

2024 (Winter), 1 (1): 1-9

DOR:

Research article

Journal of Physiology of Training and Sports Injuries

[PTSIJournal@gmail.com](mailto:PTSIJournal@gmail.com)

[zanjan.ptsjournal@iau.ir](mailto:zanjan.ptsjournal@iau.ir)

<https://sanad.iau.ir/journal/eps>

Received: 2024/2/4

Accepted: 2024/3/10

(ISSN: 3060 - 6306)

## Interaction of central stabilizer and neuromuscular trainings with hopping on pain and function of women with functional ankle instability

Elham Falahat Pisheh<sup>1</sup>, Seyed Sadruddin Shujaeddin<sup>2</sup>

1. MSc. Department of Sports Injuries and corrective movements, teacher of physical education, Savojbolagh district, Karaj, Iran. Email: elhamfalahat598@gmail.com
2. Professor, Department of Sports Injuries and Corrective Movements, Faculty of Physical Education, Kharazmi University, Karaj, Iran. (Corresponding Author). Email: shojaeddin@khu.ac.ir.

### Abstract:

The purpose of this research was to compare the effect of six weeks of combined exercises (central stabilizer and neuromuscular) and hopping on pain and functional characteristics of women with functional ankle instability. 30 active women with functional ankle instability They voluntarily participated in this study and randomly participated in three groups of ten people: combined exercises, hopping and control. Before and after the exercises, all subjects were re-tested in order to check the amount of pain and functional characteristics. In order to check the pain level, the VAS pain questionnaire was used to check the functional characteristics of the lateral jump test, Latin eight jump test, single leg triple jump test and the foot and ankle ability assessment questionnaire in daily and sports activities. Then, combined training groups (central stabilizer and neuromuscular) and hopping performed their exercises for six weeks (three sessions of 60 minutes per week). The results showed that performing six weeks of hopping exercises resulted in a greater improvement in performance compared to combined exercises (central stabilizer and neuromuscular) and combined exercises compared to hopping had a greater effect in improving ankle pain in women with functional ankle instability.

**Keywords:** central stabilizing training, neuromuscular training, hopping exercises, functional characteristics, pain, functional ankle instability.

**How to Cite:** Falahat Pisheh, E., Shujaeddin, S.S. (2024). Interaction of central stabilizer and neuromuscular trainings with hopping on pain and function of women with functional ankle instability. Journal of Physiology of Training and Sports Injuries, 1(1):1-9. [Persian].

دوره ۱ - شماره ۱  
زمستان ۱۴۰۲ - صص: ۱-۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۱۵  
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۰  
مقاله پژوهشی

## تعامل تمرینات ثبات دهنده مرکزی و عصبی - عضلانی همراه با هاپینگ بر میزان درد و عملکرد زنان مبتلا به بی ثباتی عملکردی مچ پا

الهام فلاحت پیشه<sup>۱</sup>، سیدصدرالدین شجاع الدین<sup>۲</sup>

۱. کارشناس ارشد گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دبیر تربیت بدنی، ناحیه ساوجبلاغ، کرج، ایران.

[elhamfalahat598@gmail.com](mailto:elhamfalahat598@gmail.com)

۲. استاد گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه خوارزمی، کرج، ایران. (نویسنده مسئول)

[shojaeddin@khu.ac.ir](mailto:shojaeddin@khu.ac.ir)

### چکیده:

هدف تحقیق حاضر، مقایسه‌ی تأثیر شش هفته تمرینات ترکیبی (ثبات دهنده مرکزی و عصبی - عضلانی) و هاپینگ بر درد و ویژگی‌های عملکردی زنان مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا بود. سی زن فعال مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا به طور داوطلبانه و به صورت تصادفی در سه گروه ده نفری تمرینات ترکیبی، هاپینگ و کنترل شرکت نمودند. قبل و پس از اتمام تمرینات از تمام آزمودنی‌ها به منظور بررسی میزان درد و ویژگی‌های عملکردی، آزمون به عمل آمد. جهت بررسی میزان درد از پرسشنامه درد واس برای بررسی ویژگی‌های عملکردی از آزمون جهش جانبی، جهش هشت لاتین، جهش سه‌گانه تک‌پا و پرسشنامه سنجش توانایی پا و مچ پا در فعالیت‌های روزانه و ورزشی استفاده شد. گروه‌های تمرینی به مدت شش هفته (سه جلسه ۶۰ دقیقه‌ای در هفته) تمرینات خود را انجام دادند. انجام شش هفته تمرینات هاپینگ سبب بهبودی بیشتری نسبت به تمرینات ترکیبی (ثبات‌دهنده مرکزی و عصبی - عضلانی) در عملکرد شد. تمرینات ترکیبی نسبت به هاپینگ تأثیر بیشتری در بهبود درد مچ پای زنان مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا داشت. **واژگان کلیدی:** تمرینات ثبات دهنده مرکزی، تمرینات عصبی - عضلانی، تمرینات هاپینگ، ویژگی‌های عملکردی، درد، بی‌ثباتی عملکردی مچ پا.

**شیوه استناددهی:** فلاحت پیشه، الهام و شجاع الدین، سیدصدرالدین. تعامل تمرینات ثبات دهنده مرکزی و عصبی - عضلانی همراه با هاپینگ بر میزان درد و عملکرد زنان مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا. فصلنامه فیزیولوژی تمرین و آسیب های ورزشی، زمستان ۱۴۰۲، (۱)، ۱-۹.

فصلنامه فیزیولوژی تمرین و آسیب های ورزشی؛ زمستان ۱۴۰۲، (۱).

## ۱. مقدمه

پیشگیری و عملکرد فرد به منظور بررسی شواهد موجود درباره تاثیر روش های پیشگیری پیچ خوردگی مچ پا مورد بررسی قرار گرفته است. روش های بررسی شامل تیپ، ارتوز، بریس، آکفش، تمرینات تعادل و هماهنگی و پروپریوسپتیو، تمرینات اختصاصی و ورزش های تقویتی و کششی و یا ترکیبی از این روش ها بوده است. چندین مرور سیستماتیک به بررسی کارایی استراتژی های درمان حاد پیچ خوردگی مچ پا، درمان ناپایداری مزمن [۶] و اثرات و روش های پیشگیری پرداخته اند.

هنگامی که انتهای پایینی زنجیره حرکتی ثابت است، حرکت در یک قسمت موجب حرکت در سایر مفاصل می شود. اثرات مکانیک پا روی قسمت های فوقانی به صورت گسترده بررسی شده است، اما تا کنون اثرات ثبات قسمت های بالایی روی ساختار و پاتولوژی اندام تحتانی، ناشناخته مانده است. هر چند که تحقیقات، الگوی انقباض عضلات پروکسیمال در این افراد را تایید می کند، ولی هیچ یک به ارزیابی افراد در طول انجام حرکات عملکردی پویا و شبیه رویدادهای ورزشی نپرداخته اند و بیشتر آنها اثر برنامه های تمرینی عضلات دیستال بر کنترل قامت را مورد بررسی قرار داده اند. اگرچه نتایج تحقیقات بیانگر اثر مثبت تمرینات بود، اما با توجه به پروتکل های تمرینی ارائه شده، مدت زمان تمرین بسیار بالا بوده و به احتمال قوی این عاملی خواهد بود تا مربیان گرایش می به استفاده از این تمرینات پیشگیرانه نداشته باشند.

گزارش شده است وقتی تمرینات ثبات مرکزی به عنوان مکمل برنامه های تمرینی در طولانی مدت اجرا شود باعث بهبود و افزایش قابل توجهی در مدت زمان حفظ یک پوسچر مشخص خواهد شد و نشان داده شده که تمرینات ثبات مرکزی به صورت کوتاه مدت باعث ثبات در عضلات تنه، ستون فقرات و لگن می شود که همین عامل موجب کاهش نوسان پوسچر خواهد شد. همچنین این عضلات مسئول حفظ قامت ناحیه لگن می باشند. ضعف این عضلات منجر به از دست رفتن راستای صحیح لگن شده و در نتیجه عضلات اندام تحتانی که به این ناحیه متصل هستند به علت برهم خوردن رابطه طول-تنش مناسب دچار کاهش کارایی و مستعد آسیب می شوند. از طرف دیگر با توجه به اهمیت عضلات شکمی در ایجاد ثبات مرکزی، عملکرد صحیح این عضلات بسیار مهم می باشد.

یکی از شیوه های رایج در بازتوانی آسیب مچ پا، تمرینات پلايومتریک است و تمرکز بر آن باعث بازیابی کنترل عصبی-عضلانی می شود که از آن جمله می توان به تمرینات هایپینگ اشاره کرد که مورد توجه بیشتری قرار گرفته است. تمرینات هایپینگ شکل اصلاح شده و به نسبت تعدیل یافته تمرینات پلايومتریک است و نوعی تمرینات با چرخه کشش-کوتاه شدن است [۹] که در اندازه گیری کیفیت سطح اجرای ورزشکار به وسیله تحریک عضلات و فشار وارد شده به مفصل

پیچ خوردگی خارجی مچ پا به عنوان یکی از آسیب پذیرترین مفاصل بدن [۵] شایع ترین ضایعه لیگامانی در جمعیت فعال از نظر فیزیکی است، و میزان شیوع آن در حدود ۱ در ۱۰۰۰ نفر در روز تخمین زده شده است [۶]. یکی از پیامدهای ناتوان کننده پیچ خوردگی مچ پا، تکرار آن است [۳]؛ به گونه ای که ۴۰ تا ۷۵ درصد افراد بعد از پیچ خوردگی مچ پا، دچار بی ثباتی عملکردی می شوند. آسیب های مچ پا را می توان به دو نوع حاد و مزمن تقسیم کرد. آسیب لیگامانی شایع ترین آسیب حاد است [۴]. این آسیب ها باعث کاهش سطح فعالیت ورزشکار و دوری وی از شرایط تمرینی و مسابقه می شوند. گاهی اوقات وضعیت از این نیز فراتر رفته و ساده انگاری صدمات مچ پا و بازتوانی ناکافی و نادرست آن باعث بروز مجدد آسیب می شود که در نهایت منجر به ایجاد یک سیکل بازتوانی معیوب شده و نتیجه آن مشکلات مزمن در مچ پا مانند بی ثباتی مزمن مچ پا، ناپایداری مکانیکی و ناپایداری عملکردی است [۵]. ناپایداری عملکردی مچ پا برای توصیف احساس ذهنی لقی در مچ پا، ضعف، درد و نیز کاهش عملکرد در طی فعالیت های ورزشی به کار می رود. حفظ کنترل قامت و عملکردهای حرکتی در فعالیت های روزمره زندگی و عملکردهای مطلوب ورزشی ضروری است. کنترل عصبی-عضلانی به فعالیت های غیرارادی در برابر محدودیت های پویا و در پاسخ به حرکت مفصل و تحمل وزن با هدف حفظ بازیابی ثبات عملکردی مفصل اشاره دارد [۶]. حس عمقی نیز در نتیجه ورودی های عصبی که از گیرنده های مکانیکی در کپسول مفصلی، لیگامنت ها، عضلات همان ناحیه و پوست به سمت سیستم عصبی مرکزی کشیده شده است، ایجاد می شود. این حس به دو بخش مجزای حس حرکت و حس وضعیت مفصل تقسیم می شود. حس حرکت به آستانه تشخیص حرکات غیرفعال اطلاق می شود، در حالی که حس وضعیت مفصل به توانایی بدن در تعیین موقعیت ثبات در فضا اطلاق می شود و نیاز به توجه بیشتری دارد [۷].

چنانچه نقصی در حس مفصل وجود داشته باشد پتانسیل مچ پا برای آسیب بیشتر شده و در نهایت منجر به بی ثباتی عملکردی می گردد. بنابراین نیاز به برنامه توانبخشی و افزایش حس وضعیت مفصل در این افراد آشکار است و تمرکز درمانگر بایستی به فعالیت های تحمل وزن که در طی اکثر پیچ خوردگی های مچ پا در هنگام راه رفتن، دویدن، فعالیت های پرش جانبی، حرکات از یک طرف به طرف دیگر و هنگام فرود از پرش رخ می دهد را شامل شود. از این رو ضروری است تا بازتوانی ورزشکاران آسیب دیده از ناحیه مچ پا با برنامه های مشابه حرکتی صورت پذیرد. مطالعات مختلف مرتبط با عوامل خطر پیچ خوردگی مچ پا و روش های حمایت از مچ پا و تاثیر این روش ها بر

<sup>5</sup> Proximal

<sup>6</sup> Distal

<sup>1</sup> Tape

<sup>2</sup> Orthotic

<sup>3</sup> Brace

<sup>4</sup> Proprioceptive

نتایج نشان داد که برنامه تمرین ترکیبی، می تواند یک روش تمرینی ایمن و موثر بر بهبود قدرت عضلات موافق و مخالف مچ پا باشد. صحرائورد و همکاران (۱۳۹۷) در تحقیقی به بررسی تأثیر تمرینات ثبات دهنده تنه بر میزان درد و عملکرد ورزشکاران مبتلا به بی ثباتی مزمن مچ پا پرداختند. مطالعه فوق از نوع کارآزمایی بالینی یک سوکور با دو گروه مداخله و شاهد بود. تعداد ۳۱ نفر ورزشکار مبتلا به بی ثباتی مزمن مچ پا به طور تصادفی در دو گروه ۱۵ نفری قرار گرفتند. در گروه شاهد تنها فیزیوتراپی رایج و در گروه مداخله علاوه بر فیزیوتراپی رایج، تمرینات ثبات دهنده تنه نیز به کار گرفته شد. قبل و بلافاصله بعد از انجام مداخلات، میزان درد و عملکرد به ترتیب با استفاده از آزمون دیداری درد و مقیاس سنجش توانایی پا و مچ پا مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که انجام تمرینات ثبات دهنده تنه نسبت به فیزیوتراپی رایج، بهبود معنی داری را در میزان درد و عملکرد ورزشکاران مبتلا به بی ثباتی مزمن مچ پا ایجاد می نماید.

## ۲. روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش آزمون و پس آزمون با گروه کنترل و همچنین به لحاظ استفاده از نتایج به دست آمده کاربردی است. جامعه آماری تحقیق حاضر کلیه زنان فعال دارای بی ثباتی عملکردی مچ پا در محدوده سنی ۱۸ تا ۲۸ سال شهر کرج بود. منظور از زنان فعال زنانی هستند که سابقه حداقل سه سال فعالیت بدنی منظم داشتند و به طور متوسط سه جلسه در هفته ورزش می کردند. از بین جامعه در دسترس تعداد ۳۰ نفر به صورت هدفمند با رعایت ملاک های ورود به مطالعه، انتخاب، و در سه گروه ۱۰ نفری تمرینات ترکیبی ثبات دهنده مرکزی و عصبی-عضلانی، تمرینات هاپینگ و گروه کنترل قرار گرفتند.

ابتدا غربالگری اولیه آزمودنی ها براساس معیارهای ورود و خروج تحقیق انجام شد. افرادی به عنوان گروه با ناپایداری مزمن یک طرفه مچ پا شناخته شدند که علاوه بر داشتن معیارهای ورود به مطالعه، نمره بیشتر یا مساوی ۹۰ درصد در پرسشنامه شاخص های ناتوانی پا و مچ پا (FAAM) و نمره بیشتر یا مساوی ۷۵ درصد در شاخص ورزشی ناتوانی پا و مچ پا (FAAM SPORT) را کسب کردند [۸].

پرسشنامه های شاخص ناتوانی مچ پا و پا شامل ۳۴ سوال است که ۴ سوال مرتبط با درد و ۲۲ سوال مرتبط با فعالیت است. پرسشنامه شاخص ورزشی ناتوانی مچ پا و پا شامل ۸ سوال می باشد. هر سوال بر مبنای مقیاس پنج امتیازی لیکرت (از صفر تا ۴) امتیازبندی شده است. شاخص ناتوانی مچ پا و پا به طور مجزا امتیازبندی شدند. حداکثر امتیاز برای شاخص ناتوانی مچ پا و پا، نمره ۱۴ و برای شاخص ورزشی ناتوانی مچ پا و پا نمره ۳۲ است. روایی پرسشنامه شاخص ناتوانی مچ پا و پا، ۸۹ درصد و شاخص ورزشی ناتوانی مچ پا و پا، ۸۴ درصد است [۱۰].

بعد از شناسایی افراد واجد شرایط، آزمودنی ها بر اساس زمان اعمال شده به محل انجام آزمون مراجعه کردند. پیش از انجام اندازه گیری ها،

در طول رویدادهای ورزشی کاربرد دارد [۱۱]. هاپینگ ها یک روش تمرینی داینامیک برای اندام تحتانی هستند و دارای ماهیتی چندگانه از قدرت عضلانی، هماهنگی عصبی-عضلانی، ثبات مفصل، تعادل و حس عمقی مفصل است و به صورت کلینیکی در مراحل پایانی دوره بازتوانی به کار برده شده و به عنوان ملاک ارزیابی برای برگشت افراد به فعالیت نیز می باشد. حرکات هاپینگ شامل انقباض اکسنتریک و کانسنتریک متعاقب آن است. تمرینات هاپینگ با یک کشش اولیه انفجاری عضله می تواند کارایی عصبی را بهبود بخشیده و در نتیجه اجرای عصبی-عضلانی را افزایش دهد. این تمرینات می تواند با تغییر در سیستم عصبی-عضلانی اجازه دهد تا کنترل بهتری روی عضله منقبض شونده و سینرژیست ها داشته و به این ترتیب نیروی بیشتری در غیاب تطابق تیپ شناختی عضله محیا گردد [۹].

تمرینات هاپینگ جزء مهارت های حرکتی پایه و بنیادی محسوب می شود که کم هزینه و آموزش پذیر بوده و از قابلیت به کارگیری در برنامه توان بخشی جهت پیشگیری از آسیب ها برخوردار می باشد، لیکن تحقیقاتی که صرفاً از این نوع تمرینات به عنوان روش های غیردارویی و غیر جراحی برای پیشگیری از آسیب و توان بخشی در افراد دارای بی ثباتی عملکردی مچ پا استفاده کرده باشند، محدود می باشند.

علاوه بر این موارد بیشتر تحقیقات انجام شده روی شاخص های عصبی-عضلانی از صفحه نیرو و سیستم های آنالیز حرکتی چند دوربینی استفاده نموده اند و مطالعات روی آزمون های غربالگری ارزان قیمت نسبتاً کمتر است. در مطالعه حاضر کاربردی ترین آزمون های غربالگری نقص های عصبی-عضلانی موثر در آسیب مزمن مچ پا انجام شده است. با توجه به اینکه در بیشتر تحقیقات انجام شده در زمینه روش های بهبود آسیب از تمرینات قدیمی استفاده شده و روش های تمرینی جدید کمتر کاربرد داشته و با توجه به اینکه تحقیقی در خصوص تأثیر این نوع برنامه های تمرینی به صورت ترکیبی با هم در بازتوانی اسپرین مچ پا یافت نگردید، لذا با فرض موثر بودن این نوع تمرینات به نظر می رسد می توان گامی در جهت بهبود فاکتورهای عملکردی و همچنین کاهش آسیب مجدد در این افراد، برداشت.

رنجبرزاده و همکاران (۱۳۹۷) به بررسی اثربخشی هشت هفته برنامه ترکیبی جامع بر قدرت عملکردی مردان فعال دارای بی ثباتی عملکردی مچ پا پرداختند. آزمودنی های تحقیق را مردان فعال دانشگاهی دارای بی ثباتی عملکردی مچ پا تشکیل دادند که از بین آنها ۳۰ نفر به صورت تصادفی انتخاب و به دو گروه کنترل و تجربی تقسیم شدند (۱۵ نفر گروه کنترل و ۱۵ نفر گروه تجربی). نمونه های گروه تجربی، تمرینات ترکیبی که بیشتر شامل تمرینات عصبی-عضلانی و قدرتی (با استفاده از تراباند قرمز رنگ) بود را به مدت هشت هفته و هر هفته سه جلسه به مدت یک ساعت اجرا کردند. متغیر وابسته تحقیق قدرت عملکردی عضلات مچ پا بود. ابزار جمع آوری داده ها نیز شامل دستگاه ایزوکتیک با یودکس ۳ و پرسشنامه شاخص ناتوانی مچ پا بود.

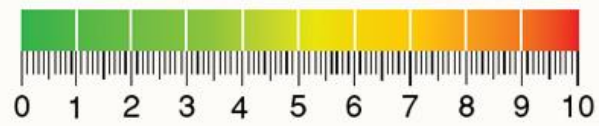
اسکلتی عضلانی اندام تحتانی، پا و مچ پا استفاده می شود. این پرسشنامه برای ارزیابی خوداظهاری عملکرد بدنی افراد مبتلا به بی ثباتی مچ پا طراحی شده است. مقیاس سنجش توانایی پا و مچ پا در فعالیت های ورزشی دارای هشت مورد است که ناتوانی های حاصل از آسیب مچ پا و مرتبط با فعالیت های بدنی و ورزشی را ارزیابی می کند. هر سوال بر مبنای پنج امتیازی لیکرت (از ۰ تا ۴) امتیازبندی شده بود. مقیاس توانایی پا و مچ پا و شاخص ورزشی توانایی پا و مچ پا به طور مجزا امتیازبندی شدند. نمره مقیاس سنجش توانایی پا و مچ پا در فعالیت های روزانه در صدی از نمره کلی ۸۴ است، در حالی که نمره پرسشنامه مربوط به فعالیت های ورزشی در صدی از نمره کلی ۳۲ است. در انتها، فرد به سطح کنونی عملکرد خود در فعالیت های روزانه و ورزشی نمره ای بین صفر تا صد می دهد. پایایی این پرسشنامه برای فعالیت بدنی روزانه و ورزشی به ترتیب ۰.۸۹٪ و ۰.۸۰٪ گزارش شده است. برای نسخه فارسی این پرسشنامه به ترتیب ۰.۹۷٪ و ۰.۹۴٪ گزارش شده است. پس از اجرای پیش آزمون، آزمودنی ها به سه گروه ۱۰ نفری تمرینات ترکیبی (عصبی-عضلانی و ثبات دهنده مرکزی)، تمرینات هایپینگ و کنترل تقسیم شدند. پس از گروه بندی، آزمودنی های گروه های تمرینی به مدت شش هفته (سه جلسه ۶۰ دقیقه ای در هفته) تمرینات خود را انجام دادند. در حالی که گروه کنترل در طول مطالعه انجام هرگونه فعالیت اجتناب کردند. بعد از اتمام پروتکل تمرینی به منظور ثبت پس آزمون از همه آزمودنی ها، آزمون مجدد به عمل آمد.

## ۲.۲. تمرینات ترکیبی (عصبی-عضلانی و ثبات مرکزی)

آزمودنی های گروه تمرینات ترکیبی، برنامه تمرینات عصبی-عضلانی پیشرونده برگرفته از برنامه تمرینی کلارک و بوردن [۵] و تمرینات ثبات مرکزی را به صورت ترکیبی (هر جلسه) به مدت شش هفته (سه جلسه در هفته) انجام دادند [۵]. سازگاری های عصبی در اجرای عضلانی پس از حدود چهار هفته ایجاد می شوند [۱۷]. بر اساس پیشنهاد وبستر و گریبل (۲۰۱۰) در مداخلات بازتوانی عملکردی برای بی ثباتی مزمن مچ پا [۱۸]؛ مدت اجرای تمرینات شش هفته بود. با توجه به این که تمرینات حاضر جزء تمرینات سنسوری-موتور بودند، بنابراین سعی شد با ایجاد تغییر در سه جزء اصلی تمرینات سنسوری-موتور (پوست، سطح اتکاء و مرکز ثقل)، پیشرفت مورد نیاز بر اساس پیشنهادات پیشین در تمرینات لحاظ شود [۱۹]. بین هفته اول با دوم، سوم با چهارم و بین پنجم با ششم به تعداد ست های تمرینی افزوده شد. اقدام به افزایش سختی تمرینات و اضافه کردن تمرینات جدید (تعداد تمرینات) شد [۱۹]. نوع تمرینات از ساده به پیچیده تغییر داده شد. زمان استراحت بین هر ست و بین هر تمرین به نسبت یک به یک در نظر گرفته شد. تمرینات عصبی-عضلانی روی زمین و تخته تعادل

همه ی نمونه ها فرم رضایت آگاهانه ی شرکت در مطالعه را امضا کردند. در روز آزمون، پس از تکمیل فرم رضایت نامه توسط آزمودنی ها، اطلاعات دموگرافیک آن ها (قد، وزن، سن، سابقه ورزشی) و همچنین شرایط ورود به پژوهش، در فرم معیارهای انتخاب و حذف آزمودنی ها ثبت شد. قبل از آغاز برنامه مداخله، همه آزمودنی ها یک کارگاه آموزشی برای یادگیری روش در ست اجرای تمرین ها را سپری کردند. برای اندازه گیری متغیر درد در هنگام انجام پیش آزمون و پس آزمون از مقیاس اندازه گیری دلداری از نوع خط کش درد ۱۰ سانتیمتری استفاده شد (شکل ۱). ابتدا به نمونه ها خط کش مذکور نشان داده شده و مفهوم اعداد توضیح داده شد. سپس از آنها خواسته شد که شدید ترین میزان درد تجربه شده را در دو حالت گزارش دهند. الف: در کارهای روزمره با ذکر انجام کارهای همراه با درد یا دردناک. ب: در حین انجام فعالیت ورزشی و راه رفتن و دویدن.

در این مقیاس نمره صفر به معنا عدم وجود درد و نمره ده به معنای درد بیشینه و غیر قابل تحمل می باشد. این مقیاس معتبر ترین سیستم درجه بندی درد برای مقایسه بین دوره های مختلف بوده و بطور گسترده در پژوهش های مرتبط با درد مورد استفاده قرار می گیرد که روایی و پایایی آن مورد تایید قرار گرفته و ضریب پایایی آن برابر  $ICC = 0.91$  می باشد [۱۸].



شکل ۱: خط کش درد ۱۰ سانتیمتری آنالوگ

برای ارزیابی ویژگی های عملکردی آزمودنی ها از آزمون جهش جانبی [۱۳]، آزمون جهش هشت لاتین [۱۳]، آزمون جهش سه گانه تک پا [۱۳] و آزمون مدت زمان جهش تک پا [۱۴]، و پرسشنامه توانایی پا و مچ پا استفاده شد. این آزمون ها، آزمون های ارزشمند و معتبر در تعیین ناهنجاری عدم تقارن اندام تحتانی و ارزیابی توانایی ورزشکار برای جهش و حفظ فرود تک پا می باشند [۱۵]. اگر ورزشکار توانایی فرود و حفظ آن در حین فرود با فلکشن زانو و ران را داشته باشد، دارای ثبات مرکزی و کنترل اندام تحتانی است. اگر علی رغم توانایی حفظ فرود، جابه جایی اندک زانو به سمت جلو یا عقب را تجربه کند ورزشکار دارای ضعف کنترل اندام فوقانی و پاسچر است [۱۶].

## ۱.۲. مقیاس سنجش توانایی پا و مچ پا

همه آزمودنی ها مقیاس سنجش توانایی پا و مچ پا در فعالیت های روزانه<sup>۵</sup> و ورزش<sup>۶</sup> را به منظور اندازه گیری عملکرد خوداظهاری در سه مرحله؛ (قبل، بلافاصله و همچنین بلافاصله بعد از تمرینات) تکمیل کردند. از مقیاس سنجش توانایی پا و مچ پا برای اندازه گیری عینی اختلافات

<sup>5</sup> Foot and Ankle Ability Measure (FAAM)

<sup>6</sup> FAAM Sport

<sup>7</sup> Webster & Gribble

<sup>1</sup> Visual Analogue Scale

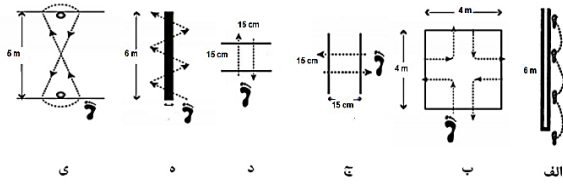
<sup>2</sup> Side-to-Side Hop Test

<sup>3</sup> Figure-eight Hop Test

<sup>4</sup> Triple Hop Test



تمرین تا هفته پنجم افزایش و در هفته ششم این شدت کاهش یافت تا در طی پس آزمون حس وضعیت مفصل خستگی ایجاد نشود [۲۴].



شکل ۲: تمرینات هایپینگ

جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها، از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده گردید (جدول ۲). برای بررسی فرسایش‌های تحقیق از آزمون آماری آنوا با اندازه‌گیری‌های مکرر و برای بررسی دو به دوی گروه‌ها از آزمون تعقیبی توکی در سطح خطای کوچکتر یا مساوی ۰/۰۵ استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ استفاده گردید. شاخص‌های توصیفی هر یک از گروه‌ها، شامل سن، قد، وزن آزمودنی‌ها پیش از انجام آزمون اندازه‌گیری شد که نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱ آمار توصیفی متغیرهای تحقیق

شاخص	گروه	میانگین	انحراف استاندارد
سن (سال)	ترکیبی	۲۵/۶۶	۴/۳۰
	هایپینگ	۲۶/۳۳	۴/۲۶
	کنترل	۲۶/۴۹	۶/۶۸
قد (متر)	ترکیبی	۱/۶۴	۰/۱۴
	هایپینگ	۱/۶۳	۰/۱
	کنترل	۱/۶۴	۰/۰۴
وزن (کیلوگرم)	ترکیبی	۶۶/۷۱	۶/۸۷
	هایپینگ	۶۵/۳۲	۵/۸۷
	کنترل	۶۴/۴	۴/۷۸

جدول ۲ نتایج آزمون شاپیرو-ویلک جهت بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها

معنی داری	گروه	آزمون	
		پس آزمون	پیش آزمون
درد	ترکیبی	۰/۱۲	۰/۱۴
	هایپینگ	۰/۴۲	۰/۲۳
	کنترل	۰/۵۶	۰/۲۵
ویژگی‌های عملکردی	جهش جانبی (ثانیه)	ترکیبی	۰/۲۷
		هایپینگ	۰/۲۴
		کنترل	۰/۱۵
	جهش هشت لاتین (ثانیه)	ترکیبی	۰/۵۶
		هایپینگ	۰/۱۱
		کنترل	۰/۱۴
سنجش توانایی مج‌پا	ترکیبی	۰/۵۹	
	هایپینگ	۰/۴۳	
	کنترل	۰/۳۲	

با ابعاد ۴۰ در ۴۰ سانتیمتر و ارتفاع ۱۰ سانتیمتر و تخته لغزان با قطر ۴۰ سانتیمتر و ارتفاع ۱۰ سانتیمتر انجام شد. چگونگی انجام هر تمرین پیش از اجرا برای آزمودنی‌ها به صورت عملی اجرا شد. در سطوح اولیه، به منظور کاهش سختی اجرا، تشک تمرینی زیر تخته تعادل قرار گرفت. مطابق جدول پیشرفت، محقق آزمودنی‌ها 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 [۲۰]. زمان انجام تمرینات با استفاده از کروномتر توسط محقق کنترل شد. سپس آزمودنی‌ها پس از انجام تمرینات عصبی-عضلانی، تمرینات ثبات‌دهنده مرکزی را پس از استراحت کوتاه انجام دادند. شدت این تمرینات نیز پس از پایان هر هفته افزایش پیدا کرد. تمرین‌های پروتکل برنامه ثبات مرکزی شامل پل زدن با بلند کردن پا، انقباض ایستای عضلات شکمی، چرخش پایین تنه، پل زدن به شکم، پل زدن به پهلو راست، پل زدن به پهلو چپ، حرکت دوچرخه، دراز و نشست با دست‌ها کشیده و پایین آوردن دو طرفه پا بودند که هر یک از این تمرین‌ها در یک جلسه تمرینی در سه ست انجام شدند [۲۰]. این پروتکل برگرفته از تحقیق کال می‌باشد که در مقایسه با سایر پروتکل‌های تمرین ناحیه مرکزی بدن هم به لحاظ تمرین‌های متنوع و ویژه و هم به لحاظ تعداد هفته‌ها و تعداد جلسات تمرینی در هفته و همچنین از نظر سطح تمرین‌ها، پروتکل نسبتاً کاملی می‌باشد [۲۱]. آزمودنی‌های گروه تمرینات ترکیبی ابتدا تمرینات عصبی-عضلانی و سپس بلافاصله تمرینات ثبات مرکزی را انجام می‌دادند.

### ۳.۲. تمرینات هایپینگ

گروه تمرینات هایپینگ نیز تمرینات خود را به مدت شش هفته و سه جلسه در هفته اجرا کردند. این تمرینات شامل هایپینگ با حرکت به سمت جلو (تصویر ۲، قسمت الف)، هایپینگ به شکل مربع (تصویر ۲، قسمت ب)، هایپینگ به طرفین (تصویر ۲، قسمت ج)، هایپینگ به جلو و عقب (تصویر ۲، قسمت د)، هایپینگ به صورت زیگزاگ (تصویر ۲، قسمت ه)، هایپینگ به شکل ۸ (تصویر ۲، قسمت ی) می‌باشد که با توجه به تحقیقات قبلی شکل و روش آن‌ها تعیین شده بود [۲۲]. آزمودنی‌ها به ترتیب و با تکرار توری که بین هر ست تمرین ۳۰ ثانیه و بین هر تمرین دو دقیقه استراحت می‌کردند، تمرینات را انجام می‌دادند. پروتکل تمرین شامل سه جلسه در هفته با دامنه حجم تمرینی ۷۰ تا ۱۳۰ تماس پا با زمین برای هر جلسه بود [۲۳]. سرعت انجام تمرینات با توجه به تحقیقات قبلی ۲ هرگز در نظر گرفته شد که توسط یک مترونوم، سرعت (ریتم) انجام تمرینات تنظیم شد. شدت تمرین در هفته‌ها با افزایش تعداد تمرین و همچنین با محدود کردن دست‌ها (یعنی از حالت آزاد به دست‌ها روی سینه و سپس دست‌ها پشت سر) افزایش می‌یافت. پیشرفت تمرینات به این صورت بود که ابتدا اشکال مختلف تمرین به صورت دویا و در هفته‌های بعد با به دست آوردن قابلیت اجرا به صورت یک پا انجام می‌شد. همچنین شدت

### ۳. نتایج

شش هفته تمرینات ترکیبی (عصبی-عضلانی و ثبات مرکزی) و هاپینگ تأثیر متفاوتی بر درد زنان مبتلا به بی ثباتی عملکردی مچ پا ندارد.

عامل درون گروهی (متغیر وابسته) میزان درد و عامل بین گروهی (متغیر مستقل) شامل شش هفته تمرینات ترکیبی (عصبی-عضلانی و ثبات مرکزی) و هاپینگ بود. چون  $F(4/129)$  در سطح خطای داده شده  $(0,06)$  معنی دار نبود؛ فرض صفر رد نشد. چون تفاوت ماتریس های کوواریانس متغیرهای وابسته در گروه های دوگانه، معنادار نبود؛ از آزمون تحلیل واریانس اندازه های تکراری استفاده شد (جدول ۳). وقتی تغییرات نمرات هر یک از دو گروه تحقیق به طور تفکیک شده در نظر گرفته شوند، سطح معناداری تغییر می کند و می توان الگوی تغییرات درونی گروه ها را متفاوت در نظر گرفت. پس، اجرای تمرینات باعث کاهش درد شده است. جدول ۴ نشان داد که تفاوت های بین گروهی در طی دو نوبت آزمون، معنی دار بود. آزمون تعقیبی توکی نشان داد که بین میزان تغییرات درون گروهی در پس آزمون نسبت به پیش آزمون، پس از اتمام پروتکل تمرینی تأثیر تمرینات ترکیبی بیشتر بود.

جدول ۳: آزمون همسانی ماتریس های کوواریانس باکس

باکس M	۱۳/۵۱۲
F ضریب	۴/۱۲۹
درجه آزادی ۱	۳
درجه آزادی ۲	۱۲۱۶۸۰/۰۰
سطح معناداری	۰/۰۶

جدول ۴: آزمون فرض تأثیر تغییرات بین گروهی

منبع	مجموع مربعات	df	میانگین مربعات	F	sig
محل قطع	۷۵۶۲/۱	۲	۷۷۵۶/۱	۹۸۰/۱	۰/۰۰
تعامل نوبت آزمون در گروه ها	۳۹/۱	۲	۳۹/۱	۳/۴	۰/۰۴
خطا	۲۹۷/۳	۲۸	۱۱/۴	-	-

شش هفته تمرینات ترکیبی و هاپینگ تأثیر متفاوتی بر ویژگی های عملکردی زنان مبتلا به بی ثباتی عملکردی مچ پا ندارد.

نتایج آزمون تحلیل واریانس برای اندازه های تکراری نشان داد که پس از شش هفته تمرین، تأثیرات درون گروهی، تأثیرات بین گروهی و تأثیرات تعاملی ویژگی های عملکردی معنادار بود. به این معنا که ویژگی های عملکردی تحت تأثیر تمرینات به طور معناداری تغییر کرده است. با توجه به نتایج مربوط به ویژگی های عملکردی در قبل و بعد از شش هفته تمرینات، مشخص می شود که این تمرینات اثر معناداری بر ویژگی های عملکردی دارند. بین میزان تغییرات درون گروهی در پس آزمون نسبت به پیش آزمون، پس از اتمام پروتکل تمرینی تفاوت معنی داری بین تمامی گروه ها مشاهده شد، بطوری که تأثیر تمرینات هاپینگ بیشتر از تمرینات ترکیبی بود.

جدول ۵: اطلاعات توصیفی و آزمون تحلیل واریانس با اندازه های تکراری برای ویژگی های عملکردی

متغیر	نوبت آزمون	ترکیبی (n=۱۰)	گروه هاپینگ (n=۱۰)	گروه کنترل (n=۱۰)	تغییرات درون گروهی	تغییرات بین گروهی	تعامل
جهش جانبی (ثانیه)	پیش	۶/۵۷±۰/۵	۶/۴۸±۰/۷۵	۶/۳۲±۰/۶۹	F=۵/۰۵ P=۰/۰۲	F=۶/۰۵۲ P=۰/۰۱	F=۵۰/۰۱ P=۰/۰۲
	پس	۶/۱۹±۰/۴۹	۵/۳۹±۰/۵۴	۶/۴۵±۰/۸۲	F=۵/۰۹ P=۰/۰۲	F=۶/۰۸ P=۰/۰۲	F=۴/۱۷ P=۰/۰۳
جهش هشت لاتین (ثانیه)	پیش	۱۰/۴۸±۰/۸۱	۱۰/۳۴±۰/۶۳	۱۰/۲۹±۰/۷۸	F=۵/۰۹ P=۰/۰۲	F=۶/۰۸ P=۰/۰۲	F=۴/۱۷ P=۰/۰۳
	پس	۱۰/۲۱±۰/۷۵	۹/۲۸±۰/۵۸	۱۰/۳۷±۰/۳۷	F=۲۰/۵ P=۰/۰۱	F=۱۸/۲۳ P=۰/۰۳	F=۱۶/۰۱ P=۰/۰۴
میانگین جهش سه گانه تک پا	پیش	۶۹/۳۹±۴/۶۸	۶۹/۴۳±۵/۴۸	۶۸/۶۷±۵/۳۹	F=۲۰/۵ P=۰/۰۱	F=۱۸/۲۳ P=۰/۰۳	F=۱۶/۰۱ P=۰/۰۴
	پس	۷۰/۶۴±۴/۳۴	۷۱/۶۷±۵/۷۸	۶۸/۵۶±۵/۳۴			

بیماران را درباره احتمال موفقیت برنامه تمرینی خاصی مجاب کنند. نوع مناسب ورزش برای بی ثباتی عملکردی مچ پا شناخته شده نیست، چرا که اثرات تمرینات خاص به طور سیستماتیک ارزیابی نشده است. در سال های اخیر در علم تمرین درمانی تمرکز ویژه ای روی طراحی و اجرای نوعی از تمرینات قرار گرفته است که هدف آن حفظ و افزایش ثبات موضعی از طریق بازآموزی حس عمقی ناحیه مچ پا با استفاده از تأثیر عضلاتی مانند عضلات اورتر و اینورتر بوده است که این عضلات نقش مهمی در افزایش ثبات ناحیه مچ پا دارند. نمونه قابل توجه این تمرینات، روش تمرینات عصبی-عضلانی و بخش مرکزی است که در

### ۴. بحث و بررسی

روش های درمانی متعددی برای درمان بیماران مبتلا به بی ثباتی عملکردی مچ پا تعریف شده است که برخی از آنها شامل استفاده از داروهای ضد درد و ضد التهاب، بانداژ، تمرین درمانی، رفتار درمانی، درمان های دستی، بیوفیدبک الکترومیوگرافیک، کشش، استفاده از اورتزها و طب سوزنی و ماساژ است. به طور کلی شواهد محکمی دال بر مؤثر بودن یک روش درمانی برای بیماران مبتلا به بی ثباتی عملکردی مچ پا وجود ندارد. از سوی دیگر پزشکان به طور معمول قادر نیستند تا

<sup>1</sup> Traction

ایستادن تک پا، پایدار می کنند و نقش مهمی در کنترل کینماتیک مفصل ران دارند. ناکارآمدی یا ضعف بخش مرکزی ممکن است باعث اداکشن و چرخش داخلی بیشتر و به موجب آن باعث افزایش گشتاور و استرین روی مفصل مچ پا شود. کنترل عصبی-عضلانی ناکافی تنه یا ثبات مرکزی ممکن است پایداری پویای اندام تحتانی را تحت تأثیر قرار دهد و استرین وارد بر لیگامان های مچ پا را افزایش داده و منجر به آسیب شود. پس منطقی به نظر می رسد که عضلات پروگزیمال نیز بر مفصل مچ پا اثرگذار باشند [۲۸] و برنامه های تمرینات ثبات بخش مرکزی می تواند باعث کاهش فشار روی مفصل مچ پا و در نهایت کاهش درد در این مفصل شود [۲۷]. مطالعات از برنامه های مداخله ای گوناگونی برای تغییر مکانیک اندام تحتانی و تنه طی فعالیت های پویا استفاده کردند [۲۹]. محققان پیشنهاد کرده اند که ثبات دینامیکی مچ پا به کنترل بخش مرکزی وابسته است [۳۰]. نتایج مطالعات پیشین نشان می دهد که تمرینات ثباتی به طور معنی داری و وضعیت عملکردی را در بیماران مبتلا به بی ثباتی مچ پا بهبود می بخشد. با وجود مزایای مذکور برای تمریناتی با ماهیت ثباتی (مانند تمرینات بخش مرکزی و عصبی-عضلانی)، هایوگن و همکاران (۲۰۱۶) معتقدند که انقباض صحیح عضلات ثبات دهنده بعد از ۲ یا ۳ جلسه تمرین انجام نمی شود و هر تمرین جدید باید بطور مداوم توسط درمانگر اصلاح شود. این موضوع در آموزش و یادگیری تمرینات ثباتی رخ می دهد و می تواند نتایج را متأثر کند. به همین دلیل عنوان شده است که تمرینات هاپینگ در درمان کمردرد مفید بوده و منجر به افزایش انعطاف پذیری و مرکزی شدن درد می گردد. هدف این نوع تمرینات این است که به طور مستقیم و فوری منجر به کاهش یا حذف علائم درد شوند. این کار از طریق اعمال بار در انتهای دامنه مکانیکال به عناصر ایجاد کننده درد انجام می شود. هم چنین سونگ مین نام و همکاران (۲۰۱۶) به این نتیجه رسیدند که تمرینات ثبات مرکزی در بهبود درد و عملکرد مفصل زانو تأثیر شایانی داشته است. آن ها بیان کردند که ناحیه کمر، لگن و ران با عضلات اطراف آن به عنوان ناحیه مرکزی بدن خوانده می شود و با توجه به این که موقعیت آناتومیکی مرکز ثقل در این ناحیه واقع شده است و حرکات فرد از آنجا ناشی می شود، ثبات این ناحیه اهمیت زیادی دارد. ضعف و عدم تعادل عضله در درد مزمن و اسپرین مجدد مچ پا دخیل هستند [۳۱]. بنابراین نتایج مذکور، با این پژوهش همخوانی دارد. در تحقیق ایل بیگی و همکاران (۱۳۹۳) که به مطالعه تأثیر شش هفته تمرین پیلاتس بر تعادل و میزان درد افراد مبتلا به اسپرین مچ پا پرداختند، نتایج نشان داد که شش هفته تمرین پیلاتس توانست باعث افزایش تعادل آزمودنی ها شود؛ اگرچه در میزان درد آن ها تغییرات معناداری مشاهده نشد [۱]. نتایج پژوهش مذکور با تحقیق حاضر همخوانی ندارد و علت همخوان نبودن آن نیز به دلیل پروتکل تمرینی متفاوت، نمونه ها و محدودیت های کنترل نشده است.

چند سال گذشته مورد توجه قرار گرفته است. در مقابل رویکرد عمومی تمرینی، هدف این نوع استراتژی، فعال نمودن عضلات ناحیه مچ پا مستقل از سایر عضلات پروگزیمال اندام تحتانی بخصوص عضلات ناحیه مرکزی است. این تمرینات به نحوی طراحی شده اند تا عضلات مولتی فیدوس کمر را به روش تونیک با بار کم و به صورت ایزومتریک فعال کنند تا عملکرد عضله مولتی فیدوس را تسهیل نموده و از این طریق، کنترل سگمان های کمری توسط این عضله تسهیل گردد. ویژگی بسیار مهم این نوع تمرینات این است که عضلات ثبات دهنده موضعی را با سطح انقباضی کمتر از ۱۰ تا ۲۰ درصد حداکثر انقباض ارادی وارد عمل میکند. انجام تمرینات با سطح انقباضی بالاتر باعث عدم عملکرد عضلات موضعی و جایگزین شدن آن توسط عضلات گلوبال می شود. محققان برای ارزیابی مکانیک مفصل در ناحیه دیستال و پروگزیمال محلی که آسیب رخ داده است، تمرکز کردند. این امر عمدتاً به دلیل زنجیره حرکتی فعالیت های ورزشی می باشد. وقتی انتهای دیستال سگمنت بطور نسبی فیکس شود؛ حرکت در یک سگمنت بر دیگر سگمنت ها در زنجیره حرکتی تأثیر می گذارد. تأثیر مکانیک پا بر ساختارهای بالایی به خوبی مطالعه شده است؛ اما تأثیر ثبات پروگزیمال روی ساختار اندام تحتانی و آسیب های آن هنوز مشخص نیست [۲۵]. با در نظر گرفتن تنوع زیاد حرکاتی که ورزش شکاران در حین ورزش انجام می دهند، ورزش شکاران باید ثبات کافی در عضلات تنه و لگن داشته باشند تا ثبات در تمام صفحات حرکتی فراهم گردد. ایرلند (۲۰۰۲) گزارش کرد که عضلات شکمی تیلت قدامی لگن را کنترل می کنند و این امر باعث کاهش اداکشن و چرخش داخلی ران می شود [۲۶]. این یافته ها علاوه بر شواهد تجربی، برخی از محققان را به سمتی سوق داده است که پیشنهاد کنند، اندام تحتانی ممکن است «قربانی بی ثباتی بخش مرکزی» نسبت به راستا و ثبات اندام تحتانی طی فعالیت های ورزشی باشد.

ارتباط کینتیکی نزدیکی بین حرکات قسمت پروگزیمال اندام تحتانی و مچ پا وجود دارد. بنابراین تغییر در کینماتیک قسمت پروگزیمال و الگوهای فعالیت عضلات آنها ممکن است بر نیروهای وارده بر مفصل مچ پا تأثیر بگذارد. در حالی که بخش مرکزی عمل مستقیمی روی مفصل مچ پا ندارد، فعالیت عضلات این ناحیه بر راستای اندام تحتانی و ظرفیت تحمل بار مچ پا تأثیر می گذارد. شواهدی وجود دارد که نشان می دهد تمرین عضلات بخش مرکزی در کاهش نیروهای وارده بر بدن مؤثر است. ثبات پویای تنه و اندام تحتانی روی کنترل عصبی-عضلانی مجموعه کمری-لگنی-رانی پایه گذاری می شود. تمرین عضلات بخش مرکزی، ثبات و ظرفیت استقامتی عضلات بخش مرکزی را بهبود می دهد که ممکن است سبب بهبود عملکرد و هم چنین کاهش نیروهای وارد بر بدن در فعالیت های استقامتی و در نتیجه کاهش درد گردد. مطالعات نشان دادند که عضلات بخش مرکزی، لگن را طی

<sup>3</sup> Core stability

<sup>1</sup> Ireland

<sup>2</sup> victim of core instability



## ۵. نتیجه گیری

- 13 - Hung, Y.-j.J.W.j.o.o., Neuromuscular control and rehabilitation of the unstable ankle. 2015. 6 (5): p. 434.
- 14 - Tveter, A.T., I.J.G. Holm, and posture, Influence of thigh muscle strength and balance on hop length in one-legged hopping in children aged 7-12 years. 2010. 32 (2): 259-262.
- 15 - Pietrosimone, B.G. and P.A.J.J.o.a.t. Gribble, Chronic ankle instability and corticomotor excitability of the fibularis longus muscle. 2012. 47 (6): p. 621-626.
- 16 - Buchanan, A.S., C.L. Docherty, and J.o.a.t. Schrader, Functional performance testing in participants with functional ankle instability and in a healthy control group. 2008. 43 (4): p. 342
- 17 - Hung, Y.-j.J.W.j.o.o., Neuromuscular control and rehabilitation of the unstable ankle. 2015. 6 (5): p. 434.
- 18 - Chan, K.W., B.C. Ding, and K.J.J.B.o.t.N.h.f.j.d. Mroczek, Acute and chronic lateral ankle instability in the athlete. 2011. 69 (1): p. 17.
- 19 - Rozzi, S.L., et al., Balance training for persons with functionally unstable ankles. 1999. 29 (8): p. 478-486.
- 20 - Reiman, M.P. and R.C. Manske, Functional testing in human performance. 2009: Human kinetics.
- 21 - Hamilton, R.T., et al., Triple-hop distance as a valid predictor of lower limb strength and power. 2008. 43 (2): p. 144-151.
- 22 - Fong, C.-M., et al., Ankle-dorsiflexion range of motion and landing biomechanics. 2011. 46 (1): p. 5-10.
- 23 - Johanson, M.A., et al., Heel lifts and the stance phase of gait in subjects with limited ankle dorsiflexion. 2006. 41(2): 159.
- 24 - Gabriel, D.A., G. Kamen, and G.J.S.M. Frost, Neural adaptations to resistive exercise. 2006. 36 (2): p. 133-149.
- 25 - Webster, K.A. and P.A.J.J.o.s.r. Gribble, Functional rehabilitation interventions for chronic ankle instability: a systematic review. 2010. 19 (1): p. 98-114
- 26 - Letafatkar, A., et al., Effects of perturbation training on quadriceps and hamstring electromyographic ratios %J koomesh. 2014. 15 (4): p. 469-481.
- 27 - Clark, R.C., et al., Associations between three clinical assessment tools for postural stability. 2010. 5 (3): p. 122.
- 28 - Santos, M.J., et al., Unloading reactions in functional ankle instability. 2008. 27 (4): p. 589-594.
- 29 - Reid, A., et al., Hop testing provides a reliable and valid outcome measure during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. 2007. 87 (3): p. 33
- 30 - Leetun, D.T., et al., Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2004. 36 (6): p. 926-934.
- 31 - Ireland, M.L., The female ACL: why is it more prone to injury? *Orthopedic Clinics*, 2002. 33 (4): p. 637
- 32 - Zazulak, B.T., et al., The effects of core proprioception on knee injury. *The American Journal of Sports Medicine*, 2010. 35 (3): p. 368.
- 33 - Yu, B., C.-F. Lin, and W.E. Garrett, Lower extremity biomechanics during the landing of a stop-jump task. *Clinical Biomechanics*, 2006. 21 (3): p. 297 -305
- 34 - Jackson, K.R., The effect of different exercise training interventions on lower extremity biomechanics and quality of movement in high school female athletes. 2011, University of Virginia.
- 35 - Shirey, M., et al., The influence of core musculature engagement on hip and knee kinematics in women during a single leg squat. *International journal of sports physical therapy*, 2012. 7 (1): p. 1.
- 36 - Nam, S.-m., W.-b. Kim, and C.-k.J.J.o.p.t.s. Yun, Effects of balance training by knee joint motions on muscle activity in adult men with functional ankle instability. 2016. 28 (5): p. 1629.

انجام شش هفته تمرینات ترکیبی (ثبات دهنده مرکزی و عصبی-عضلانی) سبب بهبود درد، ویژگی های عملکردی و دامنه حرکتی زنان مبتلا به بی ثباتی عملکردی مچ پا می شود. تمرینات ترکیبی تاثیر بیشتری بر بهبود درد نسبت به تمرینات هایپینگ دارد. تمرینات هایپینگ تاثیر بیشتری بر ویژگی های عملکردی این زنان نسبت به تمرینات ترکیبی (ثبات دهنده مرکزی و عصبی-عضلانی) دارد. تمرینات هایپینگ تاثیر بیشتری بر دامنه حرکتی پلاننار فلکشن دارد، اما تمرینات ترکیبی (ثبات دهنده مرکزی و عصبی-عضلانی) تاثیر بیشتری بر دامنه حرکتی دور سی فلکشن دارد. این نتایج، اهمیت نقش عضلات هردو ناحیه پروگزیمال و دیستال را در کاهش و جلوگیری از پیچ خوردگی و مشکلات مچ پا مورد تایید قرار می دهد و یادآور این موضوع است که در توانبخشی مچ پا باید به کل زنجیره حرکتی توجه شود.

## منابع

- 1 - Asadi, M., Mino-nejad, H. Alizadeh, M, H. Effect of Eight Weeks of Ai Chi exercise on Balance, Proprioception, and Performance of Elite Female Athletes with Functional Ankle Instability. Vol 12. No 3. 1402. Monthly scientific research of rehabilitation medicine. P 504-519.
- 2 - Saki F. Bakhtiyari khou Sh. Faghi mahmoud k. Shakiba E. Comparison of functional tests scores in football players with and without Chronic ankle instability. Vol13. No 29. P 183-206. 1401. Journal of Sports medicine studies.
- 3 - Ranjbar zadeh F. Shojaeddin S. Moradi M. Letafat kar A. The effectiveness of eight weeks of a comprehensive combination program on the functional strength of active men with functional instability of the ankle. Vol 3. No 114. 1397. Journal of Advancees in Medical and Biomechanical Research Magiran.
- 4 - Ill beigi, S. Heidari M. Sagheb jou M. The effect of 6 weeks of Pilates training on the balance and pain level of people with ankle sprains. Vol 2. No 3. 49-41.1394. Journal of research in sports rehabilitation.
- 5 - Yalfani A. Sharifi M. Raeisi z. A Comparison between Two Methods of Exercise in Water and Land to Improve Pain, Function, Static and Dynamic Balance in Patients with Chronic Ankle Sprain. *Journal of Sport Sciences and Health Research*, Vol:7 Issue: 15, 2016.
- 6 - Sadeghipour, H.R., et al., Effect of Star Excursion Balance Training on ankle sprain injury rehabilitation. 2014: p. 123
- 7 - Kaminski, T.W. and T.M.J.P.T.i.S. Gerlach, the effect of tape and neoprene ankle supports on ankle joint position sense. 2001. 2 (3): p. 132-140.
- 8 - Refshauge, K.M., et al., The effect of recurrent ankle inversion sprain and taping on proprioception at the ankle. 2000. 32 (1): p. 10-15
- 9 - Riemann, B.L.J.J.o.a.t., Is there a link between chronic ankle instability and postural instability? 2002. 37 (4): 386.
- 10 - Clark, M. and S. Lucett, NASM essentials of corrective exercise training. 2010: Lippincott Williams & Wilkins.
- 11 - Klügl, M., et al., The prevention of sport injury: an analysis of 12 000 published manuscripts. 2010. 20 (6): p. 407
- 12 - Holmes, A. and E.J.S.M. Delahunt, Treatment of common deficits associated with chronic ankle instability. 2009. 39 (3): p. 207-224.