

Research Paper

Comparing the Effects of Dual-Task Training and Rhythmic Movement Training on Executive Functions in older adults with Mild Cognitive Impairment



Mehdi Zaemenei Motlagh¹ , *Farhad Ghadiri¹ , Abbas Bahram¹ , Saeed Arsham¹

1. Department of Motor Behavior, Faculty of Physical Education, Kharazmi University, Tehran, Iran.



Citation Zaemenei Motlagh M, Ghadiri F, Bahram A, Arsham S. [Comparing the Effects of Dual-Task Training and Rhythmic Movement Training on Executive Functions in older adults with Mild Cognitive Impairment (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2025; 14(1):56-71. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.6.3280>

doi <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.14.1.3280>

ABSTRACT

Background and Aims Mild cognitive Impairment (MCI) is a transitional state between normal aging and dementia, characterized by a decline in cognitive functions such as memory, attention, and executive functions. This study aims to compare the effects of dual-task training (DTT) and rhythmic movement training (RMT) on executive functions in older adults with MCI.

Methods In this quasi-experimental with a pre-test/post-test design, participants were 40 older adults (29 women and 11 men) aged ≥ 65 years. They were randomly assigned to two groups of RMT and DTT. Both groups trained for 12 weeks, three times per week, each for 60 minutes. The Wisconsin card sorting test (WCST) was used to measure cognitive flexibility and attention, and the Tower of London (ToL) test was used to assess planning and problem-solving. For data analysis, one-way and repeated measures ANOVA were used.

Results The RMT group showed significant improvements in the TOL test in total score ($P=0.001$), total time ($P=0.001$), and number of errors ($P=0.001$) after intervention. The DTT group showed improvements in total score ($P=0.001$) and total time ($P=0.037$) in the TOL test. Regarding the WCST score, the RMT group showed significant improvements in all parameters after intervention, including perseverative errors ($P=0.001$), non-perseverative errors ($P=0.001$), correct responses ($P=0.001$), and categories achieved ($P=0.005$). The DTT group showed improvements only in perseverative errors ($P=0.018$) and correct responses ($P=0.003$) after intervention.

Conclusion Both physical-cognitive DTT and RMT can lead to significant improvements in executive functions in older adults with MCI. However, the RMT is more effective than DTT.

Keywords Mild cognitive impairment, Executive functions, Dual-task, Rhythmic movements

Received: 11 Jun 2024

Accepted: 20 Jul 2024

Available Online: 21 Mar 2025

* Corresponding Author:

Farhad Ghadiri, PhD.

Address: Department of Motor Behavior, Faculty of Physical Education, Kharazmi University, Tehran, Iran.

Tel: +98 (21) 22269549

E-Mail: ghadiri@khu.ac.ir



Copyright © 2025 The Author(s);
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

Extended Abstract

Introduction

Mild cognitive impairment (MCI) is a transitional state between normal aging and dementia, characterized by a decline in memory, attention, and executive functions. This condition has a different prevalence in different countries and the conversion rate from MCI to dementia is notable, making early intervention crucial. The decline in executive functions is the main concern, which can affect activities of daily living and quality of life, thus necessitating effective non-pharmacological interventions. This study aims to compare the effects of physical-cognitive dual-task training (DTT) and rhythmic movement training (RMT) on the executive functions of older adults with MCI. The goal is to determine which intervention is more effective in improving cognitive functions and delaying the progression of dementia in older adults.

Methods

This is a quasi-experimental study with a pre-test/post-test design. Participants were 40 older adults with MCI, who were selected from three elderly care centers and the Alzheimer's Association in Shiraz, Iran. Inclusion criteria were age ≥ 65 years, ability to walk without assistive devices for over 10 meters, a score < 26 in the montreal cognitive assessment (MoCA) test, self-reported memory problems, and the ability to perform basic daily activities.

Exclusion criteria were the diagnosis of dementia, malignant tumors with a life expectancy of less than three months, unstable neurological or orthopedic conditions, and having less than six years of education. The participants were randomly assigned to two groups of DTT and RMT. The interventions were provided for 12 weeks, three sessions per week, each for 60 minutes.

The DTT group performed combined physical and cognitive tasks to engage both domains simultaneously, enhancing executive functions. The RMT focused on rhythmic physical activities, such as dancing, aimed at improving both physical and cognitive health through synchronized movements with music or beats. Cognitive functions were assessed by the MoCA test, which evaluates various cognitive domains such as orientation, memory, attention, and language. The Wisconsin card sorting test (WCST) was used to measure cognitive flexibility and attention, and the tower of London (ToL) test was used to assess planning and problem-solving. These tests provided a comprehensive evaluation of participants' cognitive functions before and after the intervention. For data analysis, one-way and repeated measures ANOVA were used.

Results

Results indicated significant improvements in executive function tests for both groups after intervention. The RMT group showed significant improvements in the TOL test in total score ($P=0.001$), total time ($P=0.001$), and number of errors ($P=0.001$). The DTT group showed improvements in total score ($P=0.001$) and total time

Table 1. The effect of group $\times$ time interaction on the dependent variables (n=20)

Variables		DDT Group			RMT Group			Between-group Comparison	
		Pre-test	Post-test	Within-group Comparison	Pre-test	Post-test	Within-Group Comparison	Pre-test	Post-test
TOL test	Total score	25.30	26.950	0.001	24.45	28.20	0.001	0.367	0.001
	Total time	550.80	515.50	0.037	591.70	499.90	0.001	0.487	0.021
	Number of errors	17.95	17.350	0.305	17.75	14.55	0.001	0.859	0.006
WCST test	Categories achieved	56.45	58.10	0.137	70.52	55.95	0.005	0.092	0.305
	Perseverative errors	7.75	7.05	0.018	7.30	4.85	0.001	0.439	0.001
	Non-perseverative errors	13.55	12.90	0.113	13.55	1.55	0.001	0.860	0.001
	Correct responses	34.65	20.38	0.003	32.55	40.65	0.001	0.118	0.003

($P=0.037$) in the TOL test. Regarding the WCST score, the RMT group showed significant improvements in all parameters, including perseverative errors ($P=0.001$), non-perseverative errors ($P=0.001$), correct responses ($P=0.001$), and categories achieved ($P=0.005$). The DTT group showed improvements only in perseverative errors ($P=0.018$) and correct responses ($P=0.003$) (Table 1).

Conclusion

Both physical-cognitive DTT and RMT can lead to significant improvements in executive functions in older adults with MCI. However, the RMT is more effective than DTT. The findings suggest that RMT, which involves multiple domains (physical, cognitive and social), is more effective for cognitive improvement in older adults with MCI.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles, such as the participants' informed consent, confidentiality, and right to leave the study, were considered. Ethical approval was obtained from the Ethics Committee of [Sport Sciences Research Institute](#) of Iran (Code: IR.SSRC.REC.1402.198).

Funding

This article was extracted from the PhD thesis of Mehdi Zamani Motlagh at the Department of Motor Behavior, [Kharazmi University](#). This research did not receive any grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

Authors' contributions

Conceptualization and Supervision: Farhad Ghadiri and Abbas Bahram; methodology, data collection, and data analysis: Mehdi Zamani Motlagh and Saeed Arsham; investigation, writing original draft, review & editing, and resources: All authors.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors would like to thank the participants for their cooperation in this study.



مقاله پژوهشی

اثرات تمرین تکلیف دوگانه و حرکات موزون بر کارکردهای اجرایی سالمندان مبتلا به اختلال شناختی خفیف

مهدی ضامنی مطلق^۱، *فرهاد قدیری^۱، عباس بهرام^۱، سعید ارشم^۱

۱. گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

Use your device to scan and read the article online



Citation Zaemni Motlagh M, Ghadiri F, Bahram A, Arsham S. [Comparing the Effects of Dual-Task Training and Rhythmic Movement Training on Executive Functions in older adults with Mild Cognitive Impairment (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2025; 14(1):56-71. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.6.3280>

doi <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.14.1.3280>

چکیده

مقدمه و اهداف اختلال خفیف شناختی یک وضعیت گذرا بین پیری شناختی طبیعی و دمانس است که با کاهش عملکرد شناختی از جمله حافظه، توجه و کارکردهای اجرایی همراه است. این مطالعه به بررسی تأثیرات تمرینات دوگانه و حرکات موزون بر عملکردهای اجرایی در سالمندان با اختلال خفیف شناختی پرداخته است.

مواد و روش‌ها مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون پس‌آزمون بود. جامعه آماری تحقیق شامل ۴۰ (۲۹ زن و ۱۱ مرد) بزرگسال سالمند (۶۵ سال و بالاتر) بود. شرکت‌کنندگان به صورت تصادفی به ۲ گروه آزمایش شامل گروه حرکات موزون و گروه تمرینات دوگانه تقسیم شدند. هر دو گروه به مدت ۱۲ هفته، ۳ بار در هفته و هر جلسه به مدت ۶۰ دقیقه تمرین کردند.

یافته‌ها برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون‌های آماری تحلیل واریانس یک‌طرفه (آنووا) و آزمون اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد. گروه حرکات موزون در آزمون برج لندن بهبودی‌های معناداری در نتایج کلی ($P=0/001$)، زمان کلی ($P=0/001$)، و تعداد خطاها ($P=0/006$) نشان داد. گروه تمرینات دوگانه نیز در آزمون برج لندن بهبودی‌هایی در نتایج کلی ($P=0/001$) و زمان کلی ($P=0/037$) نشان داد. در آزمون طبقه‌بندی کارت ویسکانسین، گروه حرکات موزون در همه متغیرها شامل خطاهای پایداری ($P=0/001$)، خطاهای غیرپایداری ($P=0/001$)، پاسخ صحیح ($P=0/001$) و دسته‌بندی کارت‌ها ($P=0/005$) نتایج معنی داری مشاهده شد. گروه تمرینات دوگانه نیز بهبودی‌هایی در خطاهای پایداری ($P=0/018$) و پاسخ صحیح ($P=0/003$) نشان داد.

نتیجه‌گیری این نتایج نشان می‌دهد تمرینات حرکات موزون و تمرین تکلیف دوگانه می‌توانند کارکردهای اجرایی را در افراد با اختلال شناختی خفیف بهبود ببخشند.

کلیدواژه‌ها اختلال شناختی خفیف، کارکردهای اجرایی، تکلیف دوگانه، حرکات موزون

تاریخ دریافت: ۲۲ خرداد ۱۴۰۳

تاریخ پذیرش: ۳۰ تیر ۱۴۰۳

تاریخ انتشار: ۰۱ فروردین ۱۴۰۴

* نویسنده مسئول:

دکتر فرهاد قدیری

نشانی: تهران، دانشگاه خوارزمی، دانشکده تربیت بدنی، گروه رفتار حرکتی.

تلفن: ۲۲۲۶۹۵۴۹ (۲۱) ۹۸+

رایانامه: ghadiri@khu.ac.ir



Copyright © 2025 The Author(s);

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

مقدمه

شوند. این از دست دادن می‌تواند منجر به افزایش سطوح استرس و افسردگی و کاهش کیفیت زندگی شود [۱۴]. باتوجه به خطر بالاتر دمانس در افراد مبتلا به اختلال خفیف شناختی، مداخله زودهنگام برای پیشگیری یا به تعویق انداختن این پیشرفت حیاتی است [۱۵]. اثربخشی محدود و عوارض جانبی بالقوه درمان‌های دارویی فعلی برای اختلال خفیف شناختی، علاقه به روش‌های غیردارویی، مانند مداخلات جسمانی و شناختی، برای به تأخیر انداختن پیشرفت بیماری و بهبود کیفیت زندگی را افزایش داده است [۱۶].

هر دو تمرین فیزیکی و شناختی در بهبود عملکردهای شناختی در سالمندان مبتلا به اختلال خفیف شناختی مؤثر بوده‌اند [۱۷]. درنتیجه، علاقه به بررسی اثرات ترکیبی تمرینات جسمانی و شناختی رو به افزایش است [۱۸]. تمرین تکلیف دوگانه^۲ که به‌طور هم‌زمان حوزه‌های شناختی و فیزیکی را درگیر می‌کند، به‌عنوان یک روش نویدبخش برای بهبود عملکردهای شناختی، مانند عملکرد اجرایی، حافظه و توجه در جمعیت سالمندان ظاهر شده است [۱۹]. بررسی‌های پیشین مداخلات تمرین تکلیف دوگانه را با هدف‌گذاری هم سالمندان سالم [۲۰] و هم کسانی که دچار اختلالات شناختی هستند، مورد بررسی قرار داده‌اند [۲۱-۲۳].

بااین‌حال با وجود شواهد زیاد، نتایج متناقضی درمورد اثرات تمرین دوگانه بر عملکردهای شناختی در افراد با اختلال شناختی خفیف گزارش شده است. به‌عنوان مثال، لیو و همکاران نشان دادند تمرین تکلیف دوگانه می‌تواند کارکردهای اجرایی در افراد با اختلال شناختی بهبود بخشد [۲۴]. درحالی‌که هونگ و همکاران اندازه اثر کوچک تا متوسطی را برای کارکردهای شناختی در افراد سالمند و افرادی با اختلالات شناختی بعد از تمرینات تکلیف دوگانه گزارش کردند [۲۵]. عوامل مختلفی، ازجمله استراتژی‌های مداخله‌ای غیرمشخص و نبود روش‌های اختصاصی طراحی شده برای افراد مبتلا به اختلال خفیف شناختی، ممکن است بر این نتایج متناقض اثرگذار باشند. برای بررسی تأثیرات تمرین در افراد با اختلال شناختی خفیف شواهد بیشتری لازم است. پیشنهاد داده شده است که مداخله شناختی باید با تمرین فیزیکی (با تمرکز بر توجه و کارکردهای اجرایی) همراه باشد و ترکیب تمرین فیزیکی و شناختی در یک زمینه عملکردی ممکن است به بزرگسالان با اختلال شناختی خفیف کمک کند تا تمرین را به فعالیت‌های روزمره تعمیم دهند [۲۰].

حرکات موزون یک فعالیت جسمانی لذت‌بخش با پتانسیل بهبود سلامت جسمی و روانی است. اخیراً علاقه به افزایش شناخت در ارتباط با پتانسیل حرکات موزون در بهبود کارکردهای شناختی و فیزیکی مشاهده شده است [۲۶]. حرکات موزون یک

اختلال خفیف شناختی^۱ نمایانگر یک وضعیت انتقالی بین پیری شناختی طبیعی و دمانس (زوال عقل) است [۱]. شیوع اختلال خفیف شناختی به‌طور قابل‌توجهی در مناطق مختلف متفاوت است و مطالعات نرخ‌هایی بین ۳ تا ۴۲ درصد را در میان سالمندان در اروپا، آمریکای شمالی، آسیا، استرالیا و آفریقا نشان می‌دهند [۲]. نرخ تبدیل اختلال خفیف شناختی به دمانس به طور سالانه بین ۵/۴ تا ۱۶/۵ درصد گزارش شده است. درحالی‌که این نرخ در سالمندان سالم تنها ۱ تا ۲ درصد است [۳، ۴]. علائم اصلی اختلال خفیف شناختی کاهش عملکرد شناختی است که شامل اختلالات در حافظه، توجه، عملکرد اجرایی، زبان، منطق و مهارت‌های دیداری فضایی می‌شود [۵].

کارکردهای اجرایی، شامل توانایی‌های شناختی سطح بالا، مانند حافظه کاری، بازداری پاسخ، انعطاف‌پذیری شناختی، برنامه‌ریزی، استدلال و حل مسئله است. این کارکرد انسان‌ها را قادر می‌سازد تا به اهداف دست یابند و خود را با شرایط زندگی روزمره تطبیق دهند [۶]. به‌عنوان یکی از عملکردهای شناختی سطح بالاتر، عملکرد اجرایی مسئول کنترل و هماهنگی فرایندهای شناختی مختلف خاص است [۷]. عملکرد اجرایی به‌طور مداوم موضوعی داغ در زمینه‌های روان‌شناسی عصبی، روان‌شناسی شناختی و علوم اعصاب شناختی بوده است [۸]. عملکرد اجرایی عمدتاً توسط لوب پیشانی مغز پشتیبانی می‌شود. در مقایسه با سایر مناطق مغز، لوب پیشانی از نظر تحلیل قشری، تخریب ماده سفید، کاهش اتصال عملکردی و تغییرات در الگوهای فعال‌سازی عملکردی، کاهش سریع‌تری با افزایش سن نشان می‌دهد [۹]. فرضیه کاهش اجرایی در پیری شناختی پیشنهاد می‌کند که کاهش یا اختلال در عملکرد اجرایی با افزایش سن (تغییرات در لوب پیشانی) علت اصلی کاهش یا اختلال در عملکرد شناختی روزانه افراد (حافظه، استدلال، مهارت‌های دیداری فضایی و تنظیم هیجانی) است [۱۰].

در بیماری آلزایمر کارکردهای اجرایی از همان مراحل اولیه بیماری مختل می‌شود. در درجه اول، به دلیل تخریب قشر پیش‌پیشانی، از زیرگروه‌های کارکردهای اجرایی به‌طور خاص «بازداری پاسخ، توجه و کارکردهای بینایی و فضایی» در معرض خطر هستند [۱۱]. نقص در کارکردهای اجرایی می‌تواند در سازمان‌دهی و پردازش اطلاعات، توانایی مقاومت در برابر اثرات تداخل و همچنین کدگذاری و بازبازی اطلاعات تأثیر بگذارد [۱۲]. اختلال در کارکردهای اجرایی در سالمندان مبتلا به اختلال خفیف شناختی به مراتب بیشتر از گروه‌های کنترل مشاهده می‌شود [۱۳]. این اختلالات شناختی می‌توانند فعالیت‌های روزانه را مختل کنند و در نهایت منجر به از دست دادن استقلال

2. Dual-Task Training (DDT)

1. Mild cognitive impairment (MCI)

می‌توانند به تشخیص زودهنگام اثرات شناختی ناشی از شیوه‌های خاص تمرینات جسمانی کمک کنند و نقطه آغازی برای توسعه رویکردهای درمانی مناسب‌تر باشند.

باتوجه به این ضرورت، مطالعه حاضر با هدف مقایسه و ارزیابی اثرات تمرین دوگانه حرکتی شناختی و حرکات موزون بر کارکردهای اجرایی در سالمندان مبتلا به اختلال خفیف شناختی و مقایسه کارایی این ۲ مداخله در بهبود کارکردهای اجرایی طراحی شد.

مواد و روش‌ها

طرح مطالعه

این مطالعه از نوع نیمه تجربی، با طرح پیش‌آزمون پس‌آزمون بود. مطالعه شامل یک دوره مداخله ۱۲ هفته‌ای برای بهبود عملکرد شناختی در بیماران مبتلا به اختلال خفیف شناختی بود. تمامی فرایندهای انجام‌شده در این مطالعه با اصول مندرج در اعلامیه هلسینکی مطابقت داشت و روش‌های تحقیق و فرایندهای تجربی توسط کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت‌بدنی تأیید شد. رضایت شفاهی و رفتاری از شرکت‌کنندگان یا مراقب در ابتدای مطالعه و به‌طور مداوم در طول دوره مداخله گرفته شد. در مواردی که بیماران علاقه‌مند بودند، محقق مجدداً توضیحی کامل درمورد مطالعه ارائه می‌کرد.

شرکت‌کنندگان

جامعه آماری تحقیق شامل ۴۰ (۲۹ زن و ۱۱ مرد) بزرگسال سالمند (۶۵ سال و بالاتر) شهر شیراز بود. تعداد آزمودنی‌ها با بررسی تحقیقات مشابه و استفاده از نرم افزار جی‌پاور انتخاب شد [۲۴]. بررسی حجم نمونه برای مقایسه اثرات اصلی و تعاملی در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ و توان آزمون ۸۰ درصد ($\beta=0/2$) در نظر گرفته شد. آزمودنی‌های تحقیق به‌صورت در دسترس و هدفمند از ۳ مرکز مراقبت از سالمندان و انجمن آلزایمر شهر شیراز انتخاب شدند. معیارهای ورود شامل افراد بالای ۶۵ سال، توانایی راه رفتن بیش از ۱۰ متر بدون کمک، کسب نمره ۱۹ تا ۲۶ در آزمون ارزیابی شناختی مونترال^۳، گزارش مشکلات حافظه از سوی خود فرد و توانایی فعالیت‌های اساسی زندگی روزمره بود. معیارهای خروج شامل تشخیص زوال عقل، سابقه تومورهای بدخیم با امید به زندگی کمتر از ۳ ماه، وجود شرایط عصبی یا ارتوپدی ناپایدار که مانع از مشارکت در مطالعه شود و سطح تحصیلات کمتر از ۶ سال بود (جدول شماره ۱).

تمرین چندوجهی است که شامل فعالیت‌های جسمانی، شناختی و اجتماعی است، همه این‌ها برای عملکرد شناختی ضروری هستند [۲۷]. برخلاف اشکال متداول ورزش، حرکات موزون نیاز به توانایی‌های شناختی مختلفی دارد که این حرکات را به‌طور ویژه در بهبود کارکردهای شناختی مؤثر می‌کند [۲۸].

تحقیقات نشان داده‌اند تمرینات حرکات موزون تأثیر مثبتی بر عملکرد شناختی، از قبیل حافظه کاری، انعطاف‌پذیری شناختی، توانایی زبانی، توانایی دیداری و فضایی و توجه سالمندان دارد [۲۹]. حرکات موزون ممکن است به حفظ یا بهبود عملکرد شناختی کمک کند و احتمالاً خطر دمانس را در طول زمان کاهش دهد [۳۰]. بااین حال مطالعات موجود در ارتباط با اثرات حرکات موزون در بهبود عملکرد شناختی در افراد با اختلال شناختی خفیف نتایج متناقضی نشان داده‌اند. به‌عنوان مثال، کوان و همکاران دریافتند تمرینات موزون منجر به بهبودی‌هایی در شناخت کلی، حافظه و عملکردهای اجرایی در افراد مبتلا به اختلال خفیف شناختی می‌شود. درحالی‌که تمرینات هوازی عمدتاً شناخت کلی را بهبود می‌بخشند [۳۱]. در مقابل، چان و همکاران گزارش کردند مداخلات حرکات موزون منجر به اثرات کوچک تا متوسطی برای بهبود شناخت کلی، توجه، یادآوری فوری و تأخیری و توانایی‌های دیداری فضایی در افراد مبتلا به اختلال شدید شناختی می‌شوند، در حالی‌که بهبودی‌های قابل توجه در حافظه کاری، زبان یا انعطاف‌پذیری ذهنی مشاهده نمی‌شود [۳۲].

به همین ترتیب، مینگ و همکاران مشاهده کردند حرکات موزون شناخت کلی و حافظه را در سالمندان بهبود می‌بخشد، درحالی‌که عملکردهای اجرایی بدون تغییر باقی می‌ماند [۳۳]. با وجود این یافته‌های دلگرم‌کننده، کارایی کلی مداخلات موزون برای جمعیت‌های مبتلا به اختلال شناختی همچنان نامشخص است. علاوه‌براین تاو و همکاران یک بررسی سیستماتیک و متاآنالیز درمورد مداخلات حرکتی حرکات موزون برای سالمندان مبتلا به اختلال خفیف شناختی، بیماری آلزایمر و دمانس انجام دادند و ۲۹ مطالعه مداخله‌ای با ۱۷۰۸ شرکت‌کننده را تحلیل کردند. نتایج نشان داد بهبودی قابل‌توجهی در شناخت کلی، حافظه، تعادل و کاهش افسردگی وجود دارد. با وجود این هیچ اثر قابل توجهی برای عملکرد اجرایی یافت نشد [۳۴].

در حال حاضر، مطالعاتی که به مقایسه تأثیرات شناختی مداخلات جسمانی مختلف، به‌ویژه در میان افراد مبتلا به اختلال شناختی خفیف آمناستیک پرداخته باشند، محدود است [۲۴]. بیشتر این تحقیقات عمدتاً بر روی عملکرد کلی شناختی یا حوزه‌های شناختی مجزا تمرکز داشته و به تحلیل جزئیات نوروسایکولوژیکی از تأثیرات مختلف مداخلات نمی‌پردازند. بنابراین ایجاد پروتکل‌های تحقیقاتی که شامل ارزیابی‌های جامع نوروسایکولوژیک باشند، امری حیاتی است. این ارزیابی‌ها

جدول ۱. مقایسه ویژگی‌های جمعیت‌شناختی شرکت‌کنندگان در گروه تمرینات دوگانه و گروه مداخله حرکات موزون (n=۲۰)

ویژگی‌های جمعیت‌شناختی	گروه	میانگین $\pm$ انحراف معیار		P
		تمرین تکلیف دوگانه	حرکات موزون	
سن (سال)		۷۱/۳۰ $\pm$ ۳/۸۱	۷۰/۳۰ $\pm$ ۳/۷۹	۰/۴۱۱
جنسیت (زن/ مرد)		۱۴/۶	۱۵/۵	۰/۷۳۱
قد (سانتی‌متر)		۱۴۶/۲۵ $\pm$ ۵/۹۳	۱۶۵/۹۵ $\pm$ ۴/۸۵	۰/۳۵۶
وزن بدن (کیلوگرم)		۵/۹۳ $\pm$ ۶۳/۳۵	۶۴/۶۰ $\pm$ ۵/۷۹	۰/۴۸۲
شاخص توده بدنی (کیلوگرم/ متر مربع)		۱/۴۱ $\pm$ ۲۳/۴۱	۲۳/۴۵ $\pm$ ۱/۴۹	۰/۹۳۱
تحصیلات (سال)		۱/۸۸ $\pm$ ۱۴/۸۰	۱۵/۵۱ $\pm$ ۱/۸۸	۰/۷۳۹
نمره آزمون شناختی مونترال		۲۲/۰۵ $\pm$ ۲/۱۱ (محدوده ۲۱-۲۹)	۲۲/۷۰ $\pm$ ۲/۳۱ (محدوده ۲۱-۲۹)	۰/۳۶۰

طب توانبخشی

مداخلات

شرکت‌کنندگان به صورت تصادفی با استفاده از پاکت‌های مهر و موم شده به یکی از ۲ گروه مداخله حرکات موزون^۴ یا گروه تمرینات دوگانه اختصاص داده شدند. افراد در گروه حرکات موزون به مدت ۱۲ هفته، ۳ بار در هفته در جلسات ۶۰ دقیقه‌ای آموزش حرکات موزون شرکت کردند. افراد در گروه تمرینات دوگانه نیز به مدت ۱۲ هفته ۳ بار در هفته در جلسات ۶۰ دقیقه‌ای ترکیبی از تمرینات جسمانی و شناختی شرکت کردند. برای حفظ یکپارچگی درمان در طول مطالعه، یک رویکرد چندوجهی به کار گرفته شد. ابتدا، هر دو گروه دُز درمانی معادل دریافت کردند که شامل حجم و شدت تمرینات یکسان بود. برای تضمین بیشتر یکنواختی در شدت تمرین بین گروه‌ها، شرکت‌کنندگان در طول جلسات آموزشی از مانیتورهای ضربان قلب Reebok مدل RS1، فنلاند استفاده کردند. هدف بار فیزیولوژیکی، در محدوده ۵۰ تا ۷۰ حداکثر ضربان قلب خالص هر شرکت‌کننده تعیین شد. علاوه بر این مربیان واجد شرایط برای ارائه و نظارت بر جلسات آموزشی جذب شدند. با این امر اطمینان حاصل شد که تمام برنامه‌های آموزشی برای هر گروه به صورت فردی و با چالش‌های پیش‌رونده تنظیم شده بودند.

مداخله تکلیف دوگانه

گروه مداخله تکلیف دوگانه به مدت ۱۲ هفته، هر هفته ۳ جلسه و هر جلسه ۱ ساعت در تمرین تکالیف دوگانه فیزیکی و شناختی شرکت کردند. هر جلسه تمرینی شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۴۰ دقیقه حرکات موزون و ۱۰ دقیقه سرد کردن بود. گروه تمرین تکلیف دوگانه تحت یک برنامه مداخله چندمؤلفه‌ای با هدف بهبود همزمان کارکردهای فیزیکی و شناختی قرار گرفت.

4. Rhythmic Movement Intervention (RMI)

این برنامه شامل مجموعه‌ای از تمرینات فیزیکی و شناختی بود که به طور همزمان انجام می‌شدند تا تأثیر مثبتی بر عملکرد کلی شرکت‌کنندگان داشته باشند. تمرینات فیزیکی شامل ۳ دسته تمرینات اصلی بود: قدرتی، هوازی و تعادلی. در بخش تمرینات قدرتی، شرکت‌کنندگان از تراپاند (باند مقاومتی) برای تقویت عضلات اندام‌های فوقانی و تحتانی استفاده می‌کردند. این تمرینات شامل حرکات کششی و مقاومتی مختلفی بودند که هدفشان افزایش قدرت عضلانی و بهبود استقامت فیزیکی بود.

تمرینات هوازی شامل حرکات مختلفی برای بهبود عملکرد قلبی-عروقی و افزایش استقامت عمومی بدن بود. این حرکات در وضعیت‌های مختلف نشسته، ایستاده و گام برداشتن انجام می‌شدند و شامل دویدن درجا، قدم زدن با سرعت‌های مختلف و حرکات دایره‌ای با دست‌ها و پاها بودند. تمرینات تعادلی نیز بر روی تشک فوم پایدار با حالت‌های مختلف انجام می‌شدند. این تمرینات شامل ایستادن روی یک پا، راه رفتن با چشمان بسته و مانورهای تعادلی پیچیده‌تر بودند و هدف آن‌ها بهبود تعادل و کاهش خطر سقوط بود. ترکیب فعالیت‌های تمرینی شناختی با تمرینات فیزیکی به صورت همزمان، ویژگی منحصر به فرد برنامه تکلیف دوگانه بود. این رویکرد شرکت‌کنندگان را در انجام وظایف شناختی مختلف در حین تمرینات فیزیکی به چالش می‌کشید. به عنوان مثال، در یکی از تمرینات، شرکت‌کنندگان باید هنگام راه رفتن شعری را بخوانند و همزمان به حفظ تعادل خود توجه کنند. در تمرینی دیگر، شرکت‌کنندگان هنگام عبور از موانع باید نام گل‌ها و حیوانات را بیان کنند. این فعالیت‌ها به بهبود توانایی‌های چندوظیفه‌ای و حافظه کمک می‌کردند. همچنین در حین انجام تمرینات قدرتی با تراپاند، مسائل ساده ریاضی به شرکت‌کنندگان داده می‌شد تا حل کنند. این تمرینات به تقویت توانایی‌های حل مسئله و حافظه فعال کمک می‌کردند [۳۵، ۳۶].

مداخله حرکات موزون

گروه مداخله حرکات موزون به مدت ۱۲ هفته، هر هفته ۳ جلسه و در هر جلسه ۱ ساعت در تمرین حرکات موزون شرکت کردند. هر جلسه تمرینی شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۴۰ دقیقه حرکات موزون و ۱۰ دقیقه سرد کردن بود. تمرینات موزون توسط تیمی از متخصصان حرکات موزون ایرانی طراحی شده بود و به صورت انفرادی و گروهی، در دایره و ردیف اجرا می شدند. این تمرینات شامل هماهنگی حرکات اندام های فوقانی و تحتانی، گام برداشتن در جهت های مختلف، افزایش و کاهش سرعت، چرخش و تغییر جهت بود. شرکت کنندگان باید حرکات خود را با ریتم موسیقی سنتی ایرانی هماهنگ می کردند. در تمرینات انفرادی، شرکت کنندگان به طور مستقل حرکات را انجام می دادند و تلاش می کردند تا حرکات خود را با دقت بیشتری هماهنگ کنند. در تمرینات گروهی، شرکت کنندگان به صورت هماهنگ با یکدیگر حرکات را اجرا می کردند که این امر به بهبود هماهنگی و تعامل اجتماعی شرکت کنندگان کمک می کرد. یکی از بخش های مهم تمرینات، گام برداشتن در جهت های مختلف بود. شرکت کنندگان باید در جهت های جلو، عقب، چپ و راست گام بردارند و در عین حال حرکات موزون را حفظ کنند. این تمرینات باعث بهبود تعادل، هماهنگی و انعطاف پذیری می شدند. همچنین تمرینات موزون، شامل چرخش ها و تغییر جهت های مختلف بود.

شرکت کنندگان باید در حین انجام حرکات موزون، چرخش ها و تغییر جهت های مختلف را انجام می دادند. هماهنگی حرکات با ریتم موسیقی سنتی ایرانی، از جنبه های منحصر به فرد این تمرینات بود. شرکت کنندگان باید حرکات خود را با ریتم موسیقی هماهنگ می کردند و این مهارت به بهبود توانایی های شناختی و حرکتی و همچنین به افزایش دقت و هماهنگی حرکات کمک می کرد. درجه دشواری تمرینات به تدریج افزایش می یافت. جلسات با حرکات ساده تر آغاز می شدند و به تدریج با ریتم های سریع تر و حرکات پیچیده تر و چالش برانگیز تر ادامه پیدا می کردند. این روش تدریجی کمک می کرد تا شرکت کنندگان به مرور زمان توانایی ها و مهارت های حرکتی خود را ارتقا دهند و با چالش های جدید مواجه شوند [۳۷-۳۹].

اندازه گیری

ارزیابی های شناختی

آزمون شناختی مونترال

آزمون شناختی مونترال یک ابزار ساده، معتبر و حساس برای غربالگری اختلال شناختی است. این آزمون پایایی آزمون بازآزمون و ثبات درونی بالایی خوب و نمرات آن با نمرات سایر مقیاس های نوروسایکولوژیک همبستگی بالایی دارد. این مقیاس

تکالیف سختی در زمینه عملکرد اجرایی، توانایی های زبانی سطح بالاتر، حافظه و پردازش دیداری فضایی پیچیده دارد. در فرم اصلی مقیاس نمره کل، ۳۰ است، اما نمره ۲۶ و بیشتر عادی تلقی می شود. کسب نمره ۱۹ تا ۲۶ در این آزمون اختلال شناختی خفیف تلقی می شود [۴۰]. نتایج نشان داده است آزمون مونترال حساسیت بالایی برای تشخیص اختلال شناختی خفیف (۹۰ درصد) و برای آلزایمر (۱۰۰ درصد) دارد [۴۱]. پایایی این آزمون باتوجه به مقدار آلفای کرونباخ ۹۲ درصد و میزان قابلیت اعتماد درونی (IC) آن ۸۳ درصد بوده است [۴۲].

آزمون طبقه بندی کارت ویسکانسین^۵

آزمون طبقه بندی کارت ویسکانسین یک ابزار استاندارد برای سنجش انعطاف پذیری شناختی است. در این پژوهش، از نسخه کامپیوتری آزمون طبقه بندی کارت ویسکانسین که توسط مؤسسه پژوهشی علوم رفتار شناختی سینا طراحی شده، استفاده شد [۴۳]. در طول آزمون، از پاسخ دهندگان خواسته می شود تا مجموعه ای از ۱۲۸ کارت پاسخ را با یکی از ۴ کارت کلیدی که نشان دهنده ابعاد مختلف دسته بندی ادراکی است، مطابقت دهند. به محض اینکه پاسخ دهندگان قانون دسته بندی صحیح را کشف کنند، باید ابعاد دسته بندی دیگر را نادیده بگیرند و این قانون را در مواجهه با محرک های متغیر بعدی دنبال کنند. پس از ۱۰ تطابق صحیح متوالی، بعد دسته بندی بدون هیچ خطای به بعد دیگری از کارت ها تغییر می یابد و این امر مستلزم آن است که پاسخ دهندگان براساس آن، یک استراتژی دسته بندی جدید شکل دهند [۴۴]. در این پژوهش، چندین حوزه آزمون طبقه بندی کارت ویسکانسین اندازه گیری شد که نشان دهنده جنبه های مختلف کارکردهای اجرایی است:

۱. تعداد دسته های کامل شده^۶: این نمره می تواند نشان دهنده انعطاف پذیری شناختی و توانایی یادگیری قوانین جدید باشد.
۲. نمره خطاهای پایداری^۷: خطاهای پایداری می توانند نشان دهنده مشکلات در انعطاف پذیری شناختی و کنترل اجرایی باشند و اغلب در اختلالات عصبی، مانند اسکیزوفرنی یا آسیب های مغزی مشاهده می شوند.

۳. نمره خطاهای غیر پایداری^۸: خطاهای غیر پایداری می توانند نشان دهنده مشکلات در توانایی تمرکز و توجه باشند.

۴. پاسخ های صحیح^۹: نشان دهنده توانایی فرد در درک و استفاده از قوانین صحیح دسته بندی است.

5. Wisconsin Card Sorting Test (WCST)
6. Categories Achieved
7. Perseverative Responses
8. Non-Perseverative Errors
9. Correct Responses

ارزیابی تأثیر مداخله بر عملکرد شناختی انجام شد. مدل این تحلیل، شامل گروه (تمرین تکلیف دوگانه و مداخله حرکات موزون) و زمان (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) بود. مقایسه بین گروهی، شامل مقایسه تأثیرات در ۲ گروه بود، در حالی که مقایسه درون گروهی بر تغییرات در طول زمان تمرکز داشت. برای متغیرهایی که اثر برهمکنش گروه و زمان را نشان می‌دادند، آزمون تعقیبی بونفرونی به کار گرفته شد. سطح معنی‌داری $P < 0.05$ تعیین شد.

یافته‌ها

جدول شماره ۱ مشخصات جمعیت‌شناختی شرکت‌کنندگان را در ۲ گروه تمرین تکلیف دوگانه و حرکات موزون کنترل نشان می‌دهد. همچنین نتایج آزمون تی مستقل نشان داد تفاوت معناداری میان ۲ گروه از نظر سن، قد، وزن و سطح تحصیلات و نمره آزمون مونترال وجود نداشته است و ۲ گروه از نظر اطلاعات جمعیت‌شناختی همگن بودند.

آزمون برج لندن

در آزمون برج لندن، گروه تمرینات دوگانه بهبودی‌های معنی‌داری از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون برای متغیرهای نتایج کلی ($P = 0.001$) و زمان کلی ($P = 0.037$) نشان داد. در حالی که گروه حرکات موزون بهبود معنی‌داری در تمام متغیرهای آزمون برج لندن ($P = 0.001$) در آزمون درون گروهی نشان داد. علاوه بر این تفاوت‌های معنی‌داری بین گروه‌ها برای نتایج کلی ($P = 0.001$) و زمان کلی ($P = 0.021$) و تعدا خطا ($P = 0.006$) مشاهده شد که نشان‌دهنده عملکرد بهتر گروه حرکات موزون بود (جدول شماره ۲).

آزمون طبقه‌بندی کارت ویسکانسین

طبق جدول شماره ۲ نتایج درون گروهی برای تست مرتب‌سازی کارت ویسکانسین در گروه تمرینات دوگانه تغییرات معنی‌داری در خطاهای پایداری ($P = 0.018$) و پاسخ صحیح ($P = 0.003$) نشان داد، اما در خطاهای غیرپایداری ($P = 0.113$) و دسته‌بندی کارت‌ها ($P = 0.137$) تغییرات معنی‌دار نبود. در مقابل، گروه حرکات موزون نتایج معنی‌داری در هر دو خطاهای پایداری، غیرپایداری، پاسخ صحیح ($P = 0.001$) و دسته‌بندی کارت‌ها ($P = 0.005$) از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون نشان داد. علاوه بر این تفاوت‌های معنی‌داری بین گروه‌ها در این متغیرها مشاهده شد ($P = 0.001$) که نشان‌دهنده عملکرد بهتر گروه حرکات موزون بود.

بحث

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثرات تمرین تکلیف دوگانه و مداخله حرکات موزون بر کارکردهای اجرایی در بزرگسالان مبتلا به اختلال شناختی خفیف انجام شد. نتایج نشان داد هر دو مداخله

بررسی ویژگی‌های روان‌سنجی آزمون در ایران، نشان‌دهنده انسجام داخلی خوب و قابلیت اعتماد بازتقسیم‌پذیری برای تعداد دسته‌بندی‌های تکمیل شده است [۴۵].

آزمون برج لندن^{۱۰}

آزمون برج لندن که برای اولین بار در سال ۱۹۸۲ توسط شالیس معرفی شد، به عنوان ابزاری معتبر برای ارزیابی کارکردهای اجرایی، به ویژه برنامه‌ریزی و حل مسئله به کار می‌رود. در این پژوهش، از نسخه کامپیوتری آزمون برج لندن که توسط مؤسسه پژوهشی علوم رفتاری شناختی سینا تهیه شده بود، استفاده شد.

در طول اجرای آزمون، شرکت‌کنندگان در یک مرحله مقدماتی با روال صحیح آزمون آشنا می‌شوند. تصویری در سمت چپ مانیتور نمایش داده می‌شود و از شرکت‌کنندگان خواسته می‌شود تا مهره‌های رنگی را مطابق آن در ستون سمت راست مرتب کنند. امتیاز حل هر مسئله براساس حداقل تعداد حرکاتی که برای قرار دادن صحیح مهره‌های رنگی (سبز، آبی، قرمز) در ستون مناسب لازم است، تعیین می‌شود. شرکت‌کنندگان ۳ فرصت برای حل هر مسئله دارند. در صورت حل صحیح مسئله در تلاش اول، شرکت‌کنندگان ۳ امتیاز دریافت می‌کنند. تلاش‌های صحیح بعدی در دومین و سومین بار به ترتیب ۲ و ۱ امتیاز به همراه دارد. اگر مسئله پس از ۳ بار تلاش حل نشده باقی بماند، هیچ امتیازی به فرد مورد آزمایش تعلق نمی‌گیرد. در مواردی که آزمون مجدداً برگزار می‌شود، ابعاد جدید یا غیرمعمولی معرفی می‌شوند تا مشخص شود آیا برنامه‌ریزی اجرایی به خطر افتاده است یا خیر. امتیازات نهایی آزمون برج لندن شامل معیارهای مختلفی، از جمله زمان آزمون، تأخیر، زمان کل، نتایج و خطاها است. پایایی مجدد آزمون از طریق تحلیل بازآزمایی ۰/۰۷۹ گزارش شده است که نشان‌دهنده انسجام رضایت‌بخش در طول زمان است [۴۱].

تحلیل داده‌ها

تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ (شرکت SPSS، شیکاگو، ایلینوی، آمریکا) برای بررسی داده‌های جمعیتی و رفتاری انجام شد. برای توصیف توزیع داده‌ها از آمار توصیفی، شامل میانگین و انحراف معیار برای متغیرهای پیوسته و فراوانی و درصد برای متغیرهای طبقه‌ای استفاده شد. به عبارت دقیق‌تر، برای تمامی متغیرها، مقادیر میانگین و انحراف معیار یا فراوانی و درصد محاسبه شد.

برای مقایسه ۲ گروه از نظر ویژگی‌های جمعیت‌شناختی اولیه مانند سن، وزن، قد، وزن بدن، تحصیلات و آزمون ارزیابی شناختی مونترال، از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (آنووا) برای متغیرهای پیوسته و آزمون کای دو برای متغیرهای طبقه‌ای، مانند جنس استفاده شد (جدول شماره ۱). تحلیل‌های مجزای اندازه‌گیری‌های مکرر برای

10. Tower of London Test (ToL)

جدول ۲. مقایسه عملکرد شناختی در گروه مداخله حرکات موزون و تمرین تکلیف دوگانه (تعداد=۲۰)

متغیر	گروه تمرین تکلیف دوگانه			گروه مداخله حرکات موزون			تفاوت بین گروهی	
	پیش آزمون	پس آزمون	تفاوت درون گروهی	پیش آزمون	پس آزمون	تفاوت درون گروهی	خط پایه	تعامل گروه و زمان
نتیجه کلی	۲۵/۳۰	۲۶/۹۵۰	۰/۰۰۱	۲۴/۴۵	۲۸/۲۰	۰/۰۰۱	۰/۳۶۷	۰/۰۰۱
برنامه ریزی و حل مسئله (آزمون برج لندن)	۵۵۰/۸۰	۵۱۵/۵۰	۰/۰۳۷	۵۹۱/۷۰	۴۹۹/۹۰	۰/۰۰۱	۰/۴۸۷	۰/۰۲۱
تعداد خطا	۱۷/۹۵	۱۷/۲۵۰	۳/۰۵	۱۷/۷۵	۱۴/۵۵	۰/۰۰۱	۰/۸۵۹	۰/۰۰۶
دسته بندی کارت ها	۵۶/۴۵	۵۸/۱۰	۰/۱۳۷	۷۰/۵۲	۵۵/۹۵	۰/۰۰۵	۰/۰۹۲	۰/۳۰۵
انعطاف پذیری ذهنی و توجه (آزمون طبقه بندی کارت ویسکانسین)	۷/۷۵	۷/۰۵	۰/۰۱۸	۷/۳۰	۴/۸۵	۰/۰۰۱	۰/۳۳۹	۰/۰۰۱
خطا غیر پایداری	۱۳/۵۵	۱۲/۹۰	۰/۱۱۳	۱۳/۵۵	۱۰/۵۵	۰/۰۰۱	۰/۸۶۰	۰/۰۰۱
پاسخ صحیح	۳۴/۶۵	۲۰/۳۸	۰/۰۰۳	۳۲/۵۵	۴۰/۶۵	۰/۰۰۱	۰/۱۱۸	۰/۰۰۳

طب توانبخش

می تواند به طور بالقوه باعث بهبود شناخت یا کاهش زوال عقل شود. انجام حرکات موزون باعث فعال شدن گسترده مناطق قشر مغز، زیرقشری و مخچه می شود [۳۲]. مطالعات تصویربرداری عصبی نشان داده اند حرکات موزون از تحلیل رفتن بخش فورنیکس (مرتبط با حافظه) در اثر افزایش سن جلوگیری می کند و فعالیت مغز در حالت استراحت را در مناطق فرونتو تمپورال که از حافظه و عملکردهای عالی شناختی پشتیبانی می کنند، افزایش می دهد. این خاصیت نوروپلاستیسته توسط افزایش سطح عوامل نوروتروفیک، مانند عامل نوروتروفیک مشتق از مغز ایجاد می شود [۴۸].

یک مطالعه تصویربرداری ساختاری نشان داد حرکات موزون از انحطاط فورنیکس جلوگیری می کند و یکپارچگی ماده سفید فورنیکس با سرعت پردازش اطلاعات مرتبط است. به خوبی مشخص شده است که سرعت پردازش اطلاعات اساس بسیاری از فرایندهای شناختی است و این ممکن است اساس تأثیرات مفید حرکات موزون بر شناخت کلی باشد؛ همان طور که در این مطالعه مشاهده شده است [۴۹].

برخلاف تمرینات فیزیکی منظم، فعالیت های حرکات موزون نیازمند آن است که شرکت کنندگان حرکات موزون را همراه با موسیقی انجام دهند. بنابراین موسیقی به تأثیر فعالیت های حرکات موزون بر بهبود شناخت در بزرگسالان مسن کمک می کند. نقش موسیقی در درمان زوال عقل به خوبی گزارش شده است. هنگامی که افراد به موسیقی گوش می دهند، بخش های وسیعی از قشر مغز که شامل پردازش شنیداری، پردازش نحوی موسیقی، معناشناسی، حافظه، عملکرد حرکتی و پردازش عاطفی است، درگیر می شوند [۵۰]. موسیقی می تواند با فعال کردن قشر فرونتال مغز و تقویت اتصالات عصبی، توجه، هماهنگی

می توانند در بهبود کارکردهای اجرایی (انعطاف پذیری شناختی، توجه، برنامه ریزی و حل مسئله) مؤثر باشند. باین حال گروه مداخله حرکات موزون در مقایسه با گروه تمرین تکلیف دوگانه، عملکرد بهتری را نشان داد. این مطالعه بر پتانسیل حرکات موزون، به ویژه مداخله موزون ایرانی که متناسب با فرهنگ طراحی شده است، به عنوان روشی امیدوارکننده برای بهبود کارکرد شناختی در بزرگسالان مبتلا به اختلال شناختی خفیف تأکید می کند. علاوه بر این، این مطالعه اهمیت در نظر گرفتن فعالیت های مرتبط با فرهنگ در برنامه های مداخله شناختی را برجسته می کند، زیرا این رویکرد می تواند منجر به فواید چشمگیری برای سلامت شناختی در جوامع مختلف شود.

یافته های این مطالعه با مرور سیستماتیک که توسط فونگ یان و همکاران و بیسبج و همکاران انجام شده است، همسو است. این مرورها نشان دادند مداخلات حرکات موزون در مقایسه با سایر اشکال مداخله، در بهبود کارکردهای شناختی و روانی، اثربخشی بیشتری دارند [۴۶، ۴۷]. نتایج این مطالعه همچنین با مطالعاتی که نشان می دهند حرکات موزون می تواند کارکردهای شناختی، مانند حافظه کاری، توانایی حل مسئله و انعطاف پذیری شناختی را بهبود بخشد، همسو است [۳۰، ۳۱، ۳۳]. این فواید ممکن است به ماهیت چندوجهی تمرینات موزون، مانند اشکال موزون همراه با موسیقی که شامل حرکت بدن، درک شنیداری، درک بصری و تعامل اجتماعی است، نسبت داده شود [۳۷، ۳۹]. تحقیقات نشان داده است مغز انسان حتی در اواخر بزرگسالی نیز در پاسخ به عوامل خارجی و داخلی، مانند فعالیت فیزیکی، انعطاف پذیر باقی می ماند. حرکات موزون با بهره مندی از خاصیت نوروپلاستیسته^{۱۱} مغز که همان توانایی تغییر و سازگاری است،

11. Plasticity

اتفاق می‌افتد که افراد در هر دو فعالیت شناختی و فیزیکی شرکت کنند [۵۹]. مداخلات وظیفه دوگانه به‌طور قابل توجهی باعث کاهش اکسیژن‌رسانی به قشر پیش‌پیشانی دو طرفه می‌شود و این کاهش در فعالیت قشر پیش‌پیشانی با بهبود عملکرد اجرایی و تحرک مرتبط است [۶۰]. باین حال، تأثیر مداخلات وظیفه دوگانه باید با احتیاط مورد بررسی قرار گیرد، زیرا افراد مسن که هم‌زمان ۲ تکلیف را انجام می‌دهند، در معرض خطر بیشتری از افتادن قرار دارند که می‌تواند سلامت آن‌ها را به خطر بیندازد [۶۱].

نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان داد هر دو تمرین تکلیف دوگانه و مداخله حرکات موزون تأثیر مثبتی بر کارکردهای اجرایی در بزرگسالان مسن مبتلا به اختلال خفیف شناختی دارند. یافته‌ها حاکی از آن است که درحالی‌که هر دو مداخله مؤثر هستند، اما حرکات موزون در بهبود عملکرد اجرایی به‌طور خاص بهترند. مداخلات موزون، به‌ویژه در ترکیب با موسیقی، رویکردی لذت‌بخش و مؤثر برای تقویت عملکردهای شناختی در این جمعیت فراهم می‌کنند. تحقیقات آینده باید شامل نمونه‌های بزرگ‌تر و دوره‌های پیگیری طولانی‌تر باشد تا این یافته‌ها را تأیید کنند و اثرات گسترده‌تر مداخلات موزون بر عملکردهای شناختی و فیزیکی در افراد مبتلا به اختلال خفیف شناختی را بررسی کنند.

باید به چندین محدودیت این مطالعه نیز اشاره کرد: اولاً، حجم نمونه نسبتاً کوچک بود و دوره مداخله به ۱۲ هفته محدود بود. آزمایشات بزرگ‌تر و طولانی‌تر برای اثبات اثرات طولانی‌مدت مداخلات موزون بر عملکردهای شناختی در افراد مبتلا به اختلال خفیف شناختی ضروری است. دوم، این مطالعه عمدتاً بر روی پارامترهای شناختی تمرکز داشت و به‌طور جامع سایر مولفه‌های فیزیکی را ارزیابی نکرد. سوم، نبود یک گروه کنترل واقعی، مانند درمان پلاسیبو یا گروه بدون مداخله، درک مکانیسم‌های زیرین را محدود کرد. گروه‌های کنترل اضافی می‌توانند بینش بیشتری در مورد اثرات خاص مداخلات فراهم کنند. علاوه‌براین قابلیت تعمیم مطالعه ممکن است محدود باشد، زیرا همه شرکت‌کنندگان از جوامع و مراکز روزانه خاص در یک منطقه خاص جذب شده‌اند. نمونه‌ای متنوع‌تر و با نمایندگی بیشتر می‌تواند اعتبار خارجی مطالعه را افزایش دهد. تحقیقات آینده باید این محدودیت‌ها را با گنجاندن اندازه‌های نمونه بزرگ‌تر، دوره‌های مداخله طولانی‌تر و طیف وسیع‌تری از ارزیابی‌های فیزیکی و شناختی برطرف کنند.

دیداری حرکتی و حافظه فرد را بهبود بخشد. بنابراین نقص‌های عصبی در بزرگسالان مسن مبتلا به اختلال خفیف شناختی می‌تواند از طریق موسیقی ترمیم شود [۵۱].

مزایای مداخلات حرکات موزون ممکن است پیامدهای عملی برای فعالیت‌های روزمره زندگی و استقلال عملکردی بیماران مبتلا به اختلال خفیف شناختی داشته باشد [۳۲]. نقص‌های عملکردی در بیماران مبتلا به اختلال خفیف شناختی شایع است و توانایی آن‌ها برای زندگی مستقل را کاهش می‌دهد [۵۲]. شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد اختلال در شناخت کلی، حافظه و توانایی فضایی با عملکرد ضعیف‌تر فعالیت‌های روزمره زندگی در بیماران مبتلا به اختلال خفیف شناختی مرتبط است [۵۳]. علاوه‌براین زاهدون و همکاران نشان داده‌اند افت شناختی پیش از کاهش فعالیت‌های روزمره زندگی در افراد مسن با وضعیت‌های شناختی مختلف رخ می‌دهد و تغییرات شناختی آن‌ها می‌تواند تغییرات بعدی در فعالیت‌های روزمره زندگی را پیش‌بینی کند [۵۴]. این امر نشان می‌دهد مداخلات حرکات موزون ممکن است از کاهش عملکردی قریب‌الوقوع در بیماران اختلال خفیف شناختی جلوگیری کرده و استقلال عملکردی آن‌ها را بهتر حفظ کند؛ باین حال، این فرضیه نیازمند آزمایش در تحقیقات آینده است.

این مطالعه نشان داد تمرین تکلیف دوگانه تأثیر قابل توجهی بر کارکردهای اجرایی، ازجمله برنامه‌ریزی و انعطاف‌پذیری شناختی دارد. این یافته‌ها با مطالعات قبلی که نشان داده‌اند تمرین‌های فیزیکی و شناختی می‌توانند عملکردهای شناختی را تقویت کنند، همسو است [۲۴، ۵۵]. با اینکه مکانیسمی که از طریق آن فعالیت‌های فیزیکی و شناختی سلامت مغز را ارتقا می‌بخشد به‌خوبی درک نشده است، اما به نظر می‌رسد میانجی‌های زیستی می‌توانند تأثیرات این فعالیت‌ها بر شناخت را تعدیل کنند. برای مثال، عامل نوروتروفیک مشتق شده از مغز BDNF^{۱۱} در طول ورزش در نواحی مختلف مغز بیان می‌شود و بیشترین میزان بیان آن در هیپوکامپ است. BDNF، قابلیت انعطاف‌پذیری سیناپسی، عملکرد هیپوکامپ، حافظه و یادگیری را تقویت می‌کند [۵۶، ۵۷].

تأثیرات مثبت مرتبط با مداخلات ترکیبی می‌تواند با تغییرات نوروفیزیولوژیکی (مثلاً کاهش فعالیت مغز پیش‌پیشانی، افزایش حجم هیپوکامپ و افزایش یکپارچگی ماده سفید) توضیح داده شود که باعث بهبود شناخت می‌شود [۵۸]. توضیح احتمالی دیگر این است که مداخلات فیزیکی ممکن است به بهبود کوتاه‌مدت در متابولیسم مغز و پلاستیسیته مغزی مرتبط باشند، درحالی‌که مداخلات شناختی ممکن است متابولیسم و پلاستیسیته بهبودیافته مغز را با افزایش تقاضای ذهنی تقویت کنند. درنتیجه می‌توان گفت افزایش متابولیسم و پلاستیسیته مغزی تنها زمانی

12. Brain Derived Neurotrophic Factor (BDNF)

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی در نظر گرفته شده است و کد اخلاق به شماره (IR.SSRC.REC.1402.198) دریافت شده است.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از رساله دکتری گرایش رشد حرکتی آقای مهدی ضامنی مطلق در گروه رفتار حرکتی دانشگاه خوارزمی است. این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از سازمانی‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت‌نویسندگان

مفهوم‌سازی و نظارت: فرهاد قدیری و عباس بهرام؛ روش‌شناسی، جمع‌آوری داده‌ها و تحلیل داده‌ها: مهدی ضامنی مطلق و سعید ارشم؛ تحقیق، نگارش پیش‌نویس اصلی، بررسی و ویرایش، و منابع: همه نویسندگان.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

از همکاران به خاطر تخصص و پشتیبانی ارزشمندشان در طول مطالعه سپاسگزاری می‌شود.

References

- [1] Petersen RC. Mild cognitive impairment. *Continuum*. 2016; 22(2):404-18. [DOI:10.1212/CON.0000000000000313] [PMID]
- [2] Ward A, Arrighi HM, Michels S, Cedarbaum JM. Mild cognitive impairment: disparity of incidence and prevalence estimates. *Alzheimer's & Dementia*. 2012; 8(1):14-21. [DOI:10.1016/j.jalz.2011.01.002] [PMID]
- [3] Delbari A, Tabatabaei FS, Ghasemi H, Azimi A, Bidkhori M, Saatchi M, et al. Prevalence and associated factors of mild cognitive impairment among middle-aged and older adults: Results of the first phase of Ardakan cohort study on aging. *Health Science Reports*. 2024; 7(1):e1827. [DOI:10.1002/hsr.1827] [PMID]
- [4] Petersen RC, Caracciolo B, Brayne C, Gauthier S, Jelic V, Fratiglioni L. Mild cognitive impairment: A concept in evolution. *Journal of Internal Medicine*. 2014; 275(3):214-28. [DOI:10.1111/joim.12190] [PMID]
- [5] Wang H, Pei Z, Liu Y. Effects of square dance exercise on cognitive function in elderly individuals with mild cognitive impairment: The mediating role of balance ability and executive function. *BMC Geriatrics*. 2024; 24(1):156. [DOI:10.1186/s12877-024-04714-x] [PMID]
- [6] Collette F, Hogge M, Salmon E, Van der Linden M. Exploration of the neural substrates of executive functioning by functional neuroimaging. *Neuroscience*. 2006; 139(1):209-21. [DOI:10.1016/j.neuroscience.2005.05.035] [PMID]
- [7] Suchy Y. Executive functioning: overview, assessment, and research issues for non-neuropsychologists. *Annals of Behavioral Medicine*. 2009; 37(2):106-16. [DOI:10.1007/s12160-009-9097-4] [PMID]
- [8] Pontifex MB, Raine LB, Johnson CR, Chaddock L, Voss MW, Cohen NJ, et al. Cardiorespiratory fitness and the flexible modulation of cognitive control in preadolescent children. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 2011; 23(6):1332-45. [DOI:10.1162/jocn.2010.21528] [PMID]
- [9] Lacreusse A, Raz N, Schmidtke D, Hopkins WD, Herndon JG. Age-related decline in executive function as a hallmark of cognitive ageing in primates: An overview of cognitive and neurobiological studies. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. 2020; 375(1811):20190618. [DOI:10.1098/rstb.2019.0618] [PMID]
- [10] Head D, Raz N, Gunning-Dixon F, Williamson A, Acker JD. Age-related differences in the course of cognitive skill acquisition: The role of regional cortical shrinkage and cognitive resources. *Psychology and Aging*. 2002; 17(1):72-84. [DOI:10.1037//0882-7974.17.1.72] [PMID]
- [11] Collette F, Van der Linden M, Salmon E. Executive dysfunction in Alzheimer's disease. *Cortex*. 1999; 35(1):57-72. [DOI:10.1016/S0010-9452(08)70785-8] [PMID]
- [12] Kirova AM, Bays RB, Lagalwar S. Working memory and executive function decline across normal aging, mild cognitive impairment, and Alzheimer's disease. *BioMed Research International*. 2015; 2015:748212. [DOI:10.1155/2015/748212] [PMID]
- [13] Kelley BJ, Petersen RC. Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *Neurologic Clinics*. 2007; 25(3):577-609. [DOI:10.1016/j.ncl.2007.03.008] [PMID]
- [14] Tuokko H, Morris C, Ebert P. Mild cognitive impairment and everyday functioning in older adults. *Neurocase*. 2005; 11(1):40-7. [DOI:10.1080/13554790490896802] [PMID]
- [15] Lissek V, Suchan B. Preventing dementia? Interventional approaches in mild cognitive impairment. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. 2021; 122:143-64. [DOI:10.1016/j.neubiorev.2020.12.022] [PMID]
- [16] Rostamzadeh A, Kahlert A, Kalthegener F, Jessen F. Psychotherapeutic interventions in individuals at risk for Alzheimer's dementia: A systematic review. *Alzheimer's Research & Therapy*. 2022; 14(1):18. [DOI:10.1186/s13195-021-00956-8] [PMID]
- [17] Han K, Tang Z, Bai Z, Su W, Zhang H. Effects of combined cognitive and physical intervention on enhancing cognition in older adults with and without mild cognitive impairment: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Aging Neuroscience*. 2022; 14:878025. [DOI:10.3389/fnagi.2022.878025] [PMID]
- [18] Nascimento MM, Maduro PA, Rios PMB, Nascimento LDS, Silva CN, Kliegel M, et al. The effects of 12-week dual-task physical-cognitive training on gait, balance, lower extremity muscle strength, and cognition in older adult women: A randomized study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2023; 20(8):5498. [DOI:10.3390/ijerph20085498] [PMID]
- [19] Kim Y, Chae M, Yang H. Simultaneous cognitive-physical dual task training based on fairy tales in older adults with mild cognitive impairment: A pilot study. *Geriatric Nursing*. 2021; 42(5):1156-63. [DOI:10.1016/j.gerinurse.2021.08.007] [PMID]
- [20] Zhu X, Yin S, Lang M, He R, Li J. The more the better? A meta-analysis on effects of combined cognitive and physical intervention on cognition in healthy older adults. *Ageing Research Reviews*. 2016; 31:67-79. [DOI:10.1016/j.arr.2016.07.003] [PMID]
- [21] Karssemeijer EGA, Aaronson JA, Bossers WJR, Donders R, Olde Rikkert MGM, Kessels RPC. The quest for synergy between physical exercise and cognitive stimulation via exergaming in people with dementia: A randomized controlled trial. *Alzheimer's Research & Therapy*. 2019; 11(1):3. [DOI:10.1186/s13195-018-0454-z] [PMID]
- [22] Fiatarone Singh MA, Gates N, Saigal N, Wilson GC, Meiklejohn J, Brodaty H, et al. The study of mental and resistance training (SMART) study—resistance training and/or cognitive training in mild cognitive impairment: A randomized, double-blind, double-sham controlled trial. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2014; 15(12):873-80. [DOI:10.1016/j.jamda.2014.09.010] [PMID]
- [23] Yu D, Li X, He S, Zhu H, Lam FMH, Pang MYC. The effect of dual-task training on cognitive ability, physical function, and dual-task performance in people with dementia or mild cognitive impairment: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*. 2024; 38(4):443-56. [DOI:10.1177/02692155231216621] [PMID]

- [24] Liao YY, Chen IH, Lin YJ, Chen Y, Hsu WC. Effects of virtual reality-based physical and cognitive training on executive function and dual-task gait performance in older adults with mild cognitive impairment: A randomized control trial. *Frontiers in Aging Neuroscience*. 2019; 11:162. [DOI:10.3389/fnagi.2019.00162] [PMID]
- [25] Hong XL, Cheng LJ, Feng RC, Goh J, Gyanwali B, Itoh S, et al. Effect of physio-cognitive dual-task training on cognition in pre-ageing and older adults with neurocognitive disorders: A meta-analysis and meta-regression of randomized controlled trial. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 2024; 116:105161. [DOI:10.1016/j.archger.2023.105161] [PMID]
- [26] Koch SC, Riege RFF, Tisborn K, Biondo J, Martin L, Beelmann A. Effects of dance movement therapy and dance on health-related psychological outcomes. A meta-analysis update. *Frontiers in Psychology*. 2019; 10:1806. [DOI:10.3389/fpsyg.2019.01806] [PMID]
- [27] Teixeira-Machado L, Arida RM, de Jesus Mari J. Dance for neuroplasticity: A descriptive systematic review. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. 2019; 96:232-40. [DOI:10.1016/j.neubiorev.2018.12.010] [PMID]
- [28] Karageorghis CI, Lyne LP, Bigliassi M, Vuust P. Effects of auditory rhythm on movement accuracy in dance performance. *Human Movement Science*. 2019; 67:102511. [DOI:10.1016/j.humov.2019.102511] [PMID]
- [29] Wu VX, Chi Y, Lee JK, Goh HS, Chen DYM, Haugan G, et al. The effect of dance interventions on cognition, neuroplasticity, physical function, depression, and quality of life for older adults with mild cognitive impairment: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Nursing Studies*. 2021; 122:104025. [DOI:10.1016/j.ijnurstu.2021.104025] [PMID]
- [30] Roesch AD, Gschwandtner U, Handabaka I, Meyer A, Taub E, Fuhr P. Effects of Rhythmic Interventions on Cognitive Abilities in Parkinson's Disease. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*. 2021; 50(4):372-86. [DOI:10.1159/000519122] [PMID]
- [31] Quan Y, Lo CY, Olsen KN, Thompson WF. The effectiveness of aerobic exercise and dance interventions on cognitive function in adults with mild cognitive impairment: An overview of meta-analyses. *International Review of Sport and Exercise Psychology*. 2024; 1-22. [DOI:10.1080/1750984X.2024.2332989]
- [32] Chan JSY, Wu J, Deng K, Yan JH. The effectiveness of dance interventions on cognition in patients with mild cognitive impairment: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. 2020; 118:80-8. [DOI:10.1016/j.neubiorev.2020.07.017] [PMID]
- [33] Meng X, Li G, Jia Y, Liu Y, Shang B, Liu P, et al. Effects of dance intervention on global cognition, executive function and memory of older adults: A meta-analysis and systematic review. *Aging Clinical and Experimental Research*. 2020; 32(1):7-19. [DOI:10.1007/s40520-019-01159-w] [PMID]
- [34] Tao D, Awan-Scully R, Ash GI, Pei Z, Gu Y, Gao Y, et al. The effectiveness of dance movement interventions for older adults with mild cognitive impairment, Alzheimer's disease, and dementia: A systematic scoping review and meta-analysis. *Ageing Research Reviews*. 2023; 92:102120. [DOI:10.1016/j.arr.2023.102120] [PMID]
- [35] American College of Sports Medicine; Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, et al. American college of sports medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2009; 41(7):1510-30. [DOI:10.1249/MSS.0b013e3181a0c95c] [PMID]
- [36] Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2011; 43(7):1334-59. [DOI:10.1249/MSS.0b013e318213febf] [PMID]
- [37] Christensen JF, Khorsandi S, Wald-Fuhrmann M. Iranian classical dance as a subject for empirical research: An elusive genre. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2024; 1533(1):51-72. [Link]
- [38] Ghadiri F, Bahmani M, Paulson S, Sadeghi H. Effects of fundamental movement skills based dual-task and dance training on single- and dual-task walking performance in older women with dementia. *Geriatric Nursing*. 2022; 45:85-92. [DOI:10.1016/j.gerinurse.2022.03.003] [PMID]
- [39] Meftahi I. Gender and dance in modern Iran: Biopolitics on stage. Milton Park: Routledge; 2017. [Link]
- [40] Ciesielska N, Sokołowski R, Mazur E, Podhorecka M, Polak-Szabela A, Kędziora-Kornatowska K. Is the montreal cognitive assessment (MoCA) test better suited than the mini-mental state examination (MMSE) in mild cognitive impairment (MCI) detection among people aged over 60? Meta-analysis. *Psychiatria Polska*. 2016; 50(5):1039-52. [DOI:10.12740/PP/45368] [PMID]
- [41] Nasreddine ZS, Phillips NA, Bédirian V, Charbonneau S, Whitehead V, Collin I, et al. The montreal cognitive assessment, MoCA: A brief screening tool for mild cognitive impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2005; 53(4):695-9. [DOI:10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x] [PMID]
- [42] Duro D, Simões MR, Ponciano E, Santana I. Validation studies of the Portuguese experimental version of the montreal cognitive assessment (MoCA): Confirmatory factor analysis. *Journal of Neurology*. 2010; 257(5):728-34. [DOI:10.1007/s00415-009-5399-5] [PMID]
- [43] Grant DA, Berg EA. Wisconsin card sorting test. *Journal of Experimental Psychology*. 1993; 38:404. [DOI:10.1037/t31298-000]
- [44] Casaletto KB, Heaton RK. Neuropsychological assessment: Past and future. *Journal of the International Neuropsychological Society*. 2017; 23(9-10):778-90. [DOI:10.1017/S1355617717001060] [PMID]
- [45] Shahgholian M, Fathi AA, Azadfallah P, Khodadadi M. Design of the Wisconsin Card Sorting Test (WCST) computerized version: Theoretical fundamental, developing and psychometrics characteristics. *Clinical Psychology Studies*. 2011; 2(4):110-34. [Link]

- [46] Bisbe M, Fuente-Vidal A, López E, Moreno M, Naya M, de Benetti C, et al. Comparative cognitive effects of choreographed exercise and multimodal physical therapy in older adults with amnesic mild cognitive impairment: Randomized clinical trial. *Journal of Alzheimer's Disease*. 2020;73(2):769-83. [DOI:10.3233/JAD-190552] [PMID]
- [47] Fong Yan A, Nicholson LL, Ward RE, Hiller CE, Dovey K, Parker HM, et al. The effectiveness of dance interventions on psychological and cognitive health outcomes compared with other forms of physical activity: A systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine*. 2024; 54(5):1179-205. [DOI:10.1007/s40279-023-01990-2] [PMID]
- [48] Müller P, Rehfeld K, Schmicker M, Hökelmann A, Dordevic M, Lessmann V, et al. Evolution of neuroplasticity in response to physical activity in old age: The case for dancing. *Frontiers in Aging Neuroscience*. 2017; 9:56. [DOI:10.3389/fnagi.2017.00056]
- [49] Burzynska AZ, Jiao Y, Knecht AM, Fanning J, Awick EA, Chen T, et al. White matter integrity declined over 6-months, but dance intervention improved integrity of the fornix of older adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*. 2017; 9:239011. [DOI:10.3389/fnagi.2017.00059]
- [50] Baird A, Samson S. Music and dementia. *Progress in Brain Research*. 2015; 217:207-35. [DOI:10.1016/bs.pbr.2014.11.028] [PMID]
- [51] Thornley J, Hirjee H, Vasudev A. Music therapy in patients with dementia and behavioral disturbance on an inpatient psychiatry unit: Results from a pilot randomized controlled study. *International Psychogeriatrics*. 2016; 28(5):869-71. [DOI:10.1017/S1041610215001866] [PMID]
- [52] Brown S, Parsons LM. The neuroscience of dance. *Scientific American*. 2008; 299(1):78-83. [DOI:10.1038/scientificamerican0708-78] [PMID]
- [53] Mansbach WE, Mace RA. Predicting functional dependence in mild cognitive impairment: Differential contributions of memory and executive functions. *The Gerontologist*. 2019; 59(5):925-35. [DOI:10.1093/geront/gny097] [PMID]
- [54] Zahodne LB, Manly JJ, MacKay-Brandt A, Stern Y. Cognitive declines precede and predict functional declines in aging and Alzheimer's disease. *Plos One*. 2013; 8(9):e73645. [DOI:10.1371/journal.pone.0073645] [PMID]
- [55] Shimada H, Makizako H, Doi T, Park H, Tsutsumimoto K, Verghese J, et al. Effects of combined physical and cognitive exercises on cognition and mobility in patients with mild cognitive impairment: A randomized clinical trial. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2018; 19(7):584-91. [DOI:10.1016/j.jamda.2017.09.019] [PMID]
- [56] Erickson KI, Voss MW, Prakash RS, Basak C, Szabo A, Chaddock L, et al. Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2011; 108(7):3017-22. [DOI:10.1073/pnas.1015950108] [PMID]
- [57] Kuo HT, Yeh NC, Yang YR, Hsu WC, Liao YY, Wang RY. Effects of different dual task training on dual task walking and responding brain activation in older adults with mild cognitive impairment. *Scientific Reports*. 2022; 12(1):8490. [DOI:10.1038/s41598-022-11489-x] [PMID]
- [58] Yang C, Moore A, Mpofu E, Dorstyn D, Li Q, Yin C. Effectiveness of combined cognitive and physical interventions to enhance functioning in older adults with mild cognitive impairment: A systematic review of randomized controlled trials. *The Gerontologist*. 2020; 60(8):633-42. [DOI:10.1093/geront/gnz149] [PMID]
- [59] Tait JL, Duckham RL, Milte CM, Main LC, Daly RM. Influence of sequential vs. simultaneous dual-task exercise training on cognitive function in older adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*. 2017; 9:368. [DOI:10.3389/fnagi.2017.00368] [PMID]
- [60] Anderson-Hanley C, Barcelos NM, Zimmerman EA, Gillen RW, Dunnam M, Cohen BD, et al. The aerobic and cognitive exercise study (ACES) for community-dwelling older adults with or at-risk for mild cognitive impairment (MCI): Neuropsychological, neurobiological and neuroimaging outcomes of a randomized clinical trial. *Frontiers in Aging Neuroscience*. 2018; 10:76. [DOI:10.3389/fnagi.2018.00076] [PMID]
- [61] Eggenberger P, Wolf M, Schumann M, de Bruin ED. Exergame and balance training modulate prefrontal brain activity during walking and enhance executive function in older adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*. 2016; 8:66. [DOI:10.3389/fnagi.2016.00066] [PMID]

This Page Intentionally Left Blank