

## Comparison of Corrective Exercises with Xbox Kinect Exercises on Static and Dynamic Balance in Teenage Girls with Flat Feet Deformity

Hooshmand Far F<sup>1</sup>, Ebrahimi Atri A<sup>2</sup>, Shahtahmassebi B<sup>3</sup>, Bambeichi Sh<sup>3</sup>

- 1- MSc student in Sport Injuries and Corrective Exercises, Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
- 2- Associate Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
- 3- Assistant Professor, Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

### Abstract

Received: 2024.03.09 Accepted: 2024.08.06

**Purpose:** Flat feet is a common condition that affects the balance of children and adolescents. This study aimed to compare the effects of comprehensive corrective exercises and Xbox Kinect exercises on static and dynamic balance in adolescent girls between 10 and 12 years old with flat feet.

**Methods:** A semi-experimental pretest-posttest design was utilized. Forty girls aged 10-12 years with confirmed flat feet (arch drop > 9 mm) were purposively selected and randomly assigned to two groups: a corrective exercise group and an Xbox Kinect exercise group. The average weight, body mass index and navicular drop of the participants in the research were  $37.58 \pm 3.34$ ,  $18.32 \pm 1.16$ , and  $11.70 \pm 1.18$ , respectively. Participants engaged in specific exercises for their group for six weeks, three sessions per week. The BioDex Balance System SD, System115, VAC was used to measure static and dynamic balance before and after the intervention. SPSS version 21 was used for data analysis, and repeated measures analysis of variance applied to assess within and between groups changes (pre-test and post-test), with a significance level set at  $p \leq 0.05$ .

**Results:** Corrective exercises significantly improved static balance variables, including overall index ( $p \leq 0.05$ ), anterior-posterior index ( $p \leq 0.05$ ), and lateral index ( $p \leq 0.05$ ), as well as dynamic balance ( $p \leq 0.05$ ) among participants. Xbox Kinect exercises also showed significant effectiveness in improving static balance variables, such as overall index ( $p \leq 0.05$ ), anterior-posterior index ( $p \leq 0.05$ ), lateral index ( $p \leq 0.05$ ), and dynamic balance ( $p \leq 0.05$ ). There was no significant difference between the effectiveness of corrective exercises and Xbox Kinect exercises on the static and dynamic balance of individuals with flat feet ( $p \geq 0.05$ ).

**Conclusion:** Based on the research findings, Xbox Kinect exercises, when supplemented with corrective interventions, show promising potential in enhancing the balance issues associated with flat feet. Consequently, these interactive games possess the ability to serve as a notable alternative for conventional corrective exercises, due to their attractive and engaging characteristics.

**Keywords:** Flat Feet, Static Balance, Dynamic Balance, Corrective Exercises, Virtual Reality Games

Corresponding Author: Ahmad Ebrahimi Atri

Email: [atri@um.ac.ir](mailto:atri@um.ac.ir)

ORCID: 0000-0001-9260-7341



Copyright © 2023 Mashhad University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

► Please cite this article as: Hooshmand Far F, Ebrahimi Atri A, Shahtahmassebi B, Bambeichi Sh. Comparison of Corrective Exercises with Xbox Kinect Exercises on Static and Dynamic Balance in Teenage Girls with Flat Feet Deformity. *JPSR* 2024; 13(3): 22-31. DOI: 10.22038/JPSR.2024.77612.2599

## مقایسه تمرینات اصلاحی با تمرینات ایکس باکس کینکت بر تعادل ایستا و پویا در دختران نوجوان دارای ناهنجاری کف پای صاف

فریده هوشمندفر<sup>۱</sup>، احمد ابراهیمی عطری<sup>۲</sup>، بهناز شاه طهماسبی<sup>۳</sup>، شهناز بمبئی چی<sup>۳</sup>

**هدف:** ناهنجاری کف پای صاف (Flat Feet; FF) در میان کودکان و نوجوانان شیوع زیادی دارد و این ناهنجاری بر تعادل افراد اثرگذار است. هدف این پژوهش مقایسه تاثیر تمرینات اصلاحی جامع با تمرینات ایکس باکس کینکت (Xbox Kinect; XK) بر تعادل ایستا (Static Balance; SB) و تعادل پویا (Dynamic Balance; DB) در دختران ۱۲-۱۰ ساله دارای ناهنجاری کف پای صاف بود.

**روش بررسی:** این پژوهش از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود. آزمودنی‌های تحقیق حاضر ۴۰ دختر با دامنه سنی ۱۰-۱۲ سال بودند که کف پای صاف آنان با افت ناوی بیشتر از ۹ میلی متر تایید شد و به صورت هدفمند و در دسترس انتخاب شدند. میانگین وزن، شاخص توده بدنی و میزان افت ناوی شرکت‌کنندگان در پژوهش، به ترتیب  $34/58 \pm 3/37$ ،  $16/32 \pm 1/18$ ،  $18/70 \pm 1/11$  بود. افراد به صورت تصادفی و مساوی در دو گروه تمرینات اصلاحی و تمرینات ایکس باکس قرار گرفتند. شرکت‌کنندگان تمرینات مربوط به گروه خود را به مدت شش هفته و سه جلسه در هر هفته اجرا کردند. قبل و بعد از تمرینات اصلاحی و تمرینات ایکس باکس کینکت، تعادل ایستا و پویا آزمودنی‌ها با دستگاه بایودکس مدل Balance SD, System115, VAC اندازه‌گیری شد. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها در این پژوهش، نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۱ استفاده شد و از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر جهت بررسی تغییرات درون گروهی (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) و بین گروهی، استفاده شد. سطح معناداری نیز در این تحقیق  $p \leq 0/05$  در نظر گرفته شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که تمرینات اصلاحی موجب بهبود معنادار متغیرهای تعادل ایستا در شاخص کلی ( $p \leq 0/05$ )، شاخص قدامی-خلفی ( $p \leq 0/05$ )، شاخص جانبی ( $p \leq 0/05$ )، و همچنین تعادل پویا ( $p \leq 0/05$ ) در میان آزمودنی‌ها شد. همچنین نتایج بیانگر اثربخشی معنادار تمرینات ایکس باکس کینکت بر بهبود تعادل ایستا در شاخص کلی ( $p \leq 0/05$ )، شاخص قدامی-خلفی ( $p \leq 0/05$ )، شاخص جانبی ( $p \leq 0/05$ )، و تعادل پویا ( $p \leq 0/05$ ) آزمودنی‌ها بود. بین اثربخشی تمرینات اصلاحی و تمرینات ایکس باکس کینکت بر تعادل ایستا و پویا افراد دارای کف پای صاف تفاوت معناداری وجود نداشت ( $p \geq 0/05$ ).

**نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج این پژوهش تمرینات ایکس باکس کینکت همراه با مداخلات اصلاحی، می‌تواند برای بهبود تعادل افراد با کف پای صاف مورد استفاده قرار گیرد و با توجه به جذابیت این بازی‌ها در بین افراد، جایگزین مناسبی برای تمرینات اصلاحی متداول باشد.

**کلمات کلیدی:** کف پای صاف، تعادل ایستا، تعادل پویا، تمرینات اصلاحی، بازی واقعیت مجازی

نویسنده مسئول: احمد ابراهیمی عطری، [atri@um.ac.ir](mailto:atri@um.ac.ir)، ORCID: 0000-0001-9260-7341

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

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

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

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

### مقدمه

اندام تحتانی هستند؛ از جمله جابجایی پاشنه به سمت والگوس، ابداعشن قسمت جلوی پا و اورژن مفصل ساب تالار که این ناهنجاری موجب درد و هم چنین پیش‌زمینه بروز آسیب‌های مختلف و ناهنجاری‌های ثانویه در افراد است (۳، ۲). عموماً این ناهنجاری به صورت فیزیولوژیک

صافی کف پا در میان ناهنجاری‌های اسکلتی-عضلانی از شایع‌ترین ناهنجاری‌ها در افراد است که تقریباً ۱۵ درصد افراد در جهان را شامل می‌شود (۱). تغییرات ساختاری و آناتومیکی زیادی همراه با کف پای صاف در

بازی ها در سنین پایین تر، پژوهش های مرتبط با ناهنجاری های کودکان در این حوزه محدود است (۲۶). به نظر می رسد با وارد کردن مداخلات اصلاحی بتوان نتایج حاصل از بازی های ویدیویی بر بهبود عملکرد افراد را ارتقا داد. هدف از انجام این پژوهش مقایسه اثربخشی تمرینات اصلاحی و بازی های ویدیویی ایکس باکس کینکت (Xbox Kinect) همراه با مداخله های اصلاحی بر تعادل ایستا و پویا دختران ۱۲-۱۰ سال با ناهنجاری کف پای صاف است.

### روش بررسی

این پژوهش از نوع نیمه تجربی با طرح پیش آزمون و پس آزمون و از حیث هدف به صورت کاربردی است. جامعه آماری این تحقیق دختران دارای کف پای صاف ساکن شهر مشهد با دامنه سنی ۱۲-۱۰ سال است که از میان این جامعه آماری، با توجه به تخمین حجم نمونه توسط نرم افزار G\*Power و با در نظر گرفتن  $d=0/97$  و  $f=0/23$ ، آلفا مساوی  $0/05$  و توان مطالعه  $0/80$ ، تعداد ۴۰ آزمودنی بصورت هدفمند و در دسترس در پژوهش شرکت کردند و سپس به طور تصادفی و مساوی در دو گروه تمرینات اصلاحی و تمرینات ایکس باکس تقسیم شدند. برای مشخص کردن ساختار کف پا، از روش افت استخوان ناوی استفاده شد. در این روش، میزان افت ناوی کمتر از ۵ میلی متر تحت عنوان کف پای گود، بین ۵-۹ میلی متر به عنوان کف پای طبیعی و بیش تر از ۹ میلی متر کف پای صاف تعریف می شود (۱۰).

معیارهای ورود به این پژوهش، دختران با دامنه سنی ۱۲-۱۰ سال، وجود ناهنجاری کف پای صاف با بیشتر از ۹ میلی متر افت ناوی، نداشتن اضافه وزن بر اساس شاخص توده بدنی، نداشتن هرگونه آسیب تروماتیک، مورد تایید بودن سلامت عمومی فرد توسط پزشک و عدم انجام فعالیت های خاص بدنی در طی روند انجام پژوهش بود و چنانچه آزمودنی در جلسات تمرین غیبت داشت، از پژوهش خارج می شد (۲۶)، (۱۷).

به منظور ارزیابی تعادل آزمودنی ها از دستگاه تعادل سنج بایودکس مدل ( Balance SD, System115, VAC) ساخت کشور آمریکا استفاده شد. برای آزمون تعادل ایستا تست آزمون ثبات قامت

در دهه اول زندگی افراد دیده می شود؛ با افزایش سن کودکان و رشد سیستم عصبی-عضلانی، کاهش سستی مفاصل و استخوانی شدن فزاینده ساختارهای پا، صافی کف پا بهبود می یابد (۷-۴)؛ اما وجود صافی کف پا در سنین بالاتر از ۱۰ سالگی موضوعی نگران کننده است که باید مورد توجه و بررسی بیشتر قرارگیرد و سریعاً برای درمان و رفع آن اقدام شود (۸).

بدلیل قرارگیری پا در انتهای زنجیره حرکتی تحتانی و ایجاد سطح اتکا برای بدن، پا در سه عملکرد انتقال نیرو، جذب نیرو و حفظ تعادل نقش ایفا می کند (۹)؛ بنابراین هر گونه تغییری در ساختار طبیعی و آناتومیکی پا بر عملکردهای فوق موثر است (۱۱، ۱۰). در نتیجه، تغییرات آناتومیکی پا و بیومکانیکی سطح اتکا که همراه ناهنجاری کف پا صاف هستند، حس عمقی و در نهایت تعادل افراد را تحت تاثیر قرار می دهند (۱۲). تعادل به عنوان توانایی حفظ مرکز ثقل در محدوده سطح اتکا تعریف می شود که به دو صورت تعادل ایستا (Static Balance; SB) و پویا (Dynamic Balance; DB) مورد بررسی قرار می گیرد (۱۳). حفظ تعادل در زندگی روزمره و عملکرد ورزشی از اهمیت زیادی برخوردار است که مستلزم وجود تعامل صحیح بین اجزای مرکزی و محیطی دستگاه عصبی است (۱۴).

نتایج پژوهش ها حاکی از اثربخشی تمرینات اصلاحی (Corrective Exercises; CE) بر بهبود تعادل در افراد با صافی کف پا است (۱۵-۱۸). اما پیگیری و کامل کردن جلسات تمرینی در سنین پایین تر بدلیل نداشتن جذابیت تمرینات برای این سنین، از چالش های این حوزه است که استفاده از روش هایی که بتواند انگیزه پیگیری تمرینات را در افراد بهبود بخشد، می تواند راهکاری مفید در این زمینه باشد. در سال های اخیر، خصوصیات بازی های ویدیویی مانند لذت بخش بودن این بازی ها برای افراد، در دسترس بودن، و ویژگی حرکتی آنها، موجب شده تا این ابزار مورد توجه محققان در جنبه های درمانی قرار گیرد (۲۲-۱۹). نتایج تحقیقاتی که به مقایسه اثربخشی بازی های ویدیویی فعال با فعالیت فیزیکی پرداخته اند، بیانگر این است که بازی های ویدیویی فعال می توانند جایگزین مناسبی برای فعالیت های فیزیکی باشند (۲۵-۲۳، ۱۹). علی رغم اهمیت موضوع ناهنجاری های کودکان و جذابیت این

کردند. در دو هفته اول، بازی ها بدون مداخله بر روی سطح نرم اجرا شد و با پیشرفت آزمودنی ها، در هفته سوم و چهارم اعمال اضافه بار از طریق اضافه کردن باند کشی در اجرای بازی ها صورت گرفت. در دو هفته انتهایی علاوه بر استفاده از باند کشی، آزمودنی ها بر روی تشک ژیمناستیک به منظور ایجاد سطح ناپایدار به اجرای تمرینات ایکس باکس پرداختند. CD بازی شامل تمرینات مرحله گرم کردن، تمرینات اصلی و سرد کردن بود. تمرینات اصلی در هر هفته، شامل دو جلسه تمرین مقاومتی و یک جلسه تمرین هوازی بود که در فضای ایکس باکس کینکت توسط آزمودنی ها اجرا شد (جدول ۲).

به منظور تجزیه و تحلیل داده ها در این پژوهش نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۱ استفاده شد. جهت محاسبه شاخص گرایش مرکزی (میانگین) و شاخص پراکندگی (انحراف معیار) از آمار توصیفی استفاده شد. نرمال بودن توزیع داده و همگن بودن گروه ها به ترتیب با استفاده از آزمون های شاپیروویلیک (Shapiro-Wilk Test) و لون (Levene's Test) تایید شد. برای بررسی تغییرات درون گروهی (پیش آزمون و پس آزمون) و بین گروهی از آزمون آنالیز واریانس با اندازه گیری مکرر (Repeated Measures ANOVA) استفاده شد. سطح معناداری نیز در این تحقیق  $p \leq 0.05$  در نظر گرفته شد.

#### یافته ها

نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان داد که تمرینات اصلاحی موجب بهبود معنادار متغیرهای تعادل ایستا در شاخص کلی ( $F=21/09, p \leq 0.05, ES=0/71$ )، شاخص قدامی-خلفی ( $F=41/75, p \leq 0.05, ES=0/66$ )، شاخص جانبی ( $F=13/92, p \leq 0.05, ES=0/48$ ) و همچنین تعادل پویا ( $F=57/53, p \leq 0.05, ES=0/74$ )، در میان آزمودنی ها شد. همچنین نتایج بیانگر اثربخشی معنادار تمرینات ایکس باکس کینکت بر بهبود تعادل ایستا در شاخص کلی ( $F=16/20, p \leq 0.05, ES=0/53$ )، شاخص قدامی-خلفی ( $F=44/18, p \leq 0.05, ES=0/72$ )، شاخص جانبی ( $F=27/37, p \leq 0.05, ES=0/54$ ) و تعادل پویا

(Postural Stability Test; PST) مورد استفاده قرار گرفت. پیش از اجرای آزمون، جهت آشنایی با دستگاه، آزمودنی روی صفحه نیروی دستگاه قرار گرفت. برای شروع آزمون، فرد روی صفحه نیرو دستگاه به صورت کاملا صاف، نگاه به روبرو و دست ها کنار بدن قرار گرفت. مشخصات فردی در دستگاه ثبت شد. سپس آزمودنی تلاش کرد تا مرکز ثقل را در مرکز دایره ای که در صفحه نمایشگر دستگاه مشخص شده، نگهدارد. این آزمون سه بار، به مدت ۲۰ ثانیه تکرار شد و بین هر کوشش ۱۰ ثانیه استراحت در نظر گرفته شد. شاخص های ثابت کلی، ثابت قدامی-خلفی و ثابت جانبی توسط دستگاه مشخص شد. در نهایت میانگین سه کوشش به عنوان نمره فرد ثبت شد. برای ارزیابی تعادل پویا از آزمون پایداری محدود (Limit Stability Test; LST) با سطح دشواری متوسط استفاده شد. به این صورت که دایره هایی در صفحه نمایش نشان داده می شد و فرد باید مرکز فشار پا را که در مرکز دایره ها قرار داشت، به سمت هدف مشخص شده (دایره چشمک زن)، هدایت می کرد. آزمون سه بار، به مدت ۲۰ ثانیه با زمان استراحت ۱۰ ثانیه بین هر کوشش اجرا شد و پایان آزمون زمانی بود که تمام نقاط مشخص شده در صفحه نمایش طی شده باشد. در نهایت نمره فرد به عنوان میانگینی از سه کوشش ثبت شد. پایایی این آزمون حدود ۰/۸۹ گزارش شده است (۲۷). پس از اجرای پیش آزمون، آزمودنی های دو گروه تمرینات اصلاحی و ایکس باکس قرار گرفتند.

#### برنامه تمرینی اصلاحی جامع

برنامه تمرینات جامع شامل ۱۵ تمرین بود و به مدت شش هفته، ۳ جلسه تمرین در هر هفته، توسط آزمودنی ها با پای برهنه اجرا شد. به طوری که افراد در هر هفته، هشت تمرین را اجرا کردند. در این تمرینات علاوه بر تقویت عضلات ریز کف پای به تقویت عضلات ناحیه مرکزی بدن و مفصل پروگزیمال نیز پرداخته شد (۱۷) (جدول ۱).

#### برنامه تمرینی ایکس باکس کینکت

در گروه تجربی ایکس باکس کینکت، آزمودنی ها شش هفته، سه روز در هر هفته، تمرینات CD بازی Kinect Training NIKE را در فضای ایکس باکس ۳۶۰ را اجرا

## جدول ۱: برنامه تمرینی گروه حرکات اصلاحی جامع

هفته	تمرین	ست	زمان / تکرار هر ست
هفته اول و دوم	پلانک روی زانو	۳	۳۰-۴۰ ثانیه
	ابداکشن ران	۳	R ۱۲-۱۰
	رولینگ کف پا	۳	۱۰ ثانیه
	بلند کردن لبه داخلی پا	۳	۱۵-۱۰ ثانیه
	جمع کردن پارچه با کف پا	۴	۲۰ ثانیه
	بالا بردن پاشنه نشسته روی صندلی	۳	R ۱۲-۱۰
	ایستادن روی یک پا با کمک	۳	۱۵-۱۰ ثانیه
	راه رفتن روی پاشنه با کمک	۳	۱۵-۱۰ ثانیه
	راه رفتن آرام با کنترل پرونیشن پا	۳	۱۵-۱۰ ثانیه
	اسکات جفت پا با کنترل پرونیشن پا	۳	R ۱۲-۱۰
هفته سوم و چهارم	فلکشن ۶۰ درجه تنه	۳	۳۰ ثانیه
	پلانک روی زانو	۳	۴۵-۵۰ ثانیه
	ابداکشن ران با لوپ زرد	۳	R ۱۵-۱۲
	رولینگ کف پا	۳	۲۰ ثانیه
	اینورشن مچ در حالت نشسته با لوپ زرد	۳	۱۵-۲۰ ثانیه
	جمع کردن پارچه با کف پا	۳	۲۰ ثانیه
	بالا بردن پاشنه در حالت ایستاده	۳	R ۱۵-۱۲
	ایستادن روی یک پا	۳	۲۰ ثانیه
	راه رفتن روی پاشنه	۳	۲۰ ثانیه
	راه رفتن سریع با کنترل پرونیشن پا	۳	۱۵-۲۰ ثانیه
هفته پنجم و ششم	پلانک	۳	۳۰-۴۰ ثانیه
	چرخش خارجی ران با لوپ زرد	۳	R ۱۵-۱۲
	ابداکشن ران با لوپ سبز/آبی	۳	R ۱۵
	رولینگ کف پا	۴	۲۰ ثانیه
	اینورشن مچ در حالت نشسته با لوپ سبز/آبی	۴	۱۵ ثانیه
	قرار دادن حلقه‌ها دور میله با انگشتان پا	۴	۱۰
	بالا بردن پاشنه روی تشک ژیمناستیک	۳	R ۱۵
	ایستادن روی تشک ژیمناستیک با یک پا	۳	۲۰-۲۵ ثانیه
	راه رفتن روی پاشنه روی تشک ژیمناستیک	۵	۲۰-۲۵ ثانیه
	اسکات تک پا با کنترل پرونیشن پا روی تشک ژیمناستیک	۳	R ۱۵
راه رفتن روی تشک ژیمناستیک با کنترل پرونیشن پا	۳	۱۵-۲۵ ثانیه	

## جدول ۲: برنامه تمرینی ایکس باکس

تمرینات	مرحله تمرینی	بازی CD
Kneeling plank – dead bug – hurdle matrix – squat – bent over yt – mountain climber – knee balancing lift – kneeling push up – star jump – bridge single leg – kneeling push up – dodgeball	مقاومتی ۳ ست	Kinect Training NIKE
High knee - split decision - mountain climber – jumping jacks – star jump – leg matrix – dodgeball	هوازی ۲ ست	

جدول ۳: مشخصات فردی آزمودنی ها

گروه تمرینات اصلاحی (انحراف معیار ± میانگین)	گروه تمرینات واقعیت مجازی (انحراف معیار ± میانگین)	آماره آزمون	p- مقدار
سن (سال)	۰/۷۵ ± ۱۱/۰۵	۰/۴۰	۰/۵۳
وزن (کیلوگرم)	۳/۴۸ ± ۳۷/۷۹	۰/۰۸	۰/۷۷
قد (سانتی متر)	۲/۴۵ ± ۱۴۲/۹۵	۱/۴۸	۰/۲۳
شاخص توده بدنی <sup>۰</sup>	۱/۳۶ ± ۱۸/۴۷	۳/۴۴	۰/۰۷

<sup>۰</sup>Body Mass Index; BMI

جدول ۴: نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه های تکراری در گروه های مورد مطالعه طی مراحل انجام شده

متغیر	گروه	پیش آزمون میانگین ± انحراف معیار	پس آزمون میانگین ± انحراف معیار	درون گروهی آماره آزمون	p- مقدار	بین گروهی آماره آزمون	p- مقدار
تبادل ایستا- ثبات کلی (سانتی متر)	اصلاحی	۰/۴۰ ± ۱/۱۵۱	۰/۳۶ ± ۰/۸۳	۲۱/۰۹	۰/۰۰۱	۰/۱۶	۰/۶۹
	ایکس باکس	۰/۳۳ ± ۰/۹۹	۰/۲۴ ± ۰/۷۲	۱۶/۲۰	۰/۰۰۱		
تبادل ایستا- ثبات قدامی- خلفی (سانتی متر)	اصلاحی	۰/۲۹ ± ۰/۶۷	۰/۲۴ ± ۰/۴۸	۴۱/۷۵	۰/۰۰۱	۰/۰۱	۰/۸۹
	ایکس باکس	۰/۲۸ ± ۰/۶۲	۰/۱۷ ± ۰/۴۲	۴۴/۱۸	۰/۰۰۱		
تبادل ایستا- ثبات جانبی (سانتی متر)	اصلاحی	۰/۱۷ ± ۰/۴۲	۰/۱۳ ± ۰/۲۶	۱۳/۹۲	۰/۰۰۱	۱/۱۲	۰/۲۹
	ایکس باکس	۰/۲۳ ± ۰/۴۹	۰/۱۰ ± ۰/۲۷	۲۷/۳۷	۰/۰۰۱		
تبادل پویا (ثانیه)	اصلاحی	۶/۰۵ ± ۴۳/۵۰	۵/۱۶ ± ۴۰/۵۵	۵۷/۵۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۸	۰/۹۲

( $F=59/50$ ,  $p \leq 0/05$ ,  $ES=0/76$ ) آزمودنی ها بود. بین اثربخشی تمرینات اصلاحی و تمرینات ایکس باکس کینکت بر تعادل ایستا و پویا افراد دارای کف پا صاف تفاوت معناداری وجود نداشت ( $p \geq 0/05$ ).

### بحث و نتیجه گیری

هدف از این پژوهش مقایسه تاثیر تمرینات اصلاحی با تمرینات ایکس باکس کینکت بر تعادل ایستا و پویا دختران ۱۰-۱۲ سال دارای ناهنجاری کف پای صاف بود. نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان داد که بین تأثیر تمرینات اصلاحی با تمرینات ایکس باکس کینکت بر تعادل ایستا و پویا آزمودنی ها تفاوت معناداری وجود ندارد ( $p \geq 0/05$ ) و همکاران (Yıldırım Şahan, ۲۸) پژوهشی با هدف مقایسه اثربخشی کوتاه مدت بازی های واقعیت مجازی با تمرینات عضلات کوتاه پا بر کف پای صاف اجرا کردند. ۴۰ شرکت کننده دارای کف پای صاف در این پژوهش به دو گروه تمرینات واقعیت مجازی و تمرینات عضلات کوتاه پا تقسیم شدند و مدت چهار هفته و سه

جلسه در هفته تمرینات مشخص شده را اجرا کردند. نتایج حاکی از اثرگذاری این دو برنامه تمرینی بر بهبود مقادیر افت ناوی، تعادل و عملکرد در هر دو گروه بود و بین نتایج دو گروه تفاوت معناداری مشاهده نشد (۲۸) که با وجود تفاوت در تمرینات و زمان بیشتر برنامه تمرینی در پژوهش حاضر، نتایج با پژوهش ذکر شده همسو بود. جراحی و همکاران (۲۹) میزان اثربخشی هشت هفته بازی های ویدیویی حرکتی را بر بهبود تعادل پویا و ایستا پسران ۱۴-۱۲ سال بررسی کردند. در این پژوهش ۳۰ دانش آموز به دو گروه تجربی و کنترل تقسیم شدند. نتایج بیانگر بهبود معناداری در تعادل ایستا و پویا بین گروه کنترل و تجربی بود (۲۹) و با وجود تفاوت در طول اجرای برنامه تمرینی با تحقیق حاضر اما نتایج با پژوهش حاضر همسو بود. CD استفاده شده در گروه واقعیت مجازی در پژوهش حاضر، Kinect Training NIKE بود که ماهیتی کاملا تمرینی دارد در مقایسه با بازی هایی که جراحی و همکاران (۲۹) از آن استفاده کردند، می تواند از عواملی باشد که با اجرای پژوهش با مدت کمتری شاهد نتایج مشابه هستیم. اجرای تمریناتی مانند اسکات و

حاضر با توجه به بهبود ناهنجاری کف پای صاف در آزمودنی ها، عاملی که منجر به اختلال بر تعادل افراد می شد بهبود یافت که خود این موضوع دلیل روشنی بر بهبود تعادل ایستا و پویا در پژوهش حاضر است. Ortiz-Gutiérrez و همکاران (۳۲) تاثیرات برنامه واقعیت مجازی بر بهبود تعادل بیماران مبتلا به ام اس را بررسی کردند (۳۲). Vernadakis و همکاران (۳۳) به بررسی اثربخشی بازی های منتخب ایکس باکس بر تعادل ورزشکارانی که قبلاً آسیب دیده بودند پرداختند (۳۳). de Lima و همکاران (۳۴)، پژوهشی با هدف بررسی اثربخشی یک برنامه تمرینی ایکس باکس بر کیفیت خواب، اضطراب و توانایی عملکردی سالمندان اجرا کردند (۳۴). Bieryla و همکاران (۳۵) اثرات بازی های ایکس باکس کینکت بر بهبود تعادل و ماندگاری اثرات آن در افراد سالمند بررسی کردند (۳۵). نتایج این پژوهش ها حاکی از بهبود معنادار تعادل میان آزمودنی ها بود و با نتایج تحقیق حاضر همسو می باشد. نتایج تحقیق نیکخو امیری و همکاران (۱۷) اثربخشی شش هفته تمرینات اصلاحی جامع بر تعادل نوجوانان دختر دارای ناهنجاری صافی کف پای منعطف را نشان داد (۱۷). که با نتایج پژوهش حاضر همسو است. تقویت عضلات ناحیه مرکزی بدن با ایجاد تکیه گاه مناسب و با ثبات برای حرکات اندام تحتانی در حفظ کنترل پاسچر و همچنین تعادل پویا افراد موثر است. عضلات ثبات دهنده مرکزی قبل از عضلات حرکت دهنده اصلی اندام تحتانی و در تمام صفحات حرکتی منقبض می شوند تا بتوانند ثبات در حرکات فرد را ایجاد کنند. کاهش قدرت در این ناحیه موجب افزایش نوسان های بدن و اختلال در الگوی حرکتی و در نهایت اختلال در تعادل افراد می شود. از این رو هر دو برنامه تمرینات اصلاحی و تمرینات واقعیت مجازی اجرا شده در پژوهش حاضر که شامل تمریناتی جهت تقویت عضلات ناحیه مرکزی بدن بودند، اثرات معناداری بر بهبود تعادل ایستا و پویا افراد داشتند و این اثرات با اعمال سطح ناپایدار در طی دو هفته انتهایی نیز بیشتر شد.

طبق نتایج حاصل از این پژوهش، تمرینات واقعیت مجازی ایکس باکس کینکت همراه مداخلات اصلاحی میتواند اثرات مشابه با تمرینات اصلاحی جامع بر بهبود تعادل ایستا و پویا افراد دارای ناهنجاری کف پای صاف داشته باشد. با توجه به ویژگی هایی که تمرینات واقعیت

تمرینات تعادلی مانند فرشته از جمله حرکاتی هستند که اثرگذاری زیادی بر بهبود تعادل افراد دارند و در پژوهش حاضر از این تمرینات استفاده شده است. Su و همکاران (۳۰) تفاوت تعادل و چابکی را قبل و بعد از یک دوره شش هفته ای استفاده از بازی های منتخب ایکس باکس کینکت بر ۴۳ آزمودنی با دامنه سنی ۲۰ تا ۳۰ سال بررسی کردند که تعادل پویا و چابکی در هفته دوم بهبود معناداری داشت و در هفته چهارم و ششم این روند ادامه داشت. اما تعادل ایستا بهبود معناداری نداشت (۳۰). بهبود تعادل پویا در این پژوهش با نتایج طرح حاضر همسو است اما در متغیر تعادل ایستا ناهمسو می باشد. این تفاوت را می تواند ناشی از تفاوت در تمرینات واقعیت مجازی استفاده شده در پژوهش باشد. علاوه بر آن، در پژوهش حاضر مداخلات اصلاحی نیز صورت گرفته است به این صورت که برای اثرگذاری بیشتر در بهبود تعادل افراد، در دو هفته انتهایی تمرینات روی سطح ناپایدار اجرا شد. تمرین در سطح ناپایدار با تحریک مکرر مفاصل در صفحات چندگانه موجب تغییرات سریع در طول لیگامنت ها و باعث تحریک آوران ها و پاسخ های رفلکسی حرکتی به منظور ایجاد سریع پایداری در مفصل می شود. از سوی دیگر این تمرینات موجب تقویت بیشتر عضلات ناحیه مچ پا می شود و بکارگیری استراتژی مچ پا را در حفظ عملکرد تعادلی افراد تسهیل می کند. در نتیجه تفاوت موجود در میان متغیر تعادل ایستا با پژوهش ذکر شده را می توان به اجرای تمرینات روی سطح ناپایدار هم نسبت داد. Sapi و همکاران (۳۱) اثرگذاری شش هفته تمرینات ایکس باکس کینکت را بر تعادل زنان سالمند را بررسی کردند. نتایج نشان داد تمرینات کینکت بر تعادل و ثبات وضعیتی در جهت حیاتی جانبی برای سالمندان باشد و به کاهش خطر سقوط کمک کند اما در این پژوهش تفاوت معناداری میان تعادل ایستا در جهت قدامی خلفی مشاهده نشد (۳۱) که از این جهت با پژوهش حاضر ناهمسو می باشد. دلیل این تفاوت علاوه بر موضوعاتی که در موارد بالاتر ذکر شد، احتمالاً مرتبط با رده سنی متفاوت با پژوهش حاضر نیز باشد. سالمندان در مقایسه با افراد جوانتر در بازیابی حس تعادل به دلیل تغییر در سیستم های اسکلتی عضلانی، دهلیزی، حس پیکری و بینایی، با مشکلات بیشتری مواجه هستند. علاوه بر این، در تحقیق

### نقش نویسندگان

فریده هوشمندفر (نویسنده اول): طراحی، بازبینی و نگارش مقاله.

احمد ابراهیمی عطری (نویسنده مسئول): استادراهنما، نگارش، بازبینی و ارسال مقاله به مجله، تایید نهایی مقاله. بهناز شاه طهماسبی، شهناز بمبئی‌چی: اساتید مشاور، نگارش، بازبینی مقاله.

### منابع مالی

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

### تعارض منافع

نویسندگان هیچ تعارض منافی ندارند.

### منابع

1. Farahani Abolfazl KSM. Exercise therapy with emphasis the flat foot and spinal deformities. Tehran: Asre Entezar; 2011; 28. [Persian]
2. Toullec E. Adult flatfoot. Orthop Traumatol Surg Res 2015; 101(1): S11-S17.
3. Biomec A, Biomechanics B. Retracted: Effects of Plyometric Exercises versus Flatfoot Corrective Exercises on Postural Control and Foot Posture in Obese Children with a Flexible Flatfoot. Appl Bionics Biomech 2023; 2023: 9782097.
4. Volpon JB. Footprint analysis during the growth period. J Pediatr Orthop 1994; 14(1): 83-85.
5. Chang J-H, Wang S-H, Kuo C-L, Shen HC, et al. Prevalence of flexible flatfoot in Taiwanese school-aged children in relation to obesity, gender, and age. Eur J Pediatr 2010; 169(4): 447-452.
6. Vukašinović ZS, Spasovski DV, Matanović DD, Živković ZM, et al. Flatfoot in children. Acta Chir Iugos 2011; 58(3): 103-106.
7. Carroll K, Kennedy R, Koutoulas V, Werake U, et al. Comparability between wearable inertial sensors and an electronic walkway for spatiotemporal and relative phase data in young children aged 6–11 years. Gait Posture 2024; 111: 30-36.

مجازی دارند مثل جذابیت و دسترسی آسان و امکان اجرای تمرینات در خانه، این تمرینات می تواند نقش بسیار زیادی در حوزه حرکات اصلاحی و رفع آسیب ها داشته باشند؛ همچنین می توانند احتمال پیگیری کامل تمرینات توسط افراد را بیشتر کنند و در نتیجه می توان آن را به افرادی که نیازمند حرکات اصلاحی هستند پیشنهاد داد تا در کنار لذت بردن از تکنولوژی های جدید و اکتیو ویدیوگیم ها، افراد حرکاتی با هدفمندی بیشتر و متناسب با ویژگی های بدن خود اجرا کنند. با این رویکرد می توان اثرات ناخوشایندی که زندگی در عصر دیجیتال برای پاسچر و عملکرد انسان به ارمغان آورده است را کاهش داد و از خود این ابزار، با تمام ویژگی های جذابش، برای رفع آن آثار در قسمت های مختلف استفاده کرد. اما با توجه به محدود بودن پژوهش هایی با موضوع تمرینات واقعیت مجازی مرتبط با حرکات اصلاحی، قضاوت در مورد این تمرینات و فواید و اثرات آن در این حیطه، نیازمند تحقیقات بیشتری است. محدودیت های پژوهش حاضر شامل عدم پیگیری آزمودنی ها جهت مشخص شدن میزان ماندگاری تمرینات به دلیل محدودیت های زمانی و مالی و در نظر نگرفتن آزمودنی-ها با جنسیت متفاوت بود که قابلیت تعمیم پذیری نتایج پژوهش را تحت تأثیر قرار می دهد. پیشنهاد می شود پژوهش های آینده با جنسیت متفاوت آزمودنی ها، در مدت زمانی بیشتر، با دامنه سنی متفاوت و با پیگیری-های بلند مدت اجرا شود. همچنین اثربخشی بازی های ایکس باکس با سایر پروتکل های اصلاحی و همچنین بر سایر ناهنجاری ها اسکلتی عضلانی، مقایسه و مورد بررسی قرار گیرد.

### سپاسگزاری

از تمامی عزیزانی که در طول انجام این پژوهش ما را یاری کرده اند، کمال تشکر و قدردانی را ابراز می کنیم. این پژوهش متعهد به تمامی قوانین اخلاقی کمیته اخلاق پژوهشی زیستی دانشگاه فردوسی مشهد است و تمام مراحل طبق ضوابط کمیته اخلاق با کد اخلاقی ۰۲۲-IR.UM.REC.۱۴۰۲ اجرا شد.



8. Ueki Y, Sakuma E, Wada I. Pathology and management of flexible flat foot in children. *J Orthop Sci*. 2019; 24(1): 9-13.
9. Schlicht J, Camaione DN, Owen SV. Effect of intense strength training on standing balance, walking speed, and sit-to-stand performance in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001; 56(5): M281-M286.
10. Cote KP, Brunet ME, II BMG, Shultz SJ. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *J Athl Train* 2005; 40(1): 41-46.
11. Harrison P-L, Littlewood C. Relationship between pes planus foot type and postural stability. *Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy* 2010; 4(3):21-24.
12. Markowicz M, Skrobot W, Łabuć A, Poszytek P, et al. The Rehabilitation Program Improves Balance Control in Children with Excessive Body Weight and Flat Feet by Activating the Intrinsic Muscles of the Foot: A Preliminary Study. *J Clin Med*. 2023; 12(10): 3364.
13. Levangie PK, Norkin CC. Joint structure and function: a comprehensive analysis. 2011.
14. Fatahi A, Dehnavi M. Comparison the Effect of Neuromuscular Exercises with Other Training Modalities on Balance and Motor Function in People with Chronic Ankle Instability: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JREHAB* 2022; 23(3): 310-333. [Persian]
15. Allam HH, Muhsen A, Al-Walah MA, Alotaibi AN, et al. Effects of Plyometric Exercises versus Flatfoot Corrective Exercises on Postural Control and Foot Posture in Obese Children with a Flexible Flatfoot. *Appl Bionics Biomech* 2021; 2021: 3635660.
16. Kim E-K, Kim JS. The effects of short foot exercises and arch support insoles on improvement in the medial longitudinal arch and dynamic balance of flexible flatfoot patients. *J Phys Ther Sci* 2016; 28(11): 3136-3139.
17. Nikkhouamiri F, Akoochakian M, Shirzad Araghi E, Hosein Nejad SE. Effect of Six Weeks of Comprehensive Corrective Exercises on Balance and Foot Pressure Pattern in Female Adolescents with Flexible Flat Foot. *JRM* 2020; 9(3): 72-82. [Persian]
18. Đorđević S, Jorgić B, Stanojević I. Effects of exercise programs on pes planus in children under 18 years of age: a systematic review. *Acta Kinesiologica* 2015; 9(2): 7-11.
19. Gao Z, Chen S, Pasco D, Pope Z. A meta-analysis of active video games on health outcomes among children and adolescents. *Obes Rev* 2015; 16(9): 783-794.
20. Erten AB, Tarakçı D, Çaçan MA. The Effectiveness of Video-Based Game Exercise Therapy Applications in Pes Planus Rehabilitation: Protocol for a Randomized Controlled Trial. *JMIR Res Protoc* 2023; 12(1): e51772.
21. Deng N, Soh KG, Abdullah BB, Tan H, Huang D. Active video games for improving health related physical fitness in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Front Public Health* 2024; 12: 1345244.
22. Feria-Madueño A, Monterrubio-Fernández G, Mateo Cortes J, Carnero-Diaz A. The Effect of a Novel Video Game on Young Soccer Players' Sports Performance and Attention: Randomized Controlled Trial. *JMIR Serious Games* 2024; 12: e52275.
23. Staiano AE, Calvert SL. Digital gaming and pediatric obesity: At the intersection of science and social policy. *Soc Issues Policy Rev* 2012; 6(1): 54-81.
24. Arman N, Tarakci E, Tarakci D, Kasapcopur O. Effects of video games-based task-oriented activity training (Xbox 360 Kinect) on activity performance and participation in patients with juvenile idiopathic arthritis: a randomized clinical trial. *Am J Phys Med Rehabil* 2019; 98(3): 174-181.
25. Zhao Y, Soh KG, Saad HA, Liu C, Ding C. Effects of active video games on physical activity among overweight and obese college students: a systematic review. *Front Public Health* 2024; 12: 1320112.
26. Sheehan DP, Katz L. The Impact of a Six Week Exergaming Curriculum on Balance with Grade

- Three School Children using the Wii FIT+™. *International Journal of Computer Science in Sport* 2012; 11(3): 5-22.
27. Hinman MR. Factors affecting reliability of the Biodex Balance System: a summary of four studies. *J sport rehabil* 2000; 9(3): 240-252.
28. Yıldırım Şahan T, Aydoğan Arslan S, Demirci CS, Oktaş B, Sertel M. Comparison Of Short-Term Effects Of Virtual Reality and Short Foot Exercises In Pes Planus. *Foot* 2021; 47: 101778.
29. Jarrahi S, Abedanzadeh R, Doustan MR. the Effect of Eight-Week Interactive Video Games on the Static and Dynamic Balance of Male Students. *Journal of neuropsychology*. 2020; 6(1): 31-46. [Persian]
30. Su H, Chang Y, Lin Y, Chu I. Effects of training using an active video game on agility and balance. *J Sports Med Phys Fitness* 2015; 55(9): 914-921.
31. Sági M, Fehér-Kiss A, Csernák K, Domján A, Pintér S. The effects of exergaming on sensory reweighting and mediolateral stability of women aged over 60: usability study. *JMIR Serious Games* 2021; 9(3): e27884.
32. Ortiz-Gutiérrez R, Cano-de-la-Cuerda R, Galán-del-Río F, Alguacil-Diego IM, et al. A telerehabilitation program improves postural control in multiple sclerosis patients: a Spanish preliminary study. *Int J Environ Res Public Health* 2013; 10(11): 5697-5710.
33. Vernadakis N, Derri V, Tsitskari E, Antoniou P. The effect of Xbox Kinect intervention on balance ability for previously injured young competitive male athletes: a preliminary study. *Phys Ther Sport* 2014; 15(3): 148-155.
34. De Lima BE, Passos GS, Youngstedt SD, Júnior LCBS, Santana MG. Effects of Xbox Kinect exercise training on sleep quality, anxiety and functional capacity in older adults. *J Bodyw Mov Ther* 2021; 28: 271-275.
35. Bieryla KA. Xbox Kinect training to improve clinical measures of balance in older adults: a pilot study. *Aging Clin Exp Res* 2016; 28(3): 451-457.