Journal of Arak University of Medical Sciences
Volume 29, Issue 3
August & September 2026

Research Article

Comparison of the Effects of Balance Training with a Disc Dura and Mini Trampoline Along with Calcium and Vitamin D3 Intake on the Athletic Performance of Adolescent Girls in Shahriar City, Iran

Faezeh Soltani Rad[1*], Motaharah Moslehi[2], Zohreh Afsharmand[2], Rasoul Mohammadi[3]

[1] MSc of Sports Physiology, Department of Sports Physiology, Islamic Azad University, Islamshahr Branch, Islamshahr, Iran

[2] Assistant Professor, Department of Sports Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Islamshahr Branch, Islamic Azad University, Islamshahr, Iran

[3] PhD in sport Physiology, Department of Sports Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran

*** Corresponding author**: Faezeh Soltani Rad, MSc of Sports Physiology, Department of Sports Physiology, Islamic Azad University, Islamshahr Branch, Islamshahr, Iran. Email: faezehsoltanirad75@gmail.com

DOI: 10.61882/jams.29.3.217

How to Cite this Article:
Soltani Rad F, Moslehi M, Afsharmand Z, Mohammadi R. Comparison of the Effects of Balance Training with a Disc Dura and Mini Trampoline Along with Calcium and Vitamin D3 Intake on the Athletic Performance of Adolescent Girls in Shahriar City, Iran. *J Arak Uni Med Sci*. 2026;**29**(3): 217- 22. DOI: 10.61882/jams.29.3.217

Received: 27.11.2025
Published: 01.08.2026

Keywords:
Dura Disc;
Mini Trampoline;
Calcium;
Vitamin D3;
Lower Limb function

© 2024 Arak University of Medical Sciences

Abstract

Introduction: In addition to the effect of vitamin D on calcium absorption and bone strength, several roles of this vitamin in increasing individuals' physical abilities have been reported. The purpose of this study was to Comparison of the effects of balance training with a disc dura and mini trampoline along with calcium and vitamin D3 intake on the athletic performance of adolescent girls in Shahriar city in Year 2025.

Methods: 40 teenage girls in high school were randomly selected from one of the girls' schools in Shahriar city in Year 2025 as a statistical sample and participated in this study. The subjects were divided into four groups (10 in the discus balance exercise group + calcium and vitamin D3 intake, 10 in the mini trampoline exercise group + calcium and vitamin D3 intake, 10 in the discus exercise group, and 10 in the mini trampoline exercise group). In the supplementation method, the subjects received 50,000 international units of vitamin D3 per week and 1,000 mg of calcium per day for 8 weeks along with performing discus balance exercises and mini trampoline. After collecting the data, the Kolmogorov-Smirnov test was used to normalize the data and the repeated measures analysis of variance test was used to examine the difference between the pre-test and post-test, and then the difference between the groups was tested through the one-way analysis of variance test at a significant level ($P \leq 0.05$).

Results: The results obtained showed that the results of the analysis of variance test with repeated measures showed that in the two stages of pre-test and post-test in the factors of static balance, dynamic balance, explosive power, flexibility, there was a significant increase between the groups of balance exercises of the disc dura + calcium and vitamin D3 consumption, the group of mini trampoline exercises + calcium and vitamin D3 consumption, the group of disc dura exercises and the group of mini trampoline exercises ($P = 0.001$). This value was higher in the groups of balance exercises of the disc dura + calcium and vitamin D3 consumption and the group of mini trampoline exercises + calcium and vitamin D3 consumption than in the other groups. The results of the one-way ANOVA test showed that there was a significant difference between static balance, dynamic balance, explosive power, flexibility in the groups of balance exercises of the disc dura + calcium and vitamin D3 consumption, the group of mini trampoline exercises + calcium and vitamin D3 consumption, the group of disc dura exercises and the group of mini trampoline exercises.

Conclusions: According to the results of the present study, it seems that the static and dynamic balance indices in the disc dura balance exercises group + calcium and vitamin D3 consumption performed better than the other groups, and in the explosive power and flexibility factors of the mini trampoline exercises group + calcium and vitamin D3 consumption, this value was better than the other groups and can be considered as an effective intervention method.

Copyright *© 2024 The Author(s); Published by Journal of Arak University of Medical Sciences. This is an open access article, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http"//creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) witch permits others to copy and redistribute material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.*

مقایسه اثر تمرینات تعادلی دیسک دورا و مینی ترامپولین همراه با مصرف کلسیم و ویتامین D3 بر عملکرد ورزشی دختران نوجوان شهرستان شهریار، ایران

فائزه سلطانی‌راد[1*]، مطهره مصلحی[2]، زهره افشارمند[2]، رسول محمدی[3]

[1] کارشناسی ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر، اسلامشهر، ایران
[2] استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر، اسلامشهر، ایران
[3] دکتری فیزیولوژی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، تهران، ایران

* نویسنده مسئول: فائزه سلطانی‌راد، کارشناسی ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر، اسلامشهر، ایران. ایمیل: faezehsoltanirad75@gmail.com

DOI: 10.61882/jams.29.3.217

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۰۶
تاریخ چاپ: ۱۴۰۵/۰۵/۱۰
واژگان کلیدی:
دیسک دورا؛
مینی ترامپولین؛
کلسیم؛
ویتامین D۳؛
عملکرد اندام تحتانی

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی اراک محفوظ است.

چکیده

مقدمه: علاوه بر تأثیر ویتامینD در جذب کلسیم و استحکام استخوان‌ها، نقش‌های متعددی از این ویتامین در افزایش توانایی‌های فیزیکی افراد گزارش شده است. هدف از انجام این مطالعه، مقایسه اثر تمرینات تعادلی دیسک دورا و مینی ترامپولین همراه با مصرف کلسیم و ویتامین D۳ بر عملکرد ورزشی دختران نوجوان شهرستان شهریار در سال ۱۴۰۴ بود.

روش کار: تعداد ۴۰ دختران نوجوان مقطع متوسطه دوم به صورت تصادفی از بین یکی از آموزشگاه‌های دخترانه شهرستان شهریار در سال ۱۴۰۴، به عنوان نمونه آماری در این تحقیق شرکت کردند. آزمودنی‌ها به چهار گروه (۱۰ نفر گروه تمرینات تعادلی دیسک دورا + مصرف کلسیم و ویتامین D۳، ۱۰ نفر گروه تمرینات مینی ترامپولین+ مصرف کلسیم و ویتامین D۳، ۱۰ نفر گروه تمرینات دیسک دورا و ۱۰ نفر گروه تمرینات مینی ترامپولین) تقسیم شدند. در روش مکمل دهی آزمودنی‌ها ۵۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D۳ در هفته و ۱۰۰۰ میلی‌گرم کلسیم در روز را به مدت ۸ هفته همراه با انجام تمرینات تعادلی دیسک دورا و مینی ترامپولین دریافت کردند. پس از جمع‌آوری داده‌ها از آزمون Kolmogorov-Smirnov جهت نرمال‌سازی داده‌ها و از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر برای بررسی اختلاف بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون و سپس تفاوت بین گروهی از طریق آزمون تحلیل واریانس یک راهه در سطح معناداری ($P \geq ۰/۰۵$) استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر نشان داد در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون در فاکتورهای تعادل ایستا، تعادل پویا، توان انفجاری، انعطاف‌پذیری افزایش معناداری را بین گروه‌های تمرینات تعادلی دیسک دورا + مصرف کلسیم و ویتامین D۳، گروه تمرینات مینی ترامپولین+ مصرف کلسیم و ویتامین D۳، گروه تمرینات دیسک دورا و گروه تمرینات مینی ترامپولین نشان داد ($P = ۰/۰۰۱$). که این مقدار در گروه‌های تمرینات تعادلی دیسک دورا + مصرف کلسیم و ویتامین D۳ و گروه تمرینات مینی ترامپولین+ مصرف کلسیم و ویتامین D۳ بیشتر از سایر گروه‌ها بود. نتایج آزمون آنوا یک راهه نشان داد اختلاف معناداری بین تعادل ایستا، تعادل پویا، توان انفجاری، انعطاف‌پذیری در گروه‌های تمرینات تعادلی دیسک دورا + مصرف کلسیم و ویتامین D۳، گروه تمرینات مینی ترامپولین+ مصرف کلسیم و ویتامین D۳، گروه تمرینات دیسک دورا و گروه تمرینات مینی ترامپولین وجود دارد.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج مطالعه حاضر، به نظر می‌رسد شاخص‌های تعادل ایستا و تعادل پویا در گروه تمرینات تعادلی دیسک دورا + مصرف کلسیم و ویتامین D۳ عملکرد بهتری از سایر گروه‌ها داشتند و در فاکتورهای توان انفجاری و انعطاف‌پذیری گروه تمرینات مینی ترامپولین+ مصرف کلسیم و ویتامین D۳ این مقدار بهتر از سایر گروه‌ها بوده و می‌توان به عنوان یک روش مداخله تأثیرگذار در نظر گرفته شود.

ارجاع: سلطانی‌راد فائزه، مصلحی مطهره، افشارمند زهره، محمدی رسول. مقایسه اثر تمرینات تعادلی دیسک دورا و مینی ترامپولین همراه با مصرف کلسیم و ویتامین D3 بر عملکرد ورزشی دختران نوجوان شهرستان شهریار، ایران. *مجله دانشگاه علوم پزشکی اراک* ۱۴۰۵؛ ۲۹ (۳): ۲۱۷- ۲۲۲.

مقدمه

ویتامینD، از ویتامین‌های محلول در چربی ضروری بدن است که از طریق افزایش جذب و کنترل تعادل بین کلسیم، فسفر و منیزیم، به رشد و استحکام استخوان‌ها کمک می‌کند (۱). اگرچه مقدار کافی ویتامین D با کاهش احتمال ابتلا به بسیاری از بیماری ها در ارتباط است، این ویتامین بیشتر به دلیل فوایدش بر سلامت استخوان، تنظیم هورمون‌های پاراتیروئید و تقویت سیستم ایمنی و انقباضات عضلانی مورد توجه قرار گرفته است (۲). مصرف مکمل ویتامین D با مواد معدنی، به ویژه کلسیم (Ca) و

منیزیم (Mg) یک رویکرد جدید عملکرد محور برای بهبود فرایندهای متابولیک و فیزیولوژیکی مختلف و ریکاوری پس از ورزش است.

در مطالعات اخیر میانگین سطح ویتامین D کل مردم ایران، در سال‌های ۲۰۰۹ - ۲۰۱۸، ۲۵/۴۱ نانوگرم در میلی‌لیتر، گزارش شده است که در محدوده کمبود ویتامین D است (۳). اگرچه شیوع این کمبود در زنان بیشتر از مردان بوده است، اما درصد مردان دارای نقص ویتامین D از ۲۲/۶ درصد در سال ۲۰۰۹ به ۳۱/۹ درصد در سال ۲۰۱۸ افزایش یافته است. در کل مردان با توجه به قرارگیری بیشتر در معرض نور آفتاب به دلیل عدم اهمیت در مصرف مکمل‌های غذایی دارای نقص ویتامین D بالاتری هستند (۴). از آنجا که میزان ویتامین D در مردان ایرانی مبتلا به کمبود ویتامین D، سه واحد بیشتر از زنان است (۵). مصرف روزانه ویتامین D در حال حاضر مورد بحث است و اتفاق نظر واحدی وجود ندارد. پیشنهاد سازمان ایمنی غذای اروپا (EFSA) برای بزرگسالان، مصرف ۱۵ میکروگرم (۶۰۰ IU) برای رسیدن به محدوده بین ۳۴ تا ۹۱ نانومول در لیتر است (۶). کمیته انجمن غدد درون ریز مصرف مکمل روزانه بین ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ واحد بین المللی را برای افراد در خطر کمبود پیشنهاد می‌کند و حد بالای ۴۰۰۰ واحد بین‌المللی را در مردان جوان پیشنهاد می‌کند (۷).

مقدار کلسیم مورد نیاز روزانه بدن بسته به سن، وزن و شرایط جسمی افراد متفاوت و بین ۴۰۰ تا ۱۲۰۰ میلی‌گرم در روز است. در کل در حالت عادی، زنان به حدود ۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰ و مردان به حدود ۹۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی گرم کلسیم در روز نیاز دارند (۸). تعادل به دو نوع ایستا و پویا تقسیم می‌شود. اجرا و حفظ تعادل در وضعیت ایستا و پویا در حین فعالیت نیازمند تولید نیروی کافی توسط عضلات و اعمال آن به اهرم‌های بدن (استخوان‌ها) است که مستلزم تعامل پیچیده سیستم عضلانی- اسکلتی و سیستم عصبی است (۹). حفظ تعادل در حین اجرای بسیاری از فعالیت‌های ورزشی شرط اساسی است و یکی از عوامل آمادگی جسمانی است که می‌توان به وسیله تمرینات خاص آن را توسعه داد. نوع دیگر تمرینات مطرح شده جهت بهبود تعادل و عملکرد که در هماهنگی حرکت و به دنبال آن حس عمقی نیز اثرگذار بوده دیسک دورا و مینی ترامپولین است که به دلایل شرایط فیزیکی این وسایل و به علت کشسانی و حالت فنری بودن، امکان مناسبی برای فعالیت افراد فراهم می‌کند. این فعالیت‌ها می‌تواند با استفاده از قابلیت پس‌زنی سطح دیسک دورا و سطوح فنرهای ترامپولین تقویت شده و محدوده حرکات وسیع‌تر و بیشتری را نسبت به آنچه در زمین انجام می‌شود ایجاد نماید (۱۰).

حرکات دیسک دورا و مینی ترامپولین، تحرکات بی‌دوام و نلپایدار را تحریک می‌نمایند. استفاده از سطوح متغیر مانند دیسک دورا و مینی ترامپولین تعادل را برهم زده، تحریک حسی مورد نیاز در بین پوست و مفاصل را افزایش و عکس‌العمل‌های تعادلی ناشی از تحریک مکانیسم قرارگیری بدن را افزایش می‌دهد. از تأثیرات مختلف این روش تمرینی می‌توان به مواردی همچون افزایش قدرت عضلانی، بهبود انعطاف‌پذیری، بهبود سیستم عضلانی، افزایش چگالی استخوان، افزایش هماهنگی و تعادل بدن، کاهش خستگی تأخیری و پیشرفت مهارت‌های حرکتی اشاره کرد (۱۱). مینی پرش با ترامپولین که به عنوان ریباند نیز شناخته می‌شود، یک تمرین هوازی کم تاثیر بسیار مفید است که می تواند تناسب اندام هوازی، تعادل، قدرت عضلانی و کنترل وضعیت بدن را در نوجولنان، جولنان و همچنین بزرگسالان بهبود بخشد. از یک رویکرد چند جزئی استفاده می شود که بر بسیاری از عوامل فیزیکی از جمله قدرت، ثبات بدن، هماهنگی عضلات، دامنه حرکت مفاصل و یکپارچگی فضایی تأثیر می‌گذارد (۱۲). بهبود تعادل، توان عضلانی و انعطاف‌پذیری تأثیر مثبت قابل توجهی بر عملکرد افراد دارد و خطر آسیب‌دیدگی اندام تحتانی را کاهش می‌دهد (۱۳). تمرین تعادل و هماهنگی یکی از رایج‌ترین مداخلات برای پیشگیری از اختلالات حس عمیق، بهبود آگاهی وضعیتی، مرکز فشار و افزایش فعالیت عضلانی است. کنترل تعادل متکی به مکانیسم‌هایی است که اطلاعات حسی را از سیستم بینایی و دهلیزی و حس عمیق دریافت می‌کند، آن را در سیستم عصبی مرکزی ترکیب و پردازش می‌کند و پاسخ‌های عصبی- عضلانی مؤثر و هماهنگ را ارائه می‌دهد. بهبود عملکرد اندام تحتانی در ورزشکاران می‌تواند تعادل ایستا و پویا و توانایی کنترل وضعیت بدن را بهبود بخشد (۱۴).

استخوان طبیعی به طور مداوم در حال بازسازی است که این فرایند با انجام فعالیت ورزشی و با تعادل بین بازجذب استئوکلاستی و بازسازی استئوبلاستی کنترل می‌شود. اگر این تعادل از بین برود و سرعت جذب از سرعت تشکیل بیشتر شود، می‌تواند منجر به پوکی استخوان و افزایش شکستگی شود. فاکتورهای متابولیک استخوان از جمله کلسیم، فسفر، ویتامین D۳ که تعادل بین بازسازی و بازجذب استخوانی را افزایش می‌دهند؛ می توانند برای انقباض عضلانی نیز مفید باشند (۱۵). در فاکتور تعادل، تولنایی حفظ مرکز ثقل بدن در سطح اتکای خودش با کمترین نوسان یا بیشترین ثبات همراه است. حفظ تعادل نیازمند هماهنگی دستگاه‌های حسی، عصبی و عضلانی- اسکلتی می‌باشد. کنترل وضعیت قامت یا تعادل را می‌توان به صورت ایستا و پویا دسته‌بندی کرد (۱۶). عوامل گوناگون نوروفیزیولوژیک و مکانیکی می‌توانند تعادل را تحت تأثیر قرار دهند. در اجرای تمرینات دیسک دورا و مینی ترامپولین، تعادل افراد به هم می‌خورد، و با توجه به افزایش تحریک حسی- حرکتی مورد نیاز در بین پوست و مفاصل و متعاقب آن، عکس‌العمل‌های تعادلی و انعطاف‌پذیری ناشی از تحریک مکانیسم قرارگیری بدن افزایش می‌یابد. از سوی دیگر به نظر می‌رسد که این شرایط باعث اختلال در عملکرد بدنی، کاهش تعادل و قدرت عضلات می‌شود. همچنین نتایج گزارش شده از برخی مطالعات نشان می‌دهد نقش اصلی را در عملکرد عضلات اسکلتی و عملکرد ورزشی ایفا می‌کند (۱۷). با توجه به اینکه بهبود تعادل، توان و انعطاف‌پذیری ورزشکاران با بهبود عملکرد آنها سر و کار دارد. لذا اینکه بدانیم تمرینات تعادلی دیسک دورا و مینی ترامپولین همراه با مصرف مکمل کلسیم و ویتامین D۳ باعث بهبود (تعادل ایستا، تعادل پویا، توان انفجاری، انعطاف‌پذیری) می‌شود؟ موضوعی چالش برانگیز است. با توجه به اینکه تحقیقات محدودی در زمینه اهمیت مصرف مکمل کلسیم و ویتامین D۳ بر عملکرد ورزشی دختران نوجوان انجام شده است. کمبود مطالعه در رابطه با مکمل کلسیم و ویتامین D۳ و تمرینات تعادلی دیسک دورا و مینی ترامپولین و اهمیت این مکمل کلسیم و ویتامین D۳، ما را بر آن داشت تا تحقیق حاضر را انجام دهیم. از این رو در تحقیق حاضر با مقایسه اثر تمرینات تعادلی دیسک دورا و مینی ترامپولین همراه با مصرف مکمل کلسیم و ویتامین D۳ طراحی شد. با امید آنکه نتایج حاصله بتواند مورد استفاده

مربیان و ورزشکاران و فیزیولوژیست‌ها قرار گیرد. در این مطالعه، هدف ما مقایسه اثر تمرینات تعادلی دیسک دورا و مینی ترامپولین همراه با مصرف مکمل کلسیم و ویتامین D۳ بر عملکرد ورزشی دختران نوجوان شهرستان شهریار در سال ۱۴۰۴ است.

روش کار

مطالعه حاضر از نوع کاربردی و روش نیمه تجربی با طرح پژوهشی پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود. جامعه آماری این پژوهش را دختران نوجوان با میانگین سنی ۱۵ تا ۱۸ سال و سابقه فعالیت ورزشی درون مدرسه‌ای را داشته باشند، تشکیل دادند. از درون جامعه آماری، ۴۰ دختران نوجوان مقطع متوسطه دوم به صورت تصادفی از بین یکی از آموزشگاه‌های دخترانه شهرستان شهریار در سال ۱۴۰۴، به عنوان نمونه آماری در این تحقیق شرکت کردند. پس از یک جلسه توجیهی که هدف تحقیق و شیوه اجرای برنامه برای آزمودنی‌ها شرح داده شد. در شروع تحقیق، ابتدا ویژگی‌های آنتروپومتریک آزمودنی‌ها از قبیل: سن، قد و وزن آنها اندازه‌گیری شد، سپس جلسه‌ای جهت توجیح آزمودنی‌ها برگزار شد و در آن اهداف پژوهش حاضر و روش‌های ارزیابی به طور شفاف بیان شد. در ادامه آزمودنی‌ها بر اساس معیارهای ورود (عدم استفاده از داروی خاص، نداشتن بیماری متابولیکی و قلبی- تنفسی) که از طریق «پرسشنامه اطلاعات فردی» جمع‌آوری شد. روش مکمل‌دهی گروه کلسیم و ویتامین D۳، ۵۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D۳ در هفته و ۱۰۰۰ میلی‌گرم کلسیم در روز به مدت ۸ هفته دریافت کردند (۱۸).

آزمودنی‌ها در گروه‌های تمرینی (گروه تمرینات تعادلی دیسک دورا + مصرف کلسیم و ویتامین D۳، گروه تمرینات مینی ترامپولین+ مصرف کلسیم و ویتامین D۳، گروه تمرینات دیسک دورا و گروه تمرینات مینی ترامپولین) ۳ بار در هفته به مدت ۸ هفته به تمرینات دیسک دورا و مینی ترامپولین ورزشی پرداختند. قبل از انجام پروتکل ۸ هفته‌ای دیسک دورا و مینی ترامپولین توضیحات کاملی در مورد روش انجام تمرینات و محرمانه بودن اطلاعات اخذ شده، در اختیار آزمودنی‌ها قرار گرفت. آزمودنی‌ها در مورد شرایط و نحوه اجرای و اندازه‌گیری آزمون‌های تحقیق توجیه شدند. آزمودنی‌ها پیش‌آزمون و پس‌آزمون را که شامل: فاکتورهای تعادل ایستا، تعادل پویا، توان انفجاری و انعطاف‌پذیری بود، اجرا کردند. برای اندازه‌گیری تعادل ایستا از آزمون لک لک، از آزمون تعادل Y برای ارزیابی تعادل پویا و از آزمون پرش طول جهت اندازه‌گیری توان پاها و آزمون نشستن و رساندن دست‌ها برای ارزیابی میزان انعطاف‌پذیری ناحیه خلفی تنه و ران استفاده شد.

از آمار توصیفی برای محاسبه شاخص گرایش مرکزی (میانگین) و پراکندگی (انحراف استاندارد) و در آمار استنباطی از آزمون Kolmogorov-Smirnov برای بررسی نرمال بودن داده‌ها و از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر برای بررسی اختلاف بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون و سپس تفاوت بین‌گروهی از طریق آزمون تحلیل واریانس یک راهه در سطح معناداری ($P \geq ۰/۰۵$) استفاده شد. این پژوهش در دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اسلامشهر با کد اخلاق IR.IAU.PIAU.REC.1404.034 تصویب گردید.

یافته‌ها

اطلاعات مربوط به سن و قد آزمودنی‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

همان‌طور که در جدول فوق مشاهده می‌کنید میانگین متغیرهای آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها در چهار گروه (تمرینات تعادلی دیسک دورا + مصرف کلسیم و ویتامین D۳، گروه تمرینات مینی ترامپولین+ مصرف کلسیم و ویتامین D۳، گروه تمرینات دیسک دورا و گروه تمرینات مینی ترامپولین) مورد بررسی قرار گرفت و میانگین سن گروه تمرینات تعادلی دیسک دورا + مصرف کلسیم و ویتامین D۳ و میانگین قد گروه تمرینات مینی ترامپولین+ مصرف کلسیم و ویتامین D۳ بیشتر از سایر گروه‌ها بود.

همان طور که در جدول ۲، مشاهده می‌کنید اطلاعات مربوط به عملکرد ورزشی دختران نوجوان این پژوهش در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در چهار گروه تمرینات تعادلی دیسک دورا + مصرف کلسیم و ویتامین D۳، گروه تمرینات مینی ترامپولین+ مصرف کلسیم و ویتامین D۳، گروه تمرینات دیسک دورا و گروه تمرینات مینی ترامپولین مورد بررسی قرار گرفت.

جدول ۱. میانگین و انحراف مربوط به سن و قد آزمودنی‌ها

گروه / متغیر	دیسک دورا + مصرف کلسیم و ویتامین D۳	مینی ترامپولین+ مصرف کلسیم و ویتامین D۳	دیسک دورا	مینی ترامپولین
	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار
سن (سال)	۱۷/۰۰ ± ۱/۰۵	۱۶/۳۰ ± ۱/۰۶	۱۶/۵۰ ± ۱/۰۸	۱۶/۸۰ ± ۱/۱۵
قد (Cm)	۱۶۵/۴۰ ± ۳/۱۳	۱۶۶/۰۰ ± ۳/۴۰	۱۶۴/۲۰ ± ۳/۳۲	۱۶۵/۴۰ ± ۳/۴۷

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد شاخص‌های عملکردی آزمودنی‌های چهار گروه

مرحله	گروه	دیسک دورا + مصرف کلسیم و ویتامین D۳	مینی ترامپولین+ مصرف کلسیم و ویتامین D۳	دیسک دورا	مینی ترامپولین
تعادل ایستا (ثانیه)	پیش‌آزمون	۸/۶۰ ± ۱/۴۲	۹/۰۰ ± ۱/۴۹	۸/۷۰ ± ۱/۳۳	۸/۹۰ ± ۱/۴۴
	پس‌آزمون	۱۷/۰۰ ± ۱/۴۹	۱۵/۲۰ ± ۱/۳۱	۱۴/۰۰ ± ۱/۴۹	۱۲/۸۰ ± ۱/۳۱
تعادل پویا (سانتی‌متر)	پیش‌آزمون	۹۲/۱۰ ± ۱/۹۴	۹۲/۴۰ ± ۲/۸۷	۹۱/۷۰ ± ۲/۲۱	۹۱/۹۰ ± ۲/۲۳
	پس‌آزمون	۹۸/۰۰ ± ۲/۳۵	۹۶/۵۰ ± ۲/۷۹	۹۵/۴۰ ± ۲/۵۴	۹۴/۰۰ ± ۲/۸۶
توان انفجاری (سانتی‌متر)	پیش‌آزمون	۱۴۱/۲۰ ± ۷/۷۷	۱۴۳/۷۰ ± ۶/۲۵	۱۴۰/۰۰ ± ۸/۹۱	۱۴۴/۱۰ ± ۷/۴۶
	پس‌آزمون	۱۴۸/۳۰ ± ۷/۸۱	۱۵۹/۲۰ ± ۸/۵۰	۱۴۴/۵۰ ± ۸/۲۰	۱۵۶/۶۰ ± ۹/۰۴
انعطاف‌پذیری (سانتی‌متر)	پیش‌آزمون	۳۸/۰۰ ± ۴/۳۲	۳۷/۳۰ ± ۴/۲۴	۳۷/۰۰ ± ۴/۷۶	۳۷/۷۰ ± ۴/۳۵
	پس‌آزمون	۴۶/۷۰ ± ۴/۹۲	۴۹/۴۰ ± ۴/۰۸	۴۱/۵۰± ۴/۶۹	۴۴/۳۰ ± ۴/۶۲

جدول ۳. نتایج آزمون اندازه‌گیری‌های مکرر و آنوا به منظور بررسی فاکتورهای پژوهش بین چهار گروه

متغیر	تحلیل واریانس	منبع تغییرات	مجموع مجذورات	df	میانگین مجذورات	F	P	اندازه اثر
تعادل ایستا (ثانیه)	درون آزمودنی	زمان*گروه	۵۳/۴۵	۳	۱۷/۸۱	۲۴/۲۰	۰/۰۰	۰/۶۶
	بین‌آزمودنی	گروه	۱۰۲/۲۸	۳	۳۴/۰۹	۲۷/۹۹	۰/۰۰	۰/۷۰
تعادل پویا (سانتی‌متر)	درون آزمودنی	زمان*گروه	۳۸/۵۳	۳	۱۲/۸۴	۹/۸۵	۰/۰۰	۰/۴۵
	بین‌آزمودنی	گروه	۷۷/۶۶	۳	۲۵/۸۸	۹/۸۴	۰/۰۰	۰/۴۵
توان انفجاری (سانتی‌متر)	درون آزمودنی	زمان*گروه	۳۷۸/۲۳	۳	۱۲۶/۰۷	۱۲/۳۲	۰/۰۰	۰/۵۰
	بین‌آزمودنی	گروه	۷۶۰/۳۰	۳	۲۵۳/۴۳	۱۲/۲۳	۰/۰۰	۰/۵۱
ذیری (سانتی‌متر)	درون آزمودنی	زمان*گروه	۱۵۶/۲۰	۳	۵۲/۰۶	۶/۵۳	۰/۰۰	۰/۳۵
	بین‌آزمودنی	گروه	۳۲۱/۳۵	۳	۱۰۷/۱۱	۷/۸۴	۰/۰۰	۰/۴۰

نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر در جدول ۳ نشان داد که بین دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون در تعادل ایستا، تعادل پویا، توان انفجاری و انعطاف‌پذیری افزایش معناداری را بین گروه‌های تمرینات تعادلی دیسک دورا + مصرف کلسیم و ویتامین D۳ و گروه تمرینات مینی ترامپولین+ مصرف کلسیم و ویتامین D۳ نسبت به گروه تمرینات دیسک دورا و گروه تمرینات مینی ترامپولین نشان داد (P = ۰/۰۱). که این مقدار در گروه دیسک دورا + مصرف کلسیم و ویتامین D۳ بیشتر از سایر گروه‌ها است. همچنین اثر تعاملی زمان*گروه نیز معنادار می‌باشد. نتایج آزمون ANOVA نشان داد با در نظرگیری پیش‌آزمون به عنوان کوواریت، اختلاف معناداری بین تعادل ایستا، تعادل پویا، توان انفجاری و انعطاف‌پذیری گروه‌های تمرینات تعادلی دیسک دورا + مصرف کلسیم و ویتامین D۳، گروه تمرینات مینی ترامپولین+ مصرف کلسیم و ویتامین D۳، گروه تمرینات دیسک دورا و گروه تمرینات مینی ترامپولین وجود داشت.

بحث

در پژوهش حاضر، اثر تمرینات تعادلی دیسک دورا و مینی‌ترامپولین همراه با مصرف مکمل کلسیم و ویتامین D۳ بر تعادل و عملکرد اندام تحتانی دختران نوجوان بررسی شد. نتایج نشان داد شاخص‌های تعادل ایستا و پویا در گروه تمرین دیسک دورا همراه با مکمل نسبت به سایر گروه‌ها بهبود بیشتری داشتند، در حالی که در متغیرهای توان انفجاری و انعطاف‌پذیری، گروه مینی‌ترامپولین همراه با مکمل برتری نشان داد. این یافته‌ها بیانگر آن بود که نوع تمرین ناپایدار می‌تواند سازگاری‌های اختصاصی در مؤلفه‌های مختلف عملکردی ایجاد کند و هم‌زمانی آن با مکمل‌یاری، این سازگاری‌ها را تقویت نماید.

همسویی نتایج تعادل پویا و قدرت عضلانی با یافته‌های Batavani و همکاران نشان داد، تمرینات مبتنی بر سطوح ناپایدار از طریق بهبود هماهنگی عصبی- عضلانی و افزایش فعالیت عضلات تثبیت‌کننده اندام تحتانی، موجب ارتقای کنترل پاسچر می‌شوند (۱۴). عدم همخوانی در شاخص تعادل ایستا احتمالاً ناشی از تفاوت در ویژگی‌های نمونه‌ها از جمله سن، ترکیب بدنی و سطح آمادگی پایه بوده است. شواهد حاکی از آن است که پاسخ تعادل ایستا نسبت به تعادل پویا، وابستگی بیشتری به هماهنگی سیستم حسی- حرکتی و ویژگی‌های فردی دارد.

همچنین یافته‌های پژوهش Pawar و همکاران نیز نشان داد، تمرین با دیسک دورا موجب بهبود معنادار تعادل پویا و انعطاف‌پذیری شد (۱۵). این نتایج، نقش تحریک گیرنده‌های عمقی، بهبود یکپارچگی ورودی‌های حسی (بینایی، دهلیزی و پیکری) و افزایش کارایی پاسخ‌های اصلاحی عضلانی را در بهبود تعادل تأیید می‌کند. تقویت این مکانیسم‌ها می‌تواند توضیح‌دهنده برتری گروه دیسک دورا در شاخص‌های تعادلی پژوهش حاضر باشد.

در مطالعه بهرامی و صباغ لنگرودی نیز تمرینات ترامپولین و ثبات مرکزی موجب بهبود تعادل ایستا و پویا شد (۱۶). این یافته‌ها نشان داد، تمرین در شرایط بی‌ثبات با افزایش هم‌انقباضی عضلات اطراف مفاصل و تقویت عضلات مرکزی، ثبات عملکردی را ارتقا می‌دهد. چنین سازگاری‌هایی احتمالاً در گروه‌های تمرینی پژوهش حاضر نیز رخ داده است.

از سوی دیگر، نتایج Esmealy و همکاران نشان داد ترکیب تمرینات عصبی- عضلانی با مکمل‌یاری ریزمغذی‌ها اثر بیشتری بر بهبود تعادل و فعالیت الکترومیوگرافی عضلات دارد (۱۷). ویتامین D از طریق افزایش بیان گیرنده‌های ویتامین D در بافت عضلانی، بهبود سنتز پروتئین‌های انقباضی و تسهیل هدایت عصبی می‌تواند عملکرد عضلانی را ارتقا دهد. همچنین کلسیم به عنوان عنصر کلیدی در فرآیند جفت‌شدن تحریک- انقباض نقش اساسی دارد. بنابراین، ترکیب تمرینات تعادلی با مکمل کلسیم و ویتامین D۳ در پژوهش حاضر احتمالاً از طریق تقویت کارآیی عصبی- عضلانی، موجب بهبود بیشتر شاخص‌های عملکردی شده است.

مطالعه Miyakoshi و همکاران نیز نشان داد، مصرف کلسیم و ویتامین D۳ موجب افزایش قدرت عضلانی و بهبود تعادل پویا در زنان مبتلابه پوکی استخوان شد (۱۸). هم‌راستایی این یافته‌ها با نتایج پژوهش حاضر، نقش حمایتی مکمل‌یاری در بهبود عملکرد عضلانی و تعادل را تقویت می‌کند. با این حال، در مطالعه حاضر علاوه بر مکمل‌یاری، تمرینات ناپایدار نیز اعمال شد که احتمالاً اثر هم‌افزای بیشتری بر شاخص‌های تعادل و عملکرد ایجاد کرده است. به طور کلی، یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد، تمرینات تعادلی مبتنی بر سطوح ناپایدار، به‌ویژه در صورت همراهی با مصرف مکمل کلسیم و ویتامین D۳، می‌تواند به طور معناداری موجب بهبود تعادل و برخی شاخص‌های عملکرد اندام تحتانی در دختران نوجوان شود. این اثرات احتمالاً ناشی از تعامل سازگاری‌های عصبی- عضلانی ناشی از تمرین و بهبود کارآیی متابولیک و انقباضی عضله در نتیجه مکمل‌یاری است. به طور خلاصه، نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که تمرینات تعادلی مبتنی بر سطوح ناپایدار، به ویژه در ترکیب با مصرف مکمل کلسیم و ویتامین D۳، می‌توانند بهبود قابل‌توجهی در تعادل ایستا و پویا و برخی شاخص‌های عملکرد اندام تحتانی در دختران نوجوان ایجاد کنند. این یافته‌ها تأکید می‌کند که ادغام تمرینات عملکردی با حمایت تغذیه‌ای مناسب می‌تواند موجب تقویت سازگاری‌های عصبی- عضلانی و افزایش کارآیی عضلانی شود. بنابراین، رویکرد همزمان تمرین- مکمل می‌تواند به عنوان یک استراتژی مؤثر در ارتقای سلامت حرکتی و پیشگیری از آسیب‌های عضلانی- اسکلتی در نوجوانان مورد توجه قرار گیرد. مطالعات آینده می‌توانند با بررسی

طولانی‌مدت و با جمعیت‌های گسترده‌تر، مکانیسم‌های فیزیولوژیک و اثرات مداخله‌ای این ترکیب را دقیق‌تر مورد ارزیابی قرار دهند.

نتیجه‌گیری

نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر، نشان داد که شاخص‌های تعادل ایستا و تعادل پویا در گروه تمرینات تعادلی دیسک دورا + مصرف کلسیم و ویتامین D۳ عملکرد بهتری از سایر گروه ها داشتند و در فاکتورهای توان انفجاری و انعطاف‌پذیری گروه تمرینات مینی ترامپولین+ مصرف کلسیم و ویتامین D۳ عملکرد بهتری از سایر گروه‌ها داشتند و می تواند به عنوان یک روش مداخله تأثیرگذار در نظر گرفته شود.

تشکر و قدردانی

نویسنده اول: مسئولیت پاسخگویی در تمام جنبه‌های پژوهش را بر عهده داشت. نویسنده دوم: مسئولیت مکاتبات، پیگیری فرآیند پژوهش و تصویب نهایی نسخه آماده برای چاپ را بر عهده داشت. نویسنده سوم: مسئولیت کمک قابل توجه در طراحی مطالعه و اصلاح مقاله را بر عهده داشت. نویسنده چهارم: مسئولیت تحلیل و تفسیر داده‌های پژوهش را بر عهده داشت. بدین‌وسیله، از کلیه آزمودنی‌هایی که در اجرای این پژوهش ما را یاری کردند، صمیمانه قدردانی می‌نماییم.

سهم نویسندگان

این پژوهش برگرفته از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد رشته فیزیولوژی ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اسلامشهر می‌باشد.

تضاد منافع

نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند که هیچ گونه تضاد منافع مرتبط با این پژوهش وجود ندارد.

References

1. Rafiei AH, Ghasemi Gh. The effect of six weeks of trampoline training on plantar pressure during walking in elderly diabetics [in Persian]. Iran J Rehabil Res Nurs. 2023;9(2):53-61. **doi:**10.22034/IJRN.9.2.6
2. Rostami H, Ghazvini MR, Delkhosh M, Babaei M, Parastouei K. Effect of eight weeks of vitamin D supplementation on body composition, speed and fatigue time in military force [in Persian]. J Mil Med. 2020;22(7):700-7. **doi**: 10.30491/JMM.22.7.4
3. Mohammadi Mirzaei R. The effect training and vitamin D supplementation on hormonal and functional changes of elite futsal players [in Persian]. J Sport Biomotor Sci. 2020;23(1):36-45. **doi:** 10.22034/sbs.2020.161228
4. 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. Int J Sports Phys Ther. 2013;8(2):97-104. **pmid**: 23593547
5. Fazlollazadeh N, Habibian M, Askari B. Effect of Pilates and vitamin D supplementation on quality of life (QoL) and mental health of overweight men: a randomized clinical trial [in Persian]. J Arak Univ Med Sci. 2022;25(2):200-13. **doi**: 10.32598/jams.25.2.3537.7
6. Coughlan GF, Fullam K, Delahunt E, Gissane C, Caulfield BM. A comparison between performance on selected directions of the star excursion balance test and the Y balance test. J Athl Train. 2012;47(4):366–71. **pmid**: 22889651 **doi:** 10.4085/1062-6050-47.4.03
7. Kidgell DA, Horvath DM, Jackson BM, Seymour PJ. Effect of six weeks of Dura Disc and mini trampoline balance training on postural sway in athletes with functional ankle instability. J Strength Cond Res. 2007;21(2):466-9. **pmid**: 17530947 **doi**: 10.1519/R-18945.1
8. Rips L, Toom A, Kuik R, Varblane A, Molder H, Kibur R, et al. High dose vitamin D supplementation decreases the risk of deficiency in male conscripts, but has no effect on physical performance—a randomized study. J Exp Orthop. 2024;11(3):e12023. **pmid**: 38694768 **doi:** 10.1002/jeo2.12023
9. Shadkanlu Ostad M, Norasteh AA, Babagoltabar Samakoush H. Comparison of static and dynamic balance of athletes of different sports in conditions with and without posture disturbances [in Persian]. J Sport Biomech. 2019;4(4):16-27. **doi:** 10.32598/biomechanics.4.4.16
10. Ozkan O, Yakut I, Donmez G, Korkusuz F. Vitamin D deficiency does not impair diastolic function in elite athletes. Medicina (Kaunas). 2025;61(3):407. **pmid**: 40142218 **doi:** 10.3390/medicina61030407
11. Raczynska K, Zurek G, Barej R, Pelzer O, Lehrl S. Mini trampoline exercises and the functional capacity of patients with spinal pain. Pol J Sport Tourism. 2024;21:46-50. **doi**: doi.org/10.1515/PJST-2015-0013
12. Goncalves C, Bezerra P, Clemente FM, Vila-Chã C, Leão C, Brandão A, et al. Effect of instability and bodyweight neuromuscular training on dynamic balance control in active young adults. Int J Environ Res Public Health. 2020;17(23):8879. **pmid**: 33260357 **doi:** 10.3390/ijerph17238879
13. Aloia JF, Mikhail M, Fazzari M, Islam S, Ragolia L, Guralnik J. Physical performance and vitamin D in elderly black women—the PODA randomized clinical trial. J Clin Endocrinol Metab. 2019;104(5):1441-8. **pmid**: 30496578 **doi:** 10.1210/jc.2018-01418
14. Batavani M, Boroushak N, Piri M, Ghofrani M. The effect of six weeks of trampoline training on balance and leg muscle strength in obese and overweight women: a quasi-experimental study [in Persian]. J Res Rehabil Sci. 2022;18(1):1-7. **doi:** 10.48305/jrrs.2023.31132
15. Pawar DD, Arora S, Pazare S. Effect of Dura Disc exercises on balance in patients with diabetic peripheral neuropathy: experimental study. Int J Curr Adv Res. 2022;11(3):392-6. **doi**: 10.24327/ijcar.2022.396.0088
16. 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 [in Persian]. J Sport Biomech. 2023;9(2):140-54. **doi**: 10.61186/JSportBiomech.9.2.140
17. Esmealy B, Esmealy L, Zarneshan A. The effect of six-week neuromuscular training and calcium-magnesium-zinc supplementation on balance and electromyographic activity of the lower limb muscles among elite taekwondo athletes. Int J Nutr Sci. 2025;10(1):62-74. **doi**: 10.30476/ijns.2025.102992.1329
18. Miyakoshi N, Masutani N, Kasukawa Y, Kudo D, Saito K, Matsunaga T, et al. Comparison of the effects of native vitamin D and eldecalcitol on muscular strength and dynamic balance in patients with postmenopausal osteoporosis. Prog Rehabil Med. 2020;5:20200026. **pmid**: 33134594 **doi:** 10.2490/prm.20200026