تأثیر تمرین هوازی با شدت متوسط بر حافظهٔ کاری و چرخش ذهنی

جلال دهقانی‌زاده[۱]، مریم لطفی[۲]، فاطمه‌سادات حسینی[۳]

۱. دانشجوی دکتری دانشگاه ارومیه
۲. دانشجوی دکتری دانشگاه ارومیه*
۳. استادیار دانشگاه ارومیه

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۶/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۱/۳۰

چکیده

هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر تمرین هوازی با شدت متوسط بر عملکرد حافظهٔ کاری و توانایی چرخش ذهنی می‌باشد. نمونهٔ پژوهش شامل ۳۴ نفر از زنان غیرفعال با دامنهٔ سنی ۲۱ تا ۲۶ سال شهرستان مهریز بود که به‌صورت هدف‌مند انتخاب شدند (۱۸ نفر گروه آزمایش و ۱۶ نفر گروه کنترل). تمرین هوازی شامل یک جلسه دویدن با ۶۰٪ ضربان قلب بیشینه بود. از آزمون چرخش ذهنی و نرم‌افزار N- Back برای جمع‌آوری اطلاعات استفاده شد. نتایج حاصل از آزمون تحلیل واریانس چندمتغیره نشان داد که تمرین هوازی با شدت متوسط، بر عملکرد حافظهٔ کاری و توانایی چرخش ذهنی تأثیر دارد ($P\leq0.05$). به‌عبارتی، تمرین هوازی با شدت متوسط، موجب تسهیل حافظهٔ کاری و بهبود توانایی چرخش ذهنی می‌شود. درواقع، پژوهش حاضر تعامل و ارتباط بین فرایندهای حرکتی و شناختی را بیش از پیش آشکار نمود.

واژگان کلیدی: چرخش‌ذهنی، حافظهٔ کاری، تمرین هوازی

* نویسنده مسئول Email: maryam2.lotfi@gmail.com

مقدمه

با توجه به اثرات آشکار تمرین بر کل بدن (۱،۲)، در دو دهۀ اخیر، پژوهشگران علاقۀ زیادی نسبت به اثرات تمرین بر کارکرد مغز پیدا کرده‌اند. در طول این دوره روشن شد که سیستم عصبی مرکزی همانند دیگر سیستم‌های بدن، در پاسخ به تمرین، اثرات فیزیولوژیکی مثبت و منظمی از تجربیات یا مداخلات تمرینی کسب می‌کند. این اثرات، گسترده و همه‌جانبه است؛ از تغییرات در اندام‌ها تا تغییرات در سطح سلولی. بخشی از این تغییرات شامل این موارد است: افزایش گردش خون مغزی (که ممکن است برای اثرات بعدی به‌عنوان یک کاتالیزور باشد)، افزایش فاکتورهای رشدی مرتبط با رگ‌زایی[1] (۳،۴)، تغییر در تعداد و اندازۀ دندریت‌ها (۵)، افزایش حجم مغز در افراد سالخورده (۶) و رشد بافت عصبی بعد از حاملگی در مناطقی مثل شکنج دندانه‌ای هیپوکامپ[2] و منطقۀ زیرشکمی پیش‌مغز[3] (۷).

یکی از کارکردهای مهم مغز، شناخت و درواقع، توانایی‌های فضایی[4] است. توانایی‌فضایی، بخش مهمی از هوش سیال است. پژوهشگران مختلف، توانایی‌های فضایی را با فاکتورهای متفاوتی مشخص نموده‌اند؛ اما نظری که اغلب پژوهشگران بر آن توافق دارند، توسط لین و پترسون[5] ارائه شده است. آن‌ها توانایی‌های فضایی را به سه دسته تقسیم نموده‌اند: ادراک فضایی[6]، چرخش ذهنی[7] و تصویرسازی فضایی[8] (۸). دراین‌میان، توانایی چرخش ذهنی به‌عنوان یک فاکتور مهم در بررسی توانایی‌های فضایی و شناختی مورد توجه پژوهشگران بوده است. چرخش ذهنی، توانایی تجسم چرخش یک محرک بصری[9] می‌باشد و یا براساس تعریف جاست و کارپنتر[10]، "به توانایی تولید بازنمایی ذهنی[11] از یک ساختار دو یا سه بعدی و سپس، ارزیابی ویژگی‌های آن بازنمایی، توانایی چرخش ذهنی گفته می‌شود" (۹). آنچه در بررسی‌های انجام‌گرفته در زمینۀ توانایی‌های فضایی و به‌خصوص چرخش ذهنی اهمیت می‌یابد، کاهشی است که این توانایی‌ها با افزایش سن با آن روبه‌رو می‌شوند. به‌عبارت‌دیگر، با افزایش سن، به‌دلیل عدم استفاده و درگیری توانایی‌های فضایی و

1. Angiogenesis
2. Dentate gyrus of the hippocampus
3. Subventricular region of the forebrain
4. Spatial ability
5. Linn & Peterson
6. Spatial perception
7. Mental rotation
8. Spatial imaging
9. Visual stimulus
10. Just & Carpenter
11. Mental representation

شناختی، این نوع توانایی‌ها در انسان رو به زوال می‌روند و درنهایت، سوانح و اتفاقات ناگواری چون افتادن‌های مداوم، عدم تشخیص موقعیت پله و عابر پیاده هنگام راه‌رفتن، عدم بازنمایی مناسب از محیط و کاهش عملکرد شناختی (به‌خصوص برای کهن‌سالان) و حتی برخی سوانح رانندگی را در پی خواهند داشت (۱۰)؛ لذا، افزایش و یا ممانعت از کاهش بیش از حد توانایی‌های فضایی و شناختی قبل از دورهٔ پیری به‌دلیل تمرین‌پذیرتربودن افراد می‌تواند اهمیت ویژه‌ای داشته باشد.

ارتباط کارکردی بین لایه‌های عصبی و فرایندهای شناختی مسلم است؛ لذا، علاقه به شناخت تأثیرات تمرین غیرمنتظره نیست. درواقع، پیشرفت پژوهش بر شناخت مزایای تمرین، مشاهدات عصبی ـ زیستی دقیقی را در پی داشته است (۳). اکثر نتایج مشاهدات، بر ارتباط بین تمرین و بهزیستی روانی تمرکز داشته‌اند. تا به امروز، تمرین، کاهش اثرات افسردگی (۱۱)، بهبود کیفیت خواب (۱۲) و حفظ توانایی شناختی انسان که با افزایش سن رو به زوال می‌روند (۱۳،۱۴) را نشان داده است. پژوهش‌های اخیر، توانایی تمرین در بهبود یادگیری، حافظه و توانایی فضایی را نشان داده‌اند. در تمامی انواع و اقسام تکالیف یادگیری و کارکرد اجرایی، بهبود در ارزیابی‌های روانی در پاسخ به تمرین مستند است؛ به‌عنوان‌مثال، بعد از ۱۰ دقیقه تمرین هوازی با شدت متوسط (%50Vo2max)، کنترل بهتری در آزمون استروپ[1] در افراد با دامنهٔ سنی ۱۹ تا ۲۴ سال به‌دست آمد (۱۵). در موش‌های آزمایشگاهی نیز یک دورهٔ ۴۵ روزهٔ تمرین با شدت متوسط، زمان شروع و طول مسیر کوتاه‌تر حرکت در ماز را نشان داد (۱۶).

با وجود اثرات تمرین هوازی در ارتقای عملکرد شناختی، این مداخله محدودیت‌های جدی نیز دارد؛ برای‌مثال، به‌وسیلهٔ تغییر در مدت زمان مداخله (کوتاه‌مدت درمقابل بلندمدت) (۱۳)، طبیعت مداخله (هوازی درمقابل غیرهوازی) (۶،۱۱،۱۲) و به‌ویژه، طبیعت زودگذر اثرات تمرین (۵،۱۷)، نتایج گسترده و پیچیده‌ای ارائه شده است. در تعیین اثرات تمرین و مداخله بر فرایندهای شناختی، شواهد نشان می‌دهند که مداخلات هوازی کوتاه‌مدت، بهبود در توانایی شناختی را نتیجه می‌دهند؛ بنابراین، با توجه به این‌که سود تمرین بر شناخت، نیازمند این است که به‌دقت دورهٔ تمرینی پیگیری شود؛ لذا، این امر می‌تواند برای به‌کارگیری طبقه‌ای از فرایندهای شناختی که متعاقباً به دیگر تکالیف شناختی انتقال می‌یابد سودمند باشد. به‌هرحال، مطالعات پیشین، بهبود یادگیری و حافظه با تمرین را روشن ساخته است که البته، تعداد کمی از آن‌ها یک پروتکل برای تمرین جسمانی که بتواند به‌صورت پایدار توانایی شناختی عمومی را بهبود ببخشد ارائه داده‌اند (۱۸). برای موفقیت در این زمینه ضروری است تا موضوعات در این حوزه، به‌صورت کلی و نه جزئی و مستقل از دامنهٔ گستردهٔ محدودیت‌ها مورد ارزیابی قرار گیرند. در بررسی توانایی شناختی عمومی، تمرکز

1. Stroop test

اصلی بر پژوهش‌های هوش بوده است که اولین‌بار توسط اسپیرمن[1] در سال ۱۹۰۴ ارائه شد (۱۹)؛ اما فرضیه‌ای که در سال‌های اخیر مقبولیت یافته است پیشنهاد می‌کند که حافظهٔ کاری[2] به‌عنوان عاملی اصلی در تفاوت هوش محسوب می‌شود. مقبولیت این ایده در خصوصیات کارکردی و عملکردی سیستم حافظهٔ کاری، شامل مؤلفهٔ ذخیره‌سازی کوتاه‌مدت و مؤلفهٔ کنترل اجرایی می‌باشد (۲۰).

حافظهٔ کاری، اطلاعات را برای استفاده، فعال نگه می‌دارد و در تحکیم اطلاعات برای ذخیرهٔ بلندمدت، نقش کاربردی دارد. از طریق همکاری این دو مؤلفه (ذخیره‌سازی و پردازش)، حافظهٔ کاری قادر به حفظ، پردازش و یکپارچه‌سازی اطلاعات مرتبط با هدف می‌باشد. از این مهم‌تر، حافظهٔ کاری نقشی اساسی در اجرای بسیاری از تکالیف شناختی دارد (البته نه تمامی تکالیف). این ویژگی منحصربه‌فرد، به‌عنوان تنظیم‌کنندهٔ اصلی برای هوش عمومی درنظر گرفته می‌شود. درواقع، مطالعات تصویربرداری نشان داده که عملکرد تست IQ به‌وسیلهٔ فعالیت نواحی مغزی به‌کاربسته‌شده، به‌وسیلهٔ تکالیف حافظهٔ کاری محاسبه شده است؛ مانند قشر خلفی جانبی و پیش-پیشانی میانی[3] (۲۱).

با توجه به رابطهٔ علت و معلولی بین حافظهٔ کاری و توانایی شناختی عمومی، برخی مطالعات از نمونه‌های انسانی و حیوانی برای مشخص‌نمودن وجود این ارتباط استفاده کرده‌اند؛ به‌عنوان‌مثال، جایگی[4] و همکاران (۲۰۰۸) گزارش دادند که آموزش تکلیف حافظهٔ کاری، در عملکرد هوش انسان بهبود ایجاد کرده است (۲۲). در ارتباط با موش‌های آزمایشگاهی، لایت[5] و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که تمرین حافظهٔ کاری، باعث بهبود عملکرد یادگیری‌های متفاوت در این حیوانات می‌شود (۲۳). همچنین، مشاهده شده است که تمرین حافظهٔ کاری در طول عمر، از کاهش طبیعی عملکرد شناختی مرتبط با افزایش سن حیوانات جلوگیری می‌کند (۲۴). باوجوداین، اثرات سودمند حافظهٔ کاری، معمولاً کوچک بوده و قابل‌انتقال به تمامی تکالیف شناختی نمی‌باشد که این امر منجر به این نتیجه‌گیری می‌شود که حافظهٔ کاری و هوش نباید به‌عنوان سازه‌های مشابه و مترادف درنظر گرفته شوند (۲۵). بااین‌وجود، نظر به این‌که حافظهٔ کاری می‌تواند به‌طور گسترده بر عملکرد شناختی اثرگذار باشد، هر نوع استراتژی که بتواند حافظهٔ کاری را تسهیل نماید می‌تواند بر عملکرد

1. Spearman
2. Working memory
3. Dorsolateral and medial prefrontal cortex
4. Jaeggi
5. Light

شناختی عمومی نیز اثرگذار باشد. یکی از این مداخلات تسهیل‌کننده، تمرین هوازی است که مورد بررسی ما در این مطالعه می‌باشد.

تفاوت بین دانشجویان فعال و غیرفعال در توانایی چرخش ذهنی، مورد تأیید قرار گرفته است و نتایج، برتری توانایی چرخش ذهنی در دانشجویان رشتهٔ تربیت‌بدنی به‌دلیل فعالیت جسمانی منظم را نشان می‌دهد (۲۶). آندرو[1] و همکاران (۲۰۱۳) اثرات مثبت و فزایندهٔ تمرین هوازی بر عملکرد شناختی مؤثر بر حافظهٔ کاری را نشان دادند. نمونهٔ این پژوهش، موش‌های آزمایشگاهی بودند که به‌مدت شش هفته تمرین هوازی داشتند. نتایج نشان داد که یک دوره ورزش هوازی می‌تواند باعث بهبود عملکرد شناختی و حافظهٔ کاری شود (۱۸). دهقانی‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) تأثیر یک دوره برنامهٔ آموزش حرکات زمینی ژیمناستیک بر توانایی چرخش ذهنی را مورد بررسی قرار دادند که نتایج، تأثیر مثبت این تمرینات بر چرخش ذهنی در دختران و پسران دانشجو را نشان داد (۲۷). جانسون و پیتچ[2] (۲۰۱۰) تأثیر مثبت یک فعالیت جسمانی کوتاه‌مدت (۴۵ دقیقه‌ای) بر چرخش - ذهنی را گزارش کردند (۲۸). همچنین، تسهیل حافظهٔ کاری به‌وسیلهٔ تمرین هوازی با شدت متوسط توسط مارتینز[3] و همکاران (۲۰۱۳) بیان شد (۲۹). بست[4] و همکاران (۲۰۱۰) ارتباط کارکرد گیرندهٔ چندشکلی[5] 5-HT1A[6] برای فرایندهای توجه و حافظهٔ کاری در طول مشخصه‌های چرخش ذهنی را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها معتقدند که کاهش و یا افزایش فرایندهای توجه، اثرات مجزایی بر فعالیت‌های ساکادی چشم به‌منظور ایجاد ثبات عصبی اشکال در تکلیف چرخش - ذهنی داشته باشد. به‌عبارتی، احتمال ارتباط بین حافظهٔ کاری و چرخش ذهنی از طریق توجه به حرکات ساکادی چشم وجود دارد. درنهایت، این پژوهشگران بیان می‌کنند که فعالیت‌های عصبی درگیر در حافظهٔ کاری می‌توانند به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم بر چرخش ذهنی مؤثر باشند (۳۰).

در پژوهش حاضر، تأثیر یک جلسه تمرین هوازی با شدت متوسط بر عملکرد حافظهٔ کاری و توانایی چرخش ذهنی مورد بررسی قرار گرفته است تا تأثیر تمرین بر چرخش ذهنی، متعاقب تأثیر بر حافظهٔ کاری ارزیابی شود.

---

1. Andrew
2. Jansen & Pietsch
3. Martins
4. Beste
5. Polymorphism

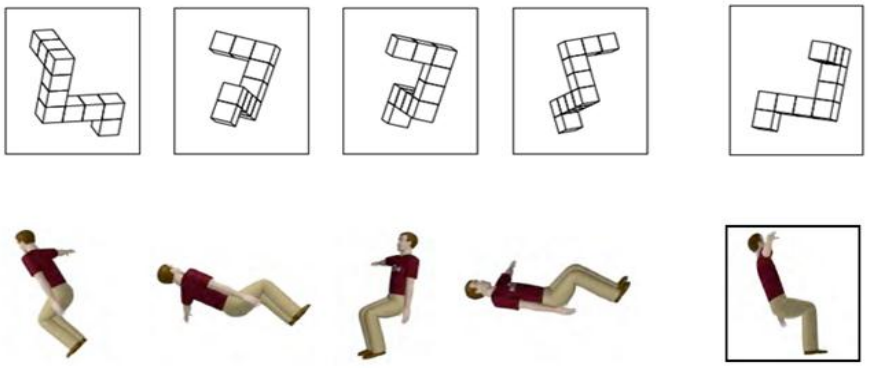
۶. این گیرنده در مناطق مشخصی از مغز که در کنترل خلق‌وخو، شناخت و حافظه نقش دارنـد وجـود دارد. این گیرنده‌ها می‌توانند در درمان اختلالات مختلف عصبی مؤثر باشند.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی با پیش‌آزمون ـ پس‌آزمون می‌باشد. نمونهٔ پژوهش شامل ۳۴ زن غیرفعال با دامنهٔ سنی ۲۱ تا ۲۶ سال بود (M(±SD)=23.92±1.66) که به‌صورت هدفمند از بین زنان شهرستان مهریز انتخاب شدند و در دو گروه کنترل و آزمایش قرار گرفتند. شرکت در طرح پژوهش داوطلبانه بود و هیچ‌یک از آزمودنی‌ها سابقهٔ تمرین ورزشی، آزمون چرخش ذهنی، آزمون حافظهٔ کاری، بازی‌های رایانه‌ای و آموزش موسیقی را نداشتند. همچنین، تمامی شرکت‌کنندگان، راست دست و از نظر جسمانی و روانی سالم بودند و هیچ‌گونه سابقهٔ بیماری‌های قلبی ـ عروقی نداشتند.

برای اندازه‌گیری توانایی چرخش ذهنی، از آزمون چرخش ذهنی (MRT) [1] استفاده شد. این آزمون از اعداد ارائه‌شده از سوی شفارد و متزلر[2] (۱۹۷۸) تشکیل شده است و دراصل، از نسخهٔ نقشه‌کشی اتوکد و آزمون چرخش ذهنی وندربرگ و کیوس[3] می‌باشد (۳۱).

آزمون چرخش ذهنی مورداستفاده، مجموعه‌ای ۲۴ سؤالی بود که از مکعب‌ها و تصاویر سه‌بعدی (به‌صورت یک درمیان) تشکیل شده است که جدیدترین نسخه از آزمون چرخش ذهنی می‌باشد. هر مسأله شامل یک شکل هدف در سمت راست و چهار شکل محرک در سمت چپ است. دو شکل از چهار شکل محرک، نسخهٔ چرخیده‌شدهٔ شکل هدف است و دو شکل دیگر نمی‌توانند با شکل هدف یکسان باشند (شکل۱) (۳۲). پایایی این آزمون با استفاده از روش آزمون مجدد، ۰/۸۷ ذکر شده است.

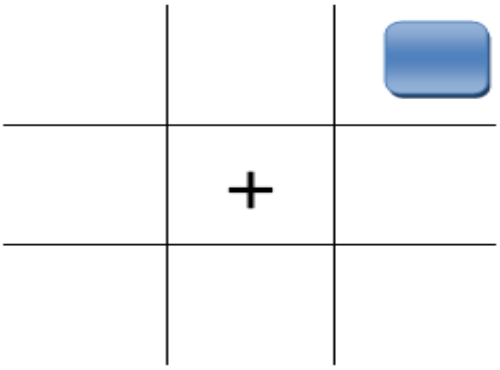


شکل ۱ـ نمونه‌ای از آزمون چرخش ذهنی

1. Mental rotation test
2. Shepard & Metzler
3. Vandenberg & Kuse

مدت زمان این آزمون، چهار دقیقه برای ۲۴ مسأله می‌باشد و با توجه به این‌که در پژوهش حاضر، ۱۲ مسأله در پیش‌آزمون و ۱۲ مسأله در پس‌آزمون مورد بررسی قرار گرفت؛ لذا، مدت زمان برای هر ۱۲ مسأله، دو دقیقه درنظر گرفته شد. درصورتی‌که آزمودنی در هر مسأله به هر دو گزینه جواب درست می‌داد، یک نمره و اگر آزمودنی به یک گزینه، درست و به یک گزینه، اشتباه و یا به هر دو گزینه، اشتباه پاسخ می‌داد، نمرهٔ صفر درنظر گرفته می‌شد.

برای اندازه‌گیری حافظهٔ کاری، از نرم‌افزار N-Back برای یادآوری دو محرک مختلف (مکان مربع و حرف الفبای تلفظ‌شدهٔ همراه آن) استفاده شد (حافظهٔ فعال دیداری و شنیداری). این ابزار اولین بار در پژوهشی در سال ۲۰۰۸ برای تقویت حافظهٔ کاری مورد استفاده قرار گرفت. تعداد کوشش‌ها در پژوهش حاضر، ۳۶ کوشش تنظیم شد و به‌مدت ۱۰۸ ثانیه به‌طول انجامید. در هر کوشش، یک مربع آبی رنگ در یکی از مکان‌های هشت‌گانه ظاهر شده (شکل۲) که به‌همران آن، یکی از حروف C، R، T، S، Q، H، L و K ارائه می‌شد. اگر در دو کوشش متوالی، مکان مربع یکسان بود، آزمودنی باید کلید A را روی صفحه کلید فشار می‌داد و اگر در دو کوشش متوالی، حروف ارائه‌شده یکسان می‌بود، آزمودنی باید کلید L را روی صفحه کلید فشار می‌داد. درنهایت، نرم‌افزار، یک نمرهٔ درصدی برای فرد ارائه می‌کرد که به‌عنوان عملکرد حافظهٔ کاری درنظر گرفته می‌شد.



شکل۲ـ نمونه‌ای از یک کوشش در نرم‌افزار N-Back

تمرین هوازی موردنظر در پژوهش حاضر، شامل یک برنامهٔ ۴۰ دقیقه‌ای دویدن روی تردمیل بود. تردمیل استفاده‌شده، مدل T650 ساخت کشور تایوان، دارای قابلیت تنظیم برنامه و همچنین، نمایشگر برای مشخص‌شدن ضربان قلب در هر لحظه می‌باشد. دستگاه در حالت بدون شیب و با سرعت ثابت برای هر فرد تنظیم شد تا فرد با ۶۰٪ ضربان قلب بیشینهٔ خود به فعالیت بپردازد. مدت زمان تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم‌کردن، ۲۵ دقیقه دویدن روی تردمیل و پنج دقیقه سردکردن بود.

با گرفتن دستیگرهٔ مخصوص، ضربان قلب روی نمایشگر قابل‌مشاهده بود و از این طریق، آزمونگر شدت تمرین را کنترل می‌نمود.

پس از انتخاب نمونه (۳۸ نفر) و توضیح طرح به آزمودنی‌ها، در سالن تنیس ورزشگاه که مکانی آرام و مناسب بود، قد، وزن و ضربان قلب استراحت آزمودنی‌ها، اندازه‌گیری و ثبت شد که از این تعداد، چهار نفر به‌دلیل عدم شرایط ورود به طرح پژوهش حذف شدند و درنهایت، طرح پژوهش با ۳۴ نفر انجام گرفت. میانگین شاخص تودهٔ بدنی برای نمونهٔ پژوهش، ۲۴/۲ به‌دست آمد. سپس، پیش‌آزمون چرخش ذهنی با ۱۲ مسأله (موارد ۱تا ۱۲) به‌عمل آمد و بعد از آن به‌ترتیب، هریک از آزمودنی‌ها برای انجام آزمون حافظهٔ کاری، مقابل سیستم قرار گرفته و با تنظیم انگشت اشارهٔ دو دست روی کلیدهای L (با دست راست) و A (با دست چپ)، آزمون حافظهٔ کاری با ۳۶ کوشش انجام گرفت. پس از انجام آزمون توسط شرکت‌کنندگان، برنامهٔ تمرین هوازی طبق پروتکل گزارش‌شده، تنها برای گروه آزمایش اجرا شد و درنهایت، پس‌آزمون چرخش ذهنی و حافظهٔ کاری از تمامی آزمودنی-ها گرفته شد. در پس‌آزمون چرخش ذهنی از ۱۲ سؤال دوم (موارد ۱۳ تا ۲۴) استفاده شد و برای آزمون حافظهٔ کاری با توجه به این‌که کوشش‌ها در هر آزمون متفاوت است، مشابه با پیش‌آزمون انجام گرفت.

از آمار توصیفی برای دسته‌بندی داده‌ها، از آزمون شاپیرو ویلک[1] برای بررسی طبیعی‌بودن توزیع داده‌ها و از آزمون تحلیل واریانس چندمتغیره برای بررسی تأثیر تمرین استفاده شد. این مراحل با استفاده از نرم‌افزار اس. پی. اس. اس نسخهٔ ۲۰ و در سطح اطمینان ۰/۰۵ انجام گرفت.

1. Shapiro Wilk

نتایج

در جدول۱، اطلاعات مربوط به آمار توصیفی نمونهٔ پژوهش و همچنین، میانگین و انحراف معیار برای دو متغیر در پیش‌آزمون و پس‌آزمون آورده شده است.

جدول۱ـ یافته‌های توصیفی

گروه	متغیر	نوع آزمون	تعداد	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
آزمایش	قد (متر)	-	۱۸	۱/۶۷	۵/۰۷	۱/۵۷	۱/۷۶
	وزن (کیلوگرم)	-	۱۸	۶۳/۹۲	۷/۶۸	۵۴	۷۹
	BMI	-	۱۸	۲۴/۲	۲/۱۳	۱۹/۲۴	۲۶/۴۲
	چرخش ذهنی	پیش‌آزمون	۱۸	۳/۲۸	۲/۳۲۱	۰	۹
		پس‌آزمون	۱۸	۳/۹۴	۲/۶	۰	۱۱
	حافظهٔ کاری	پیش‌آزمون	۱۸	۰/۴۰۶۷	۰/۱۳۵۵	۰/۱۶	۰/۶۲
		پس‌آزمون	۱۸	۰/۴۱۸۳	۰/۱۳۸۵	۰/۲	۰/۶۴
کنترل	قد (متر)	-	۱۶	۱/۶۲	۵/۳۳	۱/۵۵	۱/۷۹
	وزن (کیلوگرم)	-	۱۶	۶۱/۰۲	۶/۸۹	۵۶	۸۲
	BMI	-	۱۶	۲۳/۲۸	۲/۱۸	۱۹/۰۲	۲۶/۸۸
	چرخش ذهنی	پیش‌آزمون	۱۶	۳/۵۶	۲/۴۴۹	۰	۹
		پس‌آزمون	۱۶	۳/۶۹	۲/۵۴۹	۰	۱۰
	حافظهٔ کاری	پیش‌آزمون	۱۶	۰/۳۹۲۵	۰/۱۴۴۳	۰/۱۶	۰/۶۲
		پس‌آزمون	۱۶	۰/۳۹۴۴	۰/۱۴۴۱	۰/۱۶	۰/۶

همان‌گونه که اشاره شد، برای بررسی طبیعی‌بودن توزیع داده‌ها در نمرات پیش‌آزمون، از آزمون شاپیرو استفاده شد که نتایج حاصل نشان داد فرض طبیعی‌بودن توزیع داده‌ها برقرار است ($P>0.05$)؛ بنابراین، برای بررسی تأثیر مداخله بر متغیرهای پژوهش، آزمون تحلیل واریانس چندمتغیره روی تفاضل نمرات پس‌آزمون از پیش‌آزمون به‌کار رفت؛ لذا، ابتدا پیش‌فرض‌های مربوط به آزمون مانوا مورد بررسی قرار گرفت که نتایج حاصل از آزمون لون نشان داد پیش‌فرض مبنی بر همگونی واریانس‌ها برای چرخش ذهنی ($P=0.09$ و $F_{(1,23)}=0.15$) و حافظهٔ کاری ($P=0.26$ و $F_{(1,23)}=1.27$) برقرار است ($P>0.05$). همچنین، پیش‌فرض مبنی بر همگونی کواریانس‌ها در دو متغیر مورد تأیید قرار گرفت ($P>0.05$). نتایج مربوط به آزمون مانوا در جدول۲ آورده شده است.

جدول ۲ـ نتایج آزمون تحلیل واریانس چندمتغیره (مانوا)

	متغیر وابسته	مجموع مجذورات	درجهٔ آزادی	میانگین مجذورات	F	معناداری
گروه	چرخش ذهنی	۲/۴۸۵	۱و۳۲	۲/۴۸۵	۵/۰۴۹	۰/۰۳۲
	حافظهٔ کاری	۰/۰۰۱	۱و۳۲	۰/۰۰۱	۴/۹۷	۰/۰۳۳

نتایج حاصل از تحلیل واریانس چندمتغیره، معناداری اثر گروه را نشان می‌دهد که بیانگر وجود تفاوت معنادار در دو متغیر چرخش ذهنی ($P=0.032$ و $F_{(1,32)}=5.049$) و حافظهٔ کاری ($P=0.033$ و $F_{(1,32)}=4.97$) بین گروه کنترل و آزمایش است. به‌عبارتی، عضویت گروهی می‌تواند بر روند تغییرات متغیرهای پژوهش اثرگذار باشد. درنهایت، نتایج حاکی از تأثیر معنادار تمرین هوازی بر متغیرهای پژوهش در گروه آزمایش می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر، بررسی یک جلسه تمرین هوازی با شدت متوسط بر عملکرد حافظهٔ کاری و توانایی چرخش ذهنی زنان غیرفعال بود. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که تمرین هوازی با شدت متوسط می‌تواند بر عملکرد حافظهٔ کاری و متعاقب آن، توانایی چرخش ذهنی اثرات مثبت داشته باشد. همان‌گونه که اشاره شد، حافظهٔ کاری، عاملی مهم برای هوش می‌باشد و چرخش ذهنی، یکی از اجزای اصلی توانایی‌های فضایی محسوب می‌شود. در ارتباط با متغیر چرخش ذهنی، نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های موریا[1] (۲۰۱۲)، جانسون و پیتچ (۲۰۱۰)، جانسون و همکاران (۲۰۱۱) و دهقانی‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) که نشان دادند فعالیت‌هایی چون ژیمناستیک، کشتی و جاگلینگ می‌توانند بر چرخش ذهنی اثرگذار باشند هم‌سو می‌باشد (۲۷،۲۸،۳۳،۳۴). موریا (۲۰۱۲) تأثیر تمرین بر فرایند چرخش ذهنی در کشتی‌گیران نخبه را مثبت ارزیابی کرد و نشان داد که تجربهٔ حس حرکتی ناشی از تمرین جسمانی، بر حل مسئلهٔ چرخش ذهنی اثرگذار است (۳۳). جانسون و پیتچ (۲۰۱۰) و جانسون و همکاران (۲۰۱۱) به تأثیر تمرینات جسمانی بلندمدت (۸هفته) و کوتاه‌مدت (یک جلسه) بر چرخش ذهنی در دو مطالعهٔ مجزا پرداختند که نتایج نشان داد هم تمرینات بلندمدت و هم تمرینات کوتاه‌مدت می‌توانند باعث بهبود در توانایی فضایی و به‌طورخاص، چرخش ذهنی شوند (۲۷،۳۳). دهقانی‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) نیز تأثیر حرکات زمینی ژیمناستیک بر چرخش ذهنی دانشجویان را نشان دادند (۲۷).

1. Moreau

همان‌گونه که اشاره شد، تجربهٔ حرکت و فعالیت جسمانی می‌تواند بر بهبود حل مسأله مؤثر باشد. به‌عبارتی، فرد با تجربهٔ حرکتی، به‌دلیل فعال‌شدن قسمت‌های مختلف مغز می‌تواند به بازیابی و تشخیص موقعیت در حل مسألهٔ تکلیف چرخش ذهنی پرداخته و عملکرد بهتری را از خود نمایش دهد (۳۳). البته، با توجه به نظر پیاژه[1] (۱۹۵۱)، کسب تجربه و دخل و تصرف در محیط (که از پیامدهای حرکت می‌باشد) می‌تواند بر شناخت و توانایی شناختی فرد اثرگذار باشد (۳۵). به‌عبارتی، فعالیت‌های شناختی در راستای فعالیت‌های حرکتی فرد دستخوش تغییر می‌شود. ازطرفی، مطالعات عصب روان‌شناختی بیانگر این مطلب است که مغز ورزشکاران در مقایسه با غیرورزشکاران متفاوت است. تفاوت در بخش‌هایی که در پردازش حرکتی نقش دارند، به‌طور آناتومیکی نیز وجود دارد. از این گذشته، بررسی‌ها نشان داده است که نواحی مغزی درگیر در ورزش و چرخش ذهنی می‌تواند یکسان باشد (۳۶)؛ بنابراین، می‌توان انتظار داشت که فعالیت در قشر مغز هنگام انجام فعالیت جسمانی، در همان نقاط درگیر در حل مسألهٔ چرخش ذهنی باشد. همچنین، افزایش گردش خون و متعاقب آن اکسیژن مغزی در پی تمرینات هوازی با شدت متوسط نیز گزارش شده است (۲۹)؛ بنابراین، افزایش کارکرد قشر مغز در راستای تمرین ورزشی می‌تواند تبیینی برای تعامل حرکت و شناخت باشد. با توجه به موارد ذکرشده، بهبود توانایی چرخش ذهنی بعد از تمرین ورزشی را می‌توان به تبحر حرکتی کسب‌شده، درگیری شناختی و دخل و تصرف در محیط، افزایش گردش خون و اکسیژن مغز و افزایش کارکردهای مغزی مشابه درگیر در فعالیت حرکتی و شناختی نسبت داد. نکتهٔ قابل‌ذکر این است که زنان نسبت به مردان، سود بیشتری از تمرین (شناختی و حرکتی) کسب می‌کنند. به‌عبارتی، اندازهٔ اثر تمرین در زنان نسبت به مردان بیشتر است (۲۷). با توجه به این‌که نمونهٔ پژوهش حاضر، زنان غیرفعال بودند؛ بنابراین، اثرات مطلوب در جهت افزایش توانایی چرخش ذهنی را در طول یک جلسه کسب نمودند. بیان این مورد بیشتر به تفاوت هورمونی، به‌ویژه تستسترون کمتر در زنان (غیرفعال) ارتباط دارد و این احتمال وجود دارد که فعالیت جسمانی، باعث تغییر سطوح هورمونی در جهت افزایش توانایی شناختی در زنان شود. هرچند که تفاوت‌های هورمونی بین مردان و زنان در تکلیف چرخش ذهنی گزارش شده است (۳۶)؛ اما تعیین سطوح هورمونی همراه با تکلیف چرخش ذهنی، قبل و بعد از تمرین جسمانی می‌تواند نتایج ارزشمندی را برای پژوهشگران به‌همراه داشته باشد که نیاز به مطالعات بیشتر می‌باشد.

در ارتباط با تأثیر تمرین جسمانی بر حافظهٔ کاری نیز شواهد، گواه ارتباط بین فعالیت قشر مغزی درگیر در حافظهٔ کاری و فعالیت جسمانی است؛ به‌عنوان‌مثال، تمرین هوازی با بهبود کارکرد اجرایی مرتبط است (۳۷). علاوه‌براین، بسیاری از پژوهش‌ها نشان داده است که عملکرد شناختی بعد از

1. Piaget

انجام تمرینات جسمانی بهبود می‌یابد (۱۴،۱۶،۱۸). پژوهش‌های قابل‌توجهی به بررسی اثرات آنی تمرین بر عملکرد شناختی هم‌زمان پرداخته‌اند. به‌وسیلهٔ دو فراتحلیل مشخص شد که تمرینات پویا (تمرینات کوتاه‌مدت و بلندمدت)، اثرات مثبت محسوسی بر کارکرد شناختی دارند. درواقع، یافته‌های حاصل از این فراتحلیل‌ها اشاره به مدل‌های توجه و انگیختگی دارند. تحریک ناشی از ورزش، باعث بهبود عملکرد در تکالیف تصمیم‌گیری سریع به‌وسیلهٔ تأثیر بر فرایند حسی ـ حرکتی پایه، حین و بعد از تمرین می‌شود و علاوه‌براین، انگیختگی باقی‌مانده در دورهٔ بعد از تمرین نیز حافظهٔ - کاری را تسهیل می‌نماید (۳۸،۳۹). اگرچه هنوز مطالعات گسترده‌ای در این زمینه لازم است، اما این احتمال وجود دارد که فرضیهٔ U وارونه[1] برای عملکرد حافظهٔ کاری و انگیختگی نیز صادق باشد؛ لذا، باتوجه شواهد پژوهش‌های قبلی و نتایج پژوهش حاضر می‌توان بیان نمود که با افزایش شدت تمرین هوازی، عملکرد شناختی و حافظهٔ کاری نیز افزایش می‌یابد؛ البته، تا محدودهٔ مطلوب (شدت متوسط) و پس از آن با افزایش شدت فعالیت و افزایش انگیختگی، از عملکرد حافظهٔ کاری کاسته خواهد شد؛ بنابراین، مداخلهٔ تمرین هوازی با شدت متوسط، انگیختگی مطلوب برای اجرای تکالیف مربوط به حافظهٔ کاری را ایجاد نموده و درنهایت، موجب تسهیل حافظهٔ کاری می‌شود.

البته، در مطالعاتی که عملکرد شناختی در طول ورزش و تمرین را بررسی نموده‌اند مشاهدات متناقضی به‌دست آمده است. پژوهشگران گزارش داده‌اند که کارکرد شناختی در طول تمرین با شدت‌های مختلف می‌تواند دستخوش تغییرات در جهت منفی شود (۴۰). به‌عبارتی؛ تمرین با شدت زیاد نه‌تنها موجب افزایش تکالیف شناختی نشده، بلکه کاهش در این نوع تکالیف را در پی خواهد داشت (۴۰). تبیینی که برای این یافته‌ها ارائه شده بیانگر این است که به‌دلیل منابع محدود سوخت‌وسازی در بدن و به‌ویژه مغز، مقدار انرژی لازم به قسمت‌های موردنیاز برای ارائهٔ عملکرد شناختی مناسب نخواهد رسید؛ اما پس از تمرین به‌دلیل این‌که تنها فعالیت شناختی درگیر است و درگیری جسمانی وجود ندارد، شرایط متفاوت است. پژوهشگران اظهار داشته‌اند که ورزش با شدت متوسط، اکسیژن قشر پیش‌پیشانی را افزایش می‌دهد؛ درصورتی که ورزش با شدت بالا، میزان اکسیژن در این ناحیه را کاهش می‌دهد (۴۰)؛ بنابراین با انجام تمرین هوازی با شدت متوسط، احتمال افزایش حافظهٔ کاری به‌دلیل افزایش تحریک در ناحیهٔ پیش‌پیشانی وجود دارد.

هرچند شواهد مختلفی برای دو متغیر ارائه شد؛ اما نتیجه‌گیری کلی می‌تواند تبیینی مناسب برای اثرات مشاهده‌شده باشد. از دیدگاه شناختی، پژوهش‌ها نشان می‌دهند که تمرین مهارت‌های فضایی عامل مهمی در رشد این مهارت‌ها و توانایی حل مسئله می‌باشد. وندربرگ و کیوس (۱۹۷۸) نشان دادند که عملیات چرخش ذهنی، ظرفیت محدودی دارد و آزمودنی‌ها برای چرخش تصویر، آن را به

1. The inverted-U arousal-performance hypothesis

قسمت‌های کوچکتر تقسیم کرده و یا فقط ویژگی متمایزکنندهٔ تصویر را بازنمایی می‌کنند (۴۱). به‌عبارت‌دیگر، افراد برای حل مسائل در تکلیف چرخش ذهنی، از حافظهٔ کوتاه‌مدت و فعال بینایی ـ فضایی استفاده می‌کنند که فعال‌بودن حافظه را می‌طلبد. از این گذشته، با توجه به این‌که چرخش ذهنی و حافظهٔ کاری هر دو برگرفته از تکالیف شناختی و هوش می‌باشند، هر نوع تغییر در هریک از این دو متغیر، تغییری هم‌راستا برای متغیر دیگر را در پی خواهد داشت. همچنین، این احتمال وجود دارد که کاهش و یا افزایش فرایندهای توجه، اثرات مجزایی بر فعالیت‌های ساکادی چشم به‌منظور ایجاد ثبات عصبی تصاویر در تکلیف چرخش ذهنی داشته باشد (۳۰). به‌عبارتی، پژوهشگران ارتباط بین حافظهٔ کاری و چرخش ذهنی را از طریق توجه به حرکات ساکادی چشم می‌دانند. درنهایت، آن‌ها معتقدند که فعالیت‌های عصبی درگیر در حافظهٔ کاری می‌تواند به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم بر فعالیت و توانایی چرخش ذهنی مؤثر باشد (۳۰).

پژوهش حاضر، تسهیل حافظهٔ کاری و بهبود توانایی چرخش ذهنی را پس از یک جلسه تمرین هوازی با شدت متوسط نشان داد. با توجه به اهمیت فرایندهای شناختی و مداخلات جسمانی که در دههٔ اخیر مورد توجه پژوهشگران بوده است پیشنهاد می‌شود تا شواهد عصبی و درگیری عصب روان‌شناختی و همچنین، تغییر در سطوح هورمونی برای حافظهٔ کاری و چرخش ذهنی در پی تمرینات جسمانی مورد بررسی قرار گیرد تا تبیین‌های مناسب در کارکرد قشر و ساختار مغزی در اختیار پژوهشگران قرار گیرد.

منابع

1) Fletcher G F, Balady G, Blair S N, Blumenthal J, Caspersen C, Chaitman B, et al. Statement on exercise: Benefits and recommendations for physical activity pro-grams for all Americans: A statement for health professionals by the committee on exercise and cardiac rehabilitation of the council on clinical cardiology American heart association. Circulation. 1996; 94: 857–62.

2) Warburton D E R, Nicol C W, Bredin S S D. Health benefits of physical activity: The evidence. Can Med Assoc J. 2006; 174: 801–9.

3) Cotman C W, Berchtold N C, Christie L A. Exercise builds brain health: Key roles of growth factor cascades and inflammation. Trends Neurosci. 2007; 30: 464–72.

4) Gustafsson T, Puntschart A, Kaijser L, Jansson E, Johan C, Jansson E V A, et al. Exercise-induced expression of angiogenesis-related transcription and growth factors in human skeletal muscle exercise-induced expression of angiogenesis-related transcription and growth factors in human skeletal muscle. Am J Physiol Heart Circ Physiol. 1999; 276: 679–85.

5) Stranahan A M, Khalil D, Gould E. Running induces widespread struc-tural alterations in the hippocampus and entorhinal cortex. Hippocampus. 2007; 17: 1017–22.

6) Colcombe S J, Erickson K I, Scalf P E, Kim J S, Prakash R, Mcauley E, et al. Aerobic exercise training increases brain volume in aging humans. J Gerontol A-Biol Sci Med Sci. 2006; 61: 1166–70.

7) Bednarczyk M R, Aumont A, Décary S, Bergeron R, Fernandes K J L. Prolonged voluntary wheel-running stimulates neural precursors in the hippocampus and forebrain of adult CD1 mice. Hippocampus. 2009; 19: 913–27.

8) Levin S C, Huttenlocher J, Taylor A, Langrock A. Early sex differences in spatial skill. Dev Psychol. 1999; 35: 940-9.

9) Just M A, Carpenter P A. Cognitive coordinate systems: Accounts of mental rotation and individual differences in spatial ability. Psychol Rev. 1985; 92:137-71.

10) McCarthy A L. Improving older adults' mental rotation skills through computer training. Doctoral Dissertation. University of Akron; 2010.

11) Martinsen E W, Medhus A, Sandvik L. Effects of aerobic exercise on depression: A controlled study. Br Med J. 1985; 291:109- 17.

12) Gambelunghe C, Rossi R, MariucciI G, Tantuci M, Ambrosini M V. Effects of light physical exercise on sleep regulation in rats. Med Sci Sports Exerc. 2001; 33: 57–60.

13) Colcombe S, Kramer A F. Fitness effects on the cognitive function of older adults a meta-analytic study. Psychol Sci. 2003; 14: 125–30.

14) Dustman R E, Ruhling R O, Russell E M, Shearer D E, Bonekat H W, Shigeoka J W, et al. Aerobic exercise training and improved neuropsychological function of older individuals. Neurobiol Aging. 1984; 5: 35–42.

15) Yanagisawa H, Dan I, Tsuzuki D, Kato M, Okamoto M, Kyutoku Y, et al. Acute moderate exercise elicits increased dorsolateral prefrontal activation and improves cognitive performance with Stroop test. Neuroimage. 2010; 50: 1702–10.

16) Van Praag H, Shubert T, Zhao C, Gage F H. Exercise enhances learning and hippocampal neurogenesis in aged mice. J Neuro Sci. 2005; 25: 8680–5.

17) Cassilhas R C, Lee K S, Fernandes J, Oliveira M G, Tufik S, Meeusen R, et al. Spatial memory is improved by aerobic and resistance exercise through divergent molecular mechanisms. Neuroscience. 2012; 27(202): 309-17.

18) Smith A M, Spiegler K M, Sauce B, Wass C D, Sturzoiu T, Matzel L D. Voluntary aerobic exercise increases the cognitive enhancing effects of working memory training. Behav Brain Res. 2013; 256: 626–35.

19) Spearman C. General intelligence objectively determined and measured. Am J Psychol. 1904; 15: 201–93.

20) Kane M J, Hambrick D Z, Conway A R. Working memory capacity and fluid intelligence are strongly related constructs: Comment on Ackerman, Beier, and Boyle. Psychol Bull. 2005; 131: 66–71.

21) Conway A R A, Kane M J, Al CET. Working memory span tasks: A methodological review and user’s guide. Psychon Bull Rev. 2005; 12: 769–86.

22) Jaeggi S M, Buschkuehl M, Jonides J, Perrig W J. Improving fluid intelligence with training on working memory. Proc Natl Acad Sci .2008; 105: 6829–33.

23) Light K, Kolata S, Wass C, Denman-Brice A, Zagalsky R, Matzel L D. Working memory training promotes general cognitive abilities in genetically heterogeneous mice. Curr Biol. 2010; 20: 777–82.

24) Matzel L D, Light K, Wass C, Colas-Zelin D L, Denman-Brice A, Waddel A C, et al. Longitudinal attentional engagement rescues mice from age-related cognitive declines and cognitive inflexibility. Learn Mem. 2011; 18: 345–56.

25) Shipstead Z, Redick T S, Engle R W. Is working memory training effective? Psychol Bull. 2012; 138: 628–654.

۲۶) دهقانی‌زاده جلال، محمدزاده حسن، حسینی فاطمه‌سادات. مقایسهٔ چرخش ذهنی دانشجویان فعال و غیرفعال. نشریهٔ رفتار حرکتی. ۱۳۹۳؛ ۶(۱۶): ۱۰۶ـ۹۳.

۲۷) دهقانی‌زاده جلال، محمدزاده حسن، حسینی فاطمه‌سادات. تأثیر برنامهٔ آموزش ژیمناستیک بر چرخش‌ذهنی. فصل‌نامهٔ روان‌شناسی شناختی. ۱۳۹۲؛ ۱(۱): ۲۴ـ۱۶.

28) Jansen P, Pietsch S. Physical activity improves mental rotation performance. Creative Educ. 2010; 1: 58-61.

29) Marins A Q, Kavussanu M, Willoughby A, Ring C. Moderate intensity exercise facilitates working memory. Psychol Sports Exerc. 2013; 14: 323-8.

30) Beste C, Heil M, Domschke K, Konrad C. The relevance of the functional 5-HT1A receptor polymorphism for attention and working memory processes during mental rotation of characters. Neuropsychologia. 2010; 48: 1248–54.

31) Shepard R N, Metzler J. Mental rotation of three- dimensional objects. Science. 1971; 171: 701-3.

32) Peters M, Laeng B, Latham K, Jackson M, Zaiyouna R, Richardson C. A Redrawn Vandenberg & Kuse mental rotations test: Different versions and factors that affect performance. Brain Cognition. 1995; 28: 39-58.

33) Moreau D, Clerc J, Mansy-Dannay A, Guerrien A. Enhancing spatial ability through sport practice: Evidence for an effect of motor training on mental rotation performance. Indiv Differ. 2012; 33(2): 83-8.

34) Jansen P, Léonie F, Lange H. The influence of juggling on mental rotation performance in children. Biomed Hum Kinet. 2011; 3: 18–22.

35) Piaget J. Play, dreams and imitation in childhood. New York: Norton; 1951.P: 75-79.

36) Jansen P, Kelner J, Rieder C. The improvement of mental rotation performance in second graders after creative dance training. Creative Educ. 2013; 4(6): 418-22.

37) Pontifex M B, Hillman C H, Fernhall B, Thompson K M, Valentini T A. The effect of acute aerobic and resistance exercise on working memory. Med Sci Sport Exer. 2009; 41: 927-34.

38) Etnier J L, Salazar W, Landers D M, Petruzzello S J, Han M, Nowell P. The influence of physicalfitness and exercise upon cognitive functioning: A meta-analysis. Sports Exerc Psychol. 1997; 19: 249-77.

39) Lambourne K, Tomporowski P D. The effect of exercise-induced arousal on cognitive task performance: A meta-regression analysis. Brain Res. 2010; 1341: 12-24.
40) Lo Bue-Estes C, Willer B, Burton H, Leddy J J, Wilding G E, Horvath P J. Short-term exercise to exhaustion and its effects on cognitive function in young women. Percept Motor Skill. 2008; 107: 933-45.
41) Vandenberg S G, Kuse A R. Mental rotations, a group test of three- dimensional spatial visualization. Percept Motor Skill. 1978; 47: 599−604.

ارجاع دهی به روش ونکوور

دهقانی‌زاده جلال، لطفی مریم، حسینی فاطمه سادات. تأثیر تمرین هوازی با شدت متوسط بر حافظهٔ کاری و چرخش ذهنی. رفتار حرکتی. بهار ۱۳۹۴؛ ۷(۲۰): ۶۲-۱۴۷.

The effects of moderate-intensity aerobic exercise on working memory and mental rotation

J. Dehghanizade[1], M. Lotfi[2], F. Hosseini[3]

1. PhD student at Urmia University
2. PhD student at Urmia University*
3. Assistant professor at Urmia University

Received date: 2014/08/23 **Accepted date: 2015/04/19**

Abstract

The aim of the present study was to investigate the effects of moderate-intensity aerobic exercise on working memory performance and mental rotation ability. The participants included 34 inactive women with age range of 21 to 26 years of Mehriz city were selected purposely (Experimental Group=18, Control Group=16). Aerobic exercise was included a session running at 60%of maximum heart rate. To collect the data mental rotation test and software N-Back was used. Results of MANOVA showed that moderate-intensity aerobic exercise effect on working memory performance and mental rotation abilities ($P \leq 0.05$). In other words, moderate-intensity aerobic exercise may facilitate working memory and mental rotation ability. Actually, present study revealed the interaction and communication between cognitive and motor processes more than before.

Keywords: Mental rotation, Working memory, Aerobic exercise

* Corresponding Author Email: maryam2.lotfi@gmail.com