

The Effect of Underwater Treadmill Training on Static Balance, Dynamic Balance, and Cognitive Ability of Sedentary Elderly Women

*Sabzi AH¹, Gholami A², Naeimikia M², Rouzbahani M³

Author Address

1. Assistant Professor, Payame Noor University, Tehran, Iran;
2. Assistant Professor of Motor Behavior, Sport Sciences Research Institute Tehran, Iran;
3. Assistant Professor of Department of Sport Management Pyame Noor University, Baharestan Branch, Tehran, Iran.

* Corresponding Author E-mail: AH.sabzi@pnu.ac.ir

Received: December 28 2020; Accepted: March 6 2021

Abstract

Background & Objectives: The aging process is associated with gradual physiological changes in body systems. Identifying problems and issues of the elderly to improve their level of health is essential. Physical activity is an effective way to prevent, delay, or treat aging consequences. The underwater treadmill is one of the most recommended devices for the elderly and people who suffer from joint and muscle pain. One of the main and essential advantages of using an underwater treadmill is that it removes all the limitations people face in aerobic sports and treadmills and the possibility of sports activities. All people of different ages and different levels of physical fitness can use this treadmill. One of the limitations in these sports is the pressure exerted that can lead to muscle cramps and injuries and exacerbate joint wear in certain people, such as those with chronic joint disease, people with obesity, and the elderly, which prevents them from doing so do sports activities. This study aimed to investigate the effect of underwater treadmill exercise on static balance, dynamic balance, and cognitive ability of inactive elderly women.

Methods: The research is a quasi-experimental study with a pretest-posttest design and a control group. Out of the elderly women referred to Hijia Sports Club in Arak City, Iran, 30 elderly women over 60 years old were randomly selected and divided into two experimental and control groups (each group with 15 people). The sample size of the present study was determined by Cohen's table of sample size in experimental studies, considering the effect size of 0.7, test power of 0.91, and the significance level of 0.05. The inclusion criteria included their interest, liking, and non-involvement in regular exercise programs. The personal information questionnaire was also used to control other inclusion criteria such as independence in daily activities and no vision problems, history of falls in the last year, joint dislocation or chronic arthritis, and dizziness; otherwise, they were excluded from the study. The experimental group performed running on an underwater treadmill for 8 weeks, three sessions per week (24 sessions in total), and each session lasted 30 minutes. The training intensity was determined for 10 minutes with 40%–45% and 20 minutes with 55%–65% of the maximum heart rate reserve. All sessions began with a short warm-up, including light aerobic activity and dynamic, static stretching, and ended with a cool-down. It is noteworthy that the control group performed daily activities during the intervention and did not have any other effective and regular sports activities. Changes in static and dynamic balance and cognitive ability before and after the training period were measured by the Modified Stork test (Stork, 1976), Dynamic Balance Performance test (Timed Up and Go test) (Mahtisa, 1985), and Mini-Mental State Examination (MMSE) (Folstein et al., 1975). The collected data were classified and described by calculating the mean and standard deviation and drawing a table. Analysis of covariance was used to analyze the data and test the research hypotheses. Data analysis was performed in SPSS software version 22. A significance level of 0.05 was considered in all analyzes.

Results: The results showed that after the exercise intervention with an underwater treadmill, a significant difference was found between the experimental group with the control regarding the mean scores of static balance ($p<0.001$), dynamic balance ($p<0.001$), and cognitive ability ($p<0.001$), so that the static balance score, dynamic balance, and cognitive ability was higher in the experimental group than the control group. Eta squared showed that 62% of the increase in static balance, 71% of the increase in dynamic balance, and 70% of the increase in cognitive ability in the inactive elderly woman was due to the effect of training with an underwater treadmill.

Conclusion: According to the results, 8 weeks of underwater treadmill training effectively improves static balance, dynamic balance, and cognitive ability of inactive elderly women.

Keywords: Elderly, Cognitive ability, Deterioration, Underwater treadmill.

اثر تمرین با ترمیل آبی بر تعادل ایستا، تعادل پویا و توانایی شناختی زنان سالمند غیرفعال

*امیر حمزه سبزی^۱، امین غلامی^۲، ملیحه نعیمی کیا^۲، محبوبه روزبهانی^۳

توضیحات نویسنگان

۱. استادیار، گروه تربیت بدنی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران؛

۲. استادیار رفقار حرفکنی، پژوهشگاه علم و روزنامه، تهران، ایران؛

۳. استادیار، دانشگاه پیام نور استان تهران، واحد بهارستان، ایران.

[**رباتنامه نویسنده مسئول:](mailto:Amir.hamze2005@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۸ دی ۱۳۹۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۶ اسفند ۱۳۹۹

چکیده

زمینه و هدف: فعالیت بدنی از جمله روش‌هایی است که برای پیشگیری، به تأخیر انداختن یا درمان مشکلات ناشی از فرآیند پیری به کار می‌رود. هدف تحقیق حاضر، تعیین تأثیر تمرین با ترمیل آبی بر تعادل ایستا، تعادل پویا و توانایی شناختی زنان سالمند غیرفعال بود.

روش پژوهشی: روش این پژوهش، نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون همراه با گروه گواه بود. از بین سالمندان زن مراجعه‌کننده به باشگاه ورزشی هیڑیا در اراک، سی زن سالمند بیشتر از شصت سال به صورت تصادفی ساده به گروه تجربی و گروه گواه (هر گروه پانزده نفر) تقسیم شدند. گروه تجربی دویلن روی ترمیل آبی را به مدت هشت هفته، هر هفته به مدت سه جلسه (در کل ۲۴ جلسه) و هر جلسه به مدت سی دقیقه با ترمیل آبی انجام داد. شدت تمرین ده دقیقه با ۴۵ تا ۵۵ درصد و بیست دقیقه با ۵۵ تا ۶۵ درصد حد اکثر ضربان قلب ذخیره تعیین شد. تغییرات در تعادل ایستا، تعادل پویا و توانایی شناختی قبل و بعد از دوره تمرین، به ترتیب به وسیله آزمون اصلاح شده لکلک (استورک، ۱۹۷۶)، آزمون عملکرد تعادل پویا (TUG) (ماتهیسا، ۱۹۸۵) و آزمون کوتاه بررسی وضعیت ذهنی (فلستاین و همکاران، ۱۹۷۵) اندازه‌گیری شد. تحلیل داده‌ها با استفاده از تحلیل کوواریانس در نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ در سطح معناداری ۰/۰۵ صورت گرفت.

پافتاگها: نتایج نشان داد، پس از مداخله تمرین با ترمیل آبی، تفاوت معناداری در میانگین نمرات تعادل ایستا، تعادل پویا و توانایی شناختی در گروه تجربی با گواه یافت شد ($p < 0.001$). مجدور آتا نشان داد، ۶۲ درصد از افزایش تعادل ایستا، ۷۱ درصد از افزایش تعادل پویا و ۷۰ درصد از افزایش توانایی شناختی در سالمندان زن غیرفعال ناشی از تأثیر تمرین با ترمیل آبی بوده است.

نتیجه‌گیری: براساس نتایج نتیجه گرفته می‌شود که مداخلات تمرینی با ترمیل آبی به مدت هشت هفته، بر بهبود تعادل ایستا، تعادل پویا و توانایی شناختی زنان سالمند غیرفعال مؤثر است.

کلیدواژه‌ها: سالمندی، توانایی شناختی، زوال، ترمیل آبی.

مداخلات ورزشی قدرتی یا ترکیبی تأثیری بر بهبود کنترل پاسچر در سالمندان ندارد (۷). شیوه‌های تمرینی رایج بهمنظور پیشگیری از زوال‌های مرتبط با افزایش سن در سالمندان شامل بهکارگیری تمرینات و فعالیت‌های جسمانی ازقبل تمرینات قدرتی، پیلاتس و تنابوی شدید است؛ با این حال انجام این نوع تمرینات بهعلت زوال‌هایی در مشخصه‌های فیزیولوژیک، بهخصوص سالمندان مبتلا به بیماری‌ها و ناتوانی‌های حرکتی، دارای محدودیت‌هایی است. استفاده از محیط آب بهلحاظ رعایت نکات اینمی ازجمله جلوگیری از زمین‌خوردن، برای آن دسته از افراد مواجه با محدودیت حرکتی در مفاصل و همچنین سالمندان، جانبازان و معلولان دارای برخی دشواری‌های ناشی از کاهش توان جسمانی و روانی، از اهمیت خاصی برخوردار است. انجام فعالیت‌های ورزشی که در دوره میانسالی و سالمندی در محیط بیرون از آب بهسختی انجام می‌شود، در آب بهراحتی اجرایی است. از مزایای آب می‌توان به خاصیت شناوری، فشار هیدرواستاتیک و ترمودینامیک اشاره کرد که محیطی اینمی برای فعالیت‌های ورزشی را فراهم می‌کند (۸)؛ برای مثال نیروی شناوری برخلاف نیروی جاذبه زمین وارد می‌شود که ممکن است نقش کمکی، حمایتی و مقاومتی ایفا کند و سبب می‌شود فعالیت در آب برای سالمندان راحت‌تر شود. همچنین فعالیت بدنی در آب بهدلیل افزایش حس آگاهی بدنی سبب تحریک دستگاه دهلیزی می‌شود (۹). فعالیت‌های آبی برای ایجاد مزایای فیزیولوژیک مانند قدرت، هماهنگی، دامنه حرکت، ادراک و آگاهی فضایی، استقامت عضلانی و قلبی و عروقی و آرام‌سازی بهکار می‌رود (۱۰). همچنین مزایای روان‌شناختی فعالیت‌های آبی شامل خلق‌خوی بهبودیافته، عزت نفس، تصور بدن، کاهش اضطراب، بهبود گفتار، کاهش مشکلات رفتاری و ناتوانی بهبود تعديل احساسات ورودی است (۱۱).

از تجهیزاتی که می‌توان مزایای تمرین در آب را محقق کرد، دستگاه ترمیل آبی است. این وسیله در قالب برنامه‌های درمانی در بیشتر کلینیک‌های فیزیوتراپی و بهبود ریکاوری استفاده می‌شود. دستگاه ترمیل آبی باعث به وجود آمدن انقلابی بزرگ در زمینه پژوهشی و ورزشی شده است. نحوه طراحی این دستگاه بهگونه‌ای است که با استفاده از یک کایین مجزا و بهداشتی در همان محل کلینیک، می‌توان تمرینات آب درمانی را زیر نظر کارشناسان انجام داد. ترمیل آبی بیشتر برای بیماران مسن و افراد دارای درد مفصلی و عضلانی توصیه می‌شود؛ البته ورزشکاران حرفه‌ای برای افزایش قدرت و بازده عضلات خود از این نوع ترمیل آبی آن است که در ورزش با این دستگاه، تمام محدودیت‌های افراد در ورزش هوایی، برطرف می‌شود و امکان فعالیت ورزشی برای افراد با هر سن و هر میزان آmadگی جسمانی وجود دارد. ازجمله محدودیت‌های افراد در ورزش‌های هوایی و استفاده از ترمیل آن است که در این ورزش‌ها فشارهای وارد شده می‌تواند منجر به گرفتگی و آسیب‌های عضلانی و تشدید سایدگی مفاصل در موارد خاص مانند مبتلایان به بیماری‌های مزمن مفصلی، افراد دارای چاقی و همچنین سالمندان شود. همین امر باعث می‌شود

سالمندی دوره‌ای از روند رشدی انسان بهشمار می‌رود که با زوال‌های همراه است. ورود به دوره سالمندی هم‌زمان با شروع تغییراتی در سیستم‌های اسکلتی عضلانی، دهلیزی، حس پیکری و بینایی است که از آن به عنوان فیزیولوژیک درگیری در تعادل یاد می‌شود (۱۲). بهموازات افزایش نسبت جمعیتی سالمندان، مشکلات سلامتی آن‌ها بهخصوص مشکلات مربوط به استقلال عملکردی اهمیت بیشتری می‌یابد. تعادل و توانایی‌های شناختی بهمنزله شاخص‌های استقلال عملکردی افراد سالمند بهشمار می‌آید. بهطور طبیعی با افزایش سن، کنترل تعادل و راه‌رفتن با افت تحلیل مواجه می‌شود و کارایی خود را از دست می‌دهد؛ حتی بدون اختلالات پاتولوژی^۱، کاهش فیزیولوژیکی تعادل که با افزایش سن بهدلیل زوال سیستم‌های مختلف بدن (بینایی، دهلیزی و حسی-عمقی^۲) رخ می‌دهد، عامل دیگری است که منجر به سقوط می‌شود (۲). بهطور خاص سقوط اتفاقی در چنین افراد سالخوردگانی، مشکلی مهم در سلامت عمومی از دیدگاه بالینی و اقتصادی است. تقریباً یک‌سوم از همه افرادی که سه بار یا بیشتر در سال سقوط می‌کنند، در بیمارستان بستری و خانه‌نشین می‌شوند یا در آنجا می‌مرند؛ بنابراین سقوط‌های مکرر، عاملی پیش‌آگهی برای مرگ و میر بیشتر است. همچنین سقوط‌ها پیامدهای اجتماعی و روانی درخورتوجهی دارند؛ زیرا بیماران اعتمادبهنفس خود را از دست می‌دهند و فعالیت بدنی خود را بهدلیل ترس از سقوط دوباره محدود می‌کنند (۳). اختلال در عملکرد تعادلی و راه‌رفتن را می‌توان به عوامل بیرونی مانند ناهمواری زمین و استفاده از کفش نامناسب و عوامل درونی مانند ازدست‌دادن قدرت عضلانی، کاهش انعطاف‌پذیری، کاهش دید بصری و کاهش حس عمقی نسبت داد (۴).

افزایش سن بر فرایندهای شناختی تأثیر درخورتوجهی دارد و با اثرگذاشتن بر عملکرد شناختی، احتمال وقوع نارسایی‌های شناختی فرد افزایش می‌یابد. توانایی‌های شناختی به فرایندهای عصبی مشتمل بر اکتساب، پردازش، نگهداری و بهکارگیری اطلاعات اشاره می‌کند (۵). توانایی‌های شناختی رابط بین رفتار و ساختار مغز است و گستره وسیعی از توانایی‌ها ازجمله برنامه‌ریزی، توجه، بازداری پاسخ، حل مسئله، انجام هم‌زمان تکالیف و انعطاف‌پذیری شناختی را در بر می‌گیرد (۵). اختلال در عملکرد و توانایی شناختی، منجر به افت کارایی و ناتوانی سالمندان در انجام‌دادن فعالیت‌های روزانه می‌شود. با توجه به این مطالب، پژوهشگران حوزه سالمندی در پی راهکارهای مؤثری برای پیشگیری و درمان اختلالات مرتبط با افزایش سن بوده‌اند که فعالیت بدنی و ورزش ازجمله این راهکارها محسوب می‌شود. باوجود اینکه مزایای فعالیت‌های بدنی بهدلیل مقرن‌به‌صرف‌بودن، قابلیت اجرایی‌داشتن و کم‌خطربودن برای پیشگیری از زوال‌های مرتبط با افزایش سن پذیرفته شده است، محققان درباره نوع تمرین و مدت آن با یکدیگر اختلاف‌نظر دارند؛ برای مثال، روگان و همکاران براساس تحلیل محتوا دریافتند، تمرینات ویریش می‌تواند فقط برای بهبود تعادل ایستا استفاده شود (۶). لو و همکاران به این نتیجه رسیدند که کنترل پاسچر با مداخلات تمرینی تعادلی بهبود می‌یابد. در مقابل،

². Proprioceptive

1. Pathological disorders

افراد مذکور نتوانند این گونه فعالیت‌های ورزشی را انجام دهند. افراد دارای شرایط حاد مانند اشخاصی که به آرتروز مبتلا هستند و در راهرفتن دچار مشکل می‌شوند، معمولاً^۴ از فعالیت‌هایی مانند راهرفتن و ورزش کردن به سبب دردی که ممکن است به وجود آید، اجتناب می‌کنند. در مقایسه با تردیل معمولی، حین دویدن یا راهرفتن روی تردیل آبی، باوجود تأثیرات منفی کم محیط، یک بیمار فقط ۲۰ درصد وزنش را تحمل می‌کند که این امر فشار روی مفاصل را از بین می‌برد (۱۳).

به نظر می‌رسد تمرين و فعالیت‌های بدنی دارای تأثیر مثبتی بر تعادل و توانایی‌های شناختی سالمدان است؛ ولی در زمینه تأثیر تمرين با تردیل آبی بر این متغیرها، هنوز سؤالات و ابهاماتی وجود دارد؛ اما سؤال اصلی این است که تمرين با تردیل آبی با توجه به مزایای آن برای سالمدان، آیا می‌تواند سبب بهبود عملکرد تعادلی و شناختی آن‌ها شود و نقش بسزایی در این زمینه بازی کند و راهگشاپی برای درمانگران و توانبخشی باشد؟ از این‌رو هدف مطالعه حاضر، بررسی تأثیر تمرينات با تردیل آبی بر تعادل ایستا، تعادل پویا و توانایی شناختی زنان سالمدان غیرفعال بود.

۲ روش بررسی

روش این مطالعه، نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون همراه با گروه گواه بود. از بین سالمدان زن مراجعت‌کننده به باشگاه ورزشی هیثیا در اراک، سی نفر (بیشتر از شصت سال سن) براساس ملاک‌های انتخاب و رعایت ملاحظات اخلاقی به طور تصادفی ساده در گروه تجربی (پانزده نفر) و گواه (پانزده نفر) قرار گرفتند. بدین‌ترتیب که ابتدا تنظیم دو برگ صورت گرفت و روی هر برگ نام گروه تجربی و گروه گواه نوشته شد. سپس از داخل ظرف حاوی سی کد آزمونی، هر بار به قید قرعه دو کد انتخاب شد و به طور تصادفی در یکی از برگ‌ها ثبت شد؛ به این صورت دو گروه پانزده‌نفری آرایش داده شد. همچنین ملاحظات اخلاقی مانند شرکت داوطلبانه، کسب رضایت آگاهانه و تمایل داشتن برای خروج از مطالعه، رعایت شد. حجم نمونه با مراجعة به جدول کohen برای تعیین حجم نمونه در مطالعات آزمایشی و با درنظرگرفتن اندازه اثر ۰/۷، توان آزمون ۰/۹۱ و سطح معناداری ۰/۰۵ برای هر گروه پانزده نفر به دست آمد. معیارهای ورود افراد به مطالعه شامل علاوه، داوطلب‌بودن و شرکت داشتن آن‌ها در برنامه‌های ورزشی منظم بود. همچنین برای کنترل سایر معیارهای ورود از پرسشنامه ثبت اطلاعات فردی استفاده شد که این معیارها شامل استقلال در انجام کارهای روزمره، نداشتن مشکل دید، نداشتن سابقه زمین‌خوردن در یک سال گذشته، نداشتن دررفگی مفصلی یا مشکل آرتیتی مزمن و نداشتن مشکل سرگیجه بود که در غیر این صورت از مطالعه حذف شدند.

برای جمع‌آوری داده‌ها ابزارهای زیر به کار رفت.

- آزمون عملکرد تعادل پویا^۵ (TUG): برای ارزیابی تعادل پویا از آزمون راهرفتن پاشنه به پنجه^۶ طراحی شده توسط ماتهیسا در سال

۱۹۸۵، استفاده شد (به نقل از ۱۴). با این آزمون ارزیابی توانایی آزمودنی برای راهرفتن در مسیری مستقیم صورت می‌گیرد. به این ترتیب که از آزمودنی خواسته می‌شود پانزده گام در مسیری مستقیم از پاشنه به پنجه راه برود. حداکثر نمره آزمون ۱۵ است. چنانچه آزمودنی پیش از کامل‌کردن پانزده گام از مسیر منحرف شود، آزمون متوقف شده و تعداد گام‌ها به عنوان رکورد آزمودنی ثبت می‌شود. این آزمون دو بار انجام می‌گیرد و نمره بهتر بهمتر بهمتر رکورد ثبت می‌شود (۱۴). پایانی این آزمون برای سالمدان ۷۹/۰ گزارش شد (۱۴).

- آزمون اصلاح شده لکلک^۷: به منظور اندازه‌گیری تعادل ایستا از آزمون اصلاح شده لکلک طراحی شده توسط استورک در سال ۱۹۷۶، استفاده شد (به نقل از ۱۵). در این آزمون آزمودنی با یک پا در سطح صاف می‌ایستد و پای آزاد تا سطح زانو بالا برده می‌شود و هر دو دست در کنار بدن قرار می‌گیرد. حرکت دست‌ها آزاد است. آزمونگر حداکثر زمانی را که آزمودنی روی پای خود می‌ایستد، با زمان سنج اندازه‌گیری می‌کند؛ یعنی هنگامی که آزمودنی پای آزادش را روی زمین قرار می‌دهد زمان را متوقف می‌کند. این آزمون دو بار در هر دو پا انجام می‌گیرد و زمان بهتر به عنوان رکورد ثبت می‌شود (۱۵). اعتبار این آزمون در ایران، ۰/۸۷ گزارش شد (۱۵).

- آزمون کوتاه بررسی وضعیت ذهنی^۸: به منظور ارزیابی کارکردهای مختلف شناختی، آزمون کوتاه بررسی وضعیت ذهنی ارائه شده توسط فولستاین و همکاران در سال ۱۹۷۵، به کار رفت (۱۶). این آزمون برای معاینه مختصر وضعیت شناختی طراحی و تدوین شد و ابزار متداول‌تر در غربالگری توانایی‌های شناختی است. این آزمون وضعیت شناختی را در یازده بُعد آگاهی به زمان (پنج سؤال)، آگاهی به مکان (پنج سؤال)، یادآوری فوری (یک سؤال)، توجه (دو سؤال)، یادآوری کلامی تأخیری (یک سؤال)، نام‌گذاری (یک سؤال)، تکرار (یک سؤال)، دستورالعمل سه مرحله‌ای (یک سؤال)، خواندن (یک سؤال)، نوشتن (یک سؤال) و کپی‌کردن (یک سؤال) بررسی می‌کند. پاسخ هر سؤال با دو گزینه صحیح و غلط است. در صورتی که آزمودنی در هیچ‌کدام از حیطه‌های آزمون مذکور مشکل نداشته باشد، نمره ۳۰ خواهد بود. نمرة کمتر از ۲۰ نشان‌دهنده وجود اختلالات شناختی شدید و نمرات بین ۲۰ تا ۲۵ بیانگر وجود آسیب‌های شناختی جزئی است (۱۶). پایانی این ابزار توسط فروغان و همکاران گزارش شد و آزمون از پایانی و روایی مناسبی به ترتیب ۰/۸۷ و ۰/۸۹ بهره‌بردار است. آن‌ها نمرة ۲۱ در معاینه مختصر شناختی را نقطه برش این آزمون معرفی کردند (۱۷).

- دستگاه تردیل آبی: این دستگاه توسط ثاقبی و ثاقبی طراحی شد (۱۸). این دستگاه در هیدروراپی و انجام فرایندهای اصلاحی استفاده می‌شود. این دستگاه با داشتن یک محفظه آب به راحتی می‌تواند محیط خوبی برای دویدن، راهرفتن و آب درمانی کاربر ایجاد کند. برای استفاده از دستگاه ابتدا فرد داخل محفظه می‌رود و بعد از بسته شدن درب محفظه، دکمه استارت زده شده و آب وارد آن می‌شود. وقتی آب به مقدار کافی وارد محفظه شد، دکمه شروع روشن می‌شود و تسمه

⁴. Modified Stork Test

⁵. Mini-Mental State Examination (MMSE)

¹. Dynamic Balance Performance Test

². Timed Up & Go

³. Walking Heel to Toe Test

پیشفرضهای آماری تحلیل کوواریانس شامل طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک، همگنی واریانس گروه‌ها با استفاده از آزمون لون، خطی بودن رابطه بین متغیر وابسته و همپراش با استفاده از ترسیم نمودار و همگنی شبیه‌های رگرسیون با استفاده از بررسی تعامل متغیر مستقل و همپراش بررسی و تأیید شد. درنهایت، تجزیه و تحلیل داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ صورت گرفت. در همه تحلیل‌ها سطح معناداری 0.05 در نظر گرفته شد.

۳ یافته‌ها

در این پژوهش میانگین و انحراف معیار سن، قد و وزن شرکت‌کنندگان در گروه تجربی $2/5 \pm 0.5$ سال، $167/5 \pm 5$ سانتی‌متر و $73/25 \pm 9/6$ کیلوگرم و در گروه گواه به ترتیب $2/35$ سال، $166/2 \pm 5/7$ سانتی‌متر و $74/7 \pm 9/4$ کیلوگرم بود. نتایج نشان داد، گروه تجربی و گروه گواه از نظر سن، قد و وزن قبل از مطالعه تفاوت چشمگیری با یکدیگر نداشتند. آمار توصیفی مربوط به نمرة تعادل ایستا، تعادل پویا و توانایی شناختی گروه تجربی و گروه گواه در دو مقطع پیش‌آزمون و پس‌آزمون در جدول ۱ ارائه شده است.

شروع به حرکت می‌کند. تنظیم نوع و میزان سرعت توسط کارشناس مربوط بر اساس توانایی و فیزیولوژیک بدن مراجعة کننده صورت می‌گیرد. همچنین ارتفاع آب تا بالای زانوی فرد تنظیم می‌شود.

پس از آشنایی شرکت‌کنندگان با اهداف تحقیق و تکمیل فرم رضایت‌نامه، سه آزمون برای شرکت‌کنندگان انجام شد. گروه تحریبی تمرينات خود را به مدت هشت هفته، هر هفته به مدت سه جلسه (در کل ۲۴ جلسه) و هر جلسه به مدت سی دقیقه با ترمیم آبی انجام داد.

شدت تمرين ده دقیقه با $45\text{--}60$ درصد ضربان قلب ذخیره تعیین شد. آغاز تمام جلسات با گرم شدن مختصر از جمله فعالیت هوایی سبک و کشش‌های پویا و ایستا بود و با سرد کردن به پایان رسید. این پروتکل تمرينی در تحقیقات قبلی تأیید شد (۱۹). مرحله پس‌آزمون همانند پیش‌آزمون‌های مربوط به متغیرهای تحقیق انجام گرفت. شایان ذکر است گروه گواه در مدت مداخله فعالیت‌های روزانه را انجام داد و فعالیت مؤثر و منظم ورزشی دیگری نداشت.

داده‌های جمع‌آوری شده با محاسبه میانگین و انحراف معیار و رسم جدول طبقه‌بندی و توصیف شد. برای تحلیل داده‌ها و آزمون فرضیه‌های تحقیق، تحلیل کوواریانس به‌کار رفت. بدین‌منظور، ابتدا

جدول ۱. شاخص‌های توصیفی متغیرهای تعادل ایستا، تعادل پویا و توانایی شناختی در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون به‌تفکیک گروه تجربی ($n=15$) و گروه گواه ($n=15$)

متغیر	گروه	میانگین	انحراف معیار	پیش‌آزمون	میانگین	انحراف معیار	پس‌آزمون	انحراف معیار
تعادل ایستا (ثانیه)	تجربی	۵/۷	۰/۱۶	۷/۳	۰/۲۱	۰/۱۶	۵/۸	۰/۱۶
	گواه	۵/۶	۰/۱۳	۸/۷	۰/۱۸	۰/۲۱	۷/۱	۰/۱۸
تعادل پویا (گام)	تجربی	۶/۵	۰/۱۶	۶/۵۳	۰/۲۲	۰/۳۲	۲۲/۶۶	۰/۲۵
	گواه	۱۹/۴	۰/۲۷	۱۹/۵۳	۰/۲۹	۰/۲۷	۱۹/۷۳	۰/۲۱
توانایی شناختی	گواه	۱۹/۵۳	۰/۲۷	۱۹/۷۳	۰/۲۹	۰/۲۷	۲۲/۶۶	۰/۲۵

کرد، توزیع داده‌های مربوط به تعادل ایستا، تعادل پویا و توانایی شناختی از توزیع نرمال برخوردار بود ($p < 0.05$). نتایج آزمون لون نشان داد، واریانس داده‌های مربوط به تعادل ایستا، تعادل پویا و توانایی شناختی بین دو گروه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون همگن بود ($p > 0.05$).

جدول ۱ نشان می‌دهد، در هر سه متغیر تعادل ایستا، تعادل پویا و توانایی شناختی، میانگین نمرات گروه تجربی در پس‌آزمون بهتر از گروه گواه بود. برای انجام مقایسه‌های بین‌گروهی ابتدا پیش‌فرضهای استفاده از تحلیل کوواریانس (نرمال‌بودن توزیع داده‌ها، همگنی واریانس‌ها، خطی بودن رابطه متغیر وابسته و همپراش و همگنی شبیه‌های رگرسیون) بررسی شد. نتایج آزمون شاپیرو-ویلک مشخص

جدول ۲. نتایج تحلیل کوواریانس برای مقایسه پیش‌آزمون میانگین متغیرهای تعادل ایستا، تعادل پویا و توانایی شناختی بین گروه تجربی و گروه گواه

متغیر	میانگین	منبع اثر	F آماره	مقدار p	مجدور اتا
تعادل پویا	پیش‌آزمون		۱۶/۹۷۷	<0.001	۰/۳۸۶
	گروه		۴۵/۲۱۴	<0.001	۰/۶۲۶
تعادل ایستا	پیش‌آزمون		۱۷/۱۴۴	<0.001	۰/۳۸۸
	گروه		۶۸/۶۲	<0.001	۰/۷۱۸
توانایی شناختی	پیش‌آزمون		۵/۸۸۸	۰/۰۲۲	۰/۱۷۹
	گروه		۶۴/۰۱۱	<0.001	۰/۷۰۳

همچنین ترسیم نمودارهای پراکنش متغیرهای همپراش متغیر وابسته برای هر کدام از گروه‌ها مشخص کرد، رابطه بین متغیرهای همپراش و

بيان شده در اين است که در پژوهش حاضر از ترميل آبي استفاده شد. تمرين در آب ممکن است منجر به هماهنگي عصبي عضلانی و کارایی بیشتر گيرنده های عمقي شود و با تنظيم و ثبات بیشتر بدن، تعادل را بهبود بخشد. همچنین آب محيط مناسب برای تحريك دستگاه دهليزي است (۹). به اين دليل محيط آب می تواند محيط مناسي برای تمرينات باشد. تمرين در آب، در محيط انجام می شود که داراي خواصي مانند شناوري و فشار هيدرواستاتيك است؛ درحالی که تمرين در خشکي در محيط صورت می گيرد که کاملاً تحت تأثير نيري جاذبه زمين است. به علاوه، نيري های برهم زننده ثبات و تعادل در آب محيط مناسي را برای فعالیتهای تعادلی و به چالش کشیدن سیستم های در گير در تعادل فراهم می کند (۲۳). همچنین به علت افزایش زمان عکس العمل در اين محيط سیال اين گونه تمرين ها برای افراد دچار نقص در تعادل مناسب است؛ چراکه به دليل خاصيت ويسکوزите آب حرکات آهسته تر انجام می شود و در نتيجه افراد برای پاسخ و عکس العمل مدت زمان بيشتری در اختیار دارند (۲۴).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد، تمرين با ترميل آبي بر سطح توانایي شناختي زنان سالمدن غيرفعال تأثير داشته است و سبب افزایش میزان توانایي شناختي در مقایسه با گروه گواه شده است. همچنین مجدور سهمي اتا مشخص کرد، ۷۰ درصد از افزایش توانایي شناختي سالمدنان زن غيرفعال ناشی از تأثير تمرين با ترميل آبي بوده است. اين يافته ها با نتایج مطالعات پاليسن و همکاران (۲۴) و لوپيز - گارسيا و همکاران (۲۵) همخوانی دارد. بهبود توانایي های شناختي بر اثر فعالیت بدنی را می توان به سازگارهای ساختاري و فيزيولوژيک (۲۶) دستگاه عصبي مركزي نسبت داد. از نظر ساختاري، در طي سالمدنی کورتكس مغز و هيپوكامپ دچار آتروفي و کاهش تعداد سلول ها می شود و در نتيجه، عملکرد مغز کاهش می يابد. با افزایش سن بعد از چهل سالگي هر دهه ۵ درصد از حجم مغز کم می شود. اين کاهش بعد از هفتاد سالگي ممکن است افزایش يابد و کورتكس پيش آهيانه ای از فرایند سالمدنی تأثير بيشتری را می پذيرد (۲۷). مکانizم اين تغييرات به طور عمده در ارتباط با تغييرات انتقال دهنده های عصبي بهويژه نوروتروفيفيک مشتق شده از مغز (BDNF)^۱، دوپامين و سروتونين در فرایند سالمدنی است.

غلظت BDNF در سطح سلولی و خارج سلولی، با افزایش سن کم می شود که با کاهش نورونی مرتبط است. بيشتر مطالعات انساني افزایش گذري اي (وابسته به شدت ورزش) را در سطح سرمي/پلاسمائي BDNF نشان داده است (۲۸)؛ برای مثال يك جلسه تمرين دايره ای سبب افزایش سطح BDNF در زنان سالمدن می شود (۲۹)؛ يك جلسه تمرين مقاومت سطح BDNF را در زنان و مردان سالمدن افزایش می دهد (۳۰). همچنین گزارش شده است، ورزش از طريق تأثير بر ترشح ناقلین عصبي مانند استيل كولين، گابا آميونوبوتيريك اسيد^۲ و مونوآمين ها به شكل غيرمستقيم می تواند بر بيان ژن فاكتورهای نوروتروفيفيک تأثير بگذارد (۳۱). اين شواهد توضيح فيزيولوژيک مستندی را برای يافته های مطالعه حاضر مبنی بر بهبود عملکرد شناختي شرکت کنندگان فراهم می کند. سالمدن سبب کاهش سطح سروتونين می شود (۳۲). نتایج نشان می دهد، هشت

وابسته، خطی بود. برای بررسی همگنی شبکه های رگرسیون، نبود تعامل معنادار بین متغير مستقل (گروه) و متغير همپراش (سطوح پيش آزمون) با استفاده از تحليل واريانس دوسویه تحليل شد و نتایج حاصل نشان داد، اثر تعاملی گروه و متغير همپراش بر تعادل ايستا (F_{۱,۲۶}=۱/۶۵, p=۰/۰۷۲)، تعادل پويا (F_{۱,۲۶}=۳/۵۱, p=۰/۲۱) و توانایي شناختي (F_{۱,۲۶}=۲/۵۲, p=۰/۱۳) از لحاظ آماري معنادار نبود. با توجه به برقراری مفروضه ها، سه سري تحليل کوواريانس برای مقاييسه های بین گروهی به کار رفت که در آنها متغير گروه (تجربی/گواه) به عنوان متغير مستقل، سطوح تعادل پويا است، تعادل پويا و توانایي شناختي به عنوان متغيرهای وابسته و مقادير پيش آزمون متغيرها به عنوان متغير کنترل (همپراش) در نظر گرفته شد. نتایج حاصل از اين تحليل ها در جدول ۲ ارائه شده است.

نتایج پژوهش درخصوص تعادل پويا (جدول ۲) نشان داد که پس از کنترل اثر نمرات پيش آزمون، اثر گروه بر تعادل پويا از نظر آماري معنادار بود (F_{۱,۲۷}=۴۵/۲۱۴, p<۰/۰۰۱)؛ بدین معنا که تعادل پويا بين گروه تجربی و گروه گواه در پس آزمون تفاوت معناداري داشت. همچنین نتایج پژوهش درخصوص تعادل ايستا (جدول ۲) مشخص کرد، پس از کنترل اثر پيش آزمون، اثر گروه بر تعادل ايستا از نظر آماري معنادار بود (F_{۱,۲۷}=۶۸/۶۲, p<۰/۰۰۱)؛ بدین معنا که تعادل ايستا بين گروه تجربی و گروه گواه در پس آزمون تفاوت معناداري داشت. همچنین نتایج توانایي شناختي (جدول ۲) نشان داد، پس از کنترل اثر پيش آزمون، اثر گروه بر توانایي شناختي از نظر آماري معنادار بود (F_{۱,۲۷}=۶۴/۰۱, p<۰/۰۰۱)؛ بدین معنا که سطح توانایي شناختي در گروه تجربی بهطور معناداري بيشتر از گروه گواه بود. به عبارت ديگر، تمرين با ترميل آبي بر تعادل ايستا، تعادل پويا و توانایي شناختي سالمدنان غيرفعال تأثير معناداري داشته است. همچنین مجدور اتا نشان می دهد، ۶۲ درصد از افزایش تعادل ايستا، ۷۱ درصد از افزایش تعادل پويا و ۷۰ درصد از افزایش توانایي شناختي در سالمدنان زن غيرفعال ناشی از تأثير تمرين با ترميل آبي بوده است.

۴ بحث

اين پژوهش با هدف تعين اثربخشی تمرينات با ترميل آبي بر تعادل ايستا، تعادل پويا و توانایي شناختي در زنان سالمدن غيرفعال انجام شد. نتایج نشان داد، هشت هفته تمرين با ترميل آبي بر تعادل ايستا و تعادل پويا زنان سالمدن غيرفعال تأثير داشته است و سبب افزایش عملکرد تعادل ايستا و تعادل پويا در مقایسه با گروه گواه شده است. همچنین مجدور سهمي اتا مشخص کرد، ۶۲ درصد از افزایش تعادل ايستا و ۷۱ درصد از افزایش توانایي شناختي در سالمدنان زن ناشی از تأثير تمرين با ترميل آبي بوده است.

². Gaba amino butyric acid

¹. Brain-derived neurotrophic factor

آبی به علت ماهیت کم خطربردن و برآورده کردن نیازهای فعالیت بدنی و نیز با ایجاد شرایطی برای به چالش کشیدن سیستم تعالی، شیوه مؤثری در بهبود تعادل های ایستا و پویا و ارتقای توانایی شناختی و به دنبال آن، پیشگیری از افتادن و به وجود آمدن آسیب های جدی در میان سالمندان است.

۶ تشكر و قدردانی

نویسندها از تمامی افرادی که در این پژوهش مستقل همکاری کردند، تشکر و قدردانی می کنند.

۷ بیانیه ها

تائیدیه اخلاقی و رضایت نامه از شرکت کنندگان

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه پیام نور است. همچنین پروتکل اجرایی پژوهش حاضر توسط گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی به تأیید رسیده است. تمامی افراد به شکل کتبی اطلاعاتی درباره پژوهش دریافت کردند و در صورت تمایل در آن شرکت کردند. این اطمینان به افراد داده شد که تمامی اطلاعات محترمانه است و برای امور پژوهشی استفاده می شود. به منظور رعایت حریم خصوصی، اطلاعات و داده های هر فرد به صورت محترمانه نگهداری شد.

رضایت برای انتشار

این امر غیر قابل اجرا است.

در دسترس بودن داده ها و مواد

داده های گردآوری شده امکان اشتراک گذاری دارد.

تضاد منافع

نویسندها اعلام می کنند هیچ گونه تضاد منافعی ندارند.
منابع مالی

تأمین منابع مالی از هزینه های شخصی بوده و توسط هیچ نهاد یا سازمانی تأمین نشده است.

مشارکت نویسندها

امیر حمزه سبزی روش شناسی، امین غلامی آموزش و برگزاری جلسات تمرینی، مليحه نعیمی کیا تحلیل داده های پژوهش و محبوبیه روزبهانی تهیه گزارش نهایی را بر عهده داشتند. همه نویسندها نسخه دست نوشته نهایی را خواندند و تأیید کردند.

هفته تمرین هوازی تمرینات منتخب یوگا (۳۳)، سطح سروتونین را افزایش می دهد. در پژوهش حاضر تأثیر تمرین با ترمیم آبی بر توانایی شناختی شرکت کنندگان به واسطه افزایش سروتونین در بخش هایی از مغز که مسئول عملکرد شناختی در انسان است، قابل تبیین است. سطوح دوپامین به ازای هر دهه از زندگی، ۱۰ درصد کاهش می یابد که با کاهش عملکرد شناختی و حرکتی همراه است (۳۴). ترشح دوپامین در طول اجرای تکالیف حافظه در قشر مغز افزایش می یابد. همچنین تمرینات شناختی باعث افزایش فعالیت های قشر پیشانی و قشر آهانه ای مغز می شود که مریبوط به عملکرد حافظه هستند. علاوه بر این، فعالیت بدنی سبب افزایش سطح گیرنده های دوپامینی قشر مغز می شود و این افزایش می تواند بر بهبود عملکرد قشر پیشانی مؤثر باشد (۳۵). همان طور که ون دانگن و همکاران نشان دادند، تمرین استقامتی موجب بهبود حافظه بلندمدت و عملکرد شناختی و افزایش سطوح دوپامین در سالمندان می شود (۳۶). همچنین تمرین در مدت چهل دقیقه و بیشتر و فعال شدن اکثر دستگاه های بدن در فعالیت بدنی، افزایش سطح انتقال دهنده های عصبی و نوراپی نفرین و دوپامین را در پی دارد و سطح کارکرد شناختی و عملکرد حرکتی، سلامت روان و کیفیت زندگی را توسعه می دهد (۳۷). احتمال می رود، بهبود توانایی شناختی در گروه تجربی به دلیل افزایش سطح دوپامین باشد.

در مجموع یافته های پژوهش حاضر نشان داد، هشت هفته تمرین با ترمیم آبی سبب بهبود تعادل ایستا، تعادل پویا و توانایی شناختی سالمندان شده است. پیشنهاد می شود مراکزی مانند توانبخشی و بهزیستی که با سلامت سالمندان ارتباط دارند، از این شیوه تمرینی برای بهبود عملکرد تعادلی و شناختی سالمندان استفاده کنند.

از محدودیت های پژوهش حاضر می توان گفت که نتایج این پژوهش به سالمندان زن محدود بود؛ از این رونتایج تنها به جامعه سالمندان زن تعیین پذیر است. همچنین شرکت کنندگان در این پژوهش بیشتر از شصت سال سن داشتند؛ بنابراین در تعیین نتایج به سایر گروه های سنی باید احتیاط کرد. پیشنهاد می شود این پژوهش در جمعیت مردان سالمند غیرفعال نیز انجام گیرد؛ همچنین تأثیر ترمیم آبی بر سایر مشخصه های حرکتی و روانی سالمندان بررسی شود.

۵ نتیجه گیری

با توجه به نتایج پژوهش حاضر نتیجه گرفته می شود که تمرین با ترمیم

References

- Moshref-Razavi S, Sohrabi M, Sotoodeh MS. Effect of neurofeedback interactions and mental imagery on the elderly's balance. Salmand: Iranian Journal of Ageing. 2017;12(3):288–99. [Persian] <http://dx.doi.org/10.21859/sija.12.3.288>
- Anson E, Jeka J. Perspectives on aging vestibular function. Front Neurol. 2016;6:269. <https://doi.org/10.3389/fneur.2015.00269>
- Tinetti ME. Preventing falls in elderly persons. N Engl J Med. 2003;348(1):42–9. <https://doi.org/10.1056/NEJMcp020719>
- Taghipour M, Hosseini SR, Pouraria S. The relationship between physical activity and balance control in the elderly. Salmand: Iranian Journal of Ageing. 2016;10(4):60–7. [Persian] <http://salmandj.uswr.ac.ir/article-1-800-en.html>
- Madrigal R. Hot vs cold cognitions and consumers' reactions to sporting event outcomes. J Consum Psychol. 2008;18(4):304–19. <https://doi.org/10.1016/j.jcps.2008.09.008>

6. Rogan S, Taeymans J, Radlinger L, Naepflin S, Ruppen S, Bruehlhart Y, et al. Effects of whole-body vibration on postural control in elderly: An update of a systematic review and meta-analysis. *Arch Gerontol Geriatr.* 2017;73:95–112. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2017.07.022>
7. Low DC, Walsh GS, Arkesteijn M. Effectiveness of exercise interventions to improve postural control in older adults: a systematic review and meta-analyses of centre of pressure measurements. *Sports Med.* 2017;47(1):101–12. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0559-0>
8. Resende S, Rassi C. Effects of hydrotherapy on balance recovery and prevention of falls in the old. *Braz J Phys Ther.* 2008;12(1):57–63. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552008000100011>
9. Roth AE, Miller MG, Ricard M, Ritenour D, Chapman BL. Comparisons of static and dynamic balance following training in aquatic and land environments. *J Sport Rehabil.* 2006;15(4):299–311. <https://doi.org/10.1123/jsr.15.4.299>
10. Broach E, Dattilo J. Aquatic therapy: a viable therapeutic recreation intervention. *Ther Recreation J.* 1996;30(3):213–29.
11. Vonder Hulls DS, Walker LK, Powell JM. Clinicians' perceptions of the benefits of aquatic therapy for young children with autism: a preliminary study. *Phys Occup Ther Pediatr.* 2006;26(1–2):13–22. https://doi.org/10.1080/J006v26n01_03
12. Kim KH, Kim BK, Ko SS, Yang CH. Effect of water depth through water walk exercise on the strength of trunk muscle and the emg of the erector spinae and external oblique. *Rese Jour of Pharm and Technol.* 2017;10(7):2329. <http://dx.doi.org/10.5958/0974-360X.2017.00412.7>
13. Matsumoto S, Uema T, Ikeda K, Miyara K, Nishi T, Noma T, et al. Effect of underwater exercise on lower-extremity function and quality of life in post-stroke patients: a pilot controlled clinical trial. *J Altern Complement Med.* 2016;22(8):635–41. <https://doi.org/10.1089/acm.2015.0387>
14. Sabzi AH, Damanpak S, Gavyar MTH. Effect of 12 sessions of vestibular stimulation exercises on the balance performance in children with developmental coordination disorder. *The Scientific J Rehab Med.* 2019;8(3):1–8. [Persian] http://medrehab.sbm.ac.ir/article_1100618.html?lang=en
15. Shamsipour-Dehkordy P, Aslankhani M, Shams A. Effects of physical, mental and mixed practices on the static and dynamic balance of aged people. *J Shahrekord Univ Med Sci.* 2011;12(4):71–7. [Persian] <http://78.39.35.44/article-1-400-en.html>
16. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res.* 1975;12(3):189–98. [https://doi.org/10.1016/0022-3956\(75\)90026-6](https://doi.org/10.1016/0022-3956(75)90026-6)
17. Foroughan M, Jafari Z, Shirin Bayan P, Ghaem Magham Farahani Z, Rahgozar M. Validation of Mini-Mental State Examination (MMSE) in the elderly population of Tehran. *Advances in Cognitive Sciences.* 2008;10(2):29–37. [Persian] <http://icssjournal.ir/article-1-422-en.html>
18. IRIB News Agency. Samane teredmil abi dar ostan markazi [Construction of a water treadmill in Markazi province] [Internet]; 2018. [Persian] <https://www.iribnews.ir/fa/news/2273502/>
19. Haynes A, Naylor LH, Carter HH, Spence AL, Robey E, Cox KL, et al. Land-walking vs water-walking interventions in older adults: effects on aerobic fitness. *J Sport Health Sci.* 2020;9(3):274–82. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2019.11.005>
20. Turner AJ. Effects of hydrotherapy vs land based exercises on dual task postural control in a geriatric population [Thesis for MSc]. [Mississippi, Mississippi State]: Department of Kinesiology, Mississippi State University; 2019. pp: 57–61.
21. Babaeipour H, Sahebozamani M, Mohammadipour F, Vakilian A. The effect of training at different depths on the balance of chronic ischemic stroke patients. *International Journal of Applied Exercise Physiology.* 2018;7(3):68–78. <https://doi.org/10.30472/ijaep.v7i3.295>
22. Sadeghzadeh N, Moflehi D, Ebrahimi-Meimand H. The effect of six weeks of walking exercise in different environments of water and water-land on the improvement of fatigue, balance and walking speed in multiple sclerosis patients in Kerman. *Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation.* 2020;9(3):82–95. [Persian] https://jpsr.mums.ac.ir/article_17071.html?lang=en
23. Taheri M. Effect of hydrotherapy on lower body strength and balance among elderly women. *Journal of Physical Education Research.* 2015;2(4):19–26.
24. Pallesen H, Bjerk M, Pedersen AR, Nielsen JF, Evald L. The effects of high-intensity aerobic exercise on cognitive performance after stroke: a pilot randomised controlled trial. *J Cent Nerv Syst Dis.* 2019;11:117957351984349. <https://doi.org/10.1177/1179573519843493>
25. López-García J, Colado JC, Guzmán JF. Acute effects of aerobic exercise and active videogames on cognitive flexibility, reaction time, and perceived exertion in older adults. *Games Health J.* 2019;8(6):371–9. <https://doi.org/10.1089/g4h.2018.0143>
26. Morgan JA, Corrigan F, Baune BT. Effects of physical exercise on central nervous system functions: a review of brain region specific adaptations. *J Mol Psychiatr.* 2015;3(1):3. <https://doi.org/10.1186/s40303-015-0010-8>

27. Peters R. Ageing and the brain. Postgrad Med J. 2006;82(964):84–8. <http://dx.doi.org/10.1136/pgmj.2005.036665>
28. Duzel E, van Praag H, Sendtner M. Can physical exercise in old age improve memory and hippocampal function? Brain. 2016;139(3):662–73. <https://doi.org/10.1093/brain/awv407>
29. Valipour Dehnou V, Motamedi R. The effect of one circuit training session on the serum levels of brain-derived neurotrophic factor and insulin-like growth factor-1 in the elderly. Salmand: Iranian Journal of Ageing. 2019;428–39. [Persian] <http://dx.doi.org/10.32598/SIJA.13.4.428>
30. Walsh JJ, Scribbans TD, Bentley RF, Kellawan JM, Gurd B, Tschakovsky ME. Neurotrophic growth factor responses to lower body resistance training in older adults. Appl Physiol Nutr Metab. 2016;41(3):315–23. <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0410>
31. Alivand F, Karimzadeh F. The effect of exercise on the memory improvement: a review of cellular and molecular mechanisms. Shefaye Khatam. 2015;3(4):123–30. [Persian] <http://dx.doi.org/10.18869/acadpub.shefa.3.4.123>
32. Heijnen S, Hommel B, Kibele A, Colzato LS. Neuromodulation of aerobic exercise—a review. Front Psychol. 2016;6:1890. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01890>
33. Karimi M, Safapour F. Effect of a period of selected yoga exercises on serum levels of serotonin and dopamine in non-athlete obese women. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport. 2018;6(11):73–83. [Persian] https://jpsbs.birjand.ac.ir/article_847.html?lang=en
34. Mukherjee J, Christian BT, Dunigan KA, Shi B, Narayanan TK, Satter M, et al. Brain imaging of 18F-fallypride in normal volunteers: blood analysis, distribution, test-retest studies, and preliminary assessment of sensitivity to aging effects on dopamine D₂/D₃ receptors. Synapse. 2002;46(3):170–88. <https://doi.org/10.1002/syn.10128>
35. Zameni Motlagh M, Nezakat-Alhosseini M, Salehi H, Chitsaz A. Effects of cognitive training on freezing of gait and some of its cognitive functions on old parkinson disease patients. Motor Behavior. 2016;7(22):87–108. [Persian] https://mbj.ssrc.ac.ir/article_610.html?lang=en
36. Van Dongen EV, Kersten IHP, Wagner IC, Morris RGM, Fernández G. Physical exercise performed four hours after learning improves memory retention and increases hippocampal pattern similarity during retrieval. Curr Biol. 2016;26(13):1722–7. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.04.071>
37. Barker AL, Bird ML, Talevski J. Effect of pilates exercise for improving balance in older adults: a systematic review with meta-analysis. Arch Phys Med Rehabil. 2015;96(4):715–23. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.11.021>