Research Paper

Effect of Neurofeedback Interactions and Mental Imagery on the Elderly's Balance

***Sima Moshref-Razavi[1], Mehdi Sohrabi[1], Mohammad Saber Sotoodeh[1]**

1. Department of Motor Behavior and Sport Management, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation: Moshref-Razavi S, Sohrabi M, Sotoodeh MS. [Effect of Neurofeedback Interactions and Mental Imagery on the Elderly's Balance (Persian)]. Iranian Journal of Ageing. 2017; 12(3):288-299. https://doi.org/10.21859/sija.12.3.288

doi: https://doi.org/10.21859/sija.12.3.288

Received: 05 Mar. 2017

Accepted: 17 Jul. 2017

Key words:
Balance, Elderly, Neurofeedback, Motion imaging

ABSTRACT

Objectives Balance maintenance is one of the indices of determining independence in older people. Identifying other factors that have considerable impact on the independence of older peoples is an interesting research topic. The present study aims at determining the effect of Neurofeedback and Mental Motor Imagery practices on balance in the elderly.

Methods & Materials The population of this study consisted of elderly people of Mashhad, a city in northeast Iran. A total of 24 elderly people with age ranging from 60-82 years old volunteered to participate in the study and were randomly assigned to three groups (with eight participants in each group). The participants of experimental groups were involved in the special training (neurofeedback training and mental imagery practice) for eight weeks (with three sessions each week)while the control group were not involved in any practice. Stork Balance Stand Test and Timed Up and Go (TUG) tests were used to assess the static and dynamic balance of participants respectively, before and after the training sessions. The Shapiro–Wilk test of normality was used to check normality of data. Additionally, Analysis of Covariance (ANCOVA) was used to determine the effect of training with pre-test scores used as covariate. Statistical analysis was performed using SPSS Statistics 21 at a=0.05.

Results The results of Analysis of Covariance revealed that there was a significant effect of neurofeedback and mental imagery on the static and dynamic balance of elderly people (P<0.05). Furthermore, neurofeedback had superior effect in both of the balance conditions (P<0.05).

Conclusion The study recommends neurofeedback and mental motor imagery practices to prevent balance loosing and improving balance ability in elderly people.

Extended Abstract

1. Objectives

According to the World Health Organization (WHO), population over 60 years old are considered as elderly and it is expected to rise by 10% in the year 2000 to 21.8% in 2050, and then an increase of 32.2% in 2100 [1]. Entrance to the aging period coincides with the onset of changes in musculoskeletal systems, atria, sensory-bodily and vision, which is also referred to as a physiological system in the balance state. Consequently, elderly people are exposed to serious injuries caused by a violation of the balance. These changes are in the form that threatens the quality of life of this group of people to the extent that they are deprived of everyday activities [2]. There-

* *Corresponding Author:*
Sima Moshref-Razavi, MSc.
Address: Department of Motor Behavior and Sport Management, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
Tel: +98 (915) 5155080
E-mail: s.moshrefrazavi@gmail.com

fore, the purpose of this study was to investigate the effect of neurofeedback interventions and mental imagery on the static and dynamic balance of the elderly.

2. Methods & Materials

The present study was conducted on elderly men and women [over 60 years of age) settled in Mashhad, Iran. To select the research samples, information on the history of diseases affecting the movement (such as neurological and visual problems) was collected from the volunteers using a personal information questionnaire, and information on the probability of mental deterioration was collected using the short form of Mini–Mental State Examination (MMSE) [3]. Also, the visual abilities and motion illustration were evaluated using the Hall and Martin Mental Illustration Questionnaire (MIQ-R). Among the elderly people who volunteered for the study, 24 people were selected and then they were randomly assigned to 3 groups of 8 (Neurofeedback training group, vision and motion illustration training group, and control group).

Before applying an independent variable, the static and dynamic balance of the subjects was measured through stork balance tests and Timed Up and Go (TUG) tests respectively. This was followed by each subject attending training sessions for their group. Moral considerations were confirmed by Ferdowsi University of Mashhad. Intervention of the neurofeedback group was carried out based on 10-20 system (EEG) on the O1 and O2 points, taking into account the training protocol of increasing balance of the bipolar type. Practical sessions were held in accordance with the selected protocol within 30 minutes and eight weeks (a total of 24 sessions) based on the 4 to 7 Hz wavelength crackdown and the amplitude of the wavelength was 15 to 18 Hz [5].

The specified wavelength was unaltered and difficulty of the exercises was set automatically based on biograph software and on the rule of 80-20 rule (according to this rule, 20% of cases are suppressed from 4 to 7 Hz, and 80% of the waves are reinforced from 15 to 18 Hz). Exercise protocol of Illustration group was carried out within eight weeks (24 sessions) including three sections: 1. Relaxation (first 10 minutes); and 2. Mental training (15 minutes), and 3-Cool down (5 minutes). Subject's mental exercise was based on the practice protocol defined by Fensler et al. [6]. In this exercise, subjects imagined themselves doing balance games as they did in the distant past. The control group also engaged in daily activities.

3. Results

The results of Shapiro Wilk's test indicated normal distribution of the remaining errors in covariance analysis test (P<0.05), which was among the main assumptions of the test. In order to investigate the effect of training interventions, covariance analysis was used. Prior to that, homogeneity of variances was confirmed by Levine test (P=0.645, F=0.448). The results of this test showed a significant difference in static balance of elderly people with open eyes between the studied groups (P=0.338, F=5.10). As a result, Bonferroni's follow-up test was used to determine the difference between the groups. Accordingly, the neurofeedback group had better performance than both groups of illustration (P=0.042) and control (P=0.026), while the illustration group had no significant difference with the control group (P=0.00). Also, the results of statistical analysis in closed eyes state showed a significant difference between the groups in the post-test (P=0.778, F=5.33).

The results of Bonferroni post hoc test showed a significant difference only between neurofeedback and illustration groups (P=0.045) and neurofeedback and control (P=0.020) groups. For evaluating dynamic balance, covariance analysis was carried out. Levin's test results indicated that the homogeneity of variance of the errors (P=0.427, P=0.85). The results of covariance analysis showed a significant difference between the groups in the dynamic balance test scores (P=0.483, F=9.34). In order to determine the exact location of the differences, Bonferroni post hoc test was used. This test revealed a significant difference between neurofeedback and control groups (P=0.002) and illustration and control (P=0.002) groups, while no significant difference was observed between the neurofeedback

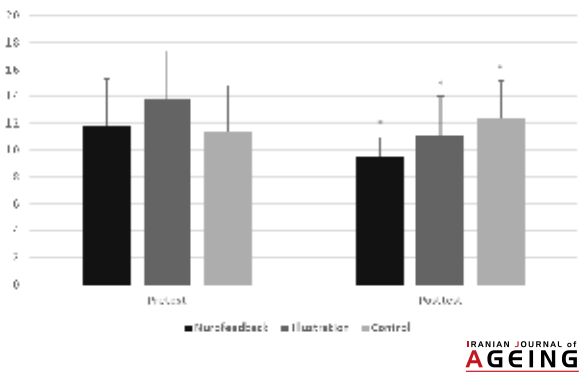


Figure 1. Average time of TUG test (dynamic balance) of groups in the pre and post test

training and illustration groups. These differences are presented in Figure 1.

4. Conclusion

Both mental and physical exercises have similar and common nervous mechanisms at the various stages of motion control. However, mental exercises prove to be more effective as no final movement outcome is generated during mental training [7, 8]. In addition, since the balance protocol works on O1-O2 regions that are located around the visual processing areas (17-17 Brudman), the theory that improved performance near the 17-18 Brudman areas improves visual guide for the cerebellum was established. On the other hand, these areas are involved in the analysis of motion, status, orientation, depth, and understanding in the elderly. The cerebellum uses signs of vision in these areas and integrates them with their motorized outputs. Considering the results of this study, we can state that modern tools such as neurofeedback and older interventions such as illustration help improve the quality of life especially during the aging period.

Acknowledgments

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Conflict of Interest

The authors declared no conflicts of interest.

تأثیر مداخلات نوروفیدبک و تصویرسازی ذهنی بر تعادل سالمندان

*سیما مشرف رضوی[۱]، مهدی سهرابی[۱]، محمد صابر ستوده[۱]

۱- گروه رفتار حرکتی و مدیریت ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴ اسفند ۱۳۹۵
تاریخ پذیرش: ۲۶ تیر ۱۳۹۶

چکیده

اهداف تعادل یکی از شاخص‌های تعیین استقلال افراد سالمند به شمار می‌رود. بررسی و تشخیص عوامل مؤثر بر آن از موضوعاتی است که محققان به آن توجه کرده‌اند. هدف از انجام مطالعه حاضر بررسی اثر تمرینات نوروفیدبک و تصویرسازی حرکتی بر تعادل سالمندان است.

مواد و روش‌ها جامعه آماری مدنظر سالمندان شهر مشهد بودند که از بین آن‌ها ۲۴ سالمند در دامنه سنی ۶۰ تا ۸۲ سال به‌صورت داوطلبانه انتخاب و سپس به سه گروه ۸ نفری به‌صورت تصادفی تقسیم شدند. شرکت‌کنندگان دو گروه تجربی به مدت ۸ جلسه (۳ جلسه در هفته) در تمرینات مربوط به خود (تمرین نوروفیدبک و تمرین تصویرسازی حرکتی) شرکت کردند، اما گروه کنترل هیچ‌گونه تمرینی انجام نداد. در این تحقیق برای اندازه‌گیری تعادل ایستای سالمندان از آزمون تعادلی لک‌لک و برای اندازه‌گیری تعادل پویای آن‌ها از آزمون زمان برخاستن و راه رفتن، استفاده شد که در دو مرحله قبل و بعد از تمرینات ارزیابی می‌شدند. به‌منظور تعیین عادی‌بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلکس و برای تعیین آثار مرتبط با تمرین از تحلیل کوواریانس استفاده شد. نمرات پیش‌آزمون افراد به‌عنوان متغیر مداخله‌گر مدنظر قرار گرفت. تمامی آزمون‌های آماری با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ و در سطح معنی‌داری a=۰/۰۵ تحلیل شدند.

یافته‌ها نتایج حاصل از آزمون تحلیل کوواریانس نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار تمرینات نوروفیدبک و تصویرسازی حرکتی بر تعادل ایستا و پویای سالمندان بود (P<۰/۰۵). ضمن اینکه تمرین نوروفیدبک بر هر دو وضعیت تعادل ایستا و پویا تأثیر بهتری داشت (P<۰/۰۵).

نتیجه‌گیری با توجه به نتایج به‌دست‌آمده پیشنهاد می‌شود از این تمرینات به‌منظور پیشگیری از افت تعادل و تقویت آن در سالمندان استفاده شود.

کلیدواژه‌ها:
سالمندان، نوروفیدبک، تصویرسازی حرکتی

مقدمه

سالمندی مرحله‌ای از سیر طبیعی زندگی انسان است که برای همه رخ می‌دهد. ورود به دوره سالمندی هم‌زمان با شروع تغییراتی در سیستم‌های اسکلتی‌عضلانی، دهلیزی، حسی‌پیکری و بینایی است که از آن به‌عنوان سیستم فیزیولوژیک درگیر در تعادل یاد می‌شود. درنتیجه سالمندان در معرض آسیب‌های جدی ناشی از نقص تعادل قرار می‌گیرند. این تغییرات کیفیت زندگی این قشر از افراد را تهدید می‌کند تا آنجا که از فعالیت‌های روزمره بازمی‌مانند [۱]. بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی جمعیتی که بیش از ۶۰ سال دارند، سالمند محسوب می‌شوند. انتظار می‌رود که افزایش ۱۰ درصدی در سال ۲۰۰۰ به ۲۱/۸ در سال ۲۰۵۰ و پس از آن افزایش ۳۲/۲ درصدی در سال ۲۱۰۰ برسد [۲]. ایجاد تعادل در هر فرد برآمده از اطلاعات سه منبع بینایی، گیرنده‌های حس‌عمقی و سیستم دهلیزی است. فرد با یکپارچه‌سازی اطلاعات دریافتی از مراکز ذکرشده در سیستم شناختی می‌تواند بدنش را کنترل کند [۳].

در فرد سالمند ممکن است هر یک از سه منبع اطلاعاتی - بینایی، دهلیزی، حس پیکری- دچار اختلال شود. علاوه بر این، ممکن است سالمند دچار آسیب‌شناختی شود. همچنین امکان تضعیف سیستم حرکتی به علت اختلالات اسکلتی‌عضلانی و عصبی‌عضلانی و کاهش قدرت، انعطاف‌پذیری و تحرک مفصل وجود دارد [۴] تمامی این موضوعات یا حتی یکی از آن‌ها می‌تواند تعادل سالمند را به هم بزند و باعث سقوط او شود. تاکنون برای بهبود وضعیت تعادلی سالمندان اشکال تمرینی مختلفی استفاده شده است؛ ازجمله تمرینات PNF [۵]، تمرین دوگانه و منفرد[۱] [۶]، تمرینات تعادلی اختلالی و غیراختلالی[۲] [۷]، تمرینات در آب [۸، ۹]، تمرینات کششی ران و مچ پا [۱۰]، تصویرسازی ذهنی [۱۱] و نوروفیدبک [۱۲]. با توجه به خطرات

1. Mono and dual task balance training
2. Perturbed and un-perturbed balance training

* نویسنده مسئول:
سیما مشرف رضوی
نشانی: مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم ورزشی، گروه رفتار حرکتی و مدیریت ورزشی.
تلفن: ۵۱۵۵۰۸۰ (۹۱۵) ۹۸+
پست الکترونیکی: s.moshrefrazavi@gmail.com

و محدودیت‌هایی که سالمندان ممکن است برای انجام تمرینات جسمانی با آن مواجه شوند و اینکه تأثیر تمرینات شناختی همراه با تمرین بدنی بیشتر از تمرین بدنی صرف است [۱۲] و در این دوره زندگی (سالمندی) می‌تواند مکمل مناسبی برای تمرینات جسمانی باشد و از خطرات احتمالی نیز جلوگیری کند، لازم است به تمریناتی که بر سیستم شناختی مؤثرند، توجه بیشتری شود. ازجمله این تمرینات می‌توان به تمرینات نوروفیدبک اشاره کرد [۱۲].

نوروفیدبک درواقع همان بیوفیدبک امواج مغزی است [۱۳]. روشی ایمن و غیرتهاجمی است که روی شاخص‌های مختلف از جمله توجه، تمرکز، اضطراب، یادگیری و غیره تأثیر می‌گذارد [۱۴]. همچنین باعث بهبود تعادل نیز می‌شود [۱۵]. هنگامی‌که 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 دربرگیرنده افزایش یا کاهش فعالیت امواج خاصی در مناطق خاصی از مغز است [۱۶]. تحقیقات انجام‌شده در این زمینه نشان می‌دهد که کاهش موج تتا به بهبود عملکردهای شناختی خصوصاً درزمینه توجه منجر می‌شود. از آنجا که توجه یکی از عملکردهای شناختی موردنیاز برای ایجاد تعادل است، احتمال دارد کاهش موج تتا به بهبود تعادل منجر شود [۱۴]. همچنین نوروفیدبک از طریق هماهنگی امواج درگیر در سیستم‌های مؤثر در تعادل (بینایی، دهلیزی و مخچه) ممکن است باعث افزایش تعادل شود [۱۷].

درباره تأثیر نوروفیدبک بر تعادل، مطالعات زیادی انجام شده است. هاموند[3] تمرینات نوروفیدبک را بر تعادل ورزشکاران مختلف مؤثر دانست [۱۶]. همچنین شاو و همکاران[4] اثربخشی تمرینات نوروفیدبک را بر تعادل ژیمناست‌ها بررسی کردند و گزارش دادند که این ورزشکاران پس از تمرینات نوروفیدبک نمرات تعادلی بهتری کسب کردند [۱۸]. همچنین شواهد زیادی مبنی بر تأثیر استفاده از نوروفیدبک در بیماری‌ها و اختلالات مختلف وجود دارد. هاموند گزارش‌هایی از چندین مطالعه موردی از سکته مغزی و ضربه به سر ارائه داد که تمرینات نوروفیدبک در آنان موجب بهبود تعادل شده بود [۱۹]. همچنین آذرپیکان، طاهری و سهرابی نیز در پژوهشی به بررسی تأثیر تمرینات نوروفیدبک بر تعادل ایستا و پویای بیماران پارکینسونی پرداختند و نتایج نشان داد که تمرینات نوروفیدبک می‌تواند بر روند بهبود تعادل ایستا و پویای بیماران پارکینسونی مؤثر باشد [۱۲]. یکی دیگر از تمرینات مؤثر بر عملکرد تصویرسازی ذهنی است. تصویرسازی ذهنی، تکرار پنهانی عمل بدون انجام حرکات جسمانی است. بررسی‌های انجام‌شده طی سال‌های گذشته نشان داده است که همان سازوکارهای عصبی که در یادگیری یا تمرین جسمانی شرکت دارند، در تمرین ذهنی نیز فعال می‌شوند [۲۰].

با کاربرد روش‌هایی مانند تصویربرداری رزنانس مغناطیسی و توموگرافی از راه انتشار پوزیترون مشخص شده است که مناطق قشر مغزی که در برنامه‌ریزی و کنترل حرکتی نقش دارند، در حین تمرین ذهنی نیز فعال می‌شوند. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که تمرین ذهنی مکانیزمی عصبی است که ساختارهای مغزی را که در کنترل شناختی و برنامه‌ریزی حرکتی نقش دارند، فعال می‌کند. به عبارت دیگر تمامی مراحل شناختی کنترل حرکت شامل طرح‌ریزی، برنامه‌ریزی و آمادگی حرکت (مراحل پردازش اطلاعات) را مشابه حرکت واقعی درگیر می‌کند؛ با این تفاوت که در تمرین ذهنی اجرای حرکت از نظر جسمانی مهار می‌شود [۲۱].

درباره تأثیر تمرینات تصویرسازی بر تعادل، مطالعات زیادی روی افراد سالم و بیمار انجام شده است. فلاح‌پور و همکاران تأثیر تمرین ذهنی بر تعادل سالمندان را بررسی و بیان کردند که تمرین ذهنی مشابه تمرین جسمانی سبب پیشرفت مهارت حرکتی در افراد می‌شود و می‌توان آن را جایگزینی برای تمرین جسمانی دانست [۲۲]. همچنین اصلانخانی و همکاران به مقایسه تمرینات ذهنی، جسمانی و ترکیبی بر تعادل ایستا و پویای سالمندان پرداختند و بیان کردند سالمندانی که با روش تمرین ترکیبی (جسمانی‌ذهنی) تمرین کردند، پیشرفت بیشتری در تعادل ایستا و پویا داشتند [۱۱]. در پژوهش دیگری طهماسبی بروجنی و همکاران تأثیر مدل‌های مختلف تصویرسازی را بر دانشجویان دختر دانشگاه تهران بررسی کردند و به این نتیجه دست یافتند که مدل تصویرسازی PETTLEP[5] در اجرای تعادل ایستا مؤثر بود، اما در تعادل پویا کارایی کافی نداشت [۲۳]. همچنین فنسلر و همکاران[6] اثربخشی تمرینات ذهنی را بر تعادل سالمندان زن گزارش دادند [۲۴].

در تحقیق دیگری سابرامانیان و همکاران[7] تأثیر هر دو نوع تمرین نوروفیدبک و تصویرسازی را بر بهبود عملکرد بیماران پارکینسون بررسی کردند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که شرکت‌کنندگان در گروهی که هر دو نوع تمرین را انجام دادند پیشرفت چشمگیری در بهبود عملکرد از خود نشان دادند. در حالی که چنین پیشرفتی در گروهی که فقط تمرین تصویرسازی انجام داده بودند، مشاهده نشد [۲۵].

مبانی نظری ذکرشده در هر دو تمرین (نورفیدبک و تصویرسازی) بیانگر اثر هر دو نوع تمرین بر سیستم شناختی است [۱۱، ۱۲، ۱۶، ۱۷، ۲۱، ۲۳، ۲۴، ۲۶]. با توجه به اینکه

3. Hammond
4. Show et al.
5. PETTLEP= Physical, Environment, Task, Timing, Learning, Emotion, Perspective
6. Fansler et al.
7. Subramanian et al.

تمرینات نوروفیدبک و تصویرسازی از تمرینات شناختی هستند و در تمرین نوروفیدبک فرد غیرفعال اما در تمرین تصویرسازی حرکتی فرد فعال است و همچنین با توجه به مکانیسم‌های زیرساخت این دو تمرین از حیث درگیری مناطق مختلف مغزی که احتمالاً شباهت زیادی به هم دارند، مقایسه اثر این دو نوع تمرین بر تعادل سالمند می‌تواند موضوعی قابل‌توجه و بررسی باشد [۲۷]. در پژوهش حاضر به دنبال یافتن پاسخ به این سؤال هستیم که در وهله اول آیا تمرین تصویرسازی ذهنی و نوروفیدبک می‌تواند بر تعادل سالمندان مؤثر باشد یا خیر؟ با توجه به اینکه تاکنون مطالعه‌ای به مقایسه این دو روش تمرینی با یکدیگر نپرداخته است و اهمیت یافتن مؤثرترین راه برای بازتوانی افراد سالمند در تعادل، سؤال مهم‌تر این است که آیا بین این دو شیوه تمرینی تفاوتی وجود دارد یا خیر.

روش مطالعه

جامعه و نمونه

جامعه تحقیق حاضر را مردان و زنان سالمند (بیش از ۶۰ سال) ساکن شهر مشهد تشکیل داده‌اند. پس از اینکه حجم نمونه با توجه به مطالعات مشابه گذشته [۱۲، ۲۵] تعیین شد، برای انتخاب نمونه تحقیق از افراد داوطلب اطلاعات مربوط به سابقه بیماری‌های اثرگذار بر حرکت مانند مشکلات عصب‌شناختی و بصری با پرسش‌نامه اطلاعات فردی، احتمال وجود زوال عقلی با پرسش‌نامه فورم کوتاه وضعیت ذهنی(MMSE)[8]، اندازه‌گیری شد. حداقل نمره برای ورود به آزمون ۲۴ از ۳۰ بود [۲۸] و توانایی تصویرسازی بینایی و حرکتی با پرسش‌نامه تصویرسازی ذهنی هال و مارتین [۲۹] (MIQ-R)[9] دریافت شد. سپس از بین آزمودنی‌های واجد شرایط در تحقیق، ۲۴ نفر انتخاب شدند. این افراد به طور تصادفی به سه گروه -دو گروه تجربی و یک گروه کنترل- تقسیم شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل این موارد بودند: ۱) داشتن حداقل ۶۰ سال سن ۲) توانایی راه‌رفتن به‌طور مستقل ۳) دید طبیعی یا اصلاح‌شده ۴) نداشتن بیماری یا مصرف داروهای اثرگذار بر تعادل ۵) نداشتن محدودیت حرکتی مفاصل لگن، زانو و مچ پا.

ابزارهای به‌کاررفته در تحقیق

آزمون لک‌لک

هدف از انجام این آزمون سنجش قابلیت فرد برای حفظ تعادل خود روی یک‌پا است. ابتدا آزمودنی با پای برهنه روی سطح صاف می‌ایستد. سپس دست‌های خود را به کمر می‌زند. پس از آن پای غیربرتر خود را از زمین بلند می‌کند و در کنار زانوی پای دیگر قرار می‌دهد. نمره‌ای که برای این آزمون مدنظر است، زمان است. از لحظه تماس پای غیربرتر به کنار زانوی پای برتر زمان فرد محاسبه می‌شود تا زمانی که فرد تعادل خود را از دست دهد و پای خود را زمین گذارد. آزمون در دو وضعیت با چشم باز و بسته صورت گرفت [۳۰].

آزمون زمان برخاستن و راه‌رفتن

آزمون زمان برخاستن و راه‌رفتن[10] آزمون مناسبی درزمینه تعادل سالمندان شناخته شده است. در این آزمون فرد با فرمان رو از روی صندلی دسته‌دار استاندارد با ارتفاع تقریبی ۴۶ تا ۶۵ سانتی‌متر برمی‌خیزد، پس از آن ۷ متر را می‌پیماید، دور می‌زند و مسیر را برگردد. زمان موردنیاز برای اجرای این آزمون با استفاده از زمان‌سنج به ثانیه ثبت می‌شود و در دو مرحله آزمون بین گروه‌های مختلف مقایسه می‌شود [۳۱].

آزمون کوتاه وضعیت ذهنی

برای اطمینان از مبتلانبودن آزمودنی‌ها به دمانس (زوال عقلی) سالمندی، از آزمون اعتباریابی‌شده توسط سیدیان و همکاران [۳۲] استفاده شد. آن‌ها گزارش کردند که در تعیین پایایی پرسش‌نامه، ضریب آلفای کرونباخ برای کل آزمون ۰/۸۱ به دست آمده است [۳۲]. در صورتی که افراد قادر به کسب نمره حداقل ۱۸ از ۳۰، از این آزمون بودند وارد مرحله بعدی تحقیق می‌شدند.

پرسش‌نامه توانایی تصویرسازی تجدیدنظرشده

این پرسش‌نامه برای اندازه‌گیری قابلیت تصویرسازی ذهنی و حرکتی است و ۸ سؤال دارد که شرکت‌کنندگان آن را کامل می‌کردند. این پرسش‌نامه تصویرسازی ذهنی را در دو بعد بینایی و حرکتی می‌سنجد. ۴ پرسش مربوط به تصویرسازی بینایی و چهار پرسش مربوط به تصویرسازی حرکتی است. هریک از سؤالات در یک پیوستار ۷ ارزشی از «بسیار مبهم می‌بینم» یا «احساس می‌کنم» تا «بسیار واضح می‌بینم» یا «احساس می‌کنم» ارزش‌گذاری می‌شود. شرکت‌کنندگانی که نمره بالاتر از ۱۶ را کسب کرده بودند، توانایی خوبی در تصویرسازی داشتند و وارد مطالعه شدند. سهرابی و همکاران ثبات درونی و پایایی زمانی این پرسش‌نامه را به ترتیب ۰/۷۳ و ۰/۷۷ گزارش کرده‌اند [۳۳].

دستگاه نوروفیدبک

به‌منظور اعمال برنامه نوروفیدبک از دستگاه نوروفیدبک مدل SA7990A Ver 0.5 با سخت‌افزار پروکامپ و نرم‌افزار بیوگراف محصول شرکت پروکامپ اینفینیتی تکنولوژی کانادا استفاده شد.

8. Mini Mental Status Examination
9. Movement Imagery Questionnaire
10. Time Up and Go (TUG)

روش اجرا

از بین سالمندان داوطلب، ۲۴ نفر که حضور آن‌ها بر اساس معیارهای ارزیابی این تحقیق، مطابق با آزمون‌های MMSEو MIQ-Rفرم مشخصات فردی) تأیید شده بود، انتخاب شدند و سپس به‌صورت تصادفی در ۳ گروه ۸ نفره قرار گرفتند؛ گروه تمرین نوروفیدبک،گروه تمرین تصویرسازی حرکتی و گروه کنترل. قبل از اعمال متغیر مستقل، تعادل ایستا (آزمون لک‌لک) و پویای (آزمون زمان برخاستن و راه‌رفتن) آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. سپس هر کدام در جلسات تمرین مربوط به گروه خود شرکت کردند. نویسنده اول مقاله اطلاعات مربوط به این پژوهش را جمع‌آوری کرد که از اهداف تحقیق آگاه بوده است. به منظور رعایت اخلاق پژوهش، تمامی شرکت‌کنندگان با آگاهی از اهداف طرح و رضایت کامل در این پژوهش شرکت کردند. همچنین محقق اطلاعات شرکت‌کنندگان را به صورت محرمانه نگهداری کرده است. ضمن اینکه محقق خود را ملزم به رعایت کدهای اخلاقی دانسته است. کمیته اخلاق دانشگاه فردوسی مشهد ملاحظات اخلاقی را تأیید کرده است. مراحل انجام تحقیق به‌صورت زیر انجام شد:

مرحله اول انجام پیش‌آزمون

مرحله دوم اعمال متغیر مستقل برای گروه اول یک دوره تمرین نوروفیدبک شامل ۳ جلسه در هفته و به مدت ۸ جلسه هر جلسه به مدت ۳۰ دقیقه، برای گروه دوم یک دوره تمرین تصویرسازی حرکتی شامل ۳ جلسه در هفته و به مدت ۸ جلسه هر جلسه به مدت ۳۰ دقیقه. مرحله سوم انجام پس‌آزمون؛ اندازه‌گیری مجدد تعادل ایستا با تست لک‌لک و تعادل پویا با آزمون TUG.

مداخله نوروفیدبک

پس از قرارگیری آزمودنی در پشت دستگاه و نشستن روی صندلی مخصوص، نقاط O1 و O2 بر اساس سیستم بین‌المللی ۲۰-۱۰ بر روی جمجمه او مشخص می‌شد. برنامه تمرینی افزایش تعادل از نوع بای پلار یعنی دو الکترود روی جمجمه نصب می‌شد و هر دو الکترود فعال و مرجع روی جمجمه و در نقاط O1-O2 با کمک چسب TEN۲۰ نصب می‌شد. الکترود گراند روی گوش چپ قرار می‌گرفت. جلسات تمرین منطبق با برنامه انتخابی در مدت ۳۰ دقیقه بر مبنای سرکوب طول‌موج ۴ تا ۷ هرتز و تقویت طول‌موج ۱۵ تا ۱۸ هرتز صورت می‌گرفت [۱۲]. طول‌موج ذکرشده تغییرناپذیر بود. دشواری تمرینات بر اساس نرم‌افزار بیوگراف به‌طور خودکار و بر قاعده ۸۰-۲۰ (طبق این قاعده ۲۰ درصد موارد از موج ۴ تا ۷هرتز، سرکوب‌شده و ۸۰ درصد موج ۱۵ تا ۱۸، تقویت می‌شود) تنظیم شده بود. طی مدت تمرین برای جلوگیری از خستگی از سه انیمیشن تکمیل پازل، مسابقه قایقرانی و تصاویر متحرک هر کدام به مدت ۱۰ دقیقه استفاده شد [۱۲، ۱۹].

مداخله تصویرسازی

جلسات تمرین تصویرسازی صبح‌ها و تقریباً هم‌زمان با جلسات گروه اول برای گروه دوم انجام می‌شد. برای این منظور سالمندان در اتاق آرام و مناسبی که آماده شده بود، حضور می‌یافتند. آن‌ها روی تشک دراز می‌کشیدند و چشمان خود را می‌بستند. برنامه تمرینی این گروه شامل سه بخش، آرام‌سازی (۱۰ دقیقه اول)، تمرین ذهنی (۱۵ دقیقه) و سردکردن (۵ دقیقه) بود. تمرین ذهنی آزمودنی بر اساس برنامه تمرینی فنسلر و همکاران [۲۴] به این‌صورت بود که افراد خود را در حال انجام بازی‌های تعادلی که در گذشته دور انجام می‌دادند، تصور می‌کردند [۲۳].

محدودیت‌های تحقیق

۱- ممکن‌نبودن استفاده از گروه‌هایی با تعداد نمونه زیاد

۲-کنترل‌نکردن انگیزش آزمودنی‌ها در حین اجرای برنامه مدنظر

۳- با وجود یاد آوری مبنی بر نداشتن فعالیت بدنی منظم، فعالیت‌های بدنی احتمالی آزمودنی‌ها ازکنترل محقق خارج بود.

روش‌های آماری

از آزمون تحلیل کوواریانس (ANCOVA) به‌منظور مقایسه اثر مداخلات تمرینی استفاده شد. نمرات پیش‌آزمون افراد به‌عنوان متغیر مداخله‌گر در آزمون وارد شد. از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ در سطح آماری α=۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها

اطلاعات جمعیت شناختی مرتبط با سن آزمودنی‌ها در جدول شماره ۱ ارائه شده است. نتایج آزمون تحلیل واریانس نشان داد تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها در عامل سن وجود ندارد (P=۰/۳۴۸، f=۱/۱۱). نتایج به‌دست‌آمده از آزمون شاپیرو ویلکس نشان‌دهنده عادی‌بودن توزیع باقی‌مانده خطاها در آزمون تحلیل کوواریانس است (P>۰/۰۵) که از پیش‌فرض‌های اصلی آزمون است.

به‌منظور بررسی اثر مداخلات تمرینی از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد. قبل از آن همگنی واریانس‌ها به کمک آزمون لوین تأیید شد (P=۰/۶۴۵، f=۰/۴۴۸)، نتایج این آزمون حاکی از تفاوت معنی‌دار بین گروه‌های مطالعه‌شده در تعادل ایستای سالمندان با چشم‌باز است (η=۰/۳۳۸، P=۰/۰۱۶، f=۵/۱۰). در نتیجه از آزمون تعقیبی بونفرونی برای تعیین تفاوت بین گروه‌ها استفاده شد. بر این اساس گروه نوروفیدبک از هر دو گروه تصویرسازی (P=۰/۰۴۲) و کنترل (P=۰/۰۲۶) عملکرد بهتری داشته است؛ درحالی‌که گروه تصویرسازی تفاوت معنی‌داری با گروه کنترل

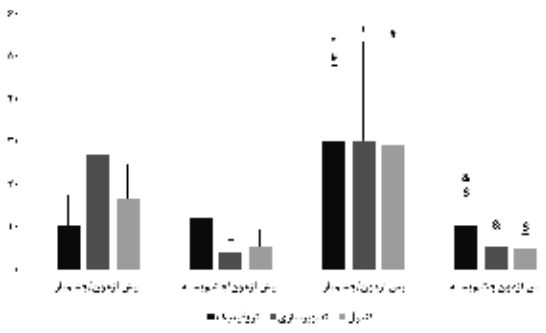
جدول ۱. توزیع سن در گروه‌های مختلف

گروه	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین±انحراف استاندارد
مرد	۱۴ نفر	۶۰	۸۲	۶۹/۴۲±۷/۲۲
زن	۱۰ نفر	۶۰	۷۳	۶۳/۵۰±۴/۹۰
نوروفیدبک	۸ نفر	۶۰	۷۷	۶۷/۶۲±۷/۷۲
تصویرسازی	۸ نفر	۶۰	۸۲	۶۹/۱۲±۸/۳۵
کنترل	۸ نفر	۶۰	۷۲	۶۴/۱۲±۳/۵۶

سالمند

نداشت (P=۱/۰۰). میزان این تفاوت در تصویر شماره ۱ مشاهده می‌شود. همچنین در وضعیت چشمان بسته نیز نتایج تحلیل‌های آماری نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها در پس‌آزمون وجود دارد (η=۰/۷۷۸، P=۰/۰۱۴، f=۵/۳۳)، نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار تنها بین نوروفیدبک و تصویرسازی (P=۰/۰۴۵) و نوروفیدبک و کنترل (P=۰/۰۲۰) بود. علائم بالای ستون‌ها نشان‌دهنده تفاوت‌های معنی‌دار در مقایسه‌های دوبه‌دو است.

همچنین در تعادل پویا از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد. نتایج آزمون لوین نشان‌دهنده همگن‌بودن واریانس خطاها است (P=۰/۴۲۷، f=۰/۸۸۵). بر اساس نتایج آزمون تحلیل کوواریانس بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری در نمرات آزمون تعادل پویا مشاهده می‌شود (η=۰/۴۸۳، P=۰/۰۰۱، f=۹/۳۴). به‌منظور تعیین محل دقیق تفاوت‌ها از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد که بر این اساس تفاوت معنی‌داری بین گروه نوروفیدبک و کنترل (P=۰/۰۰۲) و تصویرسازی و کنترل (P=۰/۰۰۲) مشاهده شد؛ درحالی‌که بین دو گروه تمرینی نوروفیدبک و تصویرسازی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. این تفاوت‌ها در تصویر شماره ۲ به‌خوبی قابل‌مشاهده هستند. علائم بالای ستون‌ها نشان‌دهنده تفاوت‌های معنی‌دار در مقایسه‌های دوبه‌دو هستند.



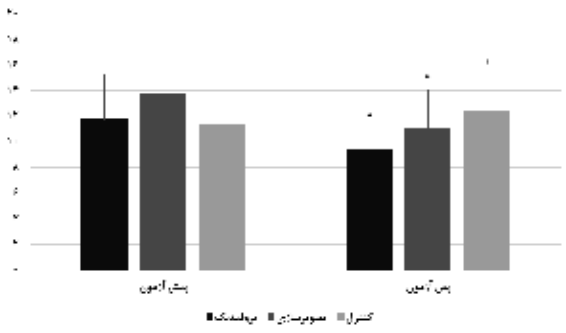
سالمند

تصویر ۱. میانگین زمان آزمون لک‌لک (تعادل ایستا) گروه‌ها در پیش و پس‌آزمون

بحث

هدف از انجام مطالعه حاضر بررسی اثر دو شکل تمرینی نوروفیدبک و تصویرسازی ذهنی بر تعادل ایستا و پویای سالمندان بود. به همین منظور ۲۴ سالمند به شکل در دسترس انتخاب و در قالب سه گروه نوروفیدبک، تصویرسازی و کنترل بررسی شدند. نتایج کلی مطالعه از تأثیر مثبت نوروفیدبک در هر دو حالت تعادل ایستا و پویا و تأثیرگذاری تصویرسازی بر تعادل پویای سالمندان حاکی بود. همچنین نوروفیدبک در مقایسه با تصویرسازی تأثیر مفیدتری بر تعادل ایستای افراد داشت. در ادامه به تبیین نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق پرداخته می‌شود.

این نتایج با گزارش‌های هاموند [۱۹]، شاو و همکاران [۱۸] مبنی بر اثربخشی دوره‌های تمرینی نوروفیدبک بر بهبود تعادل ورزشکاران و با نتایج پژوهشگرانی همچون فرشچی و همکاران [۳۴] و آذرپیکان و همکاران [۱۲] مبنی بر تأثیرپذیری نوروفیدبک بر بهبود قابلیت‌های حرکتی افراد دچار سکته مغزی و بیماری‌های تعادلی مطابقت دارد. از آنجا که آزمودنی‌های گروه تمرین نوروفیدبک در مقایسه با گروه کنترل، در هر دو نوع تعادل ایستا و پویا امتیاز تعادل بهتری گرفتند، می‌توان اینگونه بیان کرد که تمرینات نوروفیدبک می‌تواند بر روند بهبود تعادل سالمندان مؤثر باشد. سالمند با بهبود تعادل، افتادن یا سقوط کمتری را



سالمند

تصویر ۲. میانگین زمان آزمون TUG (تعادل پویای) گروه‌ها در پیش و پس‌آزمون

تجربه می‌کند، بی‌تحرکی کاهش می‌یابد و به‌طورکلی این افزایش تعادل سبب بهبود نسبی کیفیت زندگی او در مقایسه با پیش از دوره درمان می‌شود. دلیل این موضوع می‌تواند ارائه بازخورد زیستی به سیستم عصبی مرکزی فرد توسط نوروفیدبک و بازسازی طول‌موج‌ها تا رسیدن به حد مطلوب (به‌طور ناخودآگاه) باشد. این فرایند می‌تواند سبب کنترل دقیق‌تر سیستم عصبی مرکزی فرد بر نوسانات ناشی از بیماری یا سالمندی شود و در نهایت سیستم عصبی مرکزی، کنترل بهتری بر حفظ قامت فرد داشته باشد [۱۸، ۲۵].

با یادآوری این نکته که برنامه تمرینی این تحقیق تقویت موج بتا (۱۸-۱۵ هرتز) و سرکوب موج تتا (۷-۴ هرتز) منظور شده بود. با توجه به این مطلب که موج تتا با نشانگان خواب‌آلودگی و خاموشی و درخودفرورفتن، معرفی می‌شود [۱۴، ۳۵]. در حالی که نشانگان موج بتا تمرکز، توجه مستمر و حل مسئله عنوان شده است [۳۶، ۱۴]، می‌توان استنباط کرد که طی فرآیند درمانی نوروفیدبک سرکوب تتا سبب کاهش خواب‌آلودگی و درخودفرورفتگی فرد می‌شود، با افزایش هوشیاری سیستم عصبی مرکزی در سطح قشری موجب تمرکز بر فرایندهای حل مسئله و توجه مستمرتری بر انجام فعالیت ارادی می‌شود. در نتیجه فرد می‌تواند به‌طور ارادی، با تسلط بهتری بر عضلات نگهدارنده قامت، تعادل خودش را کنترل کند. در واقع با کم‌شدن نوسانات موج تتا و افزایش نوسانات موج بتا ۱ در آستانه مطلوب تعریف‌شده در برنامه، سیکل‌های قشری و تحت قشری به‌طور هماهنگ‌تری عملکرد حرکتی فرد را کنترل می‌کنند. این اثر در پی استمرار در دریافت نوروفیدبک به شرایط بدون بازخورد نیز تسری می‌یابد [۳، ۱۵].

همچنین نتایج تحقیقات حاضر نشان داد که تمرین تصویرسازی به بهبود تعادل آزمودنی‌ها منجر شد؛ هرچند که تغییرات در تعادل ایستا اندک بود و از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. این تحقیق با یافته‌های فلاح‌پور و همکاران [۲۲]، اصلانخانی و همکاران [۱۱] و فنسلر و همکاران [۲۴]، مبنی بر اثر تمرین تصویرسازی بر بهبود تعادل سالمندان همسو است.

از دلایل اثربخشی تمرینات ذهنی می‌توان گفت که تمرین ذهنی و تمرین جسمانی مکانیسم‌های عصبی مشابه و مشترکی در مراحل کنترل حرکتی دارند؛ با این تفاوت که برون‌داد حرکتی نهایی حین تمرین ذهنی ایجاد نمی‌شود [۳۷، ۳۸].

برخی از محققان اعتقاد دارند که تمرین ذهنی فقط در برنامه‌ریزی و طرح‌ریزی حرکت نقش دارد و در فاز اجرایی نقش ندارد. آن‌ها معتقدند حین تمرین ذهنی هیچ فعالیتی در عضلات صورت نمی‌گیرد و افزایش قدرت و عملکرد پس از دوره تمرین ذهنی در نتیجه تأثیر تمرینات ذهنی در برنامه‌ریزی حرکتی مرکزی است [۳۹، ۴۰]. طبق نظر این محققان تغییرات نرونی که پس از تمرین ذهنی در سطوح طرح‌ریزی و برنامه حرکتی اتفاق می‌افتد، احتمالاً منطقه کورتیکال حرکتی مغزی غیر اولیه را فعال می‌کند و این برنامه تغییریافته می‌تواند از طریق عمل بر مدارهای نخاعی به افزایش فعالیت نرون‌های حرکتی و و افزایش قدرت و عملکرد منجر شود. برخی دیگر از محققان مطرح کرده‌اند که تمرین ذهنی نه‌تنها در برنامه‌ریزی و طرح‌ریزی حرکت نقش دارد، بلکه در فاز اجرایی نیز نقش دارد و مشابه تمرین فیزیکی است [۲۱]. همچنین نظریه‌های متفاوتی درباره چگونگی تأثیر تمرین ذهنی بر یادگیری حرکتی و پیشرفت مهارت‌های حرکتی مطرح شده است. در این میان دو نظریه روانی عصبی عضلانی و نظریه یادگیری نمادی را می‌توان برای توجیه پیشرفت مهارت حرکتی و تعادل سالمندان در تحقیق حاضر به کار برد. طبق نظریه روانی عصبی عضلانی تمرین ذهنی حرکت باعث ایجاد ظرفیت عمل و فعالیت و انقباض جزئی عضلات می‌شود و بازخوردهای حرکتی ناشی از این فعالیت جزئی عضلانی به مراکز مغزی ارسال می‌شود، روی فعالیت این نواحی تأثیر می‌گذارد و باعث تقویت و بهبود هماهنگی سیستم عصبی عضلانی و درنتیجه یادگیری حرکتی می‌شود. این نظر با نظریه یاکوبسون مبنی بر اینکه فعالیت ذهنی اساساً فعالیت فیزیکی ضعیف‌شده است، همسو است [۲۹، ۳۰].

در نتیجه طبق این نظریه می‌توان اظهار کرد که احتمالاً تمرین ذهنی باعث تقویت هماهنگی عصبی عضلانی عضلات آگونیست آنتاگونیست و سینرژی‌های عضلانی می‌شود و از این طریق سبب تقویت و بهبود استراتژی‌های حرکتی و در نتیجه کنترل قامت می‌شود [۳۸]. همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان داد که بین تأثیر تمرین نوروفیدبک با تمرین تصویرسازی حرکتی بر تعادل تفاوت معنی‌داری وجود دارد؛ گروه نوروفیدبک پیشرفت بهتری در تعادل خود داشتند. نتایج این تحقیق با نتایج سابرامانیان و همکاران [۲۵] که نشان دادند آگاه‌کردن فرد از مناطق فعال مغز از تمرین تصویرسازی در عملکرد حرکتی بیماران پارکینسون مؤثرتر است، در یک راستاست. این محققان در مقاله‌ای به استفاده هم‌زمان از نوروفیدبک FMRI و تصویرسازی به درمان بیماری پارکینسون پرداختند. ۱۰ شرکت‌کننده (۶ مرد و ۴ زن) بین ۳۹ تا ۷۵ ساله که مبتلا به پارکینسون بودند، در مراحل اولیه بیماری به دو گروه تجربی (با فیدبک) و گروه کنترل (بدون فیدبک) تقسیم شدند. گروه تجربی هم‌زمان با تصویرسازی حرکتی طی FMRI فیدبک هم دریافت می‌کردند، اما گروه کنترل فقط تصویرسازی حرکتی انجام دادند. در این تحقیق منطقه SMA به عنوان منطقه هدف انتخاب شد. یافته های تحقیق فعال‌سازی زیاد SMA فقط در گروه تجربی را نشان داد که می‌تواند نتیجه نوروفیدبک باشد [۲۵].

همچنین از آنجایی که برنامه تعادلی روی نواحی O1-O2 کار می‌کند و این نواحی در مجاورت نواحی پردازش بینایی

(نواحی۱۷-۱۸ برودمن) قرار دارند، نظریه مطرح این است که بهبود عملکرد در مجاورت نواحی ۱۷-۱۸ برودمن موجب بهبود هدایت بینایی برای مخچه می‌شود. از طرف دیگر این نواحی در تحلیل حرکت، وضعیت، جهت‌دهی و درک عمق درگیر هستند. مخچه از نشانه‌های بینایی این نواحی استفاده می‌کند و آن‌ها را با برون‌دادهای حرکتی خود یکپارچه می‌سازد. منطقه O1- O2 در جمجمه نزدیک‌ترین فاصله را با مخچه و مسیرهای ساقه مغز و مغز میانی دارد. مخچه به عنوان مرکز هماهنگ‌کردن حرکات تعادلی در بدن، ساقه مغز و مغز میانی به عنوان مسیرهای انتقالی پیام‌های حرکتی به سلول‌های هرمی همگی نقش مهمی در ایجاد پالس‌های مناسب حرکتی برای برقراری تعادل در بدن بازی می‌کنند [۱۲، ۱۴، ۱۶، ۱۸] . به نظر می‌رسد قرارگیری الکترودها در منطقه O1-O2 در برقراری امواج مناسب مغزی و یکپارچه‌کردن اطلاعات دریافتی از مراکز ذکرشده، برای ایجاد تعادل بهتر در سالمندان نقش مناسبی را بازی کرده است.

نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه حاضر می‌توان چنین بیان کرد که ابزارهای مدرن امروزی نظیر نوروفیدبک و همین‌طور روش‌های مداخله‌ای قدیمی‌تر نظیر تصویرسازی هر دو در خدمت انسان برای بهبود کیفیت زندگی به‌ویژه در دوره سالمندی قرار گرفته‌اند. پیشنهاد می‌شود با توجه به نتایج این مطالعه دست‌اندرکاران مسائل مربوط به سالمندان از این شیوه‌های تمرینی در وهله اول به‌عنوان عاملی برای پیشگیری از افت تعادل سالمندان به‌وسیله تقویت سیستم‌های حرکتی آن‌ها و سپس به منظور کمک به بازیابی تعادل در افرادی استفاده کنند که دچار مشکلات تعادلی هستند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از تمامی افرادی که در این پژوهش شرکت داشتند، تشکر می‌کنند. این مقاله حامی مالی نداشته است.

References

[1] Gregg EW, Pereira MA, Caspersen CJ. Physical activity, falls, and fractures among older adults: A review of the epidemiologic evidence. Journal of the American Geriatrics Society. 2000; 48(8):883-93. doi: 10.1111/j.1532-5415.2000.tb06884.x

[2] Nilson F, Moniruzzaman S, Gustavsson J, Andersson R. Trends in hip fracture incidence rates among the elderly in Sweden 1987–2009. Journal of Public Health. 2013; 35(1):125-31. doi: 10.1093/pubmed/fds053

[3] Kendall JC, Hartvigsen J, Azari MF, French SD. Effects of non-pharmacological interventions for dizziness in older people: Systematic review. Physical Therapy. 2015; 96(5):641–9.doi: 10.2522/ptj.20150349

[4] Matsumura BA, Ambrose AF. Balance in the elderly. Clinics in Geriatric Medicine. 2006; 22(2):395-412. doi: 10.1016/j.cger.2005.12.007

[5] Sadeghidehcheshme H, Ghasemi B, Moradi M, Rahnama N. [The effect of closed training cycle and PNF training on dynamic and static balance of edlderly male 60-80 years (Persian)]. Journal of Sport Rehabilitation. 2014; 2(3):57-65.

[6] Iranmanesh H, Arabameri E, Farrokhi A, Iranmanesh H. [The effect of single task and dual task balance training on the balance of older adults (Persian)]. Journal of Development and Motor Learning. 2014; 6(2):195-215.

[7] Azimzadeh E, Aslankhani M, Shojaei M, Salavati M. [The influence of perturbation and non-perturbation balance training program on static and dynamic balance in elderly women (Persian)]. Motor Behavior. 2013; 5(13):95-108.

[8] Abbasi A, Sadeghi H, BerenjianTabrizi H, Baghery K, GhasemiRad A. [Effects of aquatic balance training and detraining on neuromuscular performance and balance in healthy middle aged male (Persian)]. Koumesh. 2011; 13(3):345-53.

[9] Bashiri J, Hadi H, Bashiri M, Rostamkhany H. [Comparison effect of six week resistance-balance, velocity- balance and balance training on dynamic balance in active elderly males (Persian)]. Journal of Research in Rehabilitation Sciences. 2009; 5(2):104-115.

[10] Nodehimoghadam A, Akhbari B, Baharlouei H. [The effects of hip and ankle stretching on elderly balance (Persian)]. Iranian Journal of Ageing. 2012; 1(7):41-8.

[11] Aslankhani M, Shams A, Shamsipour P. [Mental, physical and mixed practice effects on elderly static and dynamic balance (Persian)] . Iranian Journal of Ageing. 2008; 3(9):22-9.

[12] Azarpaikan A, Torbati HT, Sohrabi M. Neurofeedback and physical balance in Parkinson's patients. Gait & Posture. 2014; 40(1):177-81. doi: 10.1016/j.gaitpost.2014.03.179

[13] Hammond DC. What is neurofeedback? Journal of Neurotherapy. 2007; 10(4):25-36. doi: 10.1300/j184v10n04_04

[14] Nan W, Qu X, Yang L, Wan F, Hu Y, Mou P, et al. Beta/theta neurofeedback training effects in physical balance of healthy people. Paper Presnted at: The World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering. 7-12 June, 2015; Toronto, Canada.

[15] Ma CZH, Wong DWC, Lam WK, Wan AHP, Lee WCC. Balance improvement effects of biofeedback systems with state-of-the-art wearable sensors: A systematic review. Sensors. 2016; 16(4):434. doi: 10.3390/s16040434

[16] Hammond DC. Neurofeedback for the enhancement of athletic performance and physical balance. The Journal of the American Board of Sport Psychology. 2007; 1(1):1-9.

[17] Barati AH, Mahmoudi A, Farhan V, Lotfi GR. [The effect of one period factitious and true neurofeedback training on the balance performance of active males (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2015; 1(2):53-62.

[18] Shaw L, Zaichkowsky L, Wilson V. Setting the balance: Using biofeedback and neurofeedback with gymnasts. Journal of Clinical Sport Psychology. 2012; 6(1):47-66. doi: 10.1123/jcsp.6.1.47

[19] Hammond DC. Neurofeedback to improve physical balance, incontinence, and swallowing. Journal of Neurotherapy. 2005; 9(1):27-36. doi: 10.1300/j184v09n01_03

[20] Schmidt RA, Lee T. Motor control and learning. Champaign: Human kinetics; 2012.

[21] Grol M, Vingerhoets G, De Raedt R. Mental imagery of positive and neutral memories: A fMRI study comparing field perspective imagery to observer perspective imagery. Brain and Cognition. 2017;111:13-24. doi: 10.1016/j.bandc.2016.09.014

[22] Fallahpour M, Joghataei M, Ashaiery H, Salavati M, Hoseini S. [Effects of mental practice on balance in the elderly (Persian)]. Rehabilitation. 2003; 4(3 and 4) :34-39

[23] Tahmasebi brojebi S, Ghds S. [The effect of different modles of mental imagery on balance of female students of university of Tehran (Persian)]. Journal of Development and Motor Learning. 2011; 4(1):111-27.

[24] Fansler CL, Poff CL, Shepard KF. Effects of mental practice on balance in elderly women. Physical Therapy. 1985; 65(9):1332-8. doi: 10.1093/ptj/65.9.1332

[25] Subramanian L, Hindle JV, Johnston S, Roberts MV, Husain M, Goebel R, et al. Real-time functional magnetic resonance imaging neurofeedback for treatment of Parkinson's disease. The Journal of Neuroscience. 2011; 31(45):16309-17. doi: 10.1523/jneurosci.3498-11.2011

[26] Wing K. Effect of neurofeedback on motor recovery of a patient with brain injury: A case study and its implications for stroke rehabilitation. Topics in Stroke Rehabilitation. 2001; 8(3):45-53. doi: 10.1310/4g2f-5plv-rnm9-bggn

[27] Vernon D. Human potential: Exploring techniques used to enhance human performance. Abingdon: Routledge; 2009.

[28] Folstein M, Folstein S, Folstein J. The Mini-mental state examination. Hoboken: John Wiley and Sons; 2010.

[29] Hall, C. R., & Martin, K. A. Measuring movement imagery abilities: A revision of the Movement Imagery Questionnaire. Journal of Mental Imagery. 1997; 21(1-2):143-154.

[30] Curnow D, Cobbin D, Wyndham J, Choy SB. Altered motor control, posture and the Pilates method of exercise prescription. Bodywork and Movement Therapies. 2009; 13(1):104-11. doi: 10.1016/j.jbmt.2008.06.013

[31] Liu-Ambrose T, Khan KM, Eng JJ, Janssen PA, Lord SR, Mckay HA. Resistance and agility training reduce fall risk in women aged 75 to 85 with low bone mass: A 6-month randomized, controlled trial. Journal of the American Geriatrics Society. 2004; 52(5):657-65.

[32] Seyedian M, Falah M, Nourouzian M, Nejat S, Delavar A, Ghasemzadeh H. [Validity of the Farsi version of mini-mental state examination (Persian)]. Journal of Medical Council of Iran. 2008; 25(4):408-414

[33] Sohrabi M, Farsi A, Fooladian J. [Validity and reliability of Persian version of Mental Imagery Questionnaire-revised (Persian)]. Raftar Harekati. 2010; (2)5:13-23.

[34] Farshchi F, Fahimi A, Nazari M. [Effects of occupational therapy and neurofeedback on recovery of the motor function in stroke patients (A Single-System Design) (Persian)]. Modern Rehabilitation. 2012; 5(4):42-8.

[35] Ayers, ME. A report on a study of the utilization of electroencephalography (neuroanalyzer) for the treatment of cerebral vascular lesion syndromes. In: Taylor LP, Ayers ME, Tom G, editors. Electromyometric Biofeedback Therapy. Los Angeles: Biofeedback and Advanced Therapy Institute; 1981.

[36] Hardman E, Gruzelier J, Cheesman K, Jones C, Liddiard D, Schleichert H, et al. Frontal interhemispheric asymmetry: Self regulation and individual differences in humans. Neuroscience Letters. 1997; 221(2):117-20. doi: 10.1016/s0304-3940(96)13303-6

[37] Bae YH, Ko Y, Ha H, Ahn SY, Lee W, Lee SM. An efficacy study on improving balance and gait in subacute stroke patients by balance training with additional motor imagery: A pilot study. Journal of Physical Therapy Science. 2015; 27(10):3245-48. doi: 10.1589/jpts.27.3245

[38] Mouthon A, Ruffieux J, Wälchli M, Keller M, Taube W. Task-dependent changes of corticospinal excitability during observation and motor imagery of balance tasks. Neuroscience. 2015; 303:535-43. doi: 10.1016/j.neuroscience.2015.07.031

[39] Jeannerod M. Mental imagery in the motor context. Neuropsychologia. 1995; 33(11):1419-32. doi: 10.1016/0028-3932(95)00073-c

[40] Jeannerod M, Decety J. Mental motor imagery: A window into the representational stages of action. Current opinion in neurobiology. 1995; 5(6):727-32. doi: 10.1016/0959-4388(95)80099-9