

Research Paper



Comparison of the Effects of Core Stability and Trampoline Exercises on Static and Dynamic Balance, and Ankle Proprioception in Female Volleyball Players with Chronic Ankle Instability

*Fatemeh Bahrami¹ , Mahdi Sabbagh Langeroudi¹

1. Department of Corrective Exercises and Sport Injury, Faculty of Sport Sciences, Isfahan Islamic Azad University (Khorasgan), Isfahan, Iran.

Use your device to scan and
read the article online



Citation: Bahrami F, Sabbagh Langeroudi M. Comparison of the Effects of Core Stability and Trampoline Exercises on Static and Dynamic Balance, and Ankle Proprioception in Female Volleyball Players with Chronic Ankle Instability (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2023;9(2):140-154. <https://doi.org/10.21859/JSportBiomech.9.2.370.1>



<https://doi.org/10.21859/JSportBiomech.9.2.370.1>



Article Info:

Received: 20 April 2023

Accepted: 30 Dec. 2023

Available Online: 5 Jan. 2024

Keywords:

Balance, Proprioception,
Volleyball, Instability

ABSTRACT

Objective This study sought to compare the impact of core stability and trampoline training on the static and dynamic balance, along with proprioception, among female volleyball players dealing with chronic ankle instability.

Methods Thirty-six female volleyball players experiencing chronic ankle instability were purposefully chosen and randomly split into three groups: core stability training, trampoline training, and a control group. Static and dynamic balance were assessed using the stork and Y balance tests, while proprioception was evaluated utilizing a goniometer. Following the pre-test evaluations, the core stability and trampoline training groups underwent a 6-week exercise regimen. Post this training period, further evaluations were conducted. The ANCOVA test, LSD, and paired t-tests were employed for inter-group comparisons and intra-group assessments.

Results Findings suggest that both training programs significantly impacted static balance ($p \leq 0.01$), dynamic balance ($p \leq 0.01$), and ankle proprioception in dorsiflexion ($p \leq 0.01$) and plantar flexion ($p \leq 0.01$) positions. Notably, a notable difference was observed between the effects of the two training programs on posterior-medial orientation, total dynamic balance score, and proprioception in plantar flexion. However, the trampoline training program demonstrated a greater effect than the core stability program. Nevertheless, no significant difference was found between the two training groups in static balance, anterior and posterior-lateral dynamic balance, and proprioception in dorsiflexion ($p > 0.05$). Furthermore, both training groups exhibited significant differences in the researched variables when compared to the control group ($p \leq 0.01$).

Conclusion Overall, the results illustrate that incorporating core stability exercises and trampoline training enhanced static and dynamic balance, as well as deep ankle sensation, among athletes dealing with chronic ankle instability.

* Corresponding Author:

Fatemeh Bahrami

Address: Department of Corrective Exercises and Sport Injury, Faculty of Sport Sciences, Isfahan Islamic Azad University (Khorasgan), Isfahan, Iran.

Tel: +98 (903) 3104275

E-mail: fatemehsport94@gmail.com

Extended Abstract

1. Introduction

Athletes in various disciplines often engage in long-term exercises that induce fatigue in different parts of the neuromuscular control structures, including the central nervous system, nervous control of muscles, and muscles themselves, leading to reduced muscle efficiency and an increased likelihood of injury following fatigue (1). Among the joints prone to the most sports injuries is the ankle joint (2, 3). Lateral ankle sprains are amongst the most common injuries during both sports activities and daily tasks (4, 5). These injuries account for 15 to 30% of sports-related injuries, with a reported return rate of over 75% (4). They are particularly prevalent in football, basketball, volleyball, and sports requiring rapid changes in body movement direction (2). An ankle injury not only hinders an athlete's participation in competitions but can also result in long-term disability, impacting the athlete's health and increasing overall costs (6), potentially leading to chronic ankle instability (7). This emphasizes the importance of implementing diverse exercises to mitigate complications arising from such injuries.

2. Methods

This study followed an applied and semi-experimental approach. Participants were selected through available and purposeful random sampling. The statistical population consisted of 80 volleyball players in Isfahan suffering from chronic ankle instability. Thirty-six athletes aged between 18 to 25 years were selected as the primary sample, divided into three groups: a control group (12 individuals), a core stability training group (12 individuals), and a Trampoline training group (12 individuals). Identification of participants with functional ankle instability occurred through a questionnaire and clinical tests conducted by a physiotherapist. Entry criteria included scoring equal to or below 90% on the ankle disability index questionnaire and equal to 80% on the ankle and foot disability sports index questionnaire (8). Other criteria involved a history of at least one acute ankle sprain causing pain, swelling, and temporary performance reduction (not within the last month) and repeated ankle sprains within the last six months (9). The Stork and Wei tests assessed static and dynamic balance, respectively, while proprioception was evaluated using a goniometer. After pre-test evaluations, the core stability and trampoline training groups underwent a 6-week exercise regimen. Post-test evaluations mirrored the pre-test assessments. Data analysis utilized analysis of covariance, Bonferroni's post hoc test for inter-group comparison, and correlated t-tests for intra-group comparisons. Ethical considerations were observed, and ethical approval (IR.IAU.KHUISF.REC.1398.286) was obtained from the Islamic Azad University, Khorasgan branch.

3. Results

The findings indicate the significant impact of both training programs on static balance ($p \leq 0.01$), dynamic balance ($p \leq 0.01$), ankle proprioception in dorsiflexion ($p \leq 0.01$), and plantar flexion ($p \leq 0.01$). Additionally, a notable difference was observed between the effects of the two training programs on posterior-medial orientation, total dynamic balance score, and proprioception in plantar flexion. However, while the trampoline training program was more effective than the core stability program, no significant difference was noted between the two training groups in static balance, anterior and posterior-lateral dynamic balance, and proprioception in dorsiflexion ($p > 0.05$). Furthermore, both training groups demonstrated a significant difference in research variables compared to the control group ($p \leq 0.01$) (Table 1).

4. Conclusion

This research highlights the significant effects of both central stability and trampoline training programs on improving balance and proprioception in female volleyball players experiencing chronic ankle instability. In regard to the central stability training program's impact on balance, it can be concluded that the larger muscles in the central body region establish a stable foundation, enhancing body inertia against disturbances (10, 11). Studies suggest that central body stability exercises can enhance trunk muscle activation patterns, crucial for maintaining static posture control (12, 13). Trampoline exercises,

characterized by kinetic movements such as hopping at a stable level, significantly impact balance and proprioception improvement. Injury negatively affects proprioception and neuromuscular control (14), leading to deficiencies in ankle and hip strategies during single-leg stance. The research results demonstrate the efficacy of trampoline exercises in enhancing these variables (15).

Table 1. Results of covariance analysis to investigate the effect of exercise interventions on research variables

Variable	Source of work	Type III Sum of Squares	df	Mean square	F	Sig.	Eta	Observed power
static balance	Pre	93.976	1	93.976	43.062	0.001	0.574	1
	Group	190.211	2	95.205	43.580	0.001	0.73	1
dynamic balance	Pre	320.357	1	320.357	217.282	0.001	0.87	1
	Grop	261.298	2	130.649	88.613	0.001	0.84	1
ankle proprioception in dorsiflexion	Pre	1.765	1	1.765	4.04	0.054	0.11	0.49
	Grop	5.358	2	2.679	6.093	0.006	0.27	0.85
ankle proprioception in plantar flexion	Pre	7.093	1	7.093	20.972	0.001	0.39	0.99
	Grop	14.389	2	7.194	21.271	0.001	0.57	1

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

Adherence to ethical guidelines was maintained throughout this research.

Funding

This research did not receive grants from public, commercial, or non-profit sectors.

Authors' contributions

All authors equally contributed to the preparation of this article.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

مقاله پژوهشی

مقایسه اثر تمرینات ثبات مرکزی و ترامپولین بر تعادل ایستا، پویا و حس عمقی مچ پای دختران والیبالست مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا

* فاطمه بهرامی^۱ ID، مهدی صباغ لنگرودی^۱ ID

۱. گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد واحد خوراسگان اصفهان، اصفهان، ایران.

چکیده

هدف پژوهش حاضر با هدف مقایسه اثر تمرینات ثبات مرکزی و ترامپولین بر تعادل ایستا و پویا و حس عمقی مچ پا دختران والیبالست مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا انجام شد.

روش‌ها ۳۶ والیبالست دختر مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا به صورت هدفمند انتخاب و به صورت تصادفی در سه گروه تمرینات ثبات مرکزی، تمرینات ترامپولین و گروه کنترل تقسیم شدند. از آزمون‌های لک‌لک و وای به ترتیب جهت ارزیابی تعادل ایستا و پویا استفاده شد. همچنین حس عمقی با استفاده از گونیامتر مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از ارزیابی آزمون‌ها در پیش‌آزمون گروه‌های تمرینی ثبات مرکزی و ترامپولین به مدت ۶ هفته تمرینات خود را انجام دادند. پس از پایان دوره تمرینی مجدد آزمون‌های مربوط به پیش‌آزمون در پس‌آزمون نیز مورد ارزیابی قرار گرفتند. در تجزیه و تحلیل اطلاعات برای مقایسه بین گروهی از آزمون تحلیل کوواریانس و آزمون تعقیبی بونفرونی و در مقایسه درون گروهی از آزمون تی همبسته استفاده شد.

یافته‌ها نتایج نشان‌دهنده اثر هر دو برنامه تمرینی بر تعادل ایستا ($p \leq 0/01$)، پویا ($p \leq 0/01$) و حس عمقی مچ پا در وضعیت‌های دورسی‌فلکشن ($p \leq 0/01$) و پلان‌تارفلکشن ($p \leq 0/01$) بود. همچنین در مقایسه اثر دو برنامه تمرینی مشاهده شد تفاوت معنی‌داری بین اثر دو برنامه تمرینی در جهت‌های خلفی داخلی و نمره کل تعادل پویا و نیز حس عمقی مچ پا در وضعیت پلان‌تار فلکشن مشاهده شد به صورتی که اثر برنامه تمرینی ترامپولین بیشتر از اثر برنامه ثبات مرکزی بود. این‌حال بین دو گروه تمرینی در متغیرهای تعادل ایستا، جهت قدامی و خلفی-خارجی تعادل پویا و حس عمقی مچ پا در وضعیت دورسی‌فلکشن در دو گروه تمرینی مشاهده نشد ($p > 0/05$). همچنین هر دو گروه تمرینی در متغیرهای تحقیق تفاوت معنی‌داری را نسبت به گروه کنترل نشان دادند ($p \leq 0/01$).

نتیجه‌گیری به صورت کلی نتایج پژوهش نشان داد استفاده از تمرینات ثبات مرکزی و ترامپولین باعث بهبود تعادل ایستا، پویا و حس عمقی مچ پا در ورزشکاران با بی‌ثباتی مزمن مچ می‌شود.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۳۱ فروردین ۱۴۰۲

تاریخ پذیرش: ۹ دی ۱۴۰۲

تاریخ انتشار: ۱۵ دی ۱۴۰۲

کلید واژه‌ها:

تعادل، حس عمقی، والیبال، بی‌ثباتی

*نویسنده مسئول:

فاطمه بهرامی

آدرس: گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد واحد خوراسگان اصفهان، اصفهان، ایران.

تلفن: ۰۳۱۰۴۲۷۵ (۰۹۰۳) ۹۸+

ایمیل: fatemehsport94@gmail.com

مقدمه

ورزشکاران در رشته‌های مختلف تمرینات طولانی‌مدتی را انجام داده که موجب ایجاد خستگی در قسمت‌های مختلف ساختارهای کنترل عصبی عضلانی، همچون سیستم عصبی مرکزی، کنترل عصبی عضله و عضله شده که کاهش کارایی عضلات و افزایش احتمال آسیب پس از وقوع خستگی را منجر می‌شود (۱). از جمله مفاصلی که بیشترین آسیب‌دیدگی‌های ورزشی را به خود اختصاص داده‌اند، مفصل مچ پا است (۲، ۳). اسپرین جانبی مچ پا یکی از رایج‌ترین این صدمات بوده که در حین انجام فعالیت‌های ورزشی و کارهای روزانه زندگی ایجاد می‌شود (۴، ۵). این آسیب ۱۵ تا ۳۰ درصد آسیب‌های ورزشی را شامل شده و میزان بازگشت آن بالاتر از ۷۵ درصد گزارش شده است (۴). این آسیب‌ها در فوتبال، بسکتبال، والیبال و ورزش‌هایی که نیاز به تغییر جهت سریع حرکت بدن دارند، بیشتر ایجاد می‌شود (۲). اسپرین نه تنها موجب بازماندن ورزشکار از شرکت در مسابقه شده بلکه می‌تواند باعث ناتوانی درازمدت ورزشکار و تأثیر بر سطح سلامتی و افزایش هزینه‌ها گردد (۶) و بی‌ثباتی مزمن مچ پا را در پی داشته باشد (۷).

تحقیقات نشان داده که افزایش شلی مفصل مچ پا و نقص حسی حرکتی در نتیجه اسپرین با نقص تعادل و کنترل وضعیتی مرتبط است (۴، ۱۶). تعادل دو بعد ایستا و پویا دارد (۱۷). به بالا بودن سطح اتکا و بهره‌گیری از حس عمقی در توان بخشی ورزشکار آسیب‌دیده توجه زیادی می‌شود. این فرضیه وجود دارد که پس از آسیب میزان پیام‌های حسی-پیکری کم شده و موجب به هم خوردن کنترل عصبی-عضلانی می‌شود. هنگامی که تعادل ایستا، پویا و کنترل عصبی-عضلانی در فرد بهبود نیابد، فرد مستعد ضایعه و آسیب مجدد گردیده و در ایفای عملکرد ورزشی خود دچار مشکل می‌شود. برای بهبود عملکرد، تعادل ایستا و پویا افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا تمرینات مختلفی همچون تمرینات تعادلی، پیلاتس، ثبات مرکزی، تمرین در آب و تمرینات مربوط به بهبود حس عمقی ارائه شده است. در همین راستا اسچیفن^۱ و همکاران (۲۰۱۵) در نتایج تحقیق خود به تأثیر برنامه تمرینی مرتبط با حس عمقی بر بهبود آسیب بی‌ثباتی مزمن مچ پا اشاره نمودند (۲). در تحقیق دیگری عباسی و همکاران (۲۰۱۵) به مقایسه سه نوع تمرینات فانکشنال (هاپینگ)، اکسترانکشنال (ثبات مرکزی) و ترکیبی بر تعادل پویای ورزشکاران مبتلا به بی‌ثباتی مچ پا پرداختند که نتایج تحقیق آن‌ها تأثیر معنادار تمرینات عملکردی (هاپینگ) بر تعادل پویای این افراد را نشان داد (۹). همچنین هال^۳ و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیق خود بر تأثیر تمرینات قدرتی و عملکردی بر بهبود تعادل و همچنین قدرت عضلات دورسی و پلانترافلکشن مچ پا اشاره کردند (۷).

همچنین در مورد صدمات مچ پا عقیده بر این است که گیرنده‌های عمقی مفصل در اثر صدمه به لیگامان‌های خارجی مچ پا دچار آسیب می‌گردند (۷)، زیرا الیاف مربوط به گیرنده‌های مفصلی سبب اختلال در ارسال پیام‌های حسی مفصلی و در نتیجه کاهش پیام‌های ارسالی از مفصل آسیب‌دیده به مسیرهای آوران و مختل شدن عملکرد گیرنده‌های عمقی شده و ظاهراً تمرینات مرتبط با بهبود حس عمقی بر بهبود تعادل و بهبود این عارضه مؤثر باشد که خدابخشی و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیق خود به این موضوع در بسکتبالیست‌های مبتلا به اسپرین مچ پا اشاره نمودند (۱۸). نوع دیگر تمرینات مطرح شده جهت بهبود تعادل و عملکرد که در هماهنگی حرکت و به دنبال آن حس عمقی نیز اثرگذار بوده مینی ترامپولین است که به دلایل شرایط فیزیکی دستگاه به علت کشسانی و حالت فنری بودن، امکان مناسبی برای فعالیت ورزشکاران مبتلا به کمردرد فراهم می‌کند. این فعالیت‌ها می‌تواند با استفاده از قابلیت پس‌زنی فنرهای ترامپولین تقویت‌شده و محدوده حرکات وسیع‌تر و بیشتری را نسبت به آنچه در زمین انجام می‌شود (در مقایسه با تمرینات ثبات مرکزی در سطح ایستا) ایجاد نماید (۱۹). حرکات ترامپولین، حرکات بی‌دوام و ناپایدار را تحریک

1. Lateral ankle sprain
2. Schiftan
3. Hale

می‌نمایند. استفاده از سطوح متغیر مانند مینی ترامپولین تعادل را بر هم زده، تحریک حسی مورد نیاز در بین پوست و مفاصل را افزایش و عکس‌العمل‌های تعادلی ناشی از تحریک مکانیسم قرارگیری بدن را افزایش می‌دهد (۲۰، ۲۱). از تأثیرات مختلف این روش تمرینی می‌توان به مواردی همچون افزایش قدرت عضلانی، بهبود انعطاف‌پذیری، بهبود سیستم عضلانی، افزایش چگالی استخوان، افزایش هورمون‌های کلیدی (تستسترون، هورمون رشد، سروتونین)، ایجاد آرامش بدن، کاهش هورمون کورتیزول، افزایش هماهنگی و تعادل بدن، کاهش خستگی تأخیری و پیشرفت مهارت‌های حرکتی اشاره کرد (۲۲). با توجه به نتایج تحقیق محقق در این پژوهش به دنبال مقایسه اثر تمرینات ثبات مرکزی و ترامپولین بر تعادل و حس عمقی مچ پا والیبالیست‌های دختر مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا است تا میزان اثرگذاری این تمرینات بر بهبود تعادل و حس عمقی این افراد مشخص شده تا از این طریق هزینه‌های درمانی و احتمال بازگشت مجدد آسیب لیگامنت‌های مچ پا کاهش یافته و زمان لازم برای بهبود این افراد نیز کمتر شود.

روش شناسی

این پژوهش از نوع کاربردی و نیمه تجربی بود. آزمودنی‌ها به صورت نمونه‌گیری تصادفی در دسترس و هدفمند و به صورت داوطلبانه انتخاب گردیده و در تحقیق شرکت کرده‌اند. جامعه آماری این تحقیق را والیبالیست‌های مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا شهر اصفهان تشکیل دادند که تعداد آن‌ها ۸۰ نفر بوده است. از این بین بر اساس نرم‌افزار جی پاور تعداد ۳۶ ورزشکار مبتلا به اسپرین مچ پا در دامنه سنی ۱۸ تا ۲۵ سال به عنوان نمونه اصلی انتخاب شدند و به سه گروه کنترل (۱۲ نفر) و گروه تمرینات ثبات مرکزی (۱۲ نفر) و گروه تمرینات ترامپولین (۱۲ نفر) تقسیم شدند. شناسایی شرکت‌کنندگان مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا در دو مرحله پر کردن پرسشنامه و توسط فیزیوتراپ (آزمون‌های بالینی) انجام شده است. کسب امتیاز پایین‌تر یا مساوی ۹۰ درصد در پرسش‌نامه شاخص ناتوانی مچ پا و نیز مساوی ۸۰ درصد در پرسشنامه شاخص ورزشی ناتوانی مچ پا و پا از معیارهای ورود به این پژوهش بود (۸). از معیارهای ورود به تحقیق حاضر نیز داشتن سابقه حداقل یک‌بار کشیدگی حاد مچ پا که باعث به درد، ورم و کاهش موقت عملکرد شده (البته نه در یک ماه اخیر) و داشتن سابقه خالی شدن مکرر مچ پا در شش ماه گذشته (۹). پس از پر کردن پرسش‌نامه این افراد توسط یک فیزیوتراپ تحت ارزیابی بالینی برای انجام آزمون‌های کشویی قدامی و تیلت تالار قرار گرفتند و در صورت منفی بودن این آزمون‌ها به عنوان آزمودنی واجد شرایط انتخاب شدند (۹). همچنین ملاحظات اخلاقی در این پژوهش رعایت شده و کد اخلاق این پژوهش (IR.IAU.KHUISF.REC.1398.286) از دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان اخذ گردید.

از آزمون ایستادن روی یک پا (لک‌لک) جهت ارزیابی تعادل ایستا استفاده شد. ورزشکار بدون کفش و به صورتی که دست‌های خود را در بغل چسبانده و پای دیگر خود را از ناحیه زانو خم نموده بود و پنجه پای خود را به قسمت داخلی زانوی پای دیگر قرار داده بود، ایستاد. سپس آزمودنی پاشنه پای دیگر که بر زمین بود را از زمین جدا کرده و بر روی یک پا ایستاد و تعادل خود را حفظ کرد. زمان سنج وقتی شروع به کار می‌کرد که پاشنه پا از زمین بلند شده و وقتی آزمون متوقف شد که خطایی توسط آزمودنی انجام می‌شد (۲۳).

برای اندازه‌گیری تعادل پویا از آزمون تعدیل‌یافته تعادل Y استفاده گردید. در این آزمون آزمودنی‌ها بر روی یک پای خود در مرکز تقاطع خطا ایستاد، هم‌زمان با ایستادن روی یک پا آزمودنی با پای آزاد خود در مسیرهای قدامی، خلفی داخلی، خلفی خارجی عمل دستیابی را انجام می‌داد. روش اجرا این آزمون به این شکل بوده که فرد روی پای راست خود ایستاده و سه بار عمل دستیابی را در یک مسیر (مسیر قدامی) انجام می‌داد، این روش در مسیرهای خلفی داخلی و خلفی خارجی نیز تکرار شد. در نرمال‌سازی این

آزمون میانگین فاصله دستیابی به طول پای هر آزمودنی تقسیم و در عدد ۱۰۰ ضرب شده تا متغیر وابسته، محاسبه گردیده و فاصله دستیابی به عنوان درصدی از اندازه طول پا به دست آمد (۲۳).

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

در اندازه‌گیری حس عمقی، فرد روی یک صندلی به حالتی نشست که زاویه تنه با ران و ران با زانو در حالت ۹۰ درجه قرار گرفت. ارتفاع صندلی طوری انتخاب شده که کف پاهای فرد به سطح زمین نمی‌رسید. بعد از کالیبره کردن گونیامتر بازوهای ثابت گونیامتر با استخوان ساق و بازوی متحرک گونیامتر با پنجمین متاتارسال و نیز محور چرخش آناتومیک مچ پا با محور چرخش گونیامتر منطبق شد؛ جهت حذف مداخله‌گر بینایی، در حین اندازه‌گیری، چشم‌های نمونه‌ها توسط پارچه سیاه‌رنگی بسته شده است. پای نمونه‌ها به‌صورت غیرفعال تا دامنه میانی حرکت برده شد. این زوایا با توجه به مرجع معتبر برای دورسی‌فلکشن ۱۰ درجه، پلانتر فلکشن ۲۰ درجه بود (۱۸). پس از آن از فرد مورد آزمایش خواسته شد که پای خود را به‌صورت فعال تا زاویه موردنظر حرکت دهد. هر حرکت سه بار آزمایش تکرار شده و میانگین سه زاویه به‌دست‌آمده به‌عنوان عدد اصلی ثبت گردید، تفاوت بین زاویه برده شده توسط نمونه با زاویه‌ای که فرد برده بود، به‌عنوان زاویه خطا بررسی شد (۲۴).

پروتکل برنامه تمرینی ثبات مرکزی شامل شش هفته تمرین بود که تمرینات به مدت سه جلسه در هر هفته و در سطح پایدار و بر روی زمین انجام شد (جدول ۱). بر اساس شدت تمرین و میزان زمان صرف شده برای هر تمرین استراحت بین ست‌ها و پایان ست‌ها متغیر بوده که با توجه به توان آزمودنی‌ها بر اساس ویژگی‌های فردی آن‌ها قابل تغییر بود (۲۵).

جدول ۱. برنامه تمرینی ثبات مرکزی

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								
پل زدن به شکم	۳	(S) ۴۵	۴۵	۹۰	۳	(S) ۶۰	۳۰	۹۰
پل زدن به طرفین (چپ و راست)	۳	(S) ۴۵	۴۵	۹۰	۳	(S) ۶۰	۳۰	۹۰
پل زدن به پشت	۳	(S) ۴۵	۴۵	۹۰	۳	(S) ۶۰	۳۰	۹۰
چرخش روسی	۳	(R) ۲۰	۳۰	۹۰	۳	(R) ۲۵	۳۰	۹۰
تمرین قیچی پا	۳	(R) ۲۰	۳۰	۹۰	۳	(R) ۲۵	۳۰	۹۰
هفته سوم								
پل زدن به شکم	۴	(S) ۶۰	۳۰	۹۰	۴	(S) ۶۰	۲۰	۷۵
پل زدن به طرفین (چپ و راست)	۴	(S) ۶۰	۳۰	۹۰	۴	(S) ۶۰	۲۰	۷۵
پل زدن به پشت	۴	(S) ۶۰	۳۰	۹۰	۴	(S) ۶۰	۲۰	۷۵
چرخش روسی	۴	(R) ۲۵	۳۰	۹۰	۴	(R) ۲۵	۲۰	۷۵
تمرین قیچی پا	۴	(R) ۲۵	۳۰	۹۰	۴	(R) ۲۵	۲۰	۷۵
هفته پنجم								
پل زدن به شکم با یک دست (چپ و راست)	۳	(S) ۶۰	۳۰	۹۰	۴	(S) ۶۰	۳۰	۹۰

۹۰	۳۰	۶۰ (S)	۴	۹۰	۳۰	۶۰ (S)	۳	پل زدن به طرفین با دست صاف (چپ و راست)
۹۰	۳۰	۶۰ (S)	۴	۹۰	۳۰	۶۰ (S)	۳	پل زدن به پشت با صاف کردن یک پا (چپ، راست)
۷۵	۲۰	۳۰ (R)	۴	۷۵	۲۰	۲۵ (R)	۴	چرخش روسی
۷۵	۲۰	۳۰ (R)	۴	۷۵	۲۰	۲۵ (R)	۴	تمرین قیچی

S: ثانیه؛ R: تکرار

پروتکل برنامه تمرین ترامپولین شامل شش هفته تمرین و همچنین سه جلسه تمرین در هر هفته بود که بر روی ترامپولین انجام شد (جدول ۲). بر اساس شدت تمرین و میزان زمان صرف شده برای هر تمرین استراحت بین ست‌ها و پایان ست‌ها متغیر بوده که با توجه به توان آزمودنی‌ها بر اساس ویژگی‌های فردی آن‌ها قابل تغییر بود (۲۶).

جدول ۲. برنامه تمرینی ترامپولین

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				
هایپنگ بر روی ترامپولین	۳	۱۲ (R)	۳۰	۶۰	۳	۱۵ (R)	۳۰	۶۰
پرش به صورت یک پا جلو و یک پا عقب	۳	۱۲ (R)	۳۰	۶۰	۳	۱۵ (R)	۳۰	۶۰
هایپنگ بر روی ترامپولین با داشتن یک توپ در دست	۳	۱۲ (R)	۳۰	۶۰	۳	۱۵ (R)	۳۰	۶۰
هایپنگ با ابداکشن و اداکشن پا بر روی ترامپولین	۳	۱۲ (R)	۳۰	۶۰	۳	۱۵ (R)	۳۰	۶۰
هایپنگ با روتیشن (چرخش) بر روی ترامپولین	۳	۱۲ (R)	۳۰	۶۰	۳	۱۵ (R)	۳۰	۶۰
هایپنگ با حرکت پا به جلو و عقب	۳	۱۲ (R)	۳۰	۶۰	۳	۱۵ (R)	۳۰	۶۰
هفته سوم				هفته چهارم				
هایپنگ بر روی ترامپولین	۳	۱۵ (R)	۳۰	۶۰	۳	۱۵ (R)	۳۰	۶۰
پرش به صورت یک پا جلو و یک پا عقب	۳	۱۵ (R)	۳۰	۶۰	۳	۱۵ (R)	۳۰	۶۰
هایپنگ بر روی ترامپولین با داشتن یک توپ در دست	۳	۱۵ (R)	۳۰	۶۰	۳	۱۵ (R)	۳۰	۶۰
هایپنگ با ابداکشن و اداکشن پا بر روی ترامپولین	۳	۱۵ (R)	۳۰	۶۰	۳	۱۵ (R)	۳۰	۶۰
هایپنگ با روتیشن (چرخش) بر روی ترامپولین	۳	۱۵ (R)	۳۰	۶۰	۳	۱۵ (R)	۳۰	۶۰
هایپنگ با حرکت پا به جلو و عقب	۳	۱۵ (R)	۳۰	۶۰	۳	۱۵ (R)	۳۰	۶۰
هایپنگ به طرفین با هر دو پا	۳	۱۲ (R)	۳۰	۶۰	۳	۱۵ (R)	۳۰	۶۰
پرش با یک پا	۳	۱۲ (R)	۳۰	۶۰	۳	۱۵ (R)	۳۰	۶۰
هفته پنجم				هفته ششم				
هایپنگ بر روی ترامپولین	۳	۱۵ (R)	۳۰	۶۰	۳	۱۷ (R)	۳۰	۶۰
پرش به صورت یک پا جلو و یک پا عقب	۳	۱۵ (R)	۳۰	۶۰	۳	۱۷ (R)	۳۰	۶۰
هایپنگ بر روی ترامپولین با داشتن یک توپ در دست	۳	۱۵ (R)	۳۰	۶۰	۳	۱۷ (R)	۳۰	۶۰
هایپنگ با ابداکشن و اداکشن پا بر روی ترامپولین	۳	۱۵ (R)	۳۰	۶۰	۳	۱۷ (R)	۳۰	۶۰
هایپنگ با روتیشن (چرخش) بر روی ترامپولین	۳	۱۵ (R)	۳۰	۶۰	۳	۱۷ (R)	۳۰	۶۰

۶۰	۳۰	(R) ۱۷	۳	۶۰	۳۰	(R) ۱۵	۳	هایپنگ با حرکت پا به جلو و عقب
۶۰	۳۰	(R) ۱۷	۳	۶۰	۳۰	(R) ۱۵	۳	هایپنگ به طرفین با هر دو پا
۶۰	۳۰	(R) ۱۷	۳	۶۰	۳۰	(R) ۱۵	۳	پرش با یک پا
۶۰	۳۰	(R) ۱۵	۳	۶۰	۳۰	(R) ۱۲	۳	پرش با یک پا و جابه‌جایی به جلو و عقب
۶۰	۳۰	(R) ۱۵	۳	۶۰	۳۰	(R) ۱۲	۳	هایپنگ بر روی توپ و پرتاب و دریافت توپ با دست

S: ثانیه؛ R: تکرار

جهت مقایسه میانگین متغیرهای پژوهش قبل و بعد از برنامه تمرینی از آزمون T همبسته و جهت بررسی تأثیر تمرین بر متغیرهای مطالعه از آزمون تحلیل کوواریانس و آزمون تعقیبی بونفرونی و نیز در بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون آماری شاپیروویلک استفاده شد. تمامی تجزیه و تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام شد.

نتایج

میانگین و انحراف استاندارد مشخصات فردی آزمودنی‌ها شامل سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی در [جدول ۳](#) آورده شده است.

جدول ۳. توزیع میانگین و انحراف معیار متغیرهای زمینه‌ای در گروه‌های مختلف

متغیر	گروه	تعداد	انحراف معیار $\pm$ میانگین
سن (سال)	ثبات مرکزی	۱۲	$23 \pm 1/80$
	ترامپولین	۱۲	$22 \pm 1/70$
	کنترل	۱۲	$22/25 \pm 1/82$
قد (سانتی‌متر)	ثبات مرکزی	۱۲	$1/69 \pm 0/03$
	ترامپولین	۱۲	$1/69 \pm 0/02$
	کنترل	۱۲	$1/70 \pm 0/04$
وزن (کیلوگرم)	ثبات مرکزی	۱۲	$65/50 \pm 3/94$
	ترامپولین	۱۲	$66/91 \pm 3/42$
	کنترل	۱۲	$64/86 \pm 4/23$
BMI (kg/m^2)	ثبات مرکزی	۱۲	$22/87 \pm 1/66$
	ترامپولین	۱۲	$23/21 \pm 1/27$
	کنترل	۱۲	$22/54 \pm 1/63$
سابقه ورزشی (سال)	ثبات مرکزی	۱۲	$5/16 \pm 0/93$
	ترامپولین	۱۲	$4/58 \pm 0/41$
	کنترل	۱۲	$4/69 \pm 0/92$

با توجه به نرمال بودن داده‌ها که با آزمون شاپیروویلک مشخص شد از آزمون تحلیل کوواریانس و آزمون تعقیبی بونفرونی و آزمون تی همبسته برای بررسی تأثیر تمرینات و مقایسه آن‌ها استفاده شد. جهت مقایسه میزان تعادل ایستا، تعادل پویا و حس عمقی گروه‌ها از آزمون تحلیل کوواریانس با در نظر گرفتن پیش‌آزمون کوریت استفاده گردید. نتایج در [جدول ۴](#) گزارش شده‌اند.

نتایج آزمون تحلیل کوواریانس نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین گروه‌های تمرینی و کنترل بوده که برای مقایسه دوبه‌دو گروه‌ها از آزمون تعقیبی بونفرونی در [جدول ۵](#) استفاده شد. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های تمرینی و گروه کنترل در تمامی متغیرها (به‌غیر از متغیر حس عمقی در وضعیت دورسی‌فلکشن در گروه تمرینات ثبات مرکزی با گروه کنترل) بود اما این تفاوت بین دو گروه تمرینی (به‌غیر از متغیر حس عمقی در وضعیت دورسی‌فلکشن) معنی‌دار نبود.

جدول ۴. نتایج تحلیل کوواریانس برای بررسی تأثیر مداخلات تمرینی بر متغیرهای تحقیق

متغیر	منبع اثر	مجموع مربعات	درجات آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	معنی داری	اندازه اثر	توان آزمون
تعادل ایستا	پیش آزمون	۹۳/۹۷۶	۱	۹۳/۹۷۶	۴۳/۰۶۲	۰/۰۰۱	۰/۵۷۴	۱
	گروه	۱۹۰/۲۱۱	۲	۹۵/۲۰۵	۴۳/۵۸۰	۰/۰۰۱*	۰/۷۳	۱
تعادل پویا	پیش آزمون	۳۲۰/۳۵۷	۱	۳۲۰/۳۵۷	۲۱۷/۲۸۲	۰/۰۰۱	۰/۸۷	۱
	گروه	۲۶۱/۲۹۸	۲	۱۳۰/۶۴۹	۸۸/۶۱۳	۰/۰۰۱*	۰/۸۴	۱
حس عمقی	پیش آزمون	۱/۷۶۵	۱	۱/۷۶۵	۴/۰۴	۰/۰۵۴	۰/۱۱	۰/۴۹
(دورسی فلکشن)	گروه	۵/۳۵۸	۲	۲/۶۷۹	۶/۰۹۳	۰/۰۰۶*	۰/۲۷	۰/۸۵
حس عمقی	پیش آزمون	۷/۰۹۳	۱	۷/۰۹۳	۲۰/۹۷۲	۰/۰۰۱	۰/۳۹	۰/۹۹
(پلاتنار فلکشن)	گروه	۱۴/۳۸۹	۲	۷/۱۹۴	۲۱/۲۷۱	۰/۰۰۱*	۰/۵۷	۱

*معنی داری در سطح ۰/۰۱

جدول ۵. یافته‌های آزمون بونفرونی برای متغیرهای تحقیق

گروه (I)	گروه (J)	تفاوت میانگین‌ها	خطای استاندارد	سطح معنی داری
تعادل ایستا	ثبات مرکزی	۱/۲۱۰	۰/۶۱۰	۰/۱۶
	کنترل	۴/۱۹۴	۰/۶۰۳	۰/۰۰۱*
	ترامپولین	-۵/۴۰۴	۰/۶۱۰	۰/۰۰۱*
تعادل پویا	ثبات مرکزی	-۰/۹۵۳	۰/۵۲۰	۰/۲۲
	کنترل	۵/۲۳۲	۰/۴۹۷	۰/۰۰۱*
	ترامپولین	۶/۱۸۵	۰/۵۱۰	۰/۰۰۱*
حس عمقی در وضعیت دورسی فلکشن	ثبات مرکزی	-۰/۵۱۰	۰/۲۸۵	۰/۲۴
	کنترل	۰/۴۳۶	۰/۲۸۰	۰/۳۸
	ترامپولین	۰/۹۴۶	۰/۲۷۱	۰/۰۰۴*
حس عمقی در وضعیت پلاتنار فلکشن	ثبات مرکزی	-۱/۰۸۳	۰/۲۳۷	۰/۰۰۱*
	کنترل	۰/۴۱۷	۰/۲۳۷	۰/۲۶۷
	ترامپولین	-۱/۵۰۰	۰/۲۳۷	۰/۰۰۱*

*معنی داری در سطح ۰/۰۱

جدول ۶. آزمون تی همبسته برای مقایسه متغیرها قبل و بعد در اعمال برنامه‌های تمرینی

متغیر	گروه	SD ± Mean	t	معنی داری
تعادل ایستا (بر حسب ثانیه)	ثبات مرکزی	پیش آزمون: ۱۷/۹۹ ± ۱/۶۹ پس آزمون: ۲۲/۴۵ ± ۲/۹۳	-۱۰/۰۶۹	۰/۰۰۱*
	ترامپولین	پیش آزمون: ۱۷/۳۸ ± ۱/۹۲ پس آزمون: ۲۳/۰۵ ± ۲/۰۷	-۱۰/۹۳۹	۰/۰۰۱*
	کنترل	پیش آزمون: ۱۸/۰۰ ± ۱/۳۴ پس آزمون: ۱۸/۲۷ ± ۱/۳۹	-۱۰/۰۶۸	۰/۳۰
نمره کل تعادل پویا (بر حسب سانتی‌متر بر طول پا)	ثبات مرکزی	پیش آزمون: ۸۲/۱۴ ± ۱/۹۷ پس آزمون: ۹۱/۳۰ ± ۲/۶۶	-۲۰/۳۰۱	۰/۰۰۱*
	ترامپولین	پیش آزمون: ۸۴/۸۰ ± ۳/۷۶ پس آزمون: ۸۳/۳۴ ± ۴/۸۸	-۱۳/۸۴۰	۰/۰۰۱*
	کنترل	پیش آزمون: ۸۲/۷۵ ± ۴/۵۱ پس آزمون: ۸۳/۳۴ ± ۴/۸۸	-۱/۷۹۳	۰/۱
حس عمقی مچ پا در وضعیت دورسی فلکشن (درجه)	ثبات مرکزی	پیش آزمون: ۲/۷۵ ± ۰/۴۵ پس آزمون: ۲/۴۱ ± ۰/۷۹	۲/۳۴۵	۰/۰۳*
	ترامپولین	پیش آزمون: ۳/۲۵ ± ۰/۸۶ پس آزمون: ۲/۰۸ ± ۰/۵۱	۳/۹۲۴	۰/۰۰۲*
	کنترل	پیش آزمون: ۳/۱۶ ± ۰/۵۷ پس آزمون: ۳ ± ۰/۷۳	۰/۸۰۴	۰/۴۳
حس عمقی مچ پا در وضعیت پلاتنار فلکشن (درجه)	ثبات مرکزی	پیش آزمون: ۳/۱۶ ± ۰/۳۸ پس آزمون: ۲/۵۸ ± ۰/۵۱	۳/۰۲۳	۰/۰۱*
	ترامپولین	پیش آزمون: ۳/۱۷ ± ۰/۳۸ پس آزمون: ۱/۵۰ ± ۰/۵۲	۱۱/۷۲	۰/۰۰۱*
	کنترل	پیش آزمون: ۳/۱۶ ± ۰/۸۳ پس آزمون: ۳ ± ۱/۰۴	۱	۰/۳۳

*معنی داری در سطح ۰/۰۵

جهت مقایسه متغیرهای تحقیق درون گروه‌های پژوهش و بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون از آزمون تی همبسته استفاده گردید. نتایج در جدول ۶ گزارش شده‌اند. نتایج آزمون تی همبسته نشان‌دهنده اثر معنی‌دار برنامه‌های تمرینی بر متغیرهای تعادل ایستا، نمره کل تعادل پویا و نیز حس عمقی در گروه‌های تمرینی بود با این حال در گروه کنترل اختلاف معنی‌داری بین میانگین‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون مشاهده نشد.

بحث

نتایج تحقیق حاضر در زمینه اثرگذاری برنامه‌های تمرینی ثبات مرکزی و ترامپولین نشان داد هر دو برنامه تمرینی اثر معنی‌داری بر تعادل و حس عمقی در والیبالیست‌های دختر با بی‌ثباتی مزمن می‌چا دارند. در زمینه اثر تمرین بر تعادل نتایج مطالعه حاضر با نتایج تحقیق شایوکیلو و همکاران (۲۰۱۸) (۲۷)، یو و همکاران (۲۰۱۲) (۵)، کیم و همکاران (۲۰۱۳) (۲۸)، کاراکایا و همکاران (۲۰۱۵) (۲۹) (تعادل ایستا) همخوان است اما با نتایج تحقیق در زمینه تعادل پویا با نتایج تحقیق هال و همکاران (۲۰۱۵) ناهمخوان است که از جمله دلایل این ناهمخوانی می‌تواند نوع تمرین در این تحقیق باشد زیرا تمرینات مربوط به تحقیق هال و همکاران (۲۰۱۵) (۷) شامل تمرینات قدرتی با تراباند و تمرینات ترکیبی قدرتی-حس عمقی بوده درحالی که در تحقیق حاضر تمرینات ثبات مرکزی و تمرینات هاپینگ بر روی ترامپولین بودند. در تحقیق مک کوئین و همکاران (۲۰۰۸) نیز تمرین بر جهت قدامی آزمون تعادلی وای که جزئی از آزمون تعادلی ستاره است تأثیر نداشته که دلیل آن می‌تواند مدت زمان تمرین باشد (۶) که در تحقیق هال و همکاران (۲۰۱۵) ۴ هفته بوده و آزمودنی‌های آن‌ها نیز ترکیبی از زنان و مردان غیرورزشکار بودند درحالی که آزمودنی‌های تحقیق حاضر را فقط زنان والیبالیست تشکیل داده بودند (۷).

محققین دیگری همچون جیوفستیدو و همکاران (۲۰۱۲) (۳۰)، مک گوین و همکاران (۲۰۰۶) (۳۱)، محمدی (۲۰۰۷) (۳۲) و نیز هاپرتیس و همکاران (۲۰۰۹) (۳۳) به اثربخشی تمرینات تعادلی و حس عمقی بر کاهش آسیب‌های می‌چا اشاره کردند که با نتایج تحقیق حاضر در زمینه حس عمقی هم‌راستاست. این محققان بیان کردند بعد از برنامه‌های حس عمقی به‌ویژه استفاده از وابل بورد میزان آسیب‌های می‌چا کاهش می‌یابد (که تمرینات ترامپولین نیز بی‌ثباتی لازم که در تمرینات وابل بورد ایجاد می‌شود را فراهم می‌کنند) که بهبود حس عمقی می‌چا از مهم‌ترین عوامل در کسب این نتیجه است.

در زمینه اثر برنامه تمرینی ثبات مرکزی بر تعادل می‌توان این‌گونه بیان کرد که عضلات بزرگ‌تر 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 (۱۰).

در شرایطی که عضله عرضی شکمی منقبض می‌شود، فشار عضله مورب داخلی افزایش می‌یابد و نیام پشتی کمری را وادار به افزایش تنش خواهد کرد. این انقباض‌ها قبل از شروع حرکت اندام‌ها ایجاد می‌شود تا به اندام‌ها اجازه دهند یک سطح پایدار برای حرکت و

1. Yu
2. Kim
3. Karakaya
4. McKeon
5. Gioftsidou
6. Hupperets

فعال سازی عضله فراهم سازد (۱۰). از سویی دیگر، عضله راست شکمی و عضلات مورب شکمی نیز در الگوهای ویژه نسبت به حرکت اندامی که حمایت قامت را فراهم کرده، فعال می شوند (۱۰). با بررسی مطالعات به نظر می رسد که تمرینات پایداری ناحیه مرکزی بدن می تواند به بهبود الگوهای فعال سازی عضلانی ساختمان عضلات تنه کمک کند. در برخی موارد نیز اهمیت فعال سازی مناسب و پایداری تنه در طی حفظ کنترل قامت ایستا نشان داده شد (۱۲، ۱۳).

بر اساس دیدگاه کیبلر^۱ و همکاران (۲۰۰۶)، بدن از فعال سازی عضلات ناحیه مرکزی بدن برای تولید گشتاور چرخشی لازم در اطراف خود و تولید حرکت اندام استفاده می کند (۳۴). بر این اساس، این نظریه مطرح شده در آزمون Y، هنگامی که آزمودنی بر روی پای تکیه گاه می ایستد و از اندام مخالف برای دستیابی استفاده می کند، عضلات راست شکمی و عضلات مورب شکمی می توانند قبل از اینکه هرگونه حرکتی جهت اجرای حرکت تنه رخ دهد، درگیر شده تا به آزمودنی ها اجازه دهند تعادل خود را حفظ کنند. علاوه بر این عضلات چند سر و عضلات عرضی شکمی نیز به حفظ تعادل پویا در طی حرکت اندام تحتانی به وسیله ایجاد حمایت برای ستون فقرات کمک می کنند (۳۴).

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 مؤثر بوده که این اثرگذاری در آزمون های مختلف عملکرد حرکتی نظیر آزمون اسکات، بالا آوردن مستقیم پا که در همین راستا باباگل تبار و نورسته (۲۰۲۱) به ارتباط بین ثبات ناحیه مرکزی و تعادل ایستا اشاره نمودند (۲۳).

تمرینات ترامپولین نیز از حرکات جنبشی تشکیل شده که در سطح پایدار به عنوان تمرینات هاپینگ شناخته می شوند و این تمرینات می توانند در بهبود تعادل و حس عمقی تأثیر بسزایی داشته باشد. همان طور که گفته شده آسیب می تواند بر حس عمقی و کنترل عصبی عضلانی تأثیر منفی بگذارد که در همین راستا مون^۲ و همکاران (۲۰۱۰) در مقاله ای مروری بر روی افراد با بی ثباتی مزمن میچ پا گزارش نمودند که نقص پاسچرال ثانویه بر اثر نقص کنترل عصبی-عضلانی و نقص حس عمقی به وجود می آید (۱۴). همچنین بر این موضوع تأکید شده که این افراد حین ایستادن روی یک پا نقص در راهبرد میچ پا و به دنبال آن ناکارایی راهبرد هیپ را نشان می دهند. نتایج پژوهش حاضر در زمینه تأثیر تمرینات ترامپولین بر بهبود تعادل و حس عمقی نشان داد که این تمرینات می تواند در بهبود این متغیرها مؤثر باشد که نتایج به دست آمده در این زمینه با نتایج تحقیقاتی که در زمینه برنامه های تمرینی پلايومتریک انجام شده هم راستاست به گونه ای که در یکی از این تحقیقات میر^۳ و همکاران (۲۰۰۶) تأثیر تمرینات پلايومتریک و تعادلی بر تعادل و نیروی فرود ورزشکاران پرداختند، یافته های این پژوهش نشان داد که گروه تمرینات تعادلی و پلايومتریک موجب بهبود تعادل پویا و نیروی فرود در ورزشکاران می شود ولی تمرینات ترکیبی (تعادلی و پلايومتریک) بهبود بیشتری بر تعادل پویا و نیروی فرود ایجاد می کند (۱۵).

نتیجه گیری نهایی

1. Kibler
2. Munn
3. Myer

به صورت کلی نتایج تحقیق حاضر نشان دهنده اهمیت استفاده از تمرینات ثبات مرکزی و تمرینات بر روی مینی ترامپولین جهت بهبود تعادل و حس عمقی در ورزشکاران با بی ثباتی مزمن میچ پا بوده که از موارد احتمالی آن بر این متغیرها نوع تمرینات به کار رفته در این برنامه ها، مدت استفاده از این برنامه و نظم در استفاده از آن در طول جلسات تمرینی و عملکردی این برنامه ها بود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

تمامی اصول اخلاقی در این پژوهش رعایت شده است. به شرکت کنندگان در این پژوهش اجازه داده شده بود تا هر زمان که مایل بودند از روند پژوهش خارج شوند. همچنین تمامی شرکت کنندگان در جریان روند و مراحل مختلف شرکت در پژوهش قرار داشتند. به تمامی شرکت کنندگان این اطمینان داده شده بود که اطلاعات آن ها محرمانه نگه داشته می شود.

حامی مالی

این پژوهش هیچ گونه کمک مالی از سازمان های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش همه بخش های پژوهش حاضر مشارکت داشته اند.

تعارض

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

Reference

1. David J, Joan R, Arnold H. Skeletal muscle from molecules to movement. Human kinetic. 2004;87-93.
2. Schifftan GS, Ross LA, Hahne AJ. The effectiveness of proprioceptive training in preventing ankle sprains in sporting populations: a systematic review and meta-analysis. Journal of science and medicine in sport. 2015;18(3):238-44. [DOI:10.1016/j.jsams.2014.04.005] [PMID]
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. The American journal of sports medicine. 2007;35(8):1289-94. [DOI:10.1177/0363546507300059] [PMID]
4. Hubbard TJ, Wikstrom EA. Ankle sprain: pathophysiology, predisposing factors, and management strategies. Open access journal of sports medicine. 2010;115-22. [DOI:10.2147/OAJSM.S9060] [PMID]
5. Yu J-H, Lee G-C. 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):141-6. [DOI:10.3233/IES-2012-0462]

6. McKeon PO, Hertel J. Spatiotemporal postural control deficits are present in those with chronic ankle instability. *BMC musculoskeletal disorders*. 2008;9:1-6. [DOI:10.1186/1471-2474-9-76] [PMID]
7. 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. *Journal of athletic training*. 2015;50(1):36-44. [DOI:10.4085/1062-6050- 9.3.71] [PMID]
8. Chan KW, Ding BC, Mroczek KJ. Acute and chronic lateral ankle instability in the athlete. *Bulletin of the NYU hospital for joint diseases*. 2011;69(1):17.
9. 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. *Studies in Sport Medicine*. 2015;7(17):34-15.
10. Robinson RH, Gribble PA. Support for a reduction in the number of trials needed for the star excursion balance test. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2008;89(2):364-70. [DOI:10.1016/j.apmr.2007.08.139] [PMID]
11. Mok NW, Yeung EW, Cho JC, Hui SC, Liu KC, Pang CH. Core muscle activity during suspension exercises. *Journal of science and medicine in sport*. 2015;18(2):189-94. [DOI:10.1016/j.jsams.2014.01.002] [PMID]
12. Filipa A, Byrnes R, Paterno MV, Myer GD, Hewett TE. Neuromuscular training improves performance on the star excursion balance test in young female athletes. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2010;40(9):551-8. [DOI:10.2519/jospt.2010.3325] [PMID]
13. Gordon AT, Ambegaonkar JP, Caswell SV. Relationships between core strength, hip external rotator muscle strength, and star excursion balance test performance in female lacrosse players. *International journal of sports physical therapy*. 2013;8(2):97.
14. Munn J, Sullivan SJ, Schneiders AG. Evidence of sensorimotor deficits in functional ankle instability: a systematic review with meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2010;13(1):2-12. [DOI:10.1016/j.jsams.2009.03.004.] [PMID]
15. 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. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2006;20(2):345-53. [DOI:10.1519/00124278-200605000-00019] [PMID]
16. Nazakatolhosaini M, Mokhtari M, Esfarjani F. The effect of Pilates training on improvement of motor and cognitive functions related to falling in elderly female. *Journal of Research in Rehabilitation Sciences*. 2012;8(3):489-501.
17. 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. *Research in developmental disabilities*. 2016;53:367-76. [DOI:10.1016/j.ridd.2016.03.003] [PMID]
18. Khodabakhshi M, Javaheri SAH, Atri AE, Zandi M, Khanzadeh R. The effect of balancing and resistive selected exercise on young footballers' dynamic balance. *European Journal of Sports and Exercise Science*. 2012;1(3):44-51.
19. Punakallio A. Balance abilities of workers in physically demanding jobs with special reference to firefighters of different ages [Thesis]. Kuopio, Finland: University of Eastern Finland. 2004.
20. Lloyd F. A pilot study into the effect of rebound therapy on the behaviour of adults with moderate and profound learning disabilities. Unpublished MSc thesis Exeter: University Exeter. 1998.

21. Mostafijur, R. Effectiveness of rebound therapy for management of muscle tone in children with cerebral palsy (Doctoral dissertation, Bangladesh Health Professions Institute, Faculty of Medicine, the University of Dhaka, Bangladesh). 2015.
22. Hannachi P, Kaviani G. Impact of mini trampoline exercise on dynamic balance in elderly women, Tehran, Iran. Hormozgan Medical. 2010;14(2):144-50.
23. Hamed BS, Aliasghar N. The effect of neuromuscular training program on landing position, balance, range of motion and strength of selected lower limb muscles in athletes with Dynamic Knee Valgus defect. Iranian Journal of Rehabilitation Research. 2021;8(1):45-57.
24. Yalfani A, Ahmadnezhad L, Gholami Borujeni B. The Immediate Effect of Balance Training on Ankle Joint Proprioception in Soccer Players. Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation. 2017;6(3):36-43.
25. 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;45(1):27-37 [DOI:10.1515/hukin-2015-0004] [PMID]
26. Aragão FA, Karamanidis K, Vaz MA, Arampatzis A. Mini-trampoline exercise related to mechanisms of dynamic stability improves the ability to regain balance in elderly. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2011;21(3):512-8. [DOI:10.1016/j.jelekin.2011.01.003] [PMID]
27. Shavikloo J, Samami N, Norasteh A. Comparative the effect of TRX and pilates training programs on the balance of futsal players. Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine. 2018;2(2):042-6. [DOI:10.31254/sportmed.2204]
28. Kim JH, Kim YE, Bae SH, Kim KY. The effect of the neurac sling exercise on postural balance adjustment and muscular response patterns in chronic low back pain patients. Journal of physical therapy science. 2013;25(8):1015-9. [DOI:10.1589/jpts.25.1015] [PMID]
29. Karakaya MGr, Rutbil H, Akpınar E, Yildirim A, Karakaya İCi. Effect of ankle proprioceptive training on static body balance. Journal of physical therapy science. 2015;27(10):3299-302. [DOI:10.1589/jpts.27.3299.] [PMID]
30. Gioftsidou A, Malliou P, Pafis G, Beneka A, Tsapralis K, Sofokleous P, et al. Balance training programs for soccer injuries prevention. Journal of human sport and exercise. 2012;7(3):639-47. [DOI:10.4100/jhse.2012.73.04]
31. McGuine TA, Keene JS. The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes. The American journal of sports medicine. 2006;34(7):1103-11. [DOI:10.1177/0363546505284191] [PMID]
32. Mohammadi F. Comparison of 3 preventive methods to reduce the recurrence of ankle inversion sprains in male soccer players. The American journal of sports medicine. 2007;35(6). 922-6. [DOI:10.1177/0363546507299259] [PMID]
33. Hupperets M, Verhagen E, Van Mechelen W. Effect of unsupervised home based proprioceptive training on recurrences of ankle sprain: Randomised controlled trial. BMJ, 339, b2684. 2009. [DOI:10.1136/bmj.b2684] [PMID]
34. Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. Sports medicine. 2006;36:189-98. [DOI:10.2165/00007256-200636030-0001] [PMID]