شرکت داشتند، به‌صورت تصادفی به دو گروه تمرین (n=۱۴) و کنترل (n=۱۴) تقسیم شدند. برنامهٔ تمرینی شامل شش هفته تمرینات عصبی-عضلانی پیش‌روندهٔ تحت نظارت، با استفاده از تختهٔ تعادل و تختهٔ لغزان بود. عملکرد اندام تحتانی با استفاده از پرسشنامه‌های اندازه‌گیری توانایی مچ پا و پا در فعالیت‌های روزانه و ورزشی و کنترل وضعیتی پویا با استفاده از آزمون تعدیل‌شدهٔ ستاره، اندازه‌گیری شدند. امتیازات آزمون ستارهٔ تعدیل‌شده در هر سه جهت قدامی، خلفی داخلی و خلفی خارجی در گروه تمرین، در مقایسه با گروه کنترل بهبود معنی‌داری نشان داد (P < ۰/۰۵). همچنین آزمودنی‌های گروه تمرین، در مقایسه با گروه کنترل بهبود معنی‌داری در امتیازات پرسشنامه‌های اندازه‌گیری توانایی مچ پا و پا در فعالیت‌های روزانه و ورزشی نشان دادند (P < ۰/۰۵). انجام شش هفته تمرینات پیش‌روندهٔ تحت نظارت عصبی-عضلانی با استفاده از تختهٔ تعادل و تختهٔ لغزان به‌طور معنی‌داری عملکرد اندام تحتانی اندازه‌گیری شده و کنترل وضعیتی پویا ورزشکاران مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا را بهبود می‌بخشد.

واژگان کلیدی: بی‌ثباتی عملکردی مچ پا، مقیاس سنجش توانایی پا و مچ پا، کنترل وضعیتی پویا، تمرینات عصبی-عضلانی.

* نویسندهٔ مسئول Email: hadi.samadi@gmail.com

مقدمه

تحقیقات اخیر نشان داده‌اند که مچ پا دومین موضع شایع بدن است که در ورزش‌ها دچار آسیب می‌شود و اسپرین شایع‌ترین نوع آسیب این مفصل است (۱). مجموعه رباط‌های خارجی مچ پا یکی از شایع‌ترین ساختارهای آسیب پذیر در ورزشکاران است به گونه‌ای که اسپرین خارجی ۸۵ درصد کل اسپرین‌های مچ پا را شامل می‌شود (۲). بی‌ثباتی عملکردی مچ پا[1] عارضه‌ای شایع، به دنبال اسپرین اولیه است که در ۱۵- ۶۰ درصد موارد به دنبال آسیب اولیه ایجاد می‌شود (۳،۴).

این عارضه از شایع‌ترین عوارض ناتوان‌کنندهٔ اسپرین حاد مچ پاست که غالباً به دور ماندن ورزشکار از فعالیت ورزشی منجر می‌شود (۵). بی‌ثباتی عملکردی به تمایل پا برای اسپرین‌های مکرر یا خالی کردن اطلاق می‌شود (۶) که در اثر ناتوانی حفظ ثبات مفصل مچ پا در هنگام فعالیت‌ها ایجاد می‌شود. احساس خالی کردن و بی‌ثباتی در مچ پا، فرد را مستعد وقوع اسپرین مجدد مچ پا می‌کند (۱۱-۷).

در تحقیقات اخیر بی‌ثباتی عملکردی و مزمن مچ پا به نقص در کنترل عصبی - عضلانی و کنترل وضعیتی ارتباط داده شده است (۷،۱۰،۱۲،۱۳). کنترل عصبی- عضلانی فعالیت ناخودآگاه نگهدارنده‌های پویا (ساختارهای عضلانی- تاندونی احاطه‌کنندهٔ مفصل) است که در هنگام حرکت مفصل و در پاسخ به فشارهای اعمال‌شده به آن، با هدف حفظ و بازیابی ثبات عملکردی مفصل رخ می‌دهد (۱۶-۱۴،۷). کنترل وضعیتی به توانایی حفظ ثبات در هنگام سکون یا حرکت روی سطحی هموار یا ناهموار اطلاق می‌شود (۷،۱۰). در بیشتر موارد نقص در کنترل وضعیتی به‌طور ثانویه و در نتیجهٔ کاهش کنترل عصبی- عضلانی ایجاد می‌گردد.

اخیراً درمان‌های محافظه‌کارانهٔ بی‌ثباتی مزمن مچ پا به‌عنوان ابزار اصلی مدیریت[2] وضعیت و پیشگیری از آسیب مجدد پذیرفته شده‌اند (۱۲)، به‌گونه‌ای که تأثیر تمرین درمانی در کاهش خطر وقوع مجدد اسپرین مچ پا و بی‌ثباتی عملکردی مچ پا نشان داده شده است (۱۷). در این خصوص، وریس و همکاران[3] (۲۰۱۱) در مطالعهٔ مروری در مورد مداخلات درمانی به‌کار رفته در بی‌ثباتی مزمن مچ پا بیان کرده‌اند که تمرینات عصبی-عضلانی به‌تنهایی می‌توانند در درمان بی‌ثباتی مزمن مچ پا مؤثر باشند (۱۸). نتایج مطالعهٔ مک‌کِوون و همکاران[4] (۲۰۰۸) نیز نشان

1. Functional Ankle Instability
2. Management
3. Vries, et al.
4. Mckeon, et al.

داد، انجام تمرینات تعادلی پویا به بهبود کنترل وضعیتی پویای افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا منجر می‌شود (۱۰). نتایج مطالعهٔ روزی و همکاران[1] (۱۹۹۹) نیز نشان داد انجام برنامهٔ تمرین تعادلی در افراد مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا موجب بهبود تعادل ایستادن روی یک پا و حس عمقی مفصل می‌شود (۱۹). همچنین، هال و همکاران[2] (۲۰۰۷) همسو با نتایج اولمستد و همکاران[3] (۱۳) در سال ۲۰۰۲ گزارش کرده‌اند که افراد مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی و مزمن مچ پا، در مقایسه با افراد سالم در کنترل وضعیتی و نیز پای سالم خود دچار نقص‌اند. آن‌ها گزارش کرده‌اند که به دنبال انجام برنامهٔ جامع بازتوانی تمرینات سنتی، امتیاز آزمون ستاره در گروه تمرین، در مقایسه با گروه کنترل بهبود بیشتری داشته است. در این مطالعه نشان داده شده است که انجام تمرینات جامع بازتوانی می‌تواند در کاهش نقص‌های ایجاد شده در اندام تحتانی تأثیر داشته باشد (۱۲). در مطالعهٔ مروری تأثیر برنامه‌های درمانی مختلف، فان دِر ویس و همکاران[4] (۲۰۰۶) اظهار داشته‌اند که تمرین درمانی با استفاده از تختهٔ تعادل در پیشگیری از وقوع مجدد اسپرین مچ پا و بی‌ثباتی عملکردی آن تأثیرگذارتر از دیگر روش‌های تمرین درمانی است (۱۷).

استفاده از تمرینات تختهٔ لغزان یا تختهٔ تعادل از روش‌های رایج در بازتوانی بی‌ثباتی عملکردی مچ پاست که برای کمک به بازآموزی سیستم حس عمقی از طریق بهبود عملکرد گیرنده‌های مکانیکی مفصل و بازگرداندن حلقهٔ بازخورد عصبی-عضلانی[5] نرمال طراحی شده‌اند (۱۹). تأثیر تمرینات تختهٔ تعادل بر بهبود حس عمقی افراد مبتلا به سابقهٔ بی‌ثباتی مچ پا به خوبی نشان داده شده است (۲۲-۲۰). کلارک و بوردن[6] (۲۰۰۵) در بررسی اثر چهار هفته برنامهٔ تمرینی با تختهٔ تعادل بر افراد مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی نشان دادند این برنامه باعث بهبود حس ثبات می‌شود (۲۳). همچنین بهبود عملکرد پس از چهار هفته تمرین تعادلی توسط روزی و همکاران (۱۹۹۹) گزارش شده است (۱۹). فریمن و همکاران[7] (۱۹۶۵) نیز کاهش بی‌ثباتی عملکردی و نقص حس عمقی را به دنبال پنج جلسه تمرینات تخته تعادل و تخته لغزان گزارش کرده‌اند (۶).

با وجود این مطالعات، هندول و همکاران[8] (۲۰۰۱) در مطالعهٔ مروری نظام‌مندی[1] اظهار کرده-

---

1. Rozzi, et al.
2. Hale, et al.
3. Olmsted, et al.
4. Van der Wees, et al.
5. Neuromuscular Feedback Loop
6. Clark & Burden
7. Freeman, et al.
8. Handoll, et al.

اند که شواهد اندکی از کاهش اسپرین مجدد مچ پا پس از به‌کارگیری تمرینات تعادلی حمایت می‌کند. آن‌ها اظهار داشته‌اند که هنوز مدارک و شواهد بیشتری پیش از به‌کارگیری گستردهٔ این تمرینات نیاز است (۲۴). گربر و همکاران[۲] (۱۹۹۸) نیز باوجود مزایای بازتوانی، نتایج بالینی ضعیفی را مشاهده کرده‌اند (۲۵). مک‌کِوون و همکاران (۲۰۰۸) نیز اظهار داشته‌اند که نتایج مرور تحقیقات به‌گونه‌ای نیست که بتوان به‌طور یقین نتیجه گرفت تمرینات تعادلی به افزایش کنترل وضعیتی پویای افراد مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا منجر می‌شود (۹)؛ از این رو با توجه به تناقض‌ها و محدودیت‌هایی که در نتایج تحقیقات قبلی مشاهده می‌شود، تحقیق حاضر در نظر دارد با استفاده از طرح تحقیق کارآزمایی بالینیِ تصادفی‌سازی شده به بررسی اثر شش هفته تمرینات عصبی-عضلانی تحت نظارت بر بهبود عملکرد و کنترل وضعیتی پویای ورزشکاران پسر مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا بپردازد.

روش پژوهش

تحقیق حاضر نوعی کارآزمایی بالینی تصادفی‌سازی شده بود که در آن ورزشکاران مبتلا به بی-ثباتی مچ پا با توجه به ملاک‌های تحقیق به‌طور تصادفی به دو گروه تمرینات عصبی-عضلانی و گروه کنترل تقسیم شدند. گروه تمرینی ۱۸ جلسه تمرینات عصبی-عضلانی تحت نظارت را طی شش هفته انجام دادند. در طول مدت تحقیق، گروه کنترل سطح فعالیت خود را در حد پیش از شرکت در مطالعه حفظ کردند. مقادیر کنترل وضعیتی پویا و عملکرد خوداظهاری، پیش و پس از شش هفته مداخلهٔ تمرینی، در هر دو گروه تمرین و کنترل اندازه‌گیری شدند. همچنین به‌منظور آگاه نبودن محقق اصلی، مقادیر عملکرد خوداظهاری و کنترل وضعیتی پویا توسط همکاران تحقیق ثبت شد و محقق اصلی تا پایان تحقیق از مقادیر آن‌ها بی‌اطلاع بود.

نمونه‌ها

۲۸ دانشجوی تربیت بدنی ورزشکار پسر مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی، با سابقهٔ بیش از چهار سال ورزش در این مطالعه شرکت داشتند. تعداد نمونه، با استفاده از نتایج مطالعات قبلی و فرمول آماری تعیین حجم نمونه[۳] برای هر گروه دست‌کم ۱۲ نفر بود که با احتساب ریزش احتمالی نمونه‌ها، ۱۴ آزمونی برای شرکت در هر گروه در نظر گرفته شد. ملاک‌های ورود به تحقیق داشتن سابقهٔ دست‌کم یک بار آسیب اینورژنی مچ پا در دو سال گذشته بود که نیازمند

1. Systematic
2. Gerber, et al.
3. n = (Z1- /2 + Z1-) 2. (S12 +-S22) / (M1 –M2)2

مدتی محافظت به‌صورت عدم تحمل وزن و بی‌تحرکی بوده باشد، دست‌کم دو بار احساس بی-ثباتی مچ پا یا احساس خالی شدن[1] مفصل در حین انجام فعالیت‌های روزمره یا ورزشی در دو سال گذشته و اینکه نمونه هنگام تحقیق حاضر بتواند به‌طور کامل وزن را تحمل کند، راه رفتن طبیعی داشته باشد و دامنهٔ حرکتی مفصل مچ پا کامل باشد. ملاک‌های حذف از تحقیق شامل: داشتن سابقهٔ آسیب در اندام تحتانی، داشتن نشانه‌های اسپرین حاد در مچ پا (مانند التهاب و حساسیت) در شش هفتهٔ گذشته، داشتن سابقهٔ جراحی در اندام تحتانی، اختلالات تعادل مانند اختلالات مرتبط به سیستم دهلیزی، دیابت، ناهنجاری‌های وضعیتی اندام تحتانی، ستون فقرات و کف پا، داشتن سابقهٔ شرکت در برنامهٔ توان‌بخشی در شش ماه گذشته و داشتن بی‌ثباتی مکانیکی مفصل مچ پا از طریق مثبت بودن آزمون کشویی قدامی[2] و تیلت تالار[3] بود. پیش از انجام اندازه‌گیری‌ها همهٔ نمونه‌ها فرم رضایت آگاهانهٔ شرکت در مطالعه را امضا نمودند. پس از کسب رضایت آگاهانه، همکار محقق نمونه‌ها را به‌صورت تصادفی به دو گروه تمرین (سن ۰/۹۳ ± ۲۱/۱۱ سال، وزن ۱۰/۹ ± ۷۱/۱۱ کیلوگرم، قد ۳/۶۴ ± ۱۷۹/۵۶ سانتی‌متر) و کنترل (سن ۱/۵۶ ± ۲۱/۳۳ سال، وزن ۶/۰۶ ± ۶۸/۸۵ کیلوگرم، قد ۹/۷ ± ۱۷۷/۲۵ سانتی‌متر) تقسیم کرد. دو گروه در متغیرهای ذکرشده همگن بودند.

مقیاس سنجش توانایی پا و مچ پا [4]

همهٔ آزمودنی‌ها مقیاس سنجش توانایی پا و مچ پا در فعالیت‌های روزانه و ورزش را به‌منظور اندازه‌گیری عملکرد خوداظهاری در ابتدا و انتهای تحقیق تکمیل کردند. از مقیاس سنجش توانایی پا و مچ پا برای اندازه‌گیری عینی اختلالات اسکلتی عضلانی اندام تحتانی، مچ پا و پا استفاده می‌شود (۲۶). این پرسشنامه برای ارزیابی خوداظهاری عملکرد بدنی افراد مبتلا به بی-ثباتی مچ پا طراحی شده است (۲۶). مقیاس سنجش توانایی پا و مچ پا در فعالیت‌های روزانه دارای ۲۱ مورد مرتبط با فعالیت‌های زندگی روزمره است و مقیاس سنجش توانایی پا و مچ پا در فعالیت‌های ورزشی دارای هشت مورد است که ناتوانی‌های حاصل از آسیب مچ پا و مرتبط با فعالیت‌های بدنی و ورزشی را ارزیابی می‌کند. این پرسشنامه‌ها ابزاری پایا و معتبر برای ارزیابی عملکرد بدنی به‌طور خوداظهاری است. پایایی این پرسشنامه برای فعالیت بدنی روزانه و ورزشی به ترتیب ۰/۸۹ و ۰/۸۷ گزارش شده است (۲۶) این مقادیر برای نسخهٔ فارسی این پرسشنامه به ترتیب ۰/۹۷ و ۰/۹۴ گزارش شده است (۲۷). نمرهٔ مقیاس سنجش توانایی پا و مچ پا در

1. Giving Way
2. Anterior Drawer Test
3. Talar Tilt Test
4. Foot and Ankle Ability Measure

فعالیت‌های روزانه درصدی از نمرهٔ کلی ۴۸ است، در حالی که نمرهٔ پرسشنامهٔ مربوط به فعالیت‌های ورزشی درصدی از نمرهٔ کلی ۳۲ است. در آخر پرسشنامه، فرد به سطح کنونی عملکرد خود در فعالیت‌های روزانه و ورزشی نمره‌ای بین صفر تا ۱۰۰ درصد می‌دهد (۲۷).

کنترل وضعیتی پویا

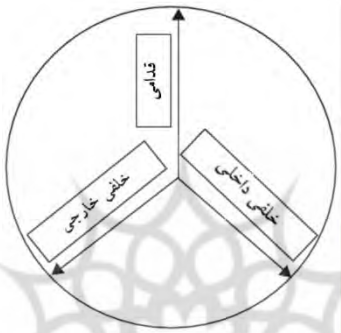
آزمون تعادل ستارهٔ تعدیل‌شده که از آن با عنوان «آزمون تعادل وای[1]» نیز نام برده می‌شود (۳۸)، یکی از روش‌های پایا و معتبر ارزیابی کنترل وضعیتی پویاست (۰/۹۵ – ۰/۸۶ =) که به‌منظور تعیین نقص حسی- حرکتی[2] مرتبط با بی‌ثباتی مزمن مچ پا به‌کار گرفته می‌شود (۱۳, ۲۸). پایایی آزمون- باز آزمون[3] و درون‌گروهی[4] این آزمون در افراد سالم بسیار خوب گزارش شده است (به‌ترتیب ICC = ۰/۹۸ و ICC = ۰/۹۱) (۴۰). این آزمون برای اندازه‌گیری کنترل عصبی- عضلانی و تغییرات مربوط به بازتوانی در مبتلایان به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا مناسب است (ICC = ۰/۸۰ – ۰/۹۳) (۱۲). گفتنی است، تا کنون تحقیقی به بررسی اثر تمرینات عصبی- عضلانی بر عملکرد ورزشکاران مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا، با استفاده از آزمون ستارهٔ تعدیل‌شده نپرداخته است.

برای اجرای آزمون، آزمودنی با پای آزمون در مرکز محل آزمون می‌ایستاد (سه متر نواری چسبانده شده روی زمین به‌گونه‌ای که علامت صفر مترها در مرکز واقع شده باشد و جهت یکی از آن‌ها به سمت قدامی باشد و دو متر دیگر با متر جهت قدامی زاویه ۱۳۵ درجه داشته باشند) و در حالی که با پای دیگر تلاش می‌کرد تا بیشترین حد ممکن در سه جهت آزمون (قدامی، خلفی داخلی و خلفی خارجی) رسش داشته باشد، تعادل خود را حفظ می‌کرد (شکل ۱). در زمان رسیدن به بیشترین حد رسش، آزمونی باید بسیار آهسته با پای رسش متر را لمس می‌کرد و به وضعیت اولیه آزمون باز می‌گشت. سپس، میزان فاصلهٔ رسش (که با تقسیم به طول پای فرد و ضربدر عدد ۱۰۰ نرمال می‌شد) اندازه گرفته و به‌عنوان میزان اجرا لحاظ می‌شد (۲۸). طول پای مورد آزمون فاصلهٔ بین قوزک داخلی و خار خاصره‌ای قدامی فوقانی بود که با استفاده از متر نواری استاندارد و در حالی که آزمودنی به پشت روی تخت دراز کشیده بود، اندازه گیری شد.

پیش از انجام آزمون، هر آزمودنی شش مرتبه آزمون را به‌صورت تمرینی برای به حداقل رساندن اثر یادگیری انجام داد (۲۹). پس از آن، آزمودنی استراحت می‌کرد و سه تکرار را برای

1. Y Balance Test
2. Sensorimotor
3. Test-retest reliability
4. Inter-rater reliability

پای آزمون انجام می‌داد. میانگین نرمال‌شدهٔ سه تکرار به‌عنوان رکورد وی ثبت شد. به‌منظور جلوگیری از اثر ترتیب انجام رسش بر نتایج آزمون، شروع آزمون با استفاده از کارت‌های مشخص شده، به‌صورت تصادفی تعیین گردید. کوشش انجام‌شده در صورت وقوع موارد زیر تکرار می‌گردید: جدا شدن دست‌ها از ران‌ها، استفاده از پای رسش برای تحمل وزن، جابه‌جا شدن پای آزمون و از دست دادن تعادل. از هر شرکت‌کننده در ابتدا و انتهای مطالعه، این آزمون به عمل آمد.



شکل ۱. جهت‌های رسش آزمون ستارهٔ تعدیل‌شده برای پای چپ

برنامه تمرینی

شرکت‌کنندگان گروه تمرین در برنامهٔ تمرینات عصبی- عضلانی پیش‌روندهٔ برگرفته از برنامهٔ تمرینی کلارک و بوردن (۲۰۰۵) (۲۳) در ۱۸ جلسهٔ تمرینی تحت نظارت به‌صورت سه جلسه در هر هفته شرکت کردند. با توجه به اینکه سازگاری‌های عصبی در اجرای عضلانی در حدود چهار هفته ایجاد می‌شوند (۳۰) و توصیه‌های وبستر و گریبل[1] (۲۰۱۰) در مرور نظام‌مند مداخلات بازتوانی عملکردی برای بی‌ثباتی مزمن مچ پا (۳۲)، مدت اجرای تمرینات شش هفته بود. هر جلسهٔ تمرینی در حدود ۱۵ دقیقه طول کشید که شامل برنامهٔ گرم کردن استاندارد پنج دقیقه رکاب زدن روی دوچرخهٔ ثابت و تمرینات کششی عضلات اندام تحتانی بود. تمرینات با استفاده از تختهٔ تعادل[2] با ابعاد ۴۰ در ۴۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر و تختهٔ لغزان[3] با قطر ۴۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر انجام شدند. شرکت‌کنندگان گروه تمرین برنامهٔ تمرینات عصبی- عضلانی مندرج در جدول ۱ را با توجه به برنامهٔ پیش‌روندهٔ نمایش داده شده در جدول ۲ اجرا کردند. محقق چگونگی انجام هر تمرین را پیش از اجرا برای شرکت‌کنندگان

1 . Webster & Gribble
2 . Rocker Board
3 . Wobble Board

به‌صورت عملی اجرا می‌کرد و توضیحات آن نیز در کتابچه‌ای که در اختیار آن‌ها بود شرح شده بود. در سطوح اولیهٔ انجام تمرینات، به‌منظور کاهش سختی اجرا تشکی تمرینی زیر تختهٔ تعادل قرار می‌گرفت. مطابق جدول پیشرفت تمرینات، محقق شرکت‌کنندگان را ترغیب می‌نمود تا با قرار دادن دست‌ها بر پهلوها تا جای ممکن کمک گرفتن از ثبات اندام فوقانی را در اجرای تمرینات به کمترین میزان برسانند. در صورت نیاز در اولین وهلهٔ انجام هر تمرین، انجام تمرین با کمک محقق انجام می‌شد. زمان انجام تمرینات با استفاده از کرونومتر و توسط محقق کنترل می‌شد.

هرچند که ۲۸ شرکت‌کننده در تحقیق شرکت کردند اما داده‌های چهار شرکت‌کننده (۲ نفر گروه کنترل، ۲ نفر گروه تمرین) در تجزیه و تحلیل نهایی لحاظ نگردید. در گروه کنترل دو نفر در پس‌آزمون شرکت نکردند و در گروه تمرین یک نفر به دلایل شخصی از ادامهٔ تمرینات انصراف داد و یک نفر به دلیل غیبت در چهار جلسه پیاپی تمرینی از مطالعه کنار گذاشته شد.

از آزمون تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری به‌منظور بررسی اثر تعاملی زمان (دارای دو سطحِ قبل از مداخله و بعد از مداخله) بر گروه (دو گروه تمرین و کنترل) در مقادیر کنترل وضعیتی پویا و عملکرد خوداظهاری استفاده شد. در صورت معنی‌داری اثر تعاملی زمان بر گروه از آزمون‌های تعقیبی تی زوجی برای مقایسهٔ درون‌گروهی بین متغیرهای پیش‌آزمون و پس‌آزمون و تی مستقل برای مقایسهٔ بین گروهی متغیرها در پس‌آزمون استفاده شد.

اندازهٔ اثر[1] برنامهٔ تمرینی برای هر یک از اختلافات معنی‌دار متغیرهای بین گروهی به روش دیِ کوهن[2] سنجیده شدند. اندازهٔ اثر ۰/۲ تا ۰/۵ کوچک، اندازهٔ اثر ۰/۵ تا ۰/۸ متوسط و اندازهٔ اثر ۰/۸ و بیشتر، بزرگ در نظر گرفته شد (۳۱). تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۱۸ تحت ویندوز و در سطح آلفای کوچک‌تر و برابر ۰/۰۵ انجام شد.

1 . Effect Size
2. Cohen’s d

جدول ۱. شرح تمرینات تختهٔ تعادل گروه تمرین

شمارهٔ تمرین	دستورالعمل
۱	ایستادن با پاهای موازی روی تخته و سپس تخته را به سمت عقب و جلو حرکت دادن. ادامهٔ حرکت به مدت ۳۰ ثانیه و سپس ۱۰ ثانیه استراحت.
۲	ایستادن با پاهای موازی روی تخته و سپس تخته را به سمت طرفین حرکت دادن. ادامهٔ حرکت به مدت ۳۰ ثانیه و سپس ۱۰ ثانیه استراحت.
۳	ایستادن روی تختهٔ لغزان در حالی که پاها از یکدیگر کمی بازند (حدود ۲۰ درجه) و در حرکتی دورانی تخته را از جلو به سمت طرفین حرکت دادن. ادامهٔ حرکت را به مدت ۳۰ ثانیه و سپس ۱۰ ثانیه استراحت.
۴	تکرار تمرینات ۱ تا ۳ در حالی که زانوها کمی خم است و دست‌ها روی باسن قرار گرفته است.
۵	ایستادن با پای آسیب‌دیده روی تخته و برای ۱۰ ثانیه تعادل تخته را حفظ کردن، تکرار تمرین در شش وهله با استراحت‌های ۱۰ ثانیه‌ای بین هر دو تکرار. چنانچه در مرحلهٔ ۵ تعادل بدون به هم خوردن ثبات تخته حفظ شد، پس از آن تمرین با چشم بسته کامل می‌شود.

جدول ۲. برنامهٔ پیش‌روندهٔ گروه تمرینی

هفته	شمارهٔ تمرین- تعداد تکرار- وضعیت چشم‌ها
اول	تمرین ۱- تمرین ۲- تکرار ۱۰- چشم باز- آشنایی با تمرین ۳ رو پد- آشنایی با تمرین ۱ و ۲ با چشم بسته
دوم	تمرین ۱- تمرین ۲- ۴ تکرار چشم باز- ۴ تکرار چشم بسته- تمرین ۳- تکرار ۵- چشم باز - آشنایی با تمرین ۳ چشم بسته روی پد
سوم	تمرین ۱ – تمرین ۲- ۴ تکرار- چشم بسته- تمرین ۳- ۵ تکرار چشم باز- ۵ تکرار چشم بسته
چهارم	تمرین ۴ (۱)- تمرین ۴ (۲)- تکرار ۱۰ - چشم باز- تمرین ۴ (۳) – ۵ تکرار- با چشم باز- تمرین ۴ (۳)- آشنایی با تمرین ۴ (۱)، ۴ (۲)، ۴ (۳) با چشم بسته
پنجم	تمرین ۴ (۱)- تمرین ۴ (۲)- ۴ تکرار چشم باز- ۴ تکرار چشم بسته- تمرین ۴ (۳)- ۵ تکرار چشم باز- ۳ تکرار چشم بسته- آشنایی با تمرین ۵ روی پد
ششم	تمرین ۴ (۱)- تمرین ۴ (۲)- تکرار ۴- چشم بسته- تمرین ۴ (۳)- ۵ تکرار چشم باز – ۵ تکرار چشم بسته- تمرین ۵- در صورت تکمیل تمرین ۵ انجام تمرین ۶

نتایج

نتایج آزمون آماری تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری نشان داد که تعامل زمان × گروه برای امتیازات آزمون تعدیل‌شدهٔ تعادل ستاره در جهت‌های قدامی (P =۰/۰۰۱، ۲۸/۴ = F۲۴،۱)، خلفی داخلی (P =۰/۰۰۱، ۴۲/۳ = F۲۴،۱) و خلفی خارجی (P =۰/۰۰۱، ۱۳/۵۵ = F۲۴،۱) و

مقادیر مقیاس سنجش توانایی پا و مچ در فعالیت‌های روزانه (P =۰/۰۰۹، ۸/۱۳ = F۲۴،۱) و ورزشی (P =۰/۰۰۱، ۱۸/۶۵ = F۲۴،۱) معنی‌دار است. مقایسهٔ این یافته‌ها با استفاده از آزمون تی زوجی در گروه تمرین نشان داد که در جهت‌های قدامی، خلفی داخلی و خلفی خارجی آزمون تعدیل‌شدهٔ ستاره و مقادیر مقیاس سنجش توانایی پا و مچ پا در فعالیت‌های روزانه و ورزشی بهبود و افزایش معنی‌داری در امتیازات پس‌آزمون، در مقایسه با پیش‌آزمون وجود داشت (جدول ۳ و ۴). همچنین، با استفاده از آزمون تی مستقل نشان داده شد که در پس-آزمون، امتیاز گروه تمرین در مقادیر پرسشنامه‌های اندازه‌گیری توانایی مچ پا و پا در فعالیت‌های روزانه و ورزشی و نیز جهت‌های قدامی، خلفی داخلی و خلفی خارجی آزمون تعدیل شده ستاره بیش از امتیاز پس‌آزمون در گروه کنترل است (جدول ۳ و ۴).

جدول ۳. مقادیر رسش (نرمال‌شده) در جهت‌های آزمون تعادل ستارهٔ تعدیل‌شده در پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای گروه کنترل و تمرین

	پیش‌آزمون		پس‌آزمون		اندازهٔ اثر
	کنترل	تمرین	کنترل	تمرین	
قدامی	۸۶/۷۰± ۷/۸۹	۸۵/۰۲± ۷/۹۰	۸۵/۶۳± ۶/۰۴	۹۲/۱۲±۷/۵۶ *,†	۰/۹۵
خلفی داخلی	۹۵/۴۹±۸/۴۴	۹۵/۷۲±۶/۳۷	۹۶/۸۳±۷/۷۱	۱۰۲/۶۸±۵/۱۶ *,†	۰/۸۹
خلفی خارجی	۹۱/۲۵±۷/۶۷	۹۱/۶۱±۶/۵۰	۹۱/۴۵±۶/۰۶	۹۶/۶۷±۵/۲۸ *,†	۰/۹۲

*. میزان رسش بیشتر معنی‌دار گروه تمرین، در مقایسه با گروه کنترل در پس‌آزمون (P < ۰/۰۵)

†. میزان رسش بیشتر معنی‌دار پس‌آزمون گروه تمرین، در مقایسه با پیش‌آزمون (P < ۰/۰۱)

جدول ۴. مقادیر پرسشنامهٔ اندازه‌گیری توانایی مچ پا و پا در پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای گروه کنترل و تمرین

	پیش‌آزمون		پس‌آزمون		اندازهٔ اثر
FAAM	۸۲/۳۵±۱۱/۹۵	۸۳/۴۴±۸/۹۸	۸۵/۵۸±۸/۰۹	۹۶/۱۵±۴/۶۲ *,†	۱/۶
FAAM sport	۶۶/۰۱±۱۳/۷۲	۶۵/۴۴± ۱۹/۰۰	۶۵/۷۳±۱۳/۰۷	۹۲/۰۴±۸/۴۶ *,†	۲/۳۹

*. میزان امتیاز بیشتر معنی‌دار گروه تمرین، در مقایسه با گروه کنترل در پس‌آزمون (P < ۰/۰۱)

†. میزان امتیاز بیشتر معنی‌دار پس‌آزمون گروه تمرین، در مقایسه با پیش‌آزمون (P < ۰/۰۱)

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد انجام شش هفته تمرینات پیش‌روندهٔ تحت نظارت عصبی-عضلانی با تختهٔ تعادل و تختهٔ لغزان به‌طور معنی‌داری عملکرد خوداظهاری اندازه‌گیری‌شده

توسط پرسشنامهٔ اندازه‌گیری توانایی مچ پا و پا و کنترل وضعیتی پویای اندازه‌گیری‌شده توسط آزمون تعدیل‌شدهٔ ستاره را در ورزشکاران مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا بهبود می‌بخشد.

پس از انجام شش هفته تمرینات پیش‌روندهٔ تحت نظارت عصبی-عضلانی با تختهٔ تعادل، ورزشکاران مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا بهبود معنی‌داری در عملکرد خوداظهاری گزارش کردند. اندازهٔ اثر میزان بهبود در مقادیر پرسشنامه‌های اندازه‌گیری توانایی مچ پا و پا در فعالیت‌های روزانه و ورزشی در پس‌آزمون، در مقایسه با گروه کنترل به‌ترتیب ۱/۶ و ۲/۳۹ بود که در هر دو این اندازه اثرها بزرگ‌اند. مقدار عملکرد گروه کنترل در پس‌آزمون، در مقایسه با پیش‌آزمون تغییر معنی‌داری در امتیاز این دو پرسشنامه نداشت که نشان می‌دهد برنامهٔ تمرینی در بازگرداندن عملکرد خوداظهاری مؤثر بوده است. مشابه نتایج این تحقیق روزی و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کرده‌اند که انجام چهار هفته تمرینات تعادلی روی بایودکس در گروه افراد مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا امتیاز ابراز ارزیابی عملکرد مچ پا را در مقایسه با گروه کنترل سالم به‌طور معنی‌داری افزایش داده بود (۱۹). کلارک و بوردن (۲۰۰۵) نیز با استفاده از همین پرسشنامه گزارش کرده‌اند که مقادیر درک ثبات مفصل مچ پا پس از انجام چهار هفته تمرینات تعادلی روی تختهٔ تعادل افزایش معنی‌داری نشان داد (۲۳). مک کِوون و همکاران (۲۰۰۸) نیز نشان داده‌اند که انجام چهار هفته تمرینات تعادلی پویا می‌تواند به ارتقای عملکرد خوداظهاری اندازه‌گیری‌شده توسط پرسشنامهٔ شاخص ناتوانی مچ پا و پا در فعالیت‌های روزانه و ورزشی افراد غیرورزشکار مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا منجر شود (۱۰). در همین خصوص، وبستر و گریبل[1] (۲۰۱۰) در مرور نظام‌مند مداخلات بازتوانی عملکردی برای بی-ثباتی مزمن مچ پا اظهار داشته‌اند که استفاده از تمرینات بازتوانی زنجیره بسته به مدت چهار تا شش هفته و سه تا چهار جلسه در هفته به بهبود معنی‌دار در عملکرد خوداظهاری افراد مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا منجر می‌شود (۳۲) که همسو با نتایج این تحقیق است. دلیل احتمالی بهبود مقادیر عملکرد خوداظهاری شرکت‌کنندگان در تمرینات عصبی-عضلانی می‌تواند کاهش محدودیت‌های به‌وجودآمده برای سیستم حسی-حرکتی در نتیجهٔ این تمرینات (۱۰) باشد. پیتروسیمون و گریبل[2] (۲۰۱۲) در بررسی تحریک‌پذیری قشر-حرکتی عضلهٔ نازک نئی بلند در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا، ارتباط معنی‌داری بین مقادیر شاخص ناتوانی مچ پا و پا در فعالیت‌های روزانه و ورزشی و تحریک‌پذیری قشر-حرکتی عضله نازک نئی در این افراد یافتند (۳۹). کلارک و بوردن (۲۰۰۵) نیز پس از اجرای چهار هفته تمرینات تختهٔ

1. Webster & Gribble
2. Pietrosimone & Gribble

تعادل و تختهٔ لغزان در افراد مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا کاهش معنی‌داری در تأخیر زمان شروع فعالیت عضلات نازک نئی و درشت نئی قدامی گزارش کردند (۲۳). با توجه به نتایج دو مطالعهٔ مذکور، بهبود مشاهده‌شده در عملکرد خوداظهاری نمونه‌های مطالعهٔ حاضر احتمالاً می‌تواند به‌دلیل تغییر در تحریک‌پذیری قشر-حرکتی عضلات ثبات‌دهندهٔ ناحیهٔ مچ پا باشد. دلیل احتمالی دیگر بهبود مشاهده‌شده در عملکرد خوداظهاری گروه تمرین احتمالاً می‌تواند بهبود کنترل وضعیتی پویای آن‌ها باشد.

نتایج این مطالعه بهبود معنی‌داری در مقادیر رسش آزمون تعدیل‌شدهٔ ستاره در جهت‌های قدامی، خلفی داخلی و خلفی خارجی گروه تمرین در مقایسه با مقادیر پس‌آزمون گروه کنترل نشان داد. اندازهٔ اثر میزان بهبود در مقادیر رسش آزمون تعدیل‌شدهٔ ستاره در جهت‌های قدامی، خلفی داخلی و خلفی خارجی گروه تمرین، در مقایسه با مقادیر گروه کنترل در پس‌آزمون به‌ترتیب ۰/۹۵، ۰/۸۹ و ۰/۹۲ بود که هر سهٔ این اندازهٔ اثرها بزرگ‌اند. مشابه نتایج تحقیق حاضر هال و همکاران[1] (۲۰۰۷) گزارش کرده‌اند که به دنبال انجام یک برنامهٔ جامع بازتوانی تمرینات سنتی شامل تمرینات تعادلی، امتیاز آزمون ستاره در گروه تمرین، در مقایسه با گروه کنترل بهبود بیشتری داشته است. در این مطالعه نشان داده شده است که انجام تمرینات جامع بازتوانی می‌تواند بر کاهش نقص‌های ایجادشده در اندام تحتانی تأثیر داشته باشد، با این حال هنوز مشخص نیست که کدام مؤلفهٔ تمرینات جامع بیشترین تأثیر را در به حداقل رساندن این نقص‌ها داشته است (۱۲). مطالعهٔ راس و گاسکیویچ[2] (۲۰۰۶) نیز نشان داد تمرینات پویای هماهنگی که روی سطح‌های بی‌ثبات مانند فوم و تختهٔ تعادل انجام می‌شوند باعث ارتقای ثبات وضعیتی پویا در افراد مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا می‌شوند. آن‌ها در تحقیق خود از آزمون زمان رسیدن به ثبات استفاده کرده بودند (۳۳). مک کِوون و همکاران (۲۰۰۸) نیز با استفاده از تمرینات تعادلی پویا گزارش کرده‌اند که امتیاز آزمون تعادل ستارهٔ تعدیل‌شده در جهت‌های خلفی داخلی و خلفی خارجی پس از اجرای تمرینات در گروه تمرین بیشتر از گروه کنترل بوده است. در هر دو این جهت‌ها، امتیاز پس‌آزمون در گروه تمرین، در مقایسه با پیش-آزمون افزایش معنی‌دار داشت. در این مطالعه تغییری در امتیاز جهت قدامی بین اندازه‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون در دو گروه مشاهده نشد (۱۰). این تفاوت احتمالاً به‌دلیل ماهیت تمرینات تعادلی پویا با تمرینات عصبی- عضلانی روی تخته تعادل است.

در انجام تمرینات تختهٔ تعادل فرد باید با تنظیم حرکات بدنش در حالی که یک یا هر دو پایش

1. Hale et al.
2. Ross & Guskiewicz

روی تخته قرار گرفته، تختهٔ تعادل یا لغزان را چرخش دهد. روش انجام آزمون تعادل ستاره نیز نیازمند انجام الگوی حرکتی مشابهی است به‌طوری که فرد با کنترل وزن خود روی پایی که بر زمین قرار دارد با پای دیگرش در جهت‌های مختلف عمل رسش را انجام می‌دهد (۳۴)؛ بنابراین، احتمالاً این تطبیق الگوی حرکتی بین تمرینات و آزمون کنترل وضعیتی ستاره به بهبود امتیازات این آزمون پس از ۱۸ جلسه تمرین پیش‌رونده منجر شده است (۳۴). گزارش شده است که بهبود در امتیاز این جهت‌ها می‌تواند نتیجهٔ انجام برنامه‌های بازتوانی باشد (۱۲). دلیل دیگر بهبود مشاهده‌شده در مقادیر رسش آزمون تعدیل‌شدهٔ ستاره در جهت‌های قدامی، خلفی داخلی و خلفی خارجی، احتمالاً کاهش محدودیت‌های به‌وجودآمده بر سیستم حسی- حرکتی در نتیجهٔ تمرینات تعادلی است. (۱۰).

مطالعات قبلی نشان داده‌اند که به دنبال اسپرین حاد مچ پا (۳۵) و نیز در افراد مبتلا به بی-ثباتی مزمن مچ پا امتیاز آزمون ستاره کاهش می‌یابد (۱۲،۱۳) که احتمالاً نتیجهٔ کاهش کنترل حسی-حرکتی است (۳۴). از طرفی، گزارش شده است که فعالیت‌های زنجیرهٔ حرکتی بسته، برون‌دادهای گیرنده‌های مکانیکی مفاصل را به حداکثر می‌رسانند و بهترین اثر را در بازآموزی پاسخ‌های بازتابی و تسهیل حسی- حرکتی اندام تحتانی دارند (۱۴،۱۹،۳۶). تمرینات زنجیرهٔ حرکتی بسته تختهٔ تعادل و تختهٔ لغزان نیز از جمله تمریناتی هستند که به کسب پاسخ‌های بازتابی کمک می‌کنند و در اجرای این تمرینات، استفاده از چشمان باز و بسته و سطوح انعطاف‌ناپذیر به سختی این تمرینات می‌افزاید (۱۴،۱۹،۳۶).

برنامهٔ تمرینی مطالعهٔ حاضر با استفاده از تختهٔ تعادل و تختهٔ لغزان انجام شد. تختهٔ تعادل و تختهٔ لغزان غالباً به‌عنوان وسیلهٔ اصلی در پروتکل‌های بازتوانی اسپرین حاد و نیمه‌حاد استفاده می‌شود. در همین خصوص، وستر و همکاران[1] (۱۹۹۶) گزارش کرده‌اند که برنامه‌های تمرینی تختهٔ تعادل ابزاری مؤثر برای تمرین و پیشگیری از آسیب مجدد مچ پا پس از وقوع اولین آسیب مچ پاست (۳۷). نتایج مطالعهٔ وبستر و گریبل (۲۰۱۰) در مرور نظام‌مند مداخلات بازتوانی عملکردی برای بی‌ثباتی مزمن مچ پا نیز تأکید دارد که انجام تمرینات تختهٔ تعادل در بازتوانی مراحل چندگانهٔ بی‌ثباتی مچ پا بسیار تأثیرگذار است (۳۲). نتایج مطالعهٔ حاضر نیز نشان داد انجام تمرینات بازتوانی تختهٔ تعادل و تختهٔ لغزان در بهبود عملکرد خوداظهاری و کنترل وضعیتی پویای ورزشکاران مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا مؤثر است.

گفتنی است، هرچند تغییراتی در مقادیر عملکرد خوداظهاری و کنترل وضعیتی پویای نمونه‌ها بعد از انجام تمرینات عصبی- عضلانی با تختهٔ تعادل و تختهٔ لغزان مشاهده شد، هنوز مشخص

1. Wester

نشده است که آیا این تغییرات در سیستم حسی- حرکتی به کاهش خطر آسیب مجدد در این افراد منجر می‌شود. اثبات تأثیر تمرینات عصبی-عضلانی با تختهٔ تعادل و تختهٔ لغزان به‌عنوان درمانی پیشگیرانه در کاهش وقوع اسپرین مچ پا به انجام مطالعات نظام‌مند در افراد مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا نیاز دارد.

نتیجه‌گیری کلی این است که انجام شش هفته تمرینات پیش‌روندهٔ تحت نظارت عصبی-عضلانی با تختهٔ تعادل و تختهٔ لغزان عملکرد خوداظهاری اندازه‌گیری‌شده توسط پرسشنامهٔ اندازه‌گیری توانایی مچ پا و پا و کنترل وضعیتی پویای اندازه‌گیری‌شده توسط آزمون تعدیل‌شدهٔ ستاره را در ورزشکاران مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا به‌طور معنی‌داری بهبود می‌بخشد. به نظر می‌رسد انجام تمرینات پیش‌روندهٔ تحت نظارت عصبی- عضلانی با تختهٔ تعادل و تختهٔ لغزان سبب می‌شود توانایی سیستم حسی-حرکتی در غلبه بر محدودیت‌های به‌وجودآمده برای سیستم حسی- حرکتی در نتیجهٔ بی‌ثباتی عملکردی افزایش یابد.

منابع

1. Fong D.T.P., Y Hong, L.K. Chan, P.S.H Yung, and K.M. Chan. A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sport. Sports Med. 2007; 37(1): p. 73-94.
2. Diamond J . Rehabilitation of ankle sprains. Clin Sport Med. 1989; 8(4): p. 877-91.
3. Delahunt E. Neuromuscular contributions to functional instability of the ankle joint. J Bodyw Mov Ther. 2007; 11(3): p. 203-13.
4. Santos M.J., H Liu, and W Liu. Unloading reactions in functional ankle instability. Gait Posture. 2008; 27(4): p. 589-94.
5. Ryan L. Mechanical stability, muscle strength and proprioception in the functionally unstable ankle. Aust J Physiother. 1994; 40: p. 41.
6. Freeman M., M Dean, and I. Hanham. The etiology and prevention of functional instability of the foot. J Bone Joint Surg Br. 1965; 47(4): p. 678-85.
7. Holmes A. and E Delahunt. Treatment of common deficits associated with chronic ankle instability. Sports Med. 2009; 39(3): p. 207-24.
8. Hubbard T.J. and T.W Kaminski. Kinesthesia is not affected by functional ankle instability status. J Athl Training. 2002; 37(4): p. 481.- 6.

9. McKeon P.O. and J Hertel. Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part II: is balance training clinically effective. J Athl Training. 2008; 43(3): p. 305-15.

10. McKeon P.O., C.D Ingersoll, D.C Kerrigan, E. Saliba, B.C. Bennett, and J. Hertel. Balance training improves function and postural control in those with chronic ankle instability. Med Sci Sport Exer. 2008; 40(10): p. 1810-19.

11. Ross S., R Mynark, and K.M. Guskiewicz. Assessing functional ankle instability with joint position sense, time to stabilization, and electromyography. J Sport Rehabil. 2004; 13(2): 122-34.

12. Hale S.A., J Hertel, and L.C. Olmsted-Kramer. The effect of a 4-week comprehensive rehabilitation program on postural control and lower extremity function in individuals with chronic ankle instability. J Orthop Sport Phys. 2007; 37(6): p. 303-11.

13. Olmsted L.C., C.R Carcia, J Hertel, and S.J Shultz. Efficacy of the star excursion balance tests in detecting reach deficits in subjects with chronic ankle instability. J Athl Training. 2002; 37(4): p. 501-6.

14. Coughlan G. and B. Caulfield. A 4-week neuromuscular training program and gait patterns at the ankle joint. J Athl Training. 2007; 42(1): p. 51-9.

15. Delahunt E ,.K. Monaghan, and B. Caulfield. Altered neuromuscular control and ankle joint kinematics during walking in subjects with functional instability of the ankle joint. Am J Sport Med. 2006; 34(12): p. 1970-76.

16. Lephart S.M., D.M Pincivero, J.L. Giraido, and F.H. Fu. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. Am J Sport Med. 1997; 25(1): p. 130-7.

17. Van der Wees P.J., A.F Lenssen, E.J.M. Hendriks, D.J. Stomp, J. Dekker, and R.A. de Bie. Effectiveness of exercise therapy and manual mobilisation in acute ankle sprain and functional instability: A systematic review. Aust J Physiother. 2006; 52(1): p. 27-37.

18. De Vries J.S., R. Krips, I.N. Sierevelt, L. Blankevoort, and C. van Dijk. Interventions for treating chronic ankle instability. Cochrane Database Syst Rev. 2011; 8: CD004124.

19. Rozzi S., S. Lephart, R. Sterner, and L. Kuligowski. Balance training for persons with functionally unstable ankles. J Orthop Sport Phys. 1999; 29(8): p. 478-86.

20. Chong R.K.Y., A. Ambrose J. Carzoli L. Harbison, and B. Jacobson. Source of improvement in balance control after a training program for ankle proprioception. Percept Motor Skill. 2001; 92(1): p. 265-72.

21. Hoffman M. and V. Payne. The effects of proprioceptive ankle disk training on

healthy subjects. J Orthop Sport Phys. 1995; 21(2): p. 90-3.

22. Waddington G., R Adams, and A. Jones. Wobble board (ankle disc) training effects on the discrimination of inversion movements. Aust J Psychol. 1999; 45: p. 95-102.

23. Clark V.M. and A.M. Burden. A 4-week wobble board exercise programme improved muscle onset latency and perceived stability in individuals with a functionally unstable ankle. Phys Ther Sport. 2005; 6(4): p. 181-7.

24. Handoll H., B. Rowe, K. Quinn, and R. De Bie. Interventions for preventing ankle ligament injuries. Cochrane Database Syst Rev. 2001; 3.

25. Gerber J., G. Williams, C. Scoville, R. Arciero, and D. Taylor. Persistent disability associated with ankle sprains: a prospective examination of an athletic population. Foot Ankle Int. 1998; 19(10): p. 653-60.

26. Martin R.R.L., J.J. Irrgang, R.G. Burdett, S.F. Conti, and J.M. Van Swearingen. Evidence of validity for the Foot and Ankle Ability Measure (FAAM). Foot Ankle Int. 2005; 26 (11): p. 968-83.

27. Mazaheri M., M. Salavati, H. Negahban, S.M. Sohani, F. Taghizadeh, A. Feizi, A. Karimi, and M. Parnianpour. Reliability and validity of the Persian version of foot and ankle ability measure (FAAM) to measure functional limitations in patients with foot and ankle disorders. Osteoarthr Cartilage. 2010; 18(6): p. 5-759.

28. Hertel J., R.A. Braham, S.A. Hale, and L.C. Olmsted-Kramer. Simplifying the star excursion balance test: analyses of subjects with and without chronic ankle instability.J Orthop Sport Phys. 2006; 36(3): p. 131-7.

29. Hertel J., S. Miller, and C. Denegar. Intratester and intertester reliability during the Star Excursion Balance Test. J Sport Rehabil. 2000; 9 (2): p. 104-16.

30. Gabriel D.A., G. Kamen, and G. Frost. Neural adaptations to resistive exercise: mechanisms and recommendations for training practices. Sports Med. 2006; 36(2): p. 133-9.

31. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. Lawrence Erlbaum; 1988.

32. Webster K.A. and P.A. Gribble. Functional rehabilitation interventions for chronic ankle instability: a systematic review. J Sport Rehabil. 2010; 19(1): p. 98-4.

33. Ross S.E. and K.M. Guskiewicz. Effect of coordination training with and without stochastic resonance stimulation on dynamic postural stability of subjects with functional ankle instability and subjects with stable ankles. Clin J

Sport Med. 2006; 16(4): p. 323-8.

34. Fitzgerald D., N. Trakarnratanakul, B. Smyth, and B. Caulfield. Effects of a wobble board-based therapeutic exergaming system for balance training on dynamic postural stability and intrinsic motivation levels. J Orthop Sports Phys Ther. 2010; 40(1): p. 11-19.
35. Akbari M., H. Karimi, H. Farahini, and S. Faghihzadeh. Balance problems after unilateral lateral ankle sprains. J Rehabil Res Dev. 2006; 43(7): p. 819-824.
36. Hertel J. Sensorimotor deficits with ankle sprains and chronic ankle instability. Clin Sports Med. 2008; 27(3): p. 353-70.
37. Wester J.U., S.M. Jespersen, K.D. Nielsen, and L. Neumann. Wobble board training after partial sprains of the lateral ligaments of the ankle: a prospective randomized study. J Orthop Sports Phys Ther. 1996; 23(5): p. 332-6.
38. Plisky P.J., P.P. Gorman, R.J. Butler, K.B. Kiesel, F.B. Underwood, and B. Elkins. The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. N Am J Sports Phys Ther. 2009; 4(2): p. 92-9.
39. Pietrosimone B.G. and P.A. Gribble. Chronic ankle instability and corticomotor excitability of the fibularis longus muscle. J Athl Training. 2012; 47(6): p. 621-26.
40. Clark R.C., Saxion, C.E., Cameron, K.L., and Gerber, J.P. Associations Between Three Clinical Assessment Tools For Postural Stability. N Am J Sports Phys Ther. 2010; 5(3): p. 122-30.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

ارجاع مقاله به روش ونکوور

صمدی هادی، رجبی رضا، علیزاده محمد حسین، جمشیدی علی اشرف. تأثیر شش هفته تمرینات عصبی-عضلانی بر کنترل وضعیتی پویا و عملکرد اندام تحتانی ورزشکاران پسر مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا. مطالعات طب ورزشی، ۱۳۹۲؛ ۵ (۱۴): ۹۰-۷۳

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Effect of Six Weeks Neuromuscular Training on Dynamic Postural Control and Lower Extremity Function in Male Athletes with Functional Ankle Instability

H. Samadi[1], R. Rajabi[2], M.H. Alizadeh[3], A. Jamshidi[4]

[*]1. Ph.D. Student. University of Tehran
2. Professor at University of Tehran
3- Associate Professor at University of Tehran
4- Assistant Professor at Iran University of Medical Sciences

Abstract

Functional ankle instability is the most common residual and debilitating symptoms of acute ankle sprain leading to lose of training and competition in athletes. The purpose of this randomized controlled trial was to investigate the effect of six weeks neuromuscular training with wobble board and rocker board on dynamic postural control and self-reported function in individuals with functional ankle instability. Twenty eight male athletes from physical education faculty voluntary participated in this study and randomly assigned to a training group (n=14) and a control group (n=14). The training program consisted of six weeks progressive supervised neuromuscular training with wobble board and rocker board. Self-reported function and dynamic postural control was measured using Foot and Ankle Ability Measure (FAAM) and FAAM Sport and modified star excursion balance test (MSEBT) respectively. The experimental group compared with control group had significant improvement in FAAM and FAAM Sport scores ($P < 0.01$) and in reach distances with the anterior, posteromedial and posterolateral directions of the MSEBT ($P < 0.05$). Six weeks progressive supervised neuromuscular training with wobble board and rocker board significantly improved self-reported and dynamic postural control as assessed with MSEBT in male athletes with functional ankle instability.

Keywords: Functional ankle instability, Foot and Ankle Ability Measure, Dynamic postural control, Neuromuscular training.

* (Corresponding Author) **Email:** hadi.samadi@gmail.com