Accepted Manuscript

Accepted Manuscript (Uncorrected Proof)

Title: Exercise as a Strategy for Brain Aging: Prevention and Treatment Insights

Authors: Moein Fasihiyan[1,2], José A. Morais[2,3], Alireza Goli[1], Maryam Taheri[1,4], Yasmin Asadi[1], Maryam Nourshahi[1,*]

1. *Department of Biological Sciences in Sport and Health, faculty of sport science and health, Shahid beheshti university, Tehran, Iran.*
2. *Department of Kinesiology and Physical Education, McGill University, Montréal, Quebec, Canada.*
3. *Research Institute of the McGill University Health Centre, Montréal, Quebec, Canada; Division of Geriatric Medicine, McGill University, Montréal, Quebec, Canada.*
4. *Faculty of Kinesiology and Recreation Management, University of Manitoba, Winnipeg, Canada.*

***Corresponding Author**: Maryam Nourshahi, Department of Biological Sciences in Sport and Health, faculty of sport science and health, shahid beheshti university, Tehran, Iran. Email: m_nourshahi@yahoo.com

To appear in: **Salmand: Iranian Journal of Ageing**

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

Received date: 2024/09/18

Revised date: 2024/11/24

Accepted date: 2024/11/25

First Online Published: 2024/11/27

This is a “Just Accepted” manuscript, which has been examined by the peer-review process and has been accepted for publication. A “Just Accepted” manuscript is published online shortly after its acceptance, which is prior to technical editing and formatting and author proofing. Salmand: Iranian Journal of Ageing provides “Just Accepted” as an optional service which allows authors to make their results available to the research community as soon as possible after acceptance. After a manuscript has been technically edited and formatted, it will be removed from the “Just Accepted” Website and published as a published article. Please note that technical editing may introduce minor changes to the manuscript text and/or graphics which may affect the content, and all legal disclaimers that apply to the journal pertain.

Please cite this article as:

Fasihiyan M, Morais LA, Goli A, Taheri M, Asadi Y, Nourshahi M. [Exercise as a Strategy for Brain Aging: Prevention and Treatment Insights (Persian)]. Salmand: Iranian Journal of Ageing. Forthcoming 2025. Doi: http://dx.doi.org/10.32598/sija.2025.3989.1

Doi: http://dx.doi.org/10.32598/sija.2025.3989.1

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

نسخه پذیرفته‌شده پیش از انتشار

عنوان: ورزش به عنوان یک استراتژی برای پیری مغز: بینش های پیشگیری و درمان

نویسندگان: : معین فصیحیان [۲،۱]، ژوزه آ. موراییس [۳،۲]، علیرضا گلی۱، مریم طاهری [۴،۱]، یاسمین اسدی۱، مریم نورشاهی[۱،*]

۱. *گروه علوم زیستی در ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.*

۲. *گروه حرکت شناسی و تربیت بدنی، دانشگاه مک گیل، مونترال، کبک، کانادا.*

۳. *موسسه تحقیقاتی مرکز بهداشت دانشگاه مک گیل؛ بخش پزشکی سالمندان، دانشگاه مک گیل، مونترال، کبک، کانادا.*

۴. *دانشکده حرکت شناسی و مدیریت تفریح، دانشگاه مانیتوبا، وینیپگ، کانادا.*

***نویسنده مسئول**: مریم نورشاهی، گروه علوم زیستی در ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. ایمیل: m_nourshahi@yahoo.com

نشریه: *سالمند: مجله سالمندی ایران*

تاریخ دریافت: 1403/06/28

تاریخ ویرایش: 1403/09/04

تاریخ پذیرش: 1403/09/05

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

این نسخه «پذیرفته‌شده پیش از انتشار» مقاله است که پس از طی فرایند داوری، برای چاپ، قابل پذیرش تشخیص داده شده است. این نسخه در مدت کوتاهی پس از اعلام پذیرش به صورت آنلاین و قبل از فرایند ویراستاری منتشر می‌شود. نشریه سالمند گزینه «پذیرفته‌شده پیش از انتشار» را به عنوان خدمتی به نویسندگان ارائه می‌دهد تا نتایج آن‌ها در سریع‌ترین زمان ممکن پس از پذیرش برای جامعه علمی در دسترس باشد. پس از آنکه مقاله‌ای فرایند آماده سازی و انتشار نهایی را طی می کند، از نسخه «پذیرفته‌شده پیش از انتشار» خارج و در یک شماره مشخص در وب‌سایت نشریه منتشر می‌شود. شایان ذکر است صفحه آرایی و ویراستاری فنی باعث ایجاد تغییرات صوری در متن مقاله می‌شود که ممکن است بر محتوای آن تأثیر بگذارد و این امر از حیطه مسئولیت دفتر نشریه خارج است.

لطفا این‌گونه استناد شود:

Fasihiyan M, Morais LA, Goli A, Taheri M, Asadi Y, Nourshahi M. [Exercise as a Strategy for Brain Aging: Prevention and Treatment Insights (Persian)]. Salmand: Iranian Journal of Ageing. Forthcoming 2025. Doi: http://dx.doi.org/10.32598/sija.2025.3989.1

Doi: http://dx.doi.org/10.32598/sija.2025.3989.1

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

ABSTRACT

Objectives: Aging is a comprehensive biological process that leads to a decrease in the physiological function of many body organs. Among them, the central nervous system plays a pivotal role in aging, and in this regard, physical and cognitive activities and exercise are among of the most important interventions known for managing and hindering nervous disorders associated with aging. The purpose of this study was to investigate the effect of various types of activities and exercise on neurological disorders in older adults.

Material and methods: To conduct this research, databases including Google Scholar, PubMed, Web of Science, and Scopus were thoroughly searched using the following terms: effect of aging on the brain, Alzheimer's, Parkinson's disease, stroke, and the effect of different types of exercises on the aging brain, focusing on articles published between 2005 and 2024. The selection of articles followed the framework for scoping reviews as outlined by Arksey and O'Malley. A total of 56 relevant articles were carefully examined and included in this review.

Findings: The results of various studies showed that different physical exercises have different effects on diseases related to the nervous system and aging. Among them, the best types of physical exercises were moderate and high intensity exercises combined with cognitive exercises.

Conclusion: Physical exercises of moderate to high intensity and the combination of physical and cognitive activities have more beneficial effects than exercises with lower intensity. In addition, exercises and dual physical-cognitive exercises group have a preventive and more effective role than other exercise modalities in dealing with brain and nervous system disorders in older adults.

Keywords: Aging, Alzheimer, Parkinson, Stroke, Exercise

نسخه پیش از انتشار

چکیده

اهداف: پیری یک فرآیند بیولوژیکی است که عملکرد اندام‌ها را کاهش می دهد. فعالیت های فیزیکی و شناختی به عنوان یک عامل حیاتی برای پیشگیری از اختلالات عصبی مرتبط با افزایش سن شناخته می شود. بنابراین هدف از این مطالعه بررسی تأثیر فعالیت‌ها و تمرینات مختلف بر اختلالات عصبی در سالمندان بود.

مواد و روش‌ها: برای انجام این پژوهش، پایگاه‌های Google Scholar, PubMed, Web of Science, وScopus ، با استفاده از واژگان کلیدی: aging, Alzheimer, Parkinson, stroke, exercise و تأثیر انواع مختلف ورزش‌ها بر مغز در دوران پیری بررسی شدند و مقالاتی که در سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۲۴ منتشر شده بودند، مورد بررسی قرار گرفتند که انتخاب مقالات با استفاده از چارچوب مرورهای حیطه‌ای که توسط آرکسی و اُمالی پیشنهاد شده است، انجام شد. در نهایت، ۵۶ مقاله مرتبط که با معیارهای جستجو مطابقت داشتند، مورد بررسی دقیق قرار گرفتند.

یافته ها: نتایج مطالعات مختلف نشان داد که تمرینات بدنی مختلف اثرات متفاوتی بر بیماری های مرتبط با سیستم عصبی و افزایش سن دارند. در این میان بهترین نوع تمرینات بدنی، تمرینات با شدت متوسط و شدید همراه با تمرینات شناختی بود.

نتیجه‌گیری: تمرین‌های بدنی با شدت متوسط تا زیاد و همچنین ترکیب فعالیت‌های ورزشی با فعالیت‌های شناختی تأثیرات مفیدتری نسبت به تمرینات با شدت کمتر دارد. علاوه بر این، تمرینات گروهی و تمرینات جسمی-شناختی دوگانه می تواند نقش پیشگیرانه و موثرتری نسبت به سایر تمرینات ورزشی در مقابله با اختلالات عملکرد مغز و سیستم عصبی در سالمندان داشته باشد.

کلمات کلیدی: سالمندی، آلزایمر، پارکینسون، سکته مغزی، تمرینات ورزشی

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

مقدمه:

فرآیند افزایش سن با تخریب پیشرونده عملکرد فیزیولوژیکی بدن و افزایش وابستگی فرد سالمند به اطرافیان همراه است ولی با این حال دامنه تخریب و وابستگی در همه افراد یکسان نیست، نقش ژنتیک و سبک زندگی در ایجاد تنوع در طول و کیفیت عمر دخیل می‌باشد که مشخص شده است در دوران سالمندی، احتمال ابتلا به بیماری‌هایی مثل: اختلالات عصبی، قلبی_عروقی، متابولیکی، چاقی و دیابت، افزایش می‌یابد (۱).

سازمان بهداشت جهانی اخیراً سن ۶۵ سال را آغاز دوران سالمندی اعلام کرده است که آمار و ارقام نیز نشان می‌دهند جمعیت بالای ۶۵ سال روز به روز در حال افزایش می‌باشند که در این زمینه سازمان ملل متحد، رشد جمعیت سالمند را تا سال ۲۰۵۰ در حدود ۲ میلیارد نفر تخمین زده است (۲). با این حال، سالمندی یک عامل بسیار تاثیرگذار بر احتمال بروز بیماری‌های مزمن از جمله بیماری‌های قلبی-تنفسی، عصبی-عضلانی، متابولیکی و سرطان در نظر گرفته می‌شود (۳). یکی از مهمترین ارگان‌هایی که در اثر سالمندی تغییرات فیزیولوژیکی و پاتولوژیکی زیادی را تجربه می‌کند، سیستم عصبی مرکزی می‌باشد که اختلالات ایجاد شده در عملکرد مغز در اثر سالمندی، گاهاً برگشت ناپذیر گزارش شده است (۴). این موضوع، مبحث سالمندی و تاثیر آن بر سیستم عصبی مرکزی را در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه به یک چالش جدی در زمینه‌های اجتماعی، اقتصادی و بهداشتی تبدیل کرده است که در سالهای اخیر مورد توجه محققان زیادی قرار گرفته است که در جهت مهار و کاهش علائم سالمندی از مداخلات زیادی استفاده کرده‌اند که در این رابطه تمرینات ورزشی به عنوان یکی از عوامل غیرتهاجمی موثر در زمینه مهار و کاهش فرایندهای مرتبط با اختلالات عصبی در اثر سالمندی مورد بررسی و تحقیقات زیادی قرار گرفته است و گزارش شده است که تمرینات ورزشی در فرایند سالمندی و عوامل پاتولوژیکی بیماری‌های مرتبط با مغز نقش مهمی را ایفا می‌کنند (۵).

تمرینات ورزشی با توجه به فشارهای متابولیکی و مکانیکی مختلف، دارای تاثیرات متفاوتی بر سیستم عصبی مرکزی و بیماری‌هایی از قبیل: پارکینسون، آلزایمر و سکته مغزی هستند که گزارش شده است هر کدام از انواع تمرینات ورزشی می‌توانند به صورت

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

اختصاصی جهت بهبود شرایط هر یک از بیماری‌های مرتبط با مغز در دوران سالمندی، مورد استفاده قرار گیرند (۶). با این حال، با توجه به تاثیرات انواع مختلف تمرینات ورزشی تا کنون تحقیقات محدودی در زمینه شناسایی بهترین روش تمرینات ورزشی جهت پیشگیری و بهبود اختلالات مغزی، به صورت اختصاصی مورد بررسی قرار گرفته است. بنابراین، هدف از این مطالعه مروری بررسی تاثیر انواع تمرینات ورزشی بر بیماری‌های پارکینسون، آلزایمر و سکته مغزی در دوران سالمندی بود.

روش‌ها

برای انجام این تحقیق در پایگاه‌های اطلاعاتی Google Scholar، PubMed، Web of Science و Scopus در مورد سالمندی، رابطه بین سالمندی و عملکرد مغز، بیماری آلزایمر، پارکینسون، سکته مغزی و تأثیر انواع تمرینات ورزشی بر عملکرد سیستم عصبی بررسی شد که به طور کلی، عبارت‌های سالمندی، بیماری آلزایمر، بیماری پارکینسون، سکته مغزی، تمرینات ورزشی تداومی، تمرینات مقاومتی و تمرینات دوگانه شناختی-حرکتی با استفاده از کلیدواژه های: 'aging, Alzheimer, Parkinson, stroke, exercise' در این پایگاه ها جستجو شد که ارزیابی مقالات شامل بررسی عنوان و چکیده مقالات بود. معیارهای مقالات منتخب شامل فرآیند بررسی، غربالگری، حذف اطلاعات تکراری و نامربوط و همچنین از لحاظ زمانی کلیه مقالات مرتبط، بین سالهای ۲۰۰۵ تا ۲۰۲۴ بود که باید در نشریات بین المللی به زبان انگلیسی و به طور کلی در مورد تاثیر افزایش سن بر مغز و همچنین تاثیر انواع تمرینات ورزشی بر مهار و بهبود عوامل پاتولوژیک مغزی در دوران سالمندی بود، که در نهایت انتخاب مقالات با استفاده از چارچوب مرورهای حیطه‌ای (اسکوپینگ) که توسط آرکسی و اُمالی [1] پیشنهاد شده است، انجام شد (۷). که چهارچوب Arksey و O'Malley برای انجام این مطالعه مروری، شامل پنج مرحله: شناسایی سوال تحقیق: سوال اصلی این مطالعه بررسی تاثیرات ورزش بر روند پیری مغز و ارائه بینش‌های پیشگیری و درمان بود که این سوال به نحوی طراحی شده بود

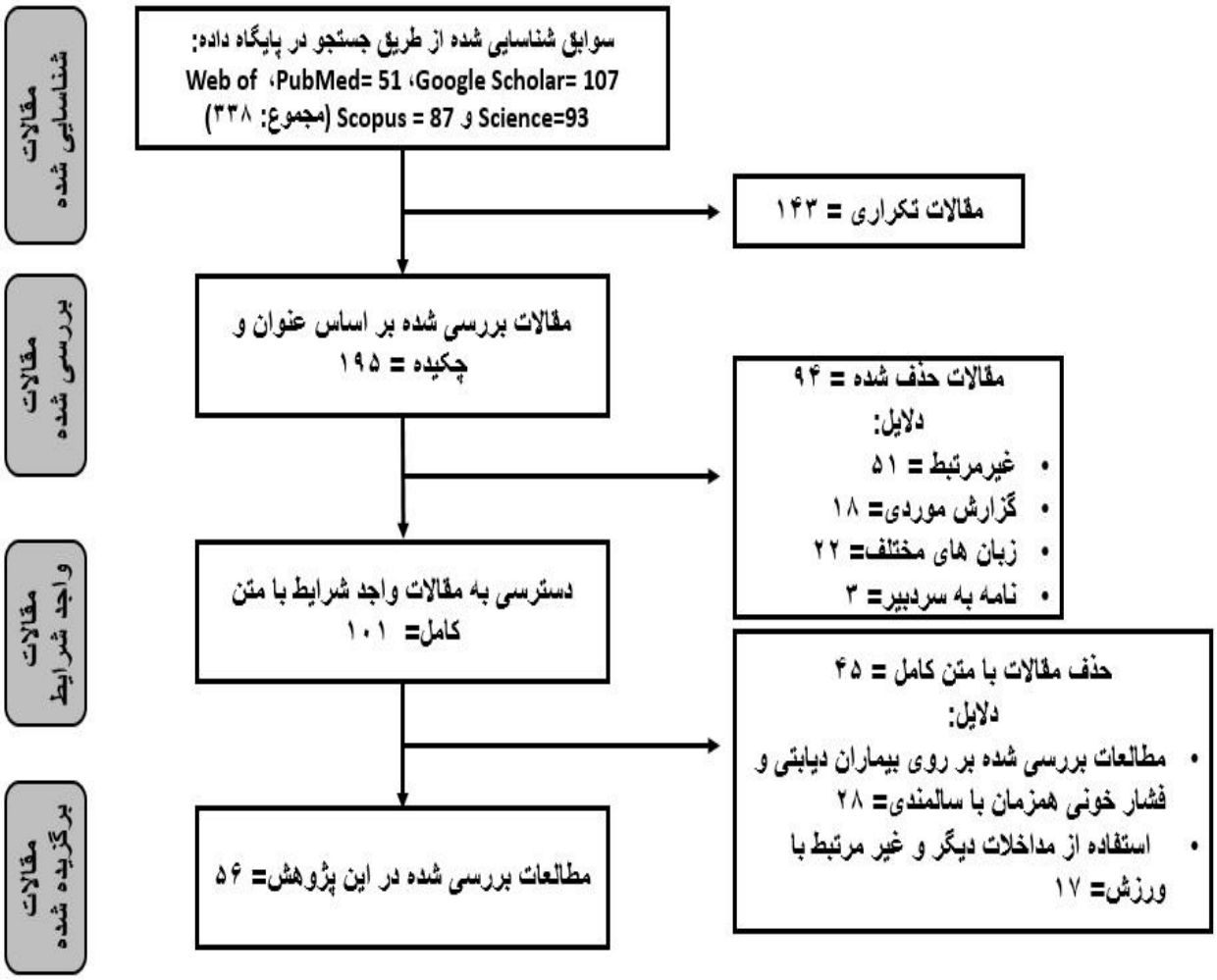
[1] Arksey, H. and O'Malley

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

که هم جنبه‌های پیشگیرانه و هم درمانی را پوشش می‌داد. عامل بعدی شناسایی مطالعات مرتبط بود که به منظور جمع‌آوری مطالعات مناسب، جستجوی جامع در پایگاه‌های داده‌ی علمی نام برده شده، انجام شد. مورد بعدی انتخاب مطالعات: در این مرحله، مطالعاتی که معیارهای ورود از پیش تعیین شده را برآورده می‌کردند، برای بررسی بیشتر انتخاب شدند. این معیارها شامل تمرکز بر مطالعاتی بود که به اثرات ورزش بر پیری مغز پرداخته و از روش‌های علمی استاندارد استفاده کرده بودند که در این بین، مطالعات مروری و نامه به سردبیر حذف شدند. عامل بعدی، ترکیب و خلاصه‌سازی داده‌ها بود که پس از انتخاب نهایی مطالعات، داده‌ها به صورت سیستماتیک استخراج و ترکیب شدند. اطلاعات جمع‌آوری‌شده شامل نوع ورزش، طول دوره تمرین، جمعیت هدف، و نتایج مربوط به اثرات ورزش بر پیری مغز بود. و در نهایت ارائه و تفسیر نتایج: نتایج این مطالعه مروری به منظور ایجاد یک چشم‌انداز جامع در مورد اثرات ورزش بر پیری مغز و نقش آن در پیشگیری و درمان تحلیل و تفسیر شده‌اند که در این بخش به شناسایی شکاف‌های موجود در تحقیقات و پیشنهادهایی برای تحقیقات آتی نیز پرداخته شد (۷).

با رعایت اصول و موضوعات استاندارد مقالات بررسی شده، پژوهش حاضر با بررسی ۵۶ مقاله واجد شرایط انجام شد (شکل ۱).

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار



شکل۱. نمایش شماتیک روند بررسی و انتخاب مقالات مورد بررسی

تغییرات ساختاری و عملکردی مغز در دوران سالمندی

همانند سایر ارگان‌های بدن، قابلیت عملکردی مغز نیز با افزایش سن به طور پیشرونده‌ای کاهش می‌یابد. این تغییرات عملکردی در واقع به دلیل تغییر در ساختار مغز می‌باشند. تغییرات ساختاری مغز بر اثر افزایش سن به طور کلی می‌تواند ناشی از کاهش حجم کلی مغز، کاهش ضخامت قشر خاکستری و کاهش یکپارچگی[۲] ماده سفید مغز باشد (۸). این تغییرات ساختاری به مراتب بر عملکرد مغز و اعمال شناختی افراد از جمله عملکرد اجرایی، حافظه و سرعت پردازش اطلاعات توسط مغز تاثیر می‌گذارد (۹, ۱۰). افراد از دهه ششم زندگی به بعد، به طور فزاینده‌ای در معرض تخریب عصبی(اختلال‌های نوروژنیک)، مانند بیماری آلزایمر (۱۱) و بیماری

[2] Integrity

پارکینسون (۱۲) قرار می‌گیرند. سالمندی همچنین یکی از عوامل اصلی در بروز سکته مغزی می‌باشد. بسیاری از پژوهشگران بازه سنی بالای ۶۵ سال را به عنوان "حاشیه خطر" بیماری های آلزایمر، پارکینسون و سکته می‌شناسند (۱۳). شکل۲.

شکل۲ : تغییرات ساختاری مغزمنجر به تغییرات عملکردی مغز می شوند (۱۴).

آلزایمر

آلزایمر[۳] بیماری پیشرونده‌ای است که علاوه بر جنبه‌های شناختی مغز(مانند حافظه، زبان، توجه و سرعت پردازش اطلاعات)، بر اعمال حرکتی افراد نیز تاثیر می‌گذارد و در نهایت منجر به زوال عقل و حافظه می‌شود. مطالعات گسترده در این زمینه نشان داده است که تجمع آمیلوییدبتا[۴]، پروتئین تاو[۵] و اختلال در فعالیت سلول‌های گلیا[۶]، نقش اصلی را در بیماری آلزایمر ایفا می‌کنند(۱۵).

[3] Alzheimer's Disease
[4] Amyloid beta
[5] Tau protein
[6] Glial cells

اولین نشانه‌های این بیماری چندین سال قبل از ظهور علائم بالینی آن اتفاق می‌افتد که شامل تغییر در متابولیسم سلول عصبی می‌شود. این تغییرات دو بخش دارند که یک بخش آن شامل تجمع پلاک‌هایی به نام آمیلوییید بتا در فضای خارج سلولی و یک بخش دیگر آن تجمع توده‌های‌نوروفیبریلار[7] در فضای درون سلولی می‌باشد(۱۶). طبق نتایج تحقیقات در زمینه تاثیرات سالمندی بر سیستم عصبی مرکزی مشخص شده است که سالمندی مهم‌ترین عامل بروز بیماری آلزایمر می‌باشد (۱۴).

طبق آمارهای موجود، احتمال ابتلای افراد به بیماری آلزایمر در سنین بالای ۶۵ سال ۱۰ درصد، بالای ۸۵ سال ۳۲ درصد و بالای ۹۵ سال ۵۰ درصد می‌باشد (۱۷). پژوهش‌های بسیاری در راستای نحوه درمان و پیشگیری این بیماری انجام شده است، اما هنوز درمان قطعی یافت نشده است. در این راستا پژوهشی که بر روی افراد در فاز اولیه بیماری صورت گرفته، گزارش شده است که با استفاده از تزریق درون وریدی نوعی آنتی‌بادی، توانسته‌اند مارکرهای مرتبط با اختلالات ناشی از آلزایمر را کاهش دهند، اما توصیه شده است که برای تایید همه جانبه این دارو نیاز به تحقیقات بیشتر می‌باشد (۱۸). پژوهشگران حوزه فعالیت بدنی و ورزش نیز تحقیقات بسیاری در زمینه بیماری آلزایمر انجام داده‌اند و به طرز شگفت انگیزی نشان داده شده است که فعالیت بدنی می‌تواند به عنوان یک عامل کاهنده و موثر بر سرعت پیشرفت این بیماری عمل کند و همچنین فعالیت ورزشی می‌تواند اختلالات شناختی موجود در فاز گسترش یافته بیماری را، کاهش دهد (۱۹). با این حال، در چند دهه اخیر، فعالیت بدنی به عنوان یکی از موثرترین راه‌ها برای جلوگیری از پیشرفت پاتولوژی بیماری آلزایمر شناخته شده است و در این رابطه مشخص شده است که تمرینات ورزشی با نوع، مدت و شدت‌های مختلف دارای اثرات متنوعی در جهت کاهش علائم بیماری آلزایمر، می‌باشند و بین محققان در این زمینه جهت مشخص شدن بهترین روش تمرینی، اختلاف نظرهایی صورت گرفته است که نیاز به بررسی جامعی در این باره می‌باشد (۱۹).

با این حال مشخص شده است که انجام فعالیت‌های ورزشی در دوران سالمندی، از طریق نورونزایی باعث کاهش علائم بیماری‌های وابسته به نورون از جمله آلزایمر و پارکینسون می‌شود (۲۰). در این خصوص گزارش شده است که عامل نروتروپیک مشتق از مغز BDNF[8] مسئول فرآیندهایی از جمله نورون‌زایی، انعطاف پذیری سیناپسی و سیناپس‌زایی در مغز می‌باشد (۲۱, ۲۲). BDNF نقش مهمی را در اعمال شناختی، حافظه و یادگیری ایفا می‌کند (۲۵-۲۳). مطالعات نشان داده‌اند که در طی فرآیند سالمندی میزان BDNF در بخش‌های مختلفی از مغز از جمله هیپوکمپ کاهش می‌یابد که این امر به نوبه خود احتمال بروز بیماری آلزایمر را افزایش می‌دهد (۲۶). یکی از راه‌های افزایش میزان BDNF در مغز، افزایش فعالیت بدنی و فعالیت ورزشی می‌باشد (۲۷). دیده شده که یک رابطه شدت-پاسخ بین فعالیت ورزشی و میزان BDNF در گردش خون وجود دارد (۲۸). مشخص شده است، حجم

[7] Neurofibrillary Tangles(NFTs)
[8] Brain-Derived Neurotrophic Factor

و شدت فعالیت ورزشی هر دو بر میزان BDNF در گردش تاثیر گذار هستند اما شدت فعالیت رابطه بیشتر و بزرگتری نسبت به مدت فعالیت ورزشی با میزان BDNF دارد (۲۹). همچنین نشان داده شده است که فعالیت ورزشی فوق بیشینه سرعتی، افزایش و ماندگاری بیشتری در میزان BDNF در گردش پس از یک وهله تمرین نسبت به فعالیت‌های با شدت متوسط (۶۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی) و شدت بالا (۸۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی) داشته‌اند (۲۸). با این حال، شدت و حجم تمرینات دو فاکتور بسیار مهم در طراحی تمرین می‌باشند. فعالیت ورزشی با شدت بالا افزایش و تجمع لاکتات در عضلات و جریان خون را به همراه دارد. بسیاری از مطالعات لاکتات را به عنوان عامل اصلی میانجی‌گر تاثیرات مفید فعالیت ورزشی شدت بالا می‌دانند (۳۰). لاکتات به نوبه خود باعث افزایش BDNF در مغز می‌شود. این افزایش BDNF، با بهبود خلق و خو در بیماری‌های وابسته به روان و بهبود علائم بیماری‌های نورونی از جمله آلزایمر، پارکینسون و سکته مغزی در ارتباط می‌باشد (۳۱). در این راستا شیلو و همکاران (۲۰۲۳) در یک مطالعه متاآنالیز به بررسی تاثیر انواع تمرینات ورزشی بر عملکرد مغزی و حافظه پرداختند که در این مطالعه جامع گزارش شد تمرینات با فشار مکانیکی بالا مانند تمرینات مقاومتی بیشترین تاثیر را بر عملکرد حافظه در بیماران آلزایمری داشتند در حالی که تمرینات ترکیبی که شامل تمرینات مقاومتی، تداومی، تعادلی و شناختی بود، بیشترین تاثیر را بر عملکرد اجرایی و حرکتی در این بیماران داشتند (۳۲). با این حال، سیلوا و همکاران (۲۰۲۴) در مطالعه ای به بررسی تغییرات مهمترین مارکرهای موثر در بیماری آلزایمر و سالمندی، پرداختند که در این مطالعه به بررسی تاثیر تمرینات هوازی با شدت بالا با وزن بدن بر مقادیر مارکرهای BDNF و phosphorylated-TAU پرداخته شد و در نهایت مشخص شد که انجام تمرینات با شدت بالا باعث افزایش معنی‌داری در مقادیر این عوامل و بهبود عملکرد حرکتی بیماران سالمند دچار آلزایمر شد (۳۳). در حالی که اخیرا مطالعات نشان داده‌اند تمرینات هوازی همراه با مهارت‌های شناختی، تاثیرات مهاری بیشتری بر اختلالات ناشی از آلزایمر در افراد بالای ۶۵ سال داشته‌اند (۳۴).

با این حال به نظر می‌رسد با توجه به مسیرها و تاثیرات مختلف تمرینات ورزشی در این زمینه طبق مطالعات انجام شده، تمرینات با شدت بالا و فشارهای مکانیکی-متابولیکی بالاتر همراه با درگیری مهارتهای شناختی در زمینه اثرگذاری جهت کاهش و بهبود علائم بیماری آلزایمر، می‌توانند دارای برتری نسبت به سایر تمرینات با شدت‌های متوسط و کم باشند که علی رغم مطالعات در این زمینه همچنان به بررسی تاثیرات تمرینات ورزشی در بازه های زمانی مختلف و انواع متنوع، نیاز می‌باشد.

جدول ۱. مطالعات مربوط به تاثیر انواع تمرینات ورزشی بر آلزایمر

نویسندگان	شرکت کنندگان	مداخله	نتایج
پرازا و همکاران (۲۰۲۳) (۳۵)	۹۵ فرد سالمند با میانگین سنی ۷۱ سال گروه تجربی= ۴۸ نفر گروه کنترل= ۴۷ نفر	تمرینات هوازی با شدت متوسط و بالا ۶۰ دقیقه/ ۳ جلسه در هفته/ ۱۶ هفته	مقادیر مارکرهای مرتبط با بیماری آلزایمر مانند BDNF, PRO-BDNF و عوامل مشتق از وزیکول‌های خارج سلولی (NDEVs) به طور معنی داری در گروه تمرینات ورزشی نسبت به گروه کنترل افزایش داشت.
فردریکسن و همکاران (۲۰۲۳) (۳۶)	۱۵۶ فرد سالمند با میانگین سنی ۷۰ سال گروه تجربی= ۸۳ گروه کنترل= ۷۳	تمرینات هوازی با شدت متوسط به مدت ۶۰ دقیقه/ ۳ جلسه در هفته/ ۱۶ هفته	میزان معنی دار مصرف گلوکز و استواستات توسط قشر خاکستری مغز در گروه تمرینات ورزشی نسبت به گروه کنترل افزایش معنی داری داشت. عملکرد شناختی بین گروه ها تفاوت معنی داری نداشت
ویدونی و همکاران (۲۰۱۹) (۳۷)	۶۵ فرد مسن بالای ۵۵ سال	تمرینات هوازی با شدت متوسط/ ۳ جلسه در هفته/ ۲۶ هفته	ورزش هوازی باعث افزایش معنی داری در حفظ استقلال فیزیکی برای اعمال روزانه افراد نسبت به گروه کنترل شد.
دکاسترو سزار و همکاران (۲۰۲۱) (۳۸)	۴۰ فرد مسن بالای ۶۵ سال، دارای آلزایمر متوسط تا پیشرفته	تمرینات ورزشی در خانه به مدت ۶۰ دقیقه / ۳ جلسه در هفته / ۱۶ هفته	تمرینات ورزشی در خانه برای افراد مبتلا به آلزایمر به طور معنی داری باعث کاهش احتمال افتادن و بهبود قدرت و عملکرد شد.

برودهاوس و همکاران (۲۰۲۰) (۳۹)	۸۶ فرد مسن بالای ۵۵ سال	تمرینات مقاومتی با شدت فزاینده + تمرینات شناختی کامپیوتری ۹۰ دقیقه/۲ یا ۳ جلسه در هفته / ۲۶ هفته	- تمرینات مقاومتی با شدت فزاینده همراه با تمرینات شناختی باعث بهبود عملکرد شناختی و قابلیت‌های جسمانی نسبت به گروه‌های شم و تمرینات به صورت مجزا در افراد دارای اختلالات شناختی متوسط شد. - تمرینات مقاومتی با شدت فزاینده همراه با تمرینات شناختی باعث افزایش ضخامت قشر مخ شد. - تمرینات مقاومتی با شدت فزاینده همراه با تمرینات شناختی باعث حفظ حجم هیپوکمپ در مبتلایان به آلزایمر شد.
یو و همکاران (۲۰۲۱) (۴۰)	۹۶ فرد مسن بالای ۶۶ سال مبتلا به آلزایمر	تمرینات تداومی با استفاده از دوچرخه با شدت متوسط/۲۰-۵۰ دقیقه /۳ جلسه در هفته/ ۲۴ هفته	تمرینات هوازی دوچرخه باعث بهبود اختلالات شناختی در افراد مبتلا به آلزایمر شد.
کراسوس سوریو و همکاران (۲۰۲۲) (۴۱)	۲۲ فرد مسن بالای ۵۳ سال در آستانه ابتلا به آلزایمر	تمرینات یوگا یا تمرینات تقویت حافظه / هفتگی / ۱۲ هفته	تمرینات یوگا می‌تواند کاهش آتروفی ماده خاکستری مغز و افزایش حجم هیپوکمپ را به همراه داشته باشد. تمرینات یوگا توانست به طور معنی داری باعث کاهش اختلالات عصبی شود و سن شروع بیماری آلزایمر را به تعویق بیاندازد.

پارکینسون

پارکینسون[9] نوعی اختلال عصبی محسوب می‌شود که بر اثر از دست دادن نورون‌های تولید کننده دوپامین واقع در عقده‌های قاعده‌ای[10] و گسترش و انباشت پروتئینی به نام آلفاسینوکلیئین[11] در بخش‌های مختلف مغز ایجاد می‌شود. بیماری پارکینسون شایع‌ترین اختلال حرکتی و دومین بیماری شایع مرتبط با از دست دادن نورون در مغز بعد از آلزایمر می‌باشد (۴۲). شیوع بیماری پارکینسون در جمعیت عمومی ۰/۳ درصد، در افراد بالای ۶۰ سال ۱ درصد و در افراد بالای ۸۰ سال ۳ درصد گزارش شده است. ابتلا به بیماری پارکینسون قبل از ۵۰ سالگی نادر است، اما بروز آن از دهه ششم تا نهم زندگی ۵ تا ۱۰ برابر افزایش می‌یابد و امکان وقوع آن در مردان دو برابر زنان می‌باشد (۴۳). عوامل مختلفی از جمله نژاد، قومیت، ژنتیک، محیط و سبک زندگی بر احتمال وقوع بیماری پارکینسون تاثیر دارند. برای مثال تقابل ژن-محیط یکی از عوامل تاثیرگذار بر بروز این بیماری می‌باشد. احتمال بروز این بیماری در مردان ژاپنی و اوکیناوا تباری که در هاوایی زندگی می‌کنند بیشتر از مردان ساکن ژاپن بوده و این امر می‌تواند نشان دهنده‌ی تعامل و تاثیر ژن و محیط بر یکدیگر و ظهور بیماری پارکینسون باشد (۴۴). احتمال ابتلا و بروز بیماری پارکینسون در افرادی که در معرض عوامل محیطی خاصی مانند آفت کش‌ها و آسیب‌های مغزی قرار دارند به طور قابل توجهی بیشتر و در افراد سیگاری یا مصرف کنندگان کافئین کمتر می‌باشد (۴۵). دارو درمانی مداخله اصلی درمان بیماری پارکینسون است. لوودوپا داروی اصلی درمان پارکینسون و موثرترین دارو برای درمان همه علایم اصلی بیماری است. با وجود فواید زیاد و موثر این دارو، عوارض جانبی بسیاری با خود به همراه دارد. از طرفی پژوهش هایی با همکاری متخصصان این بیماری و فیزیولوژیست‌های ورزشی انجام شده، نشان داده که انواع فعالیت و تمرینات ورزشی یکی از بهترین روش‌ها برای کنترل و کاهش علائم بیماری می‌باشد (۴۸-۴۶). از آنجایی که بیشتر مبتلایان بیماری پارکینسون در بازه سنی سالمندی هستند، تجویز پروتکل ورزشی خاص با در نظر گرفتن شرایط و ویژگی‌های روانی و جسمانی افراد سالمند، از چالش‌های پیش‌رو در این زمینه می‌باشد که در این زمینه به تازگی راموس و همکاران (۲۰۲۴) در تحقیقی به بررسی تاثیر تمرینات مقاومتی و تمرینات تناوبی با شدت بالا بر روی بیماری پارکینسون در افراد سالمند پرداخته اند که در نهایت گزارش شد که انجام هر دو نوع تمرینات باعث بهبود عملکرد حرکتی و شناختی افراد سالمند دارای علائم بیماری پارکینسون شد و در نهایت پس از ارزیابی جامع مطالعات در این زمینه گزارش شد که انجام تمرینات تناوبی با شدت بالا

[9] Parkinson Disease
[10] Basal Ganglia
[11] α-Synuclein

همراه با تمرینات مقاومتی دارای تاثیرات هم افزایی (سینرژیک) بودند و باعث تغییرات بیشتر نسبت به هر کدام از این نوع تمرینات به صورت مجزا شدند (۴۹).

در رابطه با تاثیر شدت تمرینات جهت افزایش قابلیت‌های جسمانی و عوامل مرتبط با بیماری پارکینسون در مطالعه دیگری کاتینا و همکاران (۲۰۲۴) به بررسی تاثیر ۱۰ هفته تمرینات تناوبی با شدت بالا و تمرینات تداومی با شدت متوسط پرداختند که در نهایت گزارش کردند که در بیماران پارکینسون بین گروه تمرینات تناوبی با شدت بالا و تمرینات تداومی تفاوت معنی داری بین مقادیر عوامل فیزیولوژیکی مانند استقامت قلبی تنفسی و استقامت عضلانی و همچنین بین مقادیر عوامل مرتبط با بیماری پارکینسون مانند شاخص بیماری پارکینسون (UPDRS) [۱۲] و شاخص خستگی بیماری پارکینسون (PFS-16)[۱۳] ، مشاهده نشد در حالی که نویسندگان اشاره کردند که تمرینات با شدت بالا دارای مزایای بیشتری نسبت به تمرینات با شدت متوسط بودند (۵۰).

با این حال مطالعات دیگری به بررسی تاثیرات حاد تمرینات ورزشی پرداخته اند که در مطالعه ای تسایی و لین (۲۰۲۳) به بررسی تغییرات نروترنسیمترها و عوامل عصبی-شناختی پرداخته‌اند که گزارش شده است تمرینات با شدت متوسط باعث افزایش معنی‌دار مقادیر دوپامین در بیماران پارکینسون نسبت به گروه تمرینات با شدت بالا شد در حالی که گزارش شد تغییرات نسبی عوامل عصبی-شناختی و نروترنسیمترها به صورت وابسته به شدت بود و در تمرینات با شدت بالاتر این تغییرات در جهت بهبود علائم بیماری موثرتر به نظر می‌رسند (۵۱).

با این حال، طبق نتایج مطالعات در این زمینه به نظر می‌رسد انجام تمرینات با شدت بالاتر به صورت نسبی، راهکار موثری نسبت به سایر شدت تمرینات ورزشی باشد و با توجه به روش‌های نوین تمرینات شناختی، به نظر می‌رسد انجام تمرینات شناختی همراه با تمرینات با شدت بالا می‌توانند دارای تاثیرات موثری بر بهبود علائم بیماری پارکینسون در افراد سالمند، باشند.

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

[12] Unified Parkinson's Disease Rating Scale
[13] Parkinson's Disease Fatigue Scale

جدول ۲.مطالعات مربوط به تاثیر انواع تمرینات ورزشی بر پارکینسون

نویسندگان	شرکت کنندگان	مداخله	نتایج
ساچلی و همکاران (۲۰۱۹) (۵۲)	۳۵ فرد بالای ۴۵ سال، مبتلا به پارکینسون متوسط	۱۲ هفته تمرینات دوچرخه با شدت متوسط/۳ جلسه در هفته/۴۰-۶۰ دقیقه	فعالیت ورزشی باعث افزایش دوپامین در بخش‌هایی از مغز که مرتبط با تشدید بیماری پارکینسون است، شد.
کاتینا و همکاران (۲۰۲۴) (۵۷)	۲۹ فرد با دامنه سنی ۴۵ تا ۸۵ سال، مبتلا به بیماری پارکینسون	۱۰ هفته تمرینات HIIT[14] و MICT با دوچرخه/ ۳ جلسه در هفته/ هر جلسه ۳۰ دقیقه	تمرینات با شدت‌های مختلف باعث تغییرات معنی داری در قابلیت‌های مرتبط با آمادگی جسمانی در گروه HIIT شد در حالی که بین گروه‌ها تفاوت معنی داری در شاخص بیماری پارکینسون (UPDRS) و شاخص خستگی بیماری پارکینسون (PFS-16، مشاهده نشد.
تسایی و لین (۲۰۲۳) (۵۸)	۲۳ فرد سالمند با میانگین سنی ۶۵ سال، مبتلا به بیماری پارکینسون	تمرینات حاد به صورت تک جلسه با سیستم‌های تمرینی تناوبی با شدت بالا (HIIE) و تمرینات تداومی با شدت متوسط (CMIE)/ هر جلسه ۳۰ دقیقه	تمرینات تداومی با شدت متوسط باعث افزایش معنی داری نسبت به تمرینات HIIE در مقادیر دوپامین شد. در حالی که تغییرات عصبی-شناختی

[14] High Intensity Interval Training

			بین گروه ها معنی دار مشاهده نشد.
چن و همکاران (۲۰۲۴) (۵۳)	۲۳۶ فرد با سن ۵۰ و بالاتر، مبتلا به بیماری سطح اولیه پارکینسون[۱۵]	برنامه تمرینات هوازی (AE) و تمرینات ترکیبی هوازی و مقاومتی (AE&RT) تحت نظارت/ ۱۲ ماه/ ۳ جلسه در هفته	تمرینات ترکیبی (AE&RT) تغییرات معنی داری نسبت به گروه تمرینات (AE) در قدرت عضلانی، لرزش دست، خشکی عضلانی، بهبود خواب و سرعت پردازش شناختی داشتند در حالی که شاخص کیفیت زندگی در گروه AE نسبت به گروه AE&RT افزایش معنی داری داشت.
کارول و همکاران (۲۰۱۹) (۵۲)	۲۱ فرد سالمند بالای ۶۷ سال، مبتلا به بیماری پارکینسون	۶ هفته ورزش در آب/۲ جلسه در هفته/ ۴۵ دقیقه	تمرینات ورزشی در آب ناتوانی حرکتی افراد مبتلا به پارکینسون را کاهش داد.
ون در کولک و همکاران (۲۰۱۹) (۵۴)	۱۳۰ فرد بالای ۳۰ سال، مبتلا به پارکینسون	۲۴ هفته تمرینات هوازی دوچرخه شدت بالا در خانه/۳ جلسه در هفته/ ۳۰-۴۵ دقیقه	تمرینات هوازی شدت بالا در خانه باعث بهبود علائم بیماری پارکینسون و آمادگی هوازی شد.

[13] Early-stage PD

جوهانسون و همکاران (۲۰۲۲) (۵۵)	۱۳۰ فرد بالای ۳۰ سال، مبتلا به پارکینسون	۲۴ هفته تمرینات هوازی دوچرخه شدت بالا در خانه/۳ جلسه در هفته/ ۳۰-۴۵ دقیقه	تمرینات هوازی شدت بالا پلاستیسیتی مغز در نواحی مرتبط به بیماری پارکینسون را افزایش داد.
کواک و همکاران (۲۰۱۹) (۵۶)	۱۳۸ فرد بالای ۵۵ سال، مبتلا به پارکینسون	یک گروه تمرینات آرام سازی ذهنی[۱۶]، یک گروه تمرینات مقاومتی	تمرینات آرام‌سازی ذهنی بهتر از تمرینات مقاومتی باعث کاهش اضطراب، استرس و افسردگی ناشی از بیماری پارکینسون شد.

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

[16] Mindfulness Yoga

سکته مغزی

سکته مغزی، یکی از دلایل عمده مرگ و ناتوانی طولانی مدت و اختلال شناختی قلمداد شده (۵۷) و منجر به اختلالات عملکردی می‌شود (۵۸). میزان بروز سکته مغزی با توجه به ساختار سنی جمعیت مورد مطالعه بسیار متفاوت است (۵۹). سکته مغزی دومین علت شایع مرگ و میر در جهان پس از بیماری ایسکمیک قلبی است و اغلب با پیامدهای طولانی مدت ناتوانی حرکتی و اختلالات شناختی همراه است(۵۹) و همچنین بر تمام گروه های سنی ، از قبیل نوزادان تا افراد مسن تأثیر می‌گذارد(۶۰).

در بین سکته‌های مغزی ۸۰ درصد از آن را سکته مغزی ایسکمیک شامل می‌شود که به علت کاهش جریان خون مغزی با نقایص عملکردی و متابولیک همراه است (۶۱). سکته مغزی ایسکمیک باعث ایجاد تغییرات پاتوفیزیولوژیکی در مناطق دچار ایسکمی می‌شود که در مرکز [۱۷] ناحیه‌ای که جریان خون آن مسدود گردیده جریان خون به شدت کاهش می‌یابد و اکثر سلول‌ها تحت آسیب شدید قرار می‌گیرند که قابلیت برگشت‌پذیری نخواهند داشت، در حالی که نواحی دور از مرکز [۱۸] (پنومبرا)، به دلیل پرفیوژن [۱۹] خون به وسیله عروق جانبی حمایت می‌گردد و در این نواحی تغییرات مرتبط با بازتوانی سلول‌های عصبی، می‌تواند باعث بهبود سلول‌های عصبی آسیب دیده شود (۶۲). کاهش جریان خون در سکته مغزی ایسکمیک عمدتاً به دو فرآیند آسیب شناختی متقابل نسبت داده می شود: کاهش اکسیژن رسانی و اختلال در تأمین گلوکز به مناطق مغز آسیب دیده که این عوامل باعث فعال سازی مسیرهای پروتئولیتیکی و آپوپتوزی می‌شود که دلایل آن افزایش لاکتات تولیدی ناشی از مسیر گلیکولیز بی‌هوازی و افزایش اسیدوز، تشکیل رادیکال‌های آزاد، سمیت سلولی و فعال شدن عوامل التهابی می‌باشد که پیامد آن اثر گذاری بر سنتز پروتئین و افزایش تخریب سلول‌های عصبی خواهد بود و همچنین فقدان انرژی باعث تخریب عملکرد پمپ سدیم پتاسیم و پمپ کلسیم وابسته به انرژی و افزایش Ca^{++}، Na^{+} و Cl^{-} درون سلولی و K^{+} برون سلولی می‌گردد که تمام این عوامل به فعال سازی مسیرهای آپوپتوتیک در سلول های مختلف موجود در سیستم عصبی، ختم خواهند شد (۶۳).

تحقیقات جدید نشان می‌دهد که وقوع سکته مغزی در حال افزایش بوده و از هر چهار نفر در سراسر جهان یک نفر در طول زندگی خود سکته مغزی را تجربه می‌کند (۶۴). عوامل خطر مختلفی مانند وراثت، بیماری‌های زمینه‌ای مانند فشار خون و بیماری‌های قلبی عروقی منجر به افزایش بروز سکته مغزی می‌شود که گزارش شده است که افزایش سن یکی از عوامل اثر گذار بر بروز سکته مغزی می‌باشد . بروز سکته در بازه‌های سنی مختلف، متفاوت است و طبق نتایج تحقیقات در این زمینه، بروز سکته مغزی پس از سن ۵۵ سال، با گذشت هر دهه از زندگی دو برابر می‌شود (۵۷). در رابطه با مهار و کاهش عوامل مرتبط با سکته مغزی، تحقیقات متعددی

---

[۱۷] Core
[۱۸] Penumbra
[۱۹] Perfusion

تا بحال صورت گرفته است که در این مطالعات از مداخلات مختلفی استفاده شده است که یکی از کم خطرترین، کم هزینه‌ترین و موثرترین روش، تمرینات ورزشی شناخته شده است.

در این زمینه، مطالعات نشان داده‌اند فعالیت ورزشی یک استراتژی امیدوار کننده در جهت کاهش احتمال وقوع سکته و بازتوانی سریع‌تر پس از سکته، می‌باشد (۶۵) فعالیت و تمرینات ورزشی از طریق عوامل مختلف فیزیولوژیکی مانند: نروژنز، آنژیوژنز، سیناپتوژنز و...، باعث مهار و بهبود تغییرات فیزیولوژیکی مرتبط با سالمندی و سکته مغزی می‌شوند (۶۵, ۶۶). در حالی که مشخص شده انواع تمرینات ورزشی با فشارهای متابولیکی، مکانیکی و روانی مختلف، دارای تاثیرات متنوعی بر عملکرد مغز در سالمندی هستند که هر کدام می‌توانند باعث تحریک و مهار یک مسیر سیگنالینگ اختصاصی در جهت بهبود عملکرد عصبی مغز در سالمندی شوند (۶۷).

به طوری کلی تحقیقات در زمینه تاثیر تمرینات ورزشی بر روی عوامل مرتبط با سکته مغزی به صورت پیش شرطی سازی که تاثیر تمرینات ورزشی قبل از وقوع سکته سنجیده می‌شود و تمرینات در دوران توانبخشی که تاثیر تمرینات پس از سکته مورد بررسی قرار می‌گیرد که در این خصوص مطالعات حیوانی نیز نتایج قابل تاملی را ارائه کرده‌اند که در این خصوص در مطالعه‌ای فصیحیان و نورشاهی (۲۰۲۴) گزارش کرده‌اند که تمرینات تداومی با شدت متوسط و مدت فزاینده در مقایسه با تمرینات با شدت فزاینده، دارای تاثیرات معنی‌داری بر مهار مسیر آپوپتوز و بهبود عملکرد حسی حرکتی پس از سکته مغزی بودند (۶۸). همچنین در مطالعه ای به صورت کیفی به بررسی تاثیر تمرینات در منزل توسط افراد دچار سکته مغزی و سالمند پرداخته شد که در نهایت محققان گزارش کردند انجام تمرینات پس از سکته مغزی نیازمند بررسی دقیق شرایط بیماران از جنبه های مختلفی می‌باشد (۶۹).

در این راستا در تحقیق دیگری گریلی و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی تاثیر تمرینات تناوبی با شدت بالا همراه با تمرینات شناختی در افراد سالمند دچار سکته مغزی پرداختند که پس از ۵ جلسه گزارش کردند انجام تمرینات HIIT همراه با تمرینات شناختی باعث افزایش معنی‌دار بهبود عملکرد حرکتی و شناختی بیماران سالمند پس از سکته مغزی شد (۷۰). بر خلاف این نتایج در پژوهشی مینجا و همکاران (۲۰۲۳) گزارش کردند انجام ۱۲ هفته تمرینات هوازی با شدت متوسط نسبت گروه تمرینات دوگانه شناختی راه رفتن[20] دارای تاثیرات معنی داری در عملکرد حرکتی و شناختی در بیماران سکته مغزی بود (۷۱). علاوه بر آن در رابطه با تمرینات پیش آماده سازی در مقاله با سکته مغزی مطالعه‌ای در این زمینه نشان داده است که تمرینات با شدت بالا دارای اثر بخشی بیشتری نسبت به تمرینات با شدت متوسط هستند (۷۲).

با این حال با توجه به نتایج گزارش شده توسط محققان در این زمینه به نظر می‌رسد انجام تمرینات با شدت بالا همراه با تمرینات شناختی به صورت پش شرطی سازی جهت پیشگیری از سکته مغزی، می‌توانند دارای تاثیرات زیادی در جهت پیشگیری و بهبود

[20] dual-task cognitive walking

اختلالات ناشی از سکته مغزی باشند و به نظر می‌رسد انجام تمرینات ورزشی در شرایط پیش آماده سازی و توانبخشی دارای تفاوت‌های وابسته به شدت می‌باشند که در این خصوص نیاز به مطالعات بیشتر می‌باشد.

جدول ۳ .جدول مطعات مربوط به تاثیر انواع تمرینات ورزشی بر سکته مغزی

نویسندگان	شرکت کنندگان	مداخله	نتایج
منجا و همکاران (۲۰۲۳) (۷۸)	۳۴ قرد با میانگین سنی ۵۶ سال با تجربه سکته مغزی	تمرینات هوازی و تمرینات دوگانه به صورت اجرای تمرینات هوازی و شناختی/ ۱۲ هفته / ۳ جلسه در هفته	تمرینات هوازی باعث افزایش معنی داری نسبت به گروه تمرینات دوگانه در عوامل میزان توجه شناختی[۲۱] و کاهش اختلالات شناختی و درک تلاش شد.
گریلی و همکاران (۲۰۲۳) (۷۷)	۷۲ نفر سالمند با سابقه سکته مغزی و میانگین سنی ۴۰تا ۸۵ سال	تمرینات تناوبی با شدت بالا همراه با تمرینات عملکرد حرکتی/ گروه کنترل فقط تمرینات حرکتی/ ۵ جلسه	تمرینات HIIT همراه با تمرینات حرکتی باعث افزایش معنی دار سرعت پردازش نسبت به گروه کنترل شد. انجام تمرینات با شدت بالا همراه با تمرینات حرکتی باعث تغییرات شناختی و مطمئن در بیماران پس از سکته مغزی شد.
تینگ یه و همکاران (۲۰۲۱) (۷۳)	۵۶ نفر سالمند پس از سکته مغزی با میانگین سنی ۵۶ سال	گروه تمرینات هوازی/ گروه تمرینات شناختی کامپیوتر بیس/ گروه تمرینات ترکیبی تمرینات هوازی و تمرینات شناختی/ ۱۲ هفته/ ۳ روز در هفته/ هر جلسه ۶۰ دقیقه	گروه تمرینات ترکیبی باعث بهبود معنی داری در آزمون شناختی[۲۲] و WMS[۲۳] شد در حالی که تفاوت معنی داری بین عملکرد حرکتی، فعالیت روزانه و کیفیت زندگی بین گروه ها مشاهده نشد. تمرینات ترکیبی باعث بهبود عملکرد شناختی همراه با عملکرد حرکتی بیشتری شد که در آینده

[19] cognitive attention scores
[20] Montreal Cognitive Assessment
[21] Wechsler Memory Scale-Third Edition

			می‌تواند مورد بررسی های بیشتری قرار گیرد.
وو و همکاران (۲۰۲۰) (۷۴)	۳۱ فرد بالای ۵۰ سال ۴۸ ساعت پس از سکته	۱۲ هفته تمرینات نشستن و برخواستن و دوچرخه با شدت بالا	تمرینات زودهنگام شدت بالا پس از سکته توانسته بود تاثیرات مفیدی بر عملکرد حرکتی افراد بگذارد، اما نیاز به تحقیقات بیشتر در این زمینه می‌باشد.
لیو آمبروز و همکاران (۲۰۲۲) (۷۵)	۱۲۰ فرد مسن بالای ۵۵ سال چندین هفته پس از سکته	سه گروه: • تمرینات ورزشی شامل تمرینات قدرتی، هوازی و چابکی در مقیاس بورگ ۱۲ الی ۱۶ • تمرینات شناختی و ارتباط اجتماعی • تمرینات آرام سازی و تنفس عمیق و الگوی ایستادن ۲۴ هفته/۲ جلسه در هفته/ ۶۰ دقیقه	تمرینات ورزشی با سیستم‌های مختلف به صورت ترکیبی، می‌تواند تاثیرات مفیدی بر عملکرد شناختی افراد پس از سکته بگذارد.
ژنگ و همکاران (۲۰۱۹) (۷۶)	۱۷۰ فرد مسن بالای ۵۵ سال با احتمال بالای وقوع سکته	۱۲ هفته تمرینات تای چی	تمرینات تای چی توانست خون رسانی به مغز را در افراد مسن افزایش دهد و همچنین در کاهش احتمال وقوع سکته مغزی نقش داشت.

سالمندی و فعالیت ورزشی

فعالیت بدنی یک عامل بسیار مهم و تأثیرگذار بر فرآیند سالمندی می‌باشد. با این حال با توجه به شیوه‌های نوین تمرینات ورزشی، تا کنون تاثیرات مختلف تمرینات ورزشی به خوبی شناسایی نشده است (۷۷). در حالی که فعالیت ورزشی به نوبه خود با ساز و کارهای مختلفی که دارد باعث بهبود قابلیت‌های فیزیولوژیکی می‌شود که در طول فرآیند سالمندی تحت تاثیر قرار می‌گیرند و به صورت پیشرونده عملکرد ارگان‌های مختلف را کنترل می‌کنند (۷۸). کاهش قابلیت و عملکرد فیزیولوژیکی با افزایش احتمال بروز بیماری‌های مزمن در ارتباط بوده و از این رو فعالیت ورزشی به یکی از بهترین روش‌ها برای معکوس کردن تاثیرات مخرب سالمندی تبدیل شده است. در طی فرآیند سالمندی افزایش سن با اختلالات شناختی و همچنین اضطراب همراه می‌باشد. فعالیت ورزشی با ساز و کارهای مختلف می‌تواند باعث کاهش استرس و افزایش تاب آوری نسبت به عوامل استرس‌زا نیز شود (۷۹).

طبق نتایج مطالعات انجام شده، انواع مختلف فعالیت‌های ورزشی می‌تواند بر اختلالات پاتولوژیکی مرتبط با سالمندی و سیستم عصبی مانند: بیماری‌های آلزایمر، پارکینسون و سکته مغزی تاثیر چشمگیری داشته باشد. با وجود اینکه هنوز علت اصلی بروز این بیماری‌ها به طور کامل مشخص نشده‌است، اما تحقیقات توانسته‌اند ارتباط مثبتی بین فعالیت ورزشی و کاهش علائم این بیماری‌ها کشف کنند. کم تحرکی یکی از مهم‌ترین دلایل بروز بیماری‌های مختلف می‌باشد، از طرفی افزایش سن هم به نوبه خود باعث کاهش توانایی‌های حرکتی و جسمی می‌شود که این امر کم تحرکی فرد سالمند را به همراه خواهد داشت. مطالعات در این زمینه نشان داده‌اند که کم تحرکی یکی از دلایل موثر در بروز زود هنگام بیماری آلزایمر می‌باشد و از طرفی فعالیت ورزشی منجر به کاهش شاخص‌های زیستی مرتبط با این بیماری، از جمله پروتئین تاو و آمیلوبید بتا در مایع مغزی -نخاعی افراد سامند سالم شده است (۸۰). در مطالعات بالینی مرتبط با بیماری پارکینسون نیز، فعالیت ورزشی باعث بهبود علائم این بیماری شده است (۸۱). در این مطالعات مشاهده شده است که فعالیت ورزشی با شدت بالا علاوه بر ایمن بودن، تاثیرات مثبت چشمگیری بر شاخصه‌های بیماری پارکینسون داشته است (۸۲). همچنین مطالعات حیوانی در این زمینه نشان داده‌اند که فعالیت ورزشی از طریق حفاظت از نورون‌های تولید کننده دوپامین، میتوکندری‌ها و جلوگیری از تجمع پروتئین آلفاسینوکلئین باعث بهبود عملکرد حرکتی و علائم مرتبطه با بیماری پارکینسون می‌شوند (۸۳, ۸۴). در خصوص تاثیر فعالیت ورزشی بر سکته مغزی نیز مطالعات بسیاری انجام شده‌است. مطالعات بالینی اخیر نشان داده‌اند که فعالیت ورزشی تاثیر مثبتی بر پیشگیری از وقوع سکته و همچنین پیامدهای ناشی از آن در صورت وقوع سکته دارد که همچنین گزارش شده است که شدت سکته در افراد فعال کمتر بوده و بهبود پس از سکته نیز در افراد فعال بهتر از افراد غیر فعال می‌باشد (۸۵, ۸۶). فعالیت ورزشی از طریق افزایش خون‌رسانی و بهبود انتشار خون به مغز نقش پیشگیری کننده در وقوع سکته دارد و همچنین در بهبود آسیب‌های وارده پس از وقوع سکته موثر می‌باشد (۳۱,

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

۷۲). فعالیت ورزشی می‌تواند باعث بهبود متابولیسم گلوکز مغز، افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی، سطح هموگلوبین، پاسخ‌های التهابی و مرتبط با سیستم ایمنی، تعدیل غلظت نوروتروفین ها و پپتیدهای در گردش خون و همچنین کاهش غلظت پروتئین تاو و سطح کورتیزول نیز، شود (۸۷).

در خصوصی طراحی و تجویز فعالیت ورزشی، دو مولفه بسیار مهم شامل حجم و شدت فعالیت می‌باشند که با توجه به هدف تمرین متغییر خواهد بود. شدت فعالیت ورزشی نقش مهمی در میانجی‌گری اثرات مثبت ورزش بر اعمال شناختی دارد. مطالعات نشان داده‌اند تنها تمرینات ورزشی با شدت متوسط و بالا می‌توانند تاثیرات چشمگیری بر اعمال شناختی داشته باشند (۸۸). مقایسه تمرینات تناوبی با شدت بالا و شدت متوسط تداومی نشان داد که هر چه شدت فعالیت بیشتر باشد بهبود بیشتری در عملکرد قلبی تنفسی ایجاد خواهد شد و این امر می‌تواند کارکرد بهتر اعمال شناختی را با خود به همراه داشته باشد (۸۹). در خصوص حجم تمرین نیز نتایج تقریباً مشابه‌ای یافت شده که نشان می‌دهد افزایش حجم تمرین با بهبود بیشتر عملکرد قلبی-تنفسی و اعمال شناختی همراه بوده است (۹۰). نکته حائز اهمیت در خصوص حجم و شدت تمرین، تاثیرگذاری آن بر عملکرد سیستم عصبی می‌باشد. شدت و حجم بالاتر تمرینات با رعایت اصول تمرین(اضافه بار) می‌تواند بهبود بیشتری در عملکرد سیستم عصبی ایجاد کند که این اصل خود یک عامل تاثیرگذار بر اعمال شناختی می‌باشد که در تمرینات دوره توانبخشی و هم تمرینات پیش آماده سازی مرتبط با سکته مغزی از اهمیت بالایی برخوردارند (۹۱, ۹۲). در بیماری پارکینسون نیز نتایج مشابهی یافت شده است که نشان می‌دهد حجم و شدت فعالیت ورزشی نقش مهمی در مدیریت بیماری پارکینسون ایفا می‌کنند، به طوری که ورزش هوازی با شدت بالا در مقایسه با شدت متوسط در کاهش سرعت پیشرفت بیماری موثرتر بوده است و همچنین حجم بیشتر فعالیت بدنی با کاهش خطر ابتلا به بیماری پارکینسون مرتبط می‌باشد (۹۳). در رابطه با سکته مغزی نیز بر اساس نتایج به دست آمده در مطالعات، تمرینات ورزشی با شدت کم در فاز حاد تا یک هفته پس از سکته مغزی و تمرینات با شدت بالا در فاز مزمن، بیش از یک هفته پس از سکته مغزی می‌تواند برای رشد سلولهای عصبی آسیب‌دیده مفید باشد. فعالیت‌های ورزشی با حجم و شدت فزاینده را می‌توان یک استراتژی مناسب برای بهره‌مندی از این اثرات مفید در نظر گرفت (۶۵, ۹۴).

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

سالمندی و تمرینات دوگانه[۲۴]

تمرینات دوگانه شامل تمریناتی می‌باشند که اعمال شناختی و حرکتی فرد را به صورت همزمان درگیر می‌کنند. مطالعات نشان داده‌اند که این نوع تمرینات می‌توانند تاثیرات مفید بسیاری بر سالمندی بگذارند (۹۵). ترکیب تمرینات هوازی به همراه تمرینات مهارتی و شناختی می‌تواند یکی از بهترین روش‌ها برای بهبود اعمال شناختی و حرکتی افراد در طول دوره سالمندی باشد (۹۶). سازوکار موثر این تمرینات از طریق اصول یادگیری حرکتی و انجام وظیفه می‌باشد. افراد با انجام این تمرینات قابلیت‌های شناختی و حرکتی خود را برای انجام کارهای روزانه افزایش می‌دهند. مطالعات نشان داده‌اند این تمرینات می‌تواند باعث افزایش نوروپلاستیسیتی و رگزایی در بخش‌های مختلفی از مغز شود، از این رو روش تمرینی مناسب و بهینه‌ای برای به حداقل رساندن تاثیرات مخرب سالمندی می‌باشد (۹۷, ۹۸). در این راستا هانگ و همکاران (۲۰۲۴) در یک مطالعه فراتحلیلی گزارش کردند که انجام تمرینات دوگانه در افراد سالمند باعث تغییرات معنی‌داری در قابلیت شناختی و عملکرد حرکتی شد (۹۹).

از لحاظ اصول فیزیولوژیکی انجام تمرینات با فشارهای متابولیکی همراه با تمرینات شناختی و مهارتی باعث درگیری سیستم عصبی مرکزی و همچنین سایر ارگان‌های اسکلتی-عضلانی و قلبی-تنفسی می‌شود که به نظر می‌رسد انجام همزمان این نوع تمرینات نسبت به تمرینات به صورت مجزا، دارای اثر بخشی بسیار زیادتری بر سیستم عصبی و اختلالات ایجاد شده در اثر سالمندی مانند بیماری‌های آلزایمر، پارکینسون و سکته مغزی خواهند بود که در تحقیقی در این زمینه لانگهارتس و همکاران (۲۰۲۳) در یک مطالعه به بر رسی تاثیر تمرینات دوگانه بر روی بیماران پارکینسون و آلزایمر پرداختند که در نهایت گزارش کردند انجام تمرینات دوگانه باعث تغییرات متفاوتی بین بیماری‌های آلزایمر و پارکینسون شد در حالی که باعث بهبود قابلیت های حرکتی و شناختی در هر دو گروه شد (۱۰۰).

با این حال علی رغم مشخص شدن تاثیرات تمرینات دوگانه و در نظر گرفتن فرضیه مرتبط با فعالسازی عصبی و شناختی از لحاظ فیزیولوژیکی، به نظر می‌رسد انجام این نوع تمرینات دارای برتری چشمگیری نسبت به تمرینات استقامتی و قدرتی به صورت مجزا باشند در حالی که تا کنون مطالعات محدودی در این زمینه صورت گرفته است و از لحاظ کاربردی در بسیاری از مراکز درمانی سالمندان، همچنان از روش‌های سنتی تمرینات ورزشی استفاده می‌شود که در این صورت به نظر می‌رسد انجام تحقیقات گسترده و دقیق‌تر در این زمینه جهت تجویز بهترین نوع تمرینات برای افراد سالمند و دارای اختلالات عصبی، مورد نیاز می‌باشد.

[24] Dual task training

یافته‌ها: نتایج بررسی مروری مطالعه حاضر نشان داد که به طور کلی انجام تمرینات ورزشی باعث بهبود و پیشگیری اختلالات مغزی در بین افراد سالمند می‌شود که در این بین تمرینات ورزشی با توجه به فشارهای متابولیکی، مکانیکی و درگیری قسمت‌های مختلف سیستم عصبی مرکزی، می‌توانند تاثیرات متفاوتی را بر سلول‌های عصبی و عملکرد شناختی داشته باشند که طبق نتایج مطالعات گسترده در این زمینه، تمرینات ورزشی ترکیبی، که مسیرهای مختلف فیزیولوژیکی مانند درگیری عملکرد شناختی، تعادلی، قدرتی و حرکتی را در بر می‌گیرند، می‌توانند تاثیرات جامع‌تری نسبت به سایر تمرینات ورزشی که تنها یک عامل فیزیولوژیکی را در بر می‌گیرند، داشته باشند.

بحث: با توجه به افزایش جمعیت سالمندان در جوامع مختلف، اخیرا مداخلات زیادی در جهت مهار سیر رو به رشد عوامل پاتولوژیک در سالمندان مورد بررسی قرار گرفته است که طبق بررسی مطالعات انجام شده در این زمینه، مشخص شده است در بین عوامل فیزیولوژیکی مرتبط با سالمندی، تغییرات ساختاری و عملکردی سیستم عصبی مرکزی، نقش کلیدی در فرایند سالمندی را بازی می‌کند که در این بین گزارش‌های متعدی نشان داده‌اند که تمرینات ورزشی در مهار اختلالات سیستم عصبی در سالمندی نقش مهمی دارند.

از عمده اختلالات عصبی ناشی از سالمندی می‌توان آلزایمر، پارکینسون و سکته مغزی را نام برد که به طور شگفت انگیزی هر کدام از انواع تمرینات ورزشی می‌توانند اختصاصاً بر روی یک مسیر خاص، تاثیرات خود را جهت مهار فیزیولوژیکی این نوع اختلالات عصبی، لحاظ کنند به طور مثال مشخص شده است که در سالمندی مقادیر عامل نروتروفیک مشتق از مغز که در بازسازی و محافظت از سلول‌های عصبی نقش دارد کاهش می‌یابد (۳۵) و در اثر انجام تمرینات ورزشی این عامل در مغز افزایش می‌یابد که در بین تمرینات ورزشی، مشخص شده است که تمرینات ورزشی با شدت بالاتر باعث ترشح بیشتر این عامل مهم جهت مهار پیشروند زوال سلول‌های عصبی از طریق فرایند نروژنز، محافظت نرونی، مهار آپوپتوز در سالمندی شود (۳۷). در این راستا در مطالعه ای به بررسی تغییرات مهمترین مارکرهای موثر در بیماری آلزایمر و سالمندی، پرداخته شده است که در این مطالعه به بررسی تاثیر تمرینات هوازی با شدت بالا با وزن بدن بر مقادیر مارکرهای BDNF و phosphorylated-TAU پرداخته شد و در نهایت مشخص شد که انجام تمرینات با شدت بالا باعث افزایش معنی‌داری در مقادیر این عوامل و بهبود عملکرد حرکتی بیماران سالمند دچار آلزایمر شد (۳۳). در حالی که مشخص شده است انجام تمرینات شناختی همراه با هرگونه از تمرینات جسمانی با شدت‌های مختلف، میتواند اثربخشی تمرینات ورزشی را چندین برابر کند (۴۳). در مطالعه‌ای بوردهاوس و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کرده‌اند که انجام تمرینات مقاومتی با شدت فزاینده + تمرینات شناختی کامپیوتری باعث تغییرات حرکتی و شناختی معنی‌داری نسبت به گروه‌های تمرینات مجزا در افراد سالمند شد (۴۸).

همچنین، در رابطه تاثیر انواع مختلف تمرینات ورزشی بر روی بیماری پارکینسون در دوران سالمندی در تحقیقی به بررسی تاثیر تمرینات مقاومتی و تمرینات تناوبی با شدت بالا بر روی بیماری پارکینسون در افراد سالمند پرداخته شد که در نهایت گزارش شد که انجام هر دو نوع تمرینات HIIT و تمرینات مقاومتی، باعث بهبود عملکرد حرکتی و شناختی افراد سالمند دارای علائم بیماری پارکینسون شد و در نهایت پس از ارزیابی جامع مطالعات در این زمینه مشخص شد که انجام تمرینات تناوبی با شدت بالا همراه با تمرینات مقاومتی دارای تاثیرات هم افزایی (سینرژیک) بودند و باعث تغییرات بیشتر نسبت به هر کدام از این نوع تمرینات به صورت مجزا شدند (۴۹). در مقابل، مطالعه دیگری که به بررسی تاثیر انواع شدت‌های تمرینات ورزشی بر بهبود اختلالات ناشی از بیماری پارکینسون در سالمندان پرداخت، نشان داد که تفاوت معنی داری بین شدت تمرینات ورزشی در بهبود اختلالات عصبی ناشی از بیماری پارکینسون مرتبط با سالمندی وجود نداشت (۵۹). از طرفی، در رابطه با اختلالات ناشی از سکته مغزی نیز انواع تمرینات ورزشی با شدت‌های مختلف نیز تا کنون مورد بررسی‌های زیادی قرار گرفته است به عنوان مثال: تحقیقی گریلی و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی تاثیر تمرینات تناوبی با شدت بالا همراه با تمرینات شناختی در افراد سالمند دچار سکته مغزی پرداختند که پس از ۵ جلسه گزارش کردند انجام تمرینات HIIT همراه با تمرینات شناختی باعث افزایش معنی‌دار بهبود عملکرد حرکتی و شناختی بیماران سالمند پس از سکته مغزی شد (۷۰). بر خلاف این نتایج در پژوهشی مینجا و همکاران (۲۰۲۳) گزارش کردند انجام ۱۲ هفته تمرینات هوازی با شدت متوسط نسبت گروه تمرینات دوگانه شناختی راه رفتن[۲۵] دارای تاثیرات معنی داری در عملکرد حرکتی و شناختی در بیماران سکته مغزی بود (۷۱). با این حال، در رابطه با تمرینات پیش آماده سازی در مقابله با سکته مغزی مطالعه‌ای در این زمینه نشان داده است که تمرینات با شدت بالا دارای اثر بخشی بیشتری نسبت به تمرینات با شدت متوسط هستند (۷۲). با این حال به نظر می‌رسد با در نظر گرفتن مسیرهای متعدد و متفاوت فیزیولوژیکی و پاتولوژیکی در سیستم عصبی مرکزی در افراد سالمند، هر کدام از انواع تمرینات ورزشی می‌توانند باعث بهبود مسیر سیگنالینگ خاص در سلول‌های عصبی شوند که به طور کلی طبق بررسی انجام شده در این مطالعه مروری، به نظر می‌رسد که انجام تمرینات جسمانی همراه با تمرینات شناختی، می‌توانند بهترین راهکار جهت محافظت نرونی، مهار عوامل مخرب سلول‌های عصبی شود. با این حال، به عنوان محدودیت‌های اصلی در این زمینه می‌توان به عدم مطالعات و تحقیقات کافی با در نظر گرفتن بررسی بین تمرینات جسمانی، شناختی و ترکیبی (جسمانی+شناختی) در جامعه آماری سالمند با انواع بیماری‌های عصبی، اشاره کرد که پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده این موارد بیشتر مورد توجه محققان در زمینه اختلالات عصبی ناشی از سالمندی و انجام مداخلات ورزشی جهت شناخت بهترین روش تمرینات ورزشی و تجویز آن به بیماران و مراکز درمانی مرتبط با افراد سالمند، قرار گیرد.

[25] dual-task cognitive walking

نتیجه گیری: از آنجایی که فرآیند سالمندی با کاهش قابلیت‌های عملکردی و شناختی همراه است، انجام تمرینات ورزشی نیز با محدودیت‌ها و چالش‌های زیادی مواجه است. بطورکلی نتایج تحقیقات نشان می‌دهد فعالیت بدنی منظم به هر شکلی که باشد: انجام فعالیت بدنی در خانه ، یوگا، تمرین در اب ،تای چی، تمرین مقاومتی و ورزش های هوازی همگی با افزایش جریان خون مغزی و رگزایی، موجب تغییرات مناسبی در ساختار و عملکرد مغز شده و بدین ترتیب موجب بهبود شناخت می شوند. میزان این تغییرات بستگی به شدت یا مدت فعالیت بدنی دارد، چون در شدت های بالاتر میزان لاکتات در مایع مغزی -نخاعی بالا رفته ، میزان رگزایی و BDNF تولیدی را افزایش می دهد که این فرایندها موجب تغییرات سیناپس‌زایی و نورون زایی در نواحی مختلف مغزی می شود که احتمال وقوع ایسکمی و سکته مغزی را کاهش و از زوال مغز محافظت می کنند و احتمال بروز پارکینسون و سایر بیماری های شناختی کاهش می‌یابد. اما نکته حائز اهمیت در مورد تجویز تمرینات شدت بالا برای سالمندان، امکان پذیری و بی خطر بودن آن‌ها می‌باشد که نیاز حضور مداوم سالمندان در مکانهای مناسب ورزشی با نظارت مستقیم فیزیولوژیست های ورزش را می طلبد که با اجرای آزمون های سلامت درجه و شدت ورزش را برای سالمندان تعیین کنند. ایجاد مکان های ورزشی مناسب، امکانات حمل و نقل مناسب سالمندان از محل زندگی به مکانهای ورزشی ،امکان برگزاری ازمون های مناسب و تعیین شدت و کنترل شدت تمرینات ورزشی توسط متخصصین فیزیولوژیست ورزش در الویت های برنامه ریزی برای سالمندان قرار دارد و به طور کلی انجام تمرینات شناختی همراه با تمرینات با فشارهای مکانیکی و متابولیکی مختلف به نظر می‌رسد یک راهکار مناسب جهت حداکثر بهره‌وری از تمرینات ورزشی برای افراد سالمند در نظر گرفته شود و در نهایت به نظر می‌رسد انجام تمرینات به صورت متنوع با در نظر گرفتن شدت، مدت و نوع فعالیت بدنی مختلف می‌تواند مسیرهای مهم فیزیولوژیکی را فعال نموده و بهترین تاثیرات را از لحاظ فیزیولوژیکی بر سیستم عصبی افراد سالمند، اعمال کند که به این دلیل پیشنهاد می‌شود جهت مشاهده بیشترین تاثیر تمرینات ورزشی، با توجه به اصل ویژگی تمرینات ورزشی از تمامی طیف تمرینات مانند: تمرینات تداومی با شدت متوسط، تمرینات تناوبی با شدت بالا، تمرینات مقاومتی، به صورت همزمان با تمرینات شناختی، در برنامه ریزی تمرینات جهت مهار و پیشگیری اختلالات عصبی در افراد سالمند استفاده شود.

مشارکت نویسندگان

تمامی نویسندگان در اجرا و نگارش مقاله حاضر مشارکت داشته اند.

تعارض منافع

در این مطالعه هیچ گونه تضاد منافعی وجود ندارد.

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

منابع:

1. Guo J, Huang X, Dou L, Yan M, Shen T, Tang W, Li J. Aging and aging-related diseases: from molecular mechanisms to interventions and treatments. Signal Transduction and Targeted Therapy. 2022;7(1):391.
2. Nations U. World population ageing 2019 (st/esa/ser. a/444). Department of Economic and Social Affairs PD, editor New York, USA2020. 2020.
3. Kennedy BK, Berger SL, Brunet A, Campisi J, Cuervo AM, Epel ES, et al. Geroscience: linking aging to chronic disease. Cell. 2014;159(4):709-13.
4. Zia A, Pourbagher-Shahri AM, Farkhondeh T, Samarghandian S. Molecular and cellular pathways contributing to brain aging. Behavioral and Brain Functions. 2021;17(1):6.
5. Sutkowy P, Woźniak A, Mila-Kierzenkowska C, Szewczyk-Golec K, Wesołowski R, Pawłowska M, Nuszkiewicz J. Physical activity vs. redox balance in the brain: brain health, aging and diseases. Antioxidants. 2021;11(1):95.
6. Stillman CM, Esteban-Cornejo I, Brown B, Bender CM, Erickson KI. Effects of exercise on brain and cognition across age groups and health states. Trends in neurosciences. 2020;43(7):533-43.
7. Arksey H, O'Malley L. Scoping studies: towards a methodological framework. International journal of social research methodology. 2005;8(1):19-32.
8. Fjell AM, McEvoy L, Holland D, Dale AM, Walhovd KB, Initiative AsDN. What is normal in normal aging? Effects of aging, amyloid and Alzheimer's disease on the cerebral cortex and the hippocampus. Progress in neurobiology. 2014;117:20-40.
9. Grady C. The cognitive neuroscience of ageing. Nature Reviews Neuroscience. 2012;13(7):491-505.
10. Cabeza R, Albert M, Belleville S, Craik FI, Duarte A, Grady CL, et al. Maintenance, reserve and compensation: the cognitive neuroscience of healthy ageing. Nature Reviews Neuroscience. 2018;19(11):701-10.
11. Villemagne VL, Burnham S, Bourgeat P, Brown B, Ellis KA, Salvado O, et al. Amyloid β deposition, neurodegeneration, and cognitive decline in sporadic Alzheimer's disease: a prospective cohort study. The Lancet Neurology. 2013;12(4):357-67.
12. Levy G. The relationship of Parkinson disease with aging. Archives of neurology. 2007;64(9):1242-6.

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

13. López-Otín C, Blasco MA, Partridge L, Serrano M, Kroemer G. The hallmarks of aging. Cell. 2013;153(6):1194-217.

14. Shan ZY, Liu JZ, Sahgal V, Wang B, Yue GH. Selective atrophy of left hemisphere and frontal lobe of the brain in old men. The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences. 2005;60(2):165-74.

15. Guo T, Zhang D, Zeng Y, Huang TY, Xu H, Zhao Y. Molecular and cellular mechanisms underlying the pathogenesis of Alzheimer's disease. Molecular neurodegeneration. 2020;15(1):1-37.

16. Long JM, Holtzman DM. Alzheimer disease: an update on pathobiology and treatment strategies. Cell. 2019;179(2):312-39.

17. Association As. 2018 Alzheimer's disease facts and figures. Alzheimer's & Dementia. 2018;14(3):367-429.

18. Van Dyck CH, Swanson CJ, Aisen P, Bateman RJ, Chen C, Gee M, et al. Lecanemab in early Alzheimer's disease. New England Journal of Medicine. 2023;388(1):9-21.

19. Lopez-Ortiz S, Valenzuela PL, Seisdedos MM, Morales JS, Vega T, Castillo-Garcia A, et al. Exercise interventions in Alzheimer's disease: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Ageing research reviews. 2021;72:101479.

20. Van Praag H, Christie BR, Sejnowski TJ, Gage FH. Running enhances neurogenesis, learning, and long-term potentiation in mice. Proceedings of the National Academy of Sciences. 1999;96(23):13427-31.

21. Greenberg ME, Xu B, Lu B, Hempstead BL. New insights in the biology of BDNF synthesis and release: implications in CNS function. Journal of Neuroscience. 2009;29(41):12764-7.

22. Park H, Poo M-m. Neurotrophin regulation of neural circuit development and function. Nature Reviews Neuroscience. 2013;14(1):7-23.

23. Loprinzi PD, Frith E. A brief primer on the mediational role of BDNF in the exercise-memory link. Clinical physiology and functional imaging. 2019;39(1):9-14.

24. Kuipers SD, Bramham CR. Brain-derived neurotrophic factor mechanisms and function in adult synaptic plasticity: new insights and implications for therapy. Current opinion in drug discovery and development. 2006;9(5):580.

نسخه پیش از انتشار

25. Salehpour M, Khodagholi F, Zeinaddini Meymand A, Nourshahi M, Ashabi G. Exercise training with concomitant nitric oxide synthase inhibition improved anxiogenic behavior, spatial cognition, and BDNF/P70S6 kinase activation in 20-month-old rats. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism. 2018;43(1):45-53.

26. MacPherson RE. Filling the void: a role for exercise-induced BDNF and brain amyloid precursor protein processing. American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology. 2017;313(5):R585-R93.

27. Neeper SA, Góauctemez-Pinilla F, Choi J, Cotman C. Exercise and brain neurotrophins. Nature. 1995;373(6510):109-.

28. Reycraft JT, Islam H, Townsend LK, Hayward GC, Hazell TJ, MacPherson RE. Exercise intensity and recovery on circulating brain-derived neurotrophic factor. Med Sci Sports Exerc. 2020;52(5):1210-7.

29. Dinoff A, Herrmann N, Swardfager W, Lanctot KL. The effect of acute exercise on blood concentrations of brain-derived neurotrophic factor in healthy adults: a meta-analysis. European Journal of Neuroscience. 2017;46(1):1635-46.

30. Hashimoto T, Tsukamoto H, Ando S, Ogoh S. Effect of exercise on brain health: The potential role of lactate as a myokine. Metabolites. 2021;11(12):813.

31. Nay K, Smiles WJ, Kaiser J, McAloon LM, Loh K, Galic S, et al. Molecular mechanisms underlying the beneficial effects of exercise on brain function and neurological disorders. International Journal of Molecular Sciences. 2021;22(8):4052.

32. Lv S, Wang Q, Liu W, Zhang X, Cui M, Li X, Xu Y. Comparison of various exercise interventions on cognitive function in Alzheimer's patients: A network meta-analysis. Archives of Gerontology and Geriatrics. 2023;115:105113.

33. da Silva VF, Ribeiro DEC, Borges CJ, de Aquino Freire I, Militão AG, Delani D, et al. HIGH-INTENSITY BODY WEIGHT INTERVAL TRAINING MODIFIES NEUROCHEMISTRY IN AD DISEASE: PRELIMINARY DATA FROM A RANDOMIZED CONTROL TRIAL. Brain Disorders. 2024:100159.

34. Yamasaki T. Preventive strategies for cognitive decline and dementia: benefits of aerobic physical activity, especially open-skill exercise. Brain Sciences. 2023;13(3):521.

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

35. Delgado-Peraza F, Nogueras-Ortiz C, Simonsen AH, Knight DLD, Yao PJ, Goetzl EJ, et al. Neuron-derived extracellular vesicles in blood reveal effects of exercise in Alzheimer's disease. Alzheimer's research & therapy. 2023;15(1):156.

36. Frederiksen KS, Jensen CS, Høgh P, Gergelyffy R, Waldemar G, Andersen BB, et al. Aerobic exercise does not affect serum neurofilament light in patients with mild Alzheimer's disease. Frontiers in Neuroscience. 2023;17:1108191.

37. Vidoni ED, Perales J, Alshehri M, Giles A-M, Siengsukon CF, Burns JM. Aerobic exercise sustains performance of instrumental activities of daily living in early-stage Alzheimer's disease. Journal of geriatric physical therapy (2001). 2019;42(3):E129.

38. de Castro Cezar NO, Ansai JH, de Oliveira MPB, da Silva DCP, de Lima Gomes W, Barreiros BA, et al. Feasibility of improving strength and functioning and decreasing the risk of falls in older adults with Alzheimer's dementia: a randomized controlled home-based exercise trial. Archives of gerontology and geriatrics. 2021;96:104476.

39. Broadhouse KM, Singh MF, Suo C, Gates N, Wen W, Brodaty H, et al. Hippocampal plasticity underpins long-term cognitive gains from resistance exercise in MCI. NeuroImage: Clinical. 2020;25:102182.

40. Yu F, Vock DM, Zhang L, Salisbury D, Nelson NW, Chow LS, et al. Cognitive effects of aerobic exercise in Alzheimer's disease: a pilot randomized controlled trial. Journal of Alzheimer's Disease. 2021;80(1):233-44.

41. Krause-Sorio B, Siddarth P, Kilpatrick L, Milillo MM, Aguilar-Faustino Y, Ercoli L, et al. Yoga prevents gray matter atrophy in women at risk for Alzheimer's disease: a randomized controlled Trial. Journal of Alzheimer's Disease. 2022;87(2):569-81.

42. Zaman V, Shields DC, Shams R, Drasites KP, Matzelle D, Haque A, Banik NL. Cellular and molecular pathophysiology in the progression of Parkinson's disease. Metabolic brain disease. 2021;36:815-27.

43. Lee A, Gilbert RM. Epidemiology of Parkinson disease. Neurologic clinics. 2016;34(4):955-65.

44. Morens D, Davis J, Grandinetti A, Ross G, Popper J, White L. Epidemiologic observations on Parkinson's disease: incidence and mortality in a prospective study of middle-aged men. Neurology. 1996;46(4):1044-50.

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

45. Ascherio A, Schwarzschild MA. The epidemiology of Parkinson's disease: risk factors and prevention. The Lancet Neurology. 2016;15(12):1257-72.

46. Mak MK, Wong-Yu IS, Shen X, Chung CL. Long-term effects of exercise and physical therapy in people with Parkinson disease. Nature Reviews Neurology. 2017;13(11):689-703.

47. Tsukita K, Sakamaki-Tsukita H, Takahashi R. Long-term effect of regular physical activity and exercise habits in patients with early Parkinson disease. Neurology. 2022;98(8):e859-e71.

48. Feng Y-S, Yang S-D, Tan Z-X, Wang M-M, Xing Y, Dong F, Zhang F. The benefits and mechanisms of exercise training for Parkinson's disease. Life sciences. 2020;245:117345.

49. Ramos TL, de Sousa Fernandes MS, da Silva Fidelis DE, de Carvalho Martins JC, Filho EMAA, do Nascimento HR, et al. Impacts of High-Intensity Aerobic and Resistance Training on Functional Capacity of Patients with Parkinson's Disease: A Systematic Review Impactos do treinamento aeróbico e resistido de alta intensidade na capacidade funcional de pacientes com doença de Parkinson: uma.

50. Kathia MM, Duplea S-G, Bommarito JC, Hinks A, Leake E, Shannon J, et al. High-Intensity Interval vs. Moderate-Intensity Continuous Training in Parkinson's Disease: A Randomized Trial. Journal of Applied Physiology. 2024.

51. Tsai C-L, Lin T-K. High-intensity interval vs. continuous moderate-intensity aerobic exercise for improving neurotransmitter level and neurocognitive performance in individuals with Parkinson's disease. Mental Health and Physical Activity. 2023;24:100516.

52. Sacheli MA, Neva JL, Lakhani B, Murray DK, Vafai N, Shahinfard E, et al. Exercise increases caudate dopamine release and ventral striatal activation in Parkinson's disease. Movement Disorders. 2019;34(12):1891-900.

53. Chen Y, Chen Y. The impact of combined aerobic and resistance exercise on the prognosis of early Parkinson's disease patients. Technology and Health Care. (Preprint):1-10.

54. van der Kolk NM, de Vries NM, Kessels RP, Joosten H, Zwinderman AH, Post B, Bloem BR. Effectiveness of home-based and remotely supervised aerobic exercise in Parkinson's disease: a double-blind, randomised controlled trial. The Lancet Neurology. 2019;18(11):998-1008.

55. Johansson ME, Cameron IG, Van der Kolk NM, de Vries NM, Klimars E, Toni I, et al. Aerobic exercise alters brain function and structure in Parkinson's disease: a randomized controlled trial. Annals of neurology. 2022;91(2):203-16.

56. Kwok JY, Kwan JC, Auyeung M, Mok VC, Lau CK, Choi K, Chan HY. Effects of mindfulness yoga vs stretching and resistance training exercises on anxiety and depression for people with Parkinson disease: a randomized clinical trial. JAMA neurology. 2019;76(7):755-63.
57. Kalaria RN, Akinyemi R, Ihara M. Stroke injury, cognitive impairment and vascular dementia. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease. 2016;1862(5):915-25.
58. Pan J, Konstas A-A, Bateman B, Ortolano GA, Pile-Spellman J. Reperfusion injury following cerebral ischemia: pathophysiology, MR imaging, and potential therapies. Neuroradiology. 2007;49:93-102.
59. Lan C, Chen X, Zhang Y, Wang W, Wang WE, Liu Y, et al. Curcumin prevents strokes in stroke-prone spontaneously hypertensive rats by improving vascular endothelial function. BMC cardiovascular disorders. 2018;18(1):1-10.
60. Musuka TD, Wilton SB, Traboulsi M, Hill MD. Diagnosis and management of acute ischemic stroke: speed is critical. Cmaj. 2015;187(12):887-93.
61. Sridharan SE, Unnikrishnan J, Sukumaran S, Sylaja P, Nayak SD, Sarma PS, Radhakrishnan K. Incidence, types, risk factors, and outcome of stroke in a developing country: the Trivandrum Stroke Registry. Stroke. 2009;40(4):1212-8.
62. Khoshnam SE, Winlow W, Farzaneh M, Farbood Y, Moghaddam HF. Pathogenic mechanisms following ischemic stroke. Neurological Sciences. 2017;38:1167-86.
63. Schurr A. Energy metabolism, stress hormones and neural recovery from cerebral ischemia/hypoxia. Neurochemistry international. 2002;41(1):1-8.
64. Paul S, Candelario-Jalil E. Emerging neuroprotective strategies for the treatment of ischemic stroke: An overview of clinical and preclinical studies. Experimental neurology. 2021;335:113518.
65. Fasihiyan M, Taheri M, Ebrahim K, Nourshahi M. Review of the effect of different types of exercise on cellular-molecular changes of neurons in the rehabilitation period after ischemic stroke. 2022.
66. Morland C, Andersson KA, Haugen ØP, Hadzic A, Kleppa L, Gille A, et al. Exercise induces cerebral VEGF and angiogenesis via the lactate receptor HCAR1. Nature communications. 2017;8(1):15557.

نسخه پیش از انتشار

67. Chen F-T, Hopman RJ, Huang C-J, Chu C-H, Hillman CH, Hung T-M, Chang Y-K. The effect of exercise training on brain structure and function in older adults: a systematic review based on evidence from randomized control trials. Journal of clinical medicine. 2020;9(4):914.
68. FASIHIYAN M, NOURSHAHI M. Continuous exercises with different intensities and effectiveness on the anti-apoptotic BAX/BCL-2/Caspase-3 pathway in the rehabilitation period after stroke in male Sprague-Dawley rats. Sport Physiology. 2023;15(60):87-106.
69. Zhang Y, Qiu X, Jin Q, Ji C, Yuan P, Cui M, et al. Influencing factors of home exercise adherence in elderly patients with stroke: A multiperspective qualitative study. Frontiers in Psychiatry. 2023;14:1157106.
70. Greeley B, Larssen BC, Ferris J, Yeganeh NM, Andrushko JW, Chau B, et al. High-intensity exercise paired with motor practice benefits cognitive performance in stroke and older adults. MedRxiv. 2023:2023.02. 09.23285669.
71. Maeneja R, Silva CR, Ferreira IS, Abreu AM. Aerobic physical exercise versus dual-task cognitive walking in cognitive rehabilitation of people with stroke: a randomized clinical trial. Frontiers in Psychology. 2023;14:1258262.
72. Rezaei R, Nasoohi S, Haghparast A, Khodagholi F, Bigdeli MR, Nourshahi M. High intensity exercise preconditioning provides differential protection against brain injury following experimental stroke. Life sciences. 2018;207:30-5.
73. Yeh T-T, Chang K-C, Wu C-Y, Chen C-J, Chuang I-C. Clinical efficacy of aerobic exercise combined with computer-based cognitive training in stroke: a multicenter randomized controlled trial. Topics in Stroke Rehabilitation. 2022;29(4):255-64.
74. Wu W-X, Zhou C-Y, Wang Z-W, Chen G-Q, Chen X-L, Jin H-M, He D-r. Effect of early and intensive rehabilitation after ischemic stroke on functional recovery of the lower limbs: a pilot, randomized trial. Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases. 2020;29(5):104649.
75. Liu-Ambrose T, Falck RS, Dao E, Best JR, Davis JC, Bennett K, et al. Effect of Exercise Training or Complex Mental and Social Activities on Cognitive Function in Adults With Chronic Stroke: A Randomized Clinical Trial. JAMA Network Open. 2022;5(10):e2236510-e.
76. Zheng G, Zheng X, Li J, Duan T, Ling K, Tao J, Chen L. Effects of tai chi on cerebral hemodynamics and health-related outcomes in older community adults at risk of ischemic stroke: a randomized controlled trial. Journal of Aging and Physical Activity. 2019;27(5):678-87.

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

77. Pedersen BK, Saltin B. Exercise as medicine–evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2015;25:1-72.

78. Fleg JL, Morrell CH, Bos AG, Brant LJ, Talbot LA, Wright JG, Lakatta EG. Accelerated longitudinal decline of aerobic capacity in healthy older adults. Circulation. 2005;112(5):674-82.

79. Babaei A, Nourshahi M, Fani M, Entezari Z, Jameie SB, Haghparast A. The effectiveness of continuous and interval exercise preconditioning against chronic unpredictable stress: Involvement of hippocampal PGC-1α/FNDC5/BDNF pathway. Journal of Psychiatric Research. 2021;136:173-83.

80. Liang KY, Mintun MA, Fagan AM, Goate AM, Bugg JM, Holtzman DM, et al. Exercise and Alzheimer's disease biomarkers in cognitively normal older adults. Annals of neurology. 2010;68(3):311-8.

81. Frazzitta G, Balbi P, Maestri R, Bertotti G, Boveri N, Pezzoli G. The beneficial role of intensive exercise on Parkinson disease progression. American journal of physical medicine & rehabilitation. 2013;92(6):523-32.

82. Schenkman M, Moore CG, Kohrt WM, Hall DA, Delitto A, Comella CL, et al. Effect of high-intensity treadmill exercise on motor symptoms in patients with de novo Parkinson disease: a phase 2 randomized clinical trial. JAMA neurology. 2018;75(2):219-26.

83. Lau YS, Patki G, Das-Panja K, Le WD, Ahmad SO. Neuroprotective effects and mechanisms of exercise in a chronic mouse model of Parkinson's disease with moderate neurodegeneration. European Journal of Neuroscience. 2011;33(7):1264-74.

84. Shin M-S, Kim T-W, Lee J-M, Ji E-S, Lim B-V. Treadmill exercise alleviates nigrostriatal dopaminergic loss of neurons and fibers in rotenone-induced Parkinson rats. Journal of exercise rehabilitation. 2017;13(1):30.

85. Schmidt W, Endres M, Dimeo F, Jungehulsing GJ. Train the vessel, gain the brain: physical activity and vessel function and the impact on stroke prevention and outcome in cerebrovascular disease. Cerebrovascular diseases. 2013;35(4):303-12.

86. Kramer SF, Hung SH, Brodtmann A. The impact of physical activity before and after stroke on stroke risk and recovery: a narrative review. Current neurology and neuroscience reports. 2019;19:1-9.

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

87. Abdullahi A, Wong TW-L, Ng SS-M. Understanding the mechanisms of disease modifying effects of aerobic exercise in people with Alzheimer's disease. Ageing Research Reviews. 2024:102202.

88. Müller P, Duderstadt Y, Lessmann V, Müller NG. Lactate and BDNF: key mediators of exercise induced neuroplasticity? Journal of Clinical Medicine. 2020;9(4):1136.

89. Kovacevic A, Fenesi B, Paolucci E, Heisz JJ. The effects of aerobic exercise intensity on memory in older adults. Applied physiology, nutrition, and metabolism. 2020;45(6):591-600.

90. Vidoni ED, Johnson DK, Morris JK, Van Sciver A, Greer CS, Billinger SA, et al. Dose-response of aerobic exercise on cognition: a community-based, pilot randomized controlled trial. PloS one. 2015;10(7):e0131647.

91. Heisz JJ, Waddington EE. The principles of exercise prescription for brain health in aging. Exercise, Sport, and Movement. 2023;2(1):1-5.

92. Taheri M, Ebrahim K, Nemati J. The effect of precondition with continuous and high-intensity interval training on angiogenic factors in the td-MCAO stroke model. Sport Physiology. 2023;15(59):97-114.

93. Langeskov-Christensen M, Franzén E, Hvid LG, Dalgas U. Exercise as medicine in Parkinson's disease. Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry. 2024.

94. Alehossein P, Taheri M, Tayefeh Ghahremani P, Dakhlallah D, Brown CM, Ishrat T, Nasoohi S. Transplantation of exercise-induced extracellular vesicles as a promising therapeutic approach in ischemic stroke. Translational Stroke Research. 2023;14(2):211-37.

95. Brustio PR, Rabaglietti E, Formica S, Liubicich ME. Dual-task training in older adults: The effect of additional motor tasks on mobility performance. Archives of gerontology and geriatrics. 2018;75:119-24.

96. Uysal İ, Başar S, Aysel S, Kalafat D, Büyüksünnetçi AÖ. Aerobic exercise and dual-task training combination is the best combination for improving cognitive status, mobility and physical performance in older adults with mild cognitive impairment. Aging Clinical and Experimental Research. 2023;35(2):271-81.

97. Jardim NYV, Bento-Torres NVO, Costa VO, Carvalho JPR, Pontes HTS, Tomás AM, et al. Dual-task exercise to improve cognition and functional capacity of healthy older adults. Frontiers in Aging Neuroscience. 2021;13:589299.

نسخه پیش از انتشار

98. Wollesen B, Voelcker-Rehage C. Training effects on motor–cognitive dual-task performance in older adults. European Review of Aging and Physical Activity. 2014;11(1):5-24.
99. 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.
100. Longhurst JK, Rider JV, Cummings JL, John SE, Poston B, Landers MR. Cognitive-motor dual-task interference in Alzheimer's disease, Parkinson's disease, and prodromal neurodegeneration: A scoping review. Gait & Posture. 2023.

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار