

Review article

Effect of Neurofeedback Rehabilitation on the Balance and Fall Risk of the Elderly: A Systematic Review

Ali Yalfani^{1*}
Masoud Azizian¹
Behnam Gholami-Borujeni²

1. Department of Exercise Rehabilitation, Faculty of Sport Sciences, Bu Ali Sina University, Hamedan, Iran
2. Department of Sport Biomechanics and Motor Behavior, Faculty of Sport Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran

*Corresponding author: Ali Yalfani, Department of Exercise Rehabilitation, Faculty of Sport Sciences, Bu Ali Sina University, Hamedan, Iran

Email: yalfani@basu.ac.ir

Received: 04 October 2024

Accepted: 20 November 2024

ABSTRACT

Introduction and purpose: The elderly population is increasing in most countries, and as age increases, balance disorder and fall risk become important health-related indicators. The aim of this study was a systematic review related to the effect of neurofeedback rehabilitation protocol on balance and fall risk in the elderly.

Methods: In this research, a systematic library review was conducted according to the guidelines established by PRISMA. Articles were selected from the information databases of the SID, Magiran, Irandoc, SPORTDiscus, PEDro, Trip, PubMed, and Google Scholar using the following keywords: “Balance,” “Elderly,” “Rehabilitation,” “Neurofeedback training,” “Fall risk,” and “Fear of falling” in Persian and English language.

Results: Following the initial review, a total of 491 articles were retrieved from various databases. Specifically, there were 14 articles from the SID database, 82 articles from the Magiran database, 19 articles from the Irandoc database, 121 articles from the Google Scholar database, 68 articles from the PubMed database, 42 articles from the SPORTDiscus database, and 17 articles from the CINAHL database. Subsequently, 7 studies were chosen for further examination. In terms of study quality, as per the National Institute of Health criteria, 3 studies were classified as high quality, 1 study as medium quality, and 3 studies as low quality.

Conclusion: The current study showed that neurofeedback training using the protocol of increasing the Beta brain waves and decreasing the Theta brain waves could be more effective in improving balance and reducing the risk of falls in the elderly than balance training, somatosensory training, and physical training.

Keywords: Elderly, Fear of falling, Neurofeedback, Postural control

► **Citation:** Yalfani A, Azizian M, Gholami-Borujeni B. Effect of Neurofeedback Rehabilitation on the Balance and Fall Risk of the Elderly: A Systematic Review. Journal of Health Research in Community. Winter 2025;10(4): 70-79

مقاله مروری

تأثیر توان بخشی نوروفیدبک بر تعادل و خطر سقوط سالمندان: یک مطالعه مروری نظام مند

چکیده

علی یلفانی^{۱*}
مسعود عزیزیان^۱
بهنام غلامی بروجنی^۲

۱. گروه توان بخشی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۲. گروه بیومکانیک ورزشی و رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابل، ایران

* نویسنده مسئول: علی یلفانی، گروه توان بخشی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

Email: yalfani@basu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۳۰

مقدمه و هدف: جمعیت سالمندان در بیشتر کشورها در حال افزایش است، با افزایش سن اختلال در تعادل و خطر سقوط به عنوان یک شاخص مرتبط با سلامت اهمیت پیدا می کند. هدف از این پژوهش مروری نظام مند درباره تأثیر شیوه نامه توان بخشی نوروفیدبک بر تعادل و خطر سقوط سالمندان بوده است.

روش کار: در این پژوهش یک مرور نظام مند و کتابخانه ای مطابق با دستورالعمل های ایجاد شده توسط PRISMA انجام شده است. مقالات منتخب در پایگاه های اطلاعاتی جهاد دانشگاهی، مگیران، ایرانداک، PubMed، Trip، PEDro، SPORTDiscus و Google Scholar با استفاده از کلیدواژه های فارسی شامل تعادل، سالمند، توان بخشی، تمرینات نوروفیدبک و خطر سقوط و کلیدواژه های انگلیسی شامل balance، neurofeedback training، rehabilitation elderly و fall risk جمع آوری و بررسی شده اند.

یافته ها: پس از مرور اولیه ۴۹۱ مقاله استخراج شده است که از این تعداد، ۱۴ مقاله در پایگاه جهاد دانشگاهی، ۸۲ مقاله در پایگاه مگیران، ۱۹ مقاله از پایگاه ایرانداک، ۱۲۱ مقاله از بانک اطلاعاتی علمی Google scholar، ۶۸ مقاله از پایگاه PubMed، ۴۲ مقاله از پایگاه SPORTDiscus و ۱۷ مقاله از CINAHL انتخاب شده اند. در نهایت ۷ مطالعه برای بررسی نتایج انتخاب شده اند. از ۷ مطالعه انتخاب شده بر طبق ابزار موسسه ملی بهداشت ۳ مطالعه دارای کیفیت بالا، ۱ مطالعه دارای کیفیت متوسط و ۳ مطالعه دارای کیفیت پایین بوده اند.

نتیجه گیری: پژوهش حاضر نشان داده است که تمرینات نوروفیدبک با استفاده از شیوه نامه افزایش امواج مغزی بتا و کاهش امواج مغزی تتا در مقایسه با تمرینات تعادلی، حسی - پیکری و فعالیت بدنی می تواند اثربخشی بیشتری در تعادل و کاهش خطر سقوط سالمندان داشته باشد.

واژه های کلیدی: سالمند، نوروفیدبک، ترس از سقوط، کنترل پاسچر

◀ **استناد:** یلفانی، علی؛ عزیزیان، مسعود؛ غلامی بروجنی، بهنام. تأثیر توان بخشی نوروفیدبک بر تعادل و خطر سقوط سالمندان: یک مطالعه مروری نظام مند. مجله تحقیقات سلامت در جامعه، زمستان ۱۴۰۳؛ ۱۰(۴): ۷۹-۷۰

مقدمه

سالمندی فرایندی است تدریجی و پیش رونده که با افزایش سن، تمام وجود انسان را در بر می گیرد [۱]. با پیشرفت علم پزشکی

تجربه می‌کنند، ۱۵ برابر بیشتر از افراد عادی در بیمارستان بستری می‌شوند؛ بنابراین، اختلال در تعادل یک عامل مهم و استراتژیک در جمعیت سالمندان است [۱۰-۱۲].

تغییرات در سیستم عصبی مرکزی به دلیل افزایش سن باعث اختلال در دستگاه‌های دهلیزی، اسکلتی - عضلانی و حسی - پیکری می‌شود و این عوامل با اختلال در تعادل سالمندان همراه می‌شود [۱۳]. اختلال در تعادل باعث کاهش حس عمقی، اختلال در هماهنگی عصبی عضلانی، کاهش قدرت عضلانی و در نهایت درد می‌شود که این عوامل خطرات سلامت جمعیت سالمندان را تهدید می‌کند [۱۴, ۱۲]. سیستم کنترل وضعیت تعادل یک مکانیسم پیچیده است که نیاز به هماهنگی سه سیستم تعادلی، بینایی، دهلیزی و سیستم حسی - پیکری که نقش مهمی در ایجاد تعادل ایستا و پویا دارند [۷]. تعادل، پویایی بدن را در جهت پیشگیری از سقوط و افتادن تعریف می‌کند و جهت تمام کارهای روزمره و شخصی غیر قابل اجتناب است، حفظ تعادل عاملی مهم و ضروری برای جمعیت سالمندان است [۱۳, ۶]. جهت اصلاح اختلال تعادل و ترس از زمین خوردن باید دنبال راهکارهای توان‌بخشی بود که بتواند سیستم عصبی مرکزی را جهت حفظ تعادل اصلاح کنند [۲]. نوروفیدبک یکی از تکنیک‌های نوین توان‌بخشی است که اخیراً محققان درباره آن پژوهش کرده‌اند و در جمعیت سالمندان جهت توان‌بخشی اسکلتی - عضلانی و آمادگی روانی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۵]. چندین مطالعه تاثیر این شیوه‌نامه توان‌بخشی را بر تعادل سالمندان و ورزشکاران موثر دانسته‌اند [۱۷, ۱۶]. این تکنیک قادر است امواج کورتکس مغز را اصلاح کند [۱۷]. امواج مغزی تتا و بتا در افراد با اختلال تعادل تغییر پیدا می‌کند، امواج مغزی تتا افزایش پیدا می‌کند و امواج مغزی بتا کاهش پیدا می‌کند [۱۵]. امواج مغزی بتا زمانی افزایش پیدا می‌کند که حین فعالیت‌های ورزشی یا حل کردن مسائل ریاضی که نیاز به فکر کردن و تمرکز زیادی دارد فعال می‌شود، بر عکس با امواج مغزی تتا موقع خواب آلودگی، حواس‌پرتی افزایش پیدا می‌کند

و اقدامات پیشگیرانه و کنترل بیماری‌های واگیر، طول عمر انسان افزایش پیدا کرده و جمعیت سالمندان در بیشتر کشورهای در حال توسعه در حال افزایش است [۲]. بر طبق گزارش سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۱۹ مهم‌ترین مشکلات قرن حاضر پیر شدن جمعیت است [۲]. همچنین پیش‌بینی شده است که در کشور ایران افزایش جمعیت سالمندی رو به افزایش است و جمعیت سالمندی در ایران در سال ۲۰۳۰ حدود ۲۰ تا ۲۵ درصد افزایش میابد [۳]. سازمان بهداشت جهانی گزارش داده است امید به زندگی به سن ۷۷ سالگی رسیده است و این باعث افزایش پدیده سالمندی می‌شود، افزایش پدیده سالمندی یکی از چالش‌های اجتماعی، اقتصادی و بهداشتی قرن ۲۱ است که اگر مدیریت نشود هزینه‌های زیادی به کشورها وارد می‌کند [۵, ۴]. آنچه مسلم است با افزایش سن بیماری‌های حاد و مزمن افزایش یافته و توانایی عملکرد حرکتی و همچنین قدرت حواس و ادارک کاهش پیدا می‌کند [۳].

با افزایش سن تغییرات فرسایشی در دستگاه‌های بدن انسان، سیستم فیزیولوژیکی و آمادگی جسمانی ایجاد می‌شود که باعث اختلال در سیستم عصبی مرکزی و دستگاه عصبی محیطی می‌شود [۴]. اختلال در سیستم عصبی مرکزی باعث اختلال در تعادل و افزایش خطر سقوط در سالمندان می‌شود [۶]. اختلال در تعادل و خطر سقوط یکی از مهم‌ترین خطرات مرتبط با سلامت در سالمندان است که باعث کاهش کیفیت زندگی می‌شود [۷]. اختلال تعادل و زمین خوردن در سالمندان باعث شکستگی استخوان‌ها و معلولیت‌های طولانی‌مدت می‌شود و همچنین هزینه‌های اقتصادی زیادی برای سالمندان به بار می‌آورد [۸]. با وجود هزینه‌های اقتصادی که برای سالمندان دارد، باعث بی‌حرکی و از دست دادن اراده و استقلال فرد می‌شود و این بزرگ‌ترین فقدان برای سال‌های باقی‌مانده از زندگی سالمندان است [۹]. همین عوامل باعث مشکلات روانی در سالمندان می‌شود؛ از طرفی، ششمین علت مرگ و میر در جمعیت سالمندان به علت اختلال در تعادل و زمین خوردن است؛ به عبارتی افراد سالمندی که سقوط را

داده‌اند. در مرحله اول در پایگاه‌های اطلاعاتی جهاد دانشگاهی (Scientific Information Database) مگیران (Magiran) و ایرانداک (irandoc) با استفاده از کلیدواژه‌های تعادل، سالمند، توان‌بخشی، تمرینات نوروفیدبک و ترس از سقوط به زبان فارسی در بازه زمانی ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۳ جستجو انجام شده است. در مرحله دوم در پایگاه‌های SPORTDiscus, PEDro, Trip and PubMed، CINAHL، Google Scholar و PubMed با استفاده از کلیدواژه‌های neurofeedback training، rehabilitation، balance، elderly، fall risk و محدود به زبان انگلیسی در بازه زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۴ عملیات جستجو انجام شده است. علاوه بر این جستجوی مقالاتی که ممکن بوده است به موضوع تحقیق مرتبط باشند به صورت دستی در تمام پایگاه‌های بیان‌شده به دو زبان فارسی و انگلیسی انجام گرفته تا تمام مطالعات در حیطه بررسی یافته شوند.

انتخاب مقالات

دو محقق در مرحله اول (ب.غ، م.ع) غربالگری مقالات را بر اساس معیارهای ورود انجام داده و مطالعات تکراری و اضافی را بر اساس عنوان و چکیده حذف کرده‌اند. سپس متن کامل مطالعات باقی‌مانده را بررسی کرده‌اند تا اطمینان حاصل کنند که معیارهای ورود به مطالعه را دارند. هرگونه اختلاف نظر بین دو محقق توسط محقق ارشد مطالعه (ع.ی) حل و فصل شده است. برای انتخاب مقاله، معیارهای الزامی را محققان در نظر گرفته‌اند که عبارتند از: ۱- انتشار به زبان انگلیسی یا فارسی؛ ۲- تشکیل شدن جامعه آماری مطالعه از سالمندان (۶۰ سال به بالاتر)؛ ۳- قرار داشتن شرکت‌کنندگان تحت مداخله توان‌بخشی نوروفیدبک؛ ۴- ارزیابی شدن تعادل و خطر سقوط در مرحله پیش‌آزمون و مجدداً در مرحله پس‌آزمون؛ ۵- پژوهش‌های تجربی و نیمه‌تجربی؛ ۵- در دسترس بودن متن کامل مطالعه؛ ۶- منتشر شدن مطالعات در نشریات علمی - پژوهشی (۲۰۱۹). همچنین معیارهای خروج از پژوهش عبارت بوده‌اند از:

[۱۷]. شهربانیان و همکاران (۲۰۱۹) گزارش داده‌اند که تمرینات نوروفیدبک باعث بهبود تعادل و کاهش خطر سقوط سالمندان می‌شود. آن‌ها مکانیسم شیوه‌نامه تمرینی خود را افزایش امواج مغزی بتا و کاهش امواج مغزی تتا دانسته‌اند [۱۸]. از طرفی میهارا Mihara و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کرده‌اند که این تمرینات تأثیری بر بهبود تعادل ندارد [۱۹]. نوروفیدبک یا بازخورد عصبی یک تکنیک ساکن است که بر اساس شرطی‌سازی با استفاده از اصلاح امواج مغزی به بهبود سیستم عصبی مرکزی و در نهایت بهبود عملکرد سیستم عضلانی اسکلتی می‌پردازد [۱۵].

با توجه به اینکه اختلال در تعادل و خطر سقوط در سالمندان امری شایع است و برطرف کردن این مشکل برای سالمندان ضروری است، لازم است تا تأثیر شیوه‌نامه‌های مختلف بر کنترل تعادل این افراد اثبات شود. تاکنون بیشترین شواهد متوجه تمرینات جسمانی برای پیشگیری از سقوط سالمندان بوده است. با این حال، اخیراً تأثیر مثبت نوروفیدبک بر تعادل و خطر سقوط سالمندان مورد بحث قرار گرفته است. شواهد درباره تأثیر این تمرینات بر تعادل افراد سالمند، اثرات متفاوتی را نشان داده‌اند؛ بنابراین، این مطالعه مروری نظام‌مند با هدف بررسی این شواهد به دنبال اثبات اثربخشی تمرینات نوروفیدبک بر تعادل و خطر سقوط سالمندان بوده است.

روش کار

در این مطالعه یک مرور نظام‌مند و کتابخانه‌ای مطابق با دستورالعمل‌های ایجادشده توسط (Clinical reports to review systematic studies) PRISMA انجام شده است (https://www.prisma-statement.org). محققان به دنبال این بوده‌اند تا تأثیر شیوه‌نامه‌های توان‌بخشی نوروفیدبک بر تعادل و خطر سقوط سالمندان را بررسی کنند [۲۰]. جستجوی مقالات را دو محقق طی دو مرحله جستجو به زبان فارسی و انگلیسی انجام

شده است. پس از مرور اولیه ۴۹۱ مقاله استخراج شده است که از این تعداد ۱۴ مقاله در پایگاه جهاد دانشگاهی، ۸۲ مقاله در پایگاه مگیران، ۱۹ مقاله از پایگاه ایراندک، ۱۲۱ مقاله از پایگاه Google scholar، ۶۸ مقاله از پایگاه PubMed، ۴۲ مقاله از پایگاه SPORTDiscus و ۱۷ مقاله از پایگاه CINAHL انتخاب شده‌اند. ۳۰۸ مقاله به علت نداشتن معیارهای ورود، انتشار به زبان غیر انگلیسی و غیر فارسی و بعضی مقالات به علت تکراری بودن حذف شده‌اند؛ همچنین ۱۰۳ مقاله بعد از مطالعه به علت استفاده از کنزیوتیپ و بریس‌های حفاظتی، مطالعات موردی، شیوه‌نامه‌های ترکیبی و مطالعات مروری حذف شده‌اند. در نهایت ۷ مطالعه برای بررسی نتایج انتخاب شده‌اند. از ۷ مطالعه انتخاب شده ۳ مطالعه دارای کیفیت بالا، ۱ مطالعه دارای کیفیت متوسط و ۳ مطالعه دارای کیفیت پایین بر طبق ابزار موسسه ملی بهداشت بوده‌اند (فلوچارت ۱).

اجرای شیوه‌نامه‌های نوروفیدبک مطالعات: در پژوهش شهربانیان و همکاران (۲۰۱۹) به تاثیر ۱۲ هفته تمرینات نوروفیدبک و فعالیت بدنی بر تعادل و خطر سقوط زنان سالمند پرداخته شده است. در نمونه آماری ۴۵ زن سالمند با محدوده سنی بالای ۶۵ سال شرکت کرده‌اند. شیوه‌نامه تمرینی نوروفیدبک بر پایه افزایش امواج مغزی بتا و کاهش امواج مغزی تتا بوده است. آن‌ها گزارش کرده‌اند که هر دو تمرینات نسبت به گروه کنترل باعث بهبود تعادل و خطر

۱- مطالعات به زبان غیر انگلیسی و غیر فارسی؛ ۲- مطالعات موردی، مروری یا متاآنالیز؛ ۳- مطالعاتی که از کنزیوتیپ استفاده کرده‌اند؛ ۴- مقالات کنفرانسی؛ ۵- مطالعاتی که به قطعیت تاثیر تمرینات نوروفیدبک را بر تعادل و خطر سقوط گزارش نکرده‌اند [۲۴-۲۱].

کیفیت مطالعات انتخاب شده

برای بررسی دقیق کیفیت مقالات از ابزار ۱۴ سوالی موسسه ملی بهداشت National Institutes of Health استفاده شده است [۲۵]. این ابزار شامل ۱۴ سوال است، اگر جواب سوال بله باشد امتیاز (۱) ولی اگر جواب خیر باشد امتیاز (۰) داده می‌شود، برای سوال‌هایی که جواب آن مشخص نشده باشد امتیازی در نظر گرفته نشده است. دو محقق (م.ع و ب.غ) به طور مستقل کیفیت مقالات را بررسی کرده‌اند و امتیاز نهایی توسط مشورت این دو محقق در نظر گرفته شده است. امتیاز ۱۰ تا ۱۴ برای درجه‌بندی مطالعات با کیفیت خوب، امتیاز ۷ تا ۱۰ برای درجه‌بندی کیفیت متوسط و امتیاز کمتر از ۶ برای درجه‌بندی کیفیت پایین در نظر گرفته شده است [۲۶] (جدول ۱).

یافته‌ها

نتایج کامل جستجوی مطالعات در فلوچارت (۱) نشان داده

جدول ۱. کیفیت مقالات بر طبق شاخص ۱۴ سوالی موسسه ملی بهداشت

تحقیق	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	مجموع امتیاز	کیفیت
شهربانیان و همکاران (۲۰۲۱)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	۱۱	بالا
رضایی و همکاران (۱۳۹۲)	*	*	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	*	*	۵	پایین
آذر پایکان و ترابی (۲۰۱۷)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	۱۰	بالا
رضایی و همکاران (۲۰۲۱)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	۱۰	بالا
رضایی و همکاران (۱۳۹۳)	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	*	۳	پایین
سعادت و شیخ (۱۴۰۲)	*	*	-	-	-	-	*	*	-	-	-	-	*	*	۷	متوسط
مشرف رضوی و همکاران (۱۳۹۶)	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	*	۳	پایین

نمونه آماری ۴۵ سالمند مرد با محدوده سنی بالای ۶۰ سال شرکت کرده‌اند. آن‌ها گزارش کرده‌اند هر دو تمرینات باعث بهبود تعادل و ترس از سقوط سالمندان شده است. تمرینات نوروفیدبک در مقایسه با تمرینات حسی - پیکری در بهبود تعادل ایستا موثرتر بوده است [۲۷]. در پژوهش رضایی و همکاران (۲۰۲۱) تاثیر دو نوع شیوه‌نامه تمرینی نوروفیدبک و تعادلی بر خطر سقوط سالمندان پرداخته شده است. نمونه آماری ۴۸ سالمند با محدوده سنی بالای ۶۵ سال را به صورت تصادفی به دو گروه نوروفیدبک و تعادلی تقسیم کرده‌اند. رضایی و همکاران گزارش کرده‌اند ۵ هفته تمرینات نوروفیدبک و تعادلی باعث بهبود تعادل و کاهش خطر سقوط سالمندان شده است؛ ولی تمرینات نوروفیدبک روش درمانی موثرتری از تمرینات تعادلی برای بهبود تعادل و کاهش خطر سقوط سالمندان است [۲۸]. رضایی و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهشی به تاثیر تمرینات نوروفیدبک بر تعادل پویای سالمندان پرداخته‌اند. در نمونه آماری ۳۰ سالمند مرد با محدوده سنی بالای ۶۰ سال شرکت کرده‌اند. آن‌ها گزارش کرده‌اند تمرینات نوروفیدبک در مقایسه با گروه کنترل باعث بهبود معناداری در تعادل سالمندان شده است [۲۹]. سعادت و شیخ (۱۴۰۲) به تاثیر دو نوع شیوه‌نامه تمرینی نوروفیدبک و فراهم‌سازی‌های محیط تمرین بر تعادل و خطر سقوط سالمندان پرداخته‌اند. در نمونه آماری ۳۶ مرد سالمند با محدوده سنی بین ۶۰ تا ۸۰ سال شرکت کرده‌اند. آن‌ها گزارش کرده‌اند که تمرینات نوروفیدبک تاثیری بر کاهش خطر سقوط نداشته؛ ولی باعث بهبود تعادل شده است [۳۰]. مشرف رضوی و همکاران (۱۳۹۶) نیز به بررسی تاثیر دو نوع شیوه‌نامه تمرینی نوروفیدبک و تمرینی تصویرسازی حرکتی بر تعادل سالمندان پرداخته‌اند. در نمونه آماری ۲۴ مرد سالمند با محدوده سنی ۶۰ تا ۸۲ سال شرکت کرده‌اند. آن‌ها گزارش کرده‌اند که شیوه‌نامه تمرینی نوروفیدبک نسبت به تمرینات تصویرسازی ذهنی در بهبود تعادل سالمندان موثرتر بوده است [۳۱] (جدول ۲).



شکل ۱. انتخاب غربالگری مطالعات

سقوط شده‌اند؛ ولی تمرینات نوروفیدبک اندازه اثر بالاتری نسبت به فعالیت بدنی داشته است [۱۶]. رضایی و همکاران (۱۳۹۲) تاثیر ۵ هفته تمرینات نوروفیدبک بر تعادل ایستا و پویای سالمندان را بررسی کرده‌اند. در نمونه آماری ۳۰ مرد سالمند با محدوده سنی بالای ۶۰ سال شرکت کرده‌اند. شیوه‌نامه تمرینی نوروفیدبک آن‌ها افزایش امواج مغزی بتا و کاهش امواج مغزی تتا بوده است. آن‌ها گزارش کرده‌اند که ۵ هفته تمرینات نوروفیدبک باعث بهبود تعادل ایستا و پویای سالمندان نسبت به گروه کنترل شده است [۲۶]. آذر پایکان و ترابی (۲۰۱۷) به تاثیر ۵ هفته‌ای تمرینات نوروفیدبک و تمرینات حسی - پیکری بر تعادل و خطر سقوط سالمندان پرداخته‌اند. در

جدول ۲. نتایج کامل مطالعات پژوهش تاثیر توان بخشی نوروفیدبک بر تعادل و خطر سقوط سالمندان

نام نویسنده (سال انتشار)	متغیرهای مطالعه	هدف مطالعه	نتیجه گیری
شهربانیان و همکاران (۲۰۲۱) [۱۶]	خطر سقوط و تعادل	مقایسه تاثیر تمرینات نوروفیدبک و فعالیت بدنی بر تعادل و خطر سقوط سالمندان	هر دو شیوه نامه باعث کاهش خطر سقوط و تعادل شده است؛ ولی تمرینات نوروفیدبک نسبت به تمرین فعالیت بدنی اندازه اثر بالایی داشته است.
رضایی و همکاران (۱۳۹۲)	تعادل ایستا و پویا	بررسی تاثیر تمرینات نوروفیدبک بر تعادل ایستا و پویا نسبت به گروه کنترل	تمرینات نوروفیدبک باعث بهبود تعادل ایستا و پویا سالمندان شده است.
آذر پاکان و ترابی (۲۰۱۷) [۲۷]	تعادل و خطر سقوط	مقایسه تاثیر تمرینات نوروفیدبک و حسی بر تعادل و خطر سقوط سالمندان	تمرینات نوروفیدبک در مقایسه با تمرینات حسی اثربخشی بالاتری در بهبود تعادل و کاهش ترس از سقوط داشته است.
رضایی و همکاران (۲۰۲۱) [۲۹]	تعادل و خطر سقوط	مقایسه تاثیر تمرینات تعادلی و نوروفیدبک بر تعادل و خطر سقوط سالمندان بالای ۶۵ سال	هر دو شیوه نامه باعث بهبود تعادل و کاهش خطر سقوط شده است؛ ولی تمرینات نوروفیدبک اندازه اثر بالاتری داشته است.
رضایی و همکاران (۱۳۹۳) [۲۸]	تعادل دوگانه حرکتی	بررسی تاثیر تمرینات نوروفیدبک بر تعادل دوگانه حرکتی سالمندان	تمرینات نوروفیدبک باعث بهبود تعادل دوگانه حرکتی سالمندان شده است.
سعادت و شیخ (۱۴۰۲) [۳۰]	تعادل و خطر سقوط	مقایسه تاثیر تمرینات نوروفیدبک و فراهم سازی محیطی بر تعادل و خطر سقوط سالمندان	تمرینات نوروفیدبک باعث کاهش خطر سقوط نشده است؛ ولی باعث بهبود تعادل شده است. اثر درمانی تمرینات فراهم سازی محیطی در مقایسه با تمرینات نوروفیدبک بیشتر بوده است.
مشرف رضوی و همکاران (۱۳۹۶) [۳۱]	تعادل	مقایسه تاثیر تمرینات نوروفیدبک و تصویرسازی ذهنی بر تعادل سالمندان	تمرینات نوروفیدبک در مقایسه با تمرینات تصویرسازی حرکتی باعث بهبود تعادل سالمندان شده است.

بحث و نتیجه گیری

[۲۷]. به نظر می رسد با بهبود تعادل خطر سقوط کاهش و کیفیت

زندگی افزایش پیدا می کند [۲۷، ۹].

سالمندان نسبت به افراد سالم تغییراتی در سیستم عصبی مرکزی و دستگاه محیطی دارند [۳۱]. این تغییرات سیستم عصبی مرکزی باعث پیشروی در نداشتن تعادل و زمین خوردن می شود [۳۲]. یکی از مهم ترین عوامل تغییرات سیستم عصبی مرکزی که باعث اختلال تعادل می شود تغییرات در امواج مغزی سر است [۱۵]. الکتروانسفالوگرافی یا نوار مغزی افراد با اختلال تعادل نشان می دهد که امواج مغزی بتا کاهش پیدا کرده است و از طرفی امواج مغزی تتا افزایش پیدا کرده است [۱۵]. به نظر می رسد شیوه نامه ای که بتواند امواج مغزی سر را اصلاح کند و در نتیجه بتواند سیستم عصبی مرکزی را تقویت بکند تمرینات نوروفیدبک است [۳۳]. پژوهشگران عقیده دارند تمرینات نوروفیدبک می تواند بر توجه و حس ادراکی تاثیر بگذارد و از این شیوه نامه توان بخشی به عنوان روش کننده مغز یاد می کنند [۳۳]. همچنین این تمرینات قادر است با اصلاح امواج مغزی

هدف این مطالعه مروری سیستماتیک تاثیر توان بخشی نوروفیدبک بر تعادل و خطر سقوط سالمندان بوده است. مطالعات بررسی شده به تاثیر تمرینات نوروفیدبک یا بازخورد عصبی با تقویت امواج مغزی دلتا، بتا، تتا و آلفا بر تعادل و خطر سقوط سالمندان پرداخته بودند. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که توان بخشی نوروفیدبک اگر الکتروود بر ناحیه O_1 و O_2 (اکسیپیتال) نزدیک مخچه افراد نصب شده باشد و شیوه تمرینی افزایش امواج مغزی بتا و کاهش امواج مغزی تتا باشد، می تواند باعث بهبود تعادل و خطر سقوط در سالمندان شود و به نظر می رسد قادر است این مشکل مرتبط با سلامت سالمندان را حل کند [۱۶، ۲۷، ۲۸]. اختلال تعادل و خطر سقوط یکی از مهم ترین دلایل مراجعه سالمندان به بیمارستان است [۳۱]. بعد از افتادن، احتمال شکستگی و معلولیت های دائمی وجود دارد. همچنین اختلال در تعادل و خطر سقوط سالمندان با کاهش کیفیت زندگی آن ها ارتباط مستقیم دارد

و کاهش فعالیت بدنی بهبود پیدا می‌کند [۱۶]. به پژوهشگران پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده به بررسی شیوه‌نامه‌های روان‌شناختی دیگر مانند واقعیت مجازی و تحریک الکتریکی مغز بر شاخص‌های مرتبط به سلامت سالمندان بپردازند. یکی از محدودیت‌های مطالعه مروری حاضر یکسان نبودن روش‌های ارزیابی تعادل و خطر سقوط در مقالات انتخاب شده بوده است؛ ولی با توجه به اینکه تمامی مقالات بررسی شده از ابزارهایی استفاده کرده‌اند که روایی و پایایی اثبات شده دارند، می‌توان گفت که این محدودیت نمی‌تواند بر نتایج مطالعه مروری حاضر اثرگذار باشد. محدودیت دیگر پژوهش حاضر این بوده است که بر طبق ابزار موسسه ملی بهداشت ۳ مقاله انتخاب شده دارای کیفیت پایین بوده‌اند و با توجه به تعداد کم مقالات این حوزه، حذف مقالات با کیفیت پایین امکان‌پذیر نبوده است. نتیجه‌گیری مطالعه مروری نظام‌مند حاضر نشان داده است که تمرینات نوروفیدبک با استفاده از شیوه‌نامه افزایش امواج مغزی بتا و کاهش امواج مغزی تتا نسبت به تمرینات تعادلی، حسی - پیکری و فعالیت بدنی می‌توانند منجر به بهبود بیشتری در تعادل و خطر سقوط سالمندان شوند؛ بنابراین، به متخصصان حوزه سلامت سالمندان، توان‌بخشی و فیزیوتراپی توصیه می‌شود تا از تمرینات نوروفیدبک به مثابه یک روش کمکی برای توان‌بخشی اختلال تعادل و همچنین خطر سقوط سالمندان استفاده کنند.

قدردانی

از تمام نویسندگان محترم که در این پژوهش نقش داشته‌اند تقدیر و تشکر می‌شود.

تضاد در منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارضی را در منافع گزارش نکرده‌اند.

برنامه‌ریزی حرکتی را تقویت کند و حس عمقی مفاصل را بهبود ببخشد [۲۷]. اختلال حس عمقی زانو و مچ پا با اختلال تعادل و خطر سقوط سالمندان ارتباط مستقیم دارد [۳۴]. به نظر می‌رسد شیوه‌نامه توان‌بخشی نوروفیدبک می‌تواند با تقویت امواج مغزی عملکرد سیستم عصبی مرکزی را بهبود ببخشد [۲۷]. امواج مغزی بتا امواجی است که در حالت هوشیاری، انجام فعالیت‌های ورزشی و حل کردن مسائل هوشی فعال به اوج خود می‌رسد؛ ولی برعکس امواج مغزی تتا در حالت‌های خواب‌آلودگی، حواس‌پرتی، اختلال تعادل و حس عمقی فعال می‌شود [۲۸]. از طرفی نوروفیدبک می‌تواند این اختلالات تغییر یافته را اصلاح کند، همچنین باعث افزایش توجه و آگاهی ادارکی سالمندان شود [۱۶]. همچنین برخی پژوهشگران عقیده دارند می‌توان از این شیوه‌نامه به عنوان توان‌بخشی مکمل در آسیب‌های اسکلتی عضلانی استفاده کرد [۲۷]. شهربانیان و همکاران (۲۰۲۱)، رضایی و همکاران (۲۰۲۱) و آذرپایکان و ترابی (۲۰۱۷) الکترودهای نوروفیدبک را بر محدوده O_1 و O_2 نصب کردند و شیوه‌نامه تمرینی که برای رفع تعادل در نظر گرفته بودند، افزایش امواج مغزی بتا و کاهش امواج مغزی تتا بوده است. آن‌ها گزارش کرده‌اند تمرینات نوروفیدبک در مقایسه با بقیه شیوه‌نامه‌های تمرینی مانند فعالیت بدنی، تمرینات تعادلی و تمرینات حسی باعث بهبود تعادل و خطر سقوط شده است [۱۶، ۲۷، ۳۱]. همچنین آذرپایکان و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کرده‌اند که بعد از انجام تمرینات نوروفیدبک وقتی از آزمودنی‌ها الکتروانسفالوگرافی یا نوار مغزی گرفته‌اند امواج مغزی بتا افزایش داشته است و امواج مغزی تتا کاهش داشته است به نظر می‌رسد تمرینات نوروفیدبک می‌تواند با بهبود ویژگی‌های امواج مغزی باعث شود سیستم عصبی مرکزی به درستی فعالیت کند و اختلال در تعادل و خطر سقوط در سالمندان را کاهش دهد [۲۷، ۳۵]. شواهدی نشان می‌دهد با بهبود فاکتورهای مرتبط با سلامت سالمندان کیفیت زندگی

مشارکت نویسندگان

دسترسی داده ها

همه نویسندگان در ایده پردازی و انجام طرح، همچنین نگارش اولیه مقاله سهیم بوده اند.

این مقاله یک مطالعه مروری نظام مند بوده است، تمام اطلاعات نوشته شده است.

حمایت مالی

این پژوهش هیچ گونه حمایت مالی نداشته است.

References

1. Kuo C-C, Chen S-C, Chen T-Y, Ho T-J, Lin J-G, Lu T-W. Effects of long-term Tai-Chi Chuan practice on whole-body balance control during obstacle-crossing in the elderly. *Scientific reports*. 2022;12(1):2660.
2. Shouhani M, Jalilian M, Parsaei S, Modara F, Seidkhani H. The Effect of unilateral and bilateral electrical stimulation of the brain on improving the balance of the elderly. *Iranian Journal of Ageing*. 2020;15(3):312-23.
3. Rahmati-Yami M, Ravanbod R, Vakilian F, Ravari M. The Effects of Routine Breathing and Gradual Device-guided Slow Breathing Exercises on the Quality of Life, Physical Functional Performance, and Blood Pressure in Elderly Patients with Chronic Heart Failure. *Iranian Journal of Ageing*. 2025;19(4).
4. Mohammadi Arani M, Rahnema N. Comparison of the effect of training with Balance board and Pilates and combined on the static and dynamic balance of elderly women. *Journal of Sport and Exercise Physiology*. 2021;14(1):21-30.
5. Pourghesiar N, Jabalameli S, Haghayegh SA, Moghimian M. The Comparison of the Effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation and Neurofeedback Therapy on Sleep Quality in the Elderly. *Ageing Psychology*. 2023;9(2):121-134.
6. Jeong H, Lee Y. Sex-based differences in the quality of life of elderly Koreans with chronic musculoskeletal pain. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020;17(3):743.
7. Quijoux F, Nicolai A, Chairi I, Bargiotas I, Ricard D, Yelnik A, et al. A review of center of pressure (COP) variables to quantify standing balance in elderly people: Algorithms and open-access code. *Physiological reports*. 2021;9(22):e15067.
8. Aslankhani MA, Shams A, Shamsipour Dehkordi P. Mental, physical and mixed practice effects on elderly static and dynamic balance. *Iranian Journal of Ageing*. 2008;3(3):22-29.
9. Sadeghi S, Azimkhani A, Abbasi H. The Comparison of effectiveness of mindfulness, balance and combined exercises on the balance and fear of falling in the elderly. *Ageing Psychology*. 2022;8(1):85-71.
10. de Bruin ED, Murer K. Effect of additional functional exercises on balance in elderly people. *Clinical rehabilitation*. 2007;21(2):112-121.
11. Mathias S, Nayak U, Isaacs B. Balance in elderly patients: the "get-up and go" test. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1986;67(6):387-389.
12. Scheen AJ, Bonnet F. Efficacy and safety profile of SGLT2 inhibitors in the elderly: How is the benefit/risk balance? *Diabetes & Metabolism*. 2023;49(2):101419.
13. Gholami-Borujeni B, Yalfani A, Ahmadnezhad L. Eight-week inspiratory muscle training alters electromyography activity of the ankle muscles during overhead and single-leg squats: a randomized controlled trial. *Journal of Applied Biomechanics*. 2020;37(1):13-20.
14. Ghasemi MH, Anbarian M, Esmaeili H. Immediate effects of using insoles with various wedges on activation and co-contraction indices of selected trunk muscles during load lifting. *Applied Ergonomics*. 2020;88:103195.
15. Marzbani H, Marateb HR, Mansourian M.

- Neurofeedback: a comprehensive review on system design, methodology and clinical applications. *Basic and Clinical Neuroscience*. 2016;7(2):143.
16. Shahrbanian S, Hashemi A, Hemayatlab R. 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*. 2021;37(2):271-278.
 17. Maszczyk A, Dobrakowski P, Nitychoruk M, Żak M, Kowalczyk M, Toborek M. The effect of neurofeedback training on the visual processing efficiency in judo athletes. *Journal of Human Kinetics*. 2020;71(1):219-227.
 18. Hammond DC. What is neurofeedback? *Journal of Neurotherapy*. 2007;10(4):25-36.
 19. Mihara M, Fujimoto H, Hattori N, Otomune H, Kajiyama Y, Konaka K, et al. Effect of neurofeedback facilitation on poststroke gait and balance recovery: A randomized controlled trial. *Neurology*. 2021;96(21):e2587-e98.
 20. Lawry-Popelka B, Chung S, McCann RS. Cross-education balance effects after unilateral rehabilitation in individuals with chronic ankle instability: a systematic review. *Journal of Athletic Training*. 2022;57(11-12):1055-61.
 21. Maricot A, Dick E, Walravens A, Pluym B, Lathouwers E, De Pauw K, et al. Brain neuroplasticity related to lateral ankle ligamentous injuries: a systematic review. *Sports Medicine*. 2023;53(7):1423-43.
 22. Sedaghati P, Baharmast Hossein Abadi A, Zolghadr H. Effect of Core Stability Exercises on Volleyball Players: A Systematic Review. *Physical Treatments-Specific Physical Therapy Journal*. 2023;13(3):147-158.
 23. Caldemeyer LE, Brown SM, Mulcahey MK. Neuromuscular training for the prevention of ankle sprains in female athletes: a systematic review. *The Physician and Sportsmedicine*. 2020;48(4):363-369.
 24. Zabolypour S, Arsalani N, Gilvari T, Rafiee Vardanjani L, Fallahi M, Khajehmirzaei F. Investigating the Care Challenges Caregivers of the Elderly with Alzheimer's Disease. *Iranian Journal of Ageing*. 2025;19(4).
 25. Bagheri Sheykhangafshe F. Prevalence of Psychological Disorders in Patients with COVID-19 Syndrome. *Management Strategies in Health System*. 2021;6(3):184-187.
 26. Rezaei S, Mohammadzadeh H, Eskandar-Nejad M. Impact of Neurofeedback on Static and Dynamic Balance in Old Men. *Journal of Health and Care*. 2013;15(1):9-15.
 27. Azarpaikan A, Taheri Torbati H. Effect of somatosensory and neurofeedback training on balance in older healthy adults: a preliminary investigation. *Aging clinical and experimental research*. 2018;30(7):745-753.
 28. Rezaei K, Nami M, Sinaei E, Bagheri Z, Yoosefinejad AK. A comparison between effects of neurofeedback and balance exercise on balance of healthy older adults. *Journal of Biomedical Physics & Engineering*. 2021;11(6):713-722.
 29. Rezaye S, Eskandarnejad M, Mohammadzadeh H, Abedini M. Effect of neurofeedback training on dual balance tasks of motor and cognitive in older men. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2015;4(3):18-26.
 30. Saadat B, Sheikh M. The Effectiveness of Neurofeedback Training and Exercise Environmental Affordances on Static and Dynamic Balance and The Fear of Falling in The Elderly. *Aging Psychology*. 2023;9(1):79-88.
 31. Moshref-Razavi S, Sohrabi M, Sotoodeh MS. Effect of neurofeedback interactions and mental imagery on the elderly's balance. *Iranian Journal of Ageing*. 2017;12(3):288-299.
 32. Chen J, Romero R, Thompson LA. Motion analysis of balance pre and post sensorimotor exercises to enhance elderly mobility: a case study. *Applied Sciences*. 2023;13(2):889.
 33. Yalfani A, Azizian M, Mohagheghi H, Zoghi Paidar MR, Gholami-Borujeni B. Effect of Adding Neurofeedback to Neuromuscular Training on Brain Waves in Athletes With Chronic Ankle Instability: A Randomized Clinical Trial. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2024;13(1):180-193.
 34. Tseng S-Y, Lai C-L, Ko C-P, Chang Y-K, Fan H-C, Wang C-H. The effectiveness of whole-body vibration and heat therapy on the muscle strength, flexibility, and balance abilities of elderly groups. *International journal of environmental research and public health*. 2023;20(2):1650.
 35. Yalfani A, Azizian M, Gholami-Borujeni B. Neurofeedback training can increase the effectiveness of neuromuscular training on balance and limit of stability of athletes with chronic ankle instability: three arms and single-blind randomized control trial. *Sport Sciences for Health*. 2024:1-10.