



# The Comparison of the Effectiveness of Neurofeedback Training and Training Environment Affordance on Static Balance in Men Living in Nursing Homes

Bahram Saadat<sup>1</sup> , Mahmoud Sheikh<sup>2\*</sup>  and Davoud Hominian<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Dept of Sports Science, University of Tehran Kish International Campus, Kish, Iran

<sup>2</sup> Dept of Motor Behavior, Faculty of Sports Science, University of Tehran, Tehran, Iran

## Article Info

### Article History

Received: 08.06.2022

Revised: 10.07.2022

Accepted: 12.07.2022

ePublished: 03.08.2022

### Keywords

Neurofeedback, training environment affordance, static balance, elderly

### How to cite this article

Saadat, B., Sheikh, M., & Hominian, D. (2022). The Comparison of the effectiveness of neurofeedback training and training environment affordance on static balance in men living in nursing homes. *Aging Psychology*, 8(2), 163-173.

### \*Corresponding Author

Mahmoud Sheikh

### Email

mshikh@ut.ac.ir



© The Author(s)

Publisher: Razi University

## Abstract

Balance ability is a crucial component of the independent daily activities among older adults. Balance impairment is one of the significant risk factors for falls and its related complications. Therefore, the purpose of the current study was to compare the effectiveness of neurofeedback training and training environment affordance on static balance in the elderly men. This was a quasi-experimental study with a pretest-posttest control group design. The statistical population of the present study included the elderly men with an age range of 60 to 80 years living in nursing homes in Ilam, Iran, among whom 36 participants were selected using convenience sampling along with considering the inclusion and exclusion criteria, and assigned into three groups of neurofeedback, training environment affordance and control, each of which had 12 members. Participants performed a static balance task in three attempts in the pretest phase. In the intervention phase (practice), which lasted for eight weeks and included three 30-minute sessions per week, the member of two experimental groups performed the relevant exercises. It should be noted that during this period, the control group performed their usual daily activities. The posttest phase was conducted exactly after the last training session. Data were analyzed by univariate analysis of covariance (ANCOVA), the results of which indicated that neurofeedback training has a significant effect on improving static balance (anterior-posterior displacement and central-lateral displacement of the center of pressure) in the elderly men ( $P < 0.01$ ). Besides, training environment affordance had a significant effect on improving static balance (anterior-posterior displacement and central-lateral displacement of the center of pressure) in the elderly men ( $P < 0.01$ ). The results of LSD post-hoc test revealed that compared to neurofeedback training, training environment affordance had greater effect on improving static balance in the elderly men ( $P < 0.01$ ). According to the results of the present study, educators and geriatricians are recommended to pay attention to enriching the environment in order to improve the balance of the elderly.



## مقایسه اثربخشی تمرینات نوروفیدبک و فراهم‌سازهای محیط تمرین بر تعادل ایستا در مردان ساکن سرای سالمندان

بهرام سعادت<sup>۱</sup>، محمود شیخ<sup>۲\*</sup> و داوود حومنیان<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> گروه علوم ورزشی، پردیس بین‌المللی کیش دانشگاه تهران، کیش، ایران  
<sup>۲</sup> گروه رفتارحرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

### چکیده

توانایی تعادل یکی از اجزای حیاتی فعالیت‌های مستقل روزانه در میان سالمندان است. اختلال تعادل یکی از عوامل خطر عمده برای زمین خوردن و عوارض مربوط به آن است. بنابراین هدف از پژوهش حاضر، مقایسه اثربخشی تمرینات نوروفیدبک و فراهم‌سازهای محیط تمرین بر تعادل ایستا مردان ساکن سرای سالمندان بود. پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری پژوهش حاضر شامل مردان سالمند مقیم سرای سالمندان شهر ایلام با دامنه سنی ۶۰ تا ۸۰ سال بود که تعداد ۳۶ شرکت‌کننده با نمونه‌گیری در دسترس و با در نظر گرفتن معیارهای ورود و خروج انتخاب شدند، و به سه گروه ۱۲ نفری نوروفیدبک، آموزش فراهم‌سازی‌های محیط تمرینی و کنترل تقسیم شدند. شرکت‌کنندگان در مرحله پیش‌آزمون در سه کوشش اقدام به انجام تکلیف تعادل ایستا نمودند. در مرحله مداخله (تمرین)، که به مدت هشت هفته به طول انجامید و شامل سه جلسه ۳۰ دقیقه‌ای در هفته بود، دو گروه آزمایشی به تمرینات مربوطه پرداختند. لازم به ذکر است که در این مدت گروه کنترل به اجرای فعالیت‌های معمول و روزانه خود پرداختند. مرحله پس‌آزمون دقیقاً پس از آخرین جلسه تمرینی اجرا شد. داده‌ها به روش تحلیل کوواریانس تک‌متغیری (آنکوا) تحلیل شد که نتایج آن نشان داد که آموزش نوروفیدبک بر بهبود تعادل ایستای (جابجایی قدامی-خلفی و جابجایی مرکزی-جانبی مرکز فشار) مردان سالمند تأثیر معنی‌داری دارد ( $P < 0/01$ ). همچنین آموزش فراهم‌سازی محیط تمرین نیز بر بهبود تعادل ایستای (جابجایی قدامی-خلفی و جابجایی مرکزی-جانبی مرکز فشار) سالمندان مرد تأثیر معنی‌داری دارد ( $P < 0/01$ ). نتایج آزمون تعقیبی LSD نشان داد که آموزش فراهم‌سازی‌های محیط تمرینی در مقایسه با آموزش نوروفیدبک اثر بیشتری در بهبودی تعادل ایستای مردان سالمند داشت ( $P < 0/01$ ). با توجه به نتایج پژوهش حاضر به مربیان و متخصصان سالمندی پیشنهاد می‌شود که بر غنی‌سازی محیط برای بهبود تعادل سالمندان توجه نمایند.

### اطلاعات مقاله

#### سابقه مقاله

دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۱۸

اصلاح: ۱۴۰۱/۰۴/۱۹

پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۲۱

چاپ الکترونیکی: ۱۴۰۱/۰۵/۱۲

#### کلیدواژه‌ها

نوروفیدبک، فراهم‌سازی‌های محیط تمرینی، تعادل ایستا، سالمندان

#### نحوه ارجاع به مقاله

سعادت، ب، شیخ، م، و حومنیان، د. (۱۴۰۱). مقایسه اثربخشی تمرینات نوروفیدبک و فراهم‌سازهای محیط تمرین بر تعادل ایستا در مردان ساکن سرای سالمندان. *روان‌شناسی پیری*، ۸(۲)، ۱۷۳-۱۶۳.

#### \* نویسنده مسئول

محمود شیخ

#### پست الکترونیکی

msheikh@ut.ac.ir

تعادل است، احتمال دارد کاهش موج تتا به بهبود تعادل منجر شود (میهارا و همکاران، ۲۰۲۱).

همچنین نوروفیدبک از طریق هماهنگی امواج درگیر در سیستم‌های مؤثر در تعادل (بینایی، دهلیزی و مخچه) ممکن است باعث افزایش تعادل شود (پرز-الویرا و همکاران، ۲۰۲۱). انتظار می‌رود که ویژگی‌های ماده خاکستری و سفید مغز نتیجه برنامه‌های نوروفیدبک را نشان دهند. با ارتباطات شبکه عصبی بیشتر در طول تمرینات نوروفیدبک، به نظر می‌رسد تعادل‌های ایستا و پویا (به عنوان یک عملکرد پیچیده حرکتی) بهبود یابد (گروزلیبر و همکاران، ۲۰۱۴). به عنوان مثال، آذربیکان و طاهری تربیتی (۲۰۱۸) نشان دادند که تمرین نوروفیدبک تعادل ایستا و پویای سالمندان سالم را بهبود می‌بخشد. علاوه بر این، شهربانیان و همکاران (۲۰۲۱) بر کارایی تمرین نوروفیدبک بر ثبات قامت و کاهش خطر افتادن در سالمندان زن تأکید دارند. همچنین رضایی و همکاران (۲۰۲۱) نشان دادند که تعادل ایستا و تعادل پویای سالمندان سالم پس از تمرین نوروفیدبک به طور قابل توجهی بهبود می‌یابد. علاوه بر این، خطر سقوط پس از تمرین به طور قابل توجهی کاهش یافت. همچنین، میهارا و همکاران (۲۰۲۱) نشان دادند که گروه تمرین نوروفیدبک در مقایسه با گروه تصویرسازی حرکتی حتی پس از همپراشی متغیرهای مداخله‌گر، بهبود بیشتری در آزمون TUG نشان دادند. پرز-الویرا و همکاران (۲۰۲۱) نیز نشان دادند که تمرینات نوروفیدبک باعث افزایش ریتم حسی حرکتی می‌گردد. نتایج این مطالعه شواهدی از اهمیت ارزش‌انگیزی نوروفیدبک را ارائه می‌دهد.

علاوه بر تأثیر نوروفیدبک بر تعادل و خطر سقوط افتادن در سالمندان در یک پژوهش مروری، گیلسی و هندل (۲۰۰۹) نشان دادند که ارزیابی و اصلاح محیط<sup>۴</sup> یک رویکرد مؤثر برای کاهش بروز سقوط و بهبود تعادل است. ارزیابی و اصلاح محیط شامل ارزیابی عملکردی جامع و معتبر از فرد در محیط خانه، رویکرد مشترک حل مسأله و پیگیری در صورت لزوم است (شفیع‌زاده و همکاران، ۲۰۲۰). پژوهش توسط کلمسون و همکاران (۲۰۱۹) نشان داد که انواع مختلف مداخله‌های محیطی ممکن است تأثیرات متفاوتی روی زمین خوردن و آسیب‌های مربوط به سقوط داشته باشد. به عنوان مثال، یک مطالعه جامع توسط

افزایش سن به واسطه اختلال در عملکرد حرکتی، با کاهش توانایی نگهداری قامت بدن و افت عملکرد سیستم‌های کنترل قامت مانند کاهش قدرت، سرعت، سیستم‌های حسی، هماهنگی و کنترل عصبی همراه است که خود باعث کاهش تحرک عملکردی، مشکلات اجتماعی و فیزیولوژیکی شده و در نهایت باعث افزایش خطر افتادن<sup>۱</sup> می‌شود (انگلز و همکاران، ۱۹۹۸). افتادن‌ها یک عامل اصلی آسیب و مرگ و میر در میان سالمندان و یک موضوع مهم سلامت عمومی می‌باشد و یک سوم افراد بالای ۶۵ سال و یک دوم افراد بالای ۸۰ سال یک بار در سال افتادن را تجربه می‌کنند (کاسیو-لیما و همکاران، ۲۰۱۹). برخی پژوهشگران معتقدند که کاهش تعادل<sup>۲</sup> به عنوان اصلی‌ترین عامل مؤثر در زمین خوردن سالمندان به شمار می‌رود و به همین دلیل فاکتور تعادل و بازتوانی آن در این گروه سنی مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته است. مشکل تعادل و افتادن در سالمندان و پیامدهای بعد از آن به پنجمین عامل مرگ و میر آنها تبدیل شده است. در نتیجه اگر بتوان با استفاده از مداخلات مختلف (دارویی، بینایی، تمرینات ورزشی و غیره) این اختلالات را معکوس یا کم کرد، می‌توان از خطر افتادن و از پیامدهای جبران‌ناپذیر آن کم کرد (پرووینس، ۱۹۹۵).

یکی از روش‌های تمرینی که برای بهبود تعادل و خطر افتادن سالمندان مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است، روش تمرینی نوروفیدبک<sup>۳</sup> می‌باشد. نوروفیدبک در واقع همان بیوفیدبک امواج مغزی است. روشی ایمن و غیرتهاجمی که روی شاخص‌های مختلف از جمله توجه، تمرکز، اضطراب، یادگیری و غیره تأثیر می‌گذارد. همچنین باعث بهبود تعادل نیز می‌شود (آذربیکان و همکاران، ۲۰۱۴). هنگامی که امواج از فرکانس و عملکرد تعریف‌شده خود خارج می‌شوند، تمرینات نوروفیدبک طی جلسات مختلف مغز را برای فعالیت با الگوی مناسب پرورش می‌دهد. این حالت در برگیرنده افزایش یا کاهش فعالیت امواج خاصی در مناطق خاصی از مغز است (پرز-الویرا و همکاران، ۲۰۲۱). پژوهش‌های انجام‌شده در این زمینه نشان می‌دهد که کاهش موج تتا به بهبود عملکردهای شناختی به ویژه در زمینه توجه منجر می‌شود. از آنجا که توجه یکی از عملکردهای شناختی مورد نیاز برای ایجاد

<sup>1</sup> fall risk

<sup>2</sup> balance

<sup>3</sup> neurofeedback

<sup>4</sup> environment

تمرین بر تعادل سالمندان مرد انجام نشده است، و با توجه به جمعیت روزافزون سالمندان و طول عمر کمتر مردان نسبت به زنان (هوگندیچک و همکاران، ۲۰۱۹)، پژوهش حاضر با هدف مقایسه اثربخشی تمرینات نوروفیدبک و فراهم‌سازی‌های محیط تمرینی بر تعادل ایستای مردان سالمند انجام گرفت. بنابراین فرضیه‌های این پژوهش عبارتند از اینکه (۱) تمرین نوروفیدبک بر تعادل ایستای مردان سالمند مؤثر است، (۲) فراهم‌سازی‌های محیط تمرینی بر تعادل ایستای مردان سالمند مؤثر است، و (۳) بین اثر تمرین نوروفیدبک و فراهم‌سازی‌های محیط تمرینی بر تعادل ایستای مردان سالمند تفاوت وجود دارد.

## روش

### طرح پژوهش و شرکت‌کنندگان

پژوهش حاضر از لحاظ روش، نیمه تجربی و طرح پژوهش به صورت پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری پژوهش حاضر مردان سالم ساکن سرهای سالمندان شهر ایلام با دامنه سنی ۶۰ تا ۸۰ سال بودند (تعداد نمونه بر اساس استعلام از مرکز سالمندی شهر ایلام، ۳۰۰ نفر می‌باشند). اندازه نمونه ۳۶ نفر (۱۲ نفر در هر گروه) با محاسبه توان ( $G * Power$  نسخه ۳.۱.۹.۲) با استفاده از آلفای ۵ درصد، بتای ۸۰ درصد و اندازه اثر ۰/۳ بر اساس مقادیر از مطالعاتی که قبلاً (آذربیکان و همکاران، ۲۰۱۴) انجام شده بود، اقتباس گردید. روش نمونه‌گیری پژوهش حاضر به روش در دسترس بود. شرکت‌کنندگان به صورت تصادفی در سه گروه تمرین نوروفیدبک، فراهم‌سازی‌های محیطی و کنترل قرار گرفتند. ملاک‌های ورود به پژوهش عبارت از (۱) توانایی راه رفتن ۱۰ متر به طور مستقل، (۲) ایستادن مستقل به مدت ۱۰ ثانیه، (۳) دید طبیعی و (۴) توانایی دنبال کردن دستورات ساده بودند. ملاک‌های خروج از پژوهش نیز عبارت از (۱) ابتلا به اختلالات عضلانی-اسکلتی محدودکننده، (۲) ابتلا به اختلالات نورولوژیک (سکته مغزی، بیماری پارکینسون و فلجی)، (۳) ابتلا به اختلالات قلبی-عروقی، (۴) ابتلا به فشارخون بالا و کنترل نشده، (۵) مبتلا بودن به دمانس حافظه (کسب نمره حداقل ۲۲ از ۳۰ از آزمون کوتاه وضعیت ذهنی) و (۶) داشتن بیماری یا مصرف داروهای اثرگذار بر تعادل و حرکت بودند. در این مطالعه ۱۲ سالمند در گروه تمرین نوروفیدبک (سن: ۶۹/۲۵±۴/۸۶ سال، قد: ۱۶۷/۷۵±۵/۴۴ سانتیمتر، وزن: ۶۸/۸۳±۴/۶۴ کیلوگرم)، ۱۲ سالمند در گروه تمرین

کلمسون و همکاران (۲۰۱۹) نشان می‌دهد که مداخلات محیطی می‌تواند از سقوط در افراد مسن در معرض خطر بالای سقوط جلوگیری کند، اما در افراد کم خطر هیچ سود یا فایده‌ای ندارد (پیگیلس و همکاران، ۲۰۱۶). شفیع‌زاده و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی مروری به اثرات محیط فعالیت بدنی غنی شده بر تعادل و پیشگیری از سقوط در بزرگسالان مسن پرداختند. نتایج این تجزیه و تحلیل نشان داد که تعداد محدودی از پژوهش‌ها با هدف افزایش پایداری تعادل پویا و جلوگیری از سقوط از طریق طراحی محیط‌های کاربردی‌تر وجود دارد. این پژوهش مروری نشان می‌دهد که طراحی مداخلات و ارزیابی محیطی برای حمایت از پیشگیری از سقوط موضوعی برای پژوهش‌های آینده است. کلمسون و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که مداخلات محیطی می‌تواند از سقوط در افراد مسن در معرض خطر بالای سقوط جلوگیری کند، اما در افراد کم خطر هیچ سود یا فایده‌ای ندارد. پیگیلس و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که ارزیابی و اصلاح محیط در جلوگیری از سقوط شرکت‌کنندگان در معرض خطر بالا همچنین مداخله و ارزیابی شدید محیطی مؤثر بود، در حالی که مداخله با شدت کم مؤثر نبود. همچنین، دیویز و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی به طراحی فراهم‌سازی‌ها برای فعالیت‌های بدنی و ورزش در افراد کم تحرک پرداختند. نتایج نشان داد که مفاهیم بوم‌شناختی بر مقیاس تجزیه و تحلیل فرد و محیط تأکید می‌کنند و نشان می‌دهد چگونه محیط‌های غنی شده (فراهم‌سازی‌ها) می‌توانند بر رفتارهای تقویت‌کننده سلامتی اثرگذار باشند.

علی‌رغم اینکه چندین پژوهش در زمینه استفاده از محیط غنی شده (فراهم‌سازی‌ها) یا نوروفیدبک برای بهبود تعادل و ثبات وضعیتی در میان افراد مسن انجام شده است، اما چالش اصلی در این مورد این است که کدامیک از روش‌های تمرینی مؤثرتر هستند. اگرچه در مطالعات شهربانیان و همکاران (۲۰۲۱) بر کارآمدتر بودن تمرین نوروفیدبک بر فعالیت بدنی در مطالعه مشرف رضوی و همکاران (۱۳۹۶) بر کارآمدتر بودن تمرین نوروفیدبک بر تصویرسازی بر تعادل سالمندان تأکید دارند، اما آذربیکان و طاهری تربتی (۲۰۱۸) تفاوتی را بین آموزش نوروفیدبک و حسی پیکری بر تعادل سالمندان نشان ندادند. بنابراین با توجه به اینکه به نظر می‌رسد تا به حال مطالعه‌ای به مقایسه اثر تمرینات نوروفیدبک و فراهم‌سازی‌های محیط

تمرین نوروفیدبک قرار گرفت. جهت اجرای نوروفیدبک از پروتکل تعریف شده توسط هاموند (۲۰۰۷) تحت عنوان پروتکل تعادلی (کاهش فرکانس ۴-۷ هرتز و تقویت فرکانس ۱۵-۱۸ هرتز) استفاده شد. نحوه الکتروگذاری در این پروتکل به این صورت بود که الکتروود فعال (۰/۱ الکتروود رفرنس) روی O2 (قسمت مخچه) و الکتروود گرند، روی گوش راست گذاشته شد. ابتدا نحوه کار به طور کامل برای افراد سالمند شرح داده شد. سپس در مرحله مداخله، انیمیشن برای آنها ارائه شد. با دور شدن امواج مغزی سالمندان از هدف مورد نظر (یعنی افزایش موج تتا و کاهش موج بتا) انیمیشن از حرکت باز ایستاد. برای حرکت مجدد انیمیشن، سالمندان مجبور شدند امواج مغزی خود را در جهت هدف تعیین شده تغییر دهند. دشواری تمرینات بر اساس نرم‌افزار بیوگراف به طور خودکار و بر قاعده ۸۰-۲۰ طبق این قاعده ۲۰ درصد موارد از موج ۴ تا ۷ هرتز سرکوب شده و ۸۰ درصد موج ۱۵ تا ۱۸ تقویت می‌شود تنظیم شد. با تکرار جلسات درمانی، مغز به تدریج برای ایجاد تغییرات شرطی شد و قبل از شروع به کار و در کلیه جلسات، وسایلی مانند تلفن همراه و غیره که ممکن خواهد بود در روند کار مشکل ایجاد کند کنار گذاشته شد.

**پروتکل فراهم‌سازهای محیطی.** برای بررسی تأثیر فراهم‌سازها در محیط از امکانات و آموزش و تمرین برای ایجاد محیطی با قابلیت زیاد در راستای متغیرهای پژوهش استفاده شد. در این مطالعه از غنی‌سازی محیطی انجام شده در مطالعه دیویدز و همکاران (۲۰۱۶) برای فراهم‌سازی محیطی استفاده گردید. مطابق با مطالعه دیویدز و همکاران (۲۰۱۶) مکانی مناسب برای فعالیت سالمندان در نظر گرفته شد. در این مکان فعالیت‌های روزمره سالمندان با استفاده از غنی‌سازی محیطی شبیه‌سازی شد. در این مکان پله، نردبان چابکی، تخته تعادل (بالانس بیم)، مخروط، صندلی‌های دسته‌دار و بدون دسته و غیره استفاده شد. در این مکان انواع فعالیت‌ها با تکرارهای مختلف و با استفاده از دستکاری تکلیف با وسایل موجود انجام گرفت که می‌توان به بالا و پایین رفتن پله با چشم باز و بسته، بالا و پایین رفتن از نردبان تعادلی، راه رفتن و دویدن در نردبان چابکی، بلند شدن از صندلی دسته‌دار و بدون دسته و راه رفتن، راه رفتن بین مخروطها، آزمون‌های ایستادن روی یک پا با چشم باز و بسته، آزمون رسانیدن عملکردهای آزمون‌های دسترسی و گرفتن، آزمون‌های دسترسی و

فراهم‌سازی‌های محیطی تمرینی (سن:  $67/83 \pm 5/89$  سال، قد:  $165/58 \pm 2/81$  سانتیمتر، وزن:  $72/83 \pm 4/56$  کیلوگرم) و ۱۲ سالمند در گروه کنترل (سن:  $68/41 \pm 4/33$  سال، قد:  $168/66 \pm 4/90$  سانتیمتر، وزن:  $70/08 \pm 5/28$  کیلوگرم) حضور داشتند.

## ابزار

**آزمون کوتاه وضعیت ذهنی<sup>۱</sup>.** این آزمون که توسط مارشال فولیستین (۱۹۷۵) به منظور غربالگری زوال عقلی در سالمندان طراحی گردید، دارای ۲۰ سؤال و کل امتیاز حاصل از آن ۳۰ امتیاز است که بر اساس کتب مرجع نمره کمتر از ۲۲ به احتمال وجود اختلال شناختی اشاره دارد. این پرسش‌نامه دارای پنج خرده‌مقیاس (۱) جهت‌یابی، (۲) ثبت، (۳) توجه و محاسبه، (۴) حافظه اخیر و (۵) عملکردهای مختلف زبانی می‌باشد. فولیستین و همکاران (۱۹۷۵) پایایی این پرسش‌نامه را  $0/87$  با استفاده از روش آلفای کرونباخ گزارش کردند و روایی این پرسش‌نامه را با استفاده از روایی افتراقی و تفاوت بین گروه‌های با دمانس و سالم تأیید کردند. در ایران روانسنجی این پرسش‌نامه توسط سیدیان و همکاران (۱۳۹۷) انجام گرفت و روایی این آزمون با استفاده از روایی افتراقی و پایایی با استفاده از آلفای کرونباخ  $0/81$  گزارش شد. پایایی پرسش‌نامه در پژوهش حاضر  $0/75$  به دست آمد.

**دستگاه صفحه نیرو<sup>۲</sup>.** از دستگاه صفحه نیرو شرکت دانش سالار ایرانیان کشور ایران با اندازه ۴۰ در ۶۰ سانتیمتر برای اندازه‌گیری تعادل استفاده گردید. تحلیل داده‌های تعادل ایستا توسط نرم افزار مطلب نسخه ۲۰۱۴ انجام گرفت و با توجه به فرمول‌های موجود (لاتاش، ۲۰۱۲) انحراف معیار جابجایی مرکز فشار در راستای محور قدامی خلفی و مرکزی جانبی مرکز فشار به عنوان دو متغیر تعادل ایستا محاسبه شد.

**دستگاه نوروفیدبک.** از دستگاه نوروفیدبک مدل SA7990A Ver 0.5 با سخت افزار پروکامپ و نرم‌افزار بیوگراف محصول شرکت پروکامپ اینفینیتی تکنولوژی کانادا جهت برنامه تمرینی نوروفیدبک استفاده شد.

**پروتکل تمرینات نوروفیدبک.** روش انجام این پروتکل به این صورت بود که هر شرکت‌کننده سه بار در هفته، هر بار به مدت ۳۰ دقیقه در طول ۸ هفته تحت

<sup>1</sup> Mini Mental State Examination

<sup>2</sup> force platform

مرتبط با فراهم‌سازی محیط توسط مربیان کارآموده و با تجربه کار با سالمندان انجام گرفت.

گذاشتن، و غیره اشاره نمود. نمونه‌ای از فعالیت‌ها در جدول ۱ آمده است. همچنین آموزش‌های فعالیت‌های انجام شده

## جدول ۱

نمونه‌ای از تمرینات انجام شده در شرایط فراهم‌سازی محیط تمرین

شرح	تعداد تکرار	دستکاری تکلیف
یک بار با پای راست و یک بار با پای چپ خود ایستاده و حداکثر زمانی که در ۳۰ ثانیه در حالت تعادل بودید را ثبت کنید و جلو را نگاه کنید.	۳ مرتبه پای راست ۳ مرتبه پای چپ	۱- سطح سخت و سطح نرم ۲- محدوده سطح اتکا <sup>۱</sup>
یک پا را در مقابل پای دیگر قرار داده به صورتی که پاشنه پای جلو به انگشتان پای عقب چسبیده باشد، و ۳۰ ثانیه تعادل را در این وضعیت حفظ می‌کنید.	۳ مرتبه پای راست جلو ۳ مرتبه پای چپ جلو	۱- سطح سخت و سطح نرم ۲- محدوده سطح اتکا <sup>۱</sup>
در صورتی که پاها به همدیگر چسبیده است به مدت ۳۰ ثانیه ایستاده و تعادل خود را حفظ می‌کنید.	۳ مرتبه	۱- سطح سخت و سطح نرم ۲- محدوده سطح اتکا
با دو پا روی تخته تعادل (Balance Board) می‌ایستید و سعی می‌کنید در حداکثر زمان تعادل خود را حفظ نمایید.	۳ مرتبه	۱- سطح سخت و سطح نرم ۲- محدوده سطح اتکا <sup>۱</sup>
سعی می‌کنید روی چوب موازنه به طول سه متر با حداکثر تعادل و نیفتادن راه بروید.	۳ مرتبه	۱- سطح سخت و سطح نرم ۲- محدوده سطح اتکا <sup>۱</sup>
شرکت‌کنندگان از بر روی صندلی دسته‌دار می‌نشینند و با فرمان رو بلند می‌شوند و فاصله سه متری تا مخروط را راه می‌روند و سپس بر می‌گردند و روی صندلی می‌نشینند.	۳ مرتبه	۱- سطح سخت و سطح نرم ۲- محدوده سطح اتکا <sup>۱</sup>
بر روی خط مستقیم حرکت می‌کنید. در ۲ متری سیبل که قرار گرفتید به آن نگاه می‌کنید و همچنان تا آخر مسیر به آن خیره می‌شوید.	۳ مرتبه	۱- سطح سخت و سطح نرم ۲- محدوده سطح اتکا <sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> (بدون خط، ۲/۵ س م قطر و ۱۰ س م ارتفاع)

## یافته‌ها

و طی زمان‌های مختلف اندازه‌گیری ارائه شده است.

در جدول ۲ میانگین و انحراف معیار متغیرها در سه گروه

## جدول ۲

اطلاعات توصیفی جابجایی قدامی خلفی مرکز فشار و مرکزی جانبی مرکز فشار در سه گروه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیرها	گروه فراهم‌سازی محیط تمرینی		گروه نوروفیدبک		گروه کنترل	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
جابجایی قدامی خلفی مرکز فشار	۳/۳۰ (۰/۲۶)	۳/۰۵ (۰/۳۱)	۳/۱۶ (۰/۲۵)	۳/۰۱ (۰/۳۳)	۳/۱۶ (۰/۲۷)	۳/۱۸ (۰/۳۴)
جابجایی مرکزی جانبی مرکز فشار	۲/۳۷ (۰/۳۳)	۲/۲۴ (۰/۱۹)	۲/۸۰ (۰/۲۵)	۲/۶۵ (۰/۲۹)	۲/۸۳ (۰/۳۰)	۲/۹۶ (۰/۲۶)

فشار در مرحله پس‌آزمون نسبت به مرحله پیش‌آزمون تغییر داشته است. برای بررسی همگونی واریانس دو گروه (آزمایشی و کنترل) در مرحله پس‌آزمون، از آزمون

به طور کلی نتایج جدول ۲ نشانگر آن است که در گروه‌های مداخله نسبت به گروه کنترل در متغیرهای جابجایی قدامی خلفی و جابجایی مرکزی جانبی مرکز

مفروضه همگنی شیب رگرسیون نمرات جابجایی قدامی خلفی مرکز فشار ( $F=۱/۴۳۲$ ،  $df=۳۲$ ،  $P>۰/۰۵$ ) و جابجایی مرکزی جانبی مرکز فشار ( $F=۱/۰۷۶$ ،  $df=۳۲$ ،  $P>۰/۰۵$ ) در گروه‌ها نیز مورد بررسی قرار گرفت. خطوط میزان و جهت شیب رگرسیون نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون جابجایی قدامی خلفی مرکز فشار و جابجایی مرکزی جانبی مرکز فشار در سه گروه مشابه است و بین متغیر وابسته و همپراش آن رابطه خطی برقرار است. برای آزمون فرضیه و مقایسه تفاوت اثر مداخله‌های فراهم‌سازی‌های محیط تمرینی و نوروفیدبک بر جابجایی قدامی خلفی مرکز فشار و جابجایی مرکزی جانبی مرکز فشار از آزمون تحلیل کوواریانس تک‌متغیری و آزمون تعقیبی LSD استفاده شد که در جداول ۳ و ۴ آمده است.

همگونی واریانس‌های لوین استفاده شد. بر پایه نتایج آزمون لوین، واریانس نمرات پس‌آزمون جابجایی قدامی خلفی مرکز فشار ( $F_{2,33}=۲/۳۰$ ،  $P>۰/۰۵$ ) و جابجایی مرکزی جانبی مرکز فشار ( $F_{2,33}=۲/۶۱$ ،  $P>۰/۰۵$ ) در گروه‌های آزمایش و کنترل همگون است. آزمون شاپیرو-ویلک نشان داد که توزیع نمرات جابجایی قدامی خلفی مرکز فشار ( $Z=۰/۸۶۸$ ،  $df=۱۲$ ،  $P>۰/۰۵$ ) و جابجایی مرکزی جانبی مرکز فشار ( $Z=۰/۹۵۲$ ،  $df=۱۲$ ،  $P>۰/۰۵$ ) نرمال است. شرط اجرای تحلیل کوواریانس وجود همبستگی بین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون است. تحلیل همبستگی نشان داد که بین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون جابجایی قدامی خلفی مرکز فشار ( $P<۰/۰۱$ )،  $r=۰/۴۲۸$  و جابجایی مرکزی جانبی مرکز فشار ( $r=۰/۶۱۲$ ،  $P<۰/۰۱$ ) همبستگی معنادار وجود دارد.

### جدول ۳

نتایج آزمون کوواریانس برای مقایسه تعادل ایستا در گروه‌های پژوهش

متغیر	منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	سطح معنی‌داری	اندازه اثر
قدامی-خلفی	پیش‌آزمون	۰/۵۶	۱	۰/۵۶	۶/۶۴	۰/۰۱	۰/۱۷
	بین گروهی	۳/۲۳	۲	۱/۶۱	۱۸/۹۶	۰/۰۰۱	۰/۵۴
	خطا	۲/۷۳	۳۲	۰/۰۸			
مرکزی-جانبی	پیش‌آزمون	۰/۰۱	۱	۰/۰۱	۰/۱۵	۰/۶۹	۰/۰۰۵
	بین گروهی	۲/۹۳	۲	۱/۴۶	۲۱/۷۳	۰/۰۰۱	۰/۵۷
	خطا	۲/۱۵	۳۲	۰/۰۶			

جابجایی مرکزی-جانبی مرکز فشار مردان سالمند تفاوت معنی‌داری وجود دارد ( $F=۷۳۰۲۱$ ،  $P=۰/۰۰۱$ ). برای مقایسه دو به دو گروه‌ها از آزمون تعقیبی LSD استفاده گردید که نتایج آن در جدول ۴ ارائه گردیده است.

طبق جدول ۳ بین گروه‌ها با اندازه اثر ۰/۵۴ در جابجایی قدامی-خلفی مرکز فشار مردان سالمند تفاوت معنی‌داری وجود دارد ( $F=۱۸/۹۶$ ،  $P=۰/۰۰۱$ ). دیگر نتایج حاکی از این می‌باشد که بین گروه‌ها با اندازه اثر ۰/۵۷ در

### جدول ۴

آزمون تعقیبی LSD تفاوت اثربخشی فراهم‌سازی‌های محیط تمرینی و نوروفیدبک بر جابجایی قدامی خلفی و مرکزی جانبی

گروه	کنترل		فراهم‌سازی محیط تمرینی	
	اختلاف میانگین	معنی‌داری	اختلاف میانگین	معنی‌داری
فراهم‌سازی محیط تمرینی	-۰/۷۵۱	۰/۰۰۱		
	-۰/۳۸۲	۰/۰۰۹	۰/۳۶۸	۰/۰۱۵
نوروفیدبک				
فراهم‌سازی محیط تمرینی	-۰/۷۲۴	۰/۰۰۱		
	-۰/۳۱۶	۰/۰۲	۰/۴۰۸	۰/۰۰۲
نوروفیدبک				

پاسخ دهد. فرد از طریق خودتنظیمی مغز می‌آموزد تا به طور ارادی بر عملکرد سیستم خودکار مؤثر در تعادل تأثیر گذاشته و قدرت کنترل خود را بر آنها افزایش دهد که بدین طریق تعادل بیماران بهبود می‌یابد. در تبیین دیگر می‌توان گفت که در این پژوهش الکترودها بر روی نقاط 01 و 02 قرار گرفتند. این نقاط نزدیک لوب پس‌سری، عقده‌های قاعده‌ای، جسم سیاه و مخچه که نقش مهمی در حفظ تعادل دارند، قرار می‌گیرند. این روش می‌تواند پالس‌های مناسبی را برای تنظیم امواج مغزی و نیز اثربخشی مناسب در قشر مغزی و نواحی زیرقشری فراهم کند. تمرینات خودتنظیمی مغز، از قبیل نوروفیدبک، همانند تمرینات ورزشی از طریق بهبودی در استفاده مفید و مناسب از حافظه در سالمندان می‌تواند عملکرد آنان را بهبود بخشد. اینگونه تمرینات با افزایش رشد سلول‌های عصبی و گسترده شدن ارتباطات بین سلولی که برای یادگیری و حافظه ضرورت دارد، مغز را جوان و فعال نگه می‌دارد که این موضوع به فرد کمک می‌کند تا مهارت را به طور مناسب انجام دهد.

فرضیه دوم پژوهش مبنی بر اثر فراهم‌سازی‌های محیط تمرینی بر تعادل ایستا (جابجایی قدامی-خلفی و جابجایی مرکزی-جانبی مرکز فشار) مردان سالمند تأیید شد و نتایج حاکی از بهبود تعادل ایستا (جابجایی قدامی-خلفی و جابجایی مرکزی-جانبی مرکز فشار) مردان سالمند در اثر فراهم‌سازی‌های محیط تمرینی بود. نتایج پژوهش حاضر همسو با نتایج شفیع‌زاده و همکاران (۲۰۲۰)، کلمسون و همکاران (۲۰۱۹) و پیگیلس و همکاران (۲۰۱۶) است. در تبیین این یافته می‌توان گفت که با ایجاد محیط‌های فعالیت بدنی غنی شده با سطوح مختلف تعاملات اجتماعی و شناختی سالمندان می‌تواند با کاوش در محیط پویای خود، به تدریج با سطح چالش‌ها سازگار شوند این سازگاری می‌تواند به ساختارهای دیگر اسکلتی در جهت بهبود کنترل قامت مؤثر باشد. همچنین در فراهم‌سازی‌های محیط تمرینی ادغام ادراک، شناخت و عمل وجود دارد که از این طریق تسهیل انتقال یادگیری و مکانیسم‌های خودتنظیمی به وجود می‌آید که در بهبود کنترل قامت مؤثر می‌باشد. در نهایت یافته پژوهش حاضر بر مبنای نظر گیسون (۱۹۷۹) می‌باشد که قرار گرفتن در معرض محیط‌های چالش برانگیز و غنی شده برای تعادل پویا و جلوگیری از سقوط مفید است.

همانطور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود نتایج آزمون تعقیبی LSD نشان داد که گروه فراهم‌سازی‌های محیط تمرینی در مقایسه با گروه کنترل در جابجایی قدامی-خلفی مرکز فشار و جابجایی مرکزی جانبی مرکز فشار به ترتیب با اختلاف میانگین ۰/۷۵ سانتیمتر و ۰/۷۲ سانتیمتر از لحاظ آماری ثبات بهتری داشتند که نتایج حاکی از اثر معنی‌دار فراهم‌سازی‌های محیط تمرینی بر تعادل ایستای سالمندان مرد می‌باشد. همچنین، دیگر نتایج نشان داد که گروه تمرین نوروفیدبک در مقایسه با گروه کنترل در جابجایی قدامی-خلفی مرکز فشار و جابجایی مرکزی جانبی مرکز فشار به ترتیب با اختلاف میانگین ۰/۳۸ سانتیمتر و ۰/۳۱ سانتیمتر از لحاظ آماری ثبات بهتری داشتند که نتایج حاکی از اثر معنی‌دار تمرین نوروفیدبک بر تعادل ایستای سالمندان مرد می‌باشد. علاوه بر این دیگر نتایج نشان داد که گروه فراهم‌سازی‌های محیط تمرینی در مقایسه با گروه تمرین نوروفیدبک در جابجایی قدامی-خلفی مرکز فشار و جابجایی مرکزی جانبی مرکز فشار به ترتیب با اختلاف میانگین ۰/۳۶ سانتیمتر و ۰/۴۰ سانتیمتر از لحاظ آماری ثبات بهتری داشتند.

### بحث و نتیجه‌گیری

توانایی تعادل یکی از اجزای حیاتی فعالیت‌های مستقل روزانه در میان سالمندان است. اختلال تعادل یکی از عوامل خطر عمده برای زمین خوردن و عوارض مربوط به آن است. بنابراین پژوهش حاضر با هدف مقایسه اثربخشی تمرینات نوروفیدبک و فراهم‌سازی‌های محیط تمرین بر تعادل ایستا سالمندان مرد انجام گرفت.

فرضیه اول پژوهش مبنی بر تأثیر تمرین نوروفیدبک بر تعادل ایستای سالمندان مرد تأیید شد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مداخله نوروفیدبک بر تعادل ایستای (جابجایی قدامی-خلفی و جابجایی مرکزی-جانبی مرکز فشار) مردان سالمند تأثیر معنی‌داری دارد و نتایج حاکی از بهبود تعادل ایستای (جابجایی قدامی-خلفی و جابجایی مرکزی-جانبی مرکز فشار) مردان سالمند در اثر مداخله نوروفیدبک بود. این نتیجه با نتایج پژوهش‌های شهریان و همکاران (۲۰۲۱)، پرز-الویرا و همکاران (۲۰۲۱) و رضایی و همکاران (۲۰۲۱) همسو می‌باشد. در تبیین این یافته می‌توان گفت که در هنگام تمرینات نوروفیدبک، با افزایش فعالیت در امواج مغزی، به تدریج مغز و در پی آن فرد یاد می‌گیرد که در یک زمان مشخص به علائم خاصی



مواجه بود. انجام پژوهش حاضر تنها در گستره سالمندان مرد شهر ایلام انجام گرفته است که تعمیم‌پذیری آن را با دشواری مواجه می‌سازد و نیز لحاظ نشدن متغیرهای اقتصادی، اجتماعی نمونه مورد پژوهش، از محدودیت‌های این پژوهش تلقی می‌شود که لحاظ نمودن محدودیت‌های مذکور در مطالعات بعدی پیشنهاد می‌شود. همچنین، به دلیل همه‌گیری کرونا تعداد نمونه‌های شرکت‌کننده در پژوهش حاضر کم بوده که پیشنهاد می‌گردد در پژوهش‌های بعدی تعداد نمونه بیشتری اتخاذ گردد.

### سپاس‌گزاری

از تمام کسانی که پژوهشگر را در اجرای پژوهش، یاری دادند به ویژه سالمندان محترم شرکت‌کننده در پژوهش، قدردانی می‌شود.

### منابع

سیدیان، م.، فلاح، م.، نوروزیان، م.، نجات، س.، دلاور، ع.، و قاسم‌زاده، ح. (۱۳۹۶). تهیه و تعیین اعتبار نسخه فارسی آزمون کوتاه وضعیت ذهنی. *مجله علمی سازمان نظام پزشکی جمهوری اسلامی ایران*، ۲۵(۴)، ۴۰۸-۴۱۴.

مشرّف رضوی، س.، سهرابی، م.، و ستوده، م. ص. (۱۳۹۶). تأثیر مداخلات نوروفیدبک و تصویرسازی ذهنی بر تعادل سالمندان. *نشریه ایرانی سالمند*، ۱۲(۳)، ۲۸۸-۲۹۹.

### References

- Aranda-Gallardo, M., Morales-Asencio, J. M., de Luna-Rodriguez, M. E., Vazquez-Blanco, M. J., Morilla-Herrera, J. C., Rivas-Ruiz, F., Toribio-Montero, J. C., & Canca-Sanchez, J. C. (2018). Characteristics, consequences and prevention of falls in institutionalized older adults in the province of Malaga (Spain): A prospective, cohort, multicentre study. *BMJ Open*, 8(2), Article e020039.
- Azarpaikan, A., & Taheri Torbati, H. (2018). Effect of somatosensory and neurofeedback training on balance in older healthy adults: A preliminary investigation. *Aging Clinical and Experimental Research*, 30(7), 745-753.
- Azarpaikan, A., Torbati, H. T., & Sohrabi, M. (2014). Neurofeedback and physical balance in Parkinson's patients. *Gait & Posture*, 40(1), 177-181.
- Chippendale, T., & Boltz, M. (2015). The neighborhood environment: perceived fall risk, resources, and strategies for fall

فرضیه سوم پژوهش حاضر مبنی بر تفاوت بین فراهم‌سازی‌های محیط تمرینی و تمرین نوروفیدبک تأیید شد و نتایج حاکی از برتری فراهم‌سازهای محیط تمرینی در مقایسه با آموزش نوروفیدبک در تعادل ایستا و پویای سالمندان مرد بود. اگرچه با جستجوی محقق در پایگاه‌های اطلاعاتی مطالعه‌ای با عنوان مقایسه آموزش نوروفیدبک و فراهم‌سازی‌های محیط تمرینی بر تعادل ایستا و پویا سالمندان مرد یافت نگردید، اما به طور مستقیم، در مطالعات شهربانیان و همکاران (۲۰۲۱) بر کارآمدتر بودن آموزش نوروفیدبک بر فعالیت بدنی، در مطالعه مشرف رضوی و همکاران (۲۰۱۷) بر کارآمدتر بودن آموزش نوروفیدبک بر تصویرسازی بر تعادل سالمندان تأکید دارند. اما آذریپکان و طاهری تربتی (۲۰۱۸) تفاوتی را بین آموزش نوروفیدبک و حسی پیکری بر تعادل سالمندان نشان ندادند. در تبیین برتری فراهم‌سازی‌های محیط تمرینی در مقایسه با آموزش نوروفیدبک می‌توان اظهار داشت که بر اساس رویکرد گیسون، به وسیله تسهیل تناسب اطلاعات ویژه فراهم‌سازهای محیطی، ویژگی‌های پویای خودسازمانی حرکت را در سیستم حرکتی بهبود بخشیده و به دنبال آن، الگوی حرکتی را بهبود می‌دهد. به عبارت دیگر، معطوف کردن توجه بر اثرات حرکت در محیط، به واسطه جهت دادن بر فرایندهای جستجوی فراهم‌سازهای مربوط به اجرای تکلیف، به اجراکننده در جستجو و کشف اطلاعات ویژه محیطی مورد نیاز جهت توسعه جفت شدن ادراک/عمل و خودسازمانی قیود اجرای تکلیف، جهت می‌دهد. این جفت شدن ادراک/عمل و خودسازمانی قیود می‌تواند باعث بهبود الگوی حرکتی و در نهایت تعادل در مقایسه با روش‌های مداخله‌ای دیگر گردد که نتایج پژوهش حاضر نیز مؤید این مطلب بود.

به طور کلی نتایج پژوهش حاضر بر اثر بیشتر فراهم‌سازی‌های محیط تمرینی در مقایسه با آموزش نوروفیدبک بر تعادل ایستا (جابجایی قدامی-خلفی و جابجایی مرکزی-جانبی مرکز فشار) مردان سالمند تأکید دارد، بنابراین به مریبان و متخصصان پیشنهاد می‌گردد که با توجه به مقتضیات زمانی (زمان‌های محدود) از مزایای فراهم‌سازی‌های محیط تمرینی بهره جویند. اگرچه نتایج پژوهش حاضر بر اهمیت تمرینات نوروفیدبک و فراهم‌سازی‌های محیط تمرینی بر تعادل ایستای سالمندان تأکید دارد، اما انجام پژوهش حاضر با محدودیت‌هایی

- prevention. *The Gerontologist*, 55(4), 575-583.
- Clemson, L., Stark, S., Pighills, A. C., Torgerson, D. J., Sherrington, C., & Lamb, S. E. (2019). Environmental interventions for preventing falls in older people living in the community. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2, Article CD013258.
- Colom, A., Ruiz, M., Wärnberg, J., Compa, M., Muncunill, J., Barón-López, F. J., & Romaguera, D. (2019). Mediterranean built environment and precipitation as modulator factors on physical activity in obese mid-age and old-age adults with metabolic syndrome: Cross-sectional study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(5), Article 854.
- Cosio-Lima, L. M., Reynolds, K. L., Winter, C., Paolone, V., & Jones, M. T. (2019). Effects of physioball and conventional floor exercises on early phase adaptations in back and abdominal core stability and balance in women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(4), 721-725.
- Davids, K., Araújo, D., & Brymer, E. (2016). Designing affordances for health-enhancing physical activity and exercise in sedentary individuals. *Sports Medicine*, 46(7), 933-938.
- Engels, H. J., Drouin, J., Zhu, W., & Kazmierski, J. F. (1998). Effects of low-impact, moderate-intensity exercise training with and without wrist weights on functional capacities and mood states in older adults. *Gerontology*, 44(4), 239-244.
- Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). "Mini-mental state": A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12(3), 189-198.
- Gibson, J. J. (2014). *The ecological approach to visual perception: classic edition*. Psychology press.
- Gillespie, L., & Handoll, H. (2009). Prevention of falls and fall-related injuries in older people. *Injury Prevention*, 15(5), 354-355.
- Gruzelier, J. H., Foks, M., Steffert, T., Chen, M. L., & Ros, T. (2014). Beneficial outcome from EEG-neurofeedback on creative music performance, attention and well-being in school children. *Biological Psychology*, 95, 86-95.
- Hammond, D. C. (2007). What is neurofeedback? *Journal of Neurotherapy*, 10(4), 25-36.
- Karlsson, A., & Frykberg, G. (2000). Correlations between force plate measures for assessment of balance. *Clinical Biomechanics*, 15(5), 365-369.
- Latash, M. L. (2012). *Fundamentals of motor control*. Academic Press.
- Mihara, M., Fujimoto, H., Hattori, N., Otomune, H., Kajiyama, Y., Konaka, K., Watanabe, Y., Hiramatsu, Y., Sunada, Y., Miyai, I., & Mochizuki, H. (2021). Effect of neurofeedback facilitation on poststroke gait and balance recovery: A randomized controlled trial. *Neurology*, 96(21), 2587-2598.
- Moshref-Razavi, S., Sohrabi, M., & Sotoodeh, M. S. (2017). Effect of neurofeedback interactions and mental imagery on the elderly's balance. *Iranian Journal of Ageing*, 12(3), 288-299. [Persian]
- Park, J. H. (2017). The effects of eyeball exercise on balance ability and falls efficacy of the elderly who have experienced a fall: A single-blind, randomized controlled trial. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 68, 181-185.
- Pérez-Elvira, R., Oltra-Cucarella, J., Carrobes, J. A., Moltó, J., Flórez, M., Parra, S., Agudo, M., Saez, C., Guarino, S., Costea, R.M., & Neamtu, B. (2021). Enhancing the effects of neurofeedback training: The motivational value of the reinforcers. *Brain Sciences*, 11(4), Article 457.
- Pighills, A., Ballinger, C., Pickering, R., & Chari, S. (2016). A critical review of the effectiveness of environmental assessment and modification in the prevention of falls amongst community dwelling older people. *British Journal of Occupational Therapy*, 79(3), 133-143.
- Province, M. A., Hadley, E. C., Hornbrook, M. C., Lipsitz, L. A., Miller, J. P., Mulrow, C. D.,

- & Weiss, S. (1995). The effects of exercise on falls in elderly patients: a preplanned meta-analysis of the FICSIT trials. *Journal of the American Medical Association*, 273(17), 1341-1347.
- Rezaei, K., Nami, M., Sinaei, E., Bagheri, Z., & Yoosefinejad, A. K. (2021). A comparison between effects of neurofeedback and balance exercise on balance of healthy older adults. *Journal of Biomedical Physics & Engineering*, 11(6), Article 713.
- Seyedian, M., Falah, M., Nourouzian, M., Nejat, S., Delavar, A., & Ghasemzadeh, H. A. (2008). Validity of the Farsi version of mini-mental state examination. *Journal of Medical Council of Iran*, 25(4), 408-414. [Persian]
- Shafizadeh, M., Manson, J., Fowler-Davis, S., Ali, K., Lowe, A. C., Stevenson, J., Parvinpour, S., & Davids, K. (2020). Effects of enriched physical activity environments on balance and fall prevention in older adults: a scoping review. *Journal of Aging and Physical Activity*, 29(1), 178-191.
- Shahrbanian, S., Hashemi, A., & Hemayattalab, R. (2021). The comparison of the effects of physical activity and neurofeedback training on postural stability and risk of fall in elderly women: A single-blind randomized controlled trial. *Physiotherapy Theory and Practice*, 37(2), 271-278.