

The Effect of Exergames on the Static Balance of Children with Forward Head Posture

Porya Rahmani¹  Mohammad Karimi Zadeh Ardakani²  Seyed Mohammad Hosseini³ 

1. Department of Health and Sports Medicine, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran.
E-mail: porvarahmani137881@gmail.com
2. Department of Health and Sports Medicine, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran.
E-mail: m.karimizadeh.a@gmail.com
3. Corresponding Author, Department of Healthy and Sports Rehabilitation, Faculty of Sport Sciences and Health, Shahid Beheshti University, Iran. E-mail: Moh_hosseini@sbu.ac.ir

Article Info	ABSTRACT
<p>Article type: Research</p> <p>Article history: Received: 13 November 2023 Received in revised form : 7 February 2024 Accepted: 12 February 2024 Published online : 22 September 2024</p> <p>Keywords: <i>Exergames, Forward Head Posture, Static Balance, Video Exercise.</i></p>	<p>Introduction: Forward head posture is one of the most common postural abnormalities among students, which affects their postural control (balance). Although there is a trend toward using exergames to improve balance, the effectiveness of exergames specifically designed to improve balance in students with forward head posture is unclear. Therefore, the present study aimed to investigate the effect of exergames on the static balance of children with forward head posture.</p> <p>Methods: In this quasi-experimental study carried out using a pre-test, post-test, and a control group design, 30 boys with forward head posture in Takestan City with an age range of 7 to 12 years old were purposively selected and assigned to two groups, namely the Exergames and the Control groups. In the pre-test phase, the participants performed three attempts of the Stork test (static balance). The intervention phase was carried out over eight weeks with two sessions per week, each session lasting 30 minutes, during which the participants performed the relevant exercises. Following the training phase, the post-test phase was conducted, where the participants performed the static balance test as in the pre-test phase. The data were analyzed by univariate analysis of covariance.</p> <p>Results: The results showed that exergames significantly improved the static balance of children with forward head posture ($F=22.94$, $P=0.001$).</p> <p>Conclusion: In general, the results of the present study highlight the importance of exergames in the static balance of children with head forward posture, and it is recommended that the benefits of these exercises should be used to improve static balance.</p>

Cite this article: Rahmani, P., Karimi Zadeh Ardakani, M., & Hosseini, S. M. (2024). The Effect of Exergames on the Static Balance of Children with Forward Head Posture. *Journal of Sports and Motor Development and Learning*, 16 (3), 43- 76.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jsmdl.2024.368088.1753>



Journal of Sports and Motor Development and Learning by University of Tehran Press is licensed under [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) | web site: <https://jsmdl.ut.ac.ir/> | Email: jsmdl@ut.ac.ir.

Extended Abstract

Introduction

Head posture is one of the most common types of postural abnormalities and is generally described as the forward position of the head relative to the vertical line of the body's center of gravity. If the imbalance in the neck muscles due to postural inconsistency is prolonged, an extensive load is imposed on the joint and muscles, and as a result, the problems caused by forward head posture become chronic (Chandolia et al., 2021). Advances in medical technology led to the popularization of computer-assisted interventions in rehabilitation therapy (Perez-Marcos, 2018). Exergames are defined as an activity of playing video games that include physical activity. Interventions using exergames have a favorable effect on motor and cognitive functions (Monteiro-Junior et al., 2016). Although this intervention protocol (exergames) has been used in many disorders and diseases, to the knowledge of the authors, no study has used exergames to correct forward head posture. Also, considering that the cognitive and motor abilities of children are not well developed compared with adults (Gudvi et al., 2019), it is necessary to investigate the generalizability of exergames for children in general and especially in children with forward head posture disorder who suffer from static imbalance (Raikar et al., 2018). Therefore, the present study aimed to investigate the effect of exergames on the static balance of children with forward head posture.

Methods

This quasi-experimental study was conducted with a pre-test, post-test, and control group design. Of the male students aged 7 to 12 years old from Farhang school (the total number of students in this school was 272 in two morning and afternoon shifts) of Takestan City, 30 male students had forward head posture (having craniovertebral angle lower than 45 degrees). These students were purposefully selected to participate in the present study and were randomly assigned into two groups (Exergames and Control), 15 individuals each. In the pre-test phase, the participants performed three attempts of the Stork test (static balance). The intervention phase was carried out over eight weeks with two sessions per week, each session lasting 30 minutes, and in each session, the participants performed the relevant exercises. Following the training phase, the post-test phase was conducted, where the participants performed the static balance stork test as in the pre-test phase. The data were analyzed using a univariate analysis of covariance (ANCOVA) at $\alpha=0.05$ level of significance via SPSS version 24 software.

Results

The results of the present study showed that the groups were homogeneous in terms of age ($P=0.58$), height ($P=0.16$), weight ($P=0.11$), leg length ($P=0.31$), and forward head posture ($P=0.79$) indices. Before analyzing the research data, the accuracy of the designed program was checked. The results of the checklist indicated that 92.66% of the participants were certain about completing the desired program. The results showed a significant difference between the groups with an effect size of 0.45 in static balance ($P=0.001$, $F=22.94$). The

results indicated that the participants in the exergames group had statistically significant higher static balance scores compared with the participants in the control group with a mean difference of 1.01 seconds ($P<0.01$).

Conclusion

The results of the present study indicated that a course of exergames significantly improved the static balance of children with forward head posture. It seems that the exergames in the present research affect several important and influential factors of balance, i.e. strength (mountain climbing, squats), sense of proprioception, reaction time speed (football), and movement coordination (boating, basketball), and therefore, it can improve balance at the same time. Also, considering the sport of mountain climbing and squatting, which are strength exercises, these exercises can probably increase the blood supply to the brain; therefore through enhancing efficiency of the pyramidal cells to deliver messages to the organs as well as the efficiency of the cerebellum, which plays the main role in maintaining balance, these exercises can be effective in improving balance. The present study investigated children with forward head posture, so investigating the effect of exergames on other skeletal-muscular disorders can also be of interest for researchers.

Ethical Considerations

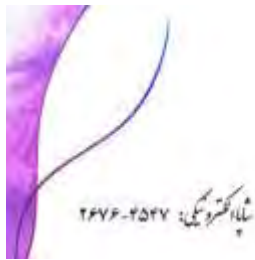
Compliance with ethical guidelines: The current research was approved by the Ethics Committee of the Faculty of Sports and Health Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran. (IR.UT.SPORT.REC.1402.030).

Funding: The present research did not use any financial resources.

Authors' contribution: Study concept and design: Porya Rahmani, Mohammad Karimi Zadeh; Critical revision of the manuscript: Mohammad Hosseini; data collection: Porya Rahmani.

Conflict of interest: There is no conflict of interest to declare.

Acknowledgments: We wish to thank all the participants who helped us in this study. We also wish to thank Mehdi Ramezani (from Translation Office No. 1161) for editing the paper.



اثر تمرینات اگزرجیم بر تعادل ایستای کودکان مبتلا به وضعیت سر به جلو

پوریا رحمانی^۱ ID، محمد کریمی زاده اردکانی^۲ ID، سید محمد حسینی^۳ ID

۱. گروه بهداشت و طب ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: poryarahmani137881@gmail.com

۲. گروه بهداشت و طب ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: m.karimizadeh.a@gmail.com

۳. نویسنده مسؤل، گروه تندرستی و بازتوانی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. رایانامه: Moh_hosseini@sbu.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: پژوهشی	مقدمه: وضعیت سر به جلو از رایج‌ترین ناهنجاری‌های وضعیتی در بین دانش‌آموزان است که این اختلال بر کنترل وضعیتی (تعادل) آنها اثرگذار است. اگرچه روند استفاده از اگزرجیم برای بهبود تعادل وجود دارد، با این حال، اثربخشی اگزرجیم که به‌طور خاص برای بهبود تعادل دانش‌آموزان با وضعیت سر به جلو طراحی شده باشد، نامشخص است. بنابراین هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرینات اگزرجیم بر تعادل ایستای کودکان مبتلا به وضعیت سر به جلو بود.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۲۲	روش پژوهش: در این پژوهش نیمه‌تجربی که با طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون با گروه کنترل انجام گرفت، ۳۰ پسر با وضعیت سر به جلو شهر تاکستان با دامنه سنی ۷ تا ۱۲ سال به‌صورت هدفمند انتخاب شدند و در دو گروه تمرین اگزرجیم و کنترل قرار گرفتند. در مرحله پیش‌آزمون، شرکت‌کنندگان اقدام به اجرای سه کوشش آزمون لک‌لک (تعادل ایستا) کردند. مرحله مداخله در هشت هفته و هر هفته دو جلسه و هر جلسه ۳۰ دقیقه انجام گرفت که شرکت‌کنندگان به اجرای تمرینات مربوط پرداختند. پس از اتمام مرحله تمرینی، مرحله پس‌آزمون انجام گرفت که شرکت‌کنندگان همانند مرحله پیش‌آزمون به اجرای آزمون تعادل ایستا پرداختند. داده‌ها به روش تحلیل کوواریانس تک‌متغیری تحلیل شد.
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۱/۱۸	یافته‌ها: نتایج نشان داد که تمرینات اگزرجیم موجب بهبود معنادار تعادل ایستای کودکان مبتلا به وضعیت سر به جلو شد ($F=22/94, P=0/001$).
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۲۳	نتیجه‌گیری: به‌طور کلی نتایج پژوهش حاضر بر اهمیت تمرینات اگزرجیم بر تعادل ایستای کودکان مبتلا به وضعیت سر به جلو تأکید دارد و پیشنهاد می‌شود از مزایای این تمرینات در بهبود تعادل ایستا استفاده شود.
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۷/۱	

کلیدواژه‌ها:

اگزرجیم،

تعادل ایستا،

وضعیت سر به جلو،

تمرین ویدئویی.

استناد: رحمانی، پوریا؛ کریمی‌زاده اردکانی، محمد؛ و حسینی، سیدمحمد (۱۴۰۳). اثر تمرینات اگزرجیم بر تعادل ایستای کودکان مبتلا به وضعیت سر به جلو. نشریه رشد

و یادگیری حرکتی ورزشی، (۳)، ۱۶-۴۳.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jsmdl.2024.368088.1753>

این نشریه علمی رایگان است و حق مالکیت فکری خود را بر اساس لایسنس کپی‌رایت CC BY-NC 4.0 به نویسندگان

واگذار کرده است. تارنما: <https://jsmdl.ut.ac.ir> | رایانامه: jsmdl@ut.ac.ir



© نویسندگان.

ناشر: انتشارات دانشگاه تهران.

مقدمه

محیط مدرسه نقش مهمی در وضعیت نشستن دارد (چاندولیا^۱ و همکاران، ۲۰۲۱). کودکان اغلب با وضعیت نامناسب و ثابت نگه داشتن گردن، شانه‌ها و پشت خود برای مدت طولانی در کلاس درس می‌نشینند و نداشتن تحرک بدنی و نگهداری ستون فقرات به صورت ایستا در مدت زمان طولانی و به صورت تکراری به منزله یک عامل خطر شناخته می‌شود (لی و اولگا^۲؛ ۲۰۱۳؛ یانگ و پارک^۳؛ ۲۰۱۴). تکالیف اولیه دانش‌آموزان مدرسه‌ای مستلزم آن است که بیشتر در کلاس درس بنشینند. تکالیف کلاس درس شامل خواندن، نوشتن، گوش دادن و استفاده از کامپیوتر، در حالت نشسته انجام می‌گیرد. از آنجایی که حالت‌های مختلف به طور معمول برای برخی از این کارها اتخاذ می‌شود (برای مثال نوشتن در مقایسه با گوش دادن)، ویژگی‌های صندلی و میز ممکن است بر خلاف وضعیت‌های نشستن ایمن شناخته شده باشد (ورما^۴ و همکاران، ۲۰۱۸). تحقیقات اپیدمیولوژیک نشان داده است که مشکلات اسکلتی-عضلانی ناشی از هرگونه انحراف ساختاری در کودکان بسیار شایع است (یانگ و پارک، ۲۰۱۴). علل متعددی برای این اختلالات اسکلتی-عضلانی در کودکان پیشنهاد شده است، از جمله حمل کیف‌های سنگین مدرسه، رشد سریع استخوان، تناسب ناکافی مبلمان با اندازه بدن، قدرت عضلانی ضعیف، کنترل ضعیف حرکتی، تعادل و هماهنگی و وضعیت بدنی نامناسب (چاندولیا و همکاران، ۲۰۲۱).

وضعیت بد پاسچر یک مشکل جدی برای سلامتی است که با افزایش سن موجب بروز اختلالات اسکلتی-عضلانی بیشتری می‌شود (فارس^۵ و همکاران، ۲۰۱۷). کودکان در سنین پایین به دلیل مطالعه در موقعیت‌های نامتعارف، عادت به ایستادن گردن رو به جلو را در خود ایجاد می‌کنند. مبلمان نامناسب خانه و مدرسه و ساختارهای فیزیکی متفاوت و نیازهای کودکان مختلف نقش بسزایی در نگه داشتن گردن کودکان در این وضعیت دارد که می‌تواند موجب وضعیت سر به جلو^۶ شود (کیم^۷ و همکاران، ۲۰۱۶). وضعیت سر به جلو از رایج‌ترین انواع ناهنجاری‌های وضعیتی است و به طور کلی به عنوان وضعیت قدامی سر در رابطه با خط عمودی مرکز ثقل بدن توصیف می‌شود. اگر عدم تعادل در عضلات گردنی ناشی از هماهنگی وضعیتی طولانی شود، بار زیادی به مفصل و عضله وارد می‌شود و در نتیجه مشکلات ناشی از FHP مزمن می‌شود (چاندولیا و همکاران، ۲۰۲۱). وضعیت سر به جلو با افزایش فلکشن مهره‌های گردنی پایینی و ناحیه فوقانی قفسه سینه و افزایش اکستنشن مهره‌های گردنی فوقانی مشخص می‌شود (ورما و همکاران، ۲۰۱۸). در این خصوص، تغییرات در راستای ساجیتال مهره‌های گردنی با کاهش کنترل وضعیتی مرتبط است (دافین^۸ و همکاران، ۲۰۱۹). پژوهش‌های اخیر روی رابطه بین FHP و کنترل وضعیتی متمرکز شده‌اند (مصطفی^۹ و همکاران، ۲۰۲۰). تحقیقات کنونی نشان می‌دهد که شرکت‌کنندگان با FHP عملکردهای دهلیزی و حس عمقی را کاهش داده‌اند که ورودی‌های حسی حیاتی برای کنترل وضعیتی‌اند (سزیگل^{۱۰} و همکاران، ۲۰۲۰). علاوه بر این، تداوم FHP به دلیل وضعیت بدنی نامناسب، ممکن است موجب کاهش تعادل نیز می‌شود (دافین و همکاران، ۲۰۱۹).

برای بهبود FHP، به‌تازگی از ابزارهای مختلفی مانند دستگاه‌های اصلاح وضعیت بدن، کفش‌های کتانی و کمربندهای اصلاح‌کننده وضعیت بدن و همچنین روش‌های دیگری مانند تمرینات اصلاح وضعیت بدن، پیلاتس و تمرینات اصلی استفاده شده است. با توجه به روش‌های درمانی برای افراد مبتلا به FHP، تمرینات متقارن کشش/آرام‌سازی عضلات، تعادل و تمرین‌های مرکزی به طور کلی برای بیماران تجویز می‌شود تا بتوانند به‌تنهایی وضعیت صحیح بدن خود را حفظ کنند (سون^{۱۱}، ۲۰۲۰). از سوی دیگر، اگر علاقه خود را از دست

1. Chandoliya

2. Lee & Olga

3. Yang & Park

4. Verma

5. Fares

6. Forward Head Posture (FHP)

7. Kim

8. Daffin

9. Moustafa

10. Szczygiel

11. Son

بدهند یا عادت ورزشی ایجاد نکرده باشند، بعید به نظر می‌رسد که برای مدت طولانی چنین تمرین‌هایی را برای اصلاح وضعیت بدن انجام دهند. بنابراین افراد مبتلا به FHP سود کمی از تمرینات نشان می‌برند. پیشرفت در فناوری پزشکی به رایج شدن مداخلات به کمک رایانه در درمان توانبخشی منجر شد (پرز-مارکوس^۱؛ ۲۰۱۸). اگزرجیم به‌منزلهٔ فعالیتی از انجام بازی‌های ویدئویی که شامل فعالیت بدنی است، تعریف می‌شود. مداخلات با استفاده از اگزرجیم تأثیر مطلوبی بر عملکردهای حرکتی و شناختی دارند (مونتیرو-جونیر^۲ و همکاران، ۲۰۱۶). اگزرجیم نه‌تنها موجب بهبود عملکرد فیزیکی می‌شود، بلکه عوارض جانبی بسیار اندکی دارد (اسکجارت^۳ و همکاران، ۲۰۱۶). اگزرجیم‌ها کاربردهای درمانی برای بازیابی تعادل و تحرک عملکردی ارائه می‌دهند (پاچکو^۴ و همکاران، ۲۰۲۰). آنها می‌توانند عملکردهای شناختی و فیزیکی را بر اساس افزایش تلاش فیزیکی جریان حسی بهبود بخشند (مونتیرو-جونیر و همکاران، ۲۰۱۶). همچنین اگزرجیم، به‌عنوان یک شکل تعاملی، سرگرم‌کننده و جذاب از بازی، ممکن است به غلبه بر موانع ورزشی سنتی و بهبود پایداری در مورد افراد با سکتۀ مغزی (چان^۵ و همکاران، ۲۰۲۲) و همچنین افراد مسن (آخری^۶ و همکاران، ۲۰۲۲) کمک کند. البته در خصوص اثر اگزرجیم بر تعادل یافته‌های متناقضی نیز وجود دارد. برای مثال چائو^۷ و همکاران (۲۰۱۵) هیچ اثر چشمگیری از مداخلهٔ اگزرجیم را بر کنترل وضعیتی و زمین خوردن نشان ندادند. همچنین کارآزمایی کنترل‌شدهٔ اخیر که ۱۰۱۶ شرکت‌کننده را به کار گرفت، نشان داد که هیچ تأثیری با استفاده از اگزرجیم در مقایسه با گروه کنترل بر کنترل وضعیتی وجود ندارد (مونترو-آلیا^۸ و همکاران، ۲۰۱۹). با وجود این یافته‌های متناقض، اگزرجیم ترکیبی از تمرینات فیزیکی و شناختی است که به یکپارچگی حسی بیشتری نیاز دارد و بر حرکت چندجهته، تغییر وزن، برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری متمرکز دارد، که این سازوکارها برتری این تمرینات را در مقابل تمرینات سنتی در توانبخشی نشان می‌دهد (پرز-مارکوس، ۲۰۱۸). با توجه به شرایطی همانند همه‌گیری کووید-۱۹، آلودگی هوا و وضعیت نامناسب جوی، روش‌های توانبخشی بدون تماس، از جمله توانبخشی از راه دور، به‌عنوان ابزار توانبخشی بالارزش ظاهر می‌شوند (فیانی^۹ و همکاران، ۲۰۲۰)، بنابراین دانش در خصوص امکانات استفاده و انطباق اگزرجیم در چنین موردی اهمیت ویژه‌ای دارد. اگرچه در بسیاری از اختلالات و بیماری‌ها از این پروتکل مداخله‌ای (اگزرجیم) استفاده شده، اما با دانش محقق در هیچ تحقیقی از اگزرجیم برای اصلاح FHP استفاده نشده است. همچنین با توجه به اینکه توانایی‌های شناختی و حرکتی در کودکان در مقایسه با بزرگسالان به‌خوبی رشد نیافته است (گودوی^{۱۰} و همکاران، ۲۰۱۹)، بنابراین بررسی قابلیت تصمیم‌پذیری اگزرجیم به کودکان به‌طور عام و به‌ویژه در کودکان با اختلال وضعیت سر به جلو که از عدم تعادل ایستا رنج می‌برند (رایکار^{۱۱} و همکاران، ۲۰۱۸)، ضرورت دارد. بنابراین تحقیق حاضر با هدف اثر تمرینات اگزرجیم بر تعادل ایستای کودکان مبتلا به وضعیت سر به جلو انجام گرفت.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از لحاظ هدف کاربردی بود که به‌صورت میدانی انجام گرفت. همچنین به لحاظ روش نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون - پس آزمون با گروه کنترل بود.

¹. Perez-Marcos
². Monteiro-Junior
³. Skiaeret
⁴. Pacheco

⁵. Chan
⁶. Akhir
⁷. Chao
⁸. Montero-Alía

⁹. Fiani
¹⁰. Goodway
¹¹. Raykar

شرکت کنندگان

از بین دانش‌آموزان پسر ۷ تا ۱۲ ساله مدرسه فرهنگ شهر تاکستان (تعداد دانش‌آموزان این مدرسه در دو نوبت صبح و بعد از ظهر ۲۷۲ نفر بود)، ۳۰ دانش‌آموز پسر دارای وضعیت سر به جلو (داشتن زاویه کرانیوورترال پایین‌تر از ۴۵ درجه) به صورت هدفمند برای شرکت در تحقیق انتخاب شدند و به طور تصادفی در دو گروه ۱۵ نفری آزمایش (اگرگیم) و کنترل قرار گرفتند. انتخاب این تعداد نمونه با محاسبه توان ($G * Power$ نسخه ۳،۱،۹،۲) با استفاده از آلفای ۵ درصد، بتای ۹۵ درصد و اندازه اثر ۰/۳ اقتباس شد (سون، ۲۰۲۰). معیارهای ورود شامل پسران با اختلال وضعیت سر به جلو، دارا بودن سن ۷ تا ۱۲ سال، داشتن زاویه کرانیوورترال کمتر از ۴۵ درجه نسبت به خط افق، نداشتن اختلالات مشهود بینایی، شنوایی، جسمانی، حرکتی و رفتاری و استفاده نکردن از داروهای مؤثر بر تعاد، بود. در صورتی که آزمودنی‌ها حداقل سه جلسه تمرینات مربوط را از دست می‌دادند و افرادی که از لحاظ جسمانی آسیب دیده بودند، از مشارکت در فعالیت آنها جلوگیری می‌شد. همچنین اگر آزمودنی‌ها مایل به کنار کشیدن از تحقیق بودند، از شرکت در پژوهش حذف می‌شدند.

ابزار

در این پژوهش با استفاده از برگه رضایت آگاهانه که توسط محقق طراحی شده بود، رضایت شرکت کنندگان برای شرکت در تحقیق کسب شد.

آزمون لک‌لک: برای ارزیابی تعادل ایستا از آزمون لک‌لک (ایستادن روی یک پا) استفاده شد و از آزمودنی خواسته شد تا روی پای برتر خود بایستد و درحالی که دست‌ها را روی کمر خود قرار داده است، انگشتان پای دیگر را روی زانوی پای برتر بگذارد. سپس با فرمان «حاضر» و سپس «رو» پاشنه پای برتر را بلند کند و روی انگشتان پای خود بایستد و تعادل خود را بدون حرکت دادن پا یا جدا شدن دست‌ها از کمر حفظ کند؛ هر گاه پاشنه پای ستون، کف را لمس کند یا دست‌ها از کمر جدا شوند یا کف پای غیرستون از زانوی پای ستون جدا شود، کوشش پایان می‌یابد و زمان وی ثبت می‌شود. در طول زمان آزمون، آزمودنی جهت تعادل بیشتر، به علامتی که در سه‌متری و در مقابل صورت او قرار گرفته بود، نگاه می‌کرد، هر آزمودنی سه بار این تست را انجام می‌داد و بهترین زمان به‌عنوان امتیاز وی ثبت می‌شد. پیش از شروع آزمون، ابتدا به آزمودنی‌ها، آموزش داده شد که چگونه وضعیت صحیح آزمون را اتخاذ کنند، سپس هر آزمودنی سه بار و با فاصله زمانی ۳۰ ثانیه استراحت (به‌منظور از بین بردن اثر یادگیری)، آزمون را انجام می‌داد، همچنین در زمان شروع اندازه‌گیری (پس از اتخاذ وضعیت صحیح آزمون) همزمان با جدا شدن پاشنه پای آزمودنی از زمین، آزمونگر با استفاده از زمان‌سنج، زمان ایستادن روی یک پا را تا لحظه به هم خوردن این وضعیت، ثبت کرد (کول^۱ و همکاران، ۲۰۱۳). دهنوی و همکاران (۲۰۱۹) روایی این آزمون را با استفاده از از روایی همزمان تأیید کردند و پایایی این آزمون ۰/۷۶ گزارش شد.

میزان زاویه سر به جلو (زاویه کرانیوورترال) در پژوهش حاضر با استفاده از روش عکس‌برداری از نمای نیمرخ بدن اندازه‌گیری شد (تیگین^۲ و همکاران، ۲۰۱۰). این روش از تکرارپذیری مطلوبی برخوردار بوده و در تحقیقات متعدد استفاده شده است (فرناندز-دی-لاس-پناس^۳ و همکاران، ۲۰۰۷). برای اندازه‌گیری زاویه سر به جلو با استفاده از روش مذکور ابتدا سه نشانه آناتومیکی تراگوس گوش و برجستگی آکرومیون سمت راست و همچنین زائده خاری مهره C7 مشخص و با لندمارک نشانه‌گذاری شد (تیگین و همکاران، ۲۰۱۰). سپس از آزمودنی خواسته شد تا در محل تعیین شده در کنار دیوار (در فاصله ۲۳ سانتی‌متری) طوری بایستد که بازوی چپ وی به سمت دیوار باشد.

¹. Cole

². Thigpen

³. Fernandez-de-Las-Penas

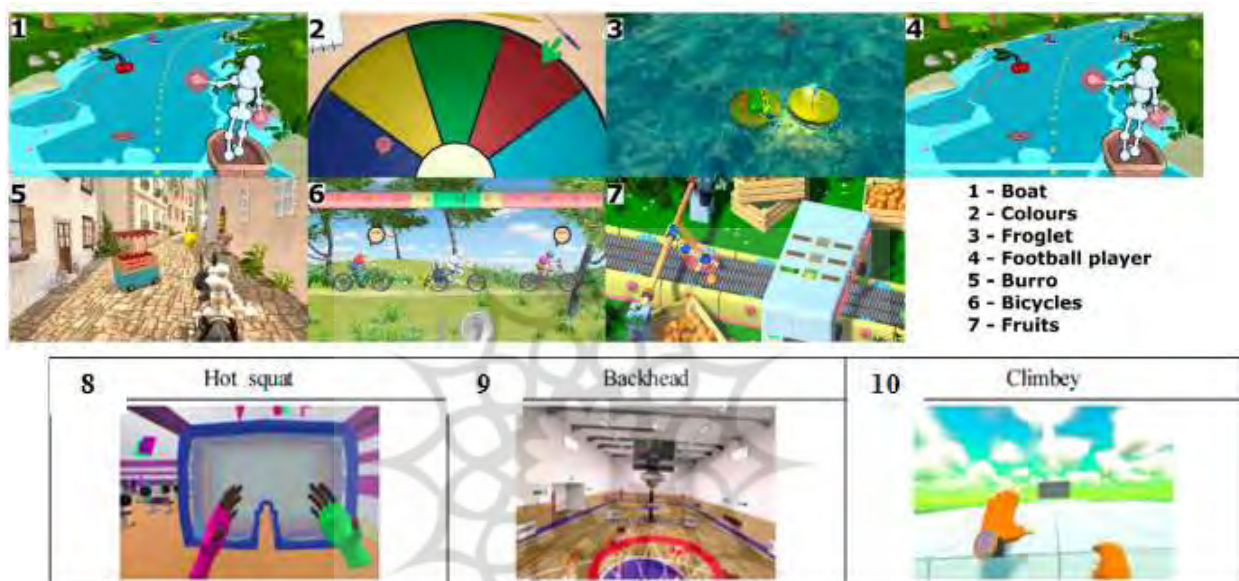
آنگاه، سه پایه عکس برداری که دوربین دیجیتال نیز روی آن بود، در فاصله ۲۶۵ سانتی متری دیوار قرار گرفت و ارتفاعش در سطح شانه راست آزمودنی تنظیم شد (فرناندز-دی-لاس-پناس و همکاران، ۲۰۰۷). در چنین شرایطی، از آزمودنی خواسته شد تا سه مرتبه به سمت جلو خم شود و سه بار نیز دست‌هایش را به بالای سر ببرد و سپس به صورت کاملاً راحت و طبیعی ایستاده و نقطه‌ای فرضی را روی دیوار مقابل نگاه کند (چشم‌ها در راستای افق). آنگاه آزمونگر پس از پنج ثانیه مکث، اقدام به گرفتن سه عکس متوالی از نمای نیمرخ بدن کرد. در نهایت، عکس‌های مذکور به رایانه منتقل و با استفاده از نرم‌افزار اتوکد، زاویه خط واصل تراگوس و C7 با خط عمود اندازه‌گیری شد و میانگین سه زاویه به دست‌آمده برای ناهنجاری سر به جلو ثبت شد. زندی و همکاران (۲۰۱۴) روایی این روش را با استفاده از روایی همزمان تأیید و پایایی این روش را ۰/۸۹ گزارش کردند.

روند اجرای پژوهش

پژوهش حاضر توسط کمیته اخلاق دانشکده علوم ورزشی و تندرستی دانشگاه تهران (IR.UT.SPORT.REC.1402.030) تأیید شد. پس از هماهنگی با اداره آموزش و پرورش شهرستان تاکستان، از دبستان فرهنگ، اطلاعات جمع‌آوری شد. روش گردآوری اطلاعات میدانی بود. در ابتدا از والدین رضایت‌نامه آگاهانه کتبی کسب شد. همچنین دانش‌آموزان به صورت شفاهی تمایل خود را برای شرکت در پژوهش اعلام کردند. شایان ذکر است که از دانش‌آموزان مستعد به سر به جلو با استفاده از روش عکس برداری از نمای نیمرخ بدن میزان سر به جلو اندازه‌گیری شد. در این روش در مجموع از ۴۳ نفر مستعد به وضعیت سر به جلو عکس برداری شد تا در نهایت ۳۰ نفر برای نمونه تحقیق حاضر انتخاب شدند. سپس شرکت‌کنندگان با اهداف تحقیق و نحوه امتیازدهی و اجرای آزمون موردنظر آشنا شدند. تحقیق حاضر شامل مراحل پیش‌آزمون، مداخله (تمرین) و پس‌آزمون بود. ارزیابی‌ها پیش از شروع مداخلات و در جلسه بعد از مداخلات، توسط فرد دیگری غیر از مجری طرح به صورت دوسویه کور انجام شد. این ارزیاب طی روند مطالعه از اهداف و نیز محتوای جلسات ناآگاه بود و هر دو ارزیابی توسط همان فرد صورت گرفت. همچنین روند اجرای مداخله اگزرجیم توسط این ارزیاب انجام شد. پس از آشنایی، تعادل ایستای شرکت‌کنندگان دو گروه در مرحله پیش‌آزمون با استفاده از آزمون معرفی‌شده در قسمت ابزار پژوهش، اندازه‌گیری شد. در مرحله مداخله (تمرین)، که به مدت هشت هفته و هر هفته دو جلسه و هر جلسه ۳۰ دقیقه به طول انجامید، گروه آموزش اگزرجیم به تمرینات مربوط پرداختند. گروه کنترل در این مدت تمرینی انجام ندادند. اما به‌منظور مشابهت در میزان آشنایی با فضای آزمایش، شرکت‌کنندگان در این تحقیق هر روز به محل آزمایش فرا خوانده شدند و به مطالعه متون مختلفی درباره ورزش پرداختند. گروه کنترل فقط در پیش‌آزمون و پس‌آزمون شرکت کرد تا اثر احتمالی شرکت گروه‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون از تأثیرات واقعی روش آزمایش جدا شود. گروه اگزرجیم مداخله تمرینات شبیه‌سازی‌شده را در قالب دو جلسه ۳۰ دقیقه‌ای به صورت هفتگی به مدت هشت هفته دریافت کردند. این مداخلات در سالن ورزشی مدرسه و رأس ساعت ۱۰-۱۲ صبح به صورت دونفره انجام گرفت. برای تمرینات شبیه‌سازی‌شده از هدست VR^۱ کنسول استفاده شد که شبیه‌سازی تمرین در محیط بازی است و به فرد اجازه می‌دهد آزادانه حرکت کند و موقعیت‌های متنوعی داشته باشد. در این پژوهش بازی‌های مناسب موردنظر مطابق با تحقیقات سون (۲۰۲۰) و در همفکری با استادان متخصص انتخاب شد. در این تحقیق چون از دو هدست استفاده شد، بازی‌ها به صورت انتخابی در هدست ذخیره شد و انتخاب هدست توسط شرکت‌کنندگان در هر جلسه به صورت قرعه‌کشی انتخاب شد. در هر جلسه تمرین، شرکت‌کنندگان به تمرین پرداختند. اگزرجیم‌ها با قابلیت‌های فردی سازگار شده بودند.

^۱ Virtual Reality

برای جلوگیری از هرگونه سوگیری، در طول مدت تحقیق از شرکت کنندگان خواسته شد که به موازات برنامه تمرینی در هیچ تمرین بدنی سازماندهی شده دیگری شرکت نکنند. فیزیوتراپیست از نظر ایمنی در طول هر جلسه نظارت کرد و از شرکت کنندگان خواسته شد که هرگونه نارسایی یا عارضه جانبی را گزارش کنند. پس از انجام هر برنامه آگزرگیم، برای چک کردن صحت برنامه اجرا شده، شرکت کنندگان چکلیست اجرا را در مقیاس لیکرت ۰ تا ۱۰۰ با واحدهای ده درصدی تکمیل می کنند. این مقیاس شامل این سؤال است که تا چند درصد برنامه موردنظر را به طور کامل انجام می دهند (سون، ۲۰۲۰). در پایان مرحله مداخله، شرکت کنندگان در پس آزمون شرکت کردند و مشابه پیش آزمون، تعادل ایستای شرکت کنندگان دو گروه با استفاده از آزمون معرفی شده در قسمت ابزار پژوهش، اندازه گیری شد.



شکل ۱. بازی های آگزرگیم

روش آماری

در این پژوهش از میانگین و انحراف معیار برای توصیف آمار توصیفی متغیرهای تحقیق و از آزمون شاپیرو-ویلک برای طبیعی بودن توزیع داده ها استفاده شد. برای بررسی تحلیل داده ها از آزمون کوواریانس در سطح معناداری ۰/۰۵ و از نرم افزار اس پی اس نسخه ۲۴ استفاده شد.

یافته های پژوهش

در جدول ۱ میانگین و انحراف معیار مربوط به متغیرهای آنتروپومتریکی شرکت کنندگان در گروه های مختلف ارائه شده است. همان طور که مشاهده می شود گروه ها در شاخص های سن ($P=0/58$)، قد ($P=0/16$)، وزن ($P=0/11$)، طول پا ($P=0/31$) و وضعیت سر به جلو ($P=0/79$) همگن هستند.

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار متغیرهای آنترپومتریکی در گروه‌های مختلف

متغیر	تمرین اگزرجیم	کنترل	تی مستقل
سن (سال)	۱۰/۹۳ ± ۱/۰۶	۱۰/۶۶ ± ۱/۴۴	(t=۰/۵۵, P=۰/۵۸)
قد (سانتی‌متر)	۱۳۶/۵۳ ± ۶/۵۲	۱۳۲/۲۶ ± ۹/۴۵	(t=۱/۴۳, P=۰/۱۶)
وزن (کیلوگرم)	۳۴/۴۰ ± ۳/۴۵	۳۲/۱۳ ± ۴/۰۶	(t=۱/۶۴, P=۰/۱۱)
طول پا (سانتی‌متر)	۷۳/۶۰ ± ۳/۸۵	۷۱/۷۳ ± ۵/۸۹	(t=۱/۰۲, P=۰/۳۱)
سر به جلو (درجه)	۴۲/۲۰ ± ۱/۳۲	۴۲/۳۳ ± ۱/۴۹	(t=-۰/۲۵, P=۰/۷۹)

پیش از تحلیل داده‌های تحقیق صحت برنامه‌ی ایجادشده بررسی شد. نتایج چکلیست حاکی از آن بود که شرکت‌کنندگان با ۹۲/۶۶ درصد اطمینان داشتند که برنامه‌ی موردنظر را به‌طور کامل انجام داده‌اند. در ادامه در جدول ۲ یافته‌های توصیفی مربوط به تعادل ایستا طی مراحل مختلف اندازه‌گیری در گروه‌های مختلف و همچنین پیش‌فرض‌های آزمون کوواریانس نیز ارائه شده است.

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار تعادل ایستا در گروه‌های مختلف و طی مراحل مختلف اندازه‌گیری و پیش‌فرض‌های آزمون کوواریانس

گروه	مرحله	انحراف ± میانگین	شاخص	
			آزمون شاپیرو	آزمون لون
تمرین اگزرجیم	پیش‌آزمون	۳/۱۹ ± ۰/۶۶	۰/۰۸۰	
	پس‌آزمون	۴/۰۸ ± ۰/۵۸	۰/۶۵۰	
کنترل	پیش‌آزمون	۳/۰۸ ± ۰/۵۶	۰/۷۳۴	۰/۴۱۵
	پس‌آزمون	۳/۰۶ ± ۰/۵۵	۰/۴۷۳	۰/۲۶۳

نتایج جدول ۲ حاکی از این است که پیش‌فرض‌های آزمون کوواریانس برقرار است. در ادامه در جدول ۳ نتایج آزمون کوواریانس برای تحلیل داده‌ها ارائه شده است.

جدول ۳. یافته‌های مربوط به آزمون تحلیل کوواریانس تک‌متغیری

منبع تغییرات	مجموع مجزورات	درجه آزادی	میانگین مجزورات	مقدار F	سطح معناداری	مجذور اتا
پیش‌آزمون	۴/۳۰	۱	۴/۳۰	۰/۱۲	۰/۷۲۴	۰/۰۰۵
گروه	۷۷۴/۰۴	۱	۷۷۴/۰۴	۲۲/۹۴	۰/۰۰۱*	۰/۴۵۹
خطا	۹۱۱/۰۳	۲۷	۳۳/۷۴			

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود بین گروه‌ها با اندازه‌ی اثر ۰/۴۵ در تعادل ایستا تفاوت معناداری وجود دارد (F=۲۲/۹۴, P=۰/۰۰۱). نتایج حاکی از این بود که شرکت‌کنندگان گروه تمرین اگزرجیم در مقایسه با شرکت‌کنندگان گروه کنترل با اختلاف میانگین ۱/۰۱ ثانیه از لحاظ آماری تعادل ایستای بالاتری داشتند (P<۰/۰۱).

بحث و نتیجه گیری

تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر تمرینات اگزرجیم بر تعادل کودکان مبتلا به وضعیت سر به جلو انجام گرفت. پیش از بحث و مقایسه نتایج تحقیق حاضر با تحقیقات پیشین، باید توجه داشت که در پژوهش‌های پیشین تأثیرات ایجادشده توسط اگزرجیم بیشتر مربوط به کنترل وضعیتی و کنترل پاسچر است که خود این نتایج تعادل پویا را در ذهن خواننده مجسم می‌کند. اما در این خصوص شایان ذکر است که از نظر مکانیکی، بدن انسان همیشه در جست‌وجوی تعادل است، زیرا نیروهای پیوسته‌ای که در داخل به آن وارد می‌شود، مانند گردش خون، تنظیمات عصبی عضلانی و تنفس است. بر این اساس، بدن انسان پیوسته در حال نوسان است. با این حال، این نوسان نامحسوس است (هوراک و همکاران، ۱۹۷۸). بنابراین حتی در تعادل ایستا نیز بدن دارای نوسان است. نکته بعدی در خصوص روش اندازه‌گیری است که در تحقیقات پیشین از روش‌های آزمایشگاهی مانند فورس پلیت و سیستم بایودکس استفاده شده است که در این شرایط نیز فرد با پای برهنه روی صفحه قرار می‌گیرد و به نقطه مشخص شده در روبه‌رو نگاه می‌کند. در این حالت فقط آزمودنی در حفظ تعادل مشارکت دارد و هیچ حرکت پویایی ندارد که در حقیقت تعادل ایستاست، ولی نحوه گزارش متغیرها متفاوت است؛ برای مثال جابه‌جایی‌های نوسانات پاسچر، و سرعت جابه‌جایی مرکز فشار. بنابراین بررسی تعادل ایستا در تحقیق حاضر همراستا با کنترل وضعیتی در تحقیقات انجام‌گرفته قبلی است. نتایج پژوهش حاضر حاکی از این بود که یک دوره تمرینات اگزرجیم موجب بهبود معنادار تعادل ایستای کودکان مبتلا به وضعیت سر به جلو شد. به نظر می‌رسد که تمرینات اگزرجیم در تحقیق حاضر با تحت تأثیر قرار دادن چند عامل مهم و تأثیرگذار بر تعادل یعنی قدرت (کوهنوردی، اسکات)، حس عمقی، سرعت عکس‌العمل (فوتبال) و هماهنگی حرکتی (قایقرانی، بسکتبال) همزمان بتواند موجب بهبود تعادل شود. همچنین با توجه به بازی کوهنوردی و اسکات که از نوع تمرینات قدرتی‌اند، احتمالاً این تمرینات می‌توانند از طریق افزایش خون‌رسانی به مغز و کارایی بیشتر سلول‌های هرمی برای رساندن پیام به اندام‌ها و نیز کارایی بیشتر مچچه که نقش اصلی در حفظ تعادل را ایفا می‌کند، در جهت بهبود تعادل مؤثر واقع شوند. همراستا با این یافته و در دانشجویان مبتلا به وضعیت سر به جلو و با استفاده از دیگر تمرینات ویدئویی (واقعیت مجازی)، سون (۲۰۲۰) نشان داد که تمرینات ویدئویی (واقعیت مجازی) موجب بهبود تعادل (کاهش جابه‌جایی مرکز فشار و کاهش سرعت جابه‌جایی مرکز فشار) دانشجویان مبتلا به سر به جلو ش. بنابراین تمرینات ویدئویی (واقعیت مجازی) می‌تواند در برنامه‌های بالینی و خانگی برای تصحیح وضعیت‌های افراد با حالت سر رو به جلو استفاده شود، زیرا می‌تواند علاقه به القای مشارکت فعال را ایجاد کنند. از آنجایی که تمرینات اگزرجیم در تحقیق حاضر و تحقیق سون (۲۰۲۰) که روی افراد مبتلا به وضعیت سر به جلو انجام شده است، تقریباً مشابه هستند و با توجه به اینکه این تمرینات ماهیتی قدرتی دارند، می‌توانند از طریق تسهیل در وارد عمل شدن واحدهای عضلانی بزرگ و تندانقباض، افزایش هماهنگی عضلات و تحریک سیستم‌های عصبی-عضلانی، موجب افزایش قدرت و در نهایت بهبود تعادل شوند. اما این یافته با نتایج تحقیق چائو^۱ و همکاران (۲۰۱۵) ناهمخوان است. چائو و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که تمرینات اگزرجیم بر کنترل وضعیتی سالمندان تأثیری ندارد. از دلایل ناهمخوانی نتایج می‌توان به طول دوره تمرین اشاره کرد. با توجه به اینکه در تحقیقات مروری اخیر (چان و همکاران، ۲۰۲۲؛ اخیر و همکاران، ۲۰۲۲) اشاره شد که حداقل دوره تمرینی آموزش اگزرجیم شش هفته است، احتمال دارد چون در مطالعه چائو و همکاران (۲۰۱۵) طول دوره تمرین چهار هفته بوده است، تمرینات اگزرجیم اثرگذار نبوده است. در حالیکه در تحقیق حاضر طول دوره تمرین اگزرجیم هشت هفته بود. علاوه بر این در تحقیق چائو و همکاران (۲۰۱۵) گروه کنترل به انجام تمرینات در خانه می‌پرداختند و به این دلیل بین گروه اگزرجیم و کنترل تفاوتی یافت نشد. در صورتی که در تحقیق حاضر گروه

^۱Chao

کنترل تنها به فعالیت‌های روزمره می‌پرداختند. در دیگر تحقیق ناهمخوان، **مونترو-آلیا^۱ و همکاران (۲۰۱۹)** نشان دادند آموزش اگزرجیم در مقایسه با گروه کنترل هیچ تأثیری بر کنترل وضعیتی ندارد. از دلایل ناهمخوانی می‌توان به این موضوع اشاره کرد که در تحقیق مونترو-آلیا و همکاران (۲۰۱۹) بازی‌های اگزرجیم تنها بر تمرینات تعادلی متمرکز بود و از تمرینات قدرتی، هوازی و کششی غافل بود. در صورتی که در تحقیق حاضر دسته‌های متنوعی از تمرینات در جهت بهبود قدرت، هماهنگی حرکتی، عکس‌العمل و تعادل به کار گرفته شد.

برای تبیین این یافته می‌توان گفت که تمرینات اگزرجیم در تحقیق حاضر به‌گونه‌ای طراحی شده بود که کودکان تمرینات قدرتی (کوهنوردی و اسکات) و تعادلی (قایقرانی) را انجام دهند که هنگام انجام تمرینات قایقرانی فرد نیاز به حفظ و کنترل تعادل دارد. بنابراین شاید بتوان گفت که انجام چنین تمریناتی به دلیل ایجاد هماهنگی عصبی-عضلانی بهتر و افزایش هماهنگی سیستم‌های بینایی، وستیبولار و حس عمقی، تمرین مناسب برای بهبود تعادل کودکان باشد. از این رو تمرینات مورد استفاده در تحقیق حاضر با افزایش کارایی گیرنده‌های حسی و تسهیل عصبی-عضلانی در حین واکنش‌های قامتی و تقویت سیستم حس عمقی و افزایش قدرت عضلات اندام تحتانی، می‌تواند موجب بهبود برنامه‌های کنترل حرکتی و تعادل بهتر شود. از نظر عصب‌شناختی، توسعه و بهبود تعادل در پی تصحیح برنامه‌های کنترل حرکتی در کودکان پس از اجرای تمرینات اگزرجیم را که احتمالاً ناشی از ارسال اطلاعات حس عمقی جدید و تصحیح‌شده از طرف گیرنده‌های حس عمقی در اندام تحتانی و مفاصل نواحی مرکزی بدنی است، می‌توان این‌گونه توجیه کرد که تغییرات نورونی که در سطوح طرح‌ریزی و برنامه‌ریزی حرکتی رخ می‌دهد، به احتمال زیاد منطقه قشر حرکتی اولیه مغز را فعال می‌کند و این برنامه تغییر یافته می‌تواند از طریق عمل بر مدارهای نخاعی، به افزایش فعالیت نورون‌های حرکتی و در نتیجه افزایش قدرت و تعادل منجر شود. علاوه بر این، بهبود تعادل شرکت‌کنندگان می‌تواند به دلیل ماهیت اگزرجیم مورد استفاده باشد، زیرا اگزرجیم‌ها دارای مزایای بازخورد شنیداری و دیداری، همراه با لذت و رقابت هستند. افزون بر این اگزرجیم ترکیبی از تمرینات فیزیکی و شناختی است، نیاز به یکپارچگی حسی بیشتری دارد و بر حرکت چندجهته، تغییر وزن، برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری تمرکز دارد (باچا^۲ و همکاران، ۲۰۱۸) که اینها می‌تواند بر تعادل اثرگذار باشد.

یکی از ویژگی‌های اصلی بازی‌های اگزرجیم ایجاد بازخورد است (لیبرمن^۳، ۲۰۱۲). در بازی‌های اگزرجیم در تحقیق حاضر به‌خصوص بازی قایقرانی، کودکان هنگام بازی بلافاصله به تغییرات مرکز فشار، همان‌طور که آن‌ها در جهات متفاوت حرکت می‌کنند، پاسخ می‌دهند. این مسئله را می‌توان نوعی بازخورد افزوده در نظر گرفت. اطلاعات مربوط به تغییرات مرکز فشار برای حفظ تعادل قایق و نیفتادن در آب ممکن است به کودک کمک کند تا جفت شدن بینایی حرکتی و حس حرکت را ایجاد کند و این تغییرات را به تنظیم دقیق نیروها و گشتاورهای تولیدشده مرتبط کند، که این بازخورد افزوده احتمالاً می‌تواند از دلایل بهبود تعادل ایستای کودکان باشد. از دیگر کاربردهای اصلی اگزرجیم، ایجاد مفهوم یادگیری ضمنی (الحسن^۴ و همکاران، ۲۰۲۲) به‌عنوان یک متغیر مؤثر در حوزه یادگیری و اکتساب مهارت‌های حرکتی است. در بازی اگزرجیم، رایانه اطلاعات بینایی و شنیداری را درباره اجرای مهارت فعلی (در زمان واقعی) به کودکان می‌دهد. به صورت بنیادی‌تر، بازخورد حاصل از این بازی‌های ویدئویی، دانش فوری عملکرد را با هدف کمک به یادگیرندگان در کاهش خطاها، اصلاح سریع‌تر آنها و نزدیک کردن الگوهای حرکتی آنها به هدف بازی و بهبود بهترین امتیاز شخصی ارائه می‌دهد؛ بنابراین به لحاظ ماهیت، بازی‌های اگزرجیم دارای اصول یادگیری ضمنی‌اند و در زمان آموزش با استفاده از بسیاری بازی‌ها با تقویت مثبت از طریق بازخورد دیداری و شنیداری، فرصت‌های تمرینی کافی را برای کودکان در تحقیق حاضر فراهم کرده‌اند. علاوه بر این، از دیگر تأثیرات بازی‌های اگزرجیم درگیر کردن فعالانه کودکان در پردازش بهینه اطلاعات است که تأثیرات آن می‌تواند مشابه با بازخورد خودکنترل باشد (گرین و باولیر^۵،

¹ Montero-Alía

² Bacha

³ Lieberman

⁴ Alhasan

⁵ Green & Bavelier

۲۰۰۸). در حین بازی‌های اگزرجیم کودکان مجبورند چندین فرم اطلاعات حسی را از رایانه در اختیار بگیرند، پردازش کنند و تصمیم بگیرند که کجا و چه زمانی روی صفحه نگاه کنند؛ بنابراین یک مؤلفه مهم آموزش بازی، یادگیری نحوه استخراج اطلاعات مربوط به تکلیف است، که احتمالاً در بهبود تعادل کودکان اثرگذار باشد.

اگرچه تحقیق حاضر نشان داد که تمرینات اگزرجیم موجب بهبود تعادل ایستای کودکان مبتلا به اختلال سر به جلو شد، اما نتایج پژوهش حاضر دارای محدودیت‌های است؛ اول اینکه تحقیق حاضر در کودکان مبتلا به وضعیت سر به جلو بررسی شد، بنابراین بررسی اثر تمرینات اگزرجیم در دیگر اختلالات اسکلتی-عضلانی نیز می‌تواند مورد توجه محققان باشد. همچنین اینکه تعداد کم شرکت‌کنندگان (۳۰ نفر) به این معناست که تفسیر و تجزیه و تحلیل این تحقیق را نمی‌توان به عموم افراد مبتلا به وضعیت سر به جلو تعمیم داد، بنابراین پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده برای بهبود قابلیت تعمیم‌پذیری و تکرارپذیری، از حجم نمونه بالاتری استفاده شود. علاوه بر این، با توجه به عدم امکان پیگیری نتایج برای بررسی ماندگاری تأثیرات مشاهده‌شده، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده، پیگیری مداخلات اگزرجیم انجام گیرد. در نهایت اینکه تحقیق حاضر در محیط آزمایشگاهی انجام گرفت، بنابراین پیشنهاد می‌شود تأثیرات بازی اگزرجیم در محیط خانه نیز بررسی شود.

تقدیر و تشکر

از تمامی شرکت‌کنندگان در پژوهش به سبب همکاری در این کار پژوهشی سپاسگزاریم.

References

- Akhir, A., Mustapa, A., & Manaf, H. (2022). Effectiveness of Exergames on Balance and Gait Performance among Post-Stroke Patients: A Systematic Review. *Malaysian Journal of Medicine & Health Sciences*, 18.
- Alhasan, H. (2021). *Exergames as a rehabilitation modality to improve postural control and risk of falls in frail and pre-frail older adults* (Doctoral dissertation, Loughborough University).
- Bacha, J. M. R., Gomes, G. C. V., de Freitas, T. B., Viveiro, L. A. P., da Silva, K. G., Bueno, G. C., ... & Pompeu, J. E. (2018). Effects of kinect adventures games versus conventional physical therapy on postural control in elderly people: a randomized controlled trial. *Games for health journal*, 7(1), 24-36. <https://doi.org/10.1089/g4h.2017.0065>
- Chan, K. G. F., Jiang, Y., Choo, W. T., Ramachandran, H. J., Lin, Y., & Wang, W. (2022). Effects of exergaming on functional outcomes in people with chronic stroke: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Advanced Nursing*, 78(4), 929-946. <https://doi.org/10.1111/jan.15125>
- Chandoliya, H., Chorsiya, V., & Kaushik, D. (2021). Prevalence and Levels of Forward Head Posture among School Going Children. *American Journal of Epidemiology & Public Health*, 5(1), 22-25. <https://doi.org/10.37871/ajeph.id44>
- Chao, Y. Y., Scherer, Y. K., & Montgomery, C. A. (2015). Effects of using Nintendo Wii™ exergames in older adults: a review of the literature. *Journal of aging and health*, 27(3), 379-402. <https://doi.org/10.1177/0898264314551171>

- Cole, A. K., McGrath, M. L., Harrington, S. E., Padua, D. A., Rucinski, T. J., & Prentice, W. E. (2013). Scapular bracing and alteration of posture and muscle activity in overhead athletes with poor posture. *Journal of athletic training*, 48(1), 12-24. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-48.1.13>
- Daffin, L., Stuelcken, M. C., & Sayers, M. G. (2019). The effect of cervical spine subtypes on center of pressure parameters in a large asymptomatic young adult population. *Gait & Posture*, 67, 112-116. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.09.032>
- Dehnavi, M., Sadeghi, H., & Taghva, M. (2020). Reliability of Functional Balance Tests and Their Correlation With Selected Anthropometric Parameters in Children Aged 7-10 Years. *Journal of Sport Biomechanics*, 5(4), 216-227. <https://doi.org/10.32598/biomechanics.5.4.2>. (Persian).
- Fares, J., Fares, M. Y., & Fares, Y. (2017). Musculoskeletal neck pain in children and adolescents: risk factors and complications. *Surgical neurology international*, 8. https://doi.org/10.4103/sni.sni_445_16
- Fernandez-de-Las-Penas, C., Alonso-Blanco, C., Cuadrado, M. L., & Pareja, J. A. (2007). Neck mobility and forward head posture are not related to headache parameters in chronic tension-type headache. *Cephalalgia*, 27(2), 158-164. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2982.2006.01247.x>
- Fiani, B., Siddiqi, I., Lee, S. C., & Dhillon, L. (2020). Telerehabilitation: development, application, and need for increased usage in the COVID-19 era for patients with spinal pathology. *Cureus*, 12(9). <https://doi.org/10.7759/cureus.10563>
- Goodway, J. D., Ozmun, J. C., & Gallahue, D. L. (2019). *Understanding motor development: Infants, children, adolescents, adults*. Jones & Bartlett Learning.
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2008). Exercising your brain: a review of human brain plasticity and training-induced learning. *Psychology and aging*, 23(4), 692. <https://doi.org/10.1037/a0014345>
- Horak, F. B., Henry, S. M., & Shumway-Cook, A. (1997). Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders. *Physical therapy*, 77(5), 517-533. <https://doi.org/10.1093/ptj/77.5.517>.
- Kim, E. K., & Kim, J. S. (2016). Correlation between rounded shoulder posture, neck disability indices, and degree of forward head posture. *Journal of physical therapy science*, 28(10), 2929-2932. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.2929>
- Lee, E. O., & Olga, K. (2013). Complex exercise rehabilitation program for women of the II period of age with metabolic syndrome. *Journal of exercise rehabilitation*, 9(2), 309. <https://doi.org/10.12965/jer.130016>
- Lieberman, D. A. (2012). What can we learn from playing interactive games?. In *Playing video games* (pp. 447-469). Routledge.
- Monteiro-Junior, R. S., Vaghetti, C. A. O., Nascimento, O. J. M., Laks, J., & Deslandes, A. C. (2016). Exergames: neuroplastic hypothesis about cognitive improvement and biological effects on physical function of institutionalized older persons. *Neural regeneration research*, 11(2), 201. <https://doi.org/10.4103/1673-5374.177709>
- Montero-Alá, P., Miralles-Bassedá, R., López-Jiménez, T., Muñoz-Ortiz, L., Jiménez-González, M., Prat-Rovira, J., ... & Torán-Monserrat, P. (2019). Controlled trial of balance training using a video game console in community-dwelling older adults. *Age and ageing*, 48(4), 506-512. <https://doi.org/10.1093/ageing/afz047>

- Moustafa, I. M., Youssef, A., Ahbouch, A., Tamim, M., & Harrison, D. E. (2020). Is forward head posture relevant to autonomic nervous system function and cervical sensorimotor control? Cross sectional study. *Gait & Posture*, 77, 29-35. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.01.004>
- Pacheco, T. B. F., de Medeiros, C. S. P., de Oliveira, V. H. B., Vieira, E. R., & De Cavalcanti, F. A. C. (2020). Effectiveness of exergames for improving mobility and balance in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Systematic reviews*, 9, 1-14. <https://doi.org/10.1186/s13643-020-01421-7>
- Perez-Marcos, D. (2018). Virtual reality experiences, embodiment, videogames and their dimensions in neurorehabilitation. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 15(1), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s12984-018-0461-0>
- Raykar, R., Tajne, K., & Palekar, T. (2018). Effect of forward head posture on static and dynamic balance. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 7(9), 797-808. <https://doi.org/10.20959/wjpr20189-11990>
- Skjæret, N., Nawaz, A., Morat, T., Schoene, D., Helbostad, J. L., & Vereijken, B. (2016). Exercise and rehabilitation delivered through exergames in older adults: an integrative review of technologies, safety and efficacy. *International journal of medical informatics*, 85(1), 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2015.10.008>
- Son, H. H. (2020). The effects of virtual reality games in posture correction exercise on the posture and balance of patients with forward head posture. *Korean Society of Physical Medicine*, 15(2), 11-21. <https://doi.org/10.13066/kspm.2020.15.2.11>
- Szczygieł, E., Fudacz, N., Golec, J., & Golec, E. (2020). The impact of the position of the head on the functioning of the human body: A systematic review. *International journal of occupational medicine and environmental health*, 33(5), 559-568. <https://doi.org/10.13075/ijom.1896.01585>
- Thigpen, C. A., Padua, D. A., Michener, L. A., Guskiewicz, K., Giuliani, C., Keener, J. D., & Stergiou, N. (2010). Head and shoulder posture affect scapular mechanics and muscle activity in overhead tasks. *Journal of Electromyography and kinesiology*, 20(4), 701-709. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2009.12.003>
- Verma, S. L., Shaikh, J., Mahato, R. K., & Sheth, M. S. (2018). Prevalence of forward head posture among 12–16-year-old school going students—A cross-sectional study. *Applied Medical Research*, 4(2), 18-21. [https://doi.org/10.47363/AMR/2018\(5\)156](https://doi.org/10.47363/AMR/2018(5)156)
- Yang, K. H., & Park, D. J. (2014). Reliability of ultrasound in combination with surface electromyogram for evaluating the activity of abdominal muscles in individuals with and without low back pain. *Journal of exercise rehabilitation*, 10(4), 230. <https://doi.org/10.12965/jer.140138>
- Zandi, S., rajabi, R., & Alizadeh, M. H. (2015). Validity, intratester and intertester reliability of a noninvasive quantitative forward head posture assessment method. *Journal for Research in Sport Rehabilitation*, 2(4), 51-56. (Persian)