Journal of Safety Promotion and Injury Prevention,
Vol.8, No.2, Summer 2020

Original Article

Study of the Effect and Persistence of Neuromuscular Exercises on Activity Timing of Lower Extremity Distal and Proximal Muscles in Athletes with Functional Ankle Instability

Mohammad Kalantariyan*, Hooman Minoonejad, Reza Rajabi, Foad Seydi

Sport Medicine college, Faculty Of Physical Education And Sport Science, University Of Tehran, Tehran, Iran

***Corresponding Author:** mkalantariyan@ut.ac.ir

Abstract:

Background and Objectives: The effect and persistence of neuromuscular activities on the timing of lower extremity proximal muscles are questionable. So the purpose of this study was to investigate the persistence effect of neuromuscular exercise on activity timing of lower extremity distal and proximal muscles in athletes with functional ankle instability.

Materials and Methods: 26 athletes with functional ankle instability were randomly divided into two groups of neuromuscular exercises and control. Subjects were selected based on inclusion and exclusion criteria. In the pretest phase, the activity timing of muscles was evaluated with surface electromyography. The next step was to exercise group performing their own exercises for 6 weeks. Exercises were performed 3 sessions per week and each exercise session lasted 15 to 20 minutes. Then all pre-test measurements were performed in the post-test and persistence test. Repeated analysis using ANOVA and Bonferroni post hoc tests were used for statistical analysis. The significance level was considered less than 0.05.

Results: Results of Mixed-ANOVA showed the interactive effect of time(pretest-posttest-persistence) on the group(neuromuscular-control) significantly changes the activity timing of distal muscles in the neuromuscular group($P \leq 0/05$). But there was no difference in the activity timing of proximal muscles in either of two groups in post-test and persistence compared to pre-test($P \geq 0/05$).

Conclusion: Although neuromuscular exercises improves the activity timing of distal muscles and persistence, this improvement does not apply to proximal muscles that play an important role in the lower extremity chain. Therefore, it is suggested that in the rehabilitation of functional ankle instability, use exercises that, in addition to affecting the distal segments, also focus on the proximal muscles to reduce the risk of re-injury.

Keywords: Functional ankle instability; Neuromuscular exercises; Activity timing; Proximal; Lower extremity

How to cite this article: Kalantariyan M, Minoonejad H, Rajabi R, Seydi F. Study of the Effect and Persistence of Neuromuscular Exercises on Activity Timing of Lower Extremity Distal and Proximal Muscles in Athletes with Functional Ankle Instability. J Saf Promot Inj Prev. 2020; 8(2):75-85.

مقاله پژوهشی

مجله ارتقای ایمنی و پیشگیری از مصدومیت ها
دوره۸. شماره ۲. تابستان ۱۳۹۹، صفحات ۷۵ تا ۸۵

بررسی اثر و ماندگاری تمرینات عصبی- عضلانی بر زمان بندی فعالیت عضلات دیستال و پروگزیمال اندام تحتانی در ورزشکاران مبتلا به بی ثباتی عملکردی مچ پا

محمد کلانتریان*، هومن مینونژاد، رضا رجبی، فواد صیدی

گروه طب ورزش دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه تهران. تهران. ایران

چکیده

سابقه و هدف: اثر و ماندگاری اثر تمرینات عصبی- عضلانی بر زمان‌بندی فعالیت عضلات پروگزیمال اندام تحتانی مورد سوال است. لذا هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر و ماندگاری اثر تمرینات عصبی- عضلانی بر زمان‌بندی فعالیت عضلات دیستال و پروگزیمال اندام تحتانی در ورزشکاران مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا بود.

روش بررسی: تعداد ۲۶ ورزشکار مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا بصورت تصادفی به دو گروه تمرینات عصبی- عضلانی و کنترل تقسیم شدند. انتخاب آزمودنی‌ها بر اساس معیارهای ورود و خروج از تحقیق بود. در مرحله پیش‌آزمون زمان‌بندی فعالیت عضلانی آزمودنی‌ها بوسیله دستگاه الکترومیوگرافی سطحی مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از آن گروه تمرینی به مدت ۶ هفته تمرینات مربوط به خود را انجام دادند. تمرینات ۳ جلسه در هفته و هر جلسه تمرینی به مدت ۱۵ الی ۲۰ دقیقه برگزار شد. سپس کلیه اندازه‌گیری‌های مرحله پیش‌آزمون در مرحله پس‌آزمون و آزمون ماندگاری نیز به انجام رسید. از روش‌های آماری تحلیل واریانس ترکیبی با اندازه‌های تکراری و آزمون تعقیبی بونفرونی جهت انجام تجزیه و تحلیل‌های آماری استفاده شد. سطح معنی‌داری کوچکتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: نتایج آزمون تحلیل واریانس ترکیبی برای مقایسه نتایج بین دو گروه در مورد زمان‌بندی فعالیت عضلات نشان از اثر تعاملی زمان(پیش‌آزمون‌پس‌آزمون‌ماندگاری) بر گروه (عصبی‌عضلانی و کنترل) در عضلات تیبیالیس انتریور، پرونئوس لانگوس و گاستروکنمیوس خارجی در گروه عصبی‌عضلانی شده است($P\leq ۰/۰۵$). اما تفاوتی در زمان‌بندی فعالیت عضلات رکتوس فموریس، گلوتئوس مدیوس و گلوتئوس ماکزیموس هیچ‌یک از دو گروه در دو مرحله پس‌آزمون و ماندگاری نسبت به پیش‌آزمون مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: اگرچه تمرینات عصبی-عضلانی موجب بهبود زمان‌بندی فعالیت عضلات دیستال و ماندگاری آن شده است، اما این بهبود در مورد عضلات پروگزیمال که نقش مهمی در زنجیره حرکتی اندام تحتانی دارند، صدق نمی‌کند. لذا پیشنهاد می‌شود در توانبخشی عارضه بی‌ثباتی عملکردی مچ پا، از تمریناتی استفاده شود که علاوه بر تاثیر بر بخش‌های دیستال، عضلات پروگزیمال را نیز مورد توجه قرار داده تا ریسک بروز آسیب مجدد کاهش یابد.

واژگان کلیدی: تمرینات عصبی- عضلانی; بی‌ثباتی عملکردی مچ پا ;زمان‌بندی فعالیت; پروگزیمال; اندام تحتانی

مقدمه

رایج ترین محل آناتومیکی بدن برای وقوع آسیب‌های اسکلتی- عضلانی، مچ پا می باشد؛ به طوری‌که نتایج نشان می‌دهد حدود ۲۵٪ کلیه آسیب‌های ورزشی در ناحیه مچ پا رخ می‌دهد(۱, ۲). اسپرین لیگامان‌های بخش خارجی مچ پا، به کرّات در ورزش‌هایی نظیر بسکتبال، والیبال و هندبال که حرکت پرش و فرود در آن انجام می‌شود اتفاق می‌افتد(۲). بی‌ثباتی عملکردی مچ پا در افراد ورزشکار، پیامد نگران‌کننده ایست که در ۶۰٪ موارد به دنبال اولین ابتلا به اسپرین لیگامان‌های بخش خارجی مچ پا ایجاد می‌شود(۳). بی‌ثباتی عملکردی[۱] به تمایل پا برای پیچ خوردگی‌های مکرر یا خالی کردن اطلاق می‌شود که در اثر ناتوانی حفظ ثبات مفصل مچ پا در هنگام فعالیت‌های پویا نظیر بالا و پایین رفتن از پله، تغییر مسیرها و یا پرش و فرود ظاهر می‌شود(۴). بی‌ثباتی عملکردی مچ پا می‌تواند موجب تغییر در عملکرد عصبی‌عضلانی سیستم عصبی شود و عواقب نامطلوبی را به همراه داشته باشد(۳). چرا که بی‌ثباتی عملکردی

*آدرس نویسنده مسئول مکاتبات: mkalantariyan@ut.ac.ir

۱. Functional instability

مفصل مچ پا از طریق اختلال در حس عمقی ایجاد شده در مفصل، تغییرات موضعی[۲] و فراموضعی[۳] برنامه‌های کنترل حرکتی را موجب می‌شود (۴, ۵). یکی از نمودهای تغییر در برنامه‌های کنترل حرکتی، اختلال در نحوه فعال‌سازی عضلات دیستال[۴] و پروگزیمال[۵] اندام تحتانی میباشد (۳, ۴).

اگرچه محققین عمدتا پیامدهای موضعی ناشی از ابتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا را مورد توجه قرار داده‌اند اما نتایج حاکی از آن است که به دلیل وجود زنجیره‌های حرکتی به هم پیوسته بین مفاصل اندام تحتانی، ارتباط مستقیمی بین چگونگی فعال‌سازی عضلات موضع مچ پا با عضلات سایر مفاصل اندام تحتانی وجود دارد. بخصوص آنکه مفصل مچ پا نخستین مفصلی است که به هنگام اجرای حرکات مختلف، با سطح زمین تماس پیدا می‌کند و طبیعتا هرگونه اختلال در چگونگی فعال‌سازی عضلات این مفصل، فعال‌سازی عضلات سایر مفاصل اندام تحتانی را نیز با اختلال مواجه می‌سازد (۳, ۶). از همین روی توجه به چگونگی فعال‌سازی عضلات پروگزیمال اندام تحتانی به عنوان عضلاتی که عملکردشان بر حرکات مفصل مچ پا اثرگذار است، ضروری به نظر می‌رسد.

این موضوع از آن جهت حائز اهمیت است که تحقیقات پیشین و از جمله تحقیقی که توسط محققین تحقیق حاضر به انجام رسیده است، بیان می‌دارند که افرادی که به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا مبتلا می‌باشند نسبت به افراد سالم، تغییراتی را در چگونگی فعال‌سازی عضلات اندام تحتانی خود به نمایش می‌گذارند. کلانتریان و همکاران همچون کاظمی و همکاران گزارش کردند که ورزشکاران مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا به هنگام مواجه شدن با اغتشاشات خارجی نظیر فرود پس از پرش، الگوهای متفاوتی را جهت فعال‌سازی عضلات اندام تحتانی خود اتخاذ می‌کنند (۳, ۴). بیان شده است که زمان‌بندی فعالیت عضلات اندام تحتانی، نقش بسزایی در نحوه قرارگیری مفصل مچ پا به هنگام تماس با زمین و میزان وارد آمدن نیروهای عکس‌العمل عمودی زمین به این مفصل دارد (۷)؛ همین موضوع سبب شده است که محققین، علاوه بر تاکید بر عضلات دیستال، توجه به عضلات پروگزیمال اندام تحتانی را نیز به هنگام انجام پروتکل‌های توان‌بخشی عارضه بی‌ثباتی عملکردی مچ پا توصیه کنند (۶, ۸).

تمرینات عصبی‌عضلانی با استفاده از تخته تعادل و تخته لغزان در دو دهه اخیر مورد توجه جامعه پزشکی ورزشی قرار گرفته است و همواره به عنوان راه‌کاری جهت توان‌بخشی پیامدهای ناشی از بی‌ثباتی عملکردی مچ پا و بازگشت ورزشکاران مبتلا به این عارضه به ورزش استفاده شده است (۹, ۱۰). تحقیقات مختلف اثرگذاری مثبت این شیوه تمرینی را بر بهبود برخی فاکتورهای موثر بر بروز آسیب از جمله تعادل، قدرت عضلات موضع مچ پا، دقت حس عمقی مفصل مچ پا و همچنین شاخص‌های الکترومیوگرافی عضلات موضع مچ پا، گزارش کرده‌اند (۹, ۱۰). با این حال اثرگذاری این شیوه تمرینی بر بخش‌های پروگزیمال اندام تحتانی همواره مورد سوال بوده است؛ بخصوص آنکه طبق گفته‌های فوق، به دلیل وجود زنجیره‌های حرکتی، ارتباط مستقیمی بین چگونگی فعال‌سازی عضلات مفاصل اندام تحتانی با یکدیگر وجود دارد (۳). لذا عملکرد عضلات پروگزیمال اندام تحتانی به دلیل آنکه سهم بسزایی در ایجاد ثبات در مفصل مچ پا دارند، قابل توجه می‌باشد. از طرفی دیگر ماندگاری[۶] اثر تمرینات موضوع مهم دیگری است که در تحقیقات پیشین که تمرینات عصبی-عضلانی را مورد استفاده قرار داده‌اند، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. از همین روی انجام تحقیقی که علاوه بر بررسی اثرگذاری تمرینات عصبی-عضلانی با استفاده از تخته تعادل و تخته لغزان، بر چگونگی فعال‌سازی عضلات دیستال و پروگزیمال اندام تحتانی، ماندگاری اثر تمرینات پس از یک دوره بی‌تمرینی را نیز مورد توجه قرار دهد، ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر و ماندگاری اثر تمرینات عصبی-عضلانی بر زمان‌بندی فعالیت عضلات دیستال و پروگزیمال اندام تحتانی در ورزشکاران مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع نیمه‌تجربی می‌باشد که بر روی ۲۶ ورزشکار مرد ۲۵-۱۸ ساله مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا انجام شد. جامعه آماری تحقیق حاضر را کلیه ورزشکاران مرد دانشگاهی تشکیل داده است. تعداد نمونه بر اساس مطالعات مشابه قبلی و با استفاده از فرمول آماریِ مناسبِ تعیین حجم نمونه، تعیین شده است (۱۱). بر این اساس، ضریب اطمینان ۰/۹۵ و توان آزمون ۸۰٪ در نظر گرفته شد. لذا بر اساس انحراف استاندارد و میانگین متغیرهای تحقیق کمیرا و همکاران[۷]، تعداد نمونه‌های هر گروه با توجه به فرمول، ۱۱ نفر محاسبه شد که با توجه به احتمال ریزش نمونه‌ها در طول تحقیق، این تعداد به ۱۳ نفر افزایش یافت.

نمونه‌های تحقیق به صورت هدفمند و از بین دانشجویان رشته‌های هندبال، بسکتبال و والیبال تیم‌های دانشگاهی شهر تهران، انتخاب شدند و در هر گروه ۵ والیبالیست، ۴ هندبالیست و ۴ بسکتبالیست قرار گرفتند. در انتخاب نمونه‌های تحقیق سعی شد افرادی انتخاب شوند که حداقل دارای ۳ سال سابقه فعالیت منظم ورزشی (۳ جلسه‌ی یک ساعته در هفته) را داشته و بی‌ثباتی عملکردی مچ پا

۲. Local
۳. Global
۴. Distal
۵. Proximal
۶. Persistence
۷. Chimera et al.

این مقاله تحت لیسانس Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 4.0) منتشر و از آدرس http://journals.sbmu.ac.ir/spip قابل دریافت می باشد.

در آنها احراز شود. نمونه‌های دو گروه از نظر پارامترهایی همچون سن، قد و وزن و شاخص توده بدنی همسان انتخاب شدند. معیارهای ورود به تحقیق شامل: وجود بی‌ثباتی عملکردی مچ پا، سابقه حداقل یک بار آسیب پیچ خوردگی خارجی در مچ پا که نیازمند مدتی محافظت و عدم تحمل وزن به همراه بی تحرکی بوده باشد، توانایی کامل تحمل وزن، راه رفتن طبیعی و وجود دامنه حرکتی کامل مفصل مچ پا به هنگام شرکت در تحقیق، کسب نمره کمتر از ۲۷ از پرسشنامه ناپایداری مچ پا[۸]، عدم وجود بی‌ثباتی مکانیکی مفصل از طریق منفی بودن آزمون‌های کشویی قدامی[۹] و تیلت تالار[۱۰] در زمان انجام آزمون، عدم وجود درد، ضعف و محدودیت عملکرد در مچ پای مبتلا نسبت به مچ پای دیگر که بطور عینی قابل مشاهده باشد، عدم وجود اختلالات سیستم عصبی یا دهلیزی و یا ضربه به سر و همچنین عدم شرکت در برنامه توان‌بخشی مچ پا در طول ۶ ماه گذشته می‌باشد (۱۲, ۱۳). معیارهای خروج از تحقیق نیز شامل عدم رضایت فرد برای همکاری، ایجاد درد در حین اجرای تحقیق بطوریکه فرد قادر به همکاری نباشد و مصرف هر گونه داروی آرام بخش در طول ۴۸ ساعت قبل از انجام تحقیق می‌باشد.

پس از انتخاب آزمودنی‌ها بر اساس معیار ورود و خروج از تحقیق و تقسیم‌بندی هدفمند آنها به دو گروه کنترل و تجربی و ارائه توضیحات کامل و اطلاعات کلی روند انجام تحقیق و چگونگی انجام آزمون‌های تحقیق، از آنها خواسته شد تا در زمان مقرر و بر اساس جدول زمان‌بندی شده، در محل آزمایشگاه دانشکده تربیت بدنی دانشگاه تهران حضور یابند. پس از حضور آزمودنی‌ها در محل آزمایشگاه، آماده‌سازی‌های اولیه که شامل پوشیدن لباس ورزشی مناسب و اصلاح موهای زائد محل مورد نظر برای نصب الکترودهای دستگاه الکترومیوگرافی بود، کسب اطلاعات عمومی و همچنین اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریک اولیه انجام شد. سپس از آزمودنی خواسته شد تا با دوچرخه کارسنج به مدت ۵ دقیقه رکاب زده و پس از آن نرمش و کشش‌های ویژه اندام تحتانی را انجام دهد.

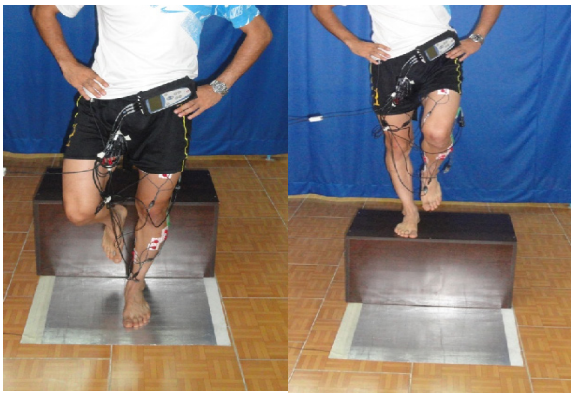
در مرحله بعد عمل الکترودگذاری بر روی پوست انجام شد. به همین منظور و جهت ثبت زمان آغاز فعالیت الکتریکی عضلات منتخبِ مورد نظر، از الکترودهای یک‌بار مصرف که قطر قسمت مرکزی رسانای آنها یک سانتی‌متر می‌باشد استفاده شد. الکترودگذاری به روش دوقطبی صورت گرفته و فاصله‌ی مرکز به مرکز الکترودها ۲۰ میلی‌متر در نظر گرفته شد (۱۴). جهت مشخص نمودن محل اتصال الکترودها از استاندارد اروپا[۱۱] تبعیت شد. همچنین جهت تعیین محل دقیق اتصال الکترودها، از لمس لندمارک‌های استخوانی و انقباض ایزومتریک بیشینه[۱۲] عضلات استفاده و سپس الکترودها بر روی پوست و در راستای فیبرهای عضلانی چسبانده شدند (۱۴). در ادامه به محل مناسب جهت الکترودگذاری برای هر یک از عضلات مورد نظر اشاره شده است: عضله پرونئوس لانگوس[۱۳]: یک چهارم فاصله سر استخوان فیبولا[۱۴] و قوزک خارجی در جهت فیبرهای عضله، که با یک انقباض ایزومتریک ایزوله به صورت مقاومت به حرکت اورژن مچ پا، محل الکترودگذاری تایید می‌شود. عضله تیبیالیس قدامی[۱۵] : یک سوم فاصله سر استخوان فیبولا و قوزک داخلی در جهت فیبرهای عضله، که با یک انقباض ایزومتریک ایزوله به صورت مقاومت به حرکت دورسی‌فلکشن مچ پا، محل الکترودگذاری تایید می‌شود. عضله گاستروکنمیوس خارجی[۱۶]: یک سوم فاصله سر استخوان فیبولا و مرکز پاشنه پا در جهت فیبرهای عضله، که با یک انقباض ایزومتریک ایزوله به صورت مقاومت به حرکت پلانتارفلکشن[۱۷] مچ پا، محل الکترودگذاری تایید می‌شود. عضله گلوتئوس ماکزیموس[۱۸]: یک دوم فاصله بین مهره ساکروم[۱۹] و تروکانتر[۲۰] بزرگ ران در جهت فیبرهای عضله، که با یک انقباض ایزومتریک ایزوله به صورت مقاومت به حرکت اکستنشن[۲۱] ران در حالیکه فرد بر روی شکم خوابیده است، محل الکترودگذاری تایید می‌شود. عضله گلوتئوس مدیوس[۲۲] س: یک دوم فاصله بین ایلیاک کِرست[۲۳] و تروکانتر بزرگ ران در جهت فیبرهای عضله، که با یک انقباض ایزومتریک ایزوله به صورت مقاومت به حرکت آبداکشن[۲۴] ران در حالیکه فرد به پهلو دراز کشیده است، محل الکترودگذاری تایید می‌شود. عضله رکتوس فموریس[۲۵]: یک دوم فاصله بین تاج خاصره قدامی فوقانی (اِیسیس)[۲۶] و بخش فوقانی پاتلا[۲۷] در جهت فیبرهای عضله، که با یک انقباض ایزومتریک ایزوله به صورت مقاومت به حرکت فلکشن[۲۸] ران در حالیکه فرد به پشت دراز کشیده است، محل الکترودگذاری تایید می‌شود(۴, ۱۴).

پس از الکترودگذاری، توضیحات کامل در ارتباط با نحوه صحیح اجرای تکلیف پرش و فرود تک‌پا به فرد ارائه و از وی خواسته میشد تا

۸. Cumberland ankle instability questioner
۹. Anterior Drawer Test
۱۰. Talar Tilt Test
۱۱. SENIAM
۱۲. Maximum Voluntariy Isometric Contraction
۱۳. Peroneus Longus
۱۴. Fibula
۱۵. Anterior Tibialis
۱۶. Lateral Gastrocnemius
۱۷. Plantar Flexion
۱۸. Gluteus Maximus
۱۹. Sacrum
۲۰. Trochanter
۲۱. Extension
۲۲. Gluteus Medius
۲۳. Iliac crest
۲۴. Abduction
۲۵. Rectus Femoris
۲۶. Anterior Superior Iliac Spine
۲۷. Patellae
۲۸. Flexion

این مقاله تحت لیسانس Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 4.0) منتشر و از آدرس http://journals.sbmu.ac.ir/spip قابل دریافت می باشد.

ابتدا جهت آشنایی بیشتر با تست پرش و فرود تک‌پا، چند بار بصورت آزمایشی این تکلیف را انجام دهد تا آمادگی بیشتری جهت اجراهای اصلی پیدا کند. سپس درحالیکه دستگاه الکترومیوگرافی سطحی روشن بوده و عمل ثبت را انجام می‌دهد، از فرد خواسته میشد تا تکلیف پرش و فرود تک‌پا را پنج بار و با فاصله استراحت ۳۰ ثانیه بین هر تکرار اجرا کند. از آنجائیکه آسیب اسپرین خارجی مچ پا عمدتا پس از یک فعالیت عملکردی و پویا همچون پرش و فرود رخ می‌دهد، لذا بررسی عوامل مرتبط با این آسیب نیز، می‌بایست در نزدیکترین حالت به نحوه‌ی ایجاد این آسیب انجام شود(۷). تکلیف پرش و فرود تک‌پا به این دلیل در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت که یک روش مطمئن برای تجزیه و تحلیل و آنالیز عوامل موثر در آسیب مچ پا می‌باشد (۱۵). همچنین این حرکت، حرکتی ایمن برای به چالش کشیدن ثبات مچ پا می‌باشد و به خوبی می‌تواند مکانیسم بروز آسیب اسپرین مچ پا را بازسازی کند (۱۶). نحوه‌ی انجام این تکلیف بدین شکل است که از فرد خواسته می‌شود تا مطابق تصویر شماره ۱، پس از ایستادن بر روی پله‌ی چهل سانتی‌متری و در حالیکه دست‌های خود را بر روی تاج خاصره خود قرار داده، پای مورد آزمون(پای آسیب دیده) را از زانو خم کرده و در حالت ریلکس و آزاد نگه دارد و با پای دیگر(پای سالم) بر روی پله که در مقابل سوئیچ پایی قرار دارد بایستد. سپس از وی خواسته می‌شود تا به میزان ۵ سانتی‌متر به بالا پریده و با پای مورد آزمون(پای آسیب دیده) در مرکز سوئیچ پایی فرود آید و تعادل خود را برای ۳ ثانیه حفظ نماید. نشان داده شده است که تکرارپذیری ارتفاع پرش در تکلیف حرکتی فرود از پرش بسیار بالاست. فیتز جرالد و همکاران پایایی درون‌گروهی بسیار بالا (ICC=۰/۸۴) برای تکرارپذیری ارتفاع پرش در تکلیف حرکتی پرش و فرود گزارش کرده‌اند (۱۷). هر فرد این کار را برای پنج بار انجام داده و میانگین پنج تکرار صحیحِ وی جهت بررسی زمان‌بندی فعالیت الکترومیوگرافی عضلات منتخب اندام تحتانی مورد استفاده قرار گرفت.



تصویر ۱. تکنیک فرود. (۱) آزمودنی با پای غیر آزمون بر روی سکو می‌ایستد. (۲) آزمودنی با پای غیر آزمون از روی سکو پرش می‌کند. (۳) آزمودنی با پای آزمون در مرکز سویچ پایی فرود می‌آید.

برای محاسبه زمان آغاز فعالیت عضلات، در ابتدا امواج یک‌سویه شده و سه برابر انحراف استاندارد میزان فعالیت الکتریکی عضله در خط زمینه به عنوان آستانه آغاز فعالیت شناخته می‌شد. بر طبق قرارداد، هنگامی‌که فعالیت عضله به آستانه رسید و حداقل به مدت ۲۵ میلی‌ثانیه بالای سطح آستانه باقی ماند، این نقطه به عنوان زمان آغاز فعالیت در نظر گرفته می‌شود (۷).

در تحقیق حاضر، از این روش در بازه زمانی ۳۰۰ میلی‌ثانیه پیش از برخورد پا با زمین استفاده شد. برای انجام محاسبات فوق، ابتدا فایل‌های ثبت‌شده در برنامه Megawin به فرمت ASCII تبدیل شده و سپس در برنامه MATLAB مورد بررسی قرار گرفت. سیگنال‌های الکترومیوگرافی در برنامه نوشته شده توسط متخصص الکترونیک در محیط MATLAB از فیلتر تاچ ۵۰ هرتز عبور داده می‌شد و سپس موارد عنوان شده در فوق برای تشخیص زمان آغاز فعالیت عضلات لحاظ می‌شد.

پس از انجام مرحله پیش‌آزمون، گروه تمرینی به انجام ۶ هفته تمرینات عصبی‌عضلانی با استفاده از تخته تعادل پرداختند. همچنین از آزمودنی‌های گروه کنترل خواسته شد تا در طول مدت تحقیق، هیچ‌گونه فعالیت ورزشی که موجب تاثیر بر نتایج تحقیق شود انجام ندهند و صرفا فعالیت‌های روزمره خود را انجام دهند. از آنجائیکه نتایج تحقیقات نشان داده است که انجام تحقیقات در حضور فرد متخصص باعث حصول نتایج بهتری نسبت به انجام تحقیقات بدون نظارت فرد متخصص می‌شود، محقق تمامی تمرینات را بصورت کامل تحت نظر داشت. تمرینات عصبی‌عضلانی با استفاده از تخته تعادل، برگرفته از تحقیق کلارک و بوردن میباشد (۹). لازم به ذکر است که مدت زمان پروتکل تمرینات در تحقیق حاضر با توجه به اهداف تحقیق، از ۴ هفته به ۶ هفته افزایش یافته است. این تمرینات در ۶ هفته و هر هفته سه جلسه و به مدت ۱۵ الی ۲۰ دقیقه انجام میگیرد. اثرگذاری این شیوه تمرینی پیش از این بر برخی شاخص‌های الکترومیوگرافی ورزشکاران مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا به اثبات رسیده است و تحقیقات گوناگونی از این شیوه تمرینی در تحقیق خود استفاده کرده‌اند (۱۳, ۱۸, ۱۹).

پس از اتمام دوره تمرینات، تمامی آزمودنی‌های هر دو گروه کلیه آزمون‌های مرحله پیش‌آزمون را یک بار دیگر در مرحله پس‌آزمون اجرا کردند و امتیازات آنها ثبت شد. همچنین جهت بررسی میزان ماندگاری اثر تمرینات، ۶ هفته پس از مرحله پس‌آزمون، یک بار دیگر تمامی آزمون‌های گرفته شده در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون، در مرحله آزمون ماندگاری نیز انجام شد تا ماندگاری اثر تمرینات پس از یک دوره بی‌تمرینی مورد بررسی قرار گیرد. لازم به ذکر است که تحقیق حاضر دارای تائیدیه کد اخلاق از کمیته ملی اخلاق در پژوهش‌های زیست پزشکی با شناسه IR.UT.SPORT.

این مقاله تحت لیسانس Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 4.0) منتشر و از آدرس http://journals.sbmu.ac.ir/spip قابل دریافت می باشد.

REC.۱۳۹۷.۰۲۵ می‌باشد.

جهت مقایسه ویژگی‌های دموگرافیک از آزمون t مستقل و جهت تشخیص نرمال بودن داده‌ها، آزمون شاپیروویلک[۲۹] و همچنین به‌منظور بررسی زمان‌بندی فعالیت عضلات در پیش‌آزمون، پس‌آزمون و آزمون ماندگاری، از آزمون تحلیل واریانس ترکیبی با اندازه‌های تکراری[۳۰] استفاده شد. همچنین از آزمون تعقیبی بونفرونی[۳۱] جهت مقایسه درون‌گروهی متغیرها در پیش‌آزمون، پس‌آزمون و آزمون ماندگاری استفاده شد. از مجذور اتا برای بررسی اندازه اثر[۳۲] هر یک از متغیرها استفاده شدکه در آن مجذور اتای ۰/۰۱ تا ۰/۰۶ اندازه اثر کوچک، مجذور اتای ۰/۰۶ تا ۰/۱۳ اندازه اثر متوسط و مجذور اتای ۰/۱۳ به بالا اندازه اثر بزرگ می‌باشد(۲). تجزیه و تحلیل داده‌ها در سطح معنی‌داری ۰/۹۵ و میزان آلفای کوچک‌تر یا مساوی ۰/۰۵ و با استفاده از نرم‌افزارSPSS نسخه ۲۱ انجام شد.

یافته‌ها

نتایج آزمون تحلیل واریانس حاکی از عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها در بین دو گروه می باشد (P>۰/۰۵). اطلاعات مربوط به ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها به ترتیب در گروه عصبی-عضلانی و گروه کنترل شامل: سن بر اساس سال (۳/۵±۲۱/۶۵ و ۳/۲±۲۲/۰۱)، قد بر ساس cm(۹/۲±۱۸۵/۱۴ و ۱۰/۱±۱۸۸/۳۸)، وزن بر اساس kg(۴/۹±۸۹/۰۷ و ۴/۵±۹۰/۸۵) و شاخص توده بدنی بر اساس kg/m^2 (۲/۲±۲۴/۶۳ و ۳/۶±۲۴/۱۸) میباشد.

نتایج آزمون شاپیروویلک نشان داد که داده‌ها از توزیع نرمال برخوردار می‌باشند؛ بنابراین در تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق می‌توان از روش‌های آماری پارامتریک استفاده کرد. همچنین نتایج آزمون تحلیل واریانس نشان می‌دهد که در زمان‌بندی فعالیت عضلات در مرحله پیش‌آزمون، تفاوت معنی‌داری بین دو گروه وجود ندارد (P>۰/۰۵).

جدول ۱. نتایج آزمون تحلیل واریانس تکراری مربوط به زمان آغاز فعالیت عضلات برای مقایسه تغییرات درون‌گروهی

عضله	گروه	مرحله آزمون	F	P
تیبیالیس انتریور	کنترل	پیش‌آزمون- پس‌آزمون-ماندگاری	۱/۰۳	۰/۳۶۸
	عصبی‌عضلانی	پیش‌آزمون- پس‌آزمون-ماندگاری	۳/۹۴	*۰/۰۳۵
پرونئوس لانگوس	کنترل	پیش‌آزمون- پس‌آزمون-ماندگاری	۰/۷۶	۰/۴۲۰
	عصبی‌عضلانی	پیش‌آزمون- پس‌آزمون-ماندگاری	۹/۶۷	*۰/۰۰۲
گاستروکنمیوس	کنترل	پیش‌آزمون- پس‌آزمون-ماندگاری	۰/۵۶	۰/۴۹۲
	عصبی‌عضلانی	پیش‌آزمون- پس‌آزمون-ماندگاری	۱۱/۲۳	*۰/۰۰۲
رکتوس فموریس	کنترل	پیش‌آزمون- پس‌آزمون-ماندگاری	۰/۶۲	۰/۵۰۸
	عصبی‌عضلانی	پیش‌آزمون- پس‌آزمون-ماندگاری	۱/۰۶	۰/۳۶۰
گلوتئوس مدیوس	کنترل	پیش‌آزمون- پس‌آزمون-ماندگاری	۰/۳۹۷	۰/۶۳۲
	عصبی‌عضلانی	پیش‌آزمون- پس‌آزمون-ماندگاری	۰/۶۵	۰/۵۲۴
گلوتئوس ماکزیموس	کنترل	پیش‌آزمون- پس‌آزمون-ماندگاری	۱/۷۷	۰/۲۱۵
	عصبی‌عضلانی	پیش‌آزمون- پس‌آزمون-ماندگاری	۱/۸۳	۰/۱۹۳

۲۹ Shapiro-wilk test
۳۰ Repeated measure ANOVA
۳۱. Bonferoni
۳۲. Effect Size

این مقاله تحت لیسانس Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 4.0) منتشر و از آدرس http://journals.sbmu.ac.ir/spip قابل دریافت می باشد.

با توجه به اینکه نتایج آزمون تحلیل واریانس تکراری نشان از معنی داری تغییرات زمان بندی فعالیت عضلات در گروه عصبی-عضلانی داشت، لذا از آزمون تعقیبی بونفرونی جهت بررسی نتایج مربوط به گروه عصبی- عضلانی در گذر زمان استفاده شد.

جدول۲. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی مربوط به زمان آغاز فعالیت عضلات در گذر زمان در گروه عصبی-عضلانی

عضله	زمان	P	Confidence Interval
تیبیالیس انتریور	پیش‌آزمون‌پس‌آزمون	*۰/۰۲۹	۴۷/۵۲-۳/-۶۷
	پیش‌آزمون‌ماندگاری	*۰/۰۰۱	۰۵/۶۲-۱۳/-۴۶
	پس‌آزمون‌ماندگاری	۰/۷۲۱	۴۴/۶۲۲۷/-۲۴
پرونئوس لانگوس	پیش‌آزمون‌پس‌آزمون	*۰/۰۰۷	۹۱/۴۲-۱۵/-۹۶
	پیش‌آزمون‌ماندگاری	*۰/۰۰۸	۹۵/۳۸-۹/-۶۲
	پس‌آزمون‌ماندگاری	۰/۵۹۲	۰۹/۶۱۰۹/-۲۱
گاستروکنمیوس	پیش‌آزمون‌پس‌آزمون	*۰/۰۰۱	۲۷/۳۸-۳۳/-۷۲
	پیش‌آزمون‌ماندگاری	*۰/۰۲۸	۲۷/۲۲-۲/-۷۱
	پس‌آزمون‌ماندگاری	۰/۶۹۴	۱۲/۵۵۹۵/-۲۰
رکتوس فموریس	پیش‌آزمون‌پس‌آزمون	۰/۴۷۵	۳۸/۱۳۳۸/-۴۴
	پیش‌آزمون‌ماندگاری	۱/۰۰۰	۷۳/۳۱۰۶/-۳۸
	پس‌آزمون‌ماندگاری	۰/۸۵۵	۱۹/۴۳۵۳/-۱۸
گلوتئوس مدیوس	پیش‌آزمون‌پس‌آزمون	۱/۰۰۰	۵۳/۳۰۸۶/-۳۹
	پیش‌آزمون‌ماندگاری	۱/۰۰۰	۷۸/۴۰۷۸/-۲۲
	پس‌آزمون‌ماندگاری	۰/۹۸۹	۳۲/۵۳۹۹/-۲۴
گلوتئوس ماکزیموس	پیش‌آزمون‌پس‌آزمون	۰/۰۶۳	۹۵/۰۱۲/-۴۲
	پیش‌آزمون‌ماندگاری	۱/۰۰۰	۳۴/۲۸۶۷/-۴۱
	پس‌آزمون‌ماندگاری	۰/۸۳۵	۳۱/۴۸۴۸/-۲۰

بررسی نتایج درون‌گروهی آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری و همچنین نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان می‌دهد که زمان‌بندی فعالیت عضلات تیبیالیس قدامی، پرونئوس لانگوس و گاستروکنمیوس خارجی در گروه عصبی‌عضلانی در گذر زمان و در مراحل پس‌آزمون و ماندگاری نسبت به پیش‌آزمون، تفاوت معنی‌داری پیدا کرده است (P≤۰/۰۵). به‌طوریکه انجام ۶ هفته تمرینات موجب بهبود تاخیر در زمان فعال‌سازی عضلات فوق در ورزشکاران مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا شده است. اما این تغییرات در عضلات رکتوس فموریس، گلوتئوس مدیوس و گلوتئوس ماکزیموس گروه عصبی‌عضلانی و هیچ‌یک از عضلات گروه کنترل، معنی‌دار گزارش نشد (P>۰/۰۵) (جداول ۱ و ۲).

بررسی نتایج درون‌گروهی آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری و همچنین نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان می‌دهد که زمان‌بندی فعالیت عضلات تیبیالیس قدامی، پرونئوس لانگوس و گاستروکنمیوس خارجی در گروه عصبی‌عضلانی در گذر زمان و در مراحل پس‌آزمون و ماندگاری نسبت به پیش‌آزمون، تفاوت معنی‌داری پیدا کرده است (P≤۰/۰۵).

زمان‌بندی فعالیت عضلات نشان از وجود تفاوت معنی‌دار در مرحله پس‌آزمون و ماندگاری نسبت به پیش‌آزمون در عضلات تیبیالیس انتریور، پرونئوس لانگوس و گاستروکنمیوس خارجی در بین دو گروه دارد؛ بطوریکه اثر تعاملی زمان(پیش‌آزمون‌پس‌آزمون‌ماندگاری) بر گروه (عصبی‌عضلانی و کنترل) موجب تغییر معنی‌دار زمان‌بندی فعالیت در عضلات فوق‌الذکر در گروه عصبی‌عضلانی شده است (۰P≤/۰۵). اما تفاوتی در زمان‌بندی فعالیت عضلات رکتوس فموریس، گلوتئوس مدیوس و گلوتئوس ماکزیموس هیچ‌یک از دو گروه در دو مرحله پس‌آزمون و ماندگاری نسبت به پیش‌آزمون مشاهده نشد (جداول شماره ۳ و ۴).

این مقاله تحت لیسانس Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 4.0) منتشر و از آدرس http://journals.sbmu.ac.ir/spip قابل دریافت می باشد.

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل واریانس مربوط به زمان آغاز فعالیت عضلات در دو گروه در مرحله پس‌آزمون (میانگین ± انحراف معیار)

شاخص الکترومیوگرافی	عضله	کنترل	عصبی‌عضلانی	F	P	Eta Squared
زمان‌بندی فعالیت عضلات (M.S)	تیبیالیس اَنتریور	-۱۴۸/۵±۳۸/۵	-۱۸۰/۴±۳۶/۲	۶۳۲/۵	*۰/۰۲	۳۴۲/۰
	پرونئوس لانگوس	-۱۵۲/۷±۳۴/۸	-۲۰۶/۲±۳۱/۶	۸۰۸/۵	*۰/۰۰۷	۴۰۱/۰
	گاستروکنمیوس خارجی	-۱۲۵/۲±۱۸/۴	-۱۷۸/۱±۳۳/۴	۹۹۴/۱۲	*۰/۰۰۱	۳۹۷/۰
	رکتوس فموریس	-۱۰۴/۷±۲۹/۱	-۱۱۵/۵±۲۴/۲	۵۹۰/۳	۰/۲۰۶	۰۷۱/۰
	گلوتئوس مدیوس	-۱۰۸/۳±۱۸/۲	-۱۱۴/۸±۳۱/۷	۲۰۵/۲	۰/۵۷۳	۰۶۶/۰
	گلوتئوس ماکزیموس	-۹۵/۵±۲۱/۷	-۱۰۳/۱±۲۷/۵	۷۴۱/۵	۰/۳۲۲	۰۴۶/۰

جدول ۴ . نتایج آزمون تحلیل واریانس مربوط به زمان آغاز فعالیت عضلات منتخب اندام تحتانی در دو گروه در آزمون ماندگاری(میانگین ± انحراف معیار)

شاخص الکترومیوگرافی	عضله	کنترل	عصبی‌عضلانی	F	P	Eta Squared
زمان‌بندی فعالیت عضلات (M.S)	تیبیالیس اَنتریور	-۱۴۶/۵±۳۹/۹	-۱۷۱/۳±۳۰/۱	۳۸۱/۷	*۰/۰۰۱	۱۸۳/۰
	پرونئوس لانگوس	-۱۵۲/۶±۳۳/۷	-۱۹۶/۲±۳۲/۶	۱۰۴/۶	*۰/۰۰۳	۲۴۹/۰
	گاستروکنمیوس خارجی	-۱۲۲/۱±۲۵/۵	-۱۶۹/۱±۳۱/۵	۶۵۰/۶	*۰/۰۰۴	۳۱۶/۰
	رکتوس فموریس	-۱۰۰/۳±۲۹/۱	-۱۰۷/۲±۲۲/۷	۴۲۳/۳	۰/۴۷۳	۰۱۱/۰
	گلوتئوس مدیوس	-۱۰۹/۶±۱۸/۴	-۱۰۸/۶±۳۰/۷	۵۶۵/۳	۰/۶۹۶	۰۲۶/۰
	گلوتئوس ماکزیموس	-۹۷/۵±۳۹/۹	-۱۰۲/۳±۳۰/۱	۹۱۲/۱	۰/۴۱۵	۰۴۲/۰

بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که انجام تمرینات عصبی-عضلانی تنها موجب بهبود زمان‌بندی فعالیت عضلات دیستال آزمودنی‌ها شد و بر بهبود زمان‌بندی فعالیت عضلات پروگزیمال اندام تحتانی تاثیر معنی‌داری نداشت.

نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات مومنی و همکاران (۲۰)، مینونژاد و همکاران (۲۱)، کیم و همکاران (۲۲) و صمدی (۱۳) همسو و با یافته‌های هنریو همکاران (۲۳) و صادقی و همکاران (۲۴) ناهمسو می‌باشد. مهم‌ترین دلایل تفاوت در نتایج تحقیق حاضر با دو تحقیق ناهمسوی فوق‌الذکر را می‌توان به تفاوت در آزمودنی‌ها، تفاوت در پروتکل‌های تمرینی، مدت زمان اجرای تمرینات، تفاوت در عضلات مورد بررسی و همچنین تفاوت در نحوه بررسی شاخص‌های الکترومیوگرافی عضلات اشاره داشت.

اطلاعات حس عمقی جزء ضروری یادگیری و بهبود برنامه‌های کنترل حرکتی است. هرگونه تغییر و اصلاح در برنامه‌های کنترل حرکتی از قبل ذخیره شده، وابسته به حس عمقی می‌باشد (۲۵). فقدان حس عمقی مناسب، منجر به اجرای حرکات ناصحیح، عدم توانایی در پاسخ موثر به نیازهای ناگهانی و نیز مانع یادگیری و تطابق صحیح با نیازهای عملکردی می‌شود و بر خلاف آن زمانی‌که اطلاعات صحیح، کافی و مناسب از سمت گیرنده‌های حس عمقی مفاصل به سمت مراکز سیستم عصبی ارسال می‌شود، سیستم عصبی این قابلیت را دارد تا برنامه‌های حرکتی را که دچار اختلال شده بودند، تصحیح و بازیابی کند و در مواقع ضروری دستورات حرکتی صحیح را به عضلات مسئول کنترل و اجرای حرکت در مفاصل مختلف ارسال کند (۲۶). احتمالاً انجام تمرینات تخته تعادل و تخته لغزان موجب درگیری گیرنده‌های حس عمقی مفصل مچ پا شده و در پی آن، تغییر در پیام‌های آوران ارسالی از گیرنده‌های حس عمقی مفصل مچ پا به سیستم عصبی را منجر می‌شود. پیام‌های آوران تغییریافته، در درازمدت می‌تواند تغییرات نوروفیزیولوژیک گسترده، از جمله تغییر در فرمان‌های حرکتی که چه به‌صورت فیدفورواردی و چه به‌صورت فیدبکی به عضلات ارائه می‌شوند را موجب شود (۲)؛ موضوعی که احتمالا در مورد مفاصل پروگزیمال اندام تحتانی صدق نمی‌کند و احتمالا تمرینات عصبی-عضلانی مورد استفاده در تحقیق حاضر نتوانسته است درگیری کافی گیرنده‌های حس عمقی مفاصل پروگزیمال را موجب شود و از همین روی زمان‌بندی فعال‌سازی عضلات پروگزیمال بوسیله سیستم عصبی مرکزی تغییر معنی‌داری

این مقاله تحت لیسانس Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 4.0) منتشر و از آدرس http://journals.sbmu.ac.ir/spip قابل دریافت می باشد.

نداشته است.

علاوه بر اهمیت فعال‌سازی مناسب عضلات موضع مچ پا، عملکرد سیستم حسی-حرکتی در فعال‌سازی به موقع و مناسب عضلات پروگزیمال اندام تحتانی نظیر عضلات گلوتئال و عضلات چهارسررانی نیز اهمیت زیادی دارد (۲۷). آغاز فعالیت عضلات پروگزیمال اندام تحتانی، پیش از وارد آمدن اغتشاشات بیرونی، موجب ایجاد ثبات در مجموعه کمری-لگنی شده و از ایجاد گشتاورهای بزرگ و پرخطر در اندام تحتانی جلوگیری می‌کند. به طور مثال، از جمله این گشتاورها، گشتاور اکستنسوری و آبداکتوری بوسیله عضلات گلوتئوس ماکزیموس و گلوتئوس مدیوس است که از جابجایی و چرخش بیش از حد تنه و همچنین افزایش چرخش داخلی استخوان ران به هنگام انجام فعالیت‌های عملکردی جلوگیری می‌کند. این درحالیست که ثابت شده است که عدم وجود ثبات در مجموعه کمری-لگنی به عنوان یکی از مهم‌ترین ریسک فاکتورهای بروز آسیب در اندام تحتانی معرفی می‌شود (۲۷, ۲۸). تحقیقات نشان داده است که مجموعه عضلات اطراف مفصل ران، حرکات استخوان ران را کنترل می‌کنند. این موضوع تاثیر مستقیمی بر نحوه قرارگیری و حرکات اندام تحتانی و بخصوص مفصل مچ پا به هنگام انجام تکالیف مختلف دارد. این شیوه از کنترل به عنوان کنترل پروگزیمال به دیستال اندام تحتانی شناخته می‌شود. این درحالیست که مفصل مچ پا نخستین مفصل اندام تحتانی به هنگام تماس پا با زمین می‌باشد و نحوه قرارگیری آن ارتباط زیادی با میزان بروز آسیب در این مفصل خواهد داشت. بدیهی است که چنانچه کنترل کافی پروگزیمال به دیستال وجود نداشته باشد، مفصل مچ پا به هنگام انجام فعالیت‌های عملکردی در یک موقعیت ناصحیح قرار گرفته و به میزان زیادی در معرض آسیب مجدد قرار می‌گیرد (۲۷, ۲۸).

مهم‌ترین توجیهاتی که می‌توان برای یافته‌های تحقیق حاضر بیان کرد، نوع و شیوه تمرینات می‌باشد. تمرینات عصبی-عضلانی با استفاده از تخته تعادل و تخته لغزان، عمدتاً شامل حرکاتی می‌باشد که تمرکز زیادی بر ناحیه مچ پا داشته و به همین دلیل درگیری کامل گیرنده‌های حس عمقی و همچنین عضلات موضع مچ پا را به همراه دارد. اگرچه در برخی حرکات این شیوه تمرینی عضلات پروگزیمال اندام تحتانی نیز درگیر می‌شوند، اما همان‌طور که بیان شد، تمرکز اصلی حرکات بر ناحیه مچ پا می‌باشد. این درحالیست که محققین تاکید داشته‌اند که تمریناتی که با هدف توانبخشی عارضه بی‌ثباتی عملکردی مچ پا انجام می‌شوند، لازم است که بخش‌های پروگزیمال اندام تحتانی را نیز مورد توجه قرار داده و به گونه‌ای طراحی شوند که عضلات پروگزیمال اندام تحتانی را به دلیل اثر مستقیم بر زنجیره حرکتی اندام تحتانی، به چالش بکشند.

یکی از مهم‌ترین موارد کدهای تمرینات توان‌بخشی لدرمن، اصل تشابه حرکات تمرینی با نیازهای حرکتی آن رشته ورزشی می‌باشد. در واقع تمرینات توانبخشی باید شامل حرکاتی باشد که فرد در طول انجام مسابقات خود، آن حرکات یا تکلیف را به دفعات اجرا می‌کند(۲۶). این موضوع یکی از ایراداتی است که به تمرینات عصبی-عضلانی با استفاده از تخته تعادل و یا تخته لغزان وارد می‌شود. در واقع منتقدین به تمرینات تخته تعادل بیان می‌دارند که تمرینات عصبی-عضلانی با استفاده از تخته تعادل، تشابه کافی با نیازهای حرکتی ورزشکاران رشته‌هایی نظیر والیبال، بسکتبال و هندبال را ندارد و ممکن است اثرگذاری کافی در توانبخشی ورزشکار آسیب دیده و بخصوص در مراحل پایانی تمرینات توانبخشی که می‌بایست ورزشکار را آماده بازگشت به میدان رقابت کرد را نداشته باشد (۲۱). این نقد بخصوص در مورد آسیب‌های اندام تحتانی نظیر بی‌ثباتی عملکردی مچ پا، پررنگ‌تر می‌باشد. چراکه گفته می‌شود اگرچه اثرگذاری تمرینات تخته تعادل بر شاخص‌های الکترومیوگرافی عضلات موضع مچ پا به اثبات رسیده است، اما ورزشکاران رشته‌هایی نظیر والیبال، بسکتبال و هندبال نیازهای حرکتی متفاوتی با حرکات اجرا شده در تمرینات تخته تعادل دارند؛ نیازهای حرکتی همچون تکلیف پرش و فرود که شبیه‌سازی این تکلیف حرکتیِ دشوار که از جمله ضروری‌ترین حرکات مورد استفاده در رشته‌های ورزشی فوق می‌باشد، سخت و یا به نوعی غیرممکن می‌باشد. عدم تاثیرگذاری تمرینات عصبی-عضلانی با استفاده از تخته تعادل و تخته لغزان بر زمان‌بندی فعالیت عضلات پروگزیمال اندام تحتانی را می‌توان گواهی بر این ادعا دانست.

نتایج تحقیق حاضر همچنین حاکی از ماندگاری اثر تمرینات عصبی-عضلانی بر زمان‌بندی فعالیت عضلات دیستال به دنبال یک دوره بی‌تمرینی می‌باشد. از دلایل ماندگاری اثر این شیوه تمرینی می‌توان به افزایش سازگاری‌های عصبی ناشی از تمرین مانند بکارگیری واحدهای عصبی کارآمدتر، سازماندهی مجدد در قشر حسی-پیکری، افزایش کارآیی و قدرت ارتباطات سیناپسی، بهبود کنترل عصبی-عضلانی مانند کاهش تغییرپذیری در بکارگیری واحدهای حرکتی و بهبود هم‌زمانی واحدهای حرکتی و کاهش رفلکس‌های بازدارنده عصبی اشاره داشت (۱۹, ۲۹). ماندگاری اثرات تمرینات مورد استفاده در تحقیق حاضر را می‌توان به قابلیت پلاستی‌سیتی[۳۳] بافت‌های بدن نسبت داد. سیستم عصبی قابلیت تطابق با تجربیات جدی د(پیام‌های آوران) را دارد. توانایی سازگاری با شرایط جدید، پلاستی‌سیتی نامیده می‌شود. تمامی بافت‌های بدن قابلیت سازگاری را دارند. پلاستی‌سیتی عصبی نیز با تغییرات کوتاه مدت در کارآیی ارتباطات سیناپسی یا بلندمدت به صورت ساختاری در سازمان‌دهی و ارتباطات بین نورونی قابل مشاهده است (۲۶). در سیستم حرکتی

۳۳. Plastisity

این مقاله تحت لیسانس Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 4.0) منتشر و از آدرس http://journals.sbmu.ac.ir/spip قابل دریافت می باشد.

نیز، پلاستی‌سیتی مخصوص بخش مرکزی نیست و عموماً در کل سیستم حرکتی اتفاق می‌افتد. تغییرات تطابقی مرتبط با یادگیری حرکتی حتی در بخش رفلکسی سیستم حرکتی و طناب نخاعی نیز اتفاق می‌افتد. این تغییرات رفلکسی می‌تواند بر نحوه‌ی فعال‌سازی عضلات تاثیر داشته باشد. تغییرات رفلکسی طی مدت چند هفته تا چند ماه اتفاق می‌افتد و در طولانی مدت باقی می‌ماند. این حالت نشان می‌دهد که طناب نخاعی ظرفیت نگه‌داری تجربیات یادگرفته شده را دارد (۷). نتایج تحقیق حاضر نیز بیان‌گر این موضوع است که بافت‌های مرتبط با سیستم عصبی-عضلانی که در فعال‌سازی عضلات نقش دارند، قابلیت ذخیره‌سازی و حفظ تغییرات ناشی از انجام تمرینات عصبی-عضلانی را داشته و حتی پس از مدت ۶ هفته بی‌تمرینی، همچنان تغییرات ایجاد شده در سیستم عصبی-عضلانی را به نمایش می‌گذارند.

به طور کلی با توجه به نتایج تحقیق حاضر می‌توان نتیجه گرفت که اگرچه تمرینات عصبی-عضلانی موجب بهبود زمان‌بندی فعالیت عضلات دیستال اندام تحتانی شده است، اما این اثرگذاری در مورد عضلات پروگزیمال معنی‌دار نمی‌باشد؛ از همین روی و با توجه به نقش موثر عضلات پروگزیمال در کنترل حرکات مفاصل دیستال اندام تحتانی، پیشنهاد می‌شود به منظور توانبخشی عارضه بی‌ثباتی عملکردی مچ پا در ورزشکاران، چنانچه از رویکرد کلارک و بوردن استفاده می‌شود، حرکاتی انتخاب شوند که بر فعال‌سازی عضلات پروگزیمال اندام تحتانی نیز موثر باشند و یا از تمریناتی استفاده شود که علاوه بر بهبود زمان‌بندی فعالیت عضلات دیستال، بخش‌های پروگزیمال را نیز مورد توجه قرار داده و منجر به بهبود عملکرد زنجیره‌های حرکتی اندام تحتانی شود. در این خصوص می‌توان به تمرینات هاپینگ و یا TRX اشاره داشت. طبیعتا این مهم می‌تواند عملکرد بهتر مفصل مچ پا به هنگام مواجهه با اغتشاشات ناگهانی و به دنبال آن کاهش خطر بروز آسیب مجدد در مفصل مچ پا را به دنبال داشته باشد. ارزیابی زمان‌بندی فعالیت عضلات پروگزیمال اندام تحتانی و همچنین بررسی اثر ماندگاری تمرینات پس از یک دوره بی‌تمرینی را می‌توان از نقاط قوت این تحقیق برشمرد. همچنین عدم دسترسی به دستگاه الکترومیوگرافی بی‌سیم میتواند از جمله محدودیت‌های تحقیق حاضر باشد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از کلیه آزمودنی‌های تحقیق و همچنین مسئولین آزمایشگاه دانشکده تربیت‌بدنی دانشگاه تهران که به انجام این تحقیق کمک کردند، تشکر و قدردانی می‌شود. مقاله حاضر برگرفته از رساله دکترای رشته آسیب‌شناسی ورزشی در دانشگاه تهران می‌باشد.

References

1. Roos KG, Kerr ZY, Mauntel TC, Djoko A, Dompier TP, Wikstrom EA. The epidemiology of lateral ligament complex ankle sprains in National Collegiate Athletic Association sports. The American journal of sports medicine. 2017;45(1):201-9. [pubmed]

2. Kalantariyan M, Minoonejad H, Rajabi R, Beyranvand R, Zahiri A. The comparison of the Electromyography activity of selected muscles of the ankle joint in athletes with ankle dorsiflexion range of motion limitation with healthy athletes during the single-leg jump landing (Persian). The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2013; 2(2):14-23.

3. Kazemi K, Arab AM, Abdollahi I, López-López D, Calvo-Lobo C. Electromiography comparison of distal and proximal lower limb muscle activity patterns during external perturbation in subjects with and without functional ankle instability. Human Movement Science. 2017;55:211-20.

4. Kalantariyan M, Minoonejad H, Rajabi R, Seidi F. Effects of Functional Ankle Instability on Balance Recovery Strategy in Athletes. Physical Treatments-Specific Physical Therapy Journal. 2018 Jul 10;8(2):99-106.

5. Hertel J. Sensorimotor deficits with ankle sprains and chronic ankle instability. Clinics in sports medicine. 2008 Jul 1;27(3):353-70.

6. Feger MA, Donovan L, Hart JM, Hertel J. Lower extremity muscle activation during functional exercises in patients with and without chronic ankle instability. PM&R. 2014 Jul;6(7):602-11. [pubmed]

7. kalantariyan M, minoonejad H, rajabi R. The

این مقاله تحت لیسانس Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 4.0) منتشر و از آدرس http://journals.sbmu.ac.ir/spip قابل دریافت می باشد.

Comparison of the onset of the activity of selected ankle muscles in athletes with and without ankle dorsiflexion range of motion limitations during single-leg jump landing. PTJ. 2013; 3 (2) :41-8.

8. mirjani M, seidi F. The comparison between onset activity of lumbo-pelvic and peroneal muscles in elite female Taekwondo players with and without functional ankle instability during single-leg drop landing. journal of exercise science and medicine. 2019; 10(2): 167-83.

9. Clark VM, Burden AM. A 4-week wobble board exercise programme improved muscle onset latency and perceived stability in individuals with a functionally unstable ankle. Physical therapy in sport. 2005;6(4):181-7.

10. Linens SW, Ross SE, Arnold BL. Wobble board rehabilitation for improving balance in ankles with chronic instability. Clinical Journal of Sport Medicine. 2016;26(1):76-82. [pubmed]

11. Chimera NJ, Swanik KA, Swanik CB, Straub SJ. Effects of plyometric training on muscle-activation strategies and performance in female athletes. Journal of athletic training. 2004 Jan;39(1):24. [pubmed]

12. Delahunt E, Coughlan GF, Caulfield B, Nightingale EJ, Lin CW, Hiller CE. Inclusion criteria when investigating insufficiencies in chronic ankle instability. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2010 Nov 1;42(11):2106-21. [pubmed]

13. Samadi H, Rajabi R, Karimizadeh Ardakani M. The effect of six weeks of neuromuscular training on joint position sense and lower extremity function in male athletes with Functional Ankle Instability. Journal of Sport Medicine. 2017; 9(1):15-33.

14. Hermens HJ, Freriks B, Merletti R, Stegeman D, Blok J, Rau G, Disselhorst-Klug C, Hägg G. European recommendations for surface electromyography. Roessingh research and development. 1999;8(2):13-54.

15. Allet L, Zumstein F, Eichelberger P, Armand S, Punt IM. Neuromuscular control mechanisms during single-leg jump landing in subacute ankle sprain patients: A case control study. Pm&r. 2017;9(3):241-50. [pubmed]

16. Nanbancha A, Tretriluxana J, Limroongreungrat W, Sinsurin K. Decreased supraspinal control and neuromuscular function controlling the ankle joint in athletes with chronic ankle instability. European journal of applied physiology. 2019;119(9):2041-52. [pubmed]

17. Fitzgerald D, Trakarnratanakul N, Smyth B, Caulfield B. Effects of a wobble board-based therapeutic exergaming system for balance training on dynamic postural stability and intrinsic motivation levels. journal of orthopaedic & sports physical therapy. 2010 Jan;40(1):11-9. [pubmed]

18. Karakaya MG, Rutbil H, Akpinar E, Yildirim A, Karakaya İC. Effect of ankle proprioceptive training on static body balance. Journal of physical therapy science. 2015;27(10):3299-302. [pubmed]

19. Zahabi E, Mohamadjani M, Alirezaei-Noghondar F, Hashemi-Javaheri SA. A follow-up Study on the Effect of Neuromuscular Training on Asymmetry of Balance in Athletes with Chronic Ankle Instability. Irtiqā-yi īminī va pīshgīrī az maṣdūmiyat/ha (ie, Safety Promotion and Injury Prevention). 2017;5(3):140-7.

20. Momeni S, Barati A, Letafatkar A, Jamshidi A, Hovanlo F. The Effects of Plyometric Training on Performance and the Feed-forward Activation of Calf Muscles in Active Females with Functional Ankle Instability in Single Leg Drop Landing. scientific journal of ilam university of medical sciences. 2017;25(2):42-54.

21. Minoonejad H, Ardakani MK, Rajabi R, Wikstrom EA, Sharifnezhad A. Hop stabilization training improves neuromuscular control in college basketball players with chronic ankle instability: a randomized controlled trial. Journal of sport rehabilitation.

این مقاله تحت لیسانس Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 4.0) منتشر و از آدرس http://journals.sbmu.ac.ir/spip قابل دریافت می باشد.

1;19(2):e84-93. [pubmed]

26. Lederman E. Neuromuscular rehabilitation in manual and physical therapy. Churchill Livingstone. 2010;128.

27. Smith BI, Curtis D, Docherty CL. Effects of hip strengthening on neuromuscular control, hip strength, and self-reported functional deficits in individuals with chronic ankle instability. Journal of sport rehabilitation. 2018 Jul 1;27(4):364-70. [pubmed]

28. Abbasi H, Alizadeh Mh, Daneshmandi H, Barati A. Comparing The Effect Of Functional, Extra-Functional And Combined Exercises On Dynamic Balance In Athletes With Functional Ankle Instability. Sport Medicine Studies. 2015(17):15-34.

29. Akbarnejad A, Koneshlou S, Baranchi M. The Effect Of 12 Weeks Of Functional Training And Different Periods Of Detraining On Dynamic Balance In Elderly Men. Sport Medicine Studies. 2015;7(1):85-98.

2019;28(6):576-83. [pubmed]

22. Kim JH, Uhm YH. Effect of ankle stabilization training using biofeedback on balance ability and lower limb muscle activity in football players with functional ankle instability. The Journal of Korean Physical Therapy. 2016;28(3):189-94.

23. Henry B, McLoda T, Docherty CL, Schrader J. The effect of plyometric training on peroneal latency. Journal of sport rehabilitation. 2010;19(3):288-300. [pubmed]

24. Sadeghi Goghari M. Effect of balance training on kinematic and electromyography of athlete with functional ankle instability during jump-landing (Persian) .PhD Thesis. Rehabilitation Faculty, Tehran University of Medicine Sciences, Tehran. 2012.

25. Suda EY, Amorim CF, Sacco ID. Influence of ankle functional instability on the ankle electromyography during landing after volleyball blocking. Journal of Electromyography and kinesiology. 2009 Apr

این مقاله تحت لیسانس Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 4.0) منتشر و از آدرس http://journals.sbmu.ac.ir/spip قابل دریافت می باشد.