

## Comparison between the effects of core stability exercises and neuromuscular exercises on dynamic balance and lower limb function of athletes with functional ankle instability

**Naderi E., PhD<sup>1</sup>, Baloochi R., PhD<sup>2</sup>, Jabbari F., MSc<sup>3</sup>, Eslami R., PhD<sup>4</sup>**

1. Assistant Professor, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran (Corresponding Author), Tel:+98-23-32395900, ay.naderi@yahoo.com

2. Associate Professor, Allame Tabatabaee University, Tehran, Iran.

3. Master of Science, Allame Tabatabaee University, Tehran, Iran.

4. Assistant Professor, Allame Tabatabaee University, Tehran, Iran.

### ABSTRACT

**Background and Aim:** Functional ankle instability (FAI) as giving away after recurrent sprains is the most common disabling complications of ankle sprain among athletes. The purpose of this study was to compare the effects of core stability exercises and neuromuscular exercises on dynamic balance and lower limb function of athletes with functional ankle instability.

**Material and Methods:** Hence, 36 athlete women with FAI selected purposively by functional ankle tool questionnaire were assigned randomly to a control group (n=12), core stability group (n=12) and neuromuscular group (n=12). Exercise groups performed 6 weeks of supervised core and neuromuscular training programs for 3 days per week. Before and after performing 6 weeks of core and neuromuscular exercises, dynamic balance, subjective and objective function of participants were assessed respectively by y-balance test, foot and ankle ability measure and 8 hopping test. Gathered data was analyzed by descriptive statistics and MANCOVA test at significant level of  $p \leq 0.05$ .

**Results:** Research findings showed significant improvement in reach distance in three different directions of the y-balance test in the experimental groups compared with control group ( $P < 0.05$ ). In addition, exercise groups had significant improvement in FAAM and FAAM Sport scores and 8 hop test scores compared with control group ( $P < 0.05$ ). Nonetheless, there was no significant difference between the effects of these two exercise protocols on dynamic balance and lower limb function.

**Conclusion:** Six weeks progressive supervised core stability and neuromuscular training programs significantly improved measured dynamic balance and lower limb function of athletes with FAI, but these two different exercise protocols had the same effects in improvement of these mentioned factors in athletes with functional ankle instability.

**Keywords:** Functional Ankle Instability, Core Stability Exercises, Neuromuscular Exercises Dynamic Balance.

**Received:** Sep 27, 2015      **Accepted:** Apr 26, 2016

## بررسی تأثیر تمرینات ثبات مرکزی در مقایسه با تمرینات عصبی - عضلانی بر تعادل پویا و عملکرد اندام تحتانی ورزشکاران مبتلابه ناپایداری عملکردی مچ پا

عین اله نادری<sup>۱</sup>، رامین بلوچی<sup>۲</sup>، فاطمه جباری<sup>۳</sup>، رسول اسلامی<sup>۴</sup>

۱. استادیار، دکتری آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران (نویسنده مسوول)، تلفن ثابت: ۰۲۳-۳۲۳۹۵۹۰۰

ay.naderi@yahoo.com

۲. دانشیار، دکتری آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشگاه علامه طباطبائی تهران، تهران، ایران.

۳. کارشناسی ارشد آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشگاه علامه طباطبائی تهران، تهران، ایران.

۴. استادیار، دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه علامه طباطبائی تهران، تهران، ایران.

### چکیده

**زمینه و هدف:** بی ثباتی عملکردی مچ پا (FAI) به عنوان خالی کردن مفصل پس از اسپرین های مجدد از شایع ترین عوارض ناتوان کننده اسپرین مچ پا در میان ورزشکاران می باشد. هدف از پژوهش حاضر مقایسه تأثیر تمرینات ثبات مرکزی و عصبی عضلانی بر تعادل پویا و عملکرد اندام تحتانی ورزشکاران مبتلابه FAI بود.

**روش بررسی:** بدین منظور ۳۶ زن ورزشکار مبتلابه FAI که از طریق پرسشنامه ابزار عملکردی پا و مچ پا به صورت در دسترس و هدفمند انتخاب شده بودند را به صورت تصادفی در سه گروه کنترل ( $n=12$ )، گروه تمرینات ثبات مرکزی ( $n=12$ ) و گروه تمرینات عصبی عضلانی ( $n=12$ ) تقسیم کردیم. گروه های تمرینی ۶ هفته تمرینات عصبی عضلانی و ثبات مرکزی را تحت نظارت متخصصان فیزیوتراپی و در قالب ۳ جلسه در هفته (۱۸ جلسه) انجام دادند. تعادل پویا و عملکرد ذهنی و عینی اندام تحتانی آزمودنی ها قبل و بعد از انجام ۶ هفته تمرینات منتخب عصبی عضلانی و ثبات مرکزی به ترتیب به وسیله آزمون های تعادلی ۷، مقیاس ارزیابی توانایی پا و مچ پا و آزمون لی لی به شکل هشت لاتین اندازه گیری شد. برای تجزیه و تحلیل داده ها از آمار توصیفی و آزمون تحلیل کوواریانس چند متغیره در سطح معناداری  $P \leq 0.05$  استفاده شد.

**یافته ها:** امتیازات آزمون ۷ در هر سه جهت در دو گروه تمرینی در مقایسه با گروه کنترل بهبود معناداری نشان دادند ( $P < 0.05$ ) و آزمودنی های گروه های تمرینی در مقایسه با گروه کنترل بهبود معناداری را در امتیازات مقیاس ارزیابی توانایی پا و مچ پا در فعالیت های روزانه و ورزشی و آزمون لی لی نشان دادند ( $P < 0.05$ ). از طرفی بین تأثیر تمرینات ثبات مرکزی و عصبی عضلانی بر تعادل پویا و عملکرد ورزشکاران مبتلابه FAI تفاوت معناداری وجود نداشت.

**نتیجه گیری:** شش هفته تمرینات پیش رونده و تحت نظارت ثبات مرکزی و عصبی عضلانی به طور معناداری تعادل پویا و عملکرد اندام تحتانی اندازه گیری شده ورزشکاران مبتلابه FAI را بهبود می بخشد؛ اما این دو نوع پروتکل متفاوت تمرینی تأثیری یکسان در بهبود این عوامل ذکر شده در ورزشکاران مبتلابه ناپایداری عملکردی مچ پا دارند.

**کلمات کلیدی:** ناپایداری عملکردی مچ پا، تمرینات ثبات مرکزی، تمرینات عصبی عضلانی، تعادل پویا

وصول مقاله: ۹۴/۷/۶ اصلاحیه نهایی: ۹۵/۱/۲۸ پذیرش: ۹۵/۲/۷

## مقدمه

میچ پایکی از مفاصلی است که مکرراً دچار آسیب می‌شود و شایع‌ترین نوع آسیب آن اسپرین لیگامنت خارجی<sup>۱</sup> می‌باشد (۱). ۸۵ درصد از آسیب‌های میچ پا را اسپرین‌های حاد خارجی میچ پا شامل می‌شود (۲). در ورزش‌های پرشی و سریع از قبیل والیبال، فوتبال، فوتبال آمریکایی و بسکتبال، اسپرین‌های میچ پایکی از شایع‌ترین آسیب‌های ورزشی به شمار می‌روند (۳). طبق اظهارات پیترز<sup>۲</sup> و همکارانش به دنبال اسپرین خارجی میچ پا، ۱۰ تا ۳۰ درصد از افراد از علائم مزمن یا آسیب مجدد شکایت دارند (۴). دو نمونه از معمول‌ترین علائم مزمنی که فرد بعد از اسپرین میچ پا با آن مواجه می‌شود شامل احساس ناپایداری میچ پا<sup>۳</sup> و خالی شدن میچ<sup>۴</sup> می‌شود. نمونه‌هایی که حضور هر دو علائم را گزارش می‌دهند به عنوان افراد مبتلابه ناپایداری عملکردی میچ پا<sup>۵</sup> (FAI) در نظر گرفته می‌شوند (۵). فریمن<sup>۶</sup> و همکاران برای اولین بار در سال ۱۹۶۵ مفهوم ناپایداری عملکردی را شرح دادند. آن‌ها اختلال تعادل در افراد مبتلابه اسپرین‌های خارجی مفصل میچ پا را به آسیب گیرنده‌های مکانیکی<sup>۷</sup> مفصل که در لیگامنت‌های خارجی وجود دارند نسبت دادند که منجر به نقص گیرنده‌های حسی عمقی می‌شود (۶). بر طبق نظر بسیاری از محققان ناپایداری عملکردی با نقص در حس عمقی<sup>۸</sup>، کنترل عصبی عضلانی<sup>۹</sup>، کنترل وضعیتی<sup>۱۰</sup>، ناپایداری مکانیکی<sup>۱۱</sup> و ضعف عضلات ساق پا ارتباط دارد (۷).

از آنجایی که تعادل معیار مهمی برای ورزشکاران می‌باشد و اختلال در تعادل یکی از بیشترین مشکلاتی است که در

افراد با بی‌ثباتی میچ پا<sup>۱۲</sup> بروز می‌کند (۵)، روش‌های مختلفی برای پیشگیری از بروز این آسیب شایع نه تنها در ورزشکاران سالم بلکه همچنین در ورزشکارانی با بی‌ثباتی مکانیکی و عملکردی مفصل زیرقاپی<sup>۱۳</sup> که در نتیجه نقص عصبی عضلانی<sup>۱۴</sup> به وجود آمده، وجود دارد (۸). درمان و توان بخشی افراد مبتلابه ناپایداری مزمن میچ پا متخصصین را با چالش‌های قابل توجهی مواجه می‌سازد و هزینه‌های سنگین مراقبتی و اقتصادی را به همراه دارد (۹). درمان محافظه کارانه<sup>۱۵</sup> ناپایداری میچ پا در حال حاضر به عنوان روش اولیه درمان و جلوگیری از آسیب محسوب می‌شود. بهبودهایی مربوط به حس عمقی و کنترل عصبی عضلانی به دنبال برنامه‌های توان بخشی نشان داده شده است (۱۰). برخی از محققین تمرین تعادلی را برای پیشگیری و توان بخشی اسپرین‌های میچ پا توصیه می‌کنند (۱۱). تمرین تعادلی یک وسیله توان بخشی عمومی برای آسیب میچ پا می‌باشد و اگر به درستی پیش رود گامی امن در توان بخشی به حساب می‌آید (۹). در این خصوص روزی<sup>۱۶</sup> و همکاران به دنبال ۴ هفته تمرین تعادلی علاوه بر بهبود عملکرد که توسط خود نمونه‌ها گزارش شد از بهبود کنترل وضعیتی که با شاخص پایداری اندازه گیری شده نیز گزارش دادند (۵). فریمن و همکاران از کاهش ناپایداری عملکردی و نقایص حسی عمقی به دنبال ۵ جلسه تمرین روی تیلت برد<sup>۱۷</sup> و ووبل گزارش دادند (۶). به دنبال یک برنامه تمرین تعادلی، ورهاگن<sup>۱۸</sup> و همکاران نیز متوجه کاهش خطر اسپرین میچ پا در میان بازیکنان والیبال با سابقه اسپرین میچ پا شدند (۱۱). با وجود این گزارشات، هاندول<sup>۲۰</sup> و همکاران (۲۰۰۱) در مطالعه مروری سیستماتیک این طور اظهار داشتند که پس از

1. Lateral Ligament Sprain

2. Peters

3. Ankle Instability

4. Giving Away

5. Functional Ankle Instability

6. Free man

7. Mechanical Receptor

8. Proprioception

9. Neuromuscular control

10. Postural Control

11. Mechanical Stability

12. Ankle Instability

13. Subtalar

14. Neuromuscular Disorder

15. Conservative

16. Rozzi

17. Tilt Board

18. Wobble Board

19. Verhagen

20. Handol

عملکردی مچ پا با کمک آزمون‌های عملکردی می‌باشد تا اثربخشی این تمرینات را سنجیده و بهترین روش ممکن را برای پیشگیری و توان‌بخشی آسیب مچ پا ارائه دهیم.

### روش بررسی

تحقیق حاضر از نوع تحقیقات تجربی با طرح پیش-آزمون-پس‌آزمون است که شامل دو گروه تجربی (تمرینات ثبات مرکزی و تمرینات عصبی-عضلاتی) و یک گروه کنترل می‌باشد. جامعه آماری تحقیق را زنان ورزشکار مبتلابه ناپایداری عملکردی مچ پا تشکیل دادند که از این میان ۳۶ آزمودنی به صورت در دسترس با توجه به معیارهای انتخاب و خروج از تحقیق انتخاب شده و به صورت تصادفی در سه گروه کنترل، تجربی ۱ (تمرینات عصبی-عضلاتی)، و تجربی ۲ (تمرینات ثبات مرکزی)، تقسیم بندی شدند.

یکی از معیارهای انتخاب آزمودنی‌های تحقیق کسب امتیاز بالای ۲۶ از ابزار ارزیابی عملکردی مچ پا<sup>۵</sup> می‌باشد که در این پرسشنامه به منظور اندازه‌گیری عملکرد خود اظهاری مچ پا توسط افراد مبتلابه ناپایداری عملکردی مچ پا، ۱۲ سوال پنج گزینه‌ای مطرح شده که بر اساس مقیاس لیکرت با اعداد ۰ تا ۴ امتیازدهی می‌شوند و حداکثر امتیاز کلی این ابزار ارزیابی ۴۸ می‌باشد. امتیاز بالاتر از ۲۶ نشان‌دهنده وجود محدودیت عملکردی مچ پای آسیب دیده است. پایایی آزمون-آزمون مجدد این ابزار ۰/۹۴ می‌باشد. معیارهای دیگر شامل داشتن سابقه حداقل یک بار پیچ خوردگی شدید بخش خارجی مچ پا در حدی که فرد قادر به اعمال وزن بر روی مچ پا نباشد، سابقه حداقل یک بار عود آسیب یا احساس ناپایداری مزمن و یا خالی کردن<sup>۶</sup> مچ پا طی ۶ ماه اخیر و این که در هنگام تحقیق فرد در حال

بکارگیری تمرینات تعادلی شواهدی کمی دال بر کاهش اسپرین مجدد وجود دارد و هنوز به مدارک و شواهد بیشتری برای بکارگیری تمرینات تعادلی نیاز می‌باشد (۱۲). مک کون و همکاران (۲۰۰۸) نیز اظهار داشتند که از نتایج مروری تحقیقات نمی‌توان به طور یقین نتیجه گرفت که تمرینات تعادلی باعث افزایش کنترل وضعیتی افراد مبتلابه بی‌ثباتی عملکردی مچ پا می‌شود (۱۴). گذشته از اجرای تمرینات تعادلی، کال (۲۰۰۹) با استفاده از آزمون گردش تعادلی ستاره<sup>۱</sup> (SEBT) اثر تمرینات ثبات مرکزی<sup>۲</sup> را بر آزمون تعادل در افراد جوان سالم مورد بررسی قرار داد که نتایج حاکی از بهبود فاصله طی شده با پا در اکثر جهت‌های (قدامی، داخلی، خلفی-داخلی) آزمون ستاره بود (۱۵). ویلسون<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۵) طی یک تحقیق مروری درباره درباره ثبات مرکزی و رابطه آن با عملکرد اندام تحتانی و آسیب به این نتیجه دست یافتند که کاهش ثبات مرکزی ممکن است زمینه ساز بروز آسیب باشد (۱۶). از طرف دیگر، کیمبرلی<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۰۵) در تحقیقی به بررسی اثر پنج هفته برنامه تمرینات ثبات مرکزی بر تعادل پویا در ورزشکاران تنیس پرداختند که جهت اندازه‌گیری تعادل پویای افراد شرکت‌کننده در پروتکل پنج هفته‌ای، از آزمون گردش تعادلی ستاره استفاده شده و تفاوت معناداری در تعادل پویای بین دو گروه مشاهده نشد (۱۷). بیشتر تحقیقاتی که مداخله‌های درمانی را کشف می‌کنند تأثیر یک استراتژی درمانی خاص از قبیل تمرین تعادلی، ثبات مرکزی یا تقویتی را به طور مجزا بررسی کرده‌اند (۱۷ و ۱۸ و ۱۹). از این رو با توجه به نقایص و محدودیت‌هایی که در نتایج تحقیقات قبلی مشاهده شده، هدف ما از این مطالعه مقایسه تأثیر دو نمونه پروتکل عصبی-عضلاتی و ثبات مرکزی بر روی عملکرد و تعادل پویای افراد مبتلابه ناپایداری

1. Star Balance Excursion Test

2. Core Exercise

3. Wilson

4. Kimberly

5. Functional Ankle and Foot Assessment Questionnaire

6. Giving away

غالب تعادل روی یک‌پا روی زمین با تاب دادن<sup>۳</sup>، اسکات<sup>۴</sup> و دریبل زدن<sup>۵</sup>، هفته دوم همان تمرینات با چشمان بسته روی زمین، هفته سوم تکرار تمرینات با چشمان باز و بسته روی زمین، هفته چهارم، پنجم و ششم تکرار تمرینات با کمی تغییر با چشمان باز و بسته روی تخته تعادل اجرا شدند.

در برنامه تمرینی ثبات مرکزی، آزمودنی‌ها تمرینات خود را سه روز در هفته یک روز در میان اجرا کردند. مدت زمان بدنه اصلی تمرین ۳۰ دقیقه بود که طی هفته‌های متوالی تعداد تکرار و ست‌های تمرین بیشتر شده و تمرینات مشکل‌تر شدند (۲۲). تمرینات با تمرکز بر تقویت عضلات مرکزی در غالب تمرینات دراز و نشست<sup>۶</sup>، دراز و نشست چرخشی<sup>۷</sup>، پل<sup>۸</sup>، پلانک از پهلو و دمر<sup>۹</sup>، حرکت سوپر من<sup>۱۰</sup> و بالا آوردن پا از پشت در حالت دمر<sup>۱۱</sup> اجرا شدند.

تعادل پویا و عملکرد ذهنی و عینی<sup>۱۲</sup> اندام تحتانی آزمودنی‌ها قبل و بعد از انجام ۶ هفته تمرینات منتخب عصبی عضلانی و ثبات مرکزی به ترتیب به وسیله آزمون‌های تعادلی<sup>۷</sup>، پرسشنامه ارزیابی توانایی پا و مچ پا و آزمون لی لی به شکل هشت لاتین اندازه‌گیری شد.

پرسشنامه ارزیابی توانایی پا و مچ پا<sup>۱۳</sup> جهت ارزیابی ذهنی (خود اظهاری) پا و مچ پا در افراد مبتلابه بی‌ثباتی مچ پا استفاده می‌شود. پایایی این پرسشنامه برای فعالیت‌های بدنی روزمره و ورزشی به ترتیب ۰/۹۷ و ۰/۹۴ گزارش شده است.

گذراندن درمان دیگری نبوده و قادر به تحمل وزن بر روی مچ پا باشد می‌شوند. معیارهای حذف از تحقیق شامل سابقه آسیب اندام تحتانی، سابقه جراحی در اندام تحتانی، داشتن سابقه شرکت در برنامه توان‌بخشی در شش ماه گذشته و مثبت بودن آزمون کشویی قدامی<sup>۱</sup> و تیلت تالار<sup>۲</sup> بود.

گروه‌های تمرینی ۶ هفته تمرینات عصبی عضلانی و ثبات مرکزی را تحت نظارت متخصصان فیزیوتراپی و در قالب ۳ جلسه در هفته (۱۸ جلسه) انجام دادند. در هر دو نوع پروتکل تمرینی در ابتدای هر جلسه تمرین، آزمودنی‌ها مطابق یک دستورالعمل که از قبل در اختیار آن‌ها قرار داده شده بود به مدت ۱۰-۷ دقیقه با استفاده از دستگاه‌های دوچرخه و تردمیل به گرم کردن بدن خود پرداختند و سپس به مدت ۳ تا ۵ دقیقه به انجام چند حرکت کششی ساده و عمومی پرداخته تا برای شروع تمرینات آماده شدند. برنامه تمرینی عصبی عضلانی تلفیقی از پروتکل‌های بازتوانی و تعادلی معتبر و منتشر شده در تحقیقات انجام شده می‌باشد (۳، ۱۷). در هر جلسه آزمودنی‌ها هر یک از تمرینات را ۳ مرتبه و به مدت ۳۰ ثانیه و به دلیل عصب دهی متقابل اندام تحتانی برای هر یک از اندام‌های تحتانی (هر دو پا) اجرا کردند و بین هر یک از تکرارها در تعویض پای اتکاء ۳۰ ثانیه استراحت داشتند. تمرینات ۳ روز در هفته یک روز در میان اجرا شدند. مدت زمان بدنه اصلی تمرین ۳۰ دقیقه بود که طی هفته‌های متوالی به منظور افزایش بار بر اطلاعات حسی جمع‌آوری شده از سیستم‌های تعادلی بینایی، دهلیزی و حسی پیکری و افزایش حس عمقی، شرایط تمرین از طریق بستن چشم‌ها، تعادل روی یک‌پا و استفاده از صفحه تعادل مشکل‌تر شدند. نحوه اجرای به این صورت بود که در هفته اول با چشمان باز در

<sup>3</sup>.Single Leg Swinging Raised

<sup>4</sup>.Single Leg Squat

<sup>5</sup>.Single Leg Dribbling

<sup>6</sup>.V Sit-up

<sup>7</sup>.Oblique Twist

<sup>8</sup>.Bridge

<sup>9</sup>.Lateral and Prone Plank

<sup>10</sup>.Superman

<sup>11</sup>.Hip Extension in Lying

<sup>12</sup>. subjective and objective function

<sup>13</sup>.Foot and Ankle Ability Measure

<sup>1</sup>. Anterior Drawer Test

<sup>2</sup>. Talar Tilt Test

و آزمون رمبرگ اصلاح شده برای پیش آزمون و پس آزمون نشان می دهد.

نتایج حاصل از تحلیل کوواریانس چند متغیره<sup>۴</sup> نشان داد که بعد از کنترل تأثیر پیش آزمون بین عملکرد اندام تحتانی و تعادل پویای آزمودنی های گروه ها در پس آزمون تفاوت معنی داری وجود دارد ( $p=0/77$ ) partial Wilk's  $\Lambda=0/138, \eta^2=0/011$ ;  $p=0/001$ ;  $F(12, 44)=9/89$ ، ارزش مربع اتا<sup>۵</sup> در این آزمون گویای این می باشد که تقریباً ۷۷ درصد از تفاوت بین عملکرد اندام تحتانی و تعادل پویای آزمودنی ها در پس آزمون ناشی از نوع تمرینات بکار گرفته می باشد.

آزمون تحلیل کوواریانس تک متغیره در پس آزمون نشان داد که از نظر میزان فاصله طی شده با پا در جهت قدامی، خلفی - داخلی و خلفی - خارجی طی آزمون تعادل پویا Y و امتیاز مقیاس سنجش توانایی پا و مچ پا در فعالیت روزانه و ورزشی بین گروه ها تفاوت معنی داری وجود دارد (جدول ۳).

آزمون لی لی به شکل ۸ در یک مسیر ۵ متری و پیرامون ۲ عدد مخروط انجام می گیرد. پایایی این آزمون برای ارزیابی عملکرد اندام تحتانی در افراد مبتلابه ناپایداری مزمن مچ پا ۰/۹۵ و خطای استاندارد اندازه گیری ۱/۶۶ ثانیه گزارش شده است.

آزمون تعادل Y<sup>۲</sup> که به عنوان آزمون تعادل ستاره تعدیل شده<sup>۳</sup> نیز نامیده می شود یکی از روش های معتبر اندازه اندازه گیری تعادل پویا می باشد. این آزمون برای اندازه گیری کنترل عصبی عضلانی و تغییرات مربوط به بازتوانی در افراد مبتلابه ناپایداری عملکردی مچ پا مناسب است ( $ICC=0/80-0/93$ ).

در این پژوهش پس از جمع آوری و وارد کردن داده ها در محیط نرم افزار SPSS 17.0، با استفاده از روش های آماری داده ها به روش زیر توصیف و تفسیر شدند: الف (برای محاسبه اندازه های گرایش مرکزی و پراکنندگی از آمار توصیفی استفاده شد. ب) جهت بررسی نرمال بودن داده ها آزمون کولموگروف - اسمیرنف استفاده شد. ج) از آنجا که اطلاعات مورد بررسی داری توزیع نرمال بودند از آزمون تحلیل کوواریانس چند متغیره استفاده شد. در مواردی که تفاوت معنی داری مشاهده شد آزمون تعقیبی توکی جهت بررسی نتایج استفاده شد.

### یافته ها

جدول ۱ اطلاعات دموگرافیکی آزمودنی های تحقیق را به تفکیک گروه نشان می دهد. نتایج تحقیق نشان داد که در هیچ یک از متغیرهای دموگرافیکی بین گروه ها تفاوت معنی داری وجود ندارد. به عبارتی دیگر، گروه ها از نظر ویژگی های دموگرافیکی با یکدیگر همگون هستند.

جدول ۲ اطلاعات توصیفی گروه ها را به صورت تفکیک شده در آزمون های آزمون لی لی، آزمون لی لی به طرفین

<sup>1</sup>.8 Hopping Test

<sup>2</sup>.Y Balance Test

<sup>3</sup>.Modified Star Excursion Balance Test

<sup>4</sup>.Multivariate Analysis of covariance

<sup>5</sup>.Eta Squared value

جدول (۱) ویژگی‌های فردی آزمودنی‌های دو گروه تجربی و کنترل

متغیر	گروه	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد
سن (سال)	تمرینات تعادلی	۱۲	۲۲/۳۳	۲/۸۴
	تمرینات ثبات مرکزی	۱۲	۲۲/۷۵	۳/۱۲
	کنترل	۱۲	۲۰/۳۳	۱/۱۵
قد (سانتی‌متر)	تمرینات تعادلی	۱۲	۱۶۵/۴۹	۷/۲۳
	تمرینات ثبات مرکزی	۱۲	۱۶۶/۲۴	۶/۸۳
	کنترل	۱۲	۱۶۴/۵۳	۷/۶۳
وزن (کیلوگرم)	تمرینات تعادلی	۱۲	۶۰/۳۰	۵/۸۷
	تمرینات ثبات مرکزی	۱۲	۵۹/۷۴	۵/۵۳
	کنترل	۱۲	۵۸/۱۵	۶/۱
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	تمرینات تعادلی	۱۲	۲۲/۱۸	۲/۴۷
	تمرینات ثبات مرکزی	۱۲	۲۱/۵۳	۲/۵۱
	کنترل	۱۲	۲۱/۸۶	۲/۵۷

جدول (۲) اطلاعات توصیفی مربوط به متغیرهای تحقیق

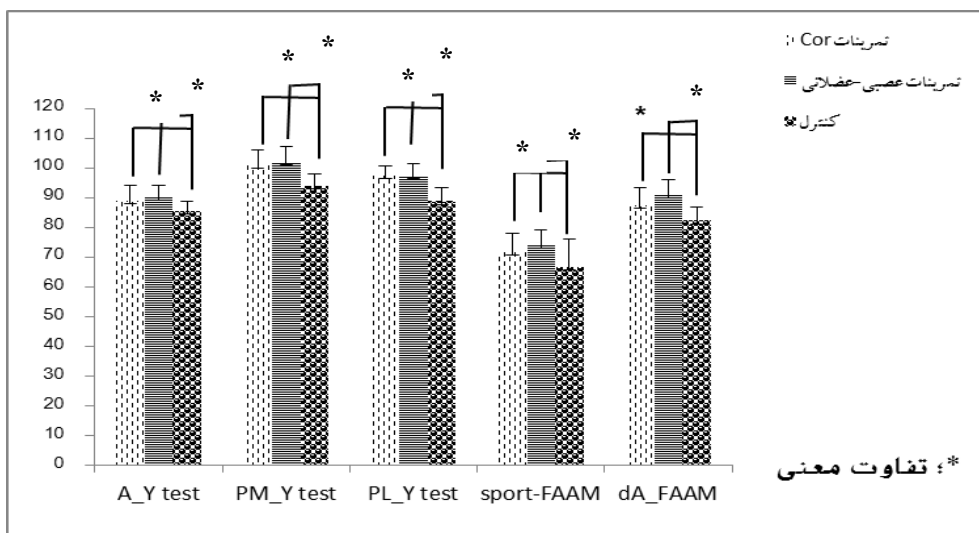
متغیر	گروه	پیش‌آزمون		پس‌آزمون	
		میانگین	انحراف استاندارد	میانگین	انحراف استاندارد
آزمون لی‌لی & (ثانیه)	تمرینات تعادلی	۹/۲۸	۰/۵۸	۸/۴۷	۰/۵۲
	تمرینات ثبات مرکزی	۹/۱۷	۰/۸۰	۸/۱۸	۰/۶۲
	کنترل	۹/۰۸	۰/۷۸	۹/۰۱	۰/۸۰
آزمون لی‌لی به طرفین (ثانیه)	تمرینات تعادلی	۱۲/۴۶	۰/۵۹	۱۰/۷۹	۰/۸۴
	تمرینات ثبات مرکزی	۱۲/۲۴	۰/۵۶	۱۰/۶۴	۰/۷۹
	کنترل	۱۲/۰۹	۰/۶۳	۱۲/۱۹	۰/۶۱
آزمون رمبرگ اصلاح‌شده (ثانیه)	تمرینات تعادلی	۱۲/۷۵	۰/۵۲	۱۴/۰۶	۱/۰۳
	تمرینات ثبات مرکزی	۱۲/۷۲	۰/۴۸	۱۳/۸۴	۱/۰۳
	کنترل	۱۲/۲۹	۰/۵۰	۱۲/۵۰	۰/۶۸

جدول ۳. تأثیر نوع تمرین بر روی تعادل پویا و عملکرد اندام تحتانی افراد مبتلا به ناپایداری عملکردی معج با

منع	متغیر وابسته	نوع ۳ مجموع مربعات	Df	میانگین مربعات	F	p-value	مرجع اتا
	A-Y test	۱۲۸/۹۰	۲	۶۴/۴۵	۳۸/۵۴	۰/۰۰۱	٪۶۰
	PM- Y test	۳۲۷/۸۲	۲	۱۶۳/۹۱	۳۷/۳۴	۰/۰۰۱	٪۶۸
۳)	PL- Ytest	۵۱۶/۲۱	۲	۲۵۸/۱۱	۱۵/۳۵	۰/۰۰۱	٪۶۷
۴)	Sport-FAAM	۴۵۴/۸۳	۲	۲۲۷/۴۱	۷۶/۱۳	۰/۰۰۱	٪۵۵
	DA-FAAM	۳۷۷/۰۴	۲	۱۸۸/۵۲	۱۳/۵۳	۰/۰۰۱	٪۶۹
	Figure-of-8 hop	۱۰/۴۱	۲	۵/۲۱	۴۸/۳۶	۰/۰۰۰	٪۸۱

A-Y test؛ آزمون وای در جهت قدامی، PM- Y test؛ آزمون وای در جهت خلفی -داخلی، PL- Y test؛ آزمون وای در جهت خلفی -خارجی،

اجرای آزمون تعقیبی بنفرینی<sup>۱</sup> نشان داد که در هیچ‌یک از متغیرهای اندازه‌گیری شده بین گروه تمرینات عصبی-عضلانی و ثبات مرکزی تفاوت معناداری وجود ندارد و تنها بین گروه کنترل با گروه‌های تمرینی عصبی-عضلانی و ثبات مرکزی تفاوت معناداری وجود دارد (نمودار ۱).



نمودار ۱. مقایسه تعادل پویا و عملکرد اندام تحتانی آزمودنی‌های گروه‌ها در پس‌آزمون

<sup>۱</sup>. Benferroni Post Hoc Test

## بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تمرینات ثبات مرکزی و عصبی عضلانی بر تعادل پویا و عملکرد اندام تحتانی افراد مبتلابه ناپایداری عملکردی مچ پا تأثیر معناداری دارند. به طوری که بعد از انجام شش هفته تمرینات ثبات مرکزی و تمرینات عصبی عضلانی در هر گروه به طور معناداری عملکرد خود اظهاری اندازه گیری شده توسط مقیاس سنجش توانایی پا و مچ پا در فعالیت های روزانه (FADI) و ورزشی (FADI-SPORT) و کنترل وضعیتی پویای اندازه گیری شده توسط آزمون تعدیل شده ستاره در ورزشکاران مبتلابه ناپایداری عملکردی مچ پا بهبود می بخشد ( $F = (۱۲ و ۳۶) / ۸۹, p = ۰/۰۰۰$ ). این یافته ها با نتایج تحقیق هال<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۷) که ۴ هفته برنامه باز توانی جامع (دامنه حرکتی، قدرتی، عصبی عضلانی و عملکردی) را روی کنترل وضعیتی و عملکرد اندام تحتانی افراد مبتلابه ناپایداری مزمن مچ پا بررسی کردند همخوانی دارد. آن ها بهبود معنی داری را در امتیاز آزمون تعادلی ستاره و مقیاس سنجش توانایی پا نسبت به گروه کنترل گزارش کردند (۲۰). مک کون و همکاران (۲۰۰۸) نیز در بررسی تأثیر یک برنامه تمرینی تعادلی ۴ هفته ای بر کنترل وضعیتی ایستا و پویا و نتایج عملکردی خود گزارش شده در افراد مبتلابه بی ثباتی مزمن مچ پا متوجه شدند که عملکرد آزمودنی های گروه تمرین درمانی نسبت به گروه کنترل در متغیرهای وابسته از قبیل امتیاز مقیاس سنجش ناتوانایی مچ پا و آزمون تعادلی ستاره بهبود معنی داری داشت. طبق اظهارات مک کون و همکاران، بهبود مشاهده شده در مقادیر دستیابی آزمون تعدیل شده ستاره احتمالاً به دلیل بهبود نقایص سیستم حسی حرکتی در نتیجه تمرینات تعادلی از قبیل تمرینات عصبی عضلانی می باشد (۱۴). تحقیقات نشان داده اند که تمرینات تعادلی بخش های مختلف سیستم های حسی و حرکتی را که در ثبات مفصل نقش دارند، فعال

می سازند و باعث بهبود عملکرد سیستم حسی حرکت می شوند. برای مثال، اودریسکل و همکاران (۲۰۱۱) در یک مطالعه موردی، با اجرای ۶ هفته تمرینی عصبی عضلانی پویا و پیش رونده، بهبود قابل توجهی را در امتیازات پرسشنامه ناپایداری مزمن مچ پا<sup>۲</sup> (CAIT) و آزمون تعادل گردش ستاره ای (SEBT) مشاهده کردند (۲۱). فعالیت های که نیاز به حفظ تعادل، انتقال وزن، تحریک رفلکس های ضد جاذبه و هماهنگی زیاد دارند، سبب تسهیل و ارتقای کارایی گیرنده های حس عمقی می شوند که احتمالاً دلیل بهتر شدن تعادل و عملکرد افراد مبتلابه ناپایداری عملکردی مچ پا در گروه تمرینات تعادلی نسبت به گروه کنترل می باشد. برای مثال واترا کوکولیس<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی تأثیر تمرینات تعادلی برگیرنده های عمقی زانو بعد از عمل جراحی ACL مشاهده کردند که شاخص ثبات تعادل بعد از بازسازی ACL بهتر شده و تفاوت معناداری بین عملکرد افرادی که تمرینات تعادلی را انجام دادند با افرادی که انجام ندادند وجود داشت (۲۵). با وجود این نتایج همسو، سفتن<sup>۴</sup> و همکاران در مطالعه افراد مبتلابه ناپایداری مزمن مچ پا با استفاده از آزمون اصلاح شده ستاره در اندازه گیری تعادل پویا تفاوت معنادار آماری را بین افراد گروه سالم و افراد CAI در امتیازات کسب شده در سه جهت یافت نکردند که با نتایج این تحقیق مغایرت می کند (۲۲). احتمالاً یکی از دلایل عدم همخوانی این باشد که در تحقیق حاضر تمامی آزمودنی ها شرکت کننده در سه گروه را افراد مبتلابه ناپایداری عملکردی مچ پا تشکیل داده اند در حالی که در تحقیق سفتن یک گروه را افراد سالم و گروه دیگر را افراد مبتلابه ناپایداری مزمن مچ پا تشکیل داده است.

در راستای اثربخشی تمرینات ثبات مرکزی بر تعادل پویا و عملکرد افراد مبتلابه ناپایداری عملکردی مچ

<sup>۲</sup>. Chronic Ankle Instability Test

<sup>۳</sup>. Vathra kokilis

<sup>۴</sup>. Sefton

<sup>۱</sup>. Hale

فقرات را بیشتر کنند. از این رو هر نوع ضعف در این عضلات منجر به فعال‌سازی با تاخیر عضلات اندام تحتانی و آسیب‌های مختلف می‌شود. پس نقش عضلات شکمی در ارائه ثبات مرکزی و در نتیجه تعادل اندام تحتانی بسیار مهم می‌باشد (۲۲). بعلاوه، عضلات لگن حرکت استخوان ران که به نوبه خود قرارگیری ساق پا و پا را تحت تأثیر قرار می‌دهد را کنترل می‌کنند (۲). زمانی که پا با زمین تماس پیدا می‌کند، این رابطه پروگزیمال به دیستال، ساختمان مج پا را تحت تأثیر قرار می‌دهد که اگر کنترل عضلات لگن ضعیف باشد جایگزینی ناقص پا و زمینه بروز آسیب مج به وجود می‌آید (۱۸). تحقیقات اخیر در مورد فعال‌سازی و قدرت عضلات لگن به‌ویژه عضلات سرینی در رابطه با افراد مبتلا به اسپرین مزمن مج پا گزارش داده اند (۲۳). برای مثال کاترین<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۳) در مقایسه الکترومیوگرافی عضلات سرینی میانی و بزرگ در افراد مبتلا به ناپایداری مزمن مج پا و افراد سالم در طول دو نوع تمرینات عملکردی به اهمیت فعال‌سازی عضلات سرینی در طول حرکات زنجیره عملکردی و توان بخشی افراد مبتلا CAI پی بردند. در این زمینه، لیوری<sup>۵</sup> (۲۰۱۰) با مقایسه برنامه تمرین تعادلی، قدرتی و ترکیبی سرینی میانی روی کنترل قامت پویا به این نتیجه دست یافت که تمرین قدرتی سرینی میانی و یا تمرین حس عمقی می‌تواند تعادل پویا در افراد سالم را بهبود بخشد (۱۹،۲۶).

با وجود تحقیقات همسو در این زمینه، کیمبرلی<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۰۵) در بررسی اثر پنج هفته برنامه تمرینات ثبات مرکزی بر تعادل پویا در ورزشکاران تنیس، تفاوت معناداری را در تعادل پویای بین دو گروه مشاهده نکردند (۱۷). همچنین هرمان<sup>۶</sup> و

پا، ویلسون<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۵) طی یک تحقیق مروری درباره ثبات مرکزی و رابطه آن با عملکرد اندام تحتانی و آسیب به این نتیجه دست یافتند که کاهش ثبات مرکزی ممکن است زمینه ایجاد آسیب را فراهم کند (۱۶). بر اساس یافته‌های کیمبرلی<sup>۴</sup>، فعال‌سازی عضلات مرکزی در الگوی حرکتی اندام تحتانی باعث کنترل وضعیتی بهتر می‌شود و فعال‌سازی عضلات مرکزی را می‌توان برای تولید گشتاورهای چرخشی<sup>۳</sup> اطراف ستون فقرات استفاده کرد. در آزمون تعادلی ۷ هنگامی که آزمودنی‌ها روی یک پا می‌ایستند و از پای دیگر برای دستیابی فواصل استفاده می‌کنند، فعال‌سازی عضلات راست شکمی و مورب شکمی باید قبل از اجرای حرکت صورت گیرد. بعلاوه فعال‌سازی عضلات مولتی فایدوس و عرضی شکم با حمایت ستون فقرات برای رسیدن به تعادل در اجرای حرکت اندام تحتانی کمک می‌کند (۱۷). تحقیقات انجام شده نشان می‌دهند که قدرت عضلات احاطه‌کننده و عمل‌کننده بر مفصل و هم - انقباضی آن‌ها جهت تثبیت مفاصل اندام تحتانی اتکا، فعالیت گیرنده‌های عمقی و کنترل عصبی عضلانی به منظور حفظ تعادل هنگام انجام عمل دستیابی و کسب بیشترین امتیاز اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. بنابراین یکی از دلایل بهبود تعادل و عملکرد می‌تواند بهبود ثبات مرکزی در نتیجه مشارکت در یک پروتکل تمرین ثبات مرکزی باشد (۱۴). از طرفی دیگر، عضلات مرکزی فعال‌سازی عضلات اندام‌های فوقانی و تحتانی را تحت تأثیر قرار می‌دهند طوری که در افراد سالم عضلات عرضی شکمی و مولتی فیدوس‌ها ۳۰ میلی ثانیه قبل از حرکت شانه و ۱۱۰ میلی ثانیه قبل از حرکت اندام تحتانی فعال می‌شوند تا ثبات ستون

4 . Kathryn

5 . Leavey

6 . Herman

1. Wilson

2 . Kimberly

3. Rotational Torque

همکاران (۲۰۰۸) در تحقیق خود با عنوان تأثیر تمرینات تقویتی مرکزی روی بیومکانیک اندام تحتانی زنان فعال در فعالیت های پرشی-توقفی، هیچ اثر قدرتی را روی کینماتیک و کیتیک و در نهایت عملکرد اندام تحتانی زنان مشاهده نکردند. این محققین نتیجه گرفتند که تمرین تقویتی مرکزی برای تغییر بیومکانیک اندام تحتانی کافی نمی باشد (۱۳). در تحقیق هرمان پروتکل تمرینی بکار رفته فقط شامل تقویت مرکزی عضلات پاهای بوده و به تقویت عضلات مرکزی کمر لگنی توجه ای نشده است و این در حالی است که در تحقیق حاضر علاوه بر تقویت عضلات سرینی بزرگ و میانی، همسترینگ و چهار سر، عضلات مرکزی شکمی و پشتی نیز تقویت شده - اند. یافته های تحقیق حاضر همچنین نشان داد که بین تأثیر تمرینات ثبات مرکزی و تمرینات تعادلی بر تعادل پویا و عملکرد افراد مبتلا به ناپایداری عملکردی میچ با تفاوت معناداری وجود ندارد و هر دو پروتکل تأثیر یکسانی را بر تعادل و عملکرد آزمودنی ها داشته است (۲). مشابه با این تحقیق، پیگوارو (۲۰۰۳) نیز با مقایسه اثرات ۴ هفته تمرینات ثبات مرکزی و تمرینات تعادلی بر تعادل نیمه دینامیک و دینامیک، هیچ اختلاف معناداری را بین تأثیر گروه های تعادلی و ثبات مرکزی بر تعادل دینامیک مشاهده نکرد (۲۴). با توجه به سودمندی هر دو نوع تمرین تعادلی و ثبات مرکزی در تحقیقات مختلف و عدم وجود هیچ گونه اختلاف معنی داری بین تاثیرات این تمرینات بر تعادل و عملکرد در این تحقیق، آنچه که در این میان مهم می باشد مکانیسم تأثیر تمرینات تعادلی و ثبات مرکزی بر این عوامل می باشد. بازگرداندن کنترل عصبی عضلانی و تعادل بعد از یک آسیب از طریق اجرای تمرینات تعادلی بر اساس این حقیقت می باشد که لیگامنت ها داری گیرنده های حس عمقی هستند و هر

نوع صدمه به این ساختارها باعث تغییر اطلاعات آوران می شود و در نتیجه به یک ترمیم عصبی برای دستیابی به ریکاوری کامل نیاز می باشد. اگر ترمیم کامل صورت نگیرد و حس عمقی آسیب ببیند، اطلاعات غلطی به سیستم عصبی مرکزی انتقال می یابد که قابل سازماندهی نمی باشد و در نتیجه باعث تولید حرکات غیر کنترل شده و سریع بدن می شود (۹). تمرینات تعادلی از طریق بهبود عملکرد گیرنده های مکانیکی مفصل و بازگرداندن حلقه بازخورد عصبی عضلانی و کاهش نقایص سیستم حسی حرکتی به بازآموزی سیستم حس عمقی و بهبود تعادل کمک می کنند. در رابطه با مکانیسم تمرینات ثبات مرکزی، به دلیل قرار گیری مرکز ثقل در این ناحیه تقویت عضلات این ناحیه باعث بهبود کنترل عصبی عضلانی و جابجایی کمتر مرکز ثقل به خارج از سطح اتکا و کاهش نوسانات آن و بهبود حفظ تعادل می شود. تمرینات ثبات مرکزی نقایص سیستم عصبی عضلانی را بهبود می بخشد که این امر باعث ایجاد آرتر و کینماتیک بهینه در مجموعه لومبولویک-هیپ در طول حرکات زنجیره جنبشی عملکردی، افزایش و کاهش شتاب مطلوب و تعادل بهینه عضلانی می شود و پایداری پروگزیمال را برای حرکات موثر اندام تحتانی فراهم می کند. این تأثیر منجر به عملکرد بهینه و قدرت عضلات اندام تحتانی می شود (۵). به همین دلیل، با توجه به مکانیسم تاثیر گذار هر دو نوع تمرینات تعادلی و ثبات مرکزی بر تعادل و عملکرد و بهبودهای مشابه مشاهده شده تفاوت معناداری بین گروه های تمرینی در این تحقیق مشاهده نشد.

### نتیجه گیری

بر اساس نتایج این تحقیق، اجرای ۶ هفته تمرینات عصبی عضلانی و تمرینات ثبات مرکزی تعادل پویا و عملکرد اندام تحتانی را در ورزشکاران مبتلا به ناپایداری عملکردی میچ با

آسیب مفصل مچ پا و تعیین اثرات تمرینات ثبات مرکزی روی تعادل پویا با نمونه‌های بزرگتر نیاز می‌باشد.

### تشکر و قدردانی

این پژوهش کار تحقیقاتی است که در دانشگاه علامه طباطبایی (ره) تهران توسط گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی صورت گرفت. بدینوسیله از ورزشکاران، اساتید و دانشجویانی که جهت انجام این کار تحقیقاتی همکاری کردند تشکر و قدردانی می‌گردد.

به‌طور معناداری بهبود می‌بخشد. تمرینات عصبی عضلانی پارامترهای کنترل حسی حرکتی و عملکرد ذهنی ورزشکاران مبتلا به ناپایداری مچ پا را بهبود می‌بخشد و از طرفی تمرینات ثبات مرکزی با افزایش مکانیسم پیش-بازخورد باعث پیشرفت عملکرد عصبی عضلانی و زنجیره حرکتی بسته در اندام تحتانی می‌شود. به‌طور کلی، به تحقیقات بیشتری برای تعیین بهترین روش تمرینی در پیشگیری و توان بخشی ناپایداری عملکردی مچ پا، تعیین اثرات تمرینات عصبی عضلانی روی ریسک فاکتورهای

### Reference

1. Kwon YK, Jung HC, Sang BL. Effect of core strengthening exercise programs on symmetric double limb support and balance ability for the elderly. *J Int Acad Phys Ther Res* 2012; 3: 345-411.
2. Pourshian Najafabadi F, Reza M, Bijan G. Effect of 6 week of functional training and core stability on balance and quality of life in elderly women. *Asian Journal of Multidisciplinary Studies* 2013;1:2321-8819.
3. Delahunt E, Coughlan GF, Caulfield B, Nightingale EJ, Lin CW & Hiller CE. Inclusion criteria when investigating insufficiencies in chronic ankle instability. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2010 ;42:2106-2121.
4. Petrofsky JS, Cuneo R, Ashley K, Hill J. Core strengthening and balance in the geriatric population. *J Appl Res* 2005; 5:102-95.
5. Jacobs CA, Mattacola CG. Hip abductor function and lower extremity landing kinematics: sex differences. *J Athl Train* 2007; 42:76-83.
6. Freeman MAR. Instability to the foot after injuries to the lateral ligament of the ankle. *J Bone Joint Surg Br* 1965; 47:669-77.
7. Griffin L. Neuromuscular training and injury prevention in sports. *Clin Orthop Relat Res* 2003; 409: 53-60.
8. Behm D & Colado JC. The effectiveness of resistance training using unstable surfaces and devices for rehabilitation. *International Journal of Sports Physical Therapy* 2012;7: 226-235.
9. McKeon PO, Hertel J. Is balance training clinically effective: a systematic review of postural control and lateral ankle instability, part II. *J Athl Training* 2008; 43: 305.
10. Fong DT, Hong Y, Chan LK, Yung PS, Chan KM. A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. *Sports Med* 2007; 37:73-94.
11. Caulfield BM & Garrett M. Functional instability of the ankle: differences in patterns of ankle and knee movement prior to and post landing in a single leg jump. *International Journal of Sports Medicine* 2002;23:64-68.
12. Handoll HH, Rowe BH, Quinn KM, de Bie R. Interventions for preventing ankle ligament injuries. *Cochrane Database Syst Rev* 2001; CD000018.
13. Herman DC, Weinhold PS, Guskiewicz KM, Garrett WE, Padua DA. The effects of strength training on the lower extremity biomechanics of female recreational athletes during a stop-jump task. *Am J Sports Med* 2008; 36:733-40.

14. McKeon PO, Ingersoll CD, Kerrigan E, Saliba BC, Bennett & J Hertel. Balance training improves function and postural control in those with chronic ankle instability. *Med Sci Sport Exer* 2008; 40:1810-19.
15. Kahle Nicole. The effects of core stability training on balance testing in young, healthy adults. PhD diss. the University of Toledo, 2009.
16. Willson JD, Dougherty CP, Ireland ML, Davis IM. Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2005; 13:316-25.
17. Kimberly M. The effects of a five-week core stabilization-training program on dynamic balance in tennis athletes. Master of Science Thesis. Morgantown WV: West Virginia University, 2005.
18. Hessari F. The effects of 8 weeks core stabilization training program on balance in deaf students. *Medicina Sportiva Med Sport* 2001; 15: 56-6.
19. Kathryn A, Webster Phillip A, Gribble A. Comparison of electromyography of gluteus medius and maximus in subjects with and without chronic ankle instability during two functional exercises. *Physical Therapy in Sport* 2013; 14:17-22.
20. Hale SA, Hertel J, Olmsted-Kramer L C. The effect of a 4-week comprehensive rehabilitation program on postural control and lower extremity function in individuals with chronic ankle instability. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 2007; 37:303-311.
21. O'Driscoll J, Kerin F, & Delahunt E. Effect of a 6-week dynamic neuromuscular training programme on ankle joint function: a case report. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation* 2011; 3:13-20.
22. Sefton JoEllen M , Ceren Y, Charlie A, Hicks L, Jack W, Berry PhD and et al. Six weeks of balance training improves sensorimotor function in individuals with chronic ankle instability. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 2011; 41: 81-89.
23. Gribble PA, Hertel J, Denegar CR, Buckley WE. The effects of fatigue and chronic ankle instability on dynamic postural control. *Journal of Athletic Training* 2004; 39:321-329.
24. Piegario AD. The comparative effects of four-week core stabilization & balance-training programs in semidynamic & dynamic balance. Master's Thesis, Morgantown WV: West Virginia University. 2003.
25. Vathra Kokilis P, Malliou A, Gioftsidou A, Beneka G. Effects of a balance training protocol on knee joint proprioception after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation* 2008; 21:233-237.
26. Leavey VJ, Sandrey MA, Dahmer G. Comparative effects of 6-week balance, gluteus medius strength, and combined programs on dynamic postural control. *Journal of Sport Rehabilitation* 2010; 19:268-87.