Original Article

Comparison of effect of hopping and combined balance - strength training on balance and lower extremity selected muscles strength of soccer men with chronic ankle instability

Hadi Mohammadinia Samakosh (M.Sc), M.Sc in Corrective Exercise and Sport Injuries, School of Physical Education and Sport Sciences, University of Kharazmi, Theran, Iran. **E-mail: shahramsamakosh92@gmail.com** ORCID ID: 0000-0002-9421-8830

***Seyed Sadradin Shojaedin (Ph.D)**, **Corresponding Author**, Associate Professor, Department of Biomechanics and Corrective Exercise and Sport Injuries, University of Kharazmi, Theran, Iran. **E-mail: sa_shojaedin@yahoo.com** ORCID ID: 0000-0003-0272-6748

Malihe Hadadnezhad (Ph.D), Assistant Professor, Department of Biomechanics and Corrective Exercise and Sport Injuries, University of Kharazmi, Theran, Iran. ORCID ID: 0000-0002-5826-1524

Abstract

Background and Objective: Reducion of efficiency of the muscles after long duration training increases the probability of injury after the occurrence of fatigue. Sprain lateral ankle is one of the most common injuries occurs during sport activities. This study was done to compare the effect of two types of hopping and combined balance - strength training on the balance of static and dynamic balance and strength of selected muscles in soccer men with unilateral chronic ankle instability.

Methods: In this quasi-experimental study 36 soccer men with unilateral chronic ankle instability non-randomly divided into the three groups including: control, hopping and combined balance - strength training groups. Check list was used to collect demographic information, for the measurement the balance of the static, dynamic balance and strength respectively of the tests bass stick and Y balance and manual muscle test were used.

Results: There was significant increasd of the balance of the static and the total result of dynamic balance in the two training groups in compare to controls ($P<0.05$). The subjects of the group trianing balance - strength in the all directions of the test Y performance were better than training hopping group ($P<0.05$). After training, the strength of abduction, adduction and inversion of ankle significantly increased in the two training groups in compare to controls ($P<0.05$). According to invertion test the ankle of subjects in balance - strength training group had beter function in compare to training hopping group ($P<0.05$). However, other factors such as strength, extension and flexion of the knee and dorsi and plantar flexion of the ankle were not significant between the two intervention groups.

Conclusion: Both the balance - strength and hopping training can be effective in improving the balance and strength soccer men with chronic ankle instability unilateral. However, it seems the training selected balance - strength training due to the comprehensive nature of it and the reason as to strengthen each of these factors for conduit and have a greater effect on athletes with chronic ankle instability to have faster recovery.

Keywords: Ankle sprain, Strength, Balance, Training hopping, Training balance – strength, Soccer player

Received 1 Jun 2018 **Revised** 13 Oct 2018 **Accepted** 26 Nov 2018

Cite this article as: Hadi Mohammadinia Samakosh, Seyed Sadradin Shojaedin, Malihe Hadadnezhad. [Comparison of effect of hopping and combined balance - strength training on balance and lower extremity selected muscles strength of soccer men with chronic ankle instability]. J Gorgan Univ Med Sci. 2019 Autumn; 21(3): 69-78. [Article in Persian]

تحقیقی

مقایسه اثر دو نوع تمرین هاپینگ و ترکیبی تعادلی - قدرتی بر تعادل ایستا، تعادل پویا و قدرت عضلات منتخب مردان فوتبالیست مبتلا به پیچ خوردگی مزمن یک‌طرفه مچ پا

هادی محمدی نیا سماکوش، کارشناس ارشد آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران. ORCID ID: 0000-0002-9421-8830 shahramsamakosh92@gmail.com

*** دکتر سید صدرالدین شجاع الدین**، دانشیار، گروه بیومکانیک و آسیب شناسی ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران. ORCID ID: 0000-0003-0272-6748

دکتر ملحیه حداد نژاد، استادیار، گروه بیومکانیک و آسیب شناسی ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران. ORCID ID: 0000-0002-5826-1524

چکیده

زمینه و هدف: *کاهش کارایی عضلات پس از تمرینات ورزشی طولانی مدت، سبب افزایش احتمال آسیب پس از وقوع خستگی می‌شود. پیچ خوردگی (sprain) جانبی مچ پا یکی از رایج‌ترین صدماتی است که حین انجام فعالیت‌های ورزشی رخ می‌دهد. این مطالعه به منظور مقایسه اثر دو نوع تمرین هاپینگ و ترکیبی تعادلی - قدرتی بر تعادل ایستا، تعادل پویا و قدرت عضلات منتخب مردان فوتبالیست مبتلا به پیچ خوردگی مزمن یک‌طرفه مچ پا انجام گردید.*

روش بررسی: *در این مطالعه شبه‌تجربی ۳۶ مرد فوتبالیست با بی ثباتی مزمن یک طرفه مچ پا به صورت غیرتصادفی در سه گروه ۱۲ نفری شامل گروه کنترل، گروه تمرین هاپینگ و گروه تمرین ترکیبی تعادلی –قدرتی قرار گرفتند. برای جمع‌آوری اطلاعات دموگرافیک از چک لیست استفاده شد. برای اندازه‌گیری تعادل ایستا، تعادل پویا و قدرت به ترتیب از آزمون‌های تعادلی باس استیک و وای و قدرت‌سنج دستی استفاده شد.*

یافته‌ها: *بین تعادل ایستا و نتیجه کل تعادل پویا دو گروه تمرینی در مقایسه با گروه کنترل افزایش آماری معنی‌داری یافت شد ($P<0/05$). آزمودنی‌های گروه تمرین تعادلی - قدرتی در تمامی جهت‌های آزمون Y عملکرد بهتری نسبت به گروه تمرینی هاپینگ نشان دادند ($P<0/05$). مچ پا دو گروه تمرینی پس از اعمال تمرین در قدرت ابداکشن ران، اداکشن ران و اینورژن افزایش آماری معنی‌داری نشان داد ($P<0/05$). آزمودنی‌های گروه تمرین تعادلی - قدرتی عملکرد نسبتاً بهتری در آزمون اورژن مچ پا داشتند. با این حال در سایر عوامل نظیر قدرت اکستنشن و فلکشن زانو و دورسی فلکشن و پلانتارفلکشن مچ پا تفاوت آماری معنی‌داری بین دو گروه مداخله مشاهده نشد.*

نتیجه‌گیری: *هر دو تمرینات تعادلی - قدرتی و هاپینگ می‌توانند در بهبود تعادل و قدرت مردان فوتبالیست مبتلا به پیچ خوردگی مزمن یک‌طرفه مچ پا اثرگذار باشند. با این حال به‌نظر می‌رسد تمرینات منتخب تعادلی –قدرتی به علت جامع بودن آن و به این دلیل که به تقویت هر یک از این عوامل به صورت مجزا تاکید دارد؛ نسبت به تمرینات هاپینگ در بهبودی سریع‌تر ورزشکاران با پیچ خوردگی مزمن یک‌طرفه مچ پا بتواند تاثیر بیشتری داشته باشد.*

کلید واژه‌ها: *پیچ خوردگی مچ پا ، قدرت ، تعادل ، تمرین هاپینگ ، تمرین تعادلی –قدرتی ، ورزش فوتبال*

* نویسنده مسؤول : دکتر سید صدرالدین شجاع الدین ، پست الکترونیکی sa_shojaedin@yahoo.com

نشانی : تهران، خیابان شهید مفتح نرسیده به انقلاب، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تلفن و نمابر ۸۸۸۲۵۸۱۸-۰۲۱

وصول مقاله: ۱۳۹۷/۳/۱۱ ، اصلاح نهایی: ۱۳۹۷/۷/۲۱ ، پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۹/۵

مقدمه

ورزشکاران در رشته‌های ورزشی تمرینات طولانی مدتی را انجام می‌دهند که موجب ایجاد خستگی در قسمت‌های مختلف ساختارهای کنترل عصبی عضلانی، از جمله سیستم عصبی مرکزی، کنترل عصبی عضله و خود عضله می‌شود که کاهش کارایی عضلات و افزایش احتمال آسیب پس از وقوع خستگی را موجب می‌شود (۱). از جمله مفاصلی که بیشترین آسیب دیدگی‌های ورزشی را به خود اختصاص می‌دهد؛ مفصل مچ پا است (۲و۳). پیچ خوردگی جانبی مچ پا (lateral ankle sprain) یا بی‌ثباتی مچ پا یکی از رایج‌ترین این صدمات است که حین انجام فعالیت‌های ورزشی و کارهای روزانه زندگی اتفاق می‌افتد (۴و۵). این آسیب ۱۵ تا ۳۰ درصد آسیب‌های ورزشی را شامل می‌شود و میزان بازگشت آن بالاتر از ۷۵ درصد گزارش شده است (۴). این آسیب‌ها در فوتبال، فوتسال، بسکتبال، والیبال و ورزش‌هایی که نیاز به تغییر جهت سریع حرکت بدن دارند؛ بیشتر اتفاق می‌افتد (۲). سالانه حدود ۵۲۰ هزار نفر در هلند دچار آسیب مچ پا می‌شوند که ۲۰۰ هزار مورد آن ناشی از ورزش است. حدود نیمی از این آسیب‌ها درمان پزشکی دریافت می‌کنند و ۴۰ درصد آنها دچار

ناپایداری مزمن می‌شوند (۶). در ورزشکاران رشته فوتبال بیش از ۲۰ درصد از آسیب‌ها مربوط به اسپرین مچ پا بوده و ۷۴ درصد از بازیکنان آسیب دیده، علایم آن را ۱/۵ تا ۴ سال پس از وقوع آسیب با خود به همراه دارند (۷). عوامل و سازوکارهای زیادی وجود دارد که تصور می‌شود باعث افزایش وقوع اسپرین مچ پا می‌گردند که می‌توان آنها را به عوامل خطرزای درونی (راستای پشت پا، اندازه پا، شلی لیگامنت‌ها، کنترل عصبی - عضلانی، بی‌ثباتی، ضعف عضلانی و تحرک محدود مفصل مچ پا) و عوامل خطرزای بیرونی (نوع کفش، نوع و شدت فعالیت ورزشی و گرم کردن) تقسیم کرد (۸). ضعف عضلات و به دنبال آن افزایش شلی مفصل مچ پا و نقص حسی حرکتی در نتیجه اسپرین با نقص تعادل و کنترل وضعیتی در ارتباط است (۴). کنترل وضعیتی دو بعد ایستا و پویا دارد. تلاش برای حفظ سطح اتکا با کمترین میزان حرکت را بعد ایستا و تلاش برای حفظ سطح اتکا، حین انجام حرکات مختلف را کنترل وضعیتی پویا می‌گویند (۹). موضوع کنترل پاسچر به عنوان یکی از مفاهیم بحث برانگیز سیستم حسی - حرکتی، به بررسی ارتباطی پیچیده و متقابل میان دروندادهای حسی و پاسخ‌های حرکتی مورد نیاز، به منظور حفظ و یا تغییر پاسچر می‌پردازد (۱۰). وقتی مچ پا دارای اسپرین می‌شود؛ صدمه نه تنها در استحکام ساختاری لیگامنت‌ها، بلکه در گیرنده‌های مکانیکی مختلفی در کپسول مفصلی، لیگامنت‌ها و تاندون‌های مربوط به مجموعه مچ پا اتفاق می‌افتد (۱۱). وقتی ورودی‌های آوران بعد از صدمه تغییر می‌کنند، انقباضات عضلانی مناسب تغییر خواهد کرد. بنابراین صدمه گیرنده‌های مکانیکی اطراف مفصل مچ پایی که دچار اسپرین مچ پا شده؛ می‌تواند منجر به نقص‌های عملکردی، نقص در تعادل، نقص در قدرت و ناپایداری مزمن ناشی از آسیب اولیه شود (۲و۱۱). برای بهبود عملکرد (تعادل ایستا و پویا) افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن رباط مچ پا تمرینات مختلفی همچون تمرینات تعادلی، پیلاتس، ثبات مرکزی، تمرین در آب و تمرینات مربوط به بهبود حس عمقی ارایه شده است (۱۱). Claiborne و همکاران حرکت زانو در صفحه فرونتال (واروس/ والگوس) را از طریق سیستم ثباتی کنترل نمودند و به نقش بسیار مهم عضلات این بخش (ابداکتور و اداکتورهای ران) در کنترل واروس و والگوس زانو حین انجام فعالیت‌هایی که پا بر روی زمین قرار دارد؛ اشاره کردند (۱۲). Schiftan و همکاران به اثر برنامه تمرینی مرتبط با حس عمقی بر بهبود آسیب بی‌ثباتی مزمن رباط مچ پا اشاره کردند (۲). در تحقیق دیگری عباسی و همکاران با مقایسه سه نوع تمرینات فانکشنال (هاپینگ)، اکسترافانکشنال (ثبات مرکزی) و ترکیبی بر تعادل پویای ورزشکاران مبتلا به بی‌ثباتی مچ پا؛ اثر معنی‌دار تمرینات عملکردی (هاپینگ) بر تعادل پویای این افراد را نشان دادند (۱۳). همچنین Hale و همکاران به اثر تمرینات قدرتی و عملکردی بر بهبود تعادل و همچنین قدرت عضلات دورسی و پلانتارفلکشن مچ پا اشاره کردند (۱۱). از آنجایی که در افراد دارای بی‌ثباتی مزمن مچ پا قدرت عضلات کاهش می‌یابد؛ ممکن است بهبود قدرت با اثرگذاری بر حس عمقی، تعادل را بهبود بخشد (۱۴). البته تحقیق متناقضی نیز در این زمینه وجود دارد (۱۵). در مطالعه اکبری و همکاران مشخص گردید بعد از اسپرین جانبی درجه ۱ و ۲ و به‌دنبال آن بی‌ثباتی مزمن مچ پا، مشکلات تعادل ایجاد می شود که نتیجه اختلال در حس عمقی بوده و به‌خصوص قسمت ناخودآگاه حس عمقی که برخلاف بخش خودآگاه است. احتمالاً این عامل نقش مهمی در بازگشت اسپرین دارد (۱۶). به نظر می‌رسد تمرینات مرتبط با بهبود حس عمقی بر بهبود تعادل و بهبود این عارضه موثر باشد. به طوری که خدابخشی و همکاران به این موضوع در بسکتبالیست‌های مبتلا به اسپرین مچ پا اشاره کردند (۱۷). به‌طور کلی مشخص شده تمرینات قدرتی، تعادلی و حس عمقی بر بهبود تعادل افراد دارای بی‌ثباتی مزمن مچ پا به عنوان یک شاخص عملکردی اثرگذار هستند؛ اما در تحقیقات به‌طور جامع به بررسی تغییرات قدرت بخش‌های مختلف اندام تحتانی از جمله ران، زانو و مچ پرداخته نشده است. از طرفی دیگر تمرینات به شکل جامع و به‌صورتی نبوده که قدرت اندام تحتانی، تعادل و حس عمقی مچ پا و یا ناحیه ثبات مرکزی را در کنار هم و به صورت جامع در یک برنامه تمرینی جای دهد و به تقویت آنها بپردازد. به‌عنوان مثال Schiftan و همکاران به بررسی تمریناتی در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مچ پا پرداختند که بر روی بهبود حس عمقی مچ پا تمرکز داشت (۲) و یا Hale و همکاران (۱۱) دو نوع تمرین مجزا که یکی از آنها بر روی قدرت تمرکز داشت و دیگری از نوع عملکردی بود را مورد مقایسه قرار داده بودند. این مطالعه به منظور مقایسه اثر دو نوع تمرین هاپینگ و ترکیبی تعادلی - قدرتی بر تعادل ایستا، تعادل پویا و قدرت عضلات منتخب مردان فوتبالیست مبتلا به پیچ خوردگی مزمن یک‌طرفه مچ پا انجام گردید.

روش بررسی

این مطالعه شبه تجربی روی ۳۶ مرد فوتبالیست مبتلا به بی ثباتی مزمن یک‌طرفه مچ پا در شهرستان بابل در سال ۱۳۹۷ انجام شد.

این مطالعه مورد تایید کمیته اخلاق (IR.MODARES.REC.1397.043) دانشگاه تربیت مدرس قرار گرفت.

معیارهای ورود به مطالعه شامل فوتبالیست بودن، داشتن سابقه خالی شدن مکرر یک‌طرفه مچ پا در شش ماه گذشته و داشتن حداقل ۴ سال سابقه فعالیت در رشته فوتبال بودند. معیارهای عدم ورود به مطالعه شامل داشتن سابقه جراحی در اندام تحتانی، وجود

سابقه آسیب دیدگی در یک سال گذشته در ناحیه تنه و اندام تحتانی بودند.

شناسایی آزمودنی‌ها در دو مرحله تکمیل چک لیست و تشخیص پزشک متخصص (آزمون‌های بالینی) انجام شد.

آزمودنی ها به‌صورت غیرتصادفی هدف‌دار در سه ۱۲ نفری گروه کنترل، گروه تمرین هاپینگ و گروه تمرین ترکیبی تعادلی – قدرتی قرار گرفتند.

پروتکل تمرین هاپینگ: شامل شش نوع هاپینگ بود که به مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته و هر جلسه ۳۰ دقیقه انجام شد. شدت تمرینات با توجه به رعایت اصل اضافه بار و پیشرونده بودن، با افزودن حرکات در هر هفته اعمال شد. پروتکل شامل تمرینات هاپینگ به سمت جلو، هاپینگ به صورت مربع، هاپینگ به طرفین، هاپینگ به جلو عقب، هاپینگ به صورت زیگزاگ و هاپینگ به صورت هشت لاتین بود (۱۲و۱۳) (جدول یک).

پروتکل تمرین ترکیبی تعادلی – قدرتی: از ۱۳ نوع تمرین تشکیل شد و تمرینات ۳ جلسه در هفته به مدت ۸ هفته انجام شد. پروتکل شامل تمرینات پل از شکم، فلکشن ۶۰ درجه، حرکت قیچی پا، کار با کش ورزشی، حرکت کنار دیوار، ایستادن روی یک پا، اسکات، اسکات روی یک پا، اسکات جهش، تاک جامپ، جهش به طرفین،کار با وبل بورد و جهش طولی بودند (۹). شدت تمرینات به‌صورت فزاینده با افزایش تعداد ست‌ها و تکرار حرکات، در هر دو هفته افزایش یافت. استراحت بین ست ۳۰ ثانیه و استراحت پایان ست یک دقیقه بود (جدول ۲).

برای جمع‌آوری اطلاعات دموگرافیک و اطلاعات در مورد سابقه ورزشی از چک لیست و برای اندازه‌گیری قدرت از دینامومتر دستی استفاده شد. تعادل ایستا و پویا به ترتیب با استفاده از آزمون‌های تعادلی باس استیک و ستاره ارزیابی شدند.

ارزیابی قدرت ابداکشن و اداکشن ران: قدرت ابداکتورهای ران در وضعیتی اندازه‌گیری شد که آزمودنی روی میز معاینه به پهلو خوابیده، به کمک استرپ پای مورد آزمون در زاویه‌ای ثابت شد که ران در ۱۰ درجه ابداکشن، در وضعیت طبیعی قرار گرفت. تنه آزمودنی با استفاده از یک استرپ که بر بالای تاج خاصره و اطراف میز درمان بسته شد؛ ثابت گردید. در ران پای مورد آزمون، مرکز فشار نیروی دینامومتر روی نقطه‌ای که در ۵ سانتی‌متری پروگزیمال خط جانبی مفصل زانو بود؛ قرار گرفت. بعد از صفر شدن دینامومتر از آزمودنی خواسته شد تا یک انقباض ایزومتریک بیشینه ابداکشن ران را انجام دهد و آن را برای ۵ ثانیه نگه دارد. ۳ بار و بین هر بار انجام ۱۵ ثانیه استراحت در نظر گرفته شد. میانگین هر سه بار انقباض ایزومتریک انجام شده بر حسب کیلوگرم نیرو ثبت گردید (۱۸).

ارزیابی قدرت فلکشن و اکستنشن ران: قدرت اکستنسورهای زانو در وضعیت خوابیده به پشت بر روی تخت معاینه و با زانوی در وضعیت ۹۰ درجه نسبت به ران اندازه‌گیری شد؛ در حالی که ناحیه ران با دو باند ثابت شدند. محل قرارگیری سر دینامومتر برای اندازه‌گیری قدرت اکستنسورها در سطح قدامی انتهای دیستال ساق پا در نظر گرفته شد. آنگاه بعد از صفر کردن دینامومتر از آزمودنی خواسته شد که یک انقباض ایزومتریک بیشینه اکستنشن و فلکشن زانو را انجام داده و آن را برای ۵ ثانیه نگه دارد. برای این آزمون ۳ تکرار و بین هر تکرار ۱۵ ثانیه استراحت در نظر گرفته شد. میانگین هر سه بار انقباض ایزومتریک انجام شده بر حسب کیلوگرم نیرو ثبت گردید (۱۸).

ارزیابی قدرت دورسی فلکشن و پلانتارفلکشن: فرد در حالت نشسته به نحوی قرار گرفت که مفصل زانو در اکستنشن و مچ پا در وضعیت صفر درجه بود. برای اندازه‌گیری قدرت پلانتار، دینامومتر در پروگزیمال متاتارسوفالانژیال بر روی سطح پلانتار قرار گرفت و از فرد خواسته شد تا مچ پا را به سمت پایین ببرد و برای اندازه‌گیری قدرت دورسی فلکسورها دینامومتر در پروگزیمال مفاصل متاتارسوفالانژیال بر روی سطح دورسال قرار گرفت و از فرد خواسته شد تا مچ پا را به سمت بالا ببرد (۱۹).

ارزیابی اینورژن و اورژن مچ پا: قدرت اینورژن و اورژن مچ پا در وضعیت نشسته با پاهای کشیده به بیرون و جلو اندازه‌گیری شد. در ارزیابی اینورژن دینامومتر در جانب داخلی و برای ارزیابی اورژن در جانب خارجی مچ پا قرار گرفت (۱۹).

ارزیابی تعادل ایستا: از آزمون تعادل باس استیک برای ارزیابی تعادل ایستا استفاده شد. مدت زمانی که فرد توانست در مدت ۶۰ثانیه بر روی پنجه پا بر روی یک قطعه الوار بار ۲/۵ سانتی‌متر بدون لمس زمین بایستد؛ ثبت شد. این آزمون سه بار برای پا دارای بی‌ثباتی مزمن مچ پا اجرا شد و زمان‌های سه کوشش با هم جمع شد و به عنوان امتیاز کلی در نظر گرفته شد (۲۰).

ارزیابی تعادل پویا: برای شروع آزمون تعادل پویا، طول واقعی پا یعنی از خار خاصره قدامی – فوقانی تا قوزک داخلی پا برای نرمال کردن داده‌ها و مقایسه آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری طول پا ابتدا از آزمودنی خواسته شد تا روی تخت در حالت درازکش به پشت قرار گیرد. سپس فاصله بین خار خاصره قدامی فوقانی تا بخش دیستال قوزک داخلی پا اندازه‌گیری شد. برای هر آزمودنی و هر پا دو مرتبه تکرار و میانگین گرفته شد.

سپس میانگین محاسبه شده به‌عنوان اندازه طول پا استفاده شد. در این پژوهش از آزمون تعادلی ستاره استفاده شد. آزمودنی در مرکز جهات ایستاد و سپس بر روی یک پا قرار گرفت و با پای دیگر عمل دستیابی را انجام و به حالت طبیعی روی دو پا بازگشت و پیش

جدول ۱ : تمرینات مربوط به پروتکل هاپینگ

هفته	حجم تمرین (تعداد جهش‌ها)	نوع تمرین (هاپینگ)	ست	تکرار
اول	۷۰	به طرفین با دو پا (دست‌ها آزاد)	۱۰	۳
		به جلو عقب با دو پا (دست‌ها آزاد)	۱۰	۲
		با حرکت به سمت جلو با دو پا (دست‌ها ازاد)	۱۰	۲
دوم	۹۰	به طرفین با دو پا (دست‌ها روی سینه)	۱۵	۲
		به جلو عقب با دو پا (دست‌ها آزاد)	۱۰	۲
		با حرکت به سمت جلو با دو پا (دست‌ها ازاد)	۱۰	۲
		به طرفین با یک پا (دست‌ها آزاد)	٤	۵
سوم	۱۰۰	به طرفین با یک پا (دست‌ها روی سینه)	۱۰	۳
		به جلو عقب با یک پا (دست‌ها آزاد)	۱۰	۲
		با حرکت به سمت جلو با دو پا (دست‌ها روی سینه)	۱۰	۳
		به صورت زیگزاگ با دو پا (دست‌ها آزاد)	۱۰	۲
چهارم	۱۱۰	به طرفین با یک پا (دست‌ها روی سینه)	۱۰	۲
		به جلو عقب با یک پا (دست‌ها روی سینه)	۱۰	۲
		با حرکت به سمت جلو با یک پا (دست‌ها آزاد)	۱۰	۳
		به صورت زیگزاگ با یک پا (دست‌ها آزاد)	۱۰	۲
		به صورت مربع با دو پا (دست‌ها آزاد)	۱۰	۲
پنجم و ششم	۱۲۰	به طرفین با یک پا (دست‌ها پشت سر)	۱۰	۲
		به جلو به جلو با یک پا (دست‌ها پشت سر)	۱۰	۲
		با حرکت به سمت جلو با یک پا (دست‌ها روی سینه)	۱۰	۲
		به صورت زیگزاگ با یک پا (دست‌ها روی سینه)	۱۰	۲
		به صورت مربع با یک پا (دست‌ها آزاد)	۱۰	۲
		به صورت هشت لاتین با دو پا (دست‌ها آزاد)	۱۰	۲
هفتم و هشتم	۱۳۰	به طرفین با یک پا (دست‌ها پشت سر)	۱۰	۳
		به جلو عقب با یک پا	۱۰	۲
		با حرکت به سمت جلو با یک پا (دست‌ها پشت سر)	۱۰	۲
		زیگزاگ با یک پا (دست‌ها پشت سر)	۱۰	۲
		به صورت مربع با یک پا (دست‌ها روی سینه)	۱۰	۲
		به صورت هشت لاتین با یک پا (دست‌ها آزاد)	۱۰	۲

جدول ۲ : تمرینات مربوط به پروتکل تعادلی - قدرتی

فعالیت	دوره برنامه در هفته							
	۱-۲		۳-٤		۵-٦		۷-۸	
	ست	تکرار/ثانیه	ست	تکرار/ثانیه	ست	تکرار/ثانیه	ست	تکرار/ثانیه
پل از شکم	۳	۲۰	۳	۲۵	٤	۳۰	۵	۳۰
فلکشن ٦۰ درجه	۳	۲۰	۳	۲۵	٤	۳۰	۵	۳۰
ضربات بال بال زدن با پا	۳	۱۰	۳	۱۵	٤	۱۵	۵	۱۵
کار با کش ورزشی	۳	۱۰	۳	۱۵	٤	۱۵	۵	۱۵
حرکت کنار دیوار	۳	۱۰	۳	۱۵	٤	۱۵	۵	۱۵
ایستادن روی یک پا	۳	۱۰	۳	۱۵	٤	۱۵	۵	۱۵
اسکات	۳	۸	۳	۱۲	٤	۱۵	۵	۱۵
اسکات روی یک پا	۳	۸	۳	۱۲	٤	۱۵	۵	۱۵
ایستادن روی یک پا	۳	۸	۳	۱۲	٤	۱۵	۵	۱۵
اسکات روی یک پا	۳	۸	۳	۱۲	٤	۱۵	۵	۱۵
ایستادن روی یک پا	۳	۸	۳	۱۲	٤	۱۵	۵	۱۵
Wobble board	۳	۸	۳	۱۲	٤	۱۵	۵	۱۵
اسکات جهش	۳	۸	۳	۱۲	٤	۱۵	۵	۱۵
تاک جامپ همراه بالا آمدن زانو	۳	۸	۳	۱۲	٤	۱۵	۵	۱۵
پرش طول درجا	۳	۸	۳	۱۲	٤	۱۵	۵	۱۵
پرش جفت پا به طرفین	۳	۸	۳	۱۲	٤	۱۵	۵	۱۵

جدول ۳ : میانگین و انحراف معیار آمار توصیفی پیش آزمون و پس آزمون مردان فوتبالیست مبتلا به بی‌ثباتی مزمن یک‌طرفه مچ پا در گروه‌های کنترل، تمرین هاپینگ و ترکیبی تعادلی - قدرتی

متغیرها	گروه کنترل		گروه تمرین هاپینگ		گروه ترکیبی تعادلی- قدرتی	
	میانگین و انحراف معیار		میانگین و انحراف معیار		میانگین و انحراف معیار	
	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون
قدرت ابداکشن ران (کیلوگرم)	۱۱/۷۳± ۱/۰۳	۱۱/۹۱± ۰/۹۷	۱۲/۵۱± ۱/۸۷	۱۳/۵۸± ۱/۹۹	۱۱/۷۵± ۱/۷٤	۱٤/۷۹± ۰/۸۲
قدرت اداکشن ران(کیلوگرم)	۱۰/٦۱± ۰/۹۳	۱۰/۸۳± ۰/۸۸	۱۰/٤٦± ۱/٦٦	۱۲/۱٤± ۱/۰۲	۱۰/۵۱± ۱/۲۵	۱۳/۱۹± ۱/۳٦
قدرت اکستنشن زانو (کیلوگرم)	۱۱/۱۷± ۰/۷۹	۱۱/۳۸± ۰/۳۸	۱۱/٤۵± ۱/۵۵	۱۳/۵۸± ۰/۹۱	۱۱/۸۲± ۱/۵٦	۱۲/۵٦± ۱/٤۲
قدرت فلکشن زانو (کیلوگرم)	۱۱/۳٦± ۰/۷۷	۱۱/۵۸± ۰/۷٦	۱۱/۷۹± ۱/۲۷	۱۳/٦۱± ۱/٤۳	۱۱/٤۹± ۰/۷۲	۱۳/۵٦± ۰/۸۲
قدرت پلانتارفلکشن مچ پا (کیلوگرم)	۹/۳٦± ۰/۷۹	۹/٦٦± ۰/۷۱	۹/۲٤± ۱/۲۳	۱۱/۹۰± ۱/۲۳	۸/۹۳± ۱/۰۷	۱۱/۳۰± ۱/۰۷
قدرت دورسی فلکشن مچ پا(کیلوگرم)	۹/۱۵± ۰/٦۸	۹/٤۲± ۰/٦٦	۸/۷۱± ۰/۷۳	۱۱/٤۱± ۱/۲۸	۸/۲۰± ۰/۷۳	۱۰/۹۱± ۱/۱۸
قدرت اورژن مچ پا(کیلوگرم)	٤/۷۰± ۰/٤۸	٤/۸۷± ۰/۵۱	٤/۹۵± ۰/۵۲	۵/٤۸± ۰/۷۱	٤/٦۹± ۰/٤۷	٦/۰۹± ۰/۷۲
قدرت اینورژن مچ پا(کیلوگرم)	۵/۵۲± ۰/٦۳	۵/٦۹± ۰/۷۲	۵/۳۳± ۰/۷٤	٦/٤۹± ۰/۷۵	۵/۵۳± ۰/۵٤	۷/٤۵± ۰/۵۱
تعادل ایستا (ثانیه)	۸/۸۵± ۱/۵۷	۸/۹۷± ۱/۷۳	۱۰/۰۷± ۲/۲٤	۱۱/۲۲± ۲/۱۳	۹/۳۳± ۱/۸۵	۱۵/۱۸± ۲/٦٤
جهت قدامی آزمون Y (سانتی‌متر)	۷۸/۲۰± ٦/۲۳	۷۸/۹۷± ۳/۱۱	۸۲/٤۱± ٦/۳۰	۸۳/۷٦± ۵/٦٤	۸۲/۳۵± ٦/۱۸	۸۸/۵٦± ۵/۲۱
جهت خلفی داخلی آزمون Y (سانتی‌متر)	۸۷/۸۱± ۲/۷۸	۸۸/٦۳± ۲/۸۱	۸٦/۵۹± ٤/۳۷	۹۲/۲۷± ٤/٦۷	۸۷/٤۲± ٦/٦۳	۹۵/۷۱± ٤/۲۱
جهت خلفی خارجی آزمون Y (سانتی‌متر)	۷۸/۱۹± ۳/۷۹	۷۹/۷۵± ۵/٤٦	۸۰/٦۹± ۸/۰۹	۸۵/۱٦± ٦/۲	۸۲/۵٤± ٤/۳۳	۸۹/٦۹± ٤/۰۱
میانگین کل آزمون Y (سانتی‌متر)	۸۱/٤۰± ۱/۳۳	۸۲/٤۵± ۱/۸۵	۸۳/۲۳± ٤/۹۰	۸۷/۰۷± ٤/۲۳	۸٤/۱۰± ۳/۱۹	۹۱/۳۲± ۲/۳۳

از انجام کوشش بعدی به مدت ۱۰ تا ۱۵ ثانیه در این حالت باقی ماند. تمام کوشش ها در یک جهت قبل از رفتن به جهت دیگر بایستی تکمیل می‌شد و باید در یک ترتیب متوالی ساعت‌گرد یا پادساعت گرد انجام می‌گردید. آزمودنی با پنجه پا دورترین نقطه ممکن را در هر یک از جهات تعیین‌شده لمس کرد. فاصله محل تماس تا مرکز، فاصله دستیابی بود که به سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. برای به‌دست آوردن اختلاف بین میانگین نمرات تعادل (آزمون ستاره) در هر جهت به‌صورت جداگانه از فرمول زیر استفاده شد (۲۱).

امتیاز = فاصله دستیابی تقسیم بر طول اندام ẋ ۱۰۰

داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS-22 تجزیه و تحلیل شدند. باتوجه به طبیعی بودن داده‌ها (آزمون شاپیرو- ویلک) و همچنین پیش‌فرض‌های آزمون کوواریانس، مفروضه همگنی واریانس گروه‌ها (آزمون لون) و همچنین همگنی شیب خط رگرسیون مقدار تعامل متغیر کووریت با متغیر وابسته در سطوح مختلف (گروه‌ها) بالاتر از ۰/۰۵ بود؛ از آزمون تحلیل کوواریانس و آزمون تعقیبی بونفرونی (بین گروهی) برای مقایسه تفاوت میانگین‌ها استفاده گردید.

یافته‌ها

سن و قد گروه های کنترل، تمرین هاپینگ و تمرین ترکیبی تعادلی – قدرتی به‌ترتیب ۲۳/۵۸ سال، ۲۴/۵۳ سال و ۲۳/۹۳ سال، ۱/۷۸ متر، ۱/۷۷ متر و ۱/۷۶ متر بودند.

وزن و شاخص توده بدنی گروه های کنترل، تمرین هاپینگ و تمرین ترکیبی تعادلی – قدرتی به‌ترتیب ۷۵/۸۳ کیلوگرم، ۷۵/۶۰ کیلوگرم و ۷۴/۹۳ کیلوگرم، ۲۱/۱۳ کیلوگرم برمترمربع، ۲۳/۸۷ کیلوگرم برمترمربع و ۲۳/۹۵ کیلوگرم برمترمربع بودند.

داده های آمار توصیفی پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه‌های مورد مطالعه در جدول ۳ آمده است.

افزایش آماری معنی‌داری بین گروه‌های تمرینی در متغیرهای تعادل و قدرت پس از هشت هفته تمرین مشاهده شد (P<۰/۰۵) (جدول ۴). به‌غیر از آزمون‌های قدرت فلکشن و اکستنشن زانو و قدرت دورسی فلکشن و پلانتار فلکشن مچ پا در سایر آزمون‌ها، گروه تمرینات ترکیبی تعادلی - قدرتی در پس‌آزمون عملکرد بهتری نسبت به گروه تمرینات هاپینگ داشتند (P<۰/۰۵). همچنین نتایج در مقایسه پیش‌آزمون - پس‌آزمون نشان داد که تمرینات ترکیبی تعادلی - قدرتی بر بهبود تمامی آزمون‌های قدرت و نیز تعادل ایستا و پویا تاثیر مثبت داشت که این معنی‌داری در مورد تمرینات هاپینگ مربوط به آزمون‌های قدرت اداکشن ران، فلکشن و اکستنشن زانو قدرت پلانتار و دورسی فلکشن و نیز اینورژن مچ پا بود (P<۰/۰۵) (جدول ۴).

بحث

نتایج کلی مطالعه حاضر نشان‌دهنده اثر بیشتر تمرینات ترکیبی تعادلی - قدرتی نسبت به تمرینات هاپینگ بر قدرت عضلات منتخب و تعادل ایستا و پویا در مردان فوتبالیست مبتلا به آسیب بی‌ثباتی مزمن یک طرفه مچ پا بود. این امر می‌تواند به علت جامع بودن تمرینات ترکیبی تعادلی –قدرتی باشد و احتمالاً زمانی که بر تمامی بخش‌ها به صورت ویژه توجه شود؛ نتایج بهتری به‌دست می‌آید. در زمینه تاثیر بیشتر جامع بودن تمرین تحقیقات مختلفی انجام شده که در یکی از این تحقیقات عباسی و همکاران (۱۳) به مقایسه شش هفته تمرینات هاپینگ (فانکشنال)، ثبات مرکزی (اکسترافانکشنال) و ترکیبی (هاپینگ و ثبات مرکزی) بر تعادل ورزشکاران مبتلا به بی‌ثباتی مچ پا پرداختند و گروه‌های تمرین فانکشنال و ترکیبی نسبت به گروه‌های اکسترافانکشنال و کنترل

جدول ٤ : تفاوت میانگین و انحراف معیار پیش آزمون و پس آزمون متغیرها در مردان فوتبالیست مبتلا به بی‌ثباتی مزمن یک‌طرفه مچ پا در گروه‌های کنترل، تمرین هاپینگ و ترکیبی تعادلی - قدرتی

متغیرها	گروه‌ها		پیش آزمون		پس آزمون	
			تفاوت میانگین	p-value	تفاوت میانگین	p-value
قدرت ابداکشن ران	تعادلی –قدرتی	هاپینگ	-۰/۸۲	۰/٦٤	۱/۲۱	۰/۰۵ *
		کنترل	۰/۰۱	۱/۰۰	۲/۸۷	۰/۰۰۱ *
	هاپینگ	کنترل	۰/۸۳	۱/۰۰	۱/٦٦	۰/۱
قدرت اداکشن ران	تعادلی –قدرتی	هاپینگ	۰/۰٤	۱/۰۰	۱/۰۵	۰/۰۵ *
		کنترل	-۰/۱۵	۱/۰۰	۲/۳٦	۰/۰۰۱ *
	هاپینگ	کنترل	-۰/۲	۱/۰۰	۱/۳۰	۰/۱٦
قدرت فلکشن زانو	تعادلی –قدرتی	هاپینگ	۰/۳۷	۱/۰۰	-۰/۰۵	۰/۰۵ *
		کنترل	۰/٦۵	۱/۰۰	۱/۹۷	۰/۰۰۱ *
	هاپینگ	کنترل	۰/۲۷	۱/۰۰	۲/۰۳	۰/۰۰۱ *
قدرت اکستنشن زانو	تعادلی –قدرتی	هاپینگ	۰/۳۷	۱/۰۰	-۱/۰۲	۰/٦
		کنترل	۰/٦۵	۱/۰۰	۱/۸۷	۰/۰۵ *
	هاپینگ	کنترل	۰/۲۷	۱/۰۰	۲/۲	۰/۰۰۱ *
قدرت پلانتار فلکشن مچ پا	تعادلی –قدرتی	هاپینگ	-۰/۳۱	۱/۰۰	-۰/٦	۰/۰۵ *
		کنترل	-۰/٤۳	۱/۰۰	۱/٦٤	۰/۰۰۳ *
	هاپینگ	کنترل	-۰/۱۱	۱/۰۰	۲/۲٤	۰/۰۰۱ *
قدرت دورسی فلکشن مچ پا	تعادلی –قدرتی	هاپینگ	-۰/۵	۱/۰۰	-۰/۵	۱
		کنترل	-۰/۹٤	۰/۲	۱/٤۹	۰/۰۰۳ *
	هاپینگ	کنترل	-۰/٤۳	۱/۰۰	۱/۹۳	۰/۰۰۱ *
قدرت اورژن مچ پا	تعادلی –قدرتی	هاپینگ	-۰/۲٦	۱/۰۰	۰/٦۱	۰/۱۸
		کنترل	-۰/۰۱	۱/۰۰	۱/۲۱	۰/۰۰۱ *
	هاپینگ	کنترل	۰/۲	۱/۰۰	۰/٦	۰/۲۱
قدرت اینورژن مچ پا	تعادلی –قدرتی	هاپینگ	۰/۱۹	۱/۰۰	۰/۹۵	۰/۰۱ *
		کنترل	۰/۰۷	۱/۰۰	۱/۷۵	۰/۰۰۱ *
	هاپینگ	کنترل	-۰/۱۸	۱/۰۰	۰/۸	۰/۰٦
تعادل ایستا	تعادلی –قدرتی	هاپینگ	-۰/۷٤	۱/۰۰	۳/۹۱	۰/۰۰۱ *
		کنترل	۰/٤۷	۱/۰۰	٦/۳۲	۰/۰۰۱ *
	هاپینگ	کنترل	۱/۲۱	۱/۰۰	۲/۲۵	۰/۱
جهت قدامی آزمون Y	تعادلی –قدرتی	هاپینگ	-۰/۰٦	۱/۰۰	٤/۷	۰/۳
		کنترل	٤/۱٤	۰/۷	۹/۵	۰/۰۰۱ *
	هاپینگ	کنترل	٤/۲	۰/۷	٤/۷	۰/۳
جهت خلفی داخلی آزمون Y	تعادلی –قدرتی	هاپینگ	۰/۸۲	۱/۰۰	۳/٤	۰/۰٤ *
		کنترل	-۰/۳۹	۱/۰۰	۷/۰۸	۰/۰۳ *
	هاپینگ	کنترل	۱/۲۱	۱/۰۰	۳/٦٤	۰/۰٤ *
جهت خلفی خارجی آزمون Y	تعادلی –قدرتی	هاپینگ	۱/۸٤	۱/۰۰	٤/۵۲	۰/۷
		کنترل	٤/۳٤	۰/۸۷	۹/۹٤	۰/۰۰۱ *
	هاپینگ	کنترل	۲/۵	۱/۰۰	۵/٤۱	۰/۰۳ *
میانگین کل آزمون Y	تعادلی –قدرتی	هاپینگ	۰/۸۷	۱/۰۰	٤/۲۵	۰/۰۳ *
		کنترل	۲/۷	۰/٦۷	۸/۸۷	۰/۰۰۱ *
	هاپینگ	کنترل	۱/۸۳	۱/۰۰	٤/٦۲	۰/۰۱ *

* وجود معنی‌داری

به‌طور معنی‌داری عملکرد بهتری در آزمون تعادل داشتند (۱۳). این امر نشان‌دهنده تاثیر بیشتر تمرینات ترکیبی و نیز تمرینات تاکید کننده بر ناحیه آسیب دیده بر بهبود عملکرد است. به صورتی که تمرینات هاپینگ تا حدودی بر ناحیه آسیب دیده توجه داشته و ترکیبی هاپینگ و ثبات مرکزی نتایج مطلوب‌تری را نسبت به تمرینات ثبات مرکزی نشان دادند. البته آنها در نتایج تحقیق خود بین گروه تمرین فانکشنال (هاپینگ) و ترکیبی تفاوت معنی‌داری را مشاهده نکردند که این می‌تواند به علت تاثیر کمتر ثبات ناحیه مرکزی نسبت به تمرینات هاپینگ بر بهبود تعادل افراد با بی‌ثباتی مچ پا باشد. زمانی که تمرینات هاپینگ با تمرینات جامع‌تری نظیر تمرینات تعادلی - قدرتی مورد مقایسه قرار می‌گیرند؛ تاثیر کمتری را در مقایسه از خود نشان می‌دهند که همین امر نشان‌دهنده اهمیت انتخاب تمرین مناسب در مرحله بازتوانی افراد آسیب دیده است. در تاکید این موضوع می‌توان به نتایج تحقیق Huang و Lin (۲۲) اشاره

کرد. آنها در تحقیق خود به بررسی تاثیر ۶ هفته تمرینات تعادلی و تمرینات ترکیبی تعادلی و پلایومتریک بر کنترل پاسچر پرداختند. در تحقیق آنها کنترل پاسچر با استفاده از آزمون پرش فرود (TTS) و تعادل نیز توسط آزمون ایستادن روی یک پا مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تحقیق آنها نشان داد که تمرینات ترکیبی (تعادلی- پلایومتریک) در کاهش نوسانات پاسچر در شرایط ایستا و پویا نسبت به تمرینات تعادلی اثرگذارتر است (۲۲). در برخی از عوامل نظیر دورسی فلکشن و پلانتار فلکشن مچ پا در دو گروه تمرینی تفاوتی مشاهده نشد که دلیل آن می‌تواند این باشد که تمرینات هاپینگ به‌خاطر پرش و فرودهای مکرر توانسته اثر بیشتری بر عضلات عمل کننده بر این نواحی و حرکات (اکستنشن و فلکشن زانو، دورسی و پلانتار فلکشن مچ پا) داشته باشد. زیرا در آزمون‌های هاپینگ عضلات مجبور بودند؛ برای جذب شک، بیشتر مورد فعالیت قرار گرفته و به مقدار بیشتری تقویت شوند و از طرف دیگر پروتکل تمرینی ترکیبی تعادلی - قدرتی نیز به علت این که باید تقویت تمامی عضلات را مورد توجه قرار دهد؛ ممکن است در این حرکات به حدی تقویت عضلانی صورت نگرفته باشد که موجب افزایش قدرت عضلانی به مقدار بیشتری نسبت به گروه تمرینی هاپینگ گردد.

در زمینه تاثیر تمرینات مختلف بر قدرت عضلات دورسی و پلانتارفلکشن مچ پا Hale و همکاران بر تاثیر تمرینات قدرتی و عملکردی بر بهبود تعادل و همچنین قدرت عضلات دورسی و پلانتارفلکشن مچ پا اشاره کردند (۱۱). نتایج تحقیق آنها با نتایج تحقیق حاضر در تضاد است که دلیل آن می‌تواند انتخاب نوع تمرینات باشد. با این حال توجه به این نکته مهم است که در مطالعه حاضر هر دو نوع تمرینات ترکیبی تعادلی - قدرتی و هاپینگ تاثیر مثبت و معنی‌داری بر اکستنشن و فلکشن زانو و قدرت عضلات دورسی و پلانتارفلکشن مچ پا داشتند.

در توجیه اثرگذاری بیشتر تمرینات ترکیبی تعادلی - قدرتی می‌توان بیان کرد که پروتکل تمرینی ترکیبی تعادلی - قدرتی این پژوهش از تمرینات استقامتی ناحیه مرکزی، تمرینات قدرتی با ترابانـد، تمرینات اندام تحتانی با وزن بدن، تمرینات تعادلی و تمرینات در وضعیت ناپایدار تشکیل شده بودند. به‌نظر می‌رسد استفاده از همه این تمرینات در کنار هم توانسته باشد؛ بر بهبود تعادل ورزشکاران با بی‌ثباتی مزمن مچ پا موثر باشد. همان‌طور که گفته شده در این پروتکل تمریناتی برای بهبود قدرت و نیز استقامت عضلات ناحیه مرکزی وجود داشته که در بیان تاثیر این تمرینات بر بهبود تعادل می‌توان این‌گونه بیان کرد که عضلات ناحیه مرکزی بدن با ایجاد یک سیلندر محکم و به دنبال آن، تولید اینرسی بیشتر در برابر آشفتگی بدن، یک سطح پایدار حرکت را برای بدن فراهم می‌کنند. عضلات شکمی شامل عرضی شکمی، راست شکمی، مورب داخلی و مورب خارجی همه به صورت یکپارچه برای فراهم نمودن ثبات ستون فقرات و در نتیجه یک سطح اتکا قوی‌تر برای حرکات اندام تحتانی منقبض می‌شوند (۲۳). در بعضی از موارد نیز اهمیت فعال‌سازی مناسب و پایداری تنه طی حفظ کنترل قامت ایستا بیان شده است (۲۳). همان‌طور که Kibler و همکاران توصیف کردند؛ فعال‌سازی ساختمان عضلانی ناحیه مرکزی بدن، در الگوهایی همراه با حرکت اندام، به پیشرفت تعادل و به دنبال آن عملکرد کمک می‌کند. مطابق با نظر کیبلر و همکاران، بدن از فعال‌سازی عضلات ناحیه مرکزی بدن برای تولید گشتاور چرخشی لازم در اطراف خود و تولید حرکت اندام استفاده می‌کند (۲۴). بر اساس این پیشنهاد، محقق این نظریه را مطرح می‌کند که در آزمون تعادلی ستاره، زمانی که آزمودنی بر روی پای تکیه‌گاه می‌ایستد و از اندام مخالف برای دستیابی استفاده می‌کند؛ عضلات راست شکمی و عضلات مورب شکمی می‌توانند قبل از این که هرگونه حرکتی برای اجرای حرکت تنه رخ دهد؛ درگیر شوند تا به آزمودنی‌ها اجازه دهند تعادل خود را حفظ نمایند. در آزمون لک لک نیز که یک آزمون استاتیک بر روی یک پا بوده عضلات ناحیه ثبات مرکزی با عملکرد هم زمان و مناسب خود در حفظ تعادل اثرگذار بوده که در همین راستا قربانی به ارتباط بین ثبات ناحیه مرکزی و تعادل ایستا اشاره کرده است (۲۵).

بخش دومی که در تمرینات ترکیبی تعادلی - قدرتی وجود داشته؛ تمرینات مربوط به بهبود تعادل و حس عمقی است که می‌تواند در اثرگذاری بیشتر این تمرینات نسبت به تمرینات هاپینگ تاثیر به‌سزایی داشته باشد. همان‌طور که گفته شده آسیب می‌تواند بر حس عمقی و کنترل عصبی عضلانی تاثیر منفی بگذارد که در همین راستا مون و همکاران در مقاله‌ای مروری بر روی افراد با بی‌ثباتی مزمن مچ پا گزارش کردند که نقص پاسچرال ثانویه بر اثر نقص کنترل عصبی- عضلانی و نقص حس عمقی به وجود می‌آید (۲۶). همچنین بر این موضوع تاکید شده که این افراد حین ایستادن روی یک پا نقص در راهبرد مچ پا و به دنبال آن ناکارایی راهبرد هیپ را نشان می‌دهند (۲۷). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تمرین ترکیبی تعادلی - قدرتی بر بهبود آزمون تعادلی Y در تمامی جهات معنی‌دار بوده است. در مطالعه ارسطو و همکاران در تمرینات تعادلی که به افراد با بی‌ثباتی عملکردی مچ پا دادند؛ در نتایج آزمون تعادلی ستاره فقط در جهت‌های قدامی، قدامی داخلی، خلفی و خلفی داخلی بهبود را مشاهده کردند (۲۸). Hale و همکاران پس از اعمال پروتکل تمرینی تعادلی در گروه تمرینی در جهت‌های قدامی، خلفی داخلی و خلفی خارجی بهبود معنی‌داری را گزارش کردند (۱۱). در زمینه تاثیر این تمرینات بر بهبود قدرت نیز نتایج تحقیق

حاضر با نتایج تحقیق Hale و همکاران (۱۱) همخوان است. آنها در تحقیقی که به بررسی تاثیر تمرینات قدرتی بر بهبود قدرت، تعادل پویا و تغییرات مربوط به بی‌ثباتی در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مچ پا پرداختند؛ نشان دادند که استفاده از تراباند در بهبود قدرت دورسی فلکشن، پلانتار فلکشن، اینورژن و اورژن مچ پا اثرگذار است (۱۱). در مطالعه ای نتایج مثبت تاثیر این تمرینات بر مقیاس ارزیابی بصری آسیب مچ پا گزارش شد؛ اما در زمینه بهبود تعادل تغییری در گروه تمرینی مشاهده نگردید (۲۹) که عدم مشاهده تاثیر مثبت تمرین با تراباند بر تعادل می‌تواند نشان‌دهنده اهمیت انتخاب نوع تمرینات باشد که در مطالعه حاضر به این نکته توجه گردید و تمرینات به صورت جامع انتخاب و اعمال شد.

تمرین هاپینگ می‌تواند با تغییرات در داخل سیستم عصبی- عضلانی به فرد اجازه دهد تا کنترل بهتری روی عضله منقبض شونده و سینرژیست‌های خود داشته باشد و به این ترتیب نیروی بیشتری در غیاب تطابق تیپ شناختی عضله مهیا می‌گردد (۲۹). قدرت عضلانی و تعادل دو جز ضروری اجرای هاپینگ هستند (۳۰). تمرین هاپینگ پل ارتباطی بین قدرت و هماهنگی به‌وجود آورده و مستقیماً عملکرد رقابتی را بالا می‌برد (۲۲). نتایج مطالعه حاضر در زمینه تاثیر تمرینات هاپینگ بر بهبود تعادل ایستا و پویا نشان داد که این تمرینات می‌تواند در بهبود تعادل موثر باشد که نتایج به‌دست آمده در این زمینه با نتایج تحقیقاتی که در زمینه برنامه‌های تمرینی پلایومتریک انجام شده همراستا است. در یکی از این تحقیقات Myer و همکاران تاثیر تمرینات پلایومتریک و تعادلی را بر تعادل و نیروی فرود ورزشکاران ارزیابی کردند. تمرینات تعادلی و پلایومتریک، سبب بهبود تعادل پویا و نیروی فرود در ورزشکاران گردید؛ ولی تمرینات ترکیبی (تعادلی و پلایومتریک) بهبود بیشتری بر تعادل پویا و نیروی فرود ایجاد نمود (۳۱). نتایج به‌دست آمده در زمینه تاثیر تمرینات هاپینگ بر بهبود قدرت نیز می‌تواند به ذات این تمرینات برگردد. زیرا این تمرینات جز تمرینات توانی بوده که قدرت و سرعت در آنها نقش مهمی دارد و از آنجایی که قدرت جزء اساسی این تمرین بود؛ طبیعتاً در قدرت عضلات اندام تحتانی این ورزشکاران پس از ۸ هفته تمرین مستمر تاثیر مثبت گذاشته که این تاثیر به غیر از قدرت ابداکشن ران واینورژن مچ پا در قدرت سایر بخش‌ها معنی‌دار بود.

از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به عدم امکان کنترل میزان فعالیت روزانه، کنترل شرایط آب و هوایی (دما و رطوبت)، میزان و کیفیت خواب، تغذیه و استراحت آزمودنی‌ها اشاره نمود.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که هر دو تمرینات تعادلی - قدرتی و هاپینگ می‌توانند در بهبود تعادل و قدرت ورزشکاران با بی‌ثباتی مزمن یک‌طرفه مچ پا اثرگذار باشند. با این حال به‌نظر می‌رسد تمرینات منتخب تعادلی - قدرتی به علت جامع بودن آن و به این دلیل که به تقویت هر یک از این عوامل به‌صورت مجزا تاکید دارد؛ بتواند اثر بیشتری نسبت به تمرینات هاپینگ که قدرت و تعادل را در ذات خود دارد؛ داشته باشد و در بهبودی سریع‌تر ورزشکاران با بی‌ثباتی مزمن مچ پا موثرتر باشد.

تشکر و قدردانی

این مقاله نتیجه پایان نامه (کد ایران داک ۲۴۸۹۸۸۱) آقای هادی محمدی نیا سماکوش برای اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی از دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه خوارزمی بود. بدین‌وسیله از تمامی شرکت‌کنندگان در مطالعه صمیمانه تشکر می‌نماییم.

References

1. Jones D, Round J, de Haan A. Skeletal muscle: from molecules to movement. Br J Sports Med. 2006 Nov; 40(11): 950. doi: 10.1136/bjsm.2006.026567

2. Schiftan GS, Ross LA, Hahne AJ. The effectiveness of proprioceptive training in preventing ankle sprains in sporting populations: a systematic review and meta-analysis. J Sci Med Sport. 2015 May; 18(3): 238-44. doi: 10.1016/j.jsams.2014.04.005

3. McHugh MP, Tyler TF, Mirabella MR, Mullaney MJ, Nicholas SJ. The effectiveness of a balance training intervention in reducing the incidence of noncontact ankle sprains in high school football players. Am J Sports Med. 2007 Aug; 35(8): 1289-94. doi: 10.1177/0363546507300059

4. Hubbard TJ, Wikstrom EA. Ankle sprain: pathophysiology, predisposing factors, and management strategies. Open Access J Sports Med. 2010; 1: 115-22.

5. Hae-HO Y, Gyu-Chang L. Effect of core stability training using pilates on lower extremity muscle strength and postural stability in healthy subjects. Isokinetics and Exercise Science. 2012; 20(2): 141-46. doi: 10.3233/IES-2012-0462

6. Webster KA, Gribble PA. A comparison of electromyography of gluteus medius and maximus in subjects with and without chronic ankle instability during two functional exercises. Phys Ther Sport. 2013 Feb; 14(1): 17-22. doi: 10.1016/j.ptsp.2012.02.002

7. Kofotolis ND, Kellis E, Vlachopoulos SP. Ankle sprain injuries and risk factors in amateur soccer players during a 2-year period. Am J Sports Med. 2007 Mar; 35(3): 458-66. doi: 10.1177/0363546506294857

8. Trojian TH, McKeag DB. Single leg balance test to identify risk of ankle sprains. Br J Sports Med. 2006; 40(7): 610-13. doi: 10.1136/bjsm.2005.024356

9. Kachouri H, Borji R, Baccouch R, Laatar R, Rebai H, Sahli S. The effect of a combined strength and proprioceptive training on muscle strength and postural balance in boys with intellectual disability: An exploratory study. Res Dev Disabil. 2016 Jun-Jul; 53-54: 367-76. doi: 10.1016/j.ridd.2016.03.003

10. Punakallio A. Balance abilities of workers in physically demanding jobs: with special refrence to fire fightters of different ages. J Sport Sci Med. 2005; 4(Suppl 8): 1-47.

11. Hale SA, Fergus A, Axmacher R, Kiser K. Bilateral improvements in lower extremity function after unilateral balance training in individuals with chronic ankle instability. J Athl Train. 2014 Mar-Apr; 49(2): 181-91. doi: 10.4085/1062-6050-49.2.06

12. Claiborne TL, Armstrong CW, Gandhi V, Pincivero DM. Relationship between hip and knee strength and knee valgus during a single leg squat. J Appl Biomech. 2006 Feb; 22(1): 41-50.

13. Abbasi H, Alizadeh MH, Daneshmandi H, Barati AH. [Comparing the Effect of Functional, Extra-Functional and Combined Exercises on Dynamic Balance in Athletes with Functional Ankle Instability]. Sport Medicine Studies. 2015; 7(17): 15-34. [Article in Persian]

14. Smith BI, Docherty CL, Simon J, Klossner J, Schrader J. Ankle strength and force sense after a progressive, 6-week strength-training program in people with functional ankle instability. J Athl Train. 2012 May-Jun; 47(3): 282-88. doi: 10.4085/1062-6050-47.3.06

15. Powers ME, Buckley BD, Kaminski TW, Hubbard TJ, Ortiz CS. Six weeks of strength and proprioception training does not affect muscle fatigue and static balance in functional ankle instability. J Sport Rehahil. 2004; 13(3): 201-27. doi: 10.1123/jsr.13.3.201

16. Akbari M, Ahanjan Sh, Akbari M. [Ankle joint instability in national team athlets (wrestling, football and basketball)]. J Sabzevar Uni Med Sci. 2007; 13(4): 178-84. [Article in Persian]

17. Khodabakhshi M, Ebrahimi Atri A, Hashemi Javaheri SA, Zandi M, Khanzadeh R. [The Effect of 5 Weeks Proprioceptive Training on Basketball Players' Dynamic Balance Inflicted with Chronic Ankle Sprain]. Rehabilitation. 2014; 15(3): 44-51. [Article in Persian]

18. Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM. Hip strength in females with and without patellofemoral pain. J Orthop Sports Phys Ther. 2003 Nov; 33(11): 671-76. doi: 10.2519/jospt.2003.33.11.671

19. Myer GD, Ford KR, Brent JL, Hewett TE. Differential neuromuscular training effects on ACL injury risk factors in"high-risk" versus "low-risk" athletes. BMC Musculoskelet Disord. 2007 May; 8: 39. doi: 10.1186/1471-2474-8-39

20. Sturnieks DL, St George R, Lord SR. Balance disorders in the elderly. Neurophysiol Clin. 2008 Dec; 38(6): 467-78. doi: 10.1016/j.neucli.2008.09.001

21. Delahunt E, McGrath A, Doran N, Coughlan GF. Effect of taping on actual and perceived dynamic postural stability in persons with chronic ankle instability. Arch Phys Med Rehabil. 2010 Sep; 91(9): 1383-89. doi: 10.1016/j.apmr.2010.06.023

22. Huang PY, Lin CF. Effects of Balance Training Combined with Plyometric Exercise in Postural Control: Application in Individuals with Functional Ankle Instability. 6th World Congress of Biomechanics (WCB 2010). August 1-6, 2010 Singapore. pp: 232-35.

23. Mok NW, Yeung EW, Cho JC, Hui SC, Liu KC, Pang CH. Core muscle activity during suspension exercises. J Sci Med Sport. 2015 Mar; 18(2): 189-94. doi: 10.1016/j.jsams.2014.01.002

24. Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. Sports Med. 2006; 36(3): 189-98. doi: 10.2165/00007256-200636030-00001

25. Ghorbani M. [The local and global effects of acute ankle instability upon dynamic balance with biomechanical perspective]. Razi j Med Sci. 2014; 21(123): 36-44. [Article in Persian]

26. Munn J, Sullivan SJ, Schneiders AG. Evidence of sensorimotor deficits in functional ankle instability: a systematic review with meta-analysis. J Sci Med Sport. 2010 Jan; 13(1): 2-12. doi: 10.1016/j.jsams.2009.03.004

27. Holmes A, Delahunt E. Treatment of common deficits associated with chronic ankle instability. Sports Med. 2009; 39(3): 207-24. doi: 10.2165/00007256-200939030-00003

28. Arastoo AA, Goharpey Sh, Zahednejad Sh, Shaterzadeh Yazdi MJ, Rasouli P. [Effects of Star Excursion Balance Training on Ankle Functional Stability via Agility Hop Test in Patients with Unilateral Chronic Ankle Instability]. Jundishapur Sci Med J. 2012; 10(4): 383-93. [Article in Persian]

29. Hall EA, Docherty CL, Simon J, Kingma JJ, Klossner JC. Strength-training protocols to improve deficits in participants with chronic ankle instability: a randomized controlled trial. J Athl Train. 2015 Jan; 50(1): 36-44. doi: 10.4085/1062-6050-49.3.71

30. Holm I, Tveter AT, Fredriksen PM, Vøllestad N. A normative sample of gait and hopping on one leg parameters in children 7-12 years of age. Gait Posture. 2009 Feb; 29(2): 317-21. doi: 10.1016/j.gaitpost.2008.09.016

31. Myer GD, Ford KR, Brent JL, Hewett TE. The effects of plyometric vs. dynamic stabilization and balance training on power, balance, and landing force in female athletes. J Strength Cond Res. 2006 May; 20(2): 345-53. doi: 10.1519/R-17955.1