website: www.jpsr.mums.ac.ir
مجله علوم پیراپزشکی و توانبخشی مشهد- دوره ۱۴- شماره ۴ (زمستان ۱۴۰۴)

The Effect of Dynamic Neuromuscular Stabilization (DNS) Exercises on Core Muscles Endurance and Static and Dynamic Balance of Inactive Girls Aged 8 to 12 Years

Kohansal E[1], Ebrahimi Atri A[2], Shahtahmassebi B[3], Mohammad Rahimi N[4], Imani Rad R[5]

1- MSc, Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
2- Associate professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
3- Assistant Professor, Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
4- Assistant Professor, Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Imam Reza International University, Mashhad, Iran.
5- Master of Science in Sport Injuries and Corrective Exercises, Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Received: 2025.04.06 Accepted: 2025.09.30

Abstract

Purpose: Physical inactivity adversely affects health and muscle function, highlighting the need for effective exercise strategies, such as Dynamic Neuromuscular Stabilization (DNS). This study aimed to examine the effects of DNS on core muscles endurance and static and dynamic balance in physically inactive girls.

Methods: This semi-experimental study with a pretest-posttest design (four and eight weeks) included 30 healthy inactive girls (8-12 years, BMI 15-18 kg/m²). Participants were purposefully and conveniently selected and then randomly assigned to experimental and control groups. The experimental group performed DNS training three times/week (60 min) for eight weeks. Core muscle endurance and static and dynamic balance were assessed using the McGill test, Stork balance test, and Y-balance test, respectively. Data were analyzed using repeated measures ANOVA at a significance level of 0.05 with SPSS software version 27.

Results: DNS significantly improved core muscles endurance ($p\leq0.05$), static balance with eyes open ($p\leq0.05$), static balance with eyes closed ($p\leq0.05$), and dynamic balance ($p\leq0.05$) in the experimental group. At week four, the effect sizes were moderate for core muscle endurance (d=0.52), static balance with eyes open (d=0.59), static balance with eyes closed (d=0.68), and dynamic balance (d=0.45), and increased to large at week eight for core muscle endurance (d=0.90), static balance with eyes open (d=1.18), static balance with eyes closed (d=1.49), and dynamic balance (d=1.17). In contrast, no significant changes occurred in the control group ($p>0.05$).

Conclusion: Eight weeks of DNS significantly improved core muscles endurance and balance, with greater gains over time. These findings support DNS-based protocols and suggest that they can be useful for physical therapists and occupational therapists in designing programs to enhance motor performance in inactive children.

Keywords: Dynamic Neuromuscular Stabilization (DNS), Trunk Muscles Endurance, Balance, Inactivity, Girls Aged 8-12 Years.

Corresponding Author: Ahmad Ebrahimi Atri
Email: atri@um.ac.ir
ORCID: 0000-0001-9260-7341

Copyright © 2026 Mashhad University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

► **Please cite this article as:** Kohansal E, Ebrahimi Atri A, Shahtahmassebi B, Mohammad Rahimi N, Imani Rad R. The Effect of Dynamic Neuromuscular Stabilization (DNS) Exercises on Core Muscles Endurance and Static and Dynamic Balance of Inactive Girls Aged 8 to 12 Years. **JPSR** 2025; 14(4): 25-40. **DOI:** 10.22038/JPSR.2026.87200.2692.

تاثیر تمرینات ثبات عصبی-عضلانی پویا (DNS) بر استقامت عضلات مرکزی، تعادل پویا و ایستا دختران ۸ تا ۱۲ سال کم تحرک

الهه کهن سال[۱]، احمد ابراهیمی عطری[۲]، بهناز شاه طهماسبی[۳]، ناصر محمد رحیمی[۴]، رضا ایمانی راد[۵]

هدف: کم‌تحرکی با ایجاد اثرات نامطلوب بر سلامت جسمانی و عملکرد عضلات، ضرورت بهره‌گیری از راهکارهای تمرینی مؤثر مانند تمرینات ثبات عصبی-عضلانی پویا (Dynamic Neuromuscular Stabilization; DNS) را آشکار می کند. هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر تمرینات DNS بر استقامت عضلات مرکزی و تعادل ایستا و پویا دختران کم‌تحرک بود.

روش بررسی: این پژوهش، نیمه‌تجربی با طرح پیش آزمون-پس آزمون (چهار و هشت هفته) بود. جامعه آماری شامل دختران کم‌تحرک سالم ۸ تا ۱۲ سال با BMI ۱۵-۱۸ بود. ۳۰ نفر به صورت هدفمند و در دسترس انتخاب و به طور تصادفی در دو گروه تجربی و کنترل قرار گرفتند. گروه تجربی هشت هفته، سه جلسه در هفته (۶۰ دقیقه) تمرینات را انجام دادند. استقامت عضلات مرکزی و تعادل ایستا و پویا به‌ترتیب با آزمون های مک‌گیل، لک‌لک و تعادل وای ارزیابی شد. جهت تحلیل داده ها از واریانس با اندازه‌گیری مکرر در سطح معناداری ۰/۰۵ و نرم افزار SPSS نسخه ۲۷ استفاده شد.

یافته ها: تمرینات DNS موجب بهبود معنادار در استقامت عضلات مرکزی ($p\leq۰/۰۵$)، تعادل ایستا با چشم باز ($p\leq۰/۰۵$)، تعادل ایستا با چشم بسته ($p\leq۰/۰۵$) و تعادل پویا ($p\leq۰/۰۵$) در گروه تجربی شدند. این تغییرات در هفته چهارم در متغیرهای استقامت عضلات مرکزی ($d=۰/۵۲$)، تعادل ایستا با چشم باز ($d=۰/۵۹$)، تعادل ایستا با چشم بسته ($d=۰/۶۸$) و تعادل پویا ($d=۰/۴۵$) با اندازه اثر در سطح متوسط مشاهده گردید و در هفته هشتم به سطح زیاد ارتقاء یافت (به ترتیب $d=۰/۹۰$، $d=۱/۱۸$، $d=۱/۴۹$ و $d=۱/۱۷$). در مقابل، گروه کنترل طی این دو دوره زمانی هیچ‌گونه تغییر معناداری در متغیرها نشان نداد ($p>۰/۰۵$).

نتیجه گیری: تمرینات DNS موجب بهبود معنادار استقامت عضلات مرکزی و تعادل ایستا و پویا شد و استمرار آن تا هشت هفته، نتایج مطلوب تری ایجاد کرد. این یافته‌ها اهمیت به‌کارگیری پروتکل‌های مبتنی بر DNS را نشان می‌دهد و می‌تواند برای متخصصان حرکات اصلاحی و کاردرمانگران در طراحی برنامه‌های ارتقای عملکرد حرکتی کودکان کم‌تحرک مفید باشد.

کلمات کلیدی: ثبات عصبی-عضلانی پویا، استقامت عضلات تنه، تعادل، کم‌تحرکی، دختران ۸ تا ۱۲ سال.

نویسنده مسئول: احمد ابراهیمی عطری، atri@um.ac.ir، ORCID: 0000-0001-9260-7341

آدرس: مشهد، میدان آزادی، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی

۱- کارشناس ارشد آسیب شناسی ورزشی و تمرینات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۲- دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۳- استادیار گروه آسیب شناسی ورزشی و تمرینات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۴- استادیار گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، گروه علوم ورزشی، دانشگاه بین المللی امام رضا (ع)، مشهد، ایران

۵- کارشناس ارشد آسیب شناسی ورزشی و تمرینات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

مقدمه

کم‌تحرکی به عنوان یکی از رفتارهای پرخطر در سلامت عمومی، چهارمین عامل منجر به مرگ‌ومیر در سطح جهانی شناخته شده است (۳-۱). در سال های اخیر، شیوع کم‌تحرکی در سطح جهانی روند افزایشی داشته است. بر اساس گزارش سازمان جهانی بهداشت (World Health Organization; WHO) در سال ۲۰۲۲، بیش از ۱/۴ میلیارد بزرگسال در سراسر جهان از فعالیت بدنی کافی برخوردار نیستند (۴) که شیوع این پدیده در میان کودکان نیز دیده می‌شود. طبق گزارش های سازمان جهانی بهداشت، بیش از ۷۰ درصد کودکان در سراسر جهان از فعالیت بدنی کافی برخوردار نیستند که این موضوع احتمال بروز مشکلات جسمانی و حرکتی را افزایش می‌دهد (۵).

علاوه بر این، گزارش سال ۲۰۲۳ سازمان جهانی بهداشت نشان می‌دهد که حدود ۷۴ درصد از کل

مرگ‌ومیرهای جهانی به بیماری های غیرواگیر از قبیل بیماری‌های قلبی-عروقی، دیابت، سرطان ها و بیماری های مزمن تنفسی نسبت داده می‌شود که کم‌تحرکی به عنوان یکی از عوامل خطر اصلی در بروز این بیماری ها شناخته می شود (۶). از این رو، افزایش سطح فعالیت بدنی به‌عنوان یک ضرورت بهداشتی و پیشگیرانه مورد توجه است.

مطالعات نشان داده اند که کم‌تحرکی در کودکان یکی از مهم‌ترین چالش های سلامت عمومی است که می‌تواند باعث ضعف و کاهش استقامت عضلات مرکزی شود (۷, ۸). عضلات مرکزی نقش حیاتی در حفظ پایداری ستون فقرات، کنترل موقعیت تنه، انتقال نیرو و بهبود عملکرد حرکتی دارند (۹). کاهش فعالیت بدنی و نشستن طولانی مدت باعث عدم فعالسازی این عضلات عمیق و تثبیت‌کننده می شود، که می‌تواند به اختلال در تعادل ایستا و پویا، کاهش حس عمقی مفاصل، کمردرد و افزایش خطر آسیب در اندام های تحتانی منجر شود (۱۰, ۱۱) بنابراین، تقویت عضلات مرکزی و بهبود استقامت آن‌ها به‌عنوان یکی از راهکارهای مؤثر برای کاهش اثرات منفی کم‌تحرکی و ارتقاء عملکرد حرکتی در کودکان مطرح می شود.

بر این اساس، تمرینات ثبات عصبی-عضلانی پویا (Dynamic Neuromuscular Stabilization; DNS) به عنوان رویکردی نوین در بهبود عملکرد عضلات مرکزی و کنترل حرکتی، مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته اند. این تمرینات براساس اصول حرکت‌شناسی تکاملی طراحی شده و با تمرکز بر هماهنگی عضلات مرکزی، زمان‌بندی دقیق عضلات عمقی تنه، و ایجاد ثبات در شرایط مختلف بدنی، می‌توانند استقامت عضلات مرکزی، کنترل تنه و تعادل ایستا و پویا را بهبود بخشند (۱۲). به‌طوری که محمد رحیمی و همکاران (۱۳)، شریعت زاده و همکاران (۱۴) و نوعی و همکاران (۱۵) در مطالعات خود اثر مثبت این تمرینات را بر عضلات مرکزی تنه و برخی فاکتورهای آمادگی جسمانی و عملکردی گزارش نمودند.

از این رو، این تمرینات به ویژه برای کودکان کم‌تحرک، رویکردی مؤثر و قابل اعتماد در طراحی برنامه های پیشگیری و ارتقای عملکرد فیزیکی به شمار می‌روند. تمرینات DNS می تواند با تقویت عضلات مرکزی و هماهنگی سیستم عصبی-عضلانی، احتمال بروز آسیب‌های حرکتی را کاهش داده و کیفیت حرکتی در کودکان را بهبود بخشد.

در طراحی این پژوهش، دو بازه‌ی زمانی چهار و هشت هفته ای برای اعمال مداخلات تمرینی در نظر گرفته شد. انتخاب این بازه ها به منظور بررسی آثار تمرینات در دوره های کوتاه مدت و میان مدت صورت گرفت تا روند تغییرات عملکردی، استقامت عضلات مرکزی و تعادل آزمودنی ها با دقت بیشتری ارزیابی شود. شواهد پژوهشی نیز نشان می دهد که آثار تمرینات ثبات مرکزی معمولاً از حدود چهار هفته آغاز شده و تا هشت هفته ادامه می یابد (۱۶، ۱۷). با این حال، یکی از چالش های اصلی در این حوزه، روشن نبودن تفاوت اثرات دوره های کوتاه مدت (چهار هفته) و میان مدت (هشت هفته) است که بررسی آن می تواند به درک بهتر از روند سازگاری های ناشی از تمرینات کمک کند. بر همین اساس، بهره‌گیری از این بازه‌های زمانی در پژوهش حاضر اعتبار نتایج را تقویت می‌کند.

با وجود مطالعات انجام شده، هنوز شواهد کافی در خصوص اثربخشی تمرینات DNS بر عضلات مرکزی و تعادل در افراد کم‌تحرک، به‌ویژه دختران ۸ تا ۱۲ ساله، وجود ندارد. در همین راستا، پژوهش حاضر با طراحی دو بازه‌ی زمانی چهار و هشت هفته‌ای برای مداخلات تمرینی، به بررسی تأثیر تمرینات DNS بر استقامت عضلات مرکزی، تعادل ایستا و تعادل پویا دختران کم‌تحرک ۸ تا ۱۲ ساله پرداخته است.

روش بررسی

این پژوهش نیمه تجربی و کاربردی با طرح پیش آزمون و دو پس آزمون در بازه های زمانی چهار و هشت هفته انجام شد. هدف از این طراحی، ارزیابی اثربخشی تمرینات DNS بر استقامت عضلات مرکزی و تعادل ایستا و پویا در دختران کم‌تحرک بود. برای این منظور، ۳۰ دختر کم‌تحرک سالم در دامنه سنی ۸ تا ۱۲ سال با شاخص توده بدنی بین ۱۵ تا ۱۸ کیلوگرم بر متر مربع به‌صورت هدفمند و در دسترس انتخاب شده و به‌شکل تصادفی ساده در دو گروه تجربی (۱۵ نفر) و کنترل (۱۵ نفر) تقسیم شدند.

کم‌تحرکی آزمودنی ها با استفاده از پرسشنامه فعالیت

بدنی (Physical Activity Questionnaire for Older Children; PAQ-C) سنجیده شد. داده‌های این پرسشنامه بر اساس مقیاس ۱ تا ۵ نمره‌دهی می‌شوند که نمره ۱ نشان‌دهنده کمترین سطح فعالیت و نمره ۵ نشان‌دهنده بالاترین سطح فعالیت است. بر اساس دستورالعمل استاندارد پرسشنامه، نمره کمتر از ۲/۵ به عنوان سطح فعالیت پایین (کم‌تحرکی)، نمره بین ۲/۵ تا ۳/۵ به عنوان سطح فعالیت متوسط و نمره بالاتر از ۳/۵ به عنوان سطح فعالیت زیاد در نظر گرفته می شود (۱۸). این پرسشنامه به روش خوداظهاری جمع‌آوری شد و روایی محتوا و صوری آن توسط متخصصان تأیید شده است (۱۹). پایایی درون‌گروهی آزمون در کودکان مشابه با مقدار ICC=۰/۸۳ گزارش شده است، در حالی که پایایی بین‌گروهی آن در دامنه ICC=۰/۸۲-۰/۸۵ قرار دارد (۲۰)، که نشان‌دهنده اعتبار مناسب داده‌های جمع‌آوری شده برای شناسایی سطح فعالیت بدنی آزمودنی‌ها است.

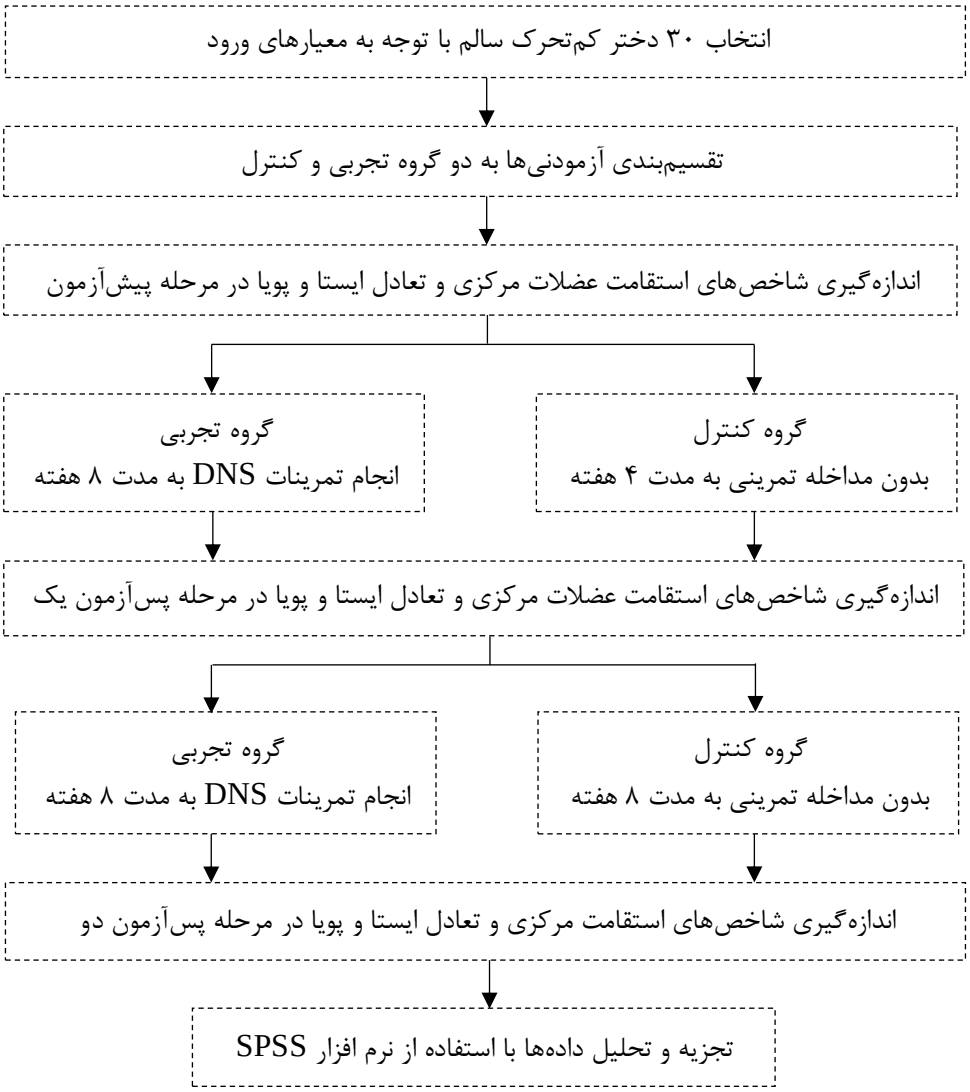
آزمودنی ها در تابستان ۱۴۰۲ به مدت هشت هفته تمرینات خود را در سالن‌های ورزشی شهر مشهد انجام دادند، در حالی که گروه کنترل به فعالیت های روزمره خود بدون مداخله تمرینی ادامه داد.

در این پژوهش، برای بررسی اثربخشی مداخله تمرینی در دو بازه زمانی متفاوت، از دو مرحله پس آزمون استفاده شد؛ به طوری که پس آزمون نخست در پایان هفته چهارم و پس آزمون دوم در پایان هفته هشتم انجام شد. این تقسیم‌بندی زمانی با هدف بررسی اثربخشی کوتاه‌مدت و میان مدت تمرینات DNS بر شاخص های عملکردی شامل استقامت عضلات مرکزی و تعادل (ایستا و پویا) انتخاب گردید. بازه‌ی چهار هفته ای مبتنی بر شواهدی است که نشان می‌دهند پاسخ های اولیه سیستم عصبی-عضلانی به تمرینات در این بازه قابل مشاهده است، در حالی که بازه‌ی هشت هفته‌ای فرصت کافی برای تثبیت و تداوم آثار فیزیولوژیکی حاصل از تمرینات فراهم می‌آورد (۲۱) همچنین، بهره‌گیری از دو مرحله پس آزمون امکان بررسی روند تغییرات و میزان پایداری اثرات تمرینات را فراهم کرد.

در این پژوهش، حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار G*Power نسخه ۳.۱.۹.۷ محاسبه شد. تعداد ۳۰ آزمودنی (۱۵ نفر در گروه تمرینات DNS و ۱۵ نفر در گروه کنترل) در نظر گرفته شد. برای مشخص کردن اثر متوسط، با در نظر گرفتن اندازه اثر f=۰/۳۱، اندازه اثر دی کوهن (Cohen’s d) d=۰/۶، سطح معناداری ۰/۰۵ و توان پژوهش ۰/۸ بین دو گروه با فرض سه اندازه گیری مکرر و درنظر گرفتن نرخ ریزش ۲۰ درصد، این حجم نمونه برای پژوهش مناسب تشخیص داده شد. اندازه اثر با توجه به تغییرات تعادل و بر اساس نتایج مطالعه مهدیه و همکاران (۲۲)، پس از اجرای پروتکل تمرینی بر روی دانش‌آموزان غیرورزشکار با عنوان «تأثیر تمرینات DNS بر حرکات عملکردی» محاسبه شد.

معیارهای ورود به این پژوهش، دختران با دامنه سنی ۸ تا ۱۲ سال، داشتن وزن طبیعی با شاخص توده بدنی ۱۵ تا ۱۸ کیلوگرم بر مترمربع، تأیید شدن سلامت عمومی فرد توسط پزشک، کسب امتیاز کمتر از ۲/۵ در پرسشنامه فعالیت بدنی به‌منظور تعیین کم‌تحرکی و عدم انجام فعالیت‌های خاص بدنی در طی روند انجام پژوهش بود. معیارهای خروج از پژوهش نیز شامل آسیب‌دیدگی، بیماری، غیبت بیش از سه جلسه در تمرینات و عدم تمایل برای ادامه همکاری در پژوهش بود. تعیین این معیارها با هدف کنترل متغیرهای مزاحم و افزایش اعتبار نتایج صورت گرفت (۲۳) (نمودار ۱).

ویژگی های پایه ی آزمودنی ها مانند سن، قد، وزن و شاخص توده‌ی بدنی پیش از مداخلات تمرینی ثبت و اندازه‌گیری شد. قد و وزن از طریق دستگاه قدسنج SECA ۲۲۰ ساخت کشور آلمان با دقت یک میلی‌متر و خطای ۰/۱ سانتی‌متر و دستگاه سنجش وزن SECA ۷۲۰/۸۱۸ ساخت کشور آلمان با دقت ۰/۱ کیلوگرم اندازه‌گیری شد. شاخص توده‌ی بدنی نیز از طریق تقسیم وزن به کیلوگرم بر مجذور قد به متر محاسبه گردید. قبل از مداخلات، آزمودنی ها در جلسه پیش آزمون حاضر شدند و شاخص های استقامت عضلات مرکزی و تعادل آن ها اندازه‌گیری شد. سپس گروه تجربی طی چهار هفته و سه جلسه در هر هفته، در تمرینات DNS شرکت کردند. پس از آن، در پس آزمون یک، شاخص های استقامت عضلات مرکزی و تعادل ایستا و پویا در هر دو گروه مجدد اندازه‌گیری و ثبت شدند. تمرینات به مدت چهار هفته‌ی دیگر و سه جلسه در هر هفته ادامه یافت. سپس در پس آزمون دو، در پایان پژوهش، استقامت عضلات مرکزی، تعادل ایستا و تعادل



نمودار ۱: مراحل اجرای پژوهش

پویا اندازه‌گیری و ثبت شدند.

ارزیابی استقامت عضلات مرکزی

از پروتکل مک‌گیل برای اندازه‌گیری استقامت ناحیه مرکزی بدن که شامل آزمون استقامت عضلات فلکسور تنه، آزمون اصلاح‌شده بیرینگ سورنسن و آزمون‌های عضلات فلکسور جانبی دوطرفه می‌باشد، استفاده شد. در این آزمون‌ها، بیشترین زمانی که آزمودنی می‌توانست وضعیت ایزومتریک خود را در یک راستا حفظ کند به وسیله زمان‌سنج برحسب ثانیه به عنوان امتیاز محاسبه شد. برای اطمینان از استراحت بین آزمون ها، حداقل پنج دقیقه ریکاوری در نظر گرفته شد. حداکثر امتیاز استقامت عضلات مرکزی از مجموع زمان های چهار آزمون ارزیابی شد (۲۴). Okada و همکاران (۲۴) برای فلکسورهای جانبی تنه ضریب همبستگی: ۰/۹۹ و برای آزمون های استقامت فلکسورها و اکستنسورهای تنه ضریب همبستگی ۰/۹۷ را ارائه داده اند. روایی این آزمون دارای اندازه بالایی بین ۰/۹۷ تا ۰/۹۹ می باشد (۲۴). در این آزمون از شرکت‌کنندگان خواسته شد تا با حداکثر تلاش و تا آخرین لحظه ممکن وضعیت خواسته‌شده در آزمون ها را حفظ کنند و بیشترین زمان را در آزمون های استقامت عضلات فلکسور، اکستنسور و فلکسورهای جانبی تنه به دست آورند.

آزمون استقامت ایزومتریک عضلات فلکسور تنه: آزمودنی‌ها در وضعیت نشسته، پشت به تخته‌ای که با زمین زاویه ۶۰ درجه دارد، قرار گرفتند. ران ها و زانوها در حالت ۹۰ درجه فلکشن و دست ها به صورت ضربدری روی قفسه سینه قرار گرفتند با شروع آزمون، تخته ۱۰ سانتی متر به عقب کشیده شد و تا هنگامی که پشت

آزمودنی ها تخته را لمس کند آزمون ادامه داشت (۲۴).

آزمون استقامت ایزومتریک عضلات اکستنسور تنه: آزمودنی ها در این آزمون بر روی شکم به‌صورتی خوابیدند که لگن در لبه تخت و تنه از تخت آویزان شود. لگن و پای آزمودنی‌ها در این وضعیت با استفاده از نوار به تخت ثابت می‌شد. با فرمان آزمونگر، دست‌ها را به‌صورت ضربدری بر روی سینه قرار می‌دادند و تنه را موازی با سطح افق نگه می‌داشتند. با استفاده از کرنومتر، مدت زمانی که افراد این وضعیت را حفظ می‌کردند محاسبه گشت و به‌عنوان نمره آزمودنی‌ها در نظر گرفته شد (۲۴).

آزمون استقامت عضلات فلکسور جانبی تنه: برای ارزیابی استقامت عضلات فلکسور جانبی تنه، فرد در حالت خوابیده به پهلو پای بالایی را بدون آن که مفصل ران خم شود یا چرخش داشته باشد در جلوی پای دیگر، قرار داد. از آزمودنی خواسته شد در حالی که فقط پاها و ساعد سمت مورد آزمون در تماس با زمین باشند، لگن را از زمین جدا کند و در راستای اندام تحتانی نگه دارد. مدت زمانی که لگن از زمین جدا می شد تا زمانی که دوباره با زمین تماس می یافت، با زمان‌سنج برحسب ثانیه محاسبه می شد. افتادگی لگن یا انحراف تنه از صفحه فرونتال در آزمون به‌عنوان خطا در نظر گرفته و باعث توقف آن می‌شد. با فاصله یک دقیقه استراحت، آزمون در سمت دیگر تکرار می‌شد. این آزمون برای هر دو سمت چپ و راست انجام شد (۲۴).

ارزیابی تعادل ایستا

برای اندازه‌گیری تعادل ایستا (با چشم باز و بسته) نیز از آزمون اصلاح‌شده لک‌لک (Stork Balance Test; SBT) استفاده شد. در این آزمون، آزمودنی با یک پا ایستاده و پای آزاد خود را تا سطح زانوها بالا می‌آورد. دست ها در کنار بدن قرار داشتند و آزمونگر با کرنومتر، بیشترین زمانی را که فرد می توانست روی پای خود بایستد، اندازه‌گیری کرد. این آزمون دو بار در هر دو پا با چشم باز و بسته انجام شد و در نهایت بهترین زمان به دست آمده به عنوان رکورد اصلی فرد ثبت گردید. پایایی درون‌آزمونگر این آزمون خوب (ICC=۰/۸۷) و پایایی بازآزمایی آن قابل قبول (ICC=۰/۶۴) گزارش شده است (۲۵). این مقادیر نشان دهنده قابلیت اطمینان مناسب آزمون برای اندازه‌گیری تعادل ایستا در کودکان و بزرگسالان می باشد.

ارزیابی تعادل پویا

جهت اندازه‌گیری تعادل پویا از آزمون تعادلی وای (Y Balance Test) استفاده شد. در این آزمون، قبل از شروع، پای برتر آزمودنی تعیین می‌شد. اگر پای راست، پای برتر بود، آزمون باید در خلاف جهت عقربه های ساعت اجرا می‌شد و اگر پای چپ پای برتر بود، آزمون وای در جهت عقربه های ساعت اجرا می‌شد. بعد از تعیین پای برتر، آزمودنی‌ها در مرکز جهات می‌ایستادند و بر روی یک پا قرار می‌گرفتند. سپس با پای دیگر خود آزمون را انجام می‌دادند. در حین اجرای آزمون، آزمودنی باید با پنجه پا دورترین نقطه ممکن را در هر یک از جهات تعیین‌شده لمس می‌کرد. فاصله محل تماس تا مرکز، به‌عنوان فاصله دستیابی شناخته می‌شد که به سانتی‌متر اندازه‌گیری می‌شد. هر آزمودنی هر جهت را سه مرتبه اجرا کرده و رکورد همه اجراها ثبت می‌شد بعد از هر بار اجرای آزمون، ۱۵ ثانیه استراحت داده می‌شد و در نهایت، میانگین این سه مرتبه محاسبه شده و بر اندازه طول پا تقسیم و پس از آن در عدد ۱۰۰ ضرب می‌شد تا فاصله دستیابی بر حسب درصدی از اندازه طول پا به دست آید. تست تعادل وای ابزاری معتبر و پایا جهت کمی‌سازی تعادل پویا است (۲۶). پایایی این آزمون در کودکان بین ۰/۸۴ تا ۰/۸۷ گزارش شده است (۲۷).

پروتکل تمرینی DNS

تمرینات DNS شامل ۱۰ دقیقه گرم‌کردن عمومی، ۴۰ دقیقه تمرینات DNS و ۱۰ دقیقه سردکردن با حرکات کششی بود. تمرینات در ۲۰ الگوی متنوع تمرینی در وضعیت‌های خوابیده به پشت، خوابیده به شکم، خوابیده به پهلو، چهاردست و پا، نشسته و ایستاده با هماهنگی الگوی بکارگیری هماهنگی عضلات عرضی شکم، دیافراگم و عضلات کف لگن و نیز با تأکید بر راستای صحیح لگن، ستون فقرات، دنده ها و کتف صورت گرفت. شدت تمرینات با توجه به حرکات تکاملی نوزادان و با پیشرفت تدریجی در طول هشت هفته تنظیم گردید. همچنین به آزمودنی ها آموزش داده شد که چگونه تکرار حرکات به صورت اشتباه و وضعیت بدنی ضعیف به صورت مداوم،

جدول ۱: پروتکل تمرینات DNS

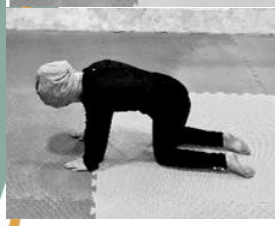
هفته	تمرینات	
هفته اول (A) جلسات ۱-۳	۱. تمرین تنفس در وضعیت خوابیده به پشت.	
	۲. تمرین تنفس در وضعیت خوابیده به شکم.	
	۳. تمرین تنفس در وضعیت ۹۰/۹۰ (یک پا بالا و تکرار با پای مخالف).	
	۴. تمرین تنفس در وضعیت خوابیده به شکم با حمایت آرنج‌ها.	
هفته دوم (B) جلسات ۴-۶	۱. تمرین تنفس در وضعیت ۹۰/۹۰، دست‌ها در کنار بدن.	
	۲. تمرین تنفس در وضعیت ۹۰/۹۰، شانه‌ها در فلشکن ۹۰ درجه.	
	۳. وضعیت سینه خیز (یک پا و یک دست در حالت خم)؛ تحمل وزن بر آرنج‌ها، خار خاصره‌ای قدامی و فوقانی و فوق لقمه داخلی پای مخالف.	
	۴. تمرین در وضعیت خوابیده به شکم، با حمایت وزن بدن توسط دست‌ها و زانوها (آرنج‌ها در وضعیت بازشده).	
	۵. حفظ الگوی شماره ۱ (B) و تغییر دست‌ها از تمرین ۱ به ۲ (بازدم هنگام حرکت دست‌ها به بالا و دم هنگام بازگشت).	

هفته سوم (C) جلسات ۷-۹

۱. تمرین در وضعیت الگوی غلتیدن.

۲. تمرین تنفس در وضعیت ۹۰/۹۰ خوابیده به پشت، قرار دادن دست‌ها روی زانوها و ایجاد فشار بین دست و پا.

۳. تمرین در وضعیت خوابیده به پشت، با خم‌شدن مفصل ران و زانو تا ۴۵ درجه؛ دست‌ها روی انگشتان پا.



۴. تمرین در وضعیت چهاردست‌وپا با زاویه ۹۰ درجه بین تنه و ران.

۵. تمرین ۳ (A) به‌صورت متناوب با دست و پای مخالف (بازدم هنگام حرکت رو به بالای دست و پا و دم هنگام حرکت رو به پایین).

۶. تمرین ۲ (B) همراه با گذاشتن کف پا روی زمین به‌صورت متناوب و حفظ زاویه ۹۰ درجه زانو (بازدم قبل از پایین‌بردن پا و سپس دم پس از بالاآوردن آن).

هفته چهارم (D) جلسات ۱۰-۱۲

۱. تمرین در وضعیت چهاردست‌وپا با زاویه حدود ۱۲۰ درجه بین تنه و ران.

۲. تمرین در وضعیت چهاردست‌وپا با زاویه حدود ۹۰ درجه بین تنه و ران، همراه با جلو بردن دست و پای مخالف.

۳. تمرین در وضعیت پلانک پهلو؛ حمایت بدن توسط آرنج و بخش خارجی زانو.

۴. تمرین در وضعیت نشستن به پهلو؛ حمایت بدن توسط دست با آرنج باز شده.

۵. تمرین ۲ (B)، با گذاشتن کف پا روی زمین و بردن دست به سمت مخالف با فلکشن ۱۸۰ درجه به‌صورت متناوب و حفظ زاویه ۹۰ درجه زانو (بازدم هنگام پایین‌بردن پا و دم هنگام بالاآوردن آن). تکرار حرکت با دست و پای مخالف.

۶. تغییر وضعیت از تمرین ۲ (B) به تمرین ۳ (A) (انجام دم و تغییر وضعیت. انجام بازدم و بازگشت). تکرار در سمت مخالف.

هفته پنجم (E) جلسات ۱۳-۱۵

۱. تمرین در وضعیت چهاردست‌وپا و بلند کردن دست و پای مخالف از زمین.

۲. تمرین در وضعیت نشسته؛ با فلکشن حدود ۹۰ درجه در مفصل شانه.

۳. تمرین در وضعیت پلانک، با تحمل وزن روی کف دست و آرنج باز شده و بخش بیرونی زانو.

۴. تمرین در وضعیت الگوی نیم‌خیز.

۵. تغییر وضعیت از تمرین ۱ (D) به تمرین ۲ (D) (انجام دم و تغییر وضعیت، انجام بازدم و بازگشت). تکرار با دست و پای مخالف.

۶. تغییر وضعیت از تمرین ۱ (C) به تمرین ۳ (D) (انجام دم و بازدم، سپس تغییر وضعیت، انجام دم، بازدم و بازگشت). تکرار در سمت مخالف.

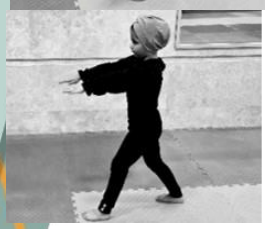
۷. تغییر وضعیت از تمرین ۴ (D) به تمرین ۳ (E) (انجام دم و بازدم، سپس تغییر وضعیت، انجام دم، بازدم و بازگشت). تکرار در سمت مخالف.

هفته ششم (F) جلسات ۱۶-۱۸

۱. تمرین در وضعیت لانج؛ وزن بدن روی یک کف پا و زانو پای مخالف، بازوها در فلکشن.

۲. تمرین در وضعیت خرسی؛ تحمل وزن بر کف دست ها و کف پاها.

۳. تمرین در وضعیت اسکوات.



۴. تمرین در وضعیت نیم‌اسکوات با یک پا عقب و یک پا جلو.

۵. تغییر وضعیت از تمرین ۴ (E) به تمرین ۱ (F) (انجام دم و بازدم، سپس تغییر وضعیت، انجام دم، بازدم و بازگشت). تکرار در سمت مخالف.
۶. تغییر وضعیت از تمرین ۱ (F) به تمرین ۲ (F) (انجام دم و بازدم، سپس تغییر وضعیت، انجام دم، بازدم و بازگشت). تکرار در سمت مخالف.
۷. تغییر وضعیت از تمرین ۲ (F) به تمرین ۳ (F) (انجام دم و بازدم، سپس تغییر وضعیت، انجام دم، بازدم و بازگشت). تکرار در سمت مخالف.
۸. تغییر وضعیت از تمرین ۳ (F) به تمرین ۴ (F) (انجام دم و بازدم، سپس تغییر وضعیت، انجام دم، بازدم و بازگشت). تکرار در سمت مخالف.

ست اول	ست دوم	ست سوم
۱۰ تکرار	۱۵ تکرار	۲۰ تکرار
یک ثانیه دم – دو ثانیه بازدم	دو ثانیه دم – چهار ثانیه بازدم	سه ثانیه دم – شش ثانیه بازدم
۹۰-۶۰ ثانیه استراحت	۹۰-۶۰ ثانیه استراحت	۱۵۰-۱۲۰ ثانیه استراحت

می تواند بر سلامت اسکلتی-عضلانی آن ها تأثیر منفی بگذارد. پروتکل تمرینی DNS بر اساس پژوهش محمد رحیمی و همکاران (۱۳) اجرا شده است (جدول ۱).

آموزش تمرینات و همچنین نظارت و کنترل اجرای آن زیر نظر متخصص ورزشی و مجری پژوهش بوده است. شدت تمرینی نیز با توجه به حرکت‌شناسی تکاملی یک نوزاد سالم از تولد تا ۱۳ ماهگی مشخص شد (۲۸). جهت اعمال بار اضافه، حرکات در طی دوره تمرین در طول هشت هفته بیشتر و سخت‌تر می شدند. گروه کنترل هیچ مداخله تمرینی دریافت نمی‌کردند و تنها به فعالیت های طبیعی روزمره خود می پرداختند. هر دو گروه از رژیم غذایی عادی و روزمره خود پیروی کردند و تغییری در رژیم غذایی آن ها ایجاد نشد.

در این پژوهش از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۷ جهت تجزیه و تحلیل داده ها استفاده شده است. جهت محاسبه شاخص گرایش مرکزی (میانگین) و شاخص پراکندگی (انحراف معیار) از آمار توصیفی، برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده ها در مرحله پیش آزمون از آزمون شاپیرو-ویلک (Shapiro-Wilk Test) و برای بررسی همگنی واریانس و میانگین داده ها به ترتیب از آزمون لون (Levene'Levene) و تی مستقل استفاده شد. جهت مقایسه و بررسی تغییرات متغیرها در دو زمان قبل و بعد از مداخلات، از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر (Repeated Measures ANOVA) استفاده شد. همچنین سطح معناداری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته ها

یافته های پژوهش پس از بررسی و تأیید پیش‌فرض های آماری ارائه می شوند. پیش از انجام تحلیل ها، توزیع داده ها از نظر نرمال بودن، همگنی واریانس-کواریانس، مستقل بودن مشاهدات و کرویت (Sphericity) ارزیابی شد، تا اطمینان حاصل شود که استفاده از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری های مکرر امکان‌پذیر است.

بر اساس نتایج آزمون شاپیرو-ویلک، توزیع داده ها در هر دو گروه نرمال بود (p>۰/۰۵). همچنین، آزمون لون (Levene) همگنی واریانس بین گروه ها را تأیید کرد (p>۰/۰۵). علاوه بر این، آزمون Box's M صحت همگنی واریانس-کوواریانس را تأیید نمود (p>۰/۰۵) و نتایج آزمون موچلی (Mauchly) نیز نشان داد که فرض کرویت برقرار است (p>۰/۰۵). بر این اساس، استفاده از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری های مکرر برای بررسی تفاوت های درون‌گروهی و بین‌گروهی مناسب تشخیص داده شد.

سطح معناداری تحلیل واریانس با اندازه گیری های مکرر (p=۰/۰۰۱) حاکی از این امر است که میزان تغییرات استقامت عضلات مرکزی، تعادل ایستا چشم باز و بسته و تعادل پویا بین دو گروه در سه مرحله تفاوت معناداری وجود دارد. از آنجایی که تحلیل واریانس با اندازه‌گیری-های مکرر تعیین نمی‌کند که تفاوت بین دو گروه در مراحل مختلف به چه صورت است؛ در نتیجه از آزمون تعقیبی توکی برای بررسی این امر استفاده شد (جدول ۴). نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری های مکرر (جدول ۳) نشان داد که در تمامی متغیرهای مورد بررسی شامل استقامت عضلات مرکزی و تعادل ایستا (چشم باز و بسته) و پویا، تغییرات در گروه تمرین طی سه مرحله اندازه‌گیری معنادار بوده است (p<۰/۰۰۱)، در حالی‌که در گروه کنترل هیچ تغییر معناداری مشاهده نشد. همچنین مقایسه بین دو گروه نشان داد که تفاوت ها در تمامی متغیرها در گروه تمرین معنادار بود (p<۰/۰۰۱)، در حالی که در گروه کنترل تغییرات معناداری مشاهده نشد. به منظور بررسی دقیق‌تر روند تغییرات در گروه تمرین، از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد (جدول ۴). نتایج این آزمون نشان داد که بهبود عملکرد در بازه چهار هفته اول (پیش آزمون تا پس آزمون یک) در تمامی متغیرها معنادار بوده است و ادامه تمرینات در چهار هفته دوم (پس آزمون یک تا پس آزمون دو) نیز منجر به بهبود بیشتر شد. این یافته ها نشان می دهند که بخش عمده ای از تغییرات در چهار هفته نخست حاصل شده اما استمرار تمرینات در هفته های پنجم تا هشتم نیز به افزایش معنادار و تدریجی عملکرد انجامیده است.

در مجموع، این نتایج بیانگر آن است که تمرینات DNS نه تنها در کوتاه مدت (چهار هفته) اثربخش هستند، بلکه تداوم آن‌ها تا هشت هفته به تقویت و تثبیت بیشتر سازگاری های عصبی-عضلانی منجر می شود.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر تمرینات DNS بر استقامت عضلات مرکزی و تعادل ایستا و پویا در دختران کم‌تحرک انجام شد. نتایج نشان داد که این تمرینات به‌عنوان یک روش تمرینی ایمن و مؤثر، موجب بهبود معنادار در شاخص های استقامت عضلات مرکزی و تعادل ایستا و پویا پس از دوره های چهار و هشت هفته ای شدند و اثرات مثبت تمرینات در دوره هشت هفته ای نسبت به دوره چهار هفته‌ای قوی تر و ماندگارتر بود، در حالی که در گروه کنترل تغییر معناداری مشاهده نشد.

اندازه اثر در مؤلفه های مختلف، در بازه هشت هفته ای به مراتب بیشتر از چهار هفته گزارش شد که نشان دهنده نقش عامل زمان در اثربخشی تمرینات است.

پژوهش های پیشین نیز به اهمیت مقایسه اثر تمرینات کوتاه مدت و میان مدت اشاره کرده اند. برای نمونه، Imai و همکاران (۱۷) نشان دادند که اجرای تمرینات تنه به مدت ۴ هفته در بازیکنان فوتبال نوجوان باعث بهبود تعادل و عملکرد ورزشی می‌شود، اما تداوم این تمرینات تا ۸ هفته اثرات افزایشی قابل‌توجهی دارد. همچنین Behm و همکاران (۱۶) بر اهمیت استمرار تمرینات ثبات مرکزی در ایجاد سازگاری‌های پایدار و تقویت بیشتر عملکرد جسمانی تأکید کرده است. این شواهد، یافته‌های پژوهش حاضر را مبنی بر اهمیت طول دوره تمرین در افزایش اثرات تمرینات DNS تأیید می‌کنند.

نتایج این پژوهش نشان داد که تمرینات DNS پس از چهار هفته موجب بهبود معنادار استقامت عضلات مرکزی و تعادل ایستا و پویا شد. این تغییرات در هفته چهارم با اندازه اثر متوسط همراه بود و در هفته هشتم با اندازه اثر

جدول ۲: ویژگی های فردی آزمودنی ها

متغیر	گروه: تمرینات DNS — انحراف معیار ± میانگین	گروه: کنترل — انحراف معیار ± میانگین	p - مقدار
سن(سال)	۱۰/۲۷ ± ۱/۴۳	۹/۷۳ ± ۱/۴۳	۰/۳۱
قد (سانتی متر)	۱۵۴/۴ ± ۶/۰۶	۱۵۵/۵۳ ± ۴/۳	۰/۹
وزن (کیلوگرم)	۳۹/۷۳ ± ۲/۵۴	۳۹/۶ ± ۳/۳۷	۰/۵۶
شاخص توده بدنی(کیلوگرم برمترمربع)	۱۶/۶۶ ± ۰/۹۶	۱۶/۳۶ ± ۱/۰۳	۰/۴۱

جدول ۳: نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری-های مکرر در دو گروه مورد مطالعه

متغیر	مرحله	DNS: میانگین ± انحراف معیار	کنترل: میانگین ± انحراف معیار	زمان	گروه	اثر متقابل
استقامت عضلات مرکزی (ثانیه)	پیش‌آزمون	۷۸/۱۹ ± ۲۹/۶۳	۸۵/۵ ± ۲۳/۳۸	P<۰/۰۰۱*	P<۰/۰۰۱*	P<۰/۰۰۱*
	پس‌آزمون یک	۹۴/۱۲ ± ۳۱/۶۵	۸۶/۲۳ ± ۲۵/۰۵	(η^2= ۰/۷۸)	(η^2= ۰/۸۲)	(η^2= ۰/۶۳)
	پس‌آزمون دو	۱۰۶/۹۴ ± ۳۳/۹۷	۸۶/۸۷ ± ۲۴/۵۴			
تعادل ایستا چشم باز (ثانیه)	پیش‌آزمون	۳۲/۲۷ ± ۱۲/۸	۳۶/۷۷ ± ۱۲/۵۷	P<۰/۰۰۱*	P<۰/۰۰۱*	P<۰/۰۰۱*
	پس‌آزمون یک	۴۰/۲۹ ± ۱۴/۴۷	۳۷/۲ ± ۱۱/۸۲	(η^2= ۰/۷۶)	(η^2= ۰/۹۲)	(η^2= ۰/۶۳)
	پس‌آزمون دو	۴۸/۹۹ ± ۱۵/۳۹	۳۶/۹۳ ± ۱۲/۰۷			
تعادل ایستا چشم بسته (ثانیه)	پیش‌آزمون	۲۴/۰۱ ± ۱۰/۵۴	۳۱/۰۹ ± ۱۱/۸	P<۰/۰۰۱*	P<۰/۰۰۱*	P<۰/۰۰۱*
	پس‌آزمون یک	۳۱/۳۳ ± ۱۰/۸۶	۳۲/۲۹ ± ۱۱/۶۷	(η^2= ۰/۷۷)	(η^2= ۰/۸۹)	(η^2= ۰/۶۶)
	پس‌آزمون دو	۴۱/۶۱ ± ۱۲/۸۶	۳۰/۷۷ ± ۱۱/۳۴			
تعادل پویا (سانتی متر)	پیش‌آزمون	۶۰/۲ ± ۷/۷	۶۲/۸۶ ± ۹/۶۵	P<۰/۰۰۱*	P<۰/۰۰۱*	P<۰/۰۰۱*
	پس‌آزمون یک	۶۳/۶ ± ۷/۴۵	۶۲/۹۳ ± ۹/۴۴	(η^2= ۰/۸۲)	(η^2= ۰/۹۸)	(η^2= ۰/۶۵)
	پس‌آزمون دو	۶۹/۶۶ ± ۸/۴۹	۶۳/۴۶ ± ۹/۴۴			

* معنادار در سطح خطای ۰/۰۵

جدول ۴: آزمون تعقیبی توکی در سه زمان در گروه DNS

متغیر	مرحله	اختلاف میانگین	اندازه اثر (Cohen's d)	p- مقدار
استقامت عضلات مرکزی (ثانیه)	پیش‌آزمون تا پس‌آزمون یک	۱۵/۹۳	۰/۵۲	۰/۰۰۱*
	پیش‌آزمون تا پس‌آزمون دو	۲۸/۷۵	۰/۹	۰/۰۰۱*
	پس‌آزمون یک تا پس‌آزمون دو	۱۲/۸۲	۰/۳۹	۰/۰۰۱*
تعادل ایستا چشم باز (ثانیه)	پیش‌آزمون تا پس‌آزمون یک	۸/۰۲	۰/۵۹	۰/۰۰۱*
	پیش‌آزمون تا پس‌آزمون دو	۱۶/۷۲	۱/۱۸	۰/۰۰۱*
	پس‌آزمون یک تا پس‌آزمون دو	۸/۷	۰/۵۸	۰/۰۰۱*
تعادل ایستا چشم بسته (ثانیه)	پیش‌آزمون تا پس‌آزمون یک	۷/۳۲	۰/۶۸	۰/۰۰۱*
	پیش‌آزمون تا پس‌آزمون دو	۱۷/۶	۱/۴۹	۰/۰۰۱*
	پس‌آزمون یک تا پس‌آزمون دو	۱۰/۲۸	۰/۸۶	۰/۰۰۱*
تعادل پویا (سانتی‌متر)	پیش‌آزمون تا پس‌آزمون یک	۳/۴	۰/۴۵	۰/۰۰۱*
	پیش‌آزمون تا پس‌آزمون دو	۹/۴۶	۱/۱۷	۰/۰۰۱*
	پس‌آزمون یک تا پس‌آزمون دو	۶/۰۶	۰/۷۶	۰/۰۰۱*

* تفاوت معناداری در سطح p≤ ۰/۰۵ وجود دارد

بزرگ‌تر تقویت شد. افزایش اندازه اثر در پایان هفته هشتم نشان دهنده اهمیت طول دوره تمرین و نقش آن در افزایش اثرات تمرینات DNS است. این یافته ها حاکی از تأثیر تجمعی تمرینات و اهمیت استمرار آن ها در ایجاد سازگاری‌های پایدار عصبی-عضلانی است.

مقایسه اثرات هفته چهارم و هشتم نشان داد که هرچند بهبود اولیه در هفته چهارم قابل توجه است، بیشترین اثرات تمرینات در هفته هشتم بروز می‌کنند. این روند با فرضیات پیشین مبنی بر اینکه تمرینات مستمر با شدت و حجم مناسب می توانند عملکرد عضلات مرکزی و تعادل را ارتقاء دهند، همخوانی دارد و ضرورت طراحی پروتکل های حداقل هشت هفته ای برای کودکان کم‌تحرک را تأیید می‌کند.

علاوه بر این، شواهد نشان می دهند که تمرینات DNS در دوره‌های کوتاه مدت نیز اثرگذار هستند. این موضوع در مطالعات پیشین از جمله پژوهش محمد رحیمی و همکاران (۱۳) که پس از شش هفته تمرینات DNS، افزایش استقامت عضلات تنه در دانش‌آموزان کم‌تحرک را گزارش کرده اند، مورد بررسی قرار گرفته است. این نتایج با پژوهش حاضر در خصوص استقامت عضلات مرکزی همخوانی دارد. همچنین ذوالاکتاف و همکاران (۲۲) نشان دادند که این تمرینات می‌توانند کیفیت حرکات عملکردی و تعادل پویا را در جمعیت های متفاوت بهبود دهند. هرچند جامعه آماری آن ها با پژوهش حاضر تفاوت داشت، اما نتایج در جهت تأیید یافته های ما بود. گلپایگانی و همکاران (۲۹) نیز گزارش کردند که تمرینات DNS به افزایش استقامت عضلات خم‌کننده و بازکننده‌ی تنه منجر شده است، هرچند آزمودنی های آن ها دامنه سنی متفاوتی داشتند، مشابهت نتایج در این مطالعات نشان‌دهنده اثر پایدار و قابل اتکا این نوع تمرینات بر استقامت عضلانی است. نوعی و همکاران (۱۵) تأثیر مثبت این تمرینات بر استقامت عضلات خم‌کننده‌ی تنه و تعادل پویا در دختران ورزشکار را گزارش کرده اند، در حالی که شریعت‌زاده و همکاران (۱۴) تأثیر این پروتکل را برای بهبود برخی از فاکتورهای جسمانی کودکان دارای اضافه وزن ۸ تا ۱۲ سال تأیید کرده اند. این مطالعات به همراه پژوهش های رحیمی و همکاران (۳۰)، منصوری و همکاران (۳۱) و قوی‌پنجه و همکاران (۲۸) که بهبود تعادل ایستا و پویا را به دنبال این تمرینات در گروه های سنی و شرایط مختلف نشان داده اند، همگی به نقش مؤثر تمرینات DNS در بهبود عملکرد حرکتی اشاره دارند.

تمرینات DNS با تقویت عضلات مرکزی و بهبود هماهنگی عصبی-عضلانی، موجب افزایش قدرت، استقامت و انعطاف‌پذیری مفاصل می شوند. این امر به حفظ پاسچر مناسب و کاهش الگوهای حرکتی غلط کمک می‌کند، که به نوبه خود در پیشگیری از آسیب های اسکلتی-عضلانی نقش مهمی دارد. در این زمینه، حمایت منطق جاندا از تمرینات فانکشنال نسبت به تمرینات مقاومتی ایزوله قابل توجه است، چرا که این تمرینات به بخش های تحت‌قشری سیستم عصبی مرکزی اثر می‌گذارند و پاسچر صحیح را حفظ می‌کنند (۳۲). از سوی دیگر، تأثیرات مثبت تمرینات DNS بر تقویت حس عمقی و بهبود تعادل، به‌عنوان عوامل کلیدی در جلوگیری از آسیب های حرکتی شناخته شده است. الگوهای حرکتی این تمرینات بر اساس مراحل تکامل حرکتی نوزادان طراحی شده اند؛ چراکه افراد کم‌تحرک دارای ضعف های عضلانی و اختلالات عصبی مشابه نوزادان هستند و لذا این الگوها به عنوان الگوی بهینه برای بازتوانی حرکتی مطرح می‌شوند. همچنین، نقش تنفس دیافراگمی صحیح در بهبود ثبات پاسچر و تعادل غیرقابل انکار است و تمرینات مذکور با بهبود تنفس می‌توانند مصرف انرژی و اکسیژن‌رسانی به عضلات فعال را افزایش دهند (۳۳).

با توجه به مطالعات انجام شده، پژوهش مشابه یا دقیقی که به مقایسه اثر تمرینات DNS بر استقامت عضلات مرکزی و تعادل ایستا و پویا پرداخته باشد، یافت نشد. به طور کلی پژوهش های کمی در این زمینه انجام شده است و در تفسیر یافته‌ها باید با احتیاط عمل کرد. با این حال، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تمرینات ثبات عصبی-عضلانی پویا (DNS) موجب افزایش استقامت عضلات مرکزی و بهبود تعادل ایستا و پویا می‌شوند. یافته های پیشین نشان می‌دهند که تمرینات DNS باعث بهبود قدرت، استقامت عضلات تنه، کنترل حسی حرکتی تنه و کنترل حرکت اندام ها می‌شوند. این تمرینات به فرد کمک می‌کنند تا نسبت به کاهش الگوهای حرکتی نادرست آگاه شود و در نتیجه، کنترل حرکتی او بهبود یابد (۳۴). علاوه بر این، تمرینات DNS با افزایش استقامت و قدرت عضلات مرکزی می‌توانند آمادگی جسمانی کلی فرد را ارتقا دهند. تمرینات مناسب برای تثبیت عضلات مرکزی، آن -

هایی هستند که عضلات را در سطح چالش مناسب قرار می‌دهند تا قدرت و استقامت به طور همزمان افزایش یابد و فشار وارده به حداقل برسد (۳۵).

با وجود محدودیت هایی مانند عدم کنترل دقیق تغذیه، فعالیت‌های بدنی خارج از تمرین و عوامل روانی-اجتماعی، نتایج این پژوهش نشان‌دهنده اثربخشی قابل توجه تمرینات DNS در بهبود پارامترهای آمادگی جسمانی دختران کم‌تحرک است. یافته ها با پژوهش های پیشین در سایر گروه‌های سنی و شرایط بالینی مطابقت دارد و تأکید می‌کند که این نوع تمرینات می‌تواند به‌عنوان یک برنامه مؤثر و علمی برای بهبود عملکرد عضلات مرکزی و تعادل در کودکان و نوجوانان کم‌تحرک مورد استفاده قرار گیرد.

در مجموع، طراحی یک پروتکل تمرینی حداقل هشت هفته‌ای با هدف بهبود استقامت عضلات مرکزی و تعادل، ضمن توجه به اصول علمی فرکانس، شدت، زمان و نوع تمرینات، می‌تواند به‌عنوان راهکاری عملی و کارآمد در بازتوانی و ارتقاء سطح فعالیت بدنی این گروه از افراد به کار گرفته شود. دوره چهار هفته‌ای نیز به‌عنوان دوره کوتاه‌مدت، مؤثر است اما اثربخشی طولانی‌تر در دوره هشت هفته‌ای قابل مشاهده‌تر است و بر اهمیت استمرار تمرین در طولانی‌مدت جهت تثبیت و تقویت سازگاری‌های عصبی-عضلانی تأکید می‌کند.

پژوهش حاضر نشان داد که تمرینات DNS موجب بهبود معنادار استقامت عضلات مرکزی و تعادل ایستا و پویا در دختران کم‌تحرک ۸ تا ۱۲ سال م ی‌شود. اثربخشی تمرینات در دوره هشت هفته ای نسبت به چهار هفته ای بیشتر و پایدارتر بود، که اهمیت مدت زمان تمرین در دست‌یابی به نتایج بهینه را تأیید می‌کند. تمرینات DNS با تقویت عضلات مرکزی و بهبود هماهنگی عصبی-عضلانی، کنترل حرکتی و پاسچر صحیح را ارتقاء می‌دهند و می‌توانند در پیشگیری از الگوهای حرکتی نادرست و آسیب‌های اسکلتی-عضلانی مؤثر باشند. بنابراین، برنامه پیشنهادی DNS نه تنها برای ارتقاء استقامت عضلات مرکزی و تعادل مؤثر است، بلکه می‌تواند به متخصصان حرکات اصلاحی و کاردرمانگران در طراحی برنامه برای بهبود عملکرد حرکتی کودکان کم‌تحرک کمک کند. با توجه به محدودیت های پژوهش، توصیه می شود پروتکل حداقل هشت هفته‌ای به‌عنوان راهکاری علمی و عملی برای بهبود عملکرد و آمادگی جسمانی کودکان کم‌تحرک ۸ تا ۱۲ سال به کار گرفته شود. دوره چهار هفته‌ای نیز می‌تواند به عنوان مرحله مقدماتی مفید باشد، هرچند اثرات طولانی‌مدت‌تر در دوره هشت هفته ای مشهودتر است.

سپاسگزاری

این مقاله از پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی استخراج شده و توسط کمیته اخلاق پژوهشی زیستی دانشگاه فردوسی مشهد با شناسه کد اخلاق "IR.UM.REC.1402.138" تأیید گردیده است. بدین وسیله، از اساتید و خانواده محترم که در دوران تحصیلم از محضر ایشان در راه کسب علم و معرفت بهره مند شدم، تمامی همکاران و دوستانی که در مراحل مختلف پژوهش مرا یاری نمودند، و همچنین از تمامی شرکت‌کنندگان و والدین گرامی آنان بابت همکاری و مشارکت ارزشمندشان در این پژوهش، صمیمانه تشکر و قدردانی می شود.

نقش نویسندگان

الهه کهن سال: جمع‌آوری اطلاعات، طراحی، بازبینی و نگارش مقاله.

احمد ابراهیمی عطری: استاد راهنما، نگارش، بازبینی و ارسال مقاله به مجله، تایید نهایی مقاله.

بهناز شاه طهماسبی، ناصر محمد رحیمی: اساتید مشاور، نگارش، بازبینی مقاله.

رضا ایمانی راد: همکار پژوهشی، نگارش، بازبینی مقاله.

منابع مالی

تحت حمایت مالی دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم ورزشی بوده است.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافعی در این پژوهش ندارند.

منابع

1. Biswas A, Oh PI, Faulkner GE, Bajaj RR, et al. Sedentary time and its association with risk for disease incidence, mortality, and hospitalization in adults: a systematic review and meta-analysis. Annals of Internal Medicine. 2015; 162(2): 123-132.

2. Diaz KM, Howard VJ, Hutto B, Colabianchi N, et al. Patterns of sedentary behavior and mortality in US middle-aged and older adults: a national cohort study. Annals of internal medicine 2017; 167(7): 465-475.

3. Kohl HW, Craig CL, Lambert EV, Inoue S, et al. The pandemic of physical inactivity: global action for public health. The lancet 2012; 380(9838): 294-305.

4. World Health Organization. Global status report on physical activity 2022: country profiles: World Health Organization; 2022.

5. Aubert S, Barnes JD, Abdeta C, Abi Nader P, et al. Global matrix 3.0 physical activity report card grades for children and youth: results and analysis from 49 countries. Journal of physical activity and health 2018; 15(s2): S251-S73.

6. Organization WH. Noncommunicable diseases and mental health in small island developing states: World Health Organization; 2023.

7. Smith JJ, Eather N, Morgan PJ, Plotnikoff RC, Faigenbaum AD, Lubans DR. The health benefits of muscular fitness for children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. Sports medicine 2014; 44(9): 1209-1223.

8. Cattuzzo MT, dos Santos Henrique R, Ré AHN, de Oliveira IS, et al. Motor competence and health related physical fitness in youth: A systematic review. Journal of science and medicine in sport 2016; 19(2): 123-129.

9. Willardson JM. Core stability training: applications to sports conditioning programs. The Journal of Strength & Conditioning Research 2007; 21(3): 979-985.

10. Yadegaripour M, Hadadnezhad M, Abbasi A, Eftekhari F. The study of relationship between core stability and back discomfort and muscle activity during laptop work in the sitting position. Anesthesiology and Pain 2019; 10(2): 62-74.

11. Hlaing SS, Puntumetakul R, Khine EE, Boucaut R. Effects of core stabilization exercise and strengthening exercise on proprioception, balance, muscle thickness and pain related outcomes in patients with subacute nonspecific low back pain: a randomized controlled trial. BMC musculoskeletal disorders.2021; 22(1): 998.

12. Anderson BE, Bliven KCH. The use of breathing exercises in the treatment of chronic, nonspecific low back pain. Journal of sport rehabilitation. 2017; 26(5): 452-458.

13. Mohammad Rahimi N, Mahdavinejad R, Attarzadeh Hosseini SR, Negahban H. Efficacy of dynamic neuromuscular stabilization breathing exercises on chest mobility, trunk muscles, and thoracic kyphosis: a randomized controlled 6-Week trial. Iranian Rehabilitation Journal. 2020; 18(3): 329-336.

14. Shariatzadeh O, Mohammad Rahimi N, Sardar M. The Effect of Movement Control Training on Body Mass Index and Cardiorespiratory Fitness in Obese Children. Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation 2023; 12(2): 64-73.

15. Noei F, Mohammad Rahimi N, Aminzadeh R. The Effect of a 6-Week Breathing Control Exercise on Some Functional Performance Readiness Factors of Female Student Athletes. Sport Medicine Studies 2023; 15(37): 103-38.

16. Behm DG, Drinkwater EJ, Willardson JM, Cowley PM. The use of instability to train the core musculature. Applied physiology, nutrition, and metabolism 2010; 35(1): 91-108.

17. Imai A, Kaneoka K, Okubo Y, Shiraki H. Effects of two types of trunk exercises on balance and athletic performance in youth soccer players. International journal of sports physical therapy. 2014; 9(1): 47.

18. Voss C, Dean PH, Gardner RF, Duncombe SL, Harris KC. Validity and reliability of the Physical Activity Questionnaire for Children (PAQ-C) and Adolescents (PAQ-A) in individuals with congenital heart disease. PloS one 2017; 12(4): e0175806.

19. Crocker P, Bailey DA, Faulkner RA, Kowalski KC, McGrath R. Measuring general levels of physical activity: preliminary evidence for the Physical Activity Questionnaire for Older Children.

Medicine and science in sports and exercise 1997; 29(10): 1344-9.

20. Kowalski KC, Crocker P, Donen RM. The physical activity questionnaire for older children (PAQ-C) and adolescents (PAQ-A) manual. College of kinesiology, university of saskatchewan 2004; 87(1): 1-38.

21. Granacher U, Gollhofer A, Hortobágyi T, Kressig RW, Muehlbauer T. The importance of trunk muscle strength for balance, functional performance, and fall prevention in seniors: a systematic review. Sports medicine 2013; 43(7): 627-641.

22. Mahdieh L, Zolaktaf V, Karimi MT. Effects of dynamic neuromuscular stabilization (DNS) training on functional movements. Human movement science 2020; 70: 102568.

23. Schulz KF, Altman DG, Moher D, Group C. CONSORT 2010 statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. Journal of clinical epidemiology 2010; 63(8): 834-840.

24. Okada T, Huxel KC, Nesser TW. Relationship between core stability, functional movement, and performance. The Journal of Strength & Conditioning Research 2011; 25(1): 252-261.

25. Springer BA, Marin R, Cyhan T, Roberts H, Gill NW. Normative values for the unipedal stance test with eyes open and closed. Journal of geriatric physical therapy 2007; 30(1): 8-15.

26. Plisky PJ, Rauh MJ, Kaminski TW, Underwood FB. Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. Journal of orthopaedic & sports physical therapy 2006; 36(12): 911-919.

27. Rostami R, Habibian Dehkordi M, Chardah Cherik M. The Effect & Survival of Core Stability Short Term Training on Static & Dynamic Balance in Children with delay in development of Balance. Motor Behavior 2016; 8(24): 53-72.

28. Ghavipanje V, Rahimi NM, Akhlaghi F. Six weeks effects of dynamic neuromuscular stabilization (DNS) training in obese postpartum women with low back pain: A randomized controlled trial. Biological Research for Nursing 2022; 24(1): 106-114.

29. golpaygani B, Havanloo F, Bahreini pour MA. Effect of the 8 weeks DNS training on pain, range of motion and upper body strength on women with chronic Low back Pain. Journal of Research in Sport Rehabilitation 2020; 8(15): 33-43.

30. Rahimi M, Hasanpor Z, Sharifi R, Haghighi M. Effect of eight-week dynamic neuromuscular stabilization training on balance, fall risk and lower extremity strength in healthy elderly women. Studies in Sport Medicine 2020; 12(28): 107-126.

31. Mansori MH, Moghadas Tabrizi Y, Mohammadkhani K. Evaluation of the effectiveness of dynamic neuromuscular stability exercises on balance and walking function in the elderly. Iranian Rehabilitation Journal. 2021; 19(3): 279-288.

32. Izraelski J. Assessment and treatment of muscle imbalance: The Janda approach. The Journal of the Canadian Chiropractic Association 2012; 56(2): 158.

33. Chanudet X, Lambert de Cremeur G, Bonnevie L. Physical activity in hypertension management. Presse Medicale (Paris, France: 1983). 2006;35(6 Pt 2): 1081-1087.

34. Streicher H, Mätzold F, Hamilton C, Wagner P. Comparison of group motor control training versus individual training for people suffering from back pain. Journal of Bodywork and Movement Therapies 2014; 18(3): 489-496.

35. McGill SM, Grenier S, Kavcic N, Cholewicki J. Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine. Journal of electromyography and kinesiology 2003; 13(4): 353-359.