The Effect of Aerobic Exercise on Neural Networks of Attention and Working Memory

Mahta Eskandarnejad, Fahimeh Rezaei*

Department of Motor Behavior, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran

Article Info:

Received: **1 Feb 2017** ***Revised:*** **27 Jul 2017** ***Accepted*****: 28 Aug 2017**

ABSTRACT

Introduction: Exercise and physical activity have positive impacts on the physical and mental functions. However, their impact on cognitive functions needs to be elucidated in further details. Therefore, the present study was performed to determine the effect of aerobic exercise on neural network of attention and working memory. ***Materials and Methods:*** In this semi- experimental study, 20 inactive women with mean age of 22.65±2.03 years were selected by available sampling and equally divided into experimental and control groups. The experimental group participated in 16 sessions of aerobic exercise. Before and after the completion of training intervention, participant's performance was assessed using attention network test and N-back task. Data were analyzed by the multivariable analysis of covariance method. ***Results:*** Our results showed that working memory in the experimental group was significantly increased compared to the control group. However, there were no significant differences in orienting network of attention. ***Conclusion:*** Our data are in line with the use of aerobic exercise to reinforce working memory. In addition, it seems that the impact of aerobic exercise on cognition is selective and depends on the nature of the targeted cognitive function as well as their brain substrates.

Key words:

1. Psychological Phenomena
2. Memory, Short-Term
3. Exercise
4. Psychophysiology
5. Attention

***Corresponding Author:** Fahimeh Rezaei

E-mail: *f.rezaei.tu@gmail.com*

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/shefa.6.2.31]

تأثیر ورزش هوازی بر شبکه‌های عصبی توجه و حافظهٔ کاری

مهتا اسکندرنژاد، فهیمه رضائی*

گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۳ بهمن ۱۳۹۵ **اصلاحیه:** ۵ مرداد ۱۳۹۶ **تاریخ پذیرش:** ۶ شهریور ۱۳۹۶

چـــــکیده

مقدمه: ورزش و فعالیت جسمانی اثرات مثبتی بر عملکردهای جسمی و روانی دارند. اما نیاز است تأثیر آن‌ها بر عملکردهای شناختی با جزئیات بیشتری توضیح داده شود. بنابراین مطالعهٔ حاضر به‌منظور بررسی اثر ورزش هوازی بر شبکه‌های عصبی توجه و حافظهٔ کاری انجام شد. ***مواد و روش‌ها:*** در این مطالعهٔ نیمه تجربی، ۲۰ زن غیر فعال با میانگین سنی ۲/۰۳ ± ۲۲/۶۵ سال به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند و به طور مساوی به گروه‌های تجربی و کنترل تقسیم شدند. گروه تجربی در ۱۶ جلسه ورزش هوازی شرکت کردند. پیش و پس از اتمام مداخلهٔ تمرینی، عملکرد شرکت‌کنندگان با استفاده از آزمون شبکه‌های توجه و تکلیف ان‌بک مورد بررسی قرار گفت. داده‌ها با استفاده از روش تحلیل کوواریانس چند متغیره مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. ***یافته‌ها:*** نتایج ما نشان داد که حافظهٔ کاری در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی‌داری افزایش داشت. با این حال تفاوت معنی‌داری در شبکهٔ موقعیت‌یابی توجه وجود نداشت. ***نتیجه‌گیری:*** داده‌های ما در راستای استفاده از ورزش هوازی به‌منظور بهبود حافظهٔ کاری است. علاوه بر این به نظر می‌رسد که تأثیر ورزش هوازی بر شناخت انتخابی بوده و به ماهیت عملکرد شناختی هدفمند و همچنین بسترهای مغزی آن‌ها بستگی دارد.

کلید واژه‌ها:

۱. آثار روانشناسی
۲. حافظهٔ کوتاه‌مدت
۳. ورزش
۴. فیزیولوژی روانشناسی
۵. توجه

* **نویسنده مسئول:** فهیمه رضائی

آدرس الکترونیکی: *f.rezaei.tu@gmail.com*

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/shefa.6.2.31]

مقدمه

محتوای ذهن انسان در هر لحظه از زمان، تحت کنترل کامل محرکات محیطی اطراف نیست، بلکه بخشی از اطلاعات ادراکی در دسترس از محیط را به‌منظور پردازش دقیق‌تر برمی‌گزینند و به سایر اطلاعات اجازهٔ ورود به سامانهٔ پردازشی را نمی‌دهد؛ به این فرایند فعال انتخاب ادراکی، توجه گویند (۱). توجه یکی از مهم‌ترین عملکردهای اساسی در مغز انسان است که مؤلفه‌های آن پایه‌ای برای فرایندهای شناختی دیگر است (۲)؛ از این رو، اهمیت خاص آن در میان محققان، علاوه بر کاربردهای ویژه‌اش در زمینه‌های مختلف، به دلیل تأثیر بارز آن بر افزایش و یا کاهش شدت سایر فعالیت‌هاست (۳). گرچه اعتقاد عموم بر این است که توجه یک ویژگی کلی از تمام مغز است، با این حال مطالعات تصویربرداری عصبی از وجود شبکه‌های خاص در مناطق عصبی که درگیر کارکردهای مرتبط با توجه هستند، حاکی است (۴).

بر اساس مدل عصب شناختی پوسنر و پترسین[1]، توجه مربوط به عملکرد سه شبکهٔ عصبی هشدار[2]، موقعیت‌یابی[3] و کنترل اجرایی[4] است (۵). در این مدل، شبکهٔ موقعیت‌یابی به توانایی انتخاب و انتقال توجه به سمت محرک‌های دریافتی اشاره دارد (۶) و با توجه بینایی -فضایی انتخابی که به‌عنوان توانایی انتخاب قسمتی از فضای بینایی -فضایی برای پردازش کارآمد اطلاعات منشعب شده از آن فضا تعریف می‌شود (۷)، ارتباط نزدیکی دارد. موقعیت‌یابی توجه می‌تواند ارادی[5] (بالا به پایین و کنترل شده)، غیرارادی[6] (پایین به بالا و رفلکسی)، آشکار[7] (با حرکت سر / چشم)، پنهان[8] (بدون حرکت سر / چشم)، مبتنی بر محل[9] (جهت‌گیری به مکان‌های فضایی) و مبتنی بر شیء[10] (جهت‌گیری به اشیاء) باشد (۸). این شبکه از توجه در برگیرندهٔ میدان دید پیشانی[11]، مناطق آهیانهٔ فوقانی[12] و اتصال گیجگاهی –آهیانه‌ای[13] است. با این حال برخی مطالعات به نقش مناطق تحت قشری از جمله هستهٔ پولوینار[14] از تالاموس و برجستگی فوقانی[15] در موقعیت‌یابی توجه پی برده‌اند (۶، ۴).

یکی از عوامل تأثیرگذار بر کارکردهای توجه، میزان فعالیت بدنی افراد و داشتن سبک زندگی فعال است (۹). در مجموعه‌ای از مطالعات صورت گرفته توسط پسکی[16] و همکاران (۲۰۱۱، ۲۰۰۷، ۲۰۰۳) نشان داده شد که ورزش هوازی، انعطاف‌پذیری انتقال تمرکز توجه در فضا را افزایش می‌دهد (۱۲-۱۰). سانابریا[17] و همکاران نیز در مطالعه روی ۲۰ جوان بزرگسال به این نتیجه رسیدند که در مقایسه با حالت استراحت، کارایی توجه فضایی در حین و بلافاصله بعد یک جلسه فعالیت بدنی تعدیل می‌شود (۱۳). به طورکلی مطالعات نشان داده‌اند فعالیت بدنی در پیشگیری از کاهش عملکرد شناختی و بهبود عملکرد ذهنی و شناختی نقش دارد (۹). از دیگر توانایی‌های عالی مغز، حافظه است که به توانایی انسان در به‌خاطرسپاری، یادداری و یادآوری اطلاعات معروف است (۱۴). از نظر فیزیولوژیکی، شکل‌گیری حافظه در مغز انسان به واسطهٔ تغییراتی در قابلیت هدایت سیناپسی از نورونی به نورون بعد بر اثر فعالیت عصبی پیشین ایجاد می‌شود که این تغییرات به نوبهٔ خود باعث پیدایش مسیرهای تازه یا مسیرهای تسهیلی برای هدایت پیام‌ها در مدارهای عصبی مغز می‌گردند (۱۵). تاکنون تقسیم‌بندی‌های متفاوتی برای حافظه صورت گرفته است که یک نوع از آن حافظهٔ کاری است. حافظهٔ کاری که ترکیبی قدیمی از توجه، تمرکز و حافظهٔ کوتاه‌مدت است (۱۴)، یک نظام ذهنی است که وظیفهٔ آموزش و پردازش موقتی اطلاعات را برای انجام یک رشته از تکالیف شناختی پیچیده نظیر فهمیدن، اندیشه کردن، محاسبه کردن، استدلال کردن و یاد گرفتن را بر عهده دارد (۱۶). چندین جایگاه در مغز از جمله قشر پیش‌پیشانی[18] (۱۸، ۱۷) و نواحی فوقانی و تحتانی آهیانه وجود دارد که در حافظهٔ کاری نقش مهمی دارند (۱۷). مطالعات بسیاری نشان داده‌اند که ورزش و فعالیت بدنی از اصلی‌ترین ساز و کارهای دخیل در حافظهٔ کاری نیز می‌باشد. بر اساس یافته‌های مارتینز[19] و همکاران، فعالیت هوازی حافظهٔ کاری را به طور معنی‌داری تقویت می‌کند (۱۹).

نتایج تحقیق ماریا[20] و همکاران نیز حاکی از اثرات سودمند فعالیت هوازی بر حافظهٔ کاری بود (۱۸). در این راستا، مکانیسم‌های متعددی برای توضیح رابطهٔ فعالیت بدنی و شناخت ارائه شده است. این مکانیسم‌ها در دو مقولهٔ فیزیولوژیکی و یادگیری -رشدی[21] جای می‌گیرند. مکانیسم‌های فیزیولوژیکی مانند افزایش جریان خون مغز، تغییرات در ناقلین عصبی مغز، تغییرات ساختاری در سیستم عصبی مرکزی و سطوح برانگیختگی اصلاح

[1] Posner and Petersen
[2] Alerting
[3] Orienting
[4] Executive control
[5] Voluntary
[6] Involuntary
[7] Overt
[8] Covert
[9] Location-based
[10] Object-based
[11] Frontal eye fields
[12] Superior parietal
[13] Temporal parietal junction
[14] Pulvinar
[15] Superior colliculus
[16] Pesce
[17] Sanabria
[18] Prefrontal cortex
[19] Marins
[20] Moriya
[21] Learning-developmental

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.29252/shefa.6.2.31]

شده، تغییرات فیزیکی حاصل از فعالیت بدنی می‌باشند. اما بر اساس مکانیسم‌های یادگیری -رشدی، ورزش و فعالیت بدنی فراهم کنندهٔ تجربیات آموزنده‌ای که برای رشد شناختی مناسب ضروری است، می‌باشد و موجب تحریک رشد شناختی می‌گردد (۲۰). لذا با نظر به اینکه اختلال در توجه، تمرکز و حافظه، موجب کاهش سطح عملکردهای شناختی و افت کارایی عملکرد فردی شده و همهٔ جنبه‌های زندگی شامل عملکرد تحصیلی، آموزشی، شغلی، روابط اجتماعی و تقریباً همهٔ فعالیت‌های روزمره را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲۱)، ضرورت و اهمیت توسعهٔ تحقیقات در این زمینه به صورت تجربی، به‌منظور پی بردن به این موضوع که با استفاده از چه راهکارهایی می‌توان به افراد جامعه در توسعهٔ عملکردهای ذهنی و شناختی کمک کرد، احساس می‌شود. همچنین، با مطالعهٔ ادبیات پژوهش مشاهده می‌گردد که اثر مثبت ورزش و فعالیت‌های فیزیکی بر عملکردهای شناختی بیشتر در کودکان، سالمندان و برخی از جمعیت‌های بالینی گزارش شده است و در مقابل تحقیقات بسیار کمی مزایای آن را روی افراد جوان و سالم بررسی کرده‌اند (۲۲). این درحالی است که جوانان هر کشور در آینده‌ای نزدیک عهده‌دار مشاغل کلیدی خواهند بود و به‌عنوان سرمایه‌های یک کشور محسوب می‌شوند؛ لذا پرداختن به این مسأله که آیا جوانان نیز می‌توانند همانند سایر اقشار جامعه از مزایای ورزش در جهت ارتقاء عملکردهای شناختی خود سود ببرند یا خیر، نیز حائز اهمیت می‌باشد. به طور کلی، هدف از انجام این تحقیق، بررسی تأثیر ورزش هوازی بر شبکهٔ موقعیت‌یابی توجه و حافظهٔ کاری در جوانان بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی بوده و به لحاظ روش، نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون -پس‌آزمون با گروه کنترل است. شرکت‌کنندگان این تحقیق را دانشجویان دختر دانشگاه تبریز در سال تحصیلی ۹۵-۱۳۹۴ تشکیل دادند. به‌منظور گردآوری نمونهٔ پژوهش، از دانشجویانی که در دسترس بودند دعوت به عمل آمد که در صورت تمایل در تحقیق شرکت کنند. در یک جلسهٔ هماهنگی، بعد از ارائهٔ اطلاعات لازم به علاقمندان شرکت‌کننده در تحقیق، با توزیع و جمع‌آوری پرسشنامهٔ محقق ساخته (شامل سؤالاتی در مورد اطلاعات فردی، وضعیت بینایی، سوابق پزشکی و پیشینهٔ ورزشی) و پرسشنامهٔ سلامت عمومی (GHQ-12)[22]، ۲۰ نفر از افرادی که حائز شرایط ورود به مطالعه بودند، به‌عنوان نمونهٔ آماری (با متوسط سنی ۲/۰۳ ± ۲۲/۶۵ سال) انتخاب و در دو گروه تجربی (با متوسط سنی ۲/۰۷ ± ۲۲/۱ سال) و کنترل (با متوسط سنی ۱/۹۳ ± ۲۳/۲ سال) به تعداد برابر تخصیص داده شدند. وضعیت بینایی نرمال یا اصلاح شده، نداشتن سابقهٔ بیماری خاص، کسب نمرهٔ قابل قبول در پرسشنامهٔ سلامت عمومی، فاقد عضویت در باشگاه‌های ورزشی و نداشتن فعالیت منظم و روتین ورزشی حداقل در دو سال قبل از انجام پژوهش، از جمله معیارهای ورود آزمودنی‌ها به این پژوهش بود. همچنین در ادامه، پرسشنامهٔ آمادگی برای فعالیت بدنی (PAR-Q)[23] به‌منظور اطمینان از توانایی شرکت‌کنندگان گروه تجربی برای شرکت و به اتمام رساندن دورهٔ تمرینی، بین آنان توزیع و جمع‌آوری شد. انتخاب این تعداد شرکت‌کننده برای هر گروه بر اساس نمونه تحقیقات مشابه گذشته انجام شد (۲۳). همچنین در کتاب‌های آماری ذکر شده است که در تحقیق نیمه تجربی معمولاً بین ۸ تا ۱۵ نفر شرکت داده می‌شود (۲۴).

در این تحقیق به‌منظور اندازه‌گیری کارایی شبکهٔ موقعیت‌یابی توجه، از آزمون شبکه‌های توجه (ANT)[24] استفاده شد. این آزمون نرم‌افزاری که در سال ۲۰۰۲ توسط فن[25] و همکاران طراحی شده است، به طور گسترده‌ای برای اندازه‌گیری بهره‌وری شبکه‌های توجه با ارزیابی زمان واکنش در پاسخ به محرک‌های بینایی استفاده می‌شود. در این آزمون ۲ شرایط نشانه‌ای متفاوت (نشانهٔ مرکزی، نشانهٔ فضایی) وجود دارد که با کسر زمان واکنش شرایط نشانهٔ مرکزی از زمان واکنش شرایط نشانهٔ فضایی، اثر موقعیت‌یابی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. مدت زمان اجرای این آزمون با احتساب مرحلهٔ آزمایشی جمعاً در حدود ۲۰ دقیقه است و پایایی آن ۰/۸۷ گزارش شده است (۲۵).

برای اندازه‌گیری حافظهٔ کاری نیز، در این تحقیق از نرم‌افزار ان‌بک (N-back) استفاده شد. این تکلیف که برای نخستین بار در سال ۱۹۵۸ توسط کرچنر[26] معرفی شد، هم نگهداری اطلاعات شناختی و هم دستکاری آن‌ها را شامل می‌شود، لذا برای سنجش حافظهٔ کاری بسیار مناسب بوده (۲۶) و از روایی بالایی برخوردار است (۲۷). آزمون ان‌بک مورد استفاده در این تحقیق، دنباله‌ای از محرک‌های دیداری (اعداد ۱ تا ۹) بود که به صورت تصادفی بر مرکز صفحهٔ نمایشگر ظاهر می‌شد و آزمودنی بایستی بررسی می‌کرد که آیا محرک ارائه شدهٔ فعلی با محرک n گام قبل از آن، همخوانی دارد یا خیر. انجام این آزمایش با مقادیر مختلف n صورت می‌پذیرد و با افزایش میزان n بر دشواری تکلیف افزوده می‌شود. در این تحقیق از تکلیف‌های 1-back، 2-back و 3-back استفاده شد. بدین ترتیب، در تکلیف 1-back، محرک ارائه شده با یک محرک قبل، در تکلیف 2-back، محرک ارائه شده با دو محرک قبل و در تکلیف 3-back، محرک فعلی با سه محرک قبل از خود مقایسه شد. در این آزمون به طور معمول نمرات دو شاخص تعداد پاسخ‌های صحیح و میانگین زمان پاسخ به‌عنوان معیار سنجش عملکرد آزمودنی‌ها مدنظر قرار

[22] General health questionnaire
[23] Physical activity readiness questionnaire
[24] Attention network test
[25] Fan
[26] Kirchner

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.29252/shefa.6.2.31]

داده می‌شود. مدت زمان اجرای آزمون مذکور نیز با احتساب مرحلهٔ آزمایشی، در هر تکلیف جمعاً در حدود ۳ دقیقه می‌باشد و پایایی آن از سوی کرچنر ۰/۹۰ اعلام شده است (۲۸).

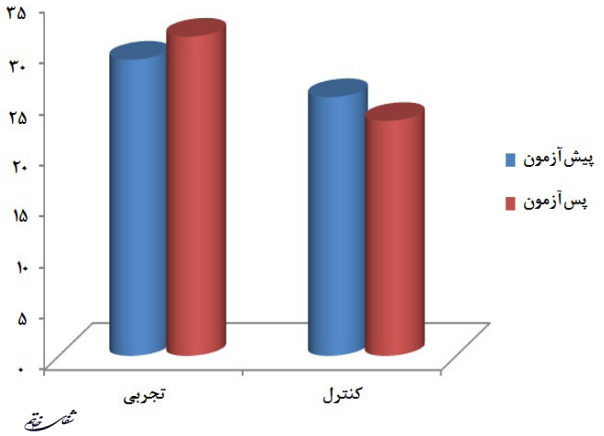
برنامهٔ ورزشی مورد استفاده در این پژوهش نیز، یک فعالیت هوازی شامل گرم کردن و حرکات کششی به مدت ۱۰ دقیقه و سپس راه رفتن و دویدن با شدت ۸۵-۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب به مدت ۴۰ دقیقه و در قالب دو ست متوالی ۲۰ دقیقه‌ای با فاصلهٔ استراحت ۵ دقیقه در بین ست‌ها بود. در این برنامهٔ تمرینی آزمودنی تحت کنترل آزمونگر به مدت ۱۰ دقیقه به حرکات کششی می‌پرداخت و پس از آن شروع به دویدن می‌کرد. به آزمودنی گفته شد که بر اساس دامنهٔ ضربان قلبی که بر اساس فرمول حداکثر ضربان قلب فردی (سن-۲۲۰)-(۲۹) برای وی تعیین شده است و از طریق ضربان‌سنجی که به بدن او وصل شده است (بلت و ساعت ضربان‌سنج پلار مدل **Ceo537** که به سینه و مچ دست بسته می‌شد) به دویدن ادامه دهد، به طوری که ضربان او از ۷۰ درصد پایین‌تر نرود و از ۸۵ درصد تجاوز نکند. در پایان نیز ۵ دقیقه سرد کردن در نظر گرفته شد.

روش اجرای کار به این صورت بود که پس از انتخاب آزمودنی‌ها و احراز شرایط ورود به پژوهش بر اساس معیارهای لازم، برگهٔ رضایت‌نامه بین همگی آنان توزیع و موافقت کتبی اخذ شد. سپس به‌منظور ارزیابی عملکرد اولیهٔ افراد، مرحلهٔ پیش‌آزمون اجرا شد. در ادامه آزمودنی‌های گروه تجربی به مدت ۵ هفته (۱۶ جلسه) در برنامهٔ تمرینی مدنظر شرکت کردند، اما آزمودنی‌های گروه کنترل در این مدت هیچ‌گونه برنامهٔ ورزشی سازمان یافته و منظمی نداشتند. دلیل انتخاب ۵ هفته به این دلیل است که اگرچه مشاهده شده است تأثیر ورزش در عرض یک هفته نیز می‌تواند ظاهر شود، ولی بیشتر پاسخ‌ها برای ظهور به مدت زمان طولانی‌تری (۳ تا ۱۲هفته) نیاز دارند (۳۰). بعد از اتمام برنامهٔ تمرینی، برای ارزیابی عملکرد نهایی افراد، پس‌آزمون حداقل ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسهٔ تمرین به‌منظور حذف آثار موقت تمرین (۲۱) از شرکت‌کنندگان به عمل آمد.

پس از جمع‌آوری داده‌های خام، از آمار توصیفی برای توصیف داده‌ها و از آزمون تحلیل کوواریانس چند متغیره (MANCOVA) برای بررسی اثر برنامهٔ تمرینی استفاده شد. همچنین از آزمون تی مستقل جهت بررسی تفاوت بین دو گروه در پیش‌آزمون‌ها استفاده شد. این مراحل تجزیه و تحلیل با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۰ و اکسل ۲۰۱۰ در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ انجام گرفت.

یافته‌ها

قبل از انجام تحلیل‌های آماری برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون آماری شاپیرو -ویلک استفاده شد. بعد از تأیید نرمال بودن داده‌ها ($P<0/05$)، جهت بررسی وجود یا عدم وجود تفاوت در پیش‌آزمون‌ها از آزمون تی مستقل استفاده شد. سپس با توجه به وجود تفاوت معنی‌دار در پیش‌آزمون دو گروه در متغیر میانگین زمان پاسخ در تکلیف 2-back ($t=2/509$,$P=0/022$)، برای تحلیل داده‌های این پژوهش از روش آماری تحلیل کوواریانس چند متغیره که در آن نمره‌های پیش‌آزمون به‌عنوان متغیر هم‌پراش برای کنترل تفاوت‌های از قبل موجود بین گروه‌ها در نظر گرفته می‌شود، استفاده شد. ابتدا بررسی‌های مقدماتی برای اطمینان از عدم تخطی از سایر مفروضه‌های این روش آماری انجام شد و پیش فرض تساوی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لوین تأیید شد ($P<0/05$). به‌منظور بررسی مفروضهٔ همگنی شیب رگرسیون نیز اثر متقابل متغیرهای هم‌پراش با گروه ارزیابی شد که با توجه به معنی‌دار نبودن آن ($P<0/05$)، پیش فرض همگنی شیب رگرسیون نیز تحقق یافت. آزمون ام باکس نیز به‌منظور بررسی تجانس بین کوواریانس‌ها استفاده شد که سطح معنی‌داری این آزمون نیز نشان داد کوواریانس‌ها از تجانس برخوردارند ($P<0/05$). سپس، معنی‌دار شدن آزمون چند متغیرهٔ لامبدای ویکلز (۰/۷۸۶=ضریب اتا ,$P=0/039$,$F=4/293$,$\lambda=0/214$ ویکلز) مؤید این موضوع شد که تفاوت معنی‌داری حداقل در یکی از متغیرهای مورد بررسی در این تحقیق وجود دارد. در ادامه، نتایج حاصل از آزمون تحلیل واریانس نشان داد که پس از تعدیل نمره‌های پیش‌آزمون، تفاوت معنی‌داری بین دو گروه تجربی و کنترل در شبکهٔ موقعیت‌یابی توجه وجود ندارد (نمودار ۱). لذا این متغیر از تحقیق تحت تأثیر برنامهٔ تمرینی قرار نگرفته است (۰/۰۵۲=ضریب اتا, $P=0/452$,$F=0/608$).

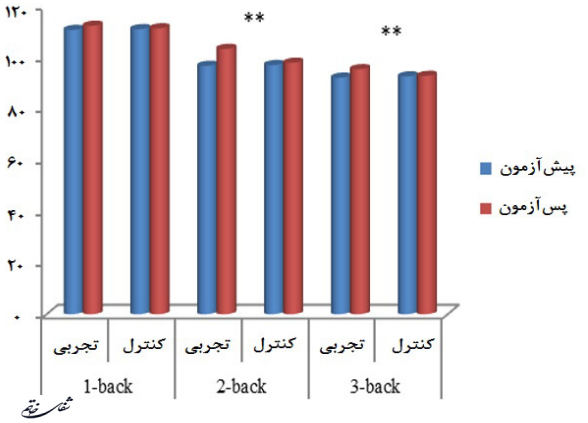


نمودار ۱- میانگین نمرات شبکهٔ موقعیت‌یابی گروه‌های مورد مطالعه در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون. مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد بین دو گروه تجربی و کنترل در شبکهٔ موقعیت‌یابی توجه تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

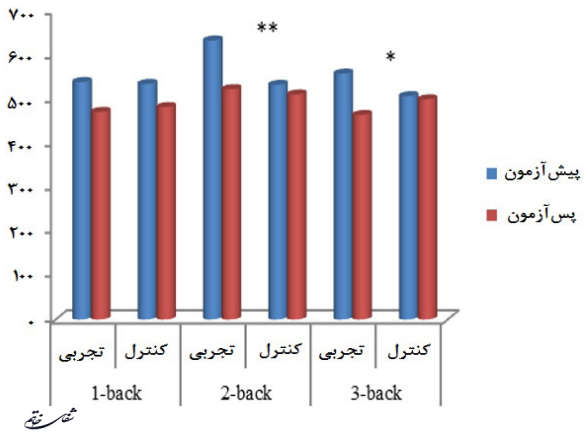
[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.29252/shefa.6.2.31]

امـا در ادامـهٔ بررسـی‌ها، نتایـج نشـان داد کـه پـس از تعدیـل نمره‌هـای پیش‌آزمـون، گـروه تجربـی نسـبت بـه گـروه کنتـرل عملکـرد بهتـری دراغلـب شـاخص‌های آزمـون حافظـهٔ کاری داشـته اسـت؛ بـه گونـه‌ای کـه بیـن گـروه تجربـی و کنتـرل در شـاخص تعـداد پاسـخ صحیـح در تکالیـف 2-back (F=۱۰/۵۶ ,P=۰/۰۰۷ ,۰/۴۶۸=ضریـب اتـا) و 3-back (F=۳۰/۵۱ ,P=۰/۰۰۱ ,۰/۷۱۸=ضریـب اتـا)، تفـاوت معنـی‌داری در سـطح (**P<۰/۰۱) مشـاهده شـد (نمـودار ۲)

همچنیـن نتایـج نشـان داد که در شـاخص میانگین زمان پاسـخ آزمـون حافظـهٔ کاری، پـس از تعدیـل نمره‌هـای پیش‌آزمـون، تفـاوت معنـی‌داری بیـن دو گـروه تجربـی و کنتـرل در تکالیـف 2-back (F=۱۰/۸۷ ,P=۰/۰۰۶ ,۰/۴۷۵=ضریـب اتـا) و 3-back (F=۵/۵۷ ,P =۰/۰۳۶ ,۰/۳۱۷=ضریـب اتـا)، بـه ترتیـب در سـطوح (**P<۰/۰۱) و (*P<۰/۰۵) وجـود دارد (نمـودار ۳)؛ کـه ایـن تفـاوت نشـان‌دهندهٔ عملکـرد بهتـر گـروه تجربـی نسـبت بـه گـروه کنتـرل اسـت.



نمـودار ۲- میانگیـن تعـداد پاسـخ‌های صحیـح گروه‌هـای مـورد مطالعـه در آزمـون N-back در مراحـل پیش‌آزمـون و پس‌آزمـون. بیـن گـروه تجربـی و کنتـرل در تعـداد پاسـخ صحیـح در تکالیـف 2-back و 3-back تفـاوت معنـی‌دار مشـاهده شـد (**P<۰/۰۱).



نمـودار ۳- میانگیـن زمـان پاسـخ گروه‌هـای مـورد مطالعـه در آزمـون N-back در مراحـل پیش‌آزمـون و پس‌آزمـون. مقایسـهٔ میانگین‌هـا نشـان داد کـه در اثـر تمریـن، گـروه تجربـی نسـبت بـه گـروه کنتـرل عملکـرد بهتـری در شـاخص میانگیـن زمـان پاسـخ تکالیـف 2-back و 3-back، بـه ترتیـب در سـطوح (**P<۰/۰۱) و (*P<۰/۰۵) داشـته اسـت.

[31] Non-informative cues
[32] Stimulus onset asynchrony
[33] Pontifex

بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعـهٔ حاضـر اثـر ورزش بـر شـبکهٔ موقعیت‌یابـی توجـه و حافظـهٔ کاری بررسـی شـد. نتایـج بـه دسـت آمـده از ایـن تحقیـق نشـان داد کـه مداخلـهٔ تمرینـی بـه کار بـرده شـده، تغییـری در میـزان کارایـی شـبکهٔ موقعیت‌یابـی ایجـاد نکـرده اسـت. همسـو بـا ایـن نتایـج، می‌تـوان بـه تحقیـق پیـرز[27] و همـکاران (۲۰۱۴) کـه نزدیک‌تریـن مطالعـه بـه تحقیـق حاضـر می‌باشـد، اشـاره داشـت. در تحقیـق مذکـور، محققـان بـه مقایسـهٔ شـبکه‌های توجـه بیـن جوانـان فعـال و غیرفعـال در ورزش پرداختـه و تفـاوت معنـی‌داری بیـن دو گـروه در شـبکهٔ موقعیت‌یابـی مشـاهده نکردنـد (۲۲). چانـگ[28] و همـکاران نیـز بـا انجـام مطالعـه‌ای در زمینـهٔ بررسـی اثـر ورزش هـوازی بـر شـبکه‌های توجـه، بـه نتایجـی مشـابه بـا تحقیـق حاضـر دسـت یافـت (۳۱). امـا در دیگـر سـو، در دو مطالعـهٔ صـورت گرفتـه توسـط سـانابریا و همـکاران و لورنـس[29] و همـکاران یـک تعدیل‌کنندگـی ناشـی از ورزش مشـاهده شـد کـه در تضـاد بـا یافته‌هـای تحقیـق حاضـر می‌باشـد (۱۳، ۳۲). بـا ایـن وجـود در مطالعـات مذکـور، اثـر موقعیت‌یابـی برون‌زا[30] بـا اسـتفاده از نشـانه‌های بـدون اطلاعـات[31] در SOA هـای[32] مختلـف بررسـی شـده اسـت، امـا در تحقیـق حاضـر محـل نشـانه‌های فضایـی همـواره پیش‌بینـی معتبـری از محـل ظاهـر شـدن محـرک هـدف بـوده کـه ایـن مسـأله ممکـن اسـت یـک تسـهیل در زمـان عکس‌العمـل فـرد ایجـاد کنـد، لـذا بهبـودی مشـاهده نشـود. بنابرایـن از مهم‌تریـن علـل وجـود نتایـج ضـد و نقیـض در ادبیـات تحقیـق در خصـوص تأثیـر ورزش و فعایـت بدنـی بـر موقعیت‌یابـی توجـه، نـه تنهـا بـه اسـتفاده از پروتکل‌هـای تمرینـی متفـاوت در تحقیقـات، بلکـه بـه نـوع آزمون اسـتفاده شـده از لحـاظ فاصلـهٔ بیـن ارائـهٔ دو محـرک (SOA)، مـدت زمـان بیـن وقـوع نشـانه و هـدف و نیـز میـزان اطلاعـات نشـانه‌های فضایـی ارائـه شـده می‌تـوان اشـاره داشـت.

امـا در بحـث اثـر ورزش بـر حافظـهٔ کاری، نتایـج ایـن مطالعـه نشـان داد کـه ورزش و فعالیـت جسـمی اثـر مثبتـی بـر حافظـهٔ کاری دارد و بـه طـور معنـی‌داری موجـب تقویـت آن می‌شـود. در تأییـد ایـن یافتـه می‌تـوان بـه نتایـج تحقیقـات پونتیفکـس[33] و همـکاران (۲۰۰۹) و مارینـز و همـکاران (۲۰۱۳) اشـاره داشـت کـه هـر دو حاکـی از بهبـود حافظـهٔ کاری در اثـر تمریـن هـوازی بودنـد (۱۹، ۳۳). همچنیـن ماریـا و همـکاران نشـان دادنـد کـه ورزش هـوازی بـا افزایـش فعالیـت قشـر پیش‌پیشـانی، کارایـی حافظـهٔ کاری را افزایـش می‌دهـد (۱۸). عـلاوه بـر ایـن، دیگـر مطالعـات تصویربـرداری عصبـی نیـز بـه طـور خـاص، حجـم بیشـتر منطقـهٔ پیش‌پیشـانی و مـادهٔ سـفید و خاکسـتری در قدامـی مغـز را از مشـخصه‌های افـراد فعـال گـزارش کرده‌انـد (۳۶-۳۴) کـه بـه طـور معمـول بـه حافظـه مربـوط و جهـت تشـکیل آن ضـروری اسـت (۳۷). لـذا ایـن گونـه بـه نظـر

[27] Perez
[28] Chang
[29] Llorens
[30] Exogenous

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.29252/shefa.6.2.31]

می‌رسد که احتمالاً اثربخشی ورزش بر شناخت انتخابی بوده و به ماهیت عملکردهای شناختی و بسترهای مغزی مرتبط با آن‌ها بستگی داشته باشد (۳۸). در خصوص چگونگی تأثیر ورزش بر حافظه بحث‌های زیادی مطرح شده است و مکانیسم‌های زیربنایی مداخله به طور قطعی آشکار نیست، ولی فرض بر این است که با تغییراتی که در مغز و سیستم عصبی رخ می‌دهد، این تأثیرات به وقوع می‌پیوندند. یک تغییر زیربنایی در زمینهٔ تأثیر فعالیت بدنی بر سلول‌های عصبی، تولید سلول‌های جدید (نوروژنزیس)[34] است که در اوایل دههٔ ۱۹۶۰ با شک و تردید همراه بود، ولی سالیان بعد وجود سلول‌های جدید در پیاز بویایی[35] و شکنج دندانه‌دار[36] در هیپوکامپ انسان و حیوان تأییدی بر این ایده شد که مغز پستانداران قادر به تولید سلول‌های جدید است (۳۹). در این رابطه گزارش شده است که اثرات مفید دویدن بر شناخت نیز از طریق افزایش سلول‌های جدید در ناحیهٔ شکنج دندانه‌دار و منطقهٔ ساب ونتریکولار[37] از مغز جلویی[38] صورت گرفته است (۴۰).

عوامل دیگری که در پی فعالیت بدنی موجب بهبود حافظه می‌گردند، شامل افزایش سیناپس‌ها و توسعهٔ انعطاف‌پذیری سیناپس‌های سلول‌های عصبی مغز می‌باشند (۴۱). تغییرات ناشی از ورزش در جریان خون مغزی منطقه‌ای نیز یک مکانیسم احتمالی دیگر برای تغییر در شناخت از جمله حافظه عنوان شده است که در این میان گزارش شده است ورزش باعث افزایش جریان خون مغزی در تمام نواحی مغز نمی‌شود؛ اما بر نواحی ویژه‌ای از جمله مناطقی از هیپوکامپ که در حافظه دخیل می‌باشند، تمرکز دارد (۴۲). در همین رابطه، پریرا[39] و همکاران نشان دادند که تمرین هوازی با افزایش آمادگی قلبی -عروقی منجر به افزایش حجم خون شکنج دندانه‌دار شده است (۴۳). چندین مکانیسم مولکولی نیز در مورد اثرات ورزش و فعالیت جسمی بر حافظه پیشنهاد شده است. در این راستا مشاهده شده است که ورزش با تنظیم افزایشی فاکتورهای نوروتروفیک از جمله BDNF[40] که فراوان‌ترین نوتروفین در مغز است و به طور ویژه در ناحیهٔ هیپوکامپ و قشر پیشانی فعال می‌باشد، نقش مهمی را در رشد انواع نورون‌های مغز، شکل‌پذیری سیناپسی و تقویت حافظه بازی می‌کند (۴۴، ۴۵). گزارش شده است که فعال کردن گیرنده‌های بتا آدرنرژیک[41] از طریق افزایش نوراپی‌نفرین در اثر ورزش منجر به افزایش سطح BDNF mRNA و در نتیجه افزایش حافظه می‌گردد (۴۶). همچنین سطوح بالای سروتونین در اثر ورزش هوازی (۴۷) نیز می‌تواند اثرات ورزش بر حافظه را توجیه کند. چرا که نشان داده شده است حذف ژنتیکی آنزیم دی آمینواسید اکسیداز[42] که مسئول تخریب و حذف سروتونین است، منجر به تقویت نوعی از یادگیری شده است. لذا ممکن است دستکاری سیستم سروتونینی بر انواع خاصی از حافظه تأثیرگذار باشد (۳۷). علاوه بر این، اوم[43] و همکاران طی مطالعه‌ای نشان دادند که عوامل مهم و مؤثر دیگری همچون آنزیم کسپیس-۳[44]، کوکس-۲[45] و بتا آمیلوئید[46] در اثر دویدن کاهش یافته و از این طریق تأثیر مثبتی بر سطح حافظه و شناخت دارند (۴۸). افزایش نیتریک اکساید (NO)[47] در هیپوکامپ نیز از دیگر مزیت‌های فعالیت دویدن بر عمل حافظه بیان شده است (۴۹). با این حال در پژوهشی که در سال ۲۰۰۶ توسط لاچمن[48] و همکاران انجام شد، تفاوتی بین عملکرد گروه تجربی و کنترل در سطح متوسط حافظهٔ کاری بعد از یک دوره تمرینات فیزیکی مشاهده نشد (۵۰) که با نتایج حاصل از این تحقیق همخوانی ندارد. این مغایرت احتمالاً ناشی از تفاوت در برنامه‌های تمرینی مورد استفاده در دو تحقیق می‌باشد. چرا که در تحقیق مذکور از تمرینات مقاومتی استفاده شده بود، اما در این تحقیق فعالیت انتخاب شده هوازی بود.

در نهایت از پژوهش حاضر این نکته قابل برداشت است که ورزش هوازی می‌تواند عملکرد حافظهٔ کاری را تسهیل نماید. همچنین می‌توان گفت که احتمالاً عوامل مؤثر بر شبکهٔ موقعیت‌یابی توجه و حافظهٔ کاری متفاوت است و یا اینکه شدت، مدت و یا نوع فعالیت فیزیکی مؤثر بر شبکهٔ موقعیت‌یابی توجه و حافظهٔ کاری با هم تفاوت دارد که در این مورد لازم است مطالعات بیشتری انجام گیرد. همچنین با توجه به اهمیت فرایندهای شناختی در زندگی روزمره، پیشنهاد می‌شود تا شواهد عصبی -فیزیولوژیکی و درگیری عصب روانشناختی برای عملکردهای شناختی مختلف در پی فعالیت‌های جسمانی مورد بررسی قرار گیرد تا تبیین‌های مناسب در کارکرد و ساختار قشر مغزی در پاسخ به این نوع فعالیت‌ها در اختیار پژوهشگران قرار گیرد.

[34] Neurogenesis
[35] Olfactory bulb
[36] Dentate gyrus
[37] Sub ventricular
[38] Forebrain
[39] Pereira
[40] Brain derived neurotrophic factor
[41] Beta drenergic receptors
[42] D-amino acid oxidase
[43] Um
[44] Caspace-3
[45] Cox-2
[46] ß-Amyloid
[47] Nitric oxide
[48] Lachman

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.29252/shefa.6.2.31]

منابع

1. Javadipour S, Ashayeri H, Kamali M, Akbar Fahimi M, Aliabadi F. Study of visual selective attention effect on quality of handwriting in 18-22 years old students of rehabilitation sciences school of iran medical sciences university. Middle Eastern Journal of Disability Studies. 2012; 1(2): 52-7.

2. Penner I-K, Kappos L. Retraining attention in MS. J Neurol Sci. 2006; 245(1): 147-51.

3. Zare H, Nahravanian P. The effect of Barkley's attention training and useful sight in children and adult's visual search. J Cogn Psychol. 2013; 1(1): 25-32.

4. Posner MI, Sheese BE, Odludaş Y, Tang Y. Analyzing and shaping human attentional networks. Neural Netw. 2006; 19(9): 1422-9.

5. Posner MI, Petersen SE. The attention system of the human brain. Annu Rev Neurosci. 1990; 13(1): 25-42.

6. Posner M, Rothbart M. Research on attention networks as a model for the integration of psychological science. Annu Rev Psychol. 2007; 58: 1-23.

7. Borhani K, Aliabadi F, Alizadeh Zarei M, Amiri N, Kazem Targhi M, Taghizadeh Hajlouei G. Unilateral neglect in children with attention deficit / hyperactivity disorder. Modern Rehabilitation. 2011; 5(1): 14-8.

8. Wang H, Fan J, Johnson TR. A symbolic model of human attentional networks. Cogn Syst Res. 2004; 5(2): 119-34.

9. Hillman CH, Erickson KI, Kramer AF. Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. Nat Rev Neurosci. 2008; 9(1): 58-65.

10. Pesce C, Capranica L, Tessitore A, Figura F. Focusing of visual attention under submaximal physical load. International Journal of Sport and Exercise Psychology. 2003; 1(3): 275-92.

11. Pesce C, Cereatti L, Casella R, Baldari C, Capranica L. Preservation of visual attention in older expert orienteers at rest and under physical effort. J Sport Exerc Psychol. 2007; 29(1): 78-99.

12. Pesce C, Cereatti L, Forte R, Crova C, Casella R. Acute and chronic exercise effects on attentional control in older road cyclists. Gerontology. 2011; 57(2): 121-8.

13. Sanabria D, Morales E, Luque A, Gálvez G, Huertas F, Lupiañez J. Effects of acute aerobic exercise on exogenous spatial attention. Psychol Sports Exerc. 2011; 12(5): 570-4.

14. Sternberg R. Cognitive psychology. 4th ed. Boston: Wadsworth. 2005.

15. Gheshoni M. Design and implementation of the protocol a neurofeedback system to memory reinforcement: study Alzheimer's disease. PhD thesis. Tehran: Islamic Azad University, Science and Research Branch. 2011.

16. Asadzadeh H. Investigate the relationship between working memory capacity and academic performance among third grade students in Tehran city. Quarterly Journal of Education. 2009; 25(97): 53-70.

17. Olesen PJ, Westerberg H, Klingberg T. Increased prefrontal and parietal activity after training of working memory. Nat Neurosci. 2004; 7(1): 75-9.

18. Moriya M, Aoki C, Sakatani K. Effects of physical exercise on working memory and prefrontal cortex function in post-stroke patients. Adv Exp Med Biol. 2016; 923: 203-8.

19. Martins AQ, Kavussanu M, Willoughby A, Ring C. Moderate intensity exercise facilitates working memory. Psychol Sports Exerc. 2013; 14(3): 323-8.

20. Sibley BA, Etnier JL. The relationship between physical activity and cognition in children: a meta-analysis. Pediatr Exerc Sci. 2003; 15(3): 243-56.

21. Shayan A, Bagherzadeh F, Shahbazi M, Choobineh S. The effect of two types of exercise (endurance and resistance) on attention and brain derived neurotropic factor levels in sedentary students. Journal of Motor Learning and Movement. 2015; 6(4): 433-52.

22. Pérez L, Padilla C, Parmentier FB, Andrés P. The effects of chronic exercise on attentional networks. Plos One. 2014; 9(7): e101478.

23. Fathirezaie Z, Farsi A, Mousavi MKV. Impact of cognitive training on efficiency of the executive control network of attention on the table tennis players. International Journal of Sport Studies. 2014; 4(11): 1359-66.

24. Delavar A. Educational and psychological research. 4th ed. Tehran: Virayesh. 2016.

25. Fan J, McCandliss BD, Sommer T, Raz A, Posner MI. Testing the efficiency and independence of attentional networks. J Cogn Neurosci. 2002; 14(3): 340-7.

26. Chen Y-N, Mitra S, Schlaghecken F. Sub-processes

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/shefa.6.2.31]

of working memory in the N-back task: an investigation using ERPs. Clin Neurophysiol. 2008; 119(7): 1546-59.

27. Kane MJ, Conway AR, Miura TK, Colflesh GJ. Working memory, attention control, and the N-back task: a question of construct validity. J Exp Psychol Learn Mem Cogn. 2007; 33(3): 615-22.

28. Oraki M, Rahmanian M, Tehrani N, Heidari S. The effect of neuorofeedback instruction on the improvement of the working memory of children with attention deficit and hyperactivity disorder. Neuropsychology. 2015; 1(1): 41-51.

29. American college of sports medicine. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 9 th Ed. NewYork: Lippincott Williams & Wilkins. 2013.

30. Cotman CW, Berchtold NC, Christie L-A. Exercise builds brain health: key roles of growth factor cascades and inflammation. Trends Neurosci. 2007; 30(9): 464-72.

31. Chang Y-K, Pesce C, Chiang Y-T, Kuo C-Y, Fong D-Y. Antecedent acute cycling exercise affects attention control: an ERP study using attention network test. Front Hum Neurosci. 2015; 9: 1-13.

32. Llorens F, Sanabria D, Huertas F. The influence of acute intense exercise on exogenous spatial attention depends on physical fitness level. Exp Psychol. 2015; 62(1): 20-9.

33. Pontifex M, Hillman C, Fernhall B, Thompson K, Valentini T. The effect of acute aerobic and resistance exercise on working memory. Med Sci Sports Exerc. 2009; 41(4): 927-34.

34. Colcombe SJ, Kramer AF, Erickson KI, Scalf P, McAuley E, Cohen NJ, et al. Cardiovascular fitness, cortical plasticity, and aging. Proc Natl Acad Sci USA. 2004; 101(9): 3316-21.

35. Gordon BA, Rykhlevskaia EI, Brumback CR, Lee Y, Elavsky S, Konopack JF, et al. Neuroanatomical correlates of aging, cardiopulmonary fitness level, and education. Psychophysiology. 2008; 45(5): 825-38.

36. Flöel A, Ruscheweyh R, Krüger K, Willemer C, Winter B, Völker K, et al. Physical activity and memory functions: are neurotrophins and cerebral gray matter volume the missing link? Neuroimage. 2010; 49(3): 2756-63.

37. Ghadiri T, Modarres Mousavi S, Alipour F, Mohammad Sadeghi S. Cellular and Molecular pathways of learning and memory. Shefaye Khatam. 2014; 2(2): 81-8.

38. Boucard GK, Albinet CT, Bugaiska A, Bouquet CA, Clarys D, Audiffren M. Impact of physical activity on executive functions in aging: a selective effect on inhibition among old adults. J Sport Exerc Psychol. 2012; 34(6): 808-27.

39. Sadeghi N, Khalaji H, Nourozian M, Mokhtari P. The impact of physical activity on the memory of women 50-70 years old with memory impairment. New Cellular and Molecular Biotechnology Journal. 2013; 3(11): 47-54.

40. Bednarczyk MR, Aumont A, Décary S, Bergeron R, Fernandes KJ. Prolonged voluntary wheel-running stimulates neural precursors in the hippocampus and forebrain of adult CD1 mice. Hippocampus. 2009; 19(10): 913-27.

41. Uysal N, Tugyan K, Kayatekin BM, Acikgoz O, Bagriyanik HA, Gonenc S, et al. The effects of regular aerobic exercise in adolescent period on hippocampal neuron density, apoptosis and spatial memory. Neurosci Lett. 2005; 383(3): 241-5.

42. Memarmoghaddam M, Taheri H, Sohrabi M, Mashhadi A, Kashi A. Effects of a period of selected training program on the working memory of children with attention deficit hyperactivity disorder. Motor Behavior. 2016; 7(22): 149-62.

43. Pereira AC, Huddleston DE, Brickman AM, Sosunov AA, Hen R, McKhann GM, et al. An in vivo correlate of exercise-induced neurogenesis in the adult dentate gyrus. Proc Natl Acad Sci U S A. 2007; 104(13): 5638-43.

44. Griffin ÉW, Mullally S, Foley C, Warmington SA, O'Mara SM, Kelly ÁM. Aerobic exercise improves hippocampal function and increases BDNF in the serum of young adult males. Physiol Behav. 2011; 104(5): 934-41.

45. Hopkins ME, Nitecki R, Bucci DJ. Physical exercise during adolescence versus adulthood: differential effects on object recognition memory and brain-derived neurotrophic factor levels. Neuroscience. 2011; 194: 84-94.

46. Ebrahimi S, Rashidy-Pour A, Vafaei A, Mohammad Akhavan M, Haghighi S. Influence of basolateral amygdala lesion on the inhibitory effects of propranolol on voluntary exercise- induced enhancement of learning and memory. Koomesh. 2010; 11(2): 133-41.

47. Valim V, Natour J, Xiao Y, Pereira AFA, da Cunha Lopes BB, Pollak DF, et al. Effects of physical exercise on serum levels of serotonin and its metabolite in fibromyalgia: a randomized pilot study. Rev Bras

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/shefa.6.2.31]

Reumatol. 2013; 53(6): 538-41.

48. Um H-S, Kang E-B, Koo J-H, Kim H-T, Kim E-J, Yang C-H, et al. Treadmill exercise represses neuronal cell death in an aged transgenic mouse model of Alzheimer's disease. Neurosci Res. 2011; 69(2): 161-73.

49. Lee M-H, Shin M-S, Sim Y-J, Kim H, Lee H-H, Kim C-J, et al. Treadmill exercise enhances nitric oxide synthase expression in the hippocampus of food-deprived rats. Nutr Res. 2005; 25(8): 771-9.

50. Lachman ME, Neupert SD, Bertrand R, Jette AM. The effects of strength training on memory in older adults. J Aging Phys Act. 2006; 14(1): 59-73.

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/shefa.6.2.31]