Journal of Research in Sport Rehabilitation
Vol 11. No 22. Autumn & Winter 2024
163-175

WWW.RSR.BASU.AC.IR

The effect of virtual reality games on the balance and function of children with Down syndrome: A randomized controlled trial study

Seyedi, Mohammadreza [*1]; Dadgar,b Sara[2]; Mamashlou, Fatemeh [3]; Bagherli, Zhaleh [4]

1. Assistant Professor, Department of Sports Medicine, Sport Sciences Research Institute, Tehran. Iran
2. MSc of Sports Injuries and Corrective Exercise, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
3. MSc of Sports Injuries and Corrective Exercises, Islamic Azad University Karaj Branch, Karaj, Iran.
4. Assistant Professor, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Islamic Azad University Karaj Branch, Karaj, Iran.

Received 20 November 2023; Accepted 16 March 2024

Keywords

Virtual reality,

Postural control,

Gamification,

Adapted physical education,

Abstract

Background and aim: The purpose of this research was to investigate the effect of playing virtual reality games on the balance and lower extremity function of children with Down syndrome.

Methods: The participants of the present study were 30 girls aged 8-12 years old with Down syndrome and an IQ between 50 and 70, who were invited to this research in a purposeful and accessible way and were randomly divided into two groups of 15. The intervention program consisted of an average of 30 minutes of movement games (two 15-minute boxing and skiing games) with an Xbox device for eight weeks (three days a week with the supervision of the researcher). Assessment of balance was done using the Berg balance test, and assessment of lower extremity performance was done using long jump, vertical jump, single leg jump, and 20-meter shuttle run.

Results: Based on the results obtained from covariance analysis, a significant difference was observed between the two experimental and control groups in balance (P=0.0001; F=39.9), long jump (P=0.0001; F=32.07), vertical jump (F=0.001) (P = 62.52 F), single-leg jump (P = 0.0001; F = 76.4), and shuttle run (P = 0.0001; F = 38.5).

Conclusion: The research results showed that playing virtual reality games can increase the balance and lower extremity function of children with Down syndrome. It is recommended that virtual reality games be used more to improve these capabilities in children with Down syndrome.

*Corresponding Author: Tel: 021-88747884-407
✉ Email: seyedi@ssrc.ac.ir
ORCID: 0000-0002-5551-4610

Extended Abstract

Introduction

Down syndrome (DS) is the most common genetic disease in humans with intellectual disability, with a prevalence of 1 in 800 to 1200 newborns (1). Scientific evidence indicates that motor skills in children with Down syndrome are usually similar to the developmental pattern of normal children but a little slower, with more delay (2). In 2022, Jain et al. reported that people with Down syndrome showed reduced levels of physical activity, which reduced their quality of life related to health and well-being. Recent studies have reported the efficient role of movement programs in balance and muscle strength in children with Down syndrome (7,8). Due to the advancement of technology, lifestyle changes, and entertainment types, virtual games have grown significantly. In recent years, the use of virtual games has also received attention due to the many benefits they have with the aim of rehabilitation and increasing the quality of life and performance. Therefore, the main question of the current study was whether virtual reality games can affect the balance and function of the lower limbs of children with Down syndrome.

Methodology

The current study was quasi-experimental with a pre-test-post-test design and a control group. The statistical population included all female children aged 8 to 12 with Down syndrome in Gorgan city with an IQ between 50 and 70. Thirty people were selected through convenience sampling, and after explaining to their parents about voluntary participation and the stages of study implementation, they entered the study by completing informed consent forms. After performing the initial tests, the subjects were placed in similar pairs and randomly divided into two experimental and control groups of 15 children. The intervention consisted of eight weeks (three days a week), with an average of 30 minutes of movement games (two 15-minute boxing and skiing games) with an Xbox device. Lower limb balance measurement was done using the BERG balance test, and lower limb function measurement was done using the long jump, vertical jump, single-leg jump, and a 20-meter shuttle run test. Dependent t-test and Covariance test were used to analyze the data ($p \leq 5\%$).

In order to collect the basic information about the subjects, the questionnaire of individual characteristics, including questions such as age, weight, medical history, and dominant leg of the participants, was used. Shapiro-Wilk test was used to check the normality of data distribution. Due to the normality of the data distribution, dependent t-test and covariance analysis were used to analyze the hypotheses ($p \leq 0.05$). It should be noted that all ethical considerations in the implementation of the study were taken into account according to the guidelines of the Ethics Committee of the Research Institute of Physical Education and Sports Sciences, and the code of ethics was received under the number IR.SSRC.REC.1400.1343.

Table 2-Within-group variation of study variables in two experimental and control groups

.Variable	Group	Mean ± SD		T	P	Variation percent
		Pre-test	*Post-test*			
Balance	Experimental	40.2±2.88	44.2±3.19	-9.94	0.001*	+9.9
	Control	41.13±2.23	41.4±2.16	-0.51	0.62	+9.9
Long jump	Experimental	32.13±2.89	35.13±2.42	-6.55	0.001*	+9.2
	Control	31.6±2.41	32.13±2.17	-1.84	0.09	+1.5
Vertical jump	Experimental	11.4±1.96	13.53±1.59	-11.12	0.001*	+18.6
	Control	11.67±1.99	11.87±1.77	-1	0.34	+1.7
Single-leg jump	Experimental	8.2±1.97	10.8±1.79	-11.06	0.0001*	+31.7
	Control	8.13±2.19	8.4±1.99	-0.64	0.53	+3.3
Shuttle run	Experimental	32.33±3.64	30.07±3.1	10.99	0.001*	-7.5
	Control	31.53±2.83	31.4±3.04	0.76	0.46	-0.5

*Significant difference

Result

Based on the results obtained from covariance analysis, in regards to lower limb balance (P=0.0001; F=39.9), long jump (P=0.0001; F=32.07), vertical jump (P = 62.52; F=0.001), single-leg jump (P = 0.0001, F = 76.4) and shuttle run (P = 0.0001, F = 38.5) with control of the pre-test factor, a significant superiority was observed in the experimental group compared to the control.

Conclusion

In explaining the current results that the motor training program can improve the motor skills of children with Down syndrome, it can be stated that psycho-motor skills are important for abilities with the learning process. The abilities combined with learning help children check their performance, seek to remove possible obstacles and evaluate their progress (25). Therefore, computer games have a good position among children with intellectual engagement, which causes children to face intellectual challenges and improve their performance, especially in movement scales (25).

Based on the results obtained from covariance analysis, it was shown that the implementation of a regular and controlled course of virtual reality games affects all the investigated factors, including balance, long jump, vertical jump, single-leg jump, and 20-meter shuttle run. It had a positive and significant effect on children with Down syndrome. Since the balance and function of the lower limb is one of the important factors of physical fitness and daily life, these capabilities can be increased in children with Down syndrome, and virtual reality games can be used as a useful movement therapy (Kinesiotherapy) intervention. According to the results, we suggest that virtual reality games should be given special attention in the exercise program of children with Down syndrome.

نشریه پژوهش در توانبخشی ورزشی
دوره ۱۱، شماره۲۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۲
۱۷۵-۱۶۳

WWW.RSR.BASU.AC.IR

تاثیر بازی‌های واقعیت مجازی بر تعادل و عملکرد اندام تحتانی کودکان مبتلا به سندروم داون:یک مطالعه تصادفی‌شده کنترل‌دار

محمدرضا سیدی [۱*]، سارا دادگر [۲]، فاطمه ممشلو [۳]، ژاله باقری [۴]

۱- استادیار گروه طب ورزشی، پژوهشکده علوم زیستی در ورزش، پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، تهران، ایران
۲- کارشناس ارشد آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
۳- کارشناس ارشد آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران
۴- استادیار رفتار حرکتی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران.

مقاله پژوهشی

دریافت ۲۹ آبان ۱۴۰۲؛ پذیرش ۲۶ اسفند ۱۴۰۲

چکیده

زمینه و هدف: هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی اثر بازی‌های واقعیت مجازی بر تعادل و عملکرد اندام تحتانی کودکان مبتلا به سندروم داون بود.

روش بررسی: ۳۰ دختر ۸ تا ۱۲ سال مبتلا به سندروم داون شهر گرگان با ضریب هوشی بین ۵۰ تا ۷۰ ، به روش هدفمند و در دسترس به این پژوهش نیمه‌تجربی دعوت و به طور تصادفی به دو گروه ۱۵ نفری همسان تجربی و کنترل تقسیم شدند. مداخله شامل هشت هفته (سه روز در هفته)، به‌طور میانگین ۳۰ دقیقه بازی حرکتی (دو بازی ۱۵ دقیقه‌ای بوکس و اسکی) با دستگاه ایکس باکس بود. ارزیابی تعادل اندام تحتانی با استفاده از آزمون تعادلی برگ و ارزیابی عملکرد اندام تحتانی با استفاده از آزمون‌های پرش طول، پرش عمودی، تک جهش یک پایی و دوی سرعت رفت و برگشت ۲۰ متری انجام شد. جهت تحلیل داده‌ها از آزمون‌های تی وابسته و کوواریانس استفاده شد ($p \leq ۰/۰۵$).

نتایج: براساس نتایج بدست آمده از تحلیل کوواریانس، در خصوص تعادل اندام تحتانی ($P=۰/۰۰۰۱$ ؛ $F=۳۹/۹$)، پرش طول ($P=۰/۰۰۰۱$ ؛ $F=۳۲/۰۷$)، پرش عمودی ($P=۰/۰۰۱$ ؛ $F=۶۲/۵۲$)، پرش تک پا ($P=۰/۰۰۰۱$ ؛ $F=۷۶/۴$) و دوی رفت و برگشت سریع ($P=۰/۰۰۰۱$ ؛ $F=۳۸/۵$) با کنترل عامل پیش آزمون، برتری معنی داری در گروه تجربی نسبت به کنترل مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج بازی‌های واقعیت مجازی باعث افزایش تعادل و عملکرد اندام تحتانی کودکان مبتلا به سندروم داون گردید. از آن‌جایی‌که تعادل و عملکرد اندام تحتانی، از فاکتورهای مهم آمادگی جسمانی و زندگی روزمره است؛ می‌توان با استفاده از بازی‌های واقعیت مجازی منجر به افزایش این قابلیت‌ها در کودکان مبتلا به سندروم داون شد.

واژگان کلیدی

سندروم داون،

بازی واقعیت مجازی،

کنترل وضعیت بدن،

تربیت بدنی سازگارانه

* اطلاعات نویسنده مسئول. تلفن: ۰۲۱۸۸۷۴۷۸۸۴
پست الکترونیکی: seyedi@ssrc.ac.ir

مقدمه

سندروم داون[۲](DS) متداول‌ترین بیماری ژنتیکی در انسان، با کم‌توانی ذهنی[۳] است که شیوع یک در ۸۰۰ تا ۱۲۰۰ تولد زنده را داراست (۱). کریستنسن در سال ۲۰۲۰ گزارش کرد که شیوع سندروم داون در ایالات متحده آمریکا ۶۰۰۰ تولد در سال است که نشان دهنده جمعیت قابل توجهی از معلولین در هر جامعه است

شواهد علمی حاکی از آن است که مهارت‌های حرکتی در کودکان مبتلا به سندروم داون معمولاً مشابه الگوی رشد در کودکان عادی، ولی مقداری آهسته‌تر و با تأخیر بیش‌تری اتفاق می‌افتد (۲)؛ و به عبارت دیگر، این کودکان مهارت‌های حرکتی را نسبت به همسالان عادی خود با کیفیت پایین‌تری انجام می‌دهند. از عمده‌ترین ناتوانایی‌های این کودکان در سال‌های اولیه زندگی و سنین پایین‌تر می‌توان به کم بودن توان عضلانی، ناتوانی در انجام مهارت‌های حرکتی مانند تعادل اشاره کرد (۳). جین و همکاران در سال ۲۰۲۲ گزارش کرد که افراد دارای سندروم داون کاهش سطح فعالیت بدنی را از خود نشان داده‌اند که موجب کاهش کیفیت زندگی مرتبط با سلامت و تندرستی آن‌ها شده‌است. از جمله مشکلات اصلی در این افراد شلی لیگامانی، هیپوتونی عضلانی، نقص و تأخیر در انجام مهارت‌های حرکتی، هماهنگی بینایی حرکتی و تعادل است که در سال‌های اولیه زندگی بیشتر قابل توجه است (۴).

همین‌طور گزارش شده است که آن‌ها کاهش اختلالات حس عمقی (۴) و ثبات وضعیتی را تجربه می‌کنند (۴و۵). در کودکان و نوجوانان سندروم داون کاهش سرعت راه رفتن، طول و عرض گام کوتاه‌تر، تعادل ایستای ضعیف با افزایش نوسانات قدامی خلفی و میانی گزارش شده‌است (۶). در مطالعه‌ای نشان داده‌شد که رشد حرکتی در کودکان با سندروم داون به‌دلیل تفاوت‌های ساختاری در مغز مانند کاهش حجم ماده خاکستری و سفید مخچه، هیپوکامپ، لوب‌های فرونتال، جسم پینه‌ای و میلیناسیون اعصاب مرکزی و محیطی به‌طور قابل توجهی به تاخیر می‌افتد. با توجه به اینکه رشد حرکتی آغاز و پایان مشخصی ندارد و فرآیندی پویا است، کودکان سندروم داون در دستیابی به مهارت‌های درشت حرکتی مانند خزیدن و راه رفتن تاخیر داشتند؛ افراد دارای سندروم داون برای برقراری تعادل در وضعیت‌های مختلف از مکانیزم‌های جبرانی از جمله افزایش میزان سفتی تنه و مچ پا، افزایش جابجایی خلفی تنه، افزایش عرض گام، افزایش فرکانس مرکز جابجایی داخلی-خارجی و کاهش جابجایی قدامی-خلفی استفاده می‌کنند (۴).

مطالعات اخیر نقش برنامه‌های حرکتی بر تعادل و قدرت عضلانی در کودکان مبتلا به سندروم داون را مؤثر گزارش کرده‌اند (۷ و ۸). با توجه به پیشرفت تکنولوژی و تغییر سبک زندگی و به تبع آن نوع تفریحات، بازی‌های مجازی رشد چشمگیری داشته است؛ در سال‌های اخیر، استفاده از بازی‌های مجازی به دلیل مزایای زیادی که دارند با هدف توانبخشی و افزایش کیفیت زندگی و عملکرد نیز مورد توجه قرار گرفته است. در زمینه واقعیت مجازی، ورناداکیز[۴] و همکاران (۹) با استفاده از کنسول بازی ایکس باکس[۵] همراه با کینکت[۶]، تأثیر مداخله تمرین-بازی را بر رشد مهارت‌های پایه کودکان مورد بررسی قرار دادند. نشان داده شده است که استفاده از کنسول بازی ایکس باکس به‌عنوان یک مداخله رویکردی ارزشمند، امکان‌پذیر و دلپذیر می‌باشد. نیتو و همکاران (۱۰) در پژوهشی نشان دادند که تمرین واقعیت مجازی، پتانسیل بالقوه‌ای به‌عنوان ابزاری جدید جهت ایجاد انگیزه در جوانان برای لذت بردن از ورزش، بهبود آمادگی جسمانی و کاهش چربی بدن دارد. دراین‌ارتباط، گونزالس و همکاران (۱۱)، تفاوت معناداری را در دو نوع تمرین محیط واقعی و مجازی برای بهبود مهارت‌های فضایی مشاهده نکردند. کیم و همکاران (۱۲)، نیز دریافتند که تمرین در محیط مجازی به‌اندازه ورزش‌های خانگی، تعادل و قدرت عضلات ران بزرگسالان را بهبود می‌بخشد. علاوه بر این، استراکر و همکاران (۱۳)، نیز در پژوهشی دریافتند که بازی‌های ویدئویی فعال، موفقیتی را در مهارت‌های روزانه کودکان ایجاد نکرده و اشاره نمودند زمانی که کودکان از بازی‌های مجازی استفاده می‌کنند، حرکات متفاوتی نسبت به شرایط واقعی دارند و بهبود از طریق این شیوه محدود می‌باشد. همچنین، رستمی و همکاران (۱۴)، در پژوهشی دریافتند که بازی‌های حسی ـ حرکتی در محیط مجازی به‌دلیل تعاملی و انگیزشی بودن

[2] Down Syndrome
[3] Intellectual disability
[4] Vernadakis
[5] Xbox
[6] Kinect

محیط و تمرینات مکرر و نیز بازخورد فراوان باعث بهبود هماهنگی چشم و دست و عملکرد بالاتنه کودکان فلج مغزی می‌گردد. با توجه به مزایا و نتایج حاصله از بازی‌های مجازی خصوصا برای کودکان دارای معلولیت سندروم داون، به نظر می‌رسد که یک برنامه مداخله واقعیت مجازی موثر بر روی یکپارچه‌سازی ورودی‌های حسی و پاسخ خروجی عضله می‌تواند مزایایی در بهینه‌سازی افزایش تعادل و عملکرد اندام تحتانی به‌همراه داشته باشد. بنابراین سوال اصلی پژوهش این بود که آیا بازی‌های واقعیت مجازی می‌تواند تأثیری بر تعادل و عملکرد اندام تحتانی کودکان مبتلا به سندروم داون داشته باشد؟

روش تحقیق

مطالعهٔ حاضر از نوع نیمه تجربی، طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری شامل کلیه کودکان دختر ۸ تا ۱۲ سال مبتلا به سندروم داون شهر گرگان با ضریب هوشی بین ۵۰ تا ۷۰ بودند؛ که ۳۰ نفر به‌صورت نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند و پس از ارائه توضیحات به والدین آن‌ها در خصوص شرکت داوطلبانه و مراحل اجرای پژوهش با تکمیل فرمهای رضایت آگاهانه وارد مطالعه شدند. نمونه ها پس از اجرای آزمون‌های اولیه به صورت جفت های مشابه قرار گرفته و به‌طور تصادفی به دو گروه ۱۵ نفری تجربی و کنترل تقسیم شدند. معیارهای ورود به پژوهش، شرکت داوطلبانه و رضایت فرد و والدین، داشتن بهره هوشی ۵۰ تا ۷۰ (بر اساس پرونده‌های پزشکی)، توانایی ایستادن و راه رفتن به‌طور مستقل، کسب حداقل نمره ۲۵ در آزمون تعادلی برگ[7]، عدم مشارکت فرد در تمرینات ورزشی مداوم در ۳ ماه گذشته، عدم مصرف داروهایی که بر قدرت عضلات یا تعادل تأثیر داشته باشد، داشتن بینایی و شنوایی طبیعی یا/ بدون وسایل کمکی، نداشتن بیماری قلبی و عروقی و نداشتن هرگونه اختلال نورولوژی بود (۱۵). درطول تحقیق درصورتی‌که هر یک از آزمودنی‌ها شرایط زیر را داشتند، حذف می‌شدند: عدم همکاری والدین و شرکت‌کنندگان در طول مدت مطالعه، عدم مشارکت افراد در پیش‌آزمون و پس‌آزمون، غیبت بیش از دو جلسه در جلسات تمرینی در گروه تجربی. جهت گردآوری اطلاعات اولیه آزمودنی‌ها، از پرسشنامهٔ ویژگی‌های فردی شامل سؤالاتی از قبیل سن، وزن، سابقه بیماری، پای برتر شرکت‌کنندگان استفاده شد. روش اجرای مطالعه بدین صورت بود که پس از انتخاب شرکت‌کنندگان، درپیش‌آزمون، وضعیت تعادل نمونه‌ها با استفاده از آزمون برگ و عملکرد اندام تحتانی آنها توسط آزمون‌های پرش طول، پرش عمودی[8]، تک جهش یک‌پایی و دوی رفت‌وبرگشت سریع (S. R)[9] مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از اتمام پیش آزمون، شرکت‌کنندگان به‌صورت تصادفی جفت شده در دو گروه تجربی و کنترل قرار گرفتند. گروه تجربی بازی های حرکتی رایانه‌ای بوکس و اسکی را با دستگاه ایکس باکس به مدت ۸ هفته و سه جلسه در هفته انجام دادند. هر جلسه بازی شامل دو بازی ۱۵ دقیقه‌ای بود که ترتیب اجرای بازی‌ها توسط خود آزمودنی‌ها انتخاب می‌شد و در مجموع هر فرد در هر جلسه ۳۰ دقیقه بازی حرکتی را انجام می‌داد. گروه کنترل در این مدت صرفا فعالیت‌های روزانه خود را انجام دادند. در نهایت، در پایان دوره ۸ هفته ای، از هر دو گروه پس‌آزمون به عمل آمد (۱۶).

دستگاه ایکس باکس

شرکت مایکروسافت محصول جدید خود با نام ایکس باکس را در سال ۲۰۰۵ معرفی کرد. این دستگاه بر اساس استفاده از دستگاه‌های کنترل‌کننده بدون سیم بوده که دارای یک حسگر با سه دوربین است که از شفافیت بالا و با عمق رنگ ۳۲ بیت و ۳۰ فریم بر ثانیه برخوردار است. دوربین‌های دو طرف دستگاه، دوربین‌های فوق سنسورهای عمق هستند که با ترکیب سنسورهای مادون قرمز این امکان را میسر می‌کنند تا کینکت بتواند در نورهای مختلف به‌درستی عمل کند. همچنین با تعبیه چهار میکروفن در کینکت فرمان‌های صوتی کاربر تشخیص داده می‌شود. این حسگر دارای نرم‌افزاری است که تمام این اطلاعات دریافتی از سوی دوربین‌ها و میکروفن‌ها را گرفته و برای تجزیه‌وتحلیل جهت نقشه‌برداری اسکلتی، تشخیص صوت و صدای کاربر به کار می‌برد، کاربر ابتدا در فاصله یک متر و ۸۰ سانتی متر دست راست خود را به‌طور راست و عمودی به سمت راست بدن خود می‌چسباند و دست چپ خود را از پهلوی سمت چپ به میزان ۴۵ درجه بالابرده و درحالی‌که

[7] Berg balance scale

[8] Vertical Jump

9 Shuttle Run

کف دست چپ به سمت حسگر گرفته‌شده چند ثانیه نگه می‌داشت تا دستگاه کالیبره شده و شروع به کار نماید. سپس با شروع بازی، شرکت‌کننده باید با به حرکت در آوردن بدن خود در محدوده مجاز، مراحل و روند هر بازی را طی می‌نمود.

ارزیابی تعادل

آزمون تعادلی برگ، اجرای عملکردی تعادل را بر پایهٔ ۱۴ آیتم که در زندگی روزمره کاربرد زیادی دارد، ارزیابی می‌کند (۱۷). این آیتم‌ها شامل اعمال حرکتی ساده (مانند جابجا شدن، نشستن و ایستادن) و نیز اعمال حرکتی (مانند جفت پا ایستادن، چرخش و روی یک پا ایستادن) می‌باشد. فعالیت‌ها عبارت‌اند از: نشستن بدون کمک، حفظ حالت ایستاده با پاهای جدا از هم، حفظ حالت ایستاده با پاهای چسبیده به هم، حفظ حالت ایستاده با چشمان بسته، ایستادن به‌طوری‌که یک پا جلوی پای دیگر باشد، ایستادن روی یک صندلی، نشستن روی صندلی از حالت ایستاده، ایستادن از حالت نشسته روی صندلی، انتقال از رختخواب به صندلی، چرخش به طرفین، چرخش ۳۶۰ درجه، برداشتن یک شی از روی زمین، دراز کردن دست به جلو و انتقال وزن به جلو و انتقال وزن روی پاها به‌طور متناوب (۱۷).

آزمون‌های عملکرد اندام تحتانی

الف- پرش طول

این آزمون برای اندازه‌گیری توان انفجاری پا به‌کاربرده می‌شود. اندازه‌گیری مسافت پرش از پشت پاشنه یا بخش دیگری از بدن که هنگام فرود با زمین تماس پیدا می‌کند تا خط ابتدای پرش صورت می‌گیرد. بیش‌ترین مقدار پرش از سه نوبت اجرای آزمودنی ثبت شد (۱۸).

ب- پرش عمودی[10]

برای بررسی فاصله پرش عمودی، ورزشکار بر روی سطح صاف، روبروی یک دیوار که به‌وسیله نوارهای شب رنگ با فواصل ۱۰ سانتی‌متر از ارتفاع ۱۵۰ تا ۲۰۰ سانتیمتر که به‌صورت یک سانتی‌متری مدرج شده، می‌ایستاد. از فرد خواسته می شد اندام فوقانی‌اش را به ابداکشن ۱۸۰ درجه ببرد. در این حالت ارتفاع نوک انگشتان او علامت‌گذاری می‌شد. سپس وی با یک‌بار حرکت نوسانی دست‌ها (swingarm) حداکثر پرش خود را با هر دو پا انجام می‌داد و با نوک انگشتانش اثری روی خطوط مدرج می‌گذاشت و اختلاف فاصله ارتفاع نوک انگشتان در حالت ایستاده و حداکثر پرش محاسبه می‌شد. این تست ۲ بار برای آشنایی و ۳ بار برای ثبت حداکثر پرش انجام می‌شد (۱۹).

ج- تک جهش یک‌پایی

برای بررسی مسافت تک جهش یک‌پایی، آزمودنی بر روی پای غالب می‌ایستاد و انگشتان پایش پشت خط صفر قرار می‌گرفت و برای جلوگیری از تاثیر حرکت اندام فوقانی، دست‌هایش را در پشت خود نگه می‌داشت. از وی خواسته می‌شد که با یک جهش افقی، حداکثر فاصله‌ای را که می‌تواند طی کند. سپس فاصله تا پشت پاشنه پای وی اندازه‌گیری می‌شد. این حرکت ۲ بار برای آشنایی و ۳ بار برای ثبت حداکثر پرش انجام می‌گردد و بین هر تکرار ۶۰ ثانیه استراحت به فرد داده می‌شد (۱۹).

د- دوی رفت‌وبرگشت سریع (S.R)[11]

برای بررسی زمان دویدن رفت‌وبرگشت، آزمودنی در نقطه ۵ متری در وسط یک مسیر ۱۰ متری می‌ایستاد. فرد تا انتهای مسیر ۱۰ متری می‌دوید، سپس برگشته و مسیر را تا انتهای دیگر ۱۰ متری می‌دوید و نهایتاً ازآن‌جا تا نقطه شروع می‌دوید (به‌طورکلی ۲۰ متر). کورنومتر از شروع حرکت آزمودنی تا عبور نهایی وی از خط وسط زمان را اندازه گرفته و در انتها میانگین آن‌ها تا یک‌صدم ثانیه محاسبه شد. این آزمون یک بار انجام می‌شد مگر آنکه درست اجرا نشده باشد که در این صورت ۳ تا ۵ دقیقه استراحت قبل از انجام دوباره تست به شرکت‌کنندگان داده می‌شد (۱۹).

شکل ۱- اجرای آزمون‌های عملکردی از نمونه‌های تحقیق

[10] Vertical Jump

[11] Shuttle Run

جهت گردآوری اطلاعات اولیه آزمودنی‌ها، از پرسش‌نامه ویژگی‌های فردی شامل سؤالاتی از قبیل سن، وزن، سابقه بیماری، پای برتر شرکت‌کنندگان استفاده شد.. جهت بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها، از آزمون شاپیروویلک استفاده شد. با توجه به نرمال بودن توزیع داده ها، از آزمون‌های آماری پارامتریک تی وابسته و تحلیل کواریانس جهت تحلیل فرضیه‌ها استفاده شد (p≤۰/۰۵).

نتایج مطالعه

ویژگی‌های توصیفی نمونه‌های تحقیق در جدول ۱ گزارش شد. آزمون شاپیروویلک نرمال بودن این توزیع را تأیید نمود (p≥۰/۰۵).

برای تعیین تجانس و همگنی بین واریانس‌های متغیرهای تحقیق از آزمون لوین استفاده شد که نشان داد واریانس متغیرهای تحقیق تجانس دارند. جهت بررسی تغییرات درون‌گروهی متغیرهای پژوهش در دو گروه کنترل و تجربی از آزمون تی وابسته استفاده شد که نتایج آن در جدول ۲ گزارش شده است و نشان دهنده تغییرات معنادار در تمامی متغیرهای مورد مطالعه در گروه تجربی بود.

جدول ۱- ویژگی¬های فردی آزمودنی¬ها (میانگین±انحراف استاندارد)

متغیر	تجربی	کنترل	آزمون تی	
			T	P
سن	۹/۸۷ ± ۱/۵۱	۱۰/۰۷ ± ۱/۳۹	۰/۰۸۲	۰/۷۷
قد	۱۳۱/۹ ± ۲/۸	۱۳۰/۵ ± ۲/۱	۲/۰۴	۰/۱۶
وزن	۳۰/۲۷ ± ۲/۴	۳۱/۲۷ ± ۲/۰۵	۰/۷۰	۰/۴۰

* نتایج معنی‌دار در مطالعه

قبل از تحلیل اصلی، پیش‌فرض‌های لازم ارزیابی و تایید شد. براساس نتایج بدست آمده از تحلیل کواریانس، در خصوص تعادل اندام تحتانی (P=۰/۰۰۰۱ ؛ F=۳۹/۹)، پرش طول (P=۰/۰۰۰۱ ؛ F=۳۲/۰۷)، پرش عمودی (P=۰/۰۰۱ ؛ F=۶۲/۵۲)، پرش تک پا (P=۰/۰۰۰۱ ؛ F=۷۶/۴) و دوی رفت و برگشت سریع (P=۰/۰۰۰۱ ؛ F=۳۸/۵) با کنترل عامل پیش آزمون، اختلاف معنی داری بین دو گروه تجربی و کنترل مشاهده شد. لذا با رد فرضیه صفر می‌توان نتیجه گرفت که یک دوره بازی‌های واقعیت مجازی بر تعادل اندام تحتانی، پرش طول، پرش عمودی، پرش تک پا و دوی رفت و برگشت سریع کودکان مبتلا به سندروم داون تأثیر معنی‌داری داشته و باعث بهبود تعادل و متغیرهای عملکردی شده است.

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

متغیر	گروه	میانگین و انحراف استاندارد		آماره t	Sig.	درصد
		پیش‌آزمون	*پس‌آزمون*	وابسته		تغییرات
تعادل	تجربی	۴۰/۲ ± ۲/۸۸	۴۴/۲ ± ۳/۱۹	-۹/۹۴	*۰/۰۰۱	+۹/۹
	کنترل	۴۱/۱۳ ± ۲/۲۳	۴۱/۴ ± ۲/۱۶	-۰/۵۱	۰/۶۲	+۰/۵
پرش طول	تجربی	۳۲/۱۳ ± ۲/۸۹	۳۵/۱۳ ± ۲/۴۲	-۶/۵۵	*۰/۰۰۱	+۹/۲
	کنترل	۳۱/۶ ± ۲/۴۱	۳۲/۱۳ ± ۲/۱۷	-۱/۸۴	۰/۰۹	+۱/۵
پرش عمودی	تجربی	۱۱/۴ ± ۱/۹۶	۱۳/۵۳ ± ۱/۵۹	-۱۱/۱۲	*۰/۰۰۱	+۱۸/۶
	کنترل	۱۱/۶۷ ± ۱/۹۹	۱۱/۸۷ ± ۱/۷۷	-۱	۰/۳۴	+۱/۷
پرش تک پا	تجربی	۸/۲ ± ۱/۹۷	۱۰/۸ ± ۱/۷۹	-۱۱/۰۶	*۰/۰۰۱	+۳۱/۷
	کنترل	۸/۱۳ ± ۲/۱۹	۸/۴ ± ۱/۹۲	-۰/۶۴	۰/۵۳	+۳/۳
دوی رفت و برگشت سریع	تجربی	۳۲/۳۳ ± ۳/۶۴	۳۰/۰۷ ± ۳/۱	۱۰/۹۹	*۰/۰۰۱	-۷/۵
	کنترل	۳۱/۵۳ ± ۲/۸۳	۳۱/۴ ± ۳/۰۴	۰/۷۶	۰/۴۶	-۰/۵

* نتایج معنی‌دار در مطالعه

بحث

نتایج به دست آمده نشان داد اجرای ۸ هفته بازی‌های واقعیت مجازی سبب بهبود وضعیت شاخص تعادلی برگ شد که نشان‌دهنده تاثیر معنادار و مثبت این مداخله بر وضعیت کلی حفظ تعادل در کودکان مبتلا به سندروم داون است. یکی از مواردی که سبب تعادل پایین در افراد سندروم داون می‌شود، تأخیر در فرآیندهای یکپارچه‌سازی چند حسی در سیستم عصبی برای کنترل وضعیت بدن می‌باشد. در افراد سندروم داون، کنترل وضعیتی باید بهبود یابد تا عملکرد کلی افزایش پیدا کند؛ از این‌رو حائز اهمیت است که تمریناتی با هدف بهبود تعادل برای آن‌ها انجام شود (۲۰). در همین راستا نتایج پژوهش گوپتا و همکاران (۷)، نشان داد که برنامه تمرینی حرکتی منتخب باعث بهبود تعادل و قدرت عضلانی در کودکان مبتلا به سندرم داون می‌شود. همسو با نتایج به دست آمده، کارتر و همکاران (۲۱) در پژوهش خود به بررسی تأثیر ۶ هفته تمرینات تحریک دهلیزی بر تعادل، هماهنگی و چابکی افراد با سندرم داون پرداختند و نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که یک برنامهٔ تمرینی تحریک دهلیزی سبب افزایش تعادل و چابکی در کودکان با سندروم داون شده‌است و می‌توان بیان کرد که احتمالا در افزایش توانایی عملکردی آن‌ها موثر بوده‌است. همچنین، الی و همکاران (۲۲) در تحقیقی گزارش کردند که ۸ هفته تمرینات ثبات مرکزی بر ثبات وضعیتی و تعادل کودکان سندرم داون تاثیرگذار است.

درمقابل، در پژوهشی که کوران و همکاران در سال ۲۰۱۷ انجام داده‌اند دریافتند که به‌دنبال چهار هفته برنامهٔ تمرینی تعادلی، تغییر معنی‌داری در ثبات وضعیتی و تعادل کودکان با سندروم داون مشاهده نشد؛ لازم به ذکر است که تغییرات در اندازه اثر قابل توجه بود (۲۳). نتایج پژوهش صفی‌خانی و همکاران در سال ۱۳۹۷ با عنوان تاثیر ۸ هفته تمرینات نوروفیدبک و پیلاتس بر تعادل کودکان با سندروم داون، نشان داد که هر دو برنامه تمرینی تاثیر مثبتی بر بهبود تعادل کودکان داشته است و همچنین گزارش شد که اثر برنامه پیلاتس نسبت به نوروفیدبک بیشتر بود (۲۴).

نتایج تحقیق بحیرایی و همکاران (۱) همسو با نتایج پژوهش ما بود؛ بحیرایی و همکاران در مطالعه خود گزارش کردند که قدرت زانو، ران، مچ پا و همچنین تعادل ایستا با چشمان باز، تعادل ایستا با چشمان بسته (سطح سفت)، تعادل ایستا و پویا با چشمان باز (سطح نرم)، در گروه تمرینی به طور معناداری بهتر از گروه کنترل بود. بنابراین، می‌توان بیان کرد که برنامه ترکیبی قدرتی و حس عمقی،تعادل وسایر فاکتورهای گزارش شده را در کودکان مبتلا به سندروم داون را بهبود بخشیده‌است. یافته‌های پژوهش حاضر با مطالعات ذکر شده همخوانی دارد. احتمالا از دلایل همسویی نتایج پژوهش‌های پیشین و مطالعه حاضر می‌توان به این موضوع اشاره کرد که مداخله تمرینی مطالعات بررسی شده با مطالعه حاضر مشابهت‌های زیادی داشت؛ در همین راستا می‌توان به نحوه اجرای بازی‌های حرکتی با ایکس باکس اشاره کرد، چراکه فرد برای اجرای این بازی‌ها به‌صورت مداوم نیازمند آن است که با حفظ توجه و تمرکز داده‌های بصری و صوتی را از نمایشگر و بلندگوی دستگاه گرفته، تجزیه و تحلیل نماید و سپس با انتخاب پاسخ مناسب حرکتی لازم و ایجاد حرکت مطلوب و کنترل شده که شامل درگیری عضلانی اندام تحتانی، فوقانی و ناحیه میانی تنه است برای کسب امتیاز بیشتر در بازی تلاش کند، در حقیقت آزمودنی‌ها مجبور بودند برای موفقیت و پیشروی در بازی، تسک‌های حرکتی فانکشنال مختلفی را در هماهنگی با چشم و دست، حفظ تعادل، جابجایی سریع و... اجرا کنند. همچنین از دیگر دلایل همسویی می‌توان به بهبود قدرت و استقامت عضلات ناحیه مرکزی بدن و یکپارچه‌سازی ورودی‌های حس عمقی اشاره کرد. پژوهش کوران و همکاران (۲۳) با پژوهش حاضر همخوانی نداشت، که از جمله دلایل این ناهمخوانی می‌توان به پروتکل تمرینی و تعداد هفته‌های تمرینی اشاره کرد، از طرفی اندازه اثر معنادار در این پژوهش را نمی‌توان نادیده گرفت.

نتایج به دست آمده نشان داد اجرای ۸ هفته بازی‌های واقعیت مجازی سبب بهبود متغیرهای مرتبط با عملکرد حرکتی در اندام تحتانی از قبیل پرش طول، پرش عمودی، پرش تک پا و دوی رفت و برگشت سریع کودکان مبتلا به سندروم داون می‌شود. در تبیین این یافته که برنامه تمرینی حرکتی می‌تواند بر بهبود مهارت‌های حرکتی کودکان مبتلا به سندرم داون تأثیرگذار باشد، می‌توان بیان کرد که مهارت‌های روانی-حرکتی برای توانایی‌هایی با فرآیند یادگیری، از اهمیت خاصی برخوردار است. توانایی‌هایی که همراه با یادگیری باشد؛ به کودک کمک می‌کند که عملکرد

خود را بررسی کند و بدنبال آن باشد که موانع احتمالی را برطرف کرده و در نهایت میزان پیشرفت خود را ارزیابی کند (۲۵). بنابراین، باتوجه به اینکه بازی‌های کامپیوتری امروزه از جایگاه خوبی در بین کودکان برخوردار هستند و همچنین درگیری فکری که در این بازی‌ها اتفاق می‌افتد سبب می‌شود که کودک با یک چالش فکری مواجه شود و سبب بهبود عملکرد وی به ویژه در مقیاس‌های حرکتی شود (۲۵). نتایج مطالعه حاضر با یافته‌های آندریولو و همکاران (۲۶) همخوانی نداشت. از جمله دلایل اختلاف نتایج تحقیق آندریولو و همکاران با تحقیق پژوهش حاضر می‌توان در بکارگیری آزمودنی‌های مختلف و نیز پروتکل تمرینی متفاوت اشاره کرد. آندریولو و همکاران در تحقیق خود در سال ۲۰۱۰ از برنامه‌های تمرینی هوازی برای بهبود سلامت جسمی و روانی بزرگسالان مبتلا به سندرم داون استفاده کردند و یافتند که تمرینات استفاده شده، تاثیری بر بهبود قابلیت‌های جسمانی یا روانی این افراد نداشته است. بنابراین می‌توان گزارش کرد که آزمودنی‌ها در پژوهش حاضر کودکان ۷ ساله بودند؛ درحالی‌که افراد بزرگسال، نمونه‌های پژوهش آندریولو و همکاران را تشکیل می‌دادند. همینطور، در پژوهش آندریولو و همکاران تنها از برنامه تمرینی هوازی استفاده شده است، درحالیکه در پژوهش حاضر از واقعیت مجازی استفاده شد.

از آنجا که مشکلات تعادلی و عملکرد اندام تحتانی منجر به کنارگیری کودکان مبتلا به نشانگان داون از فعالیت‌های ورزشی و حرکات روزمره زندگی می‌شود؛ ارائه برنامه‌های حرکتی برای بهبود این مهارت الزامی است (۷). بازی‌های رایانه‌ای فعال، نوعی از فعالیت می‌باشند که امروزه جایگاه مستحکم قابل توجهی از نسل دیجیتال کنونی را کسب نموده‌اند (۲۸). انجام بازی‌های رایانه‌ای، علاوه بر تاثیرات انگیزشی، دارای اثرات مثبتی روی توانایی‌های دیداری و حافظه کاری کودکان کم توان ذهنی دارد (۲۸). کودک با تمرینات مکرر در سیستم واقعیت مجازی با گرفتن دستگیره‌های ظریف و درشت و انجام فعالیت‌های هدفمند به شکل بازی با نگاه کردن به صفحه نمایش، توجه به مراحل پیشرفت بازی و انجام حرکات مختلف بدن، تلاش می‌کند بین حرکات و ادراک دیداری دریافت‌شده از صفحه نمایش از طریق درگیری‌های حسی برای ایجاد تعادل و انجام حرکات عملکردی به‌صورت صحیح هماهنگی ایجاد کند (۲۹،۳۰). واقعیت مجازی از ویژگی‌های مثبت مختلفی برخوردار است؛ که می‌تواند سبب افزایش انگیزش، عملکرد، رضایت، جلب مشارکت و تشویق فرد به ادامه هر چه بیشتر تمرینات گردد؛ همینطور با توجه به نتیجه پژوهش حاضر، دریافتیم که واقعیت مجازی سبب بهبود عملکرد اندام تحتانی کودکان می‌شود. این بهبودی می‌تواند در نتیجه تمرینات مکرر و شدید در محیطی ساده، رنگارنگ و جذاب در متن بازی (۲۷)؛ عدم وجود ترس از شکست و ناامیدی از ناتوانی باشد؛ چرا که کودک با هر سطح توانایی می‌تواند با اعتماد به نفس و کنترل بر شرایط به بازی بپردازد (۳۱ ،۳۲). تنوع در بازی‌های ارائه شده و ارائه بازی ها با توجه به سطح شرکت کننده ها می‌تواند سبب یادگیری بهتر و بهبود عملکرد عصبی حرکتی شرکت کنندگان گردد (۳۳ ، ۳۴).

صداقت و همکاران (۳۴) در مطالعه‌ای با عنوان تاثیر دو روش برنامه تمرینی حرکتی و بازی‌های کامپیوتری بر مهارت‌های حرکتی کودکان مبتلا به اختلال سندروم داون یافتند که بین گروه‌های بازی کامپیوتری و کنترل و همچنین گروه برنامه تمرینی و کنترل تفاوت معناداری وجود داشت؛ اما بین گروه‌های بازی‌های کامپیوتری و برنامه تمرینی تفاوت معناداری مشاهده نشد. بنابراین، به نظر می‌رسد که علیرغم برخی نظرات که بازی‌های کامپیوتری را در بهبود رشد حرکتی بی تاثیر می‌داند، استفاده درست از آن در بهبود رشد حرکتی کودکان مبتلا به سندرم داون موثر است. یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج استراکر و همکاران (۳۵) ناهمسو است، استراکر و همکاران ۲۱ کودک (۱۱ ساله) اختلال هماهنگی رشدی را به مدت ۸ ماه با انواع بازی‌های ایکس باکس و پلی استیشن ۳ و انواع بازی های غیرخشن تمرین دادند و یافتند که بازی‌های ویدئویی اکتیو در خانه نمی‌تواند مهارت‌های حرکتی کودکان با اختلال هماهنگی رشدی را بهبود دهد. از دلایل اختلاف یافته‌های پژوهش حاضر با پژوهش استراکر و همکاران (۳۵) می‌توان به نوع بازی استفاده شده و آزمودنی‌های متفاوت اشاره کرد. یافته‌های پژوهش حاضر با یافته‌های مطالعه سیدی و همکاران (۲۵ و ۱۵)، و مومنی و همکاران (۳۶) که نشان دادند برنامه حرکتی و بازی بر بهبود کارکردهای اجرایی کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی تاثیر دارد، همسو بوده‌است.

مطالعات گزارش کرده‌اند ناهنجاری‌های شناختی در

عملکرد سیستم وستیبولار از جمله دلایل نقص تعادل و کاهش عملکرد اندام تحتانی در افراد سندروم داون می‌باشد (۳۷). پاسخ نرمال به تحریکات ورودی جهت حفظ تعادل، با جابجایی تنه و سپس اندام‌ها اتفاق می‌افتد. اگر اغتشاشات، حداکثر یا با سرعت بیش‌تری باشد، به پاسخ‌های حمایتی بیشتری نیاز است. بهبود تعادل و مهارت‌های حرکتی در کودکان با سندروم داون، به دنبال مداخلات تمرینی مناسب، گزارش شده است. پژوهش حاضر نشان داد که بازی‌های واقعیت مجازی می‌تواند منجر به بهبود تعادل و عملکرد اندام تحتانی در کودکان با سندروم داون شود، پیشنهاد می‌کنیم تا بازی‌های واقعیت مجازی در برنامه تمرینی کودکان سندروم داون، مورد توجه ویژه قرار گیرند. از جمله نقاط قوت مطالعه حاضر می‌توان به دارا بودن گروه کنترل همسان با گروه تجربی اشاره کرد؛ و از محدودیت-های مطالعه حاضر می‌توان به کنترل نشدن شرایط روحی و روانی آزمودنی‌ها، عدم کنترل فعالیت‌های شبانه و میزان خواب آزمودنی‌ها بر نتایج آزمون‌ها اشاره کرد.

نتیجه گیری

پژوهش حاضر به دنبال پاسخگویی به این پرسش بود که یک دوره بازی‌های واقعیت مجازی بر تعادل و عملکرد اندام تحتانی کودکان مبتلا به سندروم داون چه تأثیری دارند؟ براساس نتایج بدست آمده از تحلیل کواریانس نشان داده شد، اجرای یک دوره بازی‌های واقعیت مجازی منظم و کنترل شده، بر همه فاکتورهای بررسی شده ازجمله وضعیت تعادل، پرش طول، پرش عمودی، پرش تک پا و دوی رفت و برگشت سریع ۲۰ متر در کودکان سندروم داون تاثیر مثبت و معنادار داشت و میتواند به عنوان یک مداخله حرکت درمانی مفید مورد استفاده قرار گیرد.

ملاحظات اخلاقی

کلیه ملاحظات اخلاقی در اجرای پژوهش مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی در نظر گرفته شد و کد اخلاق به شماره IR.SSRC.REC.1400.1343 دریافت گردید.

تشکر و قدردانی

اکنون که توفیق جمع آوری این پژوهش را یافتیم، بدینوسیله از تمامی آزمودنی‌های عزیز و تمام کسانی‌که ما را در انجام پژوهش حاضر یاری و همکاری کرده‌اند، تشکر و قدردانی می گردد.

حمایت مالی

"مطالعه حاضر هیچگونه حمایت مالی از هیچ سازمانی را دریافت نکرده است."

تضاد منافع

"هیچگونه تضاد منافعی در مطالعه حاضر وجود ندارد

References

1. Sedaghati, P. The effect of a selective combined training program on motor performance, balance and muscle strength in boys with Down Syndrome (DS). *Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation* (2017), *6*(4), 40-45. https://doi.org/10.22038/jpsr.2017.18646.1473
2. Capio, C. M., Mak, T. C. T., Tse, M. A., & Masters, R. S. W. Fundamental movement skills and balance of children with Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research* (2018), *62*(3), 225-236. https://doi.org/10.1111/jir.12458
3. Beerse, M., & Wu, J. Vertical stiffness and balance control of two-legged hopping in-place in children with and without Down syndrome. *Gait & posture* (2018), *63*, 39-45. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.04.026
4. Jain, P. D., Nayak, A., Karnad, S. D., & Doctor, K. N. Gross motor dysfunction and balance impairments in children and adolescents with Down syndrome: a systematic review. *Clinical and Experimental Pediatrics* (2022), *65*(3), 142. https://doi.org/10.3345/cep.2021.00479
5. Galli, M., Rigoldi, C., Mainardi, L., Tenore, N., Onorati, P., & Albertini, G. Postural control in patients with Down syndrome. *Disability and Rehabilitation* (2008), *30*(17), 1274-1278. https://doi.org/10.1080/09638280701610353
6. Zago, M., Duarte, N. A. C., Grecco, L. A. C., Condoluci, C., Oliveira, C. S., & Galli, M. Gait and postural control patterns and rehabilitation in Down syndrome: a systematic review. *Journal of physical therapy science* (2020), *32*(4), 303-314. https://doi.org/10.1589/jpts.32.303
7. Gupta, S., Rao, B. K., & Kumaran, S. D. Effect of strength and balance training in children with Down's syndrome: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation* (2011), *25*(5), 425-432. https://doi.org/10.1177/0269215510382929
8. Wang, H.-Y., Long, I. M., & Liu, M.-F.

Relationships between task-oriented postural control and motor ability in children and adolescents with Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities* (2012), *33*(6), 1792-1798. https://doi.org/10.1016/j.ridd.2012.05.002

9. Vernadakis, N., Papastergiou, M., Zetou, E., & Antoniou, P. The impact of an exergame-based intervention on children's fundamental motor skills. *Computers & Education* (2015), *83*, 90-102. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.01.001
10. Naito, Y., & Kobayashi, T. Effects of kinect sports on health indices of female university students. *Journal of Science and Medicine in Sport* (2012), *15*, S314-S315. https://doi.org/10.22123/chj.2020.216037.1423
11. González, C. R., Martín-Gutiérrez, J., Domínguez, M. G., HernanPérez, A. S., & Carrodeguas, C. M. Improving spatial skills: An orienteering experience in real and virtual environments with first year engineering students. *Procedia Computer Science* (2013), *25*, 428-435. https://doi.org/10.22123/chj.2020.216037.1423
12. Kim, J., Son, J., Ko, N., & Yoon, B. Unsupervised virtual reality-based exercise program improves hip muscle strength and balance control in older adults: a pilot study. *Archives of physical medicine and rehabilitation* (2013), *94*(5), 937-943. https://doi.org/10.1016/j.apmr.2012.12.010
13. Straker, L., Howie, E., Abbott, R., & Smith, A. Active video games: Are they an effective approach to reducing sedentary time and increasing physical activity in children? *Journal of Science and Medicine in Sport* (2014), *18*, e65. https://doi.org/10.1111/cch.12305
14. Rostami, H., Jahantabi Nejad, S. a., & Arastoo, A. Effects of movement practices in virtual environment on upper limb function of children with hemiparetic cerebral palsy. *mrj* (2011), *5*(3), 41-48. http://mrj.tums.ac.ir/article-1-64-fa.html
15. Seyedi M, Shirangi N, Salar S, Bagherli J.The Effect of Eight Weeks of Cawthorne Cooksey Training on Static and Dynamic Balance in Children with Down Syndrome: A Quasi-Experimental Study (2023). *JRUMS* , 22 (1) :19-34. http://journal.rums.ac.ir/article-1-6695-fa.html
16. Sung, M., Ooi, Y. P., Law, G. C., Goh, T. J., Weng, S. J., & Sriram, B. Features of autism in a Singaporean child with Down syndrome. (2013) http://scholarbank.nus.edu.sg/handle/10635/124843
17. Zahedi, H., & Shafea, F. The Effect of Cawthorne and Cooksey Training program on Static and Dynamic Balance of Women with Multiple Sclerosis. *Journal of Exercise Science and Medicine* (2017), *9*(18), 69-81. https://www.magiran.com/paper/1734450
18. Elahi, A., Seidi, F., & Karimi-Zadeh Ardakani, M. Effect of 8 Weeks of Selected Corrective Exercises on the Lumbar Lordosis Angle and Lower Limb Function in Non-Athlete Men with Lumbar Hyper Lordosis. *Irtiqa Imini Pishgiri Masdumiyat* (2022), *9*(4), 314 - 304. https://doi.org/10.22037/iipm.v9i4.35729
19. Naseri, N., Fakhari, Z., Senobari, M., & Sadria, G. The relationship between core stability and lower extremity function in female athletes *mrj* (2012), *6*(2), 42-49. http://mrj.tums.ac.ir/article-1-37-fa.html
20. Giustino, V., Messina, G., Alesi, M., La Mantia, L., Palma, A., & Battaglia, G. Study of postural control and body balance in subjects with Down syndrome. *Human Movement* (2021), *22*(1), 66-71. https://doi.org/10.5114/hm.2021.98466
21. Carter, K., Sunderman, S., & Burnett, S. W. The effect of vestibular stimulation exercises on balance, coordination, and agility in children with Down syndrome. *American Journal of Psychiatry and Neuroscience* (2018), *6*(2), 28-32. https://doi.org/10.18297/etd/2403
22. Aly, S. M., & Abonour, A. A. Effect of core stability exercise on postural stability in children with Down syndrome. *International Journal of Medical Research & Health Sciences* (2018), *5*(10), 213-222.
23. Curran, M. Effect of Balance Intervention on Postural Control and Gait Efficiency in Preschoolers with Down syndrome (2017). https://repository.tcu.edu/handle/116099117/19913
24. Safikhani, H., Rezheh, A., & Rozbahani, M. The Effect of 8 Weeks Neurofeedback and Pilates Training on Children’s Balance with Down Syndrome Disorder. *Jundishapur Scientific Medical Journal* (2018), *17*(2), 225-233. https://doi.org/10.22118/jsmj.2018.66805
25. Amini, H., & Jaberi Mogadam, A. A. The Effect of Gymnastics Training on Neuropsychological Functioning of Children with Developmental Coordination Disorder. *Journal of Motor Learning and Movement* (2015), *7*(2), 217-238. https://doi.org/10.22059/jmlm.2015.55252
26. Andriolo, R. B., El Dib, R., Ramos, L., Atallah, Á. N., & da Silva, E. M. K. Aerobic exercise training programmes for improving physical and psychosocial health in adults with Down syndrome. *Cochrane database of systematic reviews* (2005) (3). https://doi.org/10.1002/14651858.CD005176.pub4
27. Adamovich S. V., Fluet, G. G., Tunik, E., & Merians, A. S. Sensorimotor training in virtual reality: a review. *NeuroRehabilitation* (2009), *25*(1), 29-44. https://doi.org/10.3233/NRE-2009-

0497
28. Melonio, A., & Gennari, R. How to design games for deaf children: Evidence-based guidelines. (2013)
29. González-Ortega, D., Díaz-Pernas, F. J., Martínez-Zarzuela, M., & Antón-Rodríguez, M. A Kinect-based system for cognitive rehabilitation exercises monitoring. *Computer methods and programs in biomedicine* (2014), *113*(2), 620-631. https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2013.10.014
30. Radovanovic, V. The influence of computer games on visual–motor integration in profoundly deaf children. *British journal of special education* (2013), *40*(4), 182-188. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1467-8578.12042
31. Reid, D. T. Benefits of a virtual play rehabilitation environment for children with cerebral palsy on perceptions of self-efficacy: a pilot study. *Pediatric rehabilitation* (2002), *5*(3), 141-148. https://doi.org/10.1080/1363849021000039344
32. Rizzo, A. A., Buckwalter, J. G., Neumann, U., Kesselman, C., & Thiébaux, M. Basic issues in the application of virtual reality for the assessment and rehabilitation of cognitive impairments and functional disabilities. *CyberPsychology & Behavior* (1998), *1*(1), 59-78. https://doi.org/10.1089/cpb.1998.1.59
33. Deutsch, J. E., Merians, A. S., Adamovich, S., Poizner, H., & Burdea, G. C. Development and application of virtual reality technology to improve hand use and gait of individuals post-stroke. *Restorative neurology and neuroscience* (2004), *22*(3-5), 371-386. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15502277/
34. Sedaghat, H., Bagherzadeh, F., Sheikh, M., Naghdi, N. The Effect of two methods of motor practice and computer games on motor skills in children with Down syndrome disorder. Motor Behavior, 2021; 13(45):17-36. https://doi.org/10.22089/mbj.2018.5764.1669
35. Straker, L., Howie, E., Smith, A., Jensen, L., Piek, J., & Campbell, A. A crossover randomised and controlled trial of the impact of active video games on motor coordination and perceptions of physical ability in children at risk of developmental coordination disorder. *Human movement science* (2015), *42*, 146-160. https://doi.org/10.1016/j.humov.2015.04.011
36. Momeni, M., Sohrabi, M., Taheri, H., & Ghasemi, A. (2015). Effect of exercise activities on cognitive-motor skills of children with Down syndrome. *Journal of Rehabilitation*, *16*(2), 168-175. https://magiran.com/p1425126
37. Cabeza-Ruiz, R., García-Massó, X., Centeno-Prada, R. A., Beas-Jiménez, J. D., Colado, J. C., & González, L. M. Time and frequency analysis of the static balance in young adults with Down syndrome. *Gait & posture* (2011), *33*(1), 23-28. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.09.014