Iranian Journal of Pediatric Nursing (JPEN) Orginal Article

Autumn 2024, Volume 11, Issue 1

Comparison of the Effects of Vestibular Stimulation Exercises and Rotational Exercises on Cognitive and Motor Dual Balance Function of Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder

Seyedah Shahla Nargesi[1], Bahman Hassanvand[2*]

1- Master of Behavioral Behavior, Department of Physical Education and Sports Sciences, Khorramabad Branch, Islamic Azad University, Khorramabad, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Physical Education and Sports Sciences, Khorramabad Branch, Islamic Azad University, Khorramabad, Iran.

Corresponding author: Bahman Hassanvand, Assistant Professor, Department of Physical Education and Sports Sciences, Khorramabad Branch, Islamic Azad University, Khorramabad, Iran.
Email: Hasanvand121@gmail.com

Received: 10 Dec 2023 Accepted: 3 Sep 2024

Abstract

Introduction: Recently, non-pharmacological treatments, especially the cognitive rehabilitation treatment approach, have been given attention to improve the structures and functions involved in attention-deficit/hyperactivity disorder. The purpose of this research was to compare the effect of vestibular stimulation exercises and rotational exercises on the dual cognitive and motor balance function of children with attention deficit hyperactivity disorder.

Methods: In this research, 24 children aged 8-11 years with attention deficit hyperactivity disorder in Khorramabad city were randomly selected and divided into three equal groups of vestibular stimulation exercises, rotation exercises, and control. For 6 weeks (three one-hour sessions per week), the experimental groups were subjected to the intervention of selected vestibular and rotational stimulation exercises. The control group did not do any physical activity during this period. A timed standing up and moving test by holding a cup of water in the hand was used to evaluate motor-balance performance and counting 15 numbers randomly was used to evaluate cognitive-balance performance. To analyze the data, dependent t-tests, one-way analysis of variance, and Tukey's post hoc test were used (taking into account type 1 error, $\alpha = 5\%$).

Conclusions: vestibular stimulation exercises and rotational exercises had a significant effect on the dual cognitive and motor balance function of children with attention deficit hyperactivity disorder (P=0.001); However, no significant difference was observed between the effects of the above two types of exercises on the dual cognitive and motor balance function of the subjects. Conclusion: Both vestibular and rotational stimulation exercises had a significant and similar effect on improving motor (P=0.86) and cognitive (P=0.93) dual balance function of children with attention deficit hyperactivity disorder.

Keywords: Vestibular stimulation training, Rotation training, Cognitive and motor dual balance, Attention deficit-hyperactivity disorder.

نشریه پرستاری کودکان
مقاله پژوهشی
پاییز ۱۴۰۳ ، دوره ۱۱، شماره ۱

مقایسه تأثیر تمرینات تحریک دهلیزی و تمرینات چرخشی بر کارکرد تعادلی دوگانه شناختی و حرکتی کودکان مبتلا به نقص توجه – بیش فعالی

سیده شهلا نرگسی[۱]، بهمن حسنوند[۲*]

۱- کارشناس ارشد رفتار حرکتی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد خرم آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم آباد، ایران.
۲- استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد خرم آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم آباد، ایران.

نویسنده مسئول: بهمن حسنوند، استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد خرم آباد ، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم آباد، ایران.
ایمیل: Hasanvand121@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۹/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۶/۱۳

چکیده

مقدمه: اخیرا درمان‌های غیردارویی خصوصا رویکرد درمانی توانبخشی شناختی برای بهبود ساختارها و کارکردهای درگیر در اختلال نارسایی توجه/بیش فعالی مورد توجه قرار گرفته است. هدف از انجام پژوهش حاضر، مقایسه تأثیر تمرینات تحریک دهلیزی و تمرینات چرخشی بر کارکرد تعادلی دوگانه شناختی و حرکتی کودکان مبتلا به نقص توجه- بیش فعالی بود.

روش کار: در این پژوهش ۲۴ نفر از کودکان ۸-۱۱ ساله مبتلا به اختلال نقص توجه - بیش فعالی شهر خرم‌آباد بصورت تصادفی خوشه ای انتخاب و به سه گروه مساوی تمرینات تحریک دهلیزی، تمرینات چرخشی و کنترل تقسیم شدند. گروه‌های تجربی به مدت ۶ هفته (سه جلسه یک‌ساعتی در هفته)، تحت مداخله تمرینات منتخب تحریک دهلیزی و چرخشی قرار گرفتند. گروه کنترل در این مدت فعالیت بدنی خاصی انجام ندادند. از آزمون برخاستن و حرکت کردن زمان‌دار با نگه‌داشتن فنجان آب در دست جهت ارزیابی عملکرد حرکتی- تعادل و به همراه شمارش معکوس ۱۵ عدد به‌طور تصادفی جهت ارزیابی عملکرد شناختی-تعادل استفاده شد.

یافته ها: تمرینات تحریک دهلیزی و تمرینات چرخشی تأثیر معنی‌داری بر کارکرد تعادلی دوگانه شناختی و حرکتی کودکان مبتلا به نقص توجه- بیش فعالی داشت ($P<۰/۰۰۱$)؛ ولی بین تأثیر دو نوع تمرین فوق بر کارکرد تعادلی دوگانه شناختی و حرکتی آزمودنی‌ها، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

نتیجه گیری: هر دو مداخله تمرینات تحریک دهلیزی و چرخشی بر بهبود کارکرد تعادلی دوگانه حرکتی و شناختی کودکان مبتلا به نقص توجه- بیش فعالی تأثیر معنی‌دار و مشابهی داشتند. لذا هر دو روش می تواند به عنوان یک مداخله غیردارویی استفاده شود.

کلیدواژه ها: تمرین تحریک دهلیزی، تمرین چرخشی ، تعادل دوگانه شناختی و حرکتی، نقص توجه- بیش فعالی، کودکان.

مقدمه

اختلال نارسایی توجه/بیش فعالی (Attention Deficit Hyperactivity Disorder) یکی از اختلال‌های روان‌شناختی و عصبی رشدی در دوران کودکی است، که با سه ویژگی اصلی نقص توجه، بیش فعالی و تکانش گری توصیف می‌گردد (۱). این اختلال اغلب تا بزرگسالی ادامه دارد و جنبه‌های مختلف زندگی تحصیلی، خانوادگی و اجتماعی فرد را دچار مشکل می‌کند. ویژگی اصلی این کودکان کاستی توجه، بیش فعالی، تکانش گری می‌باشد (۲). انجمن روان‌پزشکی آمریکا میزان شیوع این اختلال را در بین کودکان ۳ تا ۷ درصد بیان می‌کند که میزان شیوع نوع بی‌توجه (۷۱ درصد) نسبت به نوع ترکیبی بی‌توجه و بیش فعالی بیشتر است (۳).

کاهش عملکرد عقده‌های قاعده‌ای و مخچه در کودکان دارای اختلال نارسایی توجه/بیش فعالی مشکلاتی را در عملکرد حرکتی این کودکان ایجاد می‌کند (۱). درصورتی که اختلال نارسایی توجه/بیش فعالی درمان نشود، می‌تواند به مشکلات تحصیلی، پرخاشگری، مشکل در روابط بین فردی و دیگر اختلالات روان‌شناختی منجر شود (۴). درمان این اختلال به دو بخش کلی درمان دارویی و درمان غیردارویی تقسیم می‌شود. درمان‌های مرسوم برای کودکان دارای نارسایی توجه/بیش فعالی شامل دارودرمانی می باشد؛ البته برخی از این کودکان به داروها پاسخ مناسبی نشان نمی‌دهند؛ بنابراین درمان های گران قیمت برای آنها پیشنهاد می‌کنند که باید از داروها در ترکیب با درمان‌های غیردارویی استفاده شود. از سوی دیگر، بررسی متون پژوهشی در زمینه اختلال نقص توجه/ بیش فعالی حاکی از تمرکز عمده درمان بر روی دارو درمانی بوده که نتایج از سودمندی آن بر کاهش نشانه‌های رفتاری این اختلال حکایت می‌کند (۵-۷). از طرفی دیگر بسیاری از والدین در مورد استفاده از این داروها دچار تردید هستند و رغبت چندانی به استفاده از آن برای درمان اختلال فرزندشان نشان نمی‌دهند (۸). علت این تردید در مصرف دارو احتمالاً نگرانی از مصرف طولانی مدت داروهای روان محرک و آثار جانبی آن از قبیل بی اشتهایی، اختلال خواب، تهییج پذیری، خشم، اضطراب و در بعضی موارد تشدید اختلالات تشنجی و تیک‌ها است (۹). از این جهت اهمیت پرداختن به درمان‌های غیردارویی برای این اختلال آشکار می‌شود که از آن جمله می‌توان به رویکرد درمانی توانبخشی شناختی که مستقیماً بر روی بهبود ساختارها و کارکردهای درگیر در این اختلال تمرکز دارد و فاقد عوارض جانبی دارو درمانی است، اشاره کرد.

فعالیت‌های فیزیکی روزمره و ورزشی نیازمند ترکیبی از کنترل وضعیت بدنی دلخواه و اجزای خاص حرکتی است. کنترل وضعیت بدنی مطلوب یا تعادل یکی از شاخص‌های میزان استقلال در انجام فعالیت‌های روزمره تلقی می‌شود (۱۰). اختلال نقص توجه/ بیش فعالی در بسیاری موارد با مشکلات حرکتی همراه است (۱۱). برخی مطالعات حاکی از آن است که مهارت‌های حرکتی کودکان ADHD آشکارا ضعیف‌تر از کودکان عادی است. این کودکان در تعادل، برنامه ریزی حرکتی، حفظ کنترل و یکپارچگی حسی مشکل دارند (۱۲). کنترل تعادل یکی از کارکردهای حسی – حرکتی با اهمیت است که در افراد ADHD اختلال دارد زیرا نیازمند توانایی در یکپارچه کردن درون داده‌ای سیستم‌های حسی مختلف بینایی، دهلیزی، حسی پیکری و همچنین تلاش برای تولید حرکات هماهنگ، با استفاده از پیام‌های حسی می باشد (۱۳).

نتایج پژوهش دیگر نشان داد که مشکلات یکپارچگی حسی و عدم توانایی مهار حرکات اضافی منجر به اختلال در تعادل کودکان ۷ تا ۱۲ ساله دارای اختلال نارسایی توجه/ بیش فعالی می‌شود (۱۴). در پژوهشی دیگر مشخص شد که رشد مهارت‌های حرکتی در کودکان ۷ تا ۱۲ ساله دچار اختلال نارسایی توجه/بیش فعالی نسبت به کودکان عادی ضعیف‌تر است (۱۵). نتایج مطالعات موکوبان و همکاران نیز نشان دهنده اختلال در تعادل ایستا و پویا در کودکان دارای اختلال نارسایی توجه/بیش فعالی بود (۱۶). به علاوه، نتایج مطالعه دیگر نشان داد که تعادل در کودکان دچار اختلال نارسایی توجه/بیش فعالی از کودکان عادی ضعیف‌تر است (۱۷).

در سال‌های اخیر استفاده از تمرینات چرخشی افزایش یافته است. تمرینات چرخشی فناوری ابتکاری جدیدی است که در آن به ارائه یک محیط تعاملی، حرکات اندام فوقانی و تحتانی به منظور شبیه سازی بر روی صفحه نمایش بازی اجرا می‌گردد (۱۸). نمونه‌ای از تمرینات چرخشی که محصول شرکت مایکروسافت می‌باشد، ایکس باکس کینکت نام دارد. در آن کنسول از طریق حرکت بازیکن، بدون نیاز به دستگاه کنترل کننده عمل می‌کند. تمرینات چرخشی به یک برنامه ارزان و قابل اعتماد برای اجرا و بهبود برنامه‌های

بهداشت، تعادل و همچنین کنترل هماهنگی عصبی عضلانی، تبدیل گردیده است (۱۹). تمرینات چرخشی به عنوان بازی ویدئویی طراحی شده تا در زمینه طب جسمانی و توانبخشی به بهبود سلامت کلی و حفظ تناسب اندام کمک کند. این رویکرد نسبت به پزشکی با بهره گیری از فناوری و دنیای مجازی به ایجاد مداخلاتی می‌پردازد که ازنظر دسترسی آسان و مقرون به صرفه هست و برای شرکت کنندگان نیز لذت‌بخش و مفرح می‌باشد (۲۰).

محققان نشان داده‌اند که تمرینات چرخشی راهی مناسب برای دستیابی دانش‌آموزان به فعالیت بدنی مناسب، تحریک شناختی، رشد عاطفی و ارتباط اجتماعی می باشند (۲۱). با این وجود تحقیقات راجع به اثرات جسمانی، عاطفی، اجتماعی و شناختی تمرینات چرخشی بر روی افراد مبتلا به اختلال نارسایی توجه/بیش فعالی کمیاب است، و همچنین تحقیقات کمتری در مورد مقایسه تمرینات تحریک دهلیزی و تمرینات چرخشی بر تعادل کودکان ADHD صورت گرفته است. همچنین از آنجا که نقایص این کودکان در تعادل، برنامه ریزی حرکتی، حفظ کنترل و یکپارچگی حسی شرکت آن‌ها را در ورزش‌ها و فعالیت بدنی کاهش داده و آنان را در معرض خطر مشکلات سلامتی مرتبط با کم تحرکی قرار می‌دهد و با توجه به شیوع بالای ADHD در کودکان و مسائلی که این اختلال با خود به‌طور جانبی به همراه دارد و فرد و خانواده او را درگیر می‌کند، و از طرفی درمان‌های غیردارویی بخش مهمی از درمان هستند، و نیز با توجه به اثر شیوه های مختلف تمرین بر این نوع اختلال، مطالعه حاضر به منظور بررسی تاثیر تمرینات تحریک دهلیزی و تمرینات چرخشی بر کارکرد تعادلی دوگانه شناختی و حرکتی کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه / بیش فعالی و تفاوت بین این دو نوع پروتکل تمرینی طراحی و اجرا شد.

روش کار

روش این پژوهش از نوع نیمه آزمایشی (نیمه تجربی) پیش آزمون- پس آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری این پژوهش شامل کلیه دانش آموزان دختر بیش فعال شهر خرم آباد زیر نظر اداره آموزش و پرورش در سال ۱۴۰۰ بودند. در این پژوهش ۲۴ نفر پس از مصاحبه با روانپزشک و اتمام پرسشنامه اختلال بیش فعالی- کم توجهی کانرز والدین و تایید اختلال بیش فعالی، بر اساس نمونه گیری هدفمند انتخاب و به صورت تصادفی ساده با روش قرعه کشی در سه گروه تمرینات چرخشی، گروه تمرینات تحریک دهلیزی و گروه کنترل آموزش و کنترل (هر گروه ۸ نفر) گمارده شدند و با اجرای پیش آزمون و پس آزمون مورد آزمون قرار گرفتند. تعداد حجم نمونه، با استفاده از نرم‌افزار G.power، با فرض ۰/۸۵ =β-۱ ,۰.۰۵ =α و ۰۶ =Effect Size، برای هر گروه ۸ نفر محاسبه شد.

ملاک های ورود به مطالعه عبارتند از داشتن سن ۸ تا ۱۲ سال، جنسیت دختر، عدم ابتلا به بیماری های حاد روانپزشکی همزمان از جمله اختلال دو قطبی که با مصاحبه بالینی بررسی می شد، همچنین دارابودن علائم اختلال نقص توجه و بیش فعالی، بر مبنای ملاک های تخصصی (DSM-V)، تمایل به شرکت در جلسه های درمانی و همکاری در پژوهش. ملاک های خروج از مطالعه غیبت بیش از دو جلسه و عدم تمایل به همکاری در جلسات مداخله را شامل می شد.

پس از انتخاب آزمودنی ها، در ابتدا، در جلسه توجیهی با حضور والدین آن‌ها، هدف از انجام پژوهش و مداخله هایی که قرار بود اعمال شود و نیز روش ارزیابی متغیرهای وابسته تشریح شد. پیش از شروع دوره تمرینات، یک جلسه آموزشی جهت آشنایی نمونه‌های گروه تجربی با شیوه اجرای تمرینات چرخشی و تحریک دهلیزی برگزار شد. در ابتدا در مرحله پیش آزمون، کارکرد تعادلی دوگانه شناختی و حرکتی و عملکرد اندام تحتانی از آزمودنی ها اخذ شد. و سپس گروه‌های تجربی به مدت ۶ هفته، تحت مداخله (تمرینات چرخشی و تمرینات تحریک دهلیزی) قرار گرفتند. گروه کنترل در این مدت مداخله خاصی نداشت. پس از اتمام شش هفته، در مرحله پس آزمون، مجدداً آزمون کارکرد تعادلی دوگانه شناختی و حرکتی و عملکرد اندام تحتانی از هر سه گروه گرفته‌شد. پروتکل تمرینات چرخشی به این صورت بود که مداخله شامل انجام دادن حرکات چرخشی فعال کل بدن بوده که به صورت ۱۸۰ درجه و ۳۶۰ درجه حول محور عمودی، چرخش کامل به دور خود و به دور افراد دیگر با تعداد دورهای مختلف و در زمان های متفاوت به دور تعداد افراد بیشتر، چرخش در طی راه رفتن، چرخش در دو جهت چپ و راست، چرخش به دور دوایر با شعاع های متفاوت بود (۲۲). مداخله در ۱۸ جلسه (۶ هفته و سه جلسه در هفته) و در هر جلسه به مدت یک ساعت انجام شد. در هر جلسه ۱۰ دقیقه به گرم کردن و

سردکردن اختصاص داشت و ۴۰ دقیقه تمرین های چرخشی کامل انجام شد (۲۳).

پروتکل تمرینات تحریک دهلیزی به این صورت بود که تمرینات تحریک دهلیزی به مدت ۶ هفته، و سه روز در هفته انجام شد. برنامه تمرینات مذکور در جدول زیر نشان داده شده است :

جدول ۱: برنامه تمرینات تحریک دهلیزی

لی لی کردن	پریدن و لی زدن در یک مسیر مشخص شده با حرکت دادن بازوها در طرفین بدن.
حرکت کشویی	گام برداشتن به پهلو در یک مسیر مشخص، در حالی که چشمها، صورت، پاها و کل بدن به موازات بدن نگه داشته شود. آزمودنی ها برای حرکت یک طرفه، با در نظر گرفتن یک گام در امتداد گام بعدی تشویق می شوند. همچنین اجازه نزدیک شدن به دیوار بدون لمس کردن آن را دارند.
پرتاب کیسه لوبیا	در مسیری تعیین شده آزمودنی ها کیسه لوبیا را به سمت بالا پرتاب و سپس دریافت میکنند. آنان ملزم به دنبال کردن کیسه لوبیا با چشمایشان هستند.
چشم در چشم	آزمودنی با فاصله ۱۴ اینچ نسبت به آزمونگر قرار گرفته و با چشمهای خود مداد ردیابی را ۲ بار افقی، ۲ بار عمودی، ۲ بار در جهت عقربه های ساعت، ۲ بار خالف جهت عقربه های ساعت و نهایتا ۲ بار حرکت تمرینی همگرایی را دنبال می کنند.
پریدن	انجام یک پرش ایستاده بین دو خط مشخص شده بر روی زمین. آزمودنی ها برای پرش تا حداکثر توان خود تشویق می شوند.
غلتیدن	آزمودنی ها همانند مداد، به گونه ای که دستها بالا و پاها کشیده روی مت قرار گرفته، طول آن را غلت میزنند. آنها برای حفظ حالت اولیه خود تا انتهای مسیر غلتیدن تشویق می شوند.
راه رفتن متقاطع	آزمودنی ها در حالی که در یک مسیر مشخص به آرامی حرکت می کنند، زانوها را در حالی که به تناوب در لمس با آرنج مخالف هستند، بلند می کنند.
بالانس برد	قرار گرفتن بر روی بالانس برد و حفظ تعادل بدن تا حد ممکن.
عبور از موانع	..... گام برداشتن از روی موانع با ارتفاع مختلف چوب موازنه آزمودنی مسیر چوب موازنه را گام برداشته، در میانه آن چرخیده و مابقی مسیر را به عقب گام برمی دارد.
گام هیولایی	آزمودنی با حداکثر نیروی خود نشانگرهای چیده شده بر روی زمین را لگد می کند.
چهار دست و پا رفتن	خزیدن روی چهار دست و پا در مسیر تعیین شده.
همگرایی چشم ها	آزمودنی ها یک رشته را که محتوی سه مهره رنگی است در دست خود نگه می دارند و برای ده ثانیه بر روی هر مهره رنگی تمرکز می کنند.
قدرت بازو	آزمودنی ها رو به دیوار ایستاده اند، سپس با تمام نیروی ممکن با کف دست به دیوار فشار می دهند.
گام به عقب	گام برداشتن به عقب بر روی پله ها .

هر هفته تغییراتی در برخی از ایستگاه ها، در راستای افزایش مهارت و شدت آنها انجام شد. اگر تغییری اعمال نشد، حرکات پایه هفته اول ادامه می یافت (۲۴).

ارزیابی کارکرد تعادلی دوگانه شناختی و حرکتی

ارزیابی تعادل با استفاده از آزمون برخاستن و حرکت کردن زمان دار انجام شد. آزمون برخاستن و حرکت کردن زمان دار به عنوان روشی سریع برای تعیین مشکلات تعادل اثرگذار روی مهارت‌های حرکتی زندگی روزمره طراحی شده است (۲۵). آزمون برخاستن و حرکت کردن زمان دار شامل ۳ مرحله برخاستن از صندلی، راه رفتن، چرخیدن و برگشتن است. آزمودنی ها بایستی این آزمون را در حداقل زمان ممکن اجرا می کردند. آزمودنی ها باید آزمون برخاستن و حرکت کردن زمان دار را تحت ۲ شرایط مختلف اجرا می کردند. اجرای آزمون برخاستن و حرکت کردن زمان دار همراه با اجرای تکلیف حرکتی (تکلیف دوگانه حرکتی- تعادل) و اجرای آزمون برخاستن و حرکت کردن زمان دار همراه با تکلیف شناختی (تکلیف دوگانه شناختی- تعادل) توسط آزمودنی ها اجرا شد:

۱- تکلیف دوگانه حرکتی شامل اجرای آزمون برخاستن و حرکت کردن زمان دار، همزمان با نگه داشتن فنجان آب در دست می‌باشد.

۲- تکلیف دوگانه شناختی، اجرای آزمون برخاستن و حرکت کردن زمان دار، همزمان با شمارش معکوس ۱۵ عدد به صورت تصادفی بوده که به این صورت آزمودنی ها به عنوان پیش آزمون تحت ارزیابی قرار گرفتند. نتایج این ارزیابی‌ها به منظور تعیین الگو و میزان تغییرات ثبت شد (۲۵).

یافته ها

در بخش یافته ها به توصیف متغیرهای پژوهش توسط آماره های توصیفی میانگین و انحراف معیار و در آمار استنباطی از آزمون تحلیل واریانس یک راهه و آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار spss ویراست ۲۵ استفاده شد و سطح معنی‌داری نیز با در نظر گرفتن خطای نوع اول، ۵٪ = α در نظر گرفته شد.

اطلاعات توصیفی آزمودنی‌ها [میانگین و انحراف استاندارد] ($X \pm SD$) به دست آمده از داده ها در جداول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: میانگین و انحراف استاندارد مربوط به متغیرهای پژوهش

متغیر	چرخشی	دهلیزی	کنترل
سن (به سال)	۹/۷۵ (۱/۲۸)	۹/۵ (۱/۱۹)	۹/۵ (۱/۱۹)
قد (سانتی‌متر)	۱۳۱/۳ (۲/۹)	۱۳۰/۷ (۲/۷)	۱۳۰/۴ (۲/۳)
وزن (کیلوگرم)	۲۹/۲۵ (۲/۵)	۳۱/۳۷ (۱/۶)	۳۱/۵ (۱/۶)

به دنبال تحلیل متغیرهای تحقیق با آزمون شاپیرو-ویلک، در مورد کلیه متغیرهای تحقیق، در گروه‌های مورد آزمایش، با توجه به سطح معنی‌داری (سطح معناداری) به دست آمده (که در کلیه موارد بالای ۰/۰۵ بود)، توزیع داده‌ها نرمال بود.

بررسی تغییرات درون گروهی متغیرهای پژوهش در سه گروه تمرینات چرخشی، تمرینات تحریک دهلیزی و کنترل نشان داد در مورد کارکرد حرکتی – تعادلی، در گروه تمرینات چرخشی بهبود معناداری به میزان (۴/۲۳ درصد) در کارکرد حرکتی – تعادلی و بهبود معناداری به میزان (۶/۵۴ درصد) در کارکرد شناختی – تعادلی مشاهده شد. در گروه تمرینات تحریک دهلیزی، بهبود معناداری به میزان (۲/۳۷ درصد) در کارکرد حرکتی – تعادلی و بهبود معناداری به میزان (۵/۹ درصد) در کارکرد شناختی – تعادلی مشاهده شد ($P<۰/۰۰۱$). در مقابل، در گروه کنترل، تغییر معنی‌داری در هیچ‌کدام از متغیرهای فوق مشاهده نشد ($P \geq ۰/۰۵$).

جدول ۲: تغییرات درون‌گروهی متغیرهای پژوهش در دو گروه تجربی و کنترل

متغیر	گروه	میانگین (انحراف استاندارد)		میزان تغییر (٪)	t وابسته	سطح معناداری
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون			
تکلیف حرکتی	چرخشی	۱۵/۱۴ (۱/۰۱)	۱۴/۵ (۰/۸۶)	-۴/۲۳	۵/۶۳	۰/۰۰۱
	دهلیزی	۱۴/۷۵ (۰/۸۴)	۱۴/۰۴ (۰/۷۹)	-۲/۳۷	۵/۷۹	۰/۰۰۱
	کنترل	۱۵/۹۶ (۰/۸۹)	۱۵/۹۹ (۰/۸۴)	+۰/۲۵	-۰/۴۷۵	۰/۶۵
تکلیف شناختی	چرخشی	۱۳/۳۱ (۰/۵۳)	۱۲/۴۴ (۰/۶۳)	-۶/۵۴	۶/۵۶	۰/۰۰۰۱
	دهلیزی	۱۳/۸۹(۰/۴۸)	۱۳/۰۷ (۰/۸۱)	-۵/۹	۵/۱۹	۰/۰۰۱
	کنترل	۱۴/۰۳ (۰/۶۲)	۱۴ (۰/۵۲)	-۰/۲۱	۰/۵۰۹	۰/۶۳

برای تعیین تفاوت جفتی گروه های سه گانه پژوهش، از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. نتایج آزمون توکی نشان داد در خصوص هر دو متغیر کارکرد دوگانه حرکتی-تعادلی و کارکرد دوگانه شناختی-تعادلی ، بین تمرینات چرخشی و تمرینات تحریک دهلیزی تفاوت معناداری وجود ندارد ($P>۰/۰۵$). در مقابل بین دو گروه تمرینات چرخشی و تمرینات تحریک دهلیزی با گروه کنترل تفاوت معناداری مشاهده شد ($P<۰/۰۱$). این امر بیانگر تأثیر تقریبا مشابه تمرینات چرخشی و تمرینات تحریک دهلیزی بر کارکرد دوگانه حرکتی-شناختی در کودکان مبتلا به بیش فعالی و نقص توجه می باشد.

جدول ۳: نتایج آزمون تعقیبی توکی در مولفه های کارکرد تعادلی دوگانه حرکتی-شناختی

متغیر	ردیف	گروه مبنا	گروه مورد مقایسه	تفاوت میانگین	معناداری
کارکرد دوگانه حرکتی-تعادلی	۱	کنترل	تمرینات چرخشی	۰/۶۶۳	۰/۰۰۱
	۲	کنترل	تمرینات تحریک دهلیزی	۰/۷۴	۰/۰۰۱
	۳	تمرینات چرخشی	تمرینات تحریک دهلیزی	۰/۰۷۵	۰/۸۶
کارکرد دوگانه شناختی-تعادلی	۱	کنترل	تمرینات چرخشی	۰/۸۵	۰/۰۰۱
	۲	کنترل	تمرینات تحریک دهلیزی	۰/۷۹	۰/۰۰۱
	۳	تمرینات چرخشی	تمرینات تحریک دهلیزی	۰/۰۶۳	۰/۹۳

بحث

تمرینات تحریک دهلیزی باعث بهبود کارکرد دوگانه حرکتی- تعادل و بهبود کارکرد دوگانه شناختی-تعادل شد. همسو با مطالعه حاضر، غلامی و سبزی در تحقیقی با عنوان تأثیر تمرینات ادراکی-حرکتی و دهلیزی بر تعادل ایستا و پویای کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی، به این نتیجه رسیدند که تمرینات دهلیزی و ادراکی-حرکتی بر بهبود تعادل ایستا و پویا در کودکان مبتلابه اختلال هماهنگی رشدی نسبت به گروه کنترل تأثیر داشت (۲۶). شوکتی و همکاران در تحقیقی به بررسی اثر تمرینات تحریک دهلیزی بر مهارت‌های حرکتی کودکان سندرم داون، پرداخته و به این نتیجه رسیدند که تعادل، هماهنگی دوسویه و سایر مهارت‌های حرکتی ظریف و درشت آزمودنی‌های گروه تجربی به دنبال تمرینات تحریک دهلیزی بهبود معنی‌داری داشت (۲۴). ترامونتانو و همکاران ، در تحقیقی با عنوان تأثیر تمرینات تحریک دهلیزی بر عملکرد حرکتی کودکان مبتلا به فلج مغزی، بهبود قابل‌توجهی در عملکرد حرکتی آزمودنی‌ها پس از درمان توسعه عصبی و تمرین دهلیزی مشاهده کردند (۲۷). همچنین برخی مطالعات نیز بر نقش مثبت فعالیت بدنی بر کارکرد تعادلی کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه - بیش فعالی تاکید داشته اند. به عنوان مثال ویلاردسون و فاریز و گرین وود در پژوهش های مجزا به این نتیجه رسیدند که انجام تمرینات ورزشی به طور قابل توجهی تعادل و کنترل قامت را در کودکان مبتلا به بیش فعالی بهبود بخشیده است (۲۸, ۲۹).

مطالعات نشان می‌دهد که مکانیسم‌های مغزی برای تلفیق و یکپارچگی ورودی‌های بینایی، دهلیزی و حسی-پیکری ممکن است با انجام تمرینات طولانی‌مدت بسیار قوی شده و موجب نوسان کمتر بدن در وضعیت ایستاده شود. تمرینات ورزشی مختلف سیستم‌های حسی مختلفی را تحریک می‌کند و کنترل پاسچر بدن را افزایش می‌دهد. بررسی‌های متعددی در مورد سازگاری‌های مختلف حسی و حرکتی که در اثر شرکت مستمر در فعالیت‌های ورزشی مختلف به وجود می‌آید، انجام شده است (۳۰, ۳۱). نیازهای مهارتی و محیطی ورزش‌های مختلف سبب می‌شود سیستم‌های حسی-حرکتی در هرکدام به طور متفاوتی درگیر شود؛ به عنوان مثال، شناگران برای حفظ تعادل در آب از اطلاعات سیستم دهلیزی استفاده می‌کنند، درحالی‌که ژیمناست‌ها و فوتبالیست‌ها بیشتر از اطلاعات سیستم حسی-پیکری و بسکتبالیست‌ها بیشتر از اطلاعات سیستم بینایی برای حفظ تعادل حین تمرینات استفاده می‌کنند (۳۲).

علیرغم سوالاتی که در مورد جزئیات خاص توانبخشی دهلیزی وجود دارد شکی نیست که توانبخشی دهلیزی به درمان اختلالات دهلیزی محیطی کمک می کند. مطالعات کنترل شده شواهدی را ارائه داده است که توانبخشی دهلیزی در بهبود ثبات وضعیتی و چشم و همچنین کاهش شکایات ذهنی بیماران مبتلا به کم کاری دهلیزی مفید است. سن بیمار، زمان شروع و شدت علائم مانع از بهبود چشم گیر نتایج پس از توانبخشی نمی شود (۳۳). توانبخشی وستیبولار یک منبع درمانی است که برای بیماران با اختلالات تعادل منشاء وستیبولار اعمال می شود و پیشنهاد آن بر اساس مکانیسم های سازگاری عادت و جایگزینی است که هدف نهایی آن جبران نقایص دهلیزی است. راجندران در بررسی خود به این نتیجه دست یافت که برنامه های ورزشی که توانایی های بینایی حرکتی و حسی جسمی را افزایش می دهند که جایگزینی را امکان پذیر می سازد، در بهبود نقایص دهلیزی مؤثرتر است (۳۴).

در همین راستا مطالعات نشان می دهند که تمرین‌های

دهلیـزی تنهـا بـا چرخـش سـر (اکستنشـن و هایپـر اکستنشـن) موجـب بهبـود تعـادل در شـرایط دسـت‌کاری حـس عمقـی می‌شـوند. همچنیـن معلـوم شـده تمریـن کننـدگان کشـتی در شـرایط دسـت‌کاری حـس پیکـری، عملکـرد بهتـری از افـراد نیمـه ماهـر داشـتند کـه البتـه علـت آن می‌توانـد تمرین‌هـای مـداوم روی تشـک کشـتی باشـد کـه سـطحی ناپایـدار اسـت و به‌صـورت مـداوم بـر حـس عمقـی تأثیـر می‌گـذارد و بـه سـازگاری سیسـتم حـس پیکـری بـا آن شـرایط منجـر می‌شـود. تمرین‌هـای چرخشـی کـه ترکیبـی از چرخـش در سـتون فقـرات و لگـن هسـتند، باعـث تقویـت حـس عمقـی موجـود در لگـن شـده‌اند کـه شـرکت‌کنندگان توانسـته‌اند حتـی در شـرایط دسـت‌کاری حـس عمقـی بـا اسـتفاده از راهبـرد لگـن تعـادل خـود را حفـظ کننـد (۳۵-۳۷). اطلاعـات ورودی دهلیـزی هـم از طریـق بینایـی و هـم از طریـق حرکـت سـر حاصـل می‌شـود. سیسـتم دهلیـزی از طریـق حرکـت سـر قـادر بـه تشـخیص نبـود ثبـات بـوده کـه ایـن موضـوع می‌توانـد دلیلـی بـر کاهـش سـرعت انتقـال اطلاعـات بـه سیسـتم اعصـاب مرکـزی و انتقـال اطلاعـات بـه مراکـز پایینـی مفاصـل بـرای پاسـخگویی بـه نبـود ثبـات باشـد. زمانـی کـه نتـوان از اطلاعـات دقیـق بینایـی و پیکـری اسـتفاده کـرد، افـراد تنهـا از اطلاعـات حـس دهلیـزی بـرای ثبـات تعـادل اسـتفاده می‌کننـد (۳۸) .

یافته‌هـای پژوهـش حاضـر نشـان داد تمرینـات چرخشـی باعـث بهبـود کارکـرد دوگانـه حرکتی-شـناختی تعـادل شـد. محققـان در پژوهشـی بـه بررسـی تأثیـر تمرین‌هـای چرخشـی بـر تعـادل پرداختنـد و بـه ایـن نتیجـه رسـیدند کـه تمرین‌هـای چرخشـی در بهبـود تعـادل در محـور X نتایـج بهتـری بـه ارمغـان می‌آورنـد (۳۹). نتایـج پژوهـش درخشـان نـژاد و همـکاران، نشـان داد تمرینـات چرخشـی باعـث بهبـود عملکـرد جسـمانی می‌شـود (۴۰). چوئـی و همـکاران در پژوهشـی بـا عنـوان تأثیـر تمرینـات چرخـش سـر بـر تعـادل وضعیتـی، قـدرت ماهیچه‌هـا، نشـان دادنـد تمرینـات چرخـش سـر باعـث بهبـود معنـی‌داری در تعـادل وضعیتـی، قـدرت ماهیچه‌هـا می‌شـود (۴۱). طبـق پژوهـش وادا و همـکاران، چرخـش فعـال کل بـدن ترکیبـی از چرخـش سـتون فقـرات و چرخـش لگـن اسـت و ارزیابـی حرکـت لگـن در سـطح سـاجیتال در ارزیابـی حرکـت در طـی چرخـش از اهمیـت زیـادی برخـوردار اسـت (۴۲)؛ پـس تمریـن هـای چرخشـی بـه اندازهـای مفیـد واقـع شـده انـد کـه بـر گیرنـدۀ حـس عمقـی در لگـن تأثیـر مثبـت گذاشـته و بـه کمـک حـس عمقـی لگـن و ورودی دهلیـزی، وضعیـت قامـت را بهبـود داده انـد کـه ایـن سـازگاری در تأییـد نظریـۀ سیسـتم هـای پویاسـت. در تمرینـات چرخشـی، ثبـات موردنیـاز در سـر، گـردن و ناحیـۀ مرکـزی تنـه باعـث بهبود گیرنـده هـای عمقـی گـردن و تقویـت عضـلات ناحیـۀ مرکـزی تنـه مـی شـود. بـا ثابـت نگهداشـتن سـر از طریـق ثبـات دیـد میتـوان وضعیـت قامـت را کنتـرل کـرد. همچنیـن ثبـات سـر بـه وسـیلۀ سیسـتم دهلیـزی و رفلکـس عضـلات گـردن تأمیـن مـی شـود. مجموعـۀ ایـن عوامـل در فـردی کـه تمریـن چرخشـی را انجـام مـی دهـد، باعـث بهبـود کنتـرل وضعیـت قامـت مـی شـود.

پژوهشـگران نظریـۀ سیسـتم‌ها معتقدنـد کـه در ارزیابـی تعـادل بایـد به‌طـور مجـزا سیسـتم‌های مؤثـر در حفـظ تعـادل و کنتـرل وضعیـت قامـت بررسـی شـوند؛ به‌طوری‌کـه بـا ایجـاد تغییـر در اطلاعـات سیسـتم‌های حسـی، توانایـی فـرد در حفـظ تعـادل در حالـت ایسـتاده بـا اندازه‌گیـری میـزان نوسـان بـدن سـنجیده شـود؛ زیـرا، بـدن در حالـت ایسـتاده کامـلاً سـاکن نیسـت و مرکـز ثقـل بـر سـطح اتـکا بـا نوسـاناتی همـراه اسـت کـه حفـظ می‌شـود (۳۸). چرخـش فعـال کل بـدن ترکیبـی از چرخـش سـتون فقـرات و چرخـش لگـن اسـت و ارزیابـی حرکـت لگـن در سـطح سـاجیتال در ارزیابـی حرکـت در طـی چرخـش از اهمیـت زیـادی برخـوردار اسـت؛ پـس تمرین‌هـای چرخشـی به‌انـدازه‌ای مفیـد واقع‌شـده‌اند کـه بـر گیرنـده ی حـس عمقـی در لگـن تأثیـر مثبـت گذاشـته‌اند کـه ایـن سـازگاری در تأییـد نظریـۀ سیسـتم‌های پویاسـت (۴۳).

نتیجه‌گیری

به‌طورکلـی، نتایـج پژوهـش حاضـر نشـان داد کـه تمرین‌هـای تحریـک دهلیـزی و چرخشـی فعـال، تقریبـاً بـه یک‌میـزان بـه بهبـود تعـادل دوگانـه حرکتـی و شـناختی منجـر می‌شـوند و در هرلحظـه سیسـتم‌های حسـی بـا توجـه بـه وضعیـت، در جهـت حفـظ تعـادل مشـارکت می‌کننـد و متناسـب بـا شـرایط، سـازگار می‌شـوند کـه احتمـالاً نشـان‌دهنده تأثیـر تمرین‌هـای ایـن پژوهـش در تأییـد نظریـۀ سیسـتم‌های پویاسـت. همچنیـن پژوهـش حاضـر احتمـالاً تـا حـدی بـا موضـوع کنتـرل درجـات آزادی انـدام همخوانـی دارد؛ زیـرا، در شـرایط دسـت‌کاری سیسـتم‌های حسـی، تمرین‌هـای چرخشـی بـه کنتـرل تعـادل در سـطوح آناتومیـک و بیومکانیـک منجـر شـده اسـت. بـا ایـن حـال احتمـالا انجـام پژوهش‌هـای مشـابه درمـورد کـودکان دارای اختـلالات گوناگـون، ازقبیـل عقـب ماندگـی ذهنـی و آسـیب مغـزی و مقایسـه نتایـج حاصـل بـا نتایج بـه دسـت آمـده در افراد

سالم می‌تواند به درک بیشتر اثربخشی این نوع مداخلات بیانجامد.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می کنند که هیچ تعارض منافعی در این مقاله وجود ندارد.

References

1. Rosa Neto F, Goulardins JB, Rigoli D, Piek JP, Oliveira JA. Motor development of children with attention deficit hyperactivity disorder. Braz J Psychiatry. 2015;37(3):228-234. https://doi.org/10.1590/1516-4446-2014-1533
2. Asherson P. ADHD across the lifespan. Medicine. 2012; 40 (11):623-627. https://doi.org/10.1016/j.mpmed.2012.08.007
3. Cooper J. Diagnostic and statistical manual of mental disorders (4th edn, text revision) (DSM-IV-TR) Washington, DC: American Psychiatric Association 2000. 943 pp.£ 39.99 (hb). ISBN 0 89042 025 4. The British Journal of Psychiatry. 2001;179(1):85-85. https://doi.org/10.1192/bjp.179.1.85-a
4. Anixt JS, Vaughn AJ, Powe NR, Lipkin PH. Adolescent perceptions of outgrowing childhood attention-deficit hyperactivity disorder: relationship to symptoms and quality of life. Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics. 2016;37(3):196-204. https://doi.org/10.1097/DBP.0000000000000279
5. Schweitzer JB, Lee DO, Hanford RB, Zink CF, Ely TD, Tagamets MA, et al. Effect of methylphenidate on executive functioning in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder: normalization of behavior but not related brain activity. 2004;56(8):597-606. https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2004.07.011
6. Safer DJ, Zito JM, Fine EMJP. Increased methylphenidate usage for attention deficit disorder in the 1990s. 1996;98(6):1084-1088. https://doi.org/10.1542/peds.98.6.1084
7. Overtoom C, Verbaten M, Kemner C, Kenemans J, Van Engeland H, Buitelaar J, et al. Effects of methylphenidate, desipramine, and L-dopa on attention and inhibition in children with attention deficithyperactivitydisorder.2003;145(1-2):7-15. https://doi.org/10.1016/S0166-4328(03)00097-4
8. Hötting K, Reich B, Holzschneider K, Kauschke K, Schmidt T, Reer R, et al. Differential cognitive effects of cycling versus stretching/ coordination training in middle-aged adults. Health psychology : official journal of the Division of Health Psychology, American Psychological Association. 2012;31 2:145-155. https://doi.org/10.1037/a0025371
9. Verret C, Gardiner P, Béliveau LJAPAQ. Fitness level and gross motor performance of children with attention-deficit hyperactivity disorder. 2010;27(4):337-351. https://doi.org/10.1123/apaq.27.4.337
10. Petrofsky JS, Cuneo M, Dial R, Pawley AK, Hill J. Core strengthening and balance in the geriatric population. Journal of Applied Research in Clinical and Experimental Therapeutics. 2005;5(3):423.
11. Fliers E, Vermeulen S, Rijsdijk F, Altink M, Buschgens C, Rommelse N, et al. ADHD and Poor Motor Performance From a Family Genetic Perspective. Journal of the American Academy of Child&AdolescentPsychiatry.2009;48(1):25-34. https://doi.org/10.1097/CHI.0b013e31818b1ca2
12. Verret C, Gardiner P, Béliveau L. Fitness level and gross motor performance of children with attention-deficit hyperactivity disorder. Adapted Physical Activity Quarterly. 2010;27(4):337-351. https://doi.org/10.1123/apaq.27.4.337
13. Shum SBM, Pang MYC. Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder Have Impaired Balance Function: Involvement of Somatosensory, Visual, and Vestibular Systems. The Journal of Pediatrics. 2009;155(2):245-249. https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2009.02.032
14. Zang Y, Gu B, Qian Q, Wang Y. Objective measurement of the balance dysfunction in attention deficit hyperactivity disorder children. Chin J Clin Rehabil. 2002;6:1372-1374.
15. Comparison of Movement Skill Growth in Students With Attention Deficit Hyperactivity Disorder With Normal Students. Journal title. 2010;17(4):45-52.
16. Mokobane M, Pillay BJ, Meyer A. Fine motor deficits and attention deficit hyperactivity disorder in primary school children. South African Journal of Psychiatry. 2019;25. https://doi.org/10.4102/sajpsychiatry.v25i0.1232
17. Koosha M, Norasteh A. Comparison of balance in children with attention deficit hyperactivity

disorder with and without developmental coordination disorder. Journal of Guilan University of Medical Sciences. 2013;22(86):46-52.
18. Carmeli E, Zinger-Vaknin T, Morad M, Merrick J. Can physical training have an effect on well-being in adults with mild intellectual disability? Mech Ageing Dev. 2005;126(2):299-304. https://doi.org/10.1016/j.mad.2004.08.021
19. Clark RA, Bryant AL, Pua Y, McCrory P, Bennell K, Hunt M. Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance. Gait & Posture. 2010;31(3):307-310. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2009.11.012
20. Fitzgerald D, Trakarnratanakul N, Smyth B, Caulfield B. Effects of a wobble board-based therapeutic exergaming system for balance training on dynamic postural stability and intrinsic motivation levels. J Orthop Sports Phys Ther. 2010;40(1):11-19. https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3121
21. Macvean A, Robertson J. iFitQuest: a school based study of a mobile location-aware exergame for adolescents. Proceedings of the 14th international conference on Human-computer interaction with mobile devices and services; San Francisco, California, USA: Association for Computing Machinery; 2012. p. 359-368. https://doi.org/10.1145/2371574.2371630
22. DiStefano LJ, Clark MA, Padua DA. Evidence supporting balance training in healthy individuals: a systemic review. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2009;23(9):2718-2731. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c1f7c5
23. Cankaya S, Gokmen B, Tasmektepligil MY, Con M. Special Balance Developer Training Applications on Young Males' Static and Dynamic Balance Performance. The Anthropologist. 2015;19(1):31-39. https://doi.org/10.1080/09720073.2015.11891636
24. Shokati F, Norasteh, A, A, Daneshmandi, H. . Effect of Vestibular Stimulation Exercises on Motor Proficiency in Down Syndrome Children. J Rehab Med ; 8(4): 257-268.
25. Kerzman H, Chetrit A, Brin L, Toren O. Characteristics of falls in hospitalized patients. Journal of advanced nursing. 2004;47(2):223-229. https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2004.03080.x
26. Gholami A, Sabzi AH. The Effect of Perceptual-motor and Vestibular Training on Static and Dynamic Balance in Children with Developmental Coordination Disorder. SOREN Student Sports & Health Open Researches e-Journal: New-Approaches. 2020;1(1):36-43.
27. Tramontano M, Medici A, Iosa M, Chiariotti A, Fusillo G, Manzari L, et al. The effect of vestibular stimulation on motor functions of children with cerebral palsy. Motor control. 2017;21(3):299-311. https://doi.org/10.1123/mc.2015-0089
28. Faries MD, Greenwood MJS, Journal C. Core training: stabilizing the confusion. 2007; 29 (2):10-25. https://doi.org/10.1519/00126548-200704000-00001
29. Willardson JMJTJoS, Research C. Core stability training: applications to sports conditioning programs. 2007;21(3):979-985. https://doi.org/10.1519/00124278-200708000-00054
30. Niespodziński B, Kochanowicz A, Mieszkowski J, Piskorska E, Żychowska M. Relationship between Joint Position Sense, Force Sense, and Muscle Strength and the Impact of Gymnastic Training on Proprioception. BioMed research international. 2018;2018:5353242. https://doi.org/10.1155/2018/5353242
31. Arazzadeh H, Norasteh AA. Effect of 8 weeks of ankle-specific balance training on the balance and knee and ankle proprioception of adolescent volleyball players. Research in Sport Medicine and Technology. 2019;17(17):23-35.
32. Kozinc Ž, Šarabon N. Transient body sway characteristics during single-leg quiet stance in ballet dancers and young adults. Journal of Biomechanics. 2021;115:110195. https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2020.110195
33. Hall CD, Cox LCJOCoNA. The role of vestibular rehabilitation in the balance disorder patient. 2009; 42(1):161-169. https://doi.org/10.1016/j.otc.2008.09.006
34. Rajendran V, Roy FG, Jeevanantham DJAJoM. Effect of exercise intervention on vestibular related impairments in hearing-impaired children. 2013;49(1):7-12. https://doi.org/10.1016/j.ajme.2012.10.001
35. Maheu M, Behtani L, Nooristani M, Jemel B, Delcenserie A, Champoux F. Influence of dance training on challenging postural

control task. Gait & Posture. 2019;69:31-35. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.01.015
36. Stracciolini A, Hanson E, Kiefer AW, Myer GD, Faigenbaum AD. Resistance Training for Pediatric Female Dancers. Journal of dance medicine & science : official publication of the International Association for Dance Medicine & Science. 2016;20(2):64-71. https://doi.org/10.12678/1089-313X.20.2.64
37. McCormack MC, Bird H, de Medici A, Haddad F, Simmonds J. The Physical Attributes Most Required in Professional Ballet: A Delphi Study. Sports medicine international open. 2019;3(1):E1-e5. https://doi.org/10.1055/a-0798-3570
38. Sedaghati P, Zolghare H, Shahbazi M. The effect of proprioceptive, vestibular and visual changes on posture control among the athletes with and without medial tibial stress syndrome. Feyz Medical Sciences Journal. 2019;23(1):68-74.
39. Kaftroudy R, R , Daneshfar, A, Shojaei, M. The Effect of Rotational Exercises on Balance by Manipulating Visual and Proprioception Senses. Motor Behavior. 2020;12(41):69-84.
40. Derakhshan Nejad M, Nikbakht M, Ghanbarzadeh M, Ranjbar R. Effect of Concurrent Training Order With Electromyostimulation on Physical Performance in Young Elderly Women. Archives of Rehabilitation. 2020;21(4):508-525. https://doi.org/10.32598/RJ.21.4.3147.1
41. Choi W, Han C, Lee S. The effects of head rotation exercise on postural balance, muscle strength, and gait in older women. Women & Health. 2020;60(4):426-439. https://doi.org/10.1080/03630242.2019.1662870
42. Wada O, Tateuchi H, Ichihashi NJG, posture. The correlation between movement of the center of mass and the kinematics of the spine, pelvis, and hip joints during body rotation. 2014;39(1):60-64. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.05.030
43. Wada O, Tateuchi H, Ichihashi N. The correlation between movement of the center of mass and the kinematics of the spine, pelvis, and hip joints during body rotation. Gait & Posture. 2014;39(1):60-64. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.05.030