مقاله پژوهشی

ارمغان دانش، مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی یاسوج
دوره ۲۶، شماره ٤، مهر و آبان ۱٤۰۰(شماره پی در پی (۱)۱٤۷)

تأثیر تمرین هوازی و تحریک الکتریکی مغز بر بازتحکیم حافظه در شرایط بدون خواب و خواب

سیده منصوره نعیمی تاجدار[۱]، مهدی نمازی زاده[۲]*، صادق نصری[۳]، دکتر سید محمد کاظم واعظ موسوی[٤]

[۱]گروه رفتار حرکتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، [۲]گروه رفتار حرکتی، واحد خوراسگان، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران، [۳]گروه علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران، [٤]گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه جامع امام حسین، تهران، ایران

تاریخ وصول: ۱۳۹۹/۰۵/۰٤ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۲۹

چکیده

زمینه و هدف: فراخوانی مجدد حافظه تحکیم یافته می‌تواند منجر به بازداری یا به روز شدن و بازتحکیم حافظه شود، عوامل مختلفی بر عملکرد بازتحکیم حافظه تأثیر دارد. لذا هدف از این مطالعه تعیین و تأثیر تمرین هوازی و تحریک الکتریکی مغز بر بازتحکیم حافظه در شرایط بدون خواب و خواب بود.

روش بررسی: در این مطالعه نیمه تجربی که در سال ۱۳۹۸انجام شد، ٤۵ شرکت کننده جوان با دامنه سنی ۲۰تا ۲۵ سال در پژوهش حاضر شرکت کردند. برای جمع‌آوری داده‌ها از پرسشنامه‌های جمعیت شناختی، کیفیت خواب پترزبورگ، دست برتری ادینبرگ، حافظه وکسلر، آزمون زمان واکنش تطبیق رنگ زنجیره‌ای، دستگاه تحریک الکتریکی مستقیم جمجمه‌ای و ساعت ضربان سنج استفاده شد. آزمودنی‌ها بر اساس معیارهای ورود به مطالعه انتخاب و سپس به صورت تصادفی در سه گروه آزمایشی و کنترل گمارده شدند. آزمودنی‌ها تکلیف تطبیق رنگ زنجیره‌ای را در مرحله اکتساب(شش بلوک ۱۰۰ کوششی) انجام دادند، سپس گروه اول به مدت ۳۰ دقیقه فعالیت بدنی هوازی، گروه دوم به مدت ۱۵ دقیقه تحریک الکتریکی جمجمه و ۱۵ دقیقه فعالیت بدنی هوازی انجام دادند. همه گروه‌ها ۳۰ دقیقه بعد از انجام مداخله تمرینی، تکلیف تطبیق رنگ زنجیره ای را در یک بلوک ۱۰۰ کوششی فراخوانی و بعد از یک و ٤۸ ساعت بعد در آزمون‌های یادداری شرکت کردند. داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از آزمون‌های آماری تحلیل واریانس یک راهه، تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد آزمودنی‌ها در بلوک تمرینی سوم نسبت به بلوک تمرینی اول و دوم عملکرد بهتری داشتند($p\leq ۰/۰۵$). در اجرای آزمون یادداری بعد از ۱ ساعت، گروه تمرین هوازی بهترین عملکرد و گروه تمرین ترکیبی ضعیف‌ترین عملکرد را داشت($p\leq ۰/۰۵$). در اجرای آزمون یادداری بعد از ٤۸ ساعت گروه تمرین ترکیبی بهترین و گروه کنترل ضعیف‌ترین عملکرد را داشت.

نتیجه‌گیری: با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر، انجام فعالیت بدنی هوازی و ایجاد تحریک الکتریکی مغز جهت افزایش عملکرد تحکیم حافظه به افراد توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: فعالیت بدنی، تحریک مغز، پردازش حافظه

***نویسنده مسئول: مهدی نمازی زاده، اصفهان،** دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوراسگان، گروه رفتار حرکتی

Email: drmnamazi@yahoo.com

مقدمه

حافظـه ویژگـی‌ای از مغـز اسـت کـه نـواحی مختلفی از مغز مانند کورتکس مغزی و چندین بخش از سیستم لیمبیک در آن نقش دارند. لوب تمپورال و تشکیلات هیپوکامپی جهت انتقال حافظه‌های کوتاه مدت به بلندمدت درگیرند. نئوکورتکس و بخش‌های مختلفی از سیستم لیمبیک در ذخیره نمودن حافظه بلندمدت دخالت دارند. کورتکس هیپوکمپ با نواحی ارتباطی حسی از یک طرف و هیپوکمپ از طرف دیگر در ارتباط است. احتمالاً این ارتباطات کورتکس پاراهیپوکمپ را مناسب برای تثبیت حافظه می‌سازند. حافظه بلندمدت زمانی شکل می‌گیرد که اتصالات نورونی ویژه‌ای به طور دایمی و پایا تقویت شده باشد و بر اساس نوع اطلاعات به دو نوع حافظه آشکار[۱] (ضمیر خودآگاه) و حافظه پنهان[۲](ضمیرناخودآگاه) طبقه‌بندی می‌شود. در حافظه پنهان(ضمیرناخودآگاه)، انسان از اثر بعضی از تجربیات قبلی خود آگاه نیست و از این رو نمی تواند آن‌ها را گزارش کند، اما رفتار او می‌تواند مدارکی دال بر آن تجربه قبلی فراهم کند. حافظه آشکار(ضمیر خودآگاه) نیازمند یادآوری هشیارانه بوده و فرد می‌بایست با آگاهی کامل به موارد و حوادث قبلی بازگشته و آنها را بازیابی کند. حافظه آشکار به عنوان کاربرد ارادی حافظه به منظور انجام تکالیف است. نواحی قشر حرکتی[۳]، ناحیه حرکتی مکمل[۴]، پوتامن[۵]، مخچه، هسته‌های دم دار قدامی راست[۶]، قشر پیشانی قدامی[۷] و در قشر آهیانه‌ای[۸] در شرایط استفاده از حافظه پنهان و طی اجرای تکلیف حافظه آشکار کانون فعال‌سازی نواحی عصبی در قسمت میانی بین دو نیمکره، قشر مخروطی چپ، قشر پیشانی تحتانی چپ، تالاموس راست، قشر گیجگاهی، هایپوکمپ، تالاموس و قشر پیشانی آهیانه و قسمت راست قشر پیشانی میانی و ساقه مغزی فعال می شوند(۱). پژوهشگران و متخصصان علوم‌شناختی معتقدند حافظه در ابتدا ضعیف و شکننده است و به پردازش تحکیم حافظه نیاز است تا پایدار و به طور همیشگی ذخیره شود.[۱۰]

امروزه پژوهشگران نشان داده‌اند بازیابی حافظه تحکیم یافته قبلی، آن را مجدداً به وضعیتی ناپایدار و بی‌ثبات بر می‌گرداند، از این رو حافظه فراخوانده شده به یک دوره زمانی ویژه‌ای نیاز دارد تا پایدار، با ثبات و بازتحکیم شود(۳ و۲). چندین شاهد پژوهشی وجود دارد که نشان می‌دهد در حوزه مربوط به تحکیم و بازتحکیم بعد از رمزگردانی ابتدایی و جدای از گذر زمان و طول فاصله بین جلسات تمرین، خواب منجر به بهتر شدن اجرای مهارت‌های حرکتی می‌شود. مغز می‌تواند برای ارتقاء خاطرات ثبت شده در طول روز، از روش بازنگری شبانه استفاده کند زیرا در مغز انسان یک "ثبت کننده" حافظه وجود دارد که در شب و زمانی که افراد خواب

1-Explicit Memory
2-Implicit Memory
3-Motor Cortex
4- Complementary motor area (SMA)
5-Putamen
6-Right Ventral Caudate Nucleus
7-Rostral Prefrontal Cortex
8-Parietal Cortex

هستند عمل کرده و وقایع را تثبیت می‌کند(٤). این در حالی است که سرعت بازنگری و بازتولید اطلاعات در خواب شب ٦ تا ٧ برابر بیشتر از روز است. امواج کند مغزی که در خواب عمیق ظاهر می‌شود، برای یادداری آموخته‌های پیشین، تقویت و ارتقای حافظه بسیار اساسی‌اند(٥). علاوه بر تأثیرگذاری خواب و فواصل تمرین آسایی متفاوت بر پردازش بازتحکیم حافظه‌ای، فورستر و همکاران در تحقیقی از تحریک الکتریکی مستقیم جمجمه‌ای برای تغییر در تحریک‌پذیری قشر مغز و تسهیل یادگیری و تحکیم حافظه حرکتی استفاده کردند و نشان دادند پردازش‌ها مربوط به یادگیری و تحکیم حافظه‌ای با استفاده از تحریک الکتریکی مغز قابل تسهیل است(٦). جوادی و چنگ به بررسی ردیابی حافظه جدید و ضعیف تحت انسجام برای به دست آوردن مقاومت در برابر تحریکات تداخل کننده پرداختند. آنها بیان کردند تحریک الکتریکی مستقیم جمجمه‌ای آندی در طول تمرین منجر به پایداری کلمات بیشتر و قابل توجهی نسبت به تحریک کاتدی و تحریک ساختگی گردید. تحریک الکتریکی مستقیم جمجمه‌ای کاتدی در عملکرد شناختی، نسبت به تحریک ساختگی تأثیر نگذاشت(٧).

اخیراً نشان داده شده است که یک دوره تمرین حاد ورزشی نیز می‌تواند بر عملکرد حافظه آشکار اثر گذارد. شواهد نشان می‌دهد تمرین بدنی و ورزش دارای تأثیرات مثبت بر حافظه بلندمدت است(٨). فواید تمرین ورزشی عبارت است از افزایش کارکرد قلب و تنفس، کاهش خطر بیماری قلبی، افزایش سوخت و ساز چربی، کاهش وزن بدن، کاهش خستگی و در نهایت افزایش کارکردهای شناختی به دنبال فعالیت‌های هوازی میزان جریان خون مغز در مناطقی از آن که مسئول کنترل حسی و حرکتی است، افزایش می‌یابد. فعالیت هوازی با افزایش رشد سلول‌های عصبی و گسترش ارتباطات بین سلولی که برای یادگیری و حافظه ضرورت دارند می‌تواند مغز را جوان و فعال نگه دارد. ماریا و همکاران نشان داده‌اند یک دوره تمرین شدید کوتاه‌مدت، یادگیری مهارت حرکتی را زمانی که در دوره بعد از اکتساب مهارت انجام شد، بهبود بخشید(٩). داورانچ و آدیفرن و آدیفرن و همکاران بیان کردند فعالیت‌های فیزیکی هوازی یک جلسه ای با شدت متوسط موجب تسهیل عملکرد حافظه می شود(١١ و ١٠)، اما دتریخ و اسپارلینگ، دل جیورنو و همکاران و ایچ و متکالفه (٢٠٠٩) بیان کردند فعالیت‌های فیزیکی هوازی یک جلسه‌ای با شدت متوسط موجب افت عملکرد حافظه در حین فعالیت می شود(١٤-١٢). پژوهشگران اذعان کرده‌اند حافظه‌های جدید در ابتدا ضعیف و شکننده هستند و به یک پردازش تحکیم حافظه نیاز است تا این حافظه‌ها پایدار شوند و به‌طور همیشگی ذخیره شوند. هنوز شکاف هایی در زمینه شناسایی عوامل بازدارنده و تسهیل کننده بازتحکیم حافظه وجود دارد و پژوهشی تا به حال به بررسی اثر TDCS و تمرین هوازی بر بازتحکیم حافظه حرکتی نپرداخته است. از آنجایی که پژوهشگران به دنبال یافتن عوامل تسهیل کننده و یازدارنده اثر گذار بر مکانیسم‌های سلولی،

ملکولی، سیناپسی و رفتاری بر تحکیم و بازتحکیم حافظه‌ای هستند و با توجه به یافته‌های متناقض پژوهشگران، لذا هدف از این مطالعه تعیین و تأثیر تمرین هوازی و تحریک الکتریکی مغز بر بازتحکیم حافظه در شرایط بدون خواب و خواب بود.

روش بررسی

مطالعه حاضر نیمه تجربی و با طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون با گروه کنترل بود که در سال۱۳۹۸ انجام شد. جامعه آماری این پژوهش کلیه زنان جوان در دامنه سنی ۳۰ــ۲۰ سال منطقه شش شهر تهران می‌باشد. حجم نمونه تعداد ٤٥ زن بر اساس نرم افزار تعیین حجم نمونه جی پاور (G Power 3) و با در نظر گرفتن پارامترهای(اندازه اثر= ۰/۳۸، ضریب آلفا= ۰/۰۵، توان آزمون= ۰/۹۵) در نظر گرفته شد. شرکت کنندگان پژوهش در دامنه سنی ۲۰تا ۲۵ سال می‌باشند که بر اساس فراخوان و روش نمونه‌گیری داوطلبانه و معیارهای ورود به مطالعه انتخاب شدند. آزمودنی‌ها بر اساس معیارهای ورود به مطالعه(جنسیت زن، عدم بیماری‌های قلبی - عروقی، دیابت، داشتن کیفیت خواب مناسب، عدم مصرف داروهای هورمونی، سلامت جسمانی و روانی، راست دست بودن و مبتدی بودن در اجرای تکلیف) در این پژوهش شرکت کردند. ملاک خروج از پژوهش عدم تمایل آزمودنی‌ها به ادامه همکاری در طول دوره تمرین، بروز هرگونه آسیب در حین اجرای تمرینات و عدم شرکت آزمودنی‌ها حین اجرای تمرینات بود.

پرسشنامه کیفیت خواب پترزبورگ، این پرسشنامه کیفیت خواب بد را از کیفیت خواب خوب افتراق می‌دهد و هفت زیرمقیاس کیفیت ذهنی خواب، تأخیر در به خواب رفتن، طول مدت خواب، خواب مفید، اختلالات خواب، مصرف داروهای خواب آور، اختلال عملکرد روزانه را ارزیابی می‌کند(به نقل از ٥).

پرسش‌نامه دست برتری ادینبرگ، پرسشنامه مشمل بر ٤ بخش می باشد که به ترتیب به بررسی برتری دستی، برتری پا، برتری گوش، و برتری چشم می پردازد. نمرات مثبت نشان دهنده راست برتر بودن، صفر مشخص کننده عدم برتری طرفی و نمرات منفی حاکی از چپ برتر بودن است(دامنه نمرات از ۱۰۰+ تا ۱۰۰- می‌باشد)(به نقل از ٥).

مقیاس حافظه وکسلر نسخه سوم (Wechsler Memory Scale-III)، این مقیاس دارای ۱۸ خرده مقیاس(۱۱ خرده مقیاس اولیه و ۷ خرده مقیاس اختیاری) بوده و از ۱۱ خرده مقیاس اولیه آن، ۸ نمره شاخص به دست می‌آید، این مقیاس در سیزده گروه سنی از ١٦ تا ٨٩ سال تهیه شده است.

آزمون زمان واکنش تطبیق رنگ زنجیره‌ای، آزمودنی‌ها در این تکلیف به تطبیق رنگ سه مربع کوچک با رنگ مربع بزرگی که به ترتیب در نمایشگر ظاهر می‌شود، خواهند پرداخت. برای هر پاسخ زمان واکنش به عنوان متغیر عملکرد حافظه آزمودنی‌ها در

نظر گرفته می‌شود. در هر کوشش در مرکز صفحه نمایشگر سه مربع کوچک با ابعاد ۲×۲ سانتی‌متر با زمینه سفید، ظاهر می‌شوند. نحوه نمایش این مربع‌ها با یک فاصله کم از یکدیگر می‌باشد و بعد از ٦٠٠ میلی‌ثانیه از صفحه نمایشگر محو شده و یک مربع بزرگ با ابعاد ۱۷×۱۷ سانتی‌متر جای آنها را می‌گیرد. آزمودنی‌ها باید به دقت رنگ‌های مربع کوچک را مشاهده نمایند و آنها را با رنگ مربع بزرگ تطبیق دهند. به وسیله ٤ کلید پاسخ‌ها مشخص شده و در صفحه کلید رایانه انتخاب می‌شوند. از آزمودنی‌ها خواسته می‌شود تا انگشتان اشاره و میانی هر دو دست را روی این چهار کلید قرار دهند. در این تکلیف چهار پاسخ متفاوت امکان‌پذیر است که از قرار ذیل می‌باشند: کلید شماره۱؛ زمانی که هیچ‌کدام از رنگ‌های مربع‌های کوچک با رنگ مربع بزرگ تطابق نداشته باشد، کلید شماره ۲؛ زمانی که یک رنگ از مربع‌های کوچک با رنگ مربع بزرگ انطباق داشته باشد، کلید شماره ۳؛ زمانی که دو رنگ از مربع‌های کوچک با رنگ مربع بزرگ انطباق داشته باشد و کلید شماره ٤؛ زمانی که هر سه رنگ مربع‌های کوچک با رنگ مربع بزرگ انطباق داشته باشد. به محض ادای پاسخ به وسیله آزمودنی‌ها یا گذشت ۳۰۰۰ میلی‌ثانیه از ظهور محرک مربع بزرگ از صفحه نمایشگر محو شده و سه مربع کوچک دیگر با یک فاصله ۲۰۰ میلی‌ثانیه‌ای ظاهر می‌شوند. در این تکلیف توالی پاسخ‌ها با توجه به یک توالی ویژه ثابت می باشد، اما نوع محرک با توجه به ترکیب متفاوتی از رنگ و شکل‌بندی آن متفاوت است.

دستگاه تحریک الکتریکی مستقیم جمجمه‌ای، تحریک الکتریکی مستقیم از روی جمج یک تکنیک درمانی عصبی است که جریان مستقیم و ضعیفی را به مناطق قشری وارد و فعالیت خودانگیخته عصبی را تسهیل یا بازداری می‌کند. در تحریک الکتریکی مستقیم جمجمه‌ای موقعیت الکترودها در تعیین اثربخشی تحریک مهم است. شدت تحریک تا دو میلی‌آمپر و طول مدت تحریک حدود ۲۲ دقیقه هیچ خطری ندارد و کاملاً ایمن است(۱۵).

ابتدا از آزمودنی‌ها دعوت شد یک روز قبل از آزمون به مکان تست‌گیری مراجعه کنند و اطلاعاتی درباره ابزار و نحوه اجرا دریافت کنند، در این زمان از آزمودنی‌ها رضایت‌نامه کتبی دریافت شد. بعد از انتخاب آزمودنی‌ها بر اساس معیارهای ورود به مطالعه، آنها به صورت تصادفی در گروه‌های آزمایشی و کنترل گمارده شدند.

گروه اول تمرین هوازی صرف برای تحکیم و بازتحکیم حافظه؛ تکلیف تطبیق رنگ زنجیره ای را در مرحله اکتساب(شش بلوک ۱۰۰ کوششی) انجام دادند، به مدت ۳۰ دقیقه فعالیت بدنی هوازی انجام دادند. ۳۰ دقیقه بعد آزمودنی‌ها تکلیف تطبیق رنگ زنجیره‌ای را فراخوانی کردند. یک ساعت و ٤٨ ساعت بعد از خواب شبانه، دو بلوک ۵۰ کوششی از تکلیف تطبیق رنگ زنجیره‌ای را انجام دادند.

گروه دوم تحریک الکتریکی مغز همراه با تمرین هوازی برای تحکیم و بازتحکیم حافظه؛ تکلیف تطبیق رنگ زنجیره‌ای را در مرحله اکتساب(شش بلوک ۱۰۰ کوششی) انجام دادند، سپس ابتدا به مدت ۱۵ تحریک الکتریکی مغز را انجام و مجدداً به مدت ۱۵ دقیقه فعالیت بدنی هوازی انجام دادند. ۳۰ دقیقه بعد آزمودنی‌ها تکلیف تطبیق رنگ زنجیره‌ای را فراخوانی کردند. یک ساعت و ٤٨ ساعت بعد از خواب شبانه، دو بلوک ۵۰ کوششی از تکلیف تطبیق رنگ زنجیره‌ای را انجام دادند.

گروه سوم(گروه کنترل برای تحکیم و بازتحکیم حافظه ای)، تکلیف تطبیق رنگ زنجیره‌ای را در مرحله اکتساب(شش بلوک ۱۰۰ کوششی) انجام دادند. ۳۰ دقیقه بعد آزمودنی‌ها تکلیف تطبیق رنگ زنجیره‌ای را فراخوانی کردند. یک ساعت و ٤٨ ساعت بعد از خواب شبانه، دو بلوک ۵۰ کوششی از تکلیف تطبیق رنگ زنجیره‌ای را انجام دادند.

پازدن روی دوچرخه تا حدی که ضربان قلب به حداقل مرز منطقه برنامه هوازی شرکت کننده برسد، بعد از آن به مدت ۱۰ دقیقه ادامه دوچرخه با حفظ ضربان قلب در منطقه هوازی، در ادامه حرکت دو درجا و کشش فنر با حفظ ضربان قلب در منطقه هوازی روی دستگاه کادیلاک به مدت ۵ دقیقه، در ادامه تمرین روی دوچرخه ثابت به مدت ۱۰ دقیقه با حفظ ضربان قلب. حداکثر ضربان قلب با استفاده از ساعت شیوئومی که به مچ دست آزمودنی‌ها بسته می‌شد، تعیین شد.

الکترودهای دستگاه یکی به عنوان قطب مثبت (آندی) و دیگری به عنوان قطب منفی (کاتدی) برروی جمجمه قرار گرفت. الکتریسیته از قطب مثبت به سمت قطب منفی در حرکت است. برای پیدا کردن ناحیه پیش پیشانی پشتی ـ جانبی برای تحریک وسط فاصله بیخ بینی[۱] (نقطه بین پیشانی و بینی) تا برآمدگی پشت سر[۲] (برجسته‌ترین استخوان پشت سر) را روی پوست سر علامت زده، سپس فاصله بین دو گوش[۳] را در نظر گرفته و وسط آن علامت زده می‌شود. از تلاقی این دو نقطه راس سر به دست می‌آید که این نقطه معادل Cz در EEG می باشد. اگر ۲۰ درصد از فاصله دو گوش را به سمت چپ حرکت کنید، به ناحیه C3 یا کورتکس حرکتی چپ M1 می‌رسید. برای مکان‌یابی ناحیه خلفی- جانبی چپ یا F3 از نقطه C3 به اندازه ۵ سانتی‌متر به جلو حرکت شد(١٦ و ١٥).[۲]

داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون‌های آماری شاپیرو ویلک، اون ، تحلیل واریانس یک راهه، تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر با عامل تکرار در فواصل تمرین آسایی و گرین هووس ـ گیسر یجزیه و تحلیل شدند.

1-Nasion
2-Inion
3-Preauricular Pit

یافته‌ها

جدول ۱ مقادیر شاخص‌های توصیفی آزمودنی‌ها برای متغیرهای سن، تحصیلات، آزمون شناختی تشخیص دمانس، بهداشت روانی، کیفیت خواب، حافظه عمومی، توجه/تمرکز، حافظه کلامی، حافظه بصری، یادآوری تأخیری در گروه‌های آزمایش(گروه تمرین هوازی، تمرین هوازی+ تحریک مغناطیسی مغز، گروه کنترل) را نشان می‌دهد.

با استفاده از تحلیل واریانس یک راهه، مقادیر شاخص‌های توصیفی برای متغیرهای؛ سن، تحصیلات، آزمون شناختی تشخیص دمانس، بهداشت روانی، کیفیت خواب، حافظه عمومی، توجه/تمرکز، حافظه کلامی، حافظه بصری، یاد آوری تأخیری برای گروه‌های آزمایش تجزیه و تحلیل شد. نتایج در جدول۱ نشان داد بین میانگین متغیرهای؛ سن(به سال)، سطح تحصیلات(به سال)، بهداشت روانی، کیفیت خواب، آزمون کوتاه شناختی برای تشخیص دمانس، حافظه عمومی، توجه/تمرکز، حافظه کلامی، حافظه بصری و یادآوری تأخیری در گروه‌های آزمایشی اول(تمرین جسمانی)، دوم(گروه تمرین ترکیبی)، سوم(کنترل) در سطح معنی‌داری $p<۰/۰۵$ تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نمی باشد.

به منظور بررسی تأثیرتمرین هوازی و ترکیبی (هوازی + ترکیبی) بر بازتحکیم حافظه حرکتی از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری(تعداد گروه‌های تمرینی) ۳× ٤(مراحل ارزیابی: بلوک سوم اکتساب، فراخوانی حافظه ۳۰ دقیقه بعد، اجرای آزمون یادداری بعد از یک ساعت و ٤٨ ساعت) با در نظر گرفتن گروه‌های آزمایشی به عنوان عامل بین گروهی و تکرار روی عامل مراحل ارزیابی استفاده شد.

نتایج با رعایت فرض کرویت موچلی و تجانس واریانس‌ها نشان داد اثر تعاملی گروه در مراحل ارزیابی(F (٦ ،١٢٦)=٥/٩١، $p=۰/۰۰۱$) معنی دار بود. بین عملکرد ۳ گروه آزمایشی در بلوک سوم اکتساب، فراخوانی حافظه در فاصله ۳۰ دقیقه، اجرای آزمون یادداری بعد از یک و ٤٨ ساعت تفاوت معنی داری وجود داشت. برای مقایسه میانگین زمان واکنش زنجیره‌ای در گروه های تمرین هوازی، تمرین ترکیبی و کنترل در هریک از مراحل ارزیابی از آزمون تحلیل واریانس یک راهه استفاده شد(جدول۲).

یافته‌های ارایه شده در جدول ۳ نشان داد تفاوت میانگین زمان واکنش زنجیره‌ای در سه گروه آزمایشی در بلوک اکتساب سوم معنی‌دار نیست ($p=۰/۳۹$). تفاوت میانگین زمان واکنش زنجیره‌ای در سه گروه آزمایشی در اجرای آزمون یادداری بعد از ۳۰ دقیقه معنی‌دار است($p=۰/۰۰۲$). مقایسه میانگین‌ها نشان داد گروه تمرین هوازی بهترین عملکرد(M=٧٠٧/٨٣) و گروه تمرین ترکیبی (M=٩٢٦/٤٦) ضعیف‌ترین عملکرد را داشت.

تفاوت میانگین زمان واکنش زنجیره‌ای در سه گروه در اجرای آزمون یادداری بعد از یک

ساعت معنی‌دار است(p=۰/۰۰۹). مقایسه میانگین‌ها نشان داد گروه تمرین هوازی(M=۷۰۲/۳) و کنترل (M=۷۱۷/۵۳) بهترین عملکرد و گروه تمرین ترکیبی (M=۸۹۷/۰۰) ضعیف‌ترین عملکرد را داشت.

تفاوت میانگین زمان واکنش زنجیره‌ای در سه گروه در اجرای آزمون یادداری بعد از ٤٨ ساعت معنی‌دار است(p=۰/۰۰٦). مقایسه میانگین‌ها نشان داد در اجرای آزمون یادداری بعد از ٤٨ ساعت گروه تمرین ترکیبی(M=٥٥٤/٩٠) بهترین و گروه کنترل(M=٦٨٣/٩٠) ضعیف‌ترین عملکرد را داشت.

برای مقایسه میانگین زمان واکنش زنجیره‌ای در هریک از گروه‌های تمرین هوازی، تمرین ترکیبی و کنترل در مراحل ارزیابی(بلوک سوم اکتساب، آزمون یادداری بعد از ۳۰ دقیقه، آزمون یادداری بعد از یک ساعت و آزمون یادداری بعد از ٤٨ ساعت) از تحلیل واریانس یک راهه با اندازه‌های تکراری استفاده شد(جدول٤).

نتایج تحلیل واریانس یک راهه با اندازه‌های تکراری برای مقایسه عملکرد گروه تمرین هوازی در مراحل ارزیابی(بلوک سوم اکتساب، آزمون یادداری بعد از ۳۰ دقیقه، آزمون یادداری بعد از یک ساعت و آزمون یادداری بعد از ٤٨ ساعت) نشان داد بین عملکرد گروه تمرین هوازی در مراحل متفاوت آزمون تفاوت معنی‌دار وجود ندارد(p =۰/۱۱).

نتایج تحلیل واریانس یک راهه با اندازه‌های تکراری برای مقایسه عملکرد گروه ترکیبی(تمرین هوازی+ تحریک الکتریکی مغز) در مراحل ارزیابی (بلوک سوم اکتساب، آزمون یادداری بعد از ۳۰ دقیقه، آزمون یادداری بعد از یک ساعت و آزمون یادداری بعد از ٤٨ ساعت) نشان داد بین عملکرد گروه تمرین هوازی در مراحل متفاوت آزمون تفاوت معنی‌دار وجود دارد(p=۰/۰۰۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد آزمودنی در آزمون یادداری بعد از ٤٨ ساعت بهترین عملکرد(M=٥٥٤/٩٠) و در آزمون یادداری بعد از ۳۰ دقیقه(M=٩٢٦/٤٦) ضعیف‌ترین عملکرد را داشتند. عملکرد آزمودنی‌های گروه ترکیبی در اجرای آزمون یادداری به از یک ساعت(M=۸۹۷/۰۰) ضعیف‌تر از بلوک سوم اکتساب(M=۸۱۰/۵۳) بود.

نتایج تحلیل واریانس یک راهه با اندازه‌های تکراری برای مقایسه عملکرد گروه کنترل در مراحل ارزیابی(بلوک سوم اکتساب، آزمون یادداری بعد از ۳۰ دقیقه، آزمون یادداری بعد از یک ساعت و آزمون یادداری بعد از ٤٨ ساعت) نشان داد بین عملکرد گروه تمرین هوازی در مراحل متفاوت آزمون تفاوت معنی‌دار وجود دارد(p=۰/۰۲۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد در گروه کنترل آزمودنی در آزمون یادداری بعد از ٤٨ ساعت بهترین عملکرد(M=٦٨٣/٩٠) و در از بلوک سوم اکتساب(M=٨١٩/٤٣) ضعیف‌ترین عملکرد را دارند. عملکرد آزمودنی‌های گروه کنترل در اجرای آزمون یادداری بعد از یک ساعت(M=٧١٧/٥٣) بهتر از آزمون یادداری بعد از ۳۰ دقیقه(M=٧٥٨/٨٦) بود.

جدول ۱: مقادیر شاخص‌های توصیفی برای متغیرهای عمومی گروه‌های آزمایش

متغیر (انحراف‌معار± میانگین)	گروه۱: تمرین هوازی	گروه ۲: تمرین ترکیبی	گروه ۳: کنترل	سطح معنی‌داری
سن	۲۱/۹۵±۱/۹۵	۲۲/۵۵±۲/۵۸	۲۱/۸۶±۲/۳۸	۰/۲
تحصیلات(سال)	۱٤/۷۵±۱/۳۳	۱٤/۵۸±۱/۰۸	۱۵/۰۱±۱/۰۲	۰/۰۸۳
آزمون شناختی	۲۹/۱۵±۰/۸۱	۲۹/۲۵±۰/۷۵	۲۹/۲۷±۰/٦۳	۰/۰۷۲
بهداشت روانی	۱٦/۹۰±۲/۳٤	۱۷/٦۵±۲/٤۹	۱۷/۱۰±٤/۷۳	۰/۱٤
کیفیت خواب	۳/۱۵±۰/۸۷	۳/۰۵±۰/۸۸	۳/۲۱±۰/۸۳	۰/۰۷۸
حافظه عمومی	۸۷/۳۵±۸/۰٤	۸٤/۰۱±۱٤/۱۱	۸٤/۲۰±۱۲/۳۸	۰/۱۹
توجه/تمرکز	۸۹/۱۰±۱۰/۳۳	۸۸/۰۱±۱۱/۷۰	۸۹/۳۵±۸/۸٦	۰/۰۹
حافظه کلامی	۸۷/٤۵±۸/٤۳	۹۲/٤۵±۱۲/٦۳	۸۷/۵۵±٦/۱۵	۰/۰۸۸
حافظه بصری	۸۹/۱۰±۱۰/۲۳	۸۸/۱۵±۱۰/۱۷	۸۹/۱۰±۹/۷۲	۰/۱۵
یادآوری تأخیری	۸۹/۰۵±۸/۷۳	۸٦/۳۵±۸/۸٦	۸۷/۲۵±۹/٦۳	۰/۰۹۳

جدول ۲: نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری برای مقایسه نتیجه اجرای سه گروه آزمایشی در مراحل ارزیابی

منبع تغییرات	جمع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معنی‌داری	اندازه اثر
اثراصلی مراحل ارزیابی	۸۹٤۳۲۱/۷۱	۱۲٦و۳	۲۲۹۸۱۰۷/۲۳	۱٦/۷۳	۰/۰۰۱	۰/۲۸
اثراصلی گروه	۲۸٦۵٤٦/۳۸	٤۲و۲	۱٤۳۲۳۷/۱۹	۲/۷۲	/۰۸	۰/۱۱
اثر تعاملی گروه در مراحل ارزیابی	٦۳۲۰۱۷/۱۱	۱۲٦و٦	۱۰۵۳۳٦/۲۳	۵/۹۱	۰/۰۰۱	۰/۲۲

جدول۳: مقایسه میانگین زمان واکنش زنجیره ای در گروه های تمرین هوازی، تمرین ترکیبی و کنترل در هریک از مراحل ارزیابی

آماره		مجموع مربعات	Df	میانگین مربعات	F	سطح معنی‌داری
زمان واکنش زنجیره‌ای سه گروه در بلوک سوم اکتساب	بین گروهی	٤۵۲۸۳/۳	۲	۲۲٦٤۱/٦۵	۰/۹۳	۰/۳۹
	درون گروهی	۱۰۱۲۹۸٤/۹	٤۲	۲٤۱۱۸/٦۸		
	کل	۱۰۵۸۲٦۸/۲	٤٤	----------		
زمان واکنش زنجیره‌ای سه گروه در فراخوانی حافظه	بین گروهی	۳۹۲٤۷۳/٤۷	۲	۱۹٦۲۳٦/۷۳	۷/۳۵	۰/۰۰۲
	درون گروهی	۱۱۲۱۱۹۸٤/۸	٤۲	۲٦۷۱۳/۹۲		
	کل	۱۵۱٤٤۵۸/۲۷	٤٤	----------		
زمان واکنش زنجیره‌ای سه گروه در آزمون یادداری دوم (یک ساعت تمرین آسایی)	بین گروهی	۳۵۱۷٤۲/۱٤	۲	۱۷۵۸۷۱/۰۷	۵/۲۵	۰/۰۰۹
	درون گروهی	۱٤۰۵۵۵۲/٦۳	٤۲	۳۳٤٦۵/۵۳		
	کل	۱۷۵۷۲۹٤/۷۷	٤٤	----------		
زمان واکنش زنجیره‌ای سه گروه در آزمون یادداری سوم (٤۸ساعت تمرین آسایی)	بین گروهی	۱۲۹۰٦٤/۸٤	۲	٦٤۵۳۲/٤۲	۲/۹۷	۰/۰۰٦
	درون گروهی	۹۱۱۷۲۲/۹۳	٤۲	۲۱۷۰۷/٦۸		
	کل	۱۰٤۰۷۸۷/۷۷	٤٤			

جدول ٤: نتایج تحلیل واریانس یک راهه با اندازه گیری های تکراری برای مقایسه نتیجه اجرای گروه تمرین ترکیبی در مراحل ارزیابی متفاوت

منبع تغییرات	جمع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	P	اندازه اثر
مراحل ارزیابی برای گروه تمرین هوازی	٨٩٦٨١/٢١	٤٢ و٣	٢٩٨٩٣/٧٣	٢/٠٦	**٠/١١٩**	٠/١٢٩
مراحل ارزیابی برای گروه تمرین ترکیبی	١٢٨٣٣٥٤/٦٤	٤٢ و٣	٤٢٧٧٨٤/٨٨	١٧/٣٢	**٠/٠٠١**	٠/٥٥
مراحل ارزیابی برای گروه تمرین تحریک الکتریکی مغز	١٥٣٣٠٣/٢٣	٤٢ و٣	٥١١٠١/٠٧	٣/٥٧	٠/٠٢٢	٠/٢٠

بحث

امروزه پژوهشگران نشان داده‌اند بازیابی حافظه تحکیم یافته قبلی، آنرا مجددا به وضعیتی ناپایدار و بی‌ثبات بر می‌گرداند، از این رو حافظه فراخوانده شده به یک دوره زمانی ویژه‌ای نیاز دارد تا پایدار، با ثبات و بازتحکیم شود(٣٠)، لذا هدف از این پژوهش تعیین و اثر افزوده تحریک الکتریکی مستقیم مغز به همراه تمرین هوازی بر پردازش و بازتحکیم حافظه حرکتی آشکار در شرایط با و بدون خواب بود.

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد عملکرد گروه‌ها در آزمون یادداری دوم(اجرای آزمون یادداری در فاصله ١ساعت) ضعیف‌تر از عملکرد آزمودنی‌ها در آزمون یادداری اول(اجرای آزمون یادداری در فاصله ٣٠ دقیقه نسبت به آخرین بلوک اکتساب) بود و بیانگر این امر است که اجرای آزمون یادداری اول حکم فراخوانی تکلیف را برای اجرای آزمون یادداری دوم دارد، لذا انتظار می‌رود وجود فاصله زمانی یک ساعت بین آزمون یادداری اول و دوم یا منجر به بازتحکیم مجدد حافظه و یا منجر به ضعیف‌تر شدن عملکرد حافظه در آزمون یادداری دوم شود. پژوهشگران معتقدند چنانچه فاصله بین فراخوانی تکلیف و اجرای آزمون یادداری کافی باشد، حافظه مجدد به روز می‌شود و تحت تأثیر فرآیند باز تحکیم قرار می‌گیرد، اما چنانچه این فاصله زمانی کافی نباشد حافظه تضعیف می‌شود(١٢ و٥). در پژوهش حاضر اجرای آزمون یادداری اول حجم فراخوانی تکلیف برای آزمون یادداری دوم را داشته و منجر به ضعیف‌تر شدن عملکرد حافظه در آزمون یادداری دوم شده است، اما یکی از یافته‌های قابل توجه در پژوهش حاضر عملکرد بهتر گروه‌ها در آزمون یادداری سوم که ٤٨ ساعت بعد از آزمون یادداری دوم اجرا شد می‌باشد. قاعدتاً اجرای آزمون یادداری دوم حکم فراخوانی تکلیف را برای آزمون یادداری سوم دارد، اما نکته قابل تامل عملکرد بهتر گروه‌ها در آزمون یادداری سوم است. این یافته از طریق کافی بودن زمان بین فراخوانی تکلیف و اجرای آزمون پایداری یادداری قابل توجیه است که منجر شده فرآیند بازتحکیم برای حافظه تکلیف حرکتی رخ دهد و حافظه در سطحی بالاتر به روز شود. هم‌چنین می‌توان گفت آزمودنی‌ها در آزمون یادداری سوم از خواب شبانه نیز بهره برده‌اند و این بهره‌مندی از خواب شبانه منجر به رخداد بازتحکیم حافظه‌ای

می‌شود. در رابطه با رخداد بازتحکیم در حافظه تکلیف حرکتی، این نتایج با یافته‌های نادر و اینرسون(۱۷)، نادر و هارد(۱۸)، بونیسی و همکاران(۱۹) و شمسی‌پور و همکاران(۳) هم‌سو است. این پژوهشگران بیان کرده‌اند حافظه‌ها در فواصل تمرین آسایی دورتر نسبت به حافظه‌ها در فواصل تمرین آسایی نزدیک‌تر نسبت به مسدود شدن اثر بازتحکیم کمتر در معرض خطر هستند. نادر و اینارسون(۱۷) و شمسی پور و همکاران(۳) معتقدند رخ دادن اثر بازتحکیم در حافظه‌های با فواصل تمرین آسایی دور ممکن است فرصتی برای به روز کردن حافظه اصلی باشد. فرانکلند و همکاران(۱۹) بیان کردند فراخوانی و فعالیت مجدد حافظه با فواصل تمرین آسایی زیاد، می‌تواند رد کورتیکال را نسبت به رد هیپوکمپ فعال کند و رد کورتیکال نسبت به اثر فراخوانی و تداخل مقاوم‌تر است. در کل این یافته‌ها از این عقیده حمایت می‌کند که با گذر زمان، حافظه‌ها دستخوش سازماندهی عصبی مجدد مهمی می‌شوند که ممکن است تمایلشان به متحمل شدن بازداری بازتحکیم را کاهش می‌دهد.

ایزنبرگ و دیسودای(۲۰) و فرانکلند و همکاران(۱۹) معتقدند می‌توان علت عملکرد ضعیف گروه فراخوانی فوری را به اثر خستگی و اضافه باری که روی آزمودنی‌ها ایجاد می‌شود، نسبت داد. در پژوهش حاضر، گروه فراخوانی فوری، علاوه بر اجرای کوشش‌های مرحله اکتساب، کوشش‌های مربوط به فراخوانی تکلیف اول و کوشش‌های مربوط به آزمون خاطرآوری را بلافاصله انجام دادند. این در حالی است که در گروه‌های حافظه با فاصله تمرین آسایی فراخوانی ۴۸ ساعت، کوشش‌های مربوط به تکلیف فراخوانی ۴۸ ساعت بعد از مرحله اکتساب، اجرا شد، لذا عامل خستگی در گروه حافظه حرکتی با فاصله تمرین آسایی فوری می‌تواند دلیلی برای عدم ثبات این گروه و رخ دادن بازداری اثر بازتحکیم نسبت به دیگر گروه‌های حافظه باشد. به اعتقاد شمسی‌پور و عبدالشاهی(۵) با گذر زمان و افزایش فواصل تمرین آسایی، حافظه قوی‌تر، پایدارتر و کامل‌تر می‌شود یا این که ساختارها و مناطقی از مغز که در کدگذاری حافظه درگیر هستند، مستقل می‌شوند.[۳]

آلبرینی و چن(۲۱) معتقدند حافظه به این دلیل بعد از بازیابی ناپایدار می‌شود تا در طول مدت زمان بازتحکیم اطلاعات جدید با اطلاعات گذشته یکپارچه شوند، بنابراین یکپارچگی اطلاعات اجازه می‌دهد حافظه به روز[۱] شود و هم‌چنین حافظه برای این که پایدارتر و باثبات‌تر شود، متحمل پردازش بازتحکیم می‌شود. به عبارت دیگر نقش فرآیند بازتحکیم این است که حافظه را قوی‌تر، پایدارتر، به روزتر و از فراموشی آن جلوگیری کند(۲۱ به نقل از ۵). هم‌چنین بر اساس یافته‌های پژوهشی استیک گولد و واکر(۲) می‌توان مشاهده ارتقا بیشتر در گروه حافظه حرکتی

1-Updating

دور(اجرای آزمون یادداری در فاصله ٤٨ ساعت) نسبت به گروه حافظه حرکتی نزدیک(اجرای آزمون یادداری در فاصله ١ساعت) را به خواب شبانه گروه فراخوانی با فاصله زمانی ٤٨ ساعت بعد از یادگیری تکلیف حرکتی نسبت داد. امواج کند مغزی که در خواب عمیق ظاهر می‌شود برای خاطرآوری آموخته‌های پیشین، تقویت و ارتقاء حافظه بسیار اساسی‌اند. نتایج تحقیق حاضر برای بررسی ثبات در حافظه حرکتی آشکار بعد از ٤٨ ساعت نشان داد خواب شب بعد از جلسه تمرین، باعث ثبات معنی‌دار آماری در زمان واکنش زنجیره‌ای شده است. به نظر می‌رسد خواب شبانه با تسهیل ارتباطات عصبی- شیمیایی سلول‌های مغز، به تقویب حافظه و قدرت یادگیری کمک می‌کند. هم‌چنین پژوهشگران بیان کردند که امواج مغزی آرام در طول خواب عمیق نقش مهمی در انتقال حافظه از هیپوکمپوس(فضای کوتاه مدت حافظه) به قشر جلوی پیشانی(فضای ذخیره سازی حافظه بلندمدت) ایفا می‌کند(٢٢).

یافته‌ها نشان داد در گروه تمرین هوازی بین میانگین زمان واکنش بلوک اول اکتساب با بلوک سوم اکتساب، یادداری بعد از سی دقیقه و یادداری بعد از ٤٨ ساعت تفاوت معنی‌دار وجود داشت. بررسی میانگین‌ها نشان داد آزمودنی‌های گروه تمرین هوازی در اجرای آزمون یادداری بعد از ٤٨ ساعت بهترین عملکرد و در بلوک تمرینی اول و دوم ضعیف‌ترین عملکرد را دارند. نتایج این پژوهش با یافته‌های باکر (٢٣)، لیا آمبوس و همکاران(١٤) و مارتینز و همکاران(٢٥) که اثرات مثبت تمرینات هوازی و قدرتی را بر حافظه تأیید کردند، هم‌خوانی دارد. در نظر داشته باشید که محیط‌های پویا، روابط اجتماعی و فعالیت‌های بدنی و ذهنی از جمله عوامل مؤثر در حفظ حافظه به شمار می‌آیند. اویسال و همکاران(٢٦) اظهار داشتند ورزش و فعالیت‌های بدنی باعث افزایشBDNF می‌شود که این امر نشان دهنده این است ورزش پتانسیل یادگیری را افزایش می‌دهد.

برای توضیح رابطه بین فعالیت بدنی و کارکردهای شناختی چندین مکانیسم وجود دارد، یکی از این مکانیسم‌ها برانگیختگی جسمانی است که باعث تسهیل حافظه و یادگیری می‌شود. نشان داده شده است که هنگام تحکیم حافظه، تنش عضلانی متوسط یک تعدیل کننده مؤثر بر حافظه بلندمدت است. فعالیت بدنی با افزایش برانگیختگی و از طریق نمونه‌برداری از نشانه‌های محیطی و سرعت پاسخ‌دهی بیشتر به آن‌ها سبب افزایش بازیابی اطلاعات از ردها و اثرهای ایجاد شده در حافظه می‌شود. از این رو به سطح انگیختگی افراد به عنوان عاملی کلیدی در رابطه با اثر فعالیت بدنی بر عملکرد حافظه توجه شده است. دومین مکانیسم افزایش سنتز عوامل رشد عصبی مانند عامل نروتروفیک مشتق از مغز، عامل رشد شبه انسولینی، افزایش ارتباط سیناپسی و حتی افزایش ظرفیت پردازش پیام‌های عصبی به دنبال فعالیت بدنی است(٢٧). سوم، ورزش با تنظیم سطوح انتقال

دهنده‌های عصبی باعث تحریک آزادسازی کلسیم شده و در نتیجه باعث ترشح دوپامین و استیل کولن می‌شود. این عوامل بر حفظ عملکردهای عصبی و بالابردن عملکردهای شناختی– ادراکی تأثیر دارند. هم‌چنین در تأیید این یافته‌ها می‌توان به نتایج پژوهش‌های پونتیفکس و همکاران(۲۸) اشاره داشت که هردو حاکی از بهبود حافظه در اثر تمرین هوازی بودند. نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش‌های آنگ و همکاران که تاثیر تمرین هوازی بر حافظه را بررسی کرده بودند نا همسو می‌باشد (۲۹).

پژوهشگران اثرات تمرین هوازی به شکل دویدن بر روی تردمیل ظرف مدت هشت هفته بر انواع حافظه رت‌های آزمایشگاهی را بررسی کردند. آنها نتیجه گرفتند الگوی ورزش هوازی بر یادگیری و حافظه فضایی تأثیری ندارد. علت ناهمسویی این مطالعه با پژوهش حاضر را می‌توان نوع نمونه دانست. به هر حال مداخله ورزش در گونه‌های انسان و رت‌ها می‌تواند اثرات ناهمگون بر حافظه داشته باشد. در پژوهشی که به وسیله لاچمن و همکاران انجام شد، بین عملکرد گروه تجربی و گروه کنترل بعد از یک دوره تمرینات فیزیکی در حافظه کاری تفاوتی مشاهده نشد. نتایج آن‌ها با نتایج پژوهش حاضر ناهمسو می‌باشد. این تناقض در نتایج احتمالاً به دلیل متفاوت بودن نوع برنامه تمرینی یا نوع حافظه مورد مطالعه می‌باشد. به علاوه این یافته‌ها با یافته‌های توماس و همکاران که نشان دادند انجام تمرین ۲۰ دقیقه بعد از اکتساب مهارت حرکتی در مقایسه با گروه کنترل و گروه تمرین تأخیری دو ساعته در یادداری یک روز و یک هفته بعد عملکرد بهتری دارند، همسو می‌باشد. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که تأخیر دو ساعته در تمرین به طور معنی‌داری این اثر را کاهش می‌دهد. یافته‌های مطالعه اصلی توماس و همکاران بیان می‌کند که یک محرک موقتی مثبت در هنگام ارایه یک دور تمرین شدت بالا در یادداری مهارت حرکتی وجود دارد. این یافته‌ها به ما کمک می‌کند تا چگونگی تأثیرپذیری تمرین را بهتر دریابیم و ما را راهنمایی می‌کند تا بتوانیم فرایندهای یادگیری را در زمینه‌های توانبخشی، ارگونومیک، ورزش و آموزش و پرورش بهبود بخشیم(۱۱).

نتایج نشان داد در گروه ترکیبی(تمرین هوازی+ تحریک الکتریکی مغز) آزمودنی‌ها در اجرای آزمون یادداری بعد از ٤٨ ساعت بهترین عملکرد و در بلوک تمرینی اول و اجرای آزمون یادداری بعد از نیم ساعت و یک ساعت ضعیف‌ترین عملکرد را دارند. آزمودنی‌ها در اجرای آزمون یادداری بعد از ٤٨ ساعت بهترین عملکرد و در بلوک تمرینی اول، دوم و سوم ضعیف‌ترین عملکرد را دارند. در رابطه با تحریک الکتریکی می‌توان گفت این یافته‌ها همسو با یافته هارتلی، سیمن و مکوستیکس(۳۰) که به این نتیجه دست یافتند که تحریک الکتریکی مغز موجب بهبود شناسایی خطا در انجام تکلیف شناختی می‌شود و هم‌چنین هماهنگ با یافته گامز و دیاس(۳۱) می‌باشد

که نمونه مطالعـه آنـان ۱۲ ورزشـکار رشـته انفـرادی (جودو، شنا و ژیمناستیک موزون)، مدت زمان تحریک الکتریکی ۲۰ دقیقه، شدت جریان، ۲ میلی‌آمپر و طی ده جلسه متوالی بر روی قشر پیش‌پیشانی جانبی- پشـتی چپ اعمال شده بود. تحریک الکتریکی مغـز از طریـق تحریک‌پذیری قشر می‌تواند بـه‌طـور معنـی‌داری دقـت حافظه‌کاری را افزایش دهد. ممکن است افـزایش دقـت (کاهش تعداد پاسخ‌های نادرسـت) ناشـی از مکانیسـم تقویت طولانی‌مدت باشد. این مکانسیم عامل اصـلی در حافظه و یادگیـری اسـت و بـه افـزایش طـولانی‌مـدت انتقال دهنـده‌هـای عصـبی اشـاره دارد کـه مـی‌توانـد ساعت‌ها تا ماه‌ها ادامه پیدا کنـد کـه ناشـی از فعالیـت هم‌زمان سـلول‌هـای پـیش‌سیناپسـی و پـس‌سیناپسـی است. هم‌چنین یافته اخیر تحقیـق حاضـر، هماهنـگ بـا تحقیق هوی و همکاران(۱۵) است با این تفـاوت کـه در آن تحقیق از تکلیف استرنبرگ و فواصـل یـک هفتـه‌ای بین جلسات استفاده شده بود. پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهد کـه در طـول تکلیـف مـرتبط بـا حافظـه‌کـاری، دوپامین در نواحی پیش‌پیشانی افـزایش مـی‌یابـد(۳۲). افزایش تحریک‌پذیری سـطحی در قشـر پـیش‌پیشـانی موجب افزایش رهاسازی دوپـامین و در نتیجـه باعـث ارتقاء عملکرد حافظه می‌شود (۱٦).

از طرفی یافته‌های پژوهش حاضر با یافته‌های بـاجیو و همکـاران کـه در تحقیـق خـود بـدین نتیجـه رسیدند تحریک مستقیم مغز بر روی سـرعت و زمـان واکـنش شـرکت‌کننـدگان تـأثیری نداشـت، نـاهمخوان می‌باشد. شاید از دلایل ناهمخوانی یافته تحقیق حاضر با تحقیق ذکر شده، نوع شرکت‌کنندگان و تکلیف نسبتاً دشوار مورد استفاده باشد. بدین صورت است کـه در تحقیـق بـاجیو و همکـاران از بیمـاران پارکینسـونی و تکلیـف سـخت و دشـواری هـم‌چـون تکلیـف ۳ــ بـک استفاده شده بود(۳۲).

در این مطالعه تنهـا اثـرات سـوء جزیـی نظیـر قرمـزی، سـوزش و خـارش پوسـت زیـر الکتـرود بـه وسـیله شـرکت کننـدگان گـزارش شـد. یکـی از محـدودیت‌هـای پـژوهش حاضـر عـدم ارزیـابی خلـق شرکت کنندگان قبل و بعد ار ایجاد تحرکـی الکتریکـی مغز است و از آنجایی کـه اثـرات سـوء جزیـی نظیـر؛ قرمزی، سوزش و خـارش پوسـت ممکـن اسـت روی خلق شرکت کنندگان تأثیرگذار باشد، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های بعدی این مورد کنترل شود. بـا توجـه به طولانی شدن جلسات تمرینی و فشرده کردن تعـداد جلسه تمرین به وسیله مربیان در طول یک هفتـه و بـا توجـه بـه تـأثیری کـه دوره بـی‌تمرینـی و اسـتراحت می‌توانـد بـر ارتقـاء و پیشـرفت در حافظـه مهـارت و تکلیف داشت باشد، لذا به مربیان و معلمان توصیه می شود در برنامه‌ریـزی‌هـای آموزشـی خـود، اهمیـت و نقش استراحت بر پیشرفت عملکـرد و تعـدیل عملکـرد نرون‌های حافظه‌ای را مدنظر قرار دهند. بـا توجـه بـه اثر تسهیل کننده تحریک الکتریکی مغز در این پژوهش ارتقـاء حافظـه پـس از اکتسـاب مهـارت حرکتـی، بـه مربیان، معلمان و برنامه ریزان تمرین ورزشی توصیه

می‌شود از تحریک الکتریکی مغز در حین جلسات تمرین در ترکیب با تمرین جسمانی و پس از تمرین استفاده کنند. پژوهش‌ها بیان کرده‌اند که بالا رفتن سن حساسیت به تداخل حافظه را افزایش و پیشرفت‌های مرحله تمرین‌آسایی در یادگیری حرکتی را کاهش می‌دهد. بنابراین پیشنهاد می‌شود تحقیقی مشابه بر روی شرکت کنندگان گروه‌های سنی مختلف انجام شده و نتایج با هم مقایسه شوند.

نتیجه‌گیری

یافته‌های ارایه شده در پژوهش حاضر بیانگر این امر بود که ارتقاء و پیشرفت در تکلیف زمان واکنش زنجیره‌ای صرفاً بر اثر تمرین و در طول جلسات تمرین به دست نمی‌آید، بلکه حافظه مربوط به تکلیف، بعد از یادگیری مهارت و در مرحله استراحت و تمرین آسایی، ارتقاء و مجدداً تحکیم می‌یابد. بنابراین با توجه به طولانی شدن جلسات تمرینی و فشرده کردن تعداد جلسه تمرین به وسیله مربیان در طول یک هفته و با توجه به تأثیری که دوره بی‌تمرینی و استراحت می‌تواند بر ارتقأ و پیشرفت در حافظه مهارت و تکلیف داشت باشد، لذا به مربیان و معلمان توصیه می‌شود در برنامه‌ریزی‌های آموزشی خود، اهمیت و نقش استراحت در طول خواب را بر پیشرفت عملکرد و تعدیل عملکرد نرون‌های حافظه ای مدنظر قرار دهند.

تقدیر و تشکر

این مقاله حاصل بخشی از رساله دکتری رشته رشد و یادگیری حرکتی دانشگاه تهران مرکز با کد اخلاق IR.SSRI..REC.1399.728 می‌باشد. از مسئولین و شرکت کنندگان محترم به جهت جمع‌آوری داده‌های پژوهش تشکر می‌شود.

REFERENCES

1.Graf P, Schacter DL. Implicit and explicit memory for new associations in normal and amnesia subject. Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition 1985; 11: 501-18.
2.Stickgold R, Walker M. Memory consolidation and reconsolidation: what is the role of sleep? Trends In Neurosciences 2005; 28(8): 408-16.
3.Shamsipour Dehkordi P, Abdoli B, Namazizadeh M, Ashayeri H. The effect of time of retention test and interference on implicit motor memory consolidation. Development & Motor Learning 2018; 10(1): 1-21.
4.Dresler M, Spoormaker VI, Beitinger P, Czisch M, Kimura M, Steiger A, Holsboer F. Neuroscience-driven discovery development of sleep therapeutics. Pharmacology & Therapeutics 2014; 141(3): 300-14.
5.Shamsipour Dehkordi P. Effect of immediate, recent and remote explicit motor memory on reconsolidation process and retrograde effect. Journal of Cognitive Psychology 2014; 2(3): 37-48.
6.Forester BP, Ajilore O, Spino C, Lehmann SW. Clinical characteristics of patients with late life bipolar disorder in the community: data from the NNDC registry. Am J Geriatr Psychiatry 2015; 23(9): 977–84.
7.Josué Haubrich J, Bernabo M, Baker AG' Nader K. Impairments to consolidation, reconsolidation, and long-term memory maintenance lead to memory erasure. Annu Rev Neurosci 2020; 8(43): 297-314.
8.Roig M, Thomas R, Mang CS, Snow NJ, Ostadan F, Boyd LA., et al. Time-dependent effects of cardiovascular exercise on memory. Exerc Sport Sci Rev 2016; 44: 81–8.
9.Moriya M, Aoki C, Sakatani K. Effects of physical exercise on working memory and prefrontal cortex function in pos t-s troke patients. Adv Exp Med Biol 2016; 923: 203-8.
10.Davranche K, Audiffren M. Facilitating effects of exercise on information processing. J Sports Sci 2004; 22(5): 419–28.
11.Audiffren M, Tomporowski P, Zagrodnik J. Acute aerobic exercise and information processing: Energizing motor processes. Acta Psychologica 2008; 129: 410–19.
12.Eich TS, Metcalfe J. Effects of the stress of marathon running on implicit and explicit memory. Psychonomic Bulletin & Review 2009; 3(16): 475-9.
13.Del Giorno JM, Hall EE, O'Leary KC, Bixby WR, Miller PC. Cognitive function during acute exercise: a test of the transient hypofrontality theory. Journal of Sport & Exercise Psychology 2010; 32: 312–23.
14.Dietricha A, Audiffren M. The reticular-activating hypofrontality (RAH) model of acute exercise. Neuroscience and Biobehavioral Reviews 2011: 35; 1305–25.
15.Hoy KE, Emonson MRL, Arnold SL, Thomson RH, Daskalakis ZJ, Fitzgerald PB. Testing the limits: investigating the effect of tDCS dose on working memory enhancement in healthy controls. Neuropsychologia 2013; 51(9): 1777–84.
16.Oliveira JF, Zanão TA, Valiengo L, Lotufo PA, Benseñor IM, Fregni F, et al. Acute working memory improvement after tDCS in antidepressant-free patients with major depressive disorder. Neuroscience Letters 2013; 537: 60–4.
17.Ecker B, Bridges SK. How the science of memory reconsolidation advances the effectiveness and unification of psychotherapy. Clinical Social Work Journal 2020; 48: 287–30.
18.Nader K, Hardt O. A single standard for memory: The case for reconsolidation. Nature Review Neuroscience 2009; 10: 224–34.
19.Frankland PW, Ding HK E, Takahashi E. Stability of recent and remote contextual fear memory, Learn. Mem 2006; 13: 451-7.
20.Eisenberg M, Dudai Y. Reconsolidation of fresh, remote, and extinguished fear memory in medaka: Old fears don't die. Eur J Neurosci 2004; 20: 3397–403.
21.Alberini CM, Chen DY. Memory enhancement: consolidation, reconsolidation and insulin-like growth factor 2 . Trends in Neurosciences 2012; 35: 71-83.
22.Schmid D, Erlacher D, Klostermann A, Kredel R, Hossner EJ. Sleep-dependent motor memory consolidation in healthy adults: A meta-analysis. Neuroscience & Biobehavioral Reviews 2020; 118: 270-81.
23.Baker J, Cote J, Abernethy B. Sport-specific practice and the development of expert decision-making in team ball sports. Journal of Applied Sport Psychology 2003; 15(1): 12–25.

24.Liu-Ambrose T, Nagamatsu LS, Graf P, Beattie BL, Ashe MC, Handy TC. Resistance training and executive functions: a 12-month randomized controlled trial. Archives of Internal Medicine 2010; 170(2): 170-8.
25.Martins AQ, Kavussanu M, Willoughby A, Ring C. Moderate intensity exercise facilitates working memory. Psychol Sports Exerc 2013; 14(3): 323-8.
26.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.
27.Van Uffelen JG, Paw MJCA, Hopman-Rock M, Van Mechelen W. The effects of exercise on cognition in older adults with and without cognitive decline: a systematic review. Clinical Journal of Sport Medicine 2008;18(6): 486-500.
28.Pontifex MB, Hillman CH, Fernhall B, Thompson KM, Valentini TA. The effect of acute aerobic and resistance exercise on working memory. Med Sci Sports Exerc 2009; 41: 927-34.
29.Ang ET, Dawe GS, Wong PT, Moochhala S, Ng YK. Alterations in spatial learning and memory after forced exercise. Brain Res 2006; 1113(1): 186-93.
30.Shamsipour Dehkordi, P. Effect of immediate, recent and remote explicit motor memory on reconsolidation process and retrograde effect. Journal of Cognitive Psychology,2014; 2 (3), 37-48.
31.Gomes JS, Dias ÁM. Transcranial direct current stimulation effects on athletes ' cognitive performance. An Exploratory Proof of Concept Trial 2016; 7: 1–5.
32.Boggio PS, Ferrucci R, Rigonatti SP, Covre P, Nitsche M, Pascual-Leone A, et al. Effects of transcranial direct current stimulation on working memory in patients with Parkinson's disease. Journal of the Neurological Sciences 2006; 249(1): 31–8.

Armaghane-danesh, Yasuj University of Medical Sciences Journal (YUMSJ)

Original Article

Effect of Increased Direct Electrical Stimulation of the Brain Along with Aerobic Exercise on Reconsolidation Processing of Explicit Motor Memory in Conditions with and Without Sleep

Naeemi Tajdar SM[1], Namazizadeh M[2]*, Nasri S[3], Vaez Mousavi SMK[4]

[1]Department of Motor Behavior, Centeral Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, [2]Department of Motor Behavior, Khorasegan univercity, Islamic Azad University, Esfahan, Iran, [3]Department of Education and Psychology, Faculty of Humanities, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran, [4]Department of Physical Education and Sport Science, Imam Hossein University, Tehran, Iran.

Received: 25 Jul 2020 Accepted: 18 Jan 2021

Abstract:

Background & aim: Reallocating boosted memory can lead to blocking or updating and re-boosting memory. Various factors affect the performance of memory reinforcement. Therefore, the aim of this study was to determine the effect of aerobic exercise and electrical stimulation of the brain on memory reinforcement in sleepless and sleepless conditions.

Methods: 45 young participants aged 20 to 25 years participated in the present quasi-experimental study conducted in 2019. Data were collected using demographic questionnaires, Petersburg sleep quality, Edinburgh excellence, Wechsler memory, chain reaction color matching time test, direct cranial electrical stimulation device and heart rate monitor. Subjects were selected based on inclusion criteria and then randomly assigned to three experimental and control groups. The subjects performed the chain color matching task in the acquisition stage (six blocks of 100 attempts), then the first group performed aerobic physical activity for 30 minutes, the second group did 15 minutes of electrical stimulation of the skull and 15 minutes of aerobic physical activity. All groups called the chain color matching task in a 100-item block 30 minutes after the training intervention and participated in the retest tests one and 48 hours later. The collected data were analyzed using one-way analysis of variance, repeated measures analysis of variance and Bonferroni post hoc test.

Results: The results indicated that the subjects performed better in the third training block than the first and second training blocks ($p \geq 0.05$). In the retention test after 1 hour, the aerobic exercise group had the best performance and the combined exercise group had the weakest performance ($p \geq 0.05$). In performing the retention test after 48 hours, the combined exercise group had the best and the control group had the weakest performance.

Conclusion: According to the findings of the present study, aerobic physical activity and electrical stimulation of the brain to increase memory-enhancing performance are recommended.

Keywords: Physical Activity, Electrical Stimulation of the Brain, Memory Process

***Corresponding Author: Namazizadeh M,** Department of Motor Behavior, Khorasegan univercity, Islamic Azad University, Esfahan, Iran
Email: drmnamazi@yahoo.com

Please cite this article as follows:
Naeemi Tajdar SM, Namazizadeh M, Nasri S, Vaez Mousavi SMK. Effect of Increased Direct Electrical Stimulation of the Brain Along with Aerobic Exercise on Reconsolidation Processing of Explicit Motor Memory in Conditions with and Without Sleep. Armaghane-danesh 2021; 26(4(1)): 646-663.