

## Comparison of the Effects of Core Stability Training on Stable and Unstable levels on the Static and Dynamic Balance of Female Athletes with Trunk Dysfunction

Elham Mirdjamali<sup>1</sup> , Hooman Minoonejad<sup>2</sup> \*, Foad Seidi<sup>3</sup> , Hadi Samadi<sup>4</sup>

1. Ph.D. Candidate in Sport Injuries, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran Alborz Campus, Tehran, Iran
2. Faculty Member and Associate Professor, Sport Medicine and Health Department, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran
3. Faculty Member and Associate Professor, Sport Medicine and Health Department, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran
4. Faculty Member and Assistant Professor, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran

Received: 2018.August.18

Revised: 2018.September.12

Accepted: 2018.September.16

### Abstract

**Background and Aim:** The core stabilizer muscle weakness can have a negative effect on the balance. On the other hand, the stability of the core area as a connection with the effective transfer of force produced in the lower extremity to the upper limb through the trunk leads to better exercise.

**Purpose:** The present study was carried out to compare the effects of core stability trainings on stable and unstable levels on the female athletes' balance.

**Materials and Methods:** The statistical society of the current study consisted of 30 female athletes from Guilan province who were intentionally selected to take part in the study. They were divided into two groups of 15: stable training and unstable levels of training for 6 weeks, 3 sessions per week. Static balance dynamic balance were evaluated using BESS and Y balance tests, respectively. To analyze the difference in balance between the athletes in the two groups, statistical analysis of covariance and t-correlation analysis were used.

**Results:** The results of the study showed a significant effect of both training protocols on static and dynamic balance ( $P = 0.001$ ). Also, the results of covariance analysis indicated that training on unstable level had higher efficiency on static and dynamic balance ( $P < 0.05$ ).

**Conclusion:** The results of the present research suggest that, given the difference between the two types of training in affecting the balance component, in addition to the fact that both types of body stabilization trainings can be useful to improve the balance by strengthening the muscles that are Spinal and pelvic controls, coaches and athletes should use unstable levels of core stability training to improve balance.

**Keywords:** Athletes; Trunk; Muscle Weakness; Female

**Cite this article as:** Elham Mirdjamali, Hooman Minoonejad, Foad Seidi, Hadi Samadi. Comparison of the Effects of Core Stability Training on Stable and Unstable levels on the Static and Dynamic Balance of Female Athletes with Trunk Dysfunction. *J Rehab Med.* 2019; 8(1): 61-70.

\* **Corresponding Author:** Hooman Minoonejad. Faculty Member and Associate Professor, Sport Medicine and Health Department, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.  
Email: h.minoonejad@ut.ac.ir

**DOI:** 10.22037/jrm.2018.111331.1920

## مقایسه تاثیر تمرینات ثبات مرکزی در سطح پایدار و ناپایدار بر تعادل ایستا و پویا ورزشکاران زن دارای نقص تنه

الهام میرجمالی<sup>۱</sup>، هومن مینونژاد<sup>۲\*</sup>، فواد صیدی<sup>۳</sup>، هادی صمدی<sup>۴</sup>

۱. دانشجوی دکتری آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی پردیس البرز دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲. عضو هیئت علمی و دانشیار گروه طب ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳. عضو هیئت علمی و دانشیار گروه طب ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران، تهران، ایران
۴. عضو هیئت علمی و استادیار گروه طب ورزشی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران

\* پذیرش مقاله ۱۳۹۷/۰۶/۲۵

بازنگری مقاله ۱۳۹۷/۰۶/۲۱

\* دریافت مقاله ۱۳۹۷/۰۵/۲۷

### چکیده

#### مقدمه و اهداف

ضعف عضلات ثبات‌دهنده مرکزی می‌تواند تاثیر منفی بر روی تعادل داشته باشد. از طرف دیگر ثبات ناحیه مرکزی به عنوان یک رابط با انتقال موثر نیروی تولیدشده در اندام تحتانی به اندام فوقانی از طریق تنه به اجرای بهتر ورزشی کمک می‌کند. هدف از پژوهش حاضر مقایسه تاثیر تمرینات ثبات مرکزی در سطح پایدار و ناپایدار بر تعادل در ورزشکاران زن بود.

#### مواد و روش‌ها

جامعه آماری تحقیق حاضر شامل ۳۰ نفر از ورزشکاران زن استان گیلان بودند که به صورت هدفمند وارد تحقیق شدند که به دو گروه ۱۵ نفری (تمرینات در سطح پایدار و تمرینات در سطح ناپایدار که به مدت ۶ هفته و سه جلسه در هفته انجام شد) تقسیم شدند. تعادل ایستا با استفاده از آزمون BESS و تعادل پویا با استفاده از آزمون تعادل وای ارزیابی شد. برای بررسی تفاوت تعادل در بین ورزشکاران دو گروه از آزمون آماری تحلیل کوواریانس و تی همبسته استفاده شد.

#### یافته‌ها

نتایج تحقیق حاضر نشان‌دهنده تاثیر معنادار هر دو پروتکل تمرینی بر تعادل ایستا و پویا بود ( $P=0/001$ ). همچنین نتایج آزمون تحلیل کواریانس نشان داد که تمرینات در سطح ناپایدار تاثیر بیشتری نسبت به تمرینات در سطح پایدار بر تعادل ایستا و پویا داشت ( $P<0/05$ ).

#### نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر پیشنهاد می‌کند که با توجه به تفاوت بین دو نوع تمرین در اثرگذاری بر مولفه تعادل، علاوه بر اینکه هر دو نوع تمرینات ثبات‌دهنده ناحیه مرکزی بدن می‌تواند برای بهبود تعادل، به وسیله تقویت عضلاتی که با کنترل ستون فقرات و لگن مرتبط است، مفید باشد، مربیان و ورزشکاران از تمرینات ثبات مرکزی در سطح ناپایدار برای بهبود تعادل استفاده کنند.

#### واژه‌های کلیدی

ورزشکاران؛ تنه؛ ضعف عضلانی؛ زنان

نویسنده مسئول: هومن مینونژاد، عضو هیئت علمی و دانشیار گروه طب ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران،

تهران، ایران

آدرس الکترونیکی: h.minoonejad@ut.ac.ir

## مقدمه و اهداف

تعادل مهمترین بخش توانایی ورزشکار است و تقریباً در هر شکلی از فعالیت‌ها درگیر می‌باشد. تعادل مهارت حرکتی پیچیده‌ای است که پویایی وضعیت بدن را در جلوگیری از افتادن توصیف می‌کند.<sup>[1]</sup> حفظ تعادل به عنوان یک امتیاز مهم برای انجام فعالیت‌ها در میدانی ورزشی قلمداد می‌شود و ضعف آن به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل ایجاد آسیب در ورزشکاران به حساب می‌آید و همچنین یکی از متغیرهای مهم بالینی که پزشکان تیم‌های ورزشی برای بازگرداندن ورزشکاران به میدانی ورزشی به دنبال یک آسیب‌دیدگی در نظر می‌گیرند، ارزیابی میزان تعادل و کنترل پاسچر است.<sup>[2]</sup> نتایج تحقیقات نشان می‌دهد ضعف تعادل به عنوان یکی از مهمترین عوامل خطر افتادن و در پی آن وقوع آسیب به حساب می‌آید.<sup>[3]</sup> از سوی دیگر توازن بین قدرت و ثبات در زنجیره حرکتی اندام تحتانی برای پیشگیری از آسیب‌های ورزشی بسیار حیاتی است. ثبات ناحیه مرکزی بدن نقش مهمی در پیشگیری از آسیب‌های ورزشی ایفا می‌کند.<sup>[4]</sup> ثبات ناحیه مرکزی بدن<sup>1</sup> با کنترل حرکت و ظرفیت عضلانی مجموعه کمر، لگن و ران توصیف می‌شود.<sup>[4]</sup> حفظ راستای موقعیتی و تعادل وضعیتی پویا در طول فعالیت‌های عملکردی از وظایف ناحیه مرکزی بدن است که به جلوگیری از الگوهای غلط کمک می‌کند.<sup>[5]</sup> عدم تقارن در موقعیت و حرکت اجازه نمی‌دهد که ناحیه مرکزی ثبات داشته باشد.<sup>[5]</sup> محدودیت‌های موجود در قدرت و ثبات عضلات عمقی منجر به تکنیک‌های نادرست ورزشی شده و ورزشکار را مستعد آسیب می‌کند.<sup>[6]</sup> یک ناحیه مرکزی مطلوب، رابطه طبیعی طول-تنش عضلات آگونست و آنتاگونیست را حفظ می‌کند و این امر منجر به سینماتیک مطلوب مفاصل در مجموعه کمر-لگن و ران در حرکات زنجیره حرکتی عملکردی و ایجاد حداکثر ثبات برای حرکات اندام تحتانی می‌شود.<sup>[7]</sup>

ثبات ناحیه مرکزی به عنوان یک رابط با انتقال موثر نیروی تولیدشده در اندام تحتانی به اندام فوقانی از طریق تنه به اجرای بهتر ورزشی کمک می‌کند.<sup>[8]</sup> نتایج تحقیقات نشان می‌دهد عضلات ثبات‌دهنده قبل از حرکت‌دهنده‌های اندام تحتانی و در تمام صفحات حرکتی منقبض می‌شوند که این امر باعث افزایش سفتی ستون فقرات در ایجاد یک تکیه‌گاه باثبات می‌شود. همین‌طور محققین عنوان می‌کنند که ورزشکاران باید قدرت کافی در عضلات ران و تنه داشته باشند تا در صفحات حرکتی مختلف ثبات لازم ایجاد شود.<sup>[9]</sup> کاهش قدرت عضلات پروگزیمال (لگن و ران) باعث ایجاد یک بنیان ضعیف و بی‌ثبات برای توسعه و کاربرد نیرو در اندام تحتانی می‌شود که این بی-ثباتی ناحیه مرکزی می‌تواند به عنوان پیش‌بینی‌کننده آسیب اندام تحتانی باشد.<sup>[10]</sup> همچنین ضعف عضلات ناحیه مرکزی نسبت مستقیمی با وقوع بیشتر آسیب در اندام تحتانی به ویژه در ورزش‌هایی که نیاز به پرش، جهش و دویدن‌های سریع دارند، دارد.<sup>[11]</sup> از سویی دیگر، افزایش ثبات ناحیه مرکزی، فراخوانی عصبی-عضلانی را در جهت کاهش درد ناحیه پایین و پشت کمر و جلوگیری از آسیب اندام تحتانی افزایش می‌دهد.<sup>[11]</sup> نتایج حاصل از تحقیقات بیان می‌کند که میزان قدرت و استقامت عضلات ثبات‌دهنده مرکزی در افراد با آسیب‌های اندام تحتانی کمتر از افراد بدون سابقه آسیب است.<sup>[12]</sup> این یافته‌ها با نظریه زنجیره حرکتی بسته مطابقت دارد. بر اساس این نظریه قدرت و ثبات سگمان‌های فوقانی در کنترل سگمان‌های تحتانی و جلوگیری از آسیب ضروری بوده و چنانچه یکی از مفاصل فوقانی عملکرد مناسبی نداشته باشد، سایر مفاصل نیز درگیر خواهند شد.<sup>[13]</sup> تحقیقات نشان داده است که کاهش قدرت در عضلات ناحیه مرکزی بدن، موجب افزایش نوسان‌های بدن می‌شود و در نتیجه ممکن است باعث ایجاد اختلال در تعادل بدن شود.<sup>[14]</sup> کارپس<sup>2</sup> و همکاران (۲۰۰۶) با تقویت عضلات مرکز، بهبود در تعادل را نشان دادند.<sup>[15]</sup> همچنین پتروفسکی<sup>3</sup> و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که یک ماه برنامه تمرینی تقویت عضلات مرکزی بر افزایش تعادل و ثبات و کاهش لرزش در سالمندان تاثیر معناداری داشت.<sup>[16]</sup>

تمرینات مختلف ناحیه مرکزی در سطح پایدار و ناپایدار انجام می‌شود که از توپ سوئیسال برای انجام تمرینات ناحیه مرکزی در سطح ناپایدار استفاده می‌شود. در تحقیقی سکندیز<sup>4</sup> و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی اثرات ۱۲ هفته تمرینات قدرت مرکزی با توپ سوئیس بر تعادل پویا در ۲۱ نفر زن غیرفعال پرداختند. نتایج نشان داد تمرینات قدرت مرکزی روی توپ سوئیس می‌تواند موجب پیشرفت تعادل پویا در زنان غیرفعال شود.<sup>[17]</sup> در زمینه مقایسه تاثیر تمرینات در سطح پایدار و ناپایدار کاسیولیماس<sup>5</sup> و همکاران (۲۰۰۳) به مقایسه اثر برنامه تمرینات ثبات مرکزی با توپ سوئیس و تمرین روی زمین بر تعادل زنان پرداختند و نشان دادند که تمرین با توپ سوئیس، موجب افزایش معنادار تعادل می‌شود.<sup>[18]</sup> در تحقیق دیگری ساتو و موخا<sup>6</sup> (۲۰۰۹) پس از اجرای شش هفته تمرینات ثبات مرکزی بر روی دوندها، پیشرفت معناداری در تعادل آزمودنی‌ها به دست نیاوردند.<sup>[19]</sup>

هر ورزشی احتمالاً به سطوح متفاوتی از پردازش‌های حسی-حرکتی برای اجرای مهارت‌ها و حفاظت سیستم عصبی-عضلانی از بروز آسیب نیاز دارد. بازیکنان رشته‌های والیبال و بسکتبال در اجرای بسیاری از مهارت‌های حرکتی که توسط اندام‌های تحتانی اجرا می‌شود، به

1 Core

2 Carpes

3 Petrofsky

4 Sekendiz

5 Cosiol-Lima

6 Sato &amp; Mokha

سطوح بالایی از هماهنگی‌های عصبی-عضلانی و تعادلی نیاز دارند. این ورزش‌ها دارای الگوهای حرکتی متفاوتی است که تمام این حرکات به صورت پویا انجام می‌گردد؛ لذا تعادل در ورزش‌های والیبال و بسکتبال برای اجرای بهتر مهارت‌ها و از سویی دیگر برای جلوگیری از بروز صدمات عضلانی-اسکلتی ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به اهمیت تعادل به عنوان یک عامل کلیدی در فعالیت‌های ورزشی و از آنجایی که بررسی تفاوت در نتایج تمرینات در سطح پایدار و ناپایدار بر تعادل دارای اهمیت بوده و بررسی بیشتر این موضوع مورد نیاز بوده، ضرورت حفظ تعادل و بکارگیری برنامه‌های تمرینی جهت بهبود و افزایش آن، یک راهکار مناسبی است که به کاهش آسیب طی تمرینات و مسابقات کمک خواهد کرد. پژوهش حاضر با هدف مقایسه تاثیر ۶ هفته تمرینات ثبات مرکزی در سطح پایدار و ناپایدار بر تعادل ایستا و پویا ورزشکاران زن دانشگاهی انجام شد.

## مواد و روش‌ها

جامعه آماری تحقیق حاضر شامل کلیه بازیکنان والیبال و بسکتبال استان گیلان بودند که با توجه به ادبیات تحقیق و مطالعه تحقیقات مشابه در این زمینه، ورزشکاران دارای حداقل ۳ سال و حداکثر ۸ سال سابقه ورزشی بودند و نیز حداقل ۳ جلسه در هفته تمرین و همچنین در لیگ استانی شرکت داشتند. از این بین ۳۰ ورزشکار دارای نقص تنه (۱۵ نفر در گروه تمرینات روی سطح پایدار و ۱۵ نفر در گروه تمرینات سطح ناپایدار) انتخاب شدند. قبل از آغاز تحقیق، تمامی آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه شرکت در آزمون‌های تحقیق را امضاء کرده و سپس طی یک جلسه نحوه انجام آزمون‌ها برای آزمودنی‌ها تشریح شد. آزمودنی‌ها همگی سالم بودند و سابقه کمردرد نداشتند، همچنین ورزشکارانی وارد تحقیق شدند که دارای نقص تنه بودند. جهت شروع آزمون تعادل پویا، طول واقعی پا یعنی از خار خاصه قدامی-فوقانی تا قوزک داخلی پا جهت نرمال کردن داده‌ها و مقایسه آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. برای هر آزمودنی دو مرتبه تکرار و میانگین گرفته شد، سپس میانگین محاسبه شده به عنوان طول پا استفاده گردید. همچنین پای برتر با استفاده از این اطلاعات که آزمودنی با کدام اندام تحتانی تمایل بیشتری برای زدن شوت فوتسال دارد، تعیین شد.

آزمودنی‌ها با استفاده از آزمون پرش تاک ارزیابی شدند تا افراد مبتلا به نقص عصبی-عضلانی کنترل تنه شناسایی شوند. برای اجرای پرش تاک، ورزشکار با پاهای باز به اندازه عرض شانه ایستاد و به صورت عمودی شروع به پرش کرد و زانوهای خود را تا جایی که امکان داشت، بالا آورد. در بالاترین نقطه پرش، ران‌ها موازی با زمین قرار دارند. هنگام فرود، ورزشکار باید پرش تاک بعدی را شروع کند. این آزمون برای ۱۰ ثانیه اجرا شد.<sup>[۲۰]</sup> برای بهبود دقت ارزیابی از دو دوربین فیلم‌برداری استفاده شد. دوربین‌ها با توجه به قد آزمودنی و به موازات صفحات عرضی و سهمی نسبت به آزمودنی تنظیم شد. پس از انجام آزمون، برای بررسی سکانس‌های پرش از نرم‌افزار کینوا استفاده شد.<sup>[۲۰]</sup> فردی که قادر نبود در محل شروع پرش فرود بیاید، در نقطه اوج پرش ران‌های موازی زمین قرار نمی‌گرفت و پرش‌هایش در طول ۱۰ ثانیه با وقفه انجام می‌شد، به عنوان فرد مبتلا به نقص کنترل تنه در نظر گرفته شد. جهت حصول اطمینان در مورد وجود نقص تنه در مردان، قبل از انجام تحقیق طرح آزمایشی یا پایلوت آزمون پرش تاک به عمل آمد و وجود نقص تنه در ورزشکاران مورد تایید قرار گرفت.<sup>[۲۰]</sup>



شکل ۱. پرش تاک

آزمون تعادلی ستاره، جهت ارزیابی کنترل قامت پویا استفاده می‌شود. این تست ابزاری معتبر و پایا جهت کمی‌سازی تعادل پویا است.<sup>[۲۱]</sup> در این آزمون ۸ جهت که به صورت ستاره مانند روی زمین رسم می‌شود با زاویه ۴۵ درجه نسبت به یکدیگر قرار گرفت. با توجه به مشابه بودن نتایج تست تعادلی Y با تست تعادلی ستاره، در این تحقیق از تست تعادلی Y استفاده شد.<sup>[۲۱]</sup> آزمودنی در مرکز جهات ایستاد و سپس بر روی یک پا قرار گرفت و با پای دیگر عمل دستیابی را انجام داد و به حالت طبیعی روی دو پا برگشت. آزمودنی با پنجه پا دورترین نقطه ممکن را در هر یک از جهات تعیین شده لمس کرد، فاصله محل تماس تا مرکز، فاصله دستیابی می‌باشد که به سانتی‌متر اندازه‌گیری می‌گردد. به منظور به حداقل رساندن اثرات یادگیری هر آزمودنی ۶ بار این آزمون را در جهت‌های سه‌گانه تمرین کرد.

جهت به دست آوردن نمره تعادل پویا در هر جهت به صورت جداگانه از فرمول زیر استفاده شد:

$$\text{امتیاز} = \frac{\text{فاصله دستیابی}}{\text{طول اندام}} \times 100$$

تعادل ایستا به وسیله آزمون ارزیابی خطاهای تعادل مورد ارزیابی قرار گرفت. در این آزمون، شش وضعیت مختلف که شامل سه وضعیت ایستادن (ایستادن روی دو پا، ایستادن به صورتی که یک پا در جلو و پای دیگر در عقب قرار دارد و ایستادن روی یک پا) بر روی دو سطح نرم و سخت بود، در نظر گرفته شد. در هر وضعیت چشم‌های آزمودنی‌ها بسته بود و دست‌های آنها بر روی کمر قرار داشت. آزمودنی هر وضعیت را به مدت ۲۰ ثانیه انجام داد و تعداد کل خطاهایی که در این شش وضعیت مرتکب شد، به عنوان نمره آزمودنی محاسبه شد. خطاها عبارتند از: دست‌ها از کمر جدا شود، چشم‌ها باز شود و یا تعادل به هر دلیل به هم بخورد. قبل از اجرا آزمودنی ۳ بار آزمون را انجام داد تا با سطوح آزمون آشنا شود.<sup>[۲۲]</sup>

پروتکل تمرینی در سطح پایدار شامل شش هفته تمرین و همچنین سه جلسه تمرین در هر هفته بود که در سطح پایدار و بر روی زمین انجام شد.<sup>[۲۳، ۲۴]</sup> بر اساس شدت تمرین و میزان زمان صرف‌شده برای هر تمرین استراحت بین ست‌ها و پایان ست‌ها به ترتیب از ۱ تا ۲ دقیقه و ۲ تا ۴ دقیقه متغیر بوده که با توجه به توان آزمودنی‌ها بر اساس ویژگی‌های فردی آنها قابل تغییر بود. همچنین حجم کل تمرین از هفته اول با ۵۰ دقیقه در جلسه شروع شد و در هفته ششم با حجم تمرینی ۷۰ دقیقه به اتمام رسید. پروتکل تمرینی در سطح ناپایدار نیز شامل شش هفته تمرین بر روی توپ سوئیسبال و همچنین سه جلسه تمرین در هر هفته بود.<sup>[۲۵، ۲۶]</sup>

جدول ۱: پروتکل تمرینی ثبات ناحیه مرکزی در سطح پایدار

تمرین	ست	زمان تکرار در هر ست	استراحت بین ست (ثانیه)	استراحت پایان ست (ثانیه)	ست	زمان تکرار در هر ست	استراحت بین ست (ثانیه)	استراحت پایان ست (ثانیه)
هفته اول				هفته دوم				
پل زدن به تکمیل	۳	۴۵ (S)	۴۵	۹۰	۳	۶۰ (S)	۳۰	۹۰
پل زدن به طرفین (چپ و راست)	۳	۴۵ (S)	۴۵	۹۰	۳	۶۰ (S)	۳۰	۹۰
پل زدن به پشت	۳	۴۵ (S)	۴۵	۹۰	۳	۶۰ (S)	۳۰	۹۰
چرخش روسی	۳	۲۰ (R)	۳۰	۹۰	۳	۲۵ (R)	۳۰	۹۰
تمرین قیچی با	۳	۲۰ (R)	۳۰	۹۰	۳	۲۵ (R)	۳۰	۹۰
هفته سوم				هفته چهارم				
پل زدن به تکمیل	۴	۶۰ (S)	۳۰	۹۰	۴	۶۰ (S)	۲۰	۷۵
پل زدن به طرفین (چپ و راست)	۴	۶۰ (S)	۳۰	۹۰	۴	۶۰ (S)	۲۰	۷۵
پل زدن به پشت	۴	۶۰ (S)	۳۰	۹۰	۴	۶۰ (S)	۲۰	۷۵
چرخش روسی	۴	۲۵ (R)	۳۰	۹۰	۴	۳۰ (R)	۲۰	۷۵
تمرین قیچی با	۴	۲۵ (R)	۳۰	۹۰	۴	۳۰ (R)	۲۰	۷۵
هفته پنجم				هفته ششم				
پل زدن به تکمیل با یک دست (چپ و راست)	۳	۶۰ (S)	۳۰	۹۰	۴	۶۰ (S)	۳۰	۹۰
پل زدن به طرفین با دست صاف (چپ و راست)	۳	۶۰ (S)	۳۰	۹۰	۴	۶۰ (S)	۳۰	۹۰
پل زدن به پشت با صاف کردن یک پا (چپ و راست)	۳	۶۰ (S)	۳۰	۹۰	۴	۶۰ (S)	۳۰	۹۰
چرخش روسی	۴	۲۵ (R)	۲۰	۷۵	۴	۳۰ (R)	۲۰	۷۵
تمرین قیچی با	۴	۲۵ (R)	۲۰	۷۵	۴	۳۰ (R)	۲۰	۷۵

جدول ۲: پروتکل تمرینی ثبات ناحیه مرکزی در سطح ناپایدار

تمرین	ست	زمان تکرار در هر ست	استراحت بین ست (ثانیه)	استراحت پایان ست (ثانیه)	ست	زمان تکرار در هر ست	استراحت بین ست (ثانیه)	استراحت پایان ست (ثانیه)
هفته اول				هفته دوم				
باز کردن دست و پای مخالف بر روی توپ سوئیس بال (چپ و راست)	۳	۲۰ (s)	۴۵	۹۰	۳	۲۰ (s)	۴۵	۹۰
پل زدن با مازس	۳	۱۸ (R)	۴۵	۹۰	۳	۲۰ (R)	۴۵	۹۰
مراز و تشک با صندان کشیده	۳	۱۲ (R)	۴۵	۹۰	۳	۱۵ (R)	۴۵	۹۰
چرخش تنه با وزنه	۳	۱۸ (R)	۴۵	۹۰	۳	۲۰ (R)	۴۵	۹۰
پل زدن کتفه بر روی توپ سوئیس بال	۳	۱۲ (R)	۴۵	۹۰	۳	۱۵ (R)	۴۵	۹۰
پایین آوردن دو طرفه پا	۳	۱۲ (R)	۴۵	۹۰	۳	۱۵ (R)	۴۵	۹۰
هفته سوم				هفته چهارم				
باز کردن دست و پای مخالف بر روی توپ سوئیس بال (چپ و راست)	۴	۳۰ (s)	۴۵	۹۰	۴	۳۰ (s)	۳۵	۹۰
پل زدن با مازس	۴	۱۸ (R)	۴۵	۹۰	۴	۱۸ (R)	۳۵	۹۰
مراز و تشک با صندان کشیده	۴	۱۲ (R)	۴۵	۹۰	۴	۱۲ (R)	۳۵	۹۰
چرخش تنه با وزنه	۴	۱۸ (R)	۴۵	۹۰	۴	۱۸ (R)	۳۵	۹۰
پل زدن کتفه بر روی توپ سوئیس بال	۴	۱۲ (R)	۴۵	۹۰	۴	۱۲ (R)	۳۵	۹۰
پایین آوردن دو طرفه پا	۴	۱۲ (R)	۴۵	۹۰	۴	۱۲ (R)	۳۵	۹۰
هفته پنجم				هفته ششم				
باز کردن دست و پای مخالف بر روی توپ سوئیس بال (چپ و راست)	۴	۴۰ (s)	۳۵	۹۰	۴	۴۰ (s)	۳۵	۷۵
پل زدن با مازس	۴	۲۰ (R)	۳۵	۹۰	۴	۲۰ (R)	۳۵	۷۵
مراز و تشک با صندان کشیده	۴	۱۵ (R)	۳۵	۹۰	۴	۱۵ (R)	۳۵	۷۵
چرخش تنه با وزنه	۴	۲۰ (R)	۳۵	۹۰	۴	۲۰ (R)	۳۵	۷۵
پل زدن کتفه بر روی توپ سوئیس بال	۴	۱۵ (R)	۳۵	۹۰	۴	۱۵ (R)	۳۵	۷۵
پایین آوردن دو طرفه پا	۴	۱۵ (R)	۳۵	۹۰	۴	۱۵ (R)	۳۵	۷۵

جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده از روش‌های آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد. جهت بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیروویلیک استفاده شد. برای بررسی تفاوت تعادل در بین ورزشکاران دو گروه از آزمون آماری تحلیل کوواریانس و جهت بررسی تغییرات درون‌گروهی از آزمون تی همبسته در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد. کلیه عملیات آماری به وسیله نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد.

### یافته‌ها

میانگین و انحراف استاندارد مشخصات فردی آزمودنی‌ها شامل سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی در جدول شماره ۱ آورده شده است که هر گروه شامل ۷ ورزشکار رشته بستکبال، ۸ ورزشکار رشته والیبال بود. اطلاعات دموگرافیک در جدول شماره ۳ گزارش شده است.

جدول ۳: شاخص‌های آنتروپومتریک مربوط به دو گروه

شاخص اندازه‌گیری	گروه	انحراف استاندارد ± میانگین	T	P
سن (سال)	سطح پایدار	۲۵/۳۳ ± ۳/۲۲	۱/۰۰۷	۰/۳۲
	سطح ناپایدار	۲۴/۲۰ ± ۲/۹۳		
قد (سانتی‌متر)	سطح پایدار	۱/۷۷ ± ۰/۰۳	-۰/۰۵۷	۰/۰۵۷
	سطح ناپایدار	۱/۷۸ ± ۰/۰۳		
وزن (کیلوگرم)	سطح پایدار	۶۳/۴۰ ± ۳/۰۵۴	-۰/۷۸	۰/۴۴
	سطح ناپایدار	۶۴/۰۳ ± ۴/۳۴		
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	سطح پایدار	۲۰/۱۸ ± ۱/۱۸	-۰/۳۹	۰/۶۹
	سطح ناپایدار	۲۱/۳۸ ± ۰/۰۵۶		
سابقه ورزشی (سال)	سطح پایدار	۶/۰۰ ± ۱/۹۲	-۰/۴۴	۰/۶۶
	سطح ناپایدار	۶/۳۳ ± ۲/۱۹		

با توجه به نرمال بودن داده‌ها که با آزمون شاپیروویلیک مشخص شد، از آزمون تحلیل کوواریانس و تی همبسته برای بررسی تاثیر تمرینات و مقایسه آنها استفاده شد. جهت مقایسه میزان تعادل ایستا و پویا بین دو گروه در پیش‌آزمون از آزمون تحلیل کوواریانس با در نظر گرفتن پیش‌آزمون کوریت استفاده گردید. نتایج در جدول شماره ۴ گزارش شده است.

جدول ۴: نتایج تحلیل کوواریانس تاثیر متغیر مستقل و پیش‌بین بر پس‌آزمون

متغیر	مرحله آزمون	گروه	میانگین*	F	df	P	Eta squared
BESS	پس‌آزمون	سطح پایدار	۱۳/۰۶	۳۲/۳۹	۱	۰/۰۰۱	۰/۵۴
	پس‌آزمون	سطح ناپایدار	۹/۹۳				
جهت قدمی آزمون وای (% طول اندام تحتانی)	پس‌آزمون	سطح پایدار	۸۴/۴۸	۳۴/۸۰	۱	۰/۰۰۱	۰/۵۶
	پس‌آزمون	سطح ناپایدار	۹۰/۷۳				
جهت خلفی داخلی آزمون وای (% طول اندام تحتانی)	پس‌آزمون	سطح پایدار	۹۰/۱۳	۳۲/۸۵	۱	۰/۰۰۱	۰/۵۴
	پس‌آزمون	سطح ناپایدار	۹۵/۵۱				
جهت خلفی خارجی آزمون وای (% طول اندام تحتانی)	پس‌آزمون	سطح پایدار	۸۲/۸۳	۲۱/۴۶	۱	۰/۰۰۱	۰/۴۴
	پس‌آزمون	سطح ناپایدار	۸۷/۱۷				
نمره کلی آزمون وای (% طول اندام تحتانی)	پس‌آزمون	سطح پایدار	۹۹/۸۱	۵۲/۰۳	۱	۰/۰۰۱	۰/۶۵
	پس‌آزمون	سطح ناپایدار	۱۰۲/۰۵				

نتایج آزمون تحلیل کوواریانس نشان داد که تفاوت معناداری بین دو گروه تمرینی در آزمون‌های تعادل ایستا و پویا وجود دارد ( $P < 0.05$ ) که با بررسی میانگین نمرات مشخص شد آزمودنی‌های گروه تمرینی در سطح ناپایدار عملکرد بهتری در تعادل ایستا و پویا نسبت به آزمودنی‌های گروه تمرینی در سطح پایدار داشتند. جهت مقایسه تعادل ایستا و پویا درون گروه‌های تحقیق و بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون از آزمون تی همبسته استفاده گردید. نتایج در جدول شماره ۵ گزارش شده است.

جدول ۵: تفاوت میانگین فاکتورها در آزمودنی‌ها قبل و بعد از اعمال پروتکل‌های تمرینی

گروه	سطح پایدار (۱۵ نفر)				سطح ناپایدار (۱۵ نفر)			
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	T	P	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	T	P
BESS	۲۰/۴۰±۲/۶۱	۱۳/۰۶±۲/۱۲	۱۱/۶۴	۰/۰۰۱	۲۱/۴۰±۲/۹۴	۹/۹۳±۱/۳۸	۱۶/۹۸	۰/۰۰۱
جهت قدمی آزمون وای (% طول اندام تحتانی)	۸۱/۷۴±۵/۵۸	۸۴/۴۸±۶/۰۸	-۱۰/۶۲	۰/۰۰۱	۸۲/۵۹±۷/۸۷	۹۰/۷۳±۸/۳۰	-۹/۴۷	۰/۰۰۱
جهت خلفی داخلی آزمون وای (% طول اندام تحتانی)	۸۶/۵۹±۳/۹۷	۹۰/۱۳±۴/۶۶	-۹/۴۴	۰/۰۰۱	۸۸/۶۱±۶/۶۰	۹۵/۵۱±۵/۱۷	-۹/۸۹	۰/۰۰۱
جهت خلفی خارجی آزمون وای (% طول اندام تحتانی)	۷۹/۹۳±۵/۰۳	۸۲/۸۳±۵/۲۴	-۷/۷۴	۰/۰۰۱	۸۰/۱۷±۲/۸۹	۸۷/۱۷±۳/۸۳	-۸/۸۹	۰/۰۰۱
نمره کلی آزمون وای (% طول اندام تحتانی)	۹۶/۲۸±۶/۷۰	۹۹/۸۱±۶/۵۱	-۲۱/۷۰	۰/۰۰۱	۹۵/۵۵±۶/۲۹	۱۰۲/۰۵±۶/۰۹	-۱۲/۳۹	۰/۰۰۱

نتایج جدول شماره ۵ نشان می‌دهد که هر دو تمرینات ثبات مرکزی در سطح پایدار و ناپایدار تاثیر معناداری بر تعادل ایستا و پویا داشت ( $P < 0.05$ ). تعادل ایستا و پویا در هر دو گروه در پس‌آزمون و پس از ۶ هفته تمرین به طور معناداری بهبود یافته بود.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که هر دو نوع تمرین در سطح پایدار و ناپایدار بر تعادل ایستا و پویا ورزشکاران دارای نقص تنه اثرگذار بوده که در مقایسه دو نوع تمرینی مشخص شد که تمرینات در سطح ناپایدار تاثیر بیشتری بر تعادل داشت. نتایج تحقیق حاضر در زمینه مقایسه دو نوع تمرین با نتایج تحقیق کاسیولیماس<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۳) که به مقایسه اثر برنامه تمرینات ثبات مرکزی با توپ سوئیزی و تمرین روی زمین بر تعادل زنان می‌پردازد، همراستا است.<sup>[۱۸]</sup> همچنین نتایج تحقیق در زمینه تاثیر تمرینات سوئیسبال بر تعادل با نتایج تحقیق سکندیز و همکاران (۲۰۱۰) که به بررسی اثرات ۱۲ هفته تمرینات قدرت مرکزی با توپ سوئیزی بر تعادل پویا در ۲۱ نفر زن غیرفعال پرداختند<sup>[۱۷]</sup> و در زمینه تمرینات در سطح پایدار با نتایج تحقیق آرجو و همکاران (۲۰۱۵)<sup>[۳۳]</sup> که به بررسی تاثیر این تمرینات بر عملکرد پرداختند، همراستا است. نتایج این پژوهش در زمینه تاثیر تمرینات ثبات مرکزی با نتایج تحقیق ساتو و موخا<sup>۲</sup> (۲۰۰۹)<sup>[۱۹]</sup> که پس از اجرای شش هفته تمرینات ثبات مرکزی بر روی دوندگان، پیشرفت معناداری در تعادل آزمودنی‌ها به دست نیامورد، در تناقض است که علت آن می‌تواند نوع رشته ورزشی و یا جنس آزمودنی‌ها باشد، زیرا آزمودنی‌های تحقیق ساتو و موخا را مردان دهنده تشکیل دادند در حالی که آزمودنی‌های تحقیق حاضر را زنان ورزشکار رشته‌های والیبال و بسکتبال تشکیل دادند.

نتایج تحقیقات ویلسون و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۰۵) نشان داد که ارتباط روشنی بین ثبات عضلات مرکزی و بروز آسیب در اندام تحتانی و همچنین عملکرد اندام تحتانی وجود دارد.<sup>[۲۷]</sup> عضلات مرکزی قوی‌تر، ثبات بیشتری را در ناحیه تنه ایجاد می‌کند و این عامل اندام تحتانی را برای تحرک‌پذیری آماده می‌سازد. مجموعه عضلات شکمی که شامل عضله عرضی شکمی، عضله مایل داخلی و خارجی و عضله راست شکمی می‌باشد با انقباض خود به ستون فقرات ثبات داده و تکیه‌گاه محکم‌تری برای حرکات اندام تحتانی فراهم می‌کند.<sup>[۲۸]</sup> زمانی که عضله عرضی شکمی منقبض می‌شود، فشار داخل شکمی و تنش فاسیا سینه‌ای-کمری افزایش پیدا کرده و این انقباضات قبل از حرکت اندام باعث ایجاد تکیه‌گاه محکمی برای حرکت و فعال‌سازی عضلانی می‌شود.<sup>[۲۹]</sup> عضله راست شکمی و عضلات مورب داخلی و خارجی نیز در الگوی حرکتی خاص بر اساس حرکت اندام فعال شده و باعث کنترل قامت می‌شود.<sup>[۲۹]</sup> با توجه به یافته‌های کیبلر فعال‌سازی عضلات ناحیه مرکزی در الگوی حرکتی اندام‌های انتهایی باعث بهبود کنترل قامت شده و بدن از فعال‌سازی عضلات ثبات‌دهنده مرکزی برای تولید کشتاور نیروی چرخشی حول بدن و ایجاد حرکت اندام‌ها استفاده می‌کند.<sup>[۲۹]</sup>

هماهنگی بین تمامی عضلات تنه و ران برای کنترل و موقعیت طبیعی ستون فقرات ضروری است و عضله‌ای که به صورت منحصر به فرد در افزایش ثبات مرکزی نقش داشته باشد، وجود ندارد.<sup>[۳۰]</sup> تعادل بین عضلانی در چهار طرف ستون فقرات مهم‌ترین عامل پایداری ستون فقرات می‌باشد.<sup>[۳۱]</sup> عضلات ثبات‌دهنده ناحیه لگن و ران مسئول حفظ راستای صحیح اندام تحتانی در حین انجام حرکات پویا می‌باشند<sup>[۳۲]</sup>؛ بنابراین ضعف و کاهش استقامت عضلات ثبات‌دهنده خلفی، قدامی و جانبی تنه باعث کاهش قدرت و کارایی عضلات اطراف ران می‌شود. عضلات ران نقش مهمی در انتقال نیرو از اندام تحتانی به سمت بالا، ستون فقرات و در حین اجرای فعالیت‌هایی که به صورت عمودی یا ایستاده هستند، ایفا می‌کند<sup>[۳۳]</sup> و در نتیجه ضعف عضلات ثبات‌دهنده مرکزی می‌تواند راستای صحیح اندام تحتانی را در حین انجام حرکات پویا برهم زند و الگوی حرکتی را در اندام تحتانی دچار اختلال کند.<sup>[۳۳]</sup> ستون فقرات کمری به طور محکمی با عضلات سرینی بزرگ و سه‌سرانی از طریق فاشیای توراکولومبار و لیگامان ساکروتوبروس در ارتباط می‌باشد<sup>[۳۳]</sup>؛ بنابراین عضلات خلفی مرکزی ضعیف باعث کاهش قدرت و استقامت عضلات سرینی میانی و سرینی بزرگ می‌شود. از آنجایی که عضلات سرینی میانی و سرینی بزرگ به نوار ایلیوتیبیال متصل هستند<sup>[۳۴]</sup>، ضعف در ساختار عضلانی ناحیه مرکزی بدن، می‌تواند منجر به کاهش اثرگذاری الگوهای حرکتی صحیح، بروز الگوهای حرکتی جبرانی، کشیدگی عضلانی، پرکاری و نهایتاً آسیب شود.<sup>[۳]</sup> همچنین استقامت عضلانی، عنصری اساسی برای نشان دادن میزان آمادگی جسمانی و توانایی عملکرد ساختار بدن انسان می‌باشد؛ از این رو کاهش استقامت گروه‌های عضلانی می‌تواند باعث حرکت یا جابه‌جایی غیرطبیعی در بخش‌های مختلف بدن گردد. در این میان نقش عضلات تنه در محافظت از ستون فقرات در برابر فشارهای مضر اغلب در تحقیقات مورد ارزیابی قرار گرفته است. عضلات اطراف ستون فقرات، عضلاتی هستند که به نگر داشتن بدن به طور مستقیم در هنگام ایستادن و کنترل بدن در هنگام خم و راست شدن کمک می‌کنند. این نظریه وجود دارد که کاهش استقامت عضلات تنه باعث خستگی عضلانی و افزایش فشار بر بافت نرم و ساختارهای غیرفعال ستون فقرات کمری می‌شود. همچنین از آنجا که ظرفیت استقامتی عضلات، نشانه‌ای از ظرفیت خستگی آنها است، تصور می‌شود که افرادی با استقامت عضلانی کمتر در عضلات تنه، بیشتر در معرض فشارهای ساختاری هستند که این امر ممکن است منجر به فشارهای نامناسب بر ستون فقرات و کمردرد گردد<sup>[۳۵]</sup>؛ بنابراین استفاده از تمرینات ثبات‌دهنده ناحیه مرکزی بدن با توجه اثربخشی آن در بهبود استقامت عضلات تنه، می‌تواند در پیشگیری و

<sup>1</sup> Cosiol-Lima

<sup>2</sup> Sato & Mokha

<sup>3</sup> Willson



توانبخشی مشکلات مربوط به ستون فقرات مهم باشد. تحقیقات نشان داده‌اند که احتمالاً هیچ ناحیه دیگری از بدن به اندازه ناحیه مرکزی بدن درخور چنین توجهی نیست.<sup>[۳۴]</sup>

### نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر می‌تواند منجر به این تصور شود که پیشرفت‌های بالقوه در گروه‌های تمرینات پایداری ناحیه مرکزی بدن با سطح فعال‌سازی ساختمان عضلات ناحیه مرکزی بدن مرتبط است. زمانی که می‌توان استنباط کرد که شرکت در تمرینات ثباتی ناحیه مرکزی بدن منجر به پیشرفت عملکرد و استقامت عضلات تنه می‌شود، نمی‌توان نتیجه گرفت که هیچ تغییری در الگوی فعال‌سازی عضلات تجربه نمی‌شود؛ هر چند که نیاز به تحقیقات بیشتری در مورد این تمرینات احساس می‌شود، اما نتایج تحقیق پیشنهاد می‌کند که با توجه به تفاوت بین دو نوع تمرین در اثرگذاری بر مولفه‌های تعادل، تمرینات در سطح ناپایدار می‌تواند برای بهبود تعادل ایستا و پویا، به وسیله تقویت عضلاتی که اغلب با کنترل ستون فقرات و لگن مرتبط هستند، نسبت به تمرینات در سطح پایدار مفیدتر باشد. از آنجایی که تمرینات بر روی توپ سوئیسبال تمرکز بیشتری بر روی کنترل حرکتی داشته و به قدرت بیشتری برای اجرای تمرینات نیاز داشته، می‌توان نتیجه گرفت که تفاوت در آزمون‌های اندازه‌گیری شده مربوط به ویژگی‌های تمرینی بوده است.

### تشکر و قدردانی

از تمامی ورزشکاران و مربیان دانشگاه‌های استان گیلان که در پژوهش حاضر با محققین همکاری کردند، کمال تشکر را داریم.

### منابع

1. Sarshin A. The Effect of Whole Body Vibration Training on Dynamic Balance in Male Athletic Students. MA Thesis. University of Kharazmi. 2007. [In Persian].
2. Guskiewicz KM, Perrin DH, Gansneder BM. Effect of mild head injury on postural stability in athletes. *Journal of athletic training*. 1996 Oct;31(4):300.
3. Fredericson M, Moore T. Muscular balance, core stability, and injury prevention for middle-and long-distance runners. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*. 2005 Aug 1;16(3):669-89.
4. Bobbert MF, Van Zandwijk JP. Dynamics of force and muscle stimulation in human vertical jumping. 1999.: 39-41.
5. Zazulak BT, Hewett TE, Reeves NP, Goldberg B, Cholewicki J. Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: prospective biomechanical-epidemiologic study. *The American journal of sports medicine*. 2007 Jul;35(7):1123-30.
6. Lederman E. The myth of core stability. *Journal of bodywork and movement therapies*. 2010 Jan 1;14(1):84-98.
7. Sato K, Mokha M. Does core strength training influence running kinetics, lower-extremity stability, and 5000-M performance in runners?. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2009 Jan 1;23(1):133-40.
8. Nesser TW, Lee WL. THE RELATIONSHIP BETWEEN CORE STRENGTH AND PERFORMANCE IN DIVISION I FEMALE SOCCER PLAYERS. *Journal of exercise physiology online*. 2009 Apr 1;12(2).
9. Robinson RL, Nee RJ. Analysis of hip strength in females seeking physical therapy treatment for unilateral patellofemoral pain syndrome. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2007 May;37(5):232-8.
10. Brumitt J, Dale RB. Functional rehabilitation exercise prescription for golfers. *Athletic Therapy Today*. 2008 Mar;13(2):37-41.
11. Mannion AF, Dvorak J, Taimela S, Müntener M. Increase in strength after active therapy in chronic low back pain (CLBP) patients: muscular adaptations and clinical relevance. *Schmerz (Berlin, Germany)*. 2001 Dec;15(6):468-73.
12. Cichanowski HR, Schmitt JS, Johnson RJ, Niemuth PE. Hip strength in collegiate female athletes with patellofemoral pain. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2007 Aug 1;39(8):1227-32.
13. Pantano KJ, White SC, Gilchrist LA, Leddy J. Differences in peak knee valgus angles between individuals with high and low Q-angles during a single limb squat. *Clinical Biomechanics*. 2005 Nov 1;20(9):966-72.
14. Gerberding JL, Falk H, Arias I, Wallace D, Ballesteros M. Preventing falls: how to develop community-based fall prevention programs for older adults. National Center for Injury Prevention and Control, Atlanta, Georgia. 2008. 08. 08: 20.
15. Carpes FP, Reinehr FB, Mota CB. Effects of Core Strengthening On Low-Back Pain And Body Balance Evaluation, 2006. 19.
16. Petrofsky JS, Cuneo M, Dial R, Pawley AK, Hill J. Core strengthening and balance in the geriatric population. *Journal of Applied Research in Clinical and Experimental Therapeutics*. 2005 Nov 1;5(3):423.
17. Sekendiz B, Cug M, Korkusuz F. Effects of Swiss-ball core strength training on strength, endurance, flexibility, and balance in sedentary women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010 Nov 1;24(11):3032-40.

18. Cosio-Lima LM, Reynolds KL, Winter C, Paolone V, Jones MT. Effects of physioball and conventional floor exercises on early phase adaptations in back and abdominal core stability and balance in women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2003 Nov 1;17(4):721-5.
19. Sato K, Mokha M. Does core strength training influence running kinetics, lower-extremity stability, and 5000-M performance in runners?. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2009 Jan 1;23(1):133-40.
20. Padua DA, Marshall SW, Boling MC, Thigpen CA, Garrett Jr WE, Beutler AI. The Landing Error Scoring System (LESS) is a valid and reliable clinical assessment tool of jump-landing biomechanics: the JUMP-ACL study. *The American journal of sports medicine*. 2009 Oct;37(10):1996-2002.
21. Khorramnejade H, Sahebozamani M, Sharifian E, Amirseyfaddini M. The effect of basketball - specific fatigue on dynamic postural control in basketball players with functional ankle instability. MA Thesis. Shahid Bahonar University of Kerman. 2010. [In Persian].
22. Cote KP, Brunet ME, II BM, Shultz SJ. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *Journal of athletic training*. 2005 Jan;40(1):41.
23. [ Araujo S, Cohen D, Hayes L. Six weeks of core stability training improves landing kinetics among female capoeira athletes: a pilot study. *Journal of human kinetics*. 2015 Mar 1;45(1):27-37.
24. Willardson JM, editor. *Developing the core*. Human Kinetics; 2014. Pp: 91-144.
25. Kahle NL, Gribble PA. Core stability training in dynamic balance testing among young, healthy adults. *Athletic Training and Sports Health Care*. 2009 Mar 1;1(2):65-73.
26. Sekendiz B, Cug M, Korkusuz F. Effects of Swiss-ball core strength training on strength, endurance, flexibility, and balance in sedentary women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010 Nov 1;24(11):3032-40.
27. Willson JD, Dougherty CP, Ireland ML, Davis IM. Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2005 Sep 1;13(5):316-25.
28. Hertel J, Braham RA, Hale SA, Olmsted-Kramer LC. Simplifying the star excursion balance test: analyses of subjects with and without chronic ankle instability. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2006 Mar;36(3):131-7.
29. Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. *Sports medicine*. 2006 Mar 1;36(3):189-98.
30. Mascal CL, Landel R, Powers C. Management of patellofemoral pain targeting hip, pelvis, and trunk muscle function: 2 case reports. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2003 Nov;33(11):647-60.
31. Akuthota V, Nadler SF. Core strengthening. *Arch Phys Med Rehabil* 2004; 85(3 Suppl 1): S86-S92.
32. Abt JP, Smoliga JM, Brick MJ, Jolly JT, Lephart SM, Fu FH. Relationship between cycling mechanics and core stability. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2007 Nov 1;21(4):1300-4.
33. Rackwitz B, de Bie R, Limm H, von Garnier K, Ewert T, Stucki G. Segmental stabilizing exercises and low back pain. What is the evidence? A systematic review of randomized controlled trials. *Clinical rehabilitation*. 2006 Jul;20(7):553-67.
34. Bolgla LA, Malone TR, Umberger BR, Uhl TL. Hip strength and hip and knee kinematics during stair descent in females with and without patellofemoral pain syndrome. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2008 Jan;38(1):12-8.
35. Shojaeddin, SS, Sadeghi, H, Bayat, M. The relationship between muscle endurance and anthropometric characteristics of athletes with lumbar pain in lumbar disorders *Movement Sciences*. 2009. (12): 23-33. [In Persian].