

اثر فعالیت بدنی کوتاهمدت و بلندمدت با شدت بسیار پایین بر یادگیری و حافظه

فضایی موش آزمایشگاهی

رسول زیدآبادی^۱، الهه عرب عامری^۲، ناصر نقدی^۳، بهرام بلوری^۴

۱. استادیار دانشگاه حکیم سبزواری

۲. دانشیار دانشگاه تهران

۳. استاد انستیتو پاستور ایران*

۴. دانشیار دانشگاه علوم پزشکی ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۳/۰۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۱/۲۶

چکیده

هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر فعالیت بدنی کوتاهمدت و بلندمدت با شدت بسیار پایین بر یادگیری و حافظه فضایی موش صحرایی نر جوان بود. آزمودنی های تحقیق رت های نر بالغ نژاد آلبینو ویستار بودند که به صورت تصادفی در سه گروه فعالیت بدنی کوتاهمدت، فعالیت بدنی بلندمدت و گروه کنترل تقسیم شدند. پس از پایان دوره تمرین، آموزش و آزمون حیوانات با استفاده از ماز آبی موریس انجام گردید. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از آزمون تحلیل واریانس بین گروهی با اندازه گیری های مکرر و تحلیل واریانس یک طرفه انجام شد. در مرحله اکتساب، بین یادگیری فضایی گروه های فعالیت بدنی کوتاهمدت و بلندمدت و گروه کنترل تفاوت معناداری وجود نداشت ($P \geq 0.05$). اما در آزمون حافظه فضایی، هر دو گروه فعالیت بدنی کوتاهمدت و بلندمدت، در شاخص های مدت زمان صرف شده در ربع دایره هدف، مسافت طی شده و مدت زمان تاخیر در یافتن سکو عملکرد بهتری نسبت به گروه کنترل داشتند ($P \leq 0.01$). همچنین بین یادگیری و حافظه فضایی دو گروه فعالیت بدنی کوتاهمدت و بلندمدت تفاوت معناداری مشاهده نشد ($P \geq 0.05$). یافته های تحقیق حاضر نشان داد، هر دو نوع فعالیت بدنی با شدت بسیار پایین تأثیری بر یادگیری فضایی ندارد، اما حافظه فضایی را به طور معناداری بهبود می بخشد. همچنین اگرچه فعالیت بدنی بلندمدت باعث تقویت بیشتر حافظه فضایی شد اما اختلاف معناداری بین فعالیت بدنی بلندمدت و کوتاهمدت مشاهده نشد. بر این اساس می توان گفت احتمالاً مکانیسم های درگیر در بهبود حافظه و یادگیری متفاوتند و متناسب با افزایش در زمان ورزش، عملکرد شناختی بهبود نمی یابد.

واژگان کلیدی: فعالیت بدنی با شدت پایین، یادگیری و حافظه فضایی، ماز آبی موریس.

مقدمه

فعالیت بدنی به طور وسیعی به عنوان یک استراتژی رفتاری به منظور افزایش سلامتی عمومی از جمله عملکرد ذهنی پذیرفته شده است (۱). به عبارت دیگر فعالیت بدنی یک تمرین رفتاری ساده و در عین حال گسترده می باشد که می تواند سیگنال های متوالی مرتبط با فرآیندهای سلولی و مولکولی در سیستم عصبی مرکزی را فعال کند (۲). با افزایش فعالیت بدنی عملکرد شناختی افراد بهبود می یابد به طوری که در سطوح مولکولی، سلولی، سیستمی و رفتاری، فعالیت بدنی موجب بهبود یادگیری و حافظه می شود (۳،۴). مطالعات نشان دهنده تاثیر فعالیت بدنی بر بروز سازگاری های CNS^۱ بخصوص در هیپوکامپ می باشد، بطوری که فعالیت بدنی منجر به نورونز و همچنین تغییر پلاستیسیته سیناپسی در شکنج دندانیه دار از تشکیلات هیپوکامپ موش ها می گردد که این امر موجب بهبود عملکرد در آزمایشات رفتاری بویژه یادگیری و حافظه می شود (۵-۷). چادوک^۲ (۲۰۱۱) با بازنگری که در این زمینه انجام داد اظهار کرد، سطوح پایین فعالیت بدنی در کودکان و نوجوانان با کاهش توانایی های شناختی مرتبط بوده که گاه با کاهش حجم برخی مناطق مغز از قبیل هیپوکامپ و عقده های قاعده ای همراه است (۸). در مجموع اگرچه مطالعات متعددی نشان داده اند، فعالیت بدنی و ورزش موجب شکل پذیری سیناپسی، بهبود عملکرد شناختی (افزایش حافظه و یادگیری)، کاهش اضطراب و افسردگی و محافظت از مغز در برابر بیماری های تخریب کننده نورون در انسان و حیوان می گردد (۴،۵،۹)؛ اما از جمله چالش های موجود در این زمینه تصمیم گیری در مورد انتخاب نوع، شدت و مدت فعالیت بدنی می باشد، چرا که شواهد نشان می دهد پروتکل های مختلف ورزشی اثرات متفاوتی بر عملکرد شناختی دارند؛ برای مثال آجویار و همکاران^۳ (۲۰۱۰) نشان دادند متعاقب ورزش و فعالیت بدنی با شدت بالا، آسیب اکسیداتیو، کاهش سطوح نروتروفین ها و احتمالاً تخریب عملکرد شناختی به وقوع می پیوندد (۱). بهرگز مطالعات بر مقایسه شیوه های مختلف فعالیت بدنی (اختیاری - اجباری، استقامتی - قدرتی و...) و بررسی تاثیر آنها بر عملکرد و کارایی سیستم عصبی در سال های اخیر نشان دهنده اهمیت این موضوع می باشد (۱۰-۱۲، ۳). در همین راستا بررسی شدت فعالیت بدنی (دویدن روی تردمیل) مورد استفاده در تحقیقات مختلف نشان می دهد، غالب پژوهش هایی که اثر ورزش دویدن بر حافظه و یادگیری را مورد بررسی قرار داده اند، عمدتاً از شدت های متوسط و بالا (۱۶ متر بر دقیقه به بالا) استفاده کرده اند و اثرات ورزش با شدت

1. Central nerve system

2. Chaddock

3. Aguiar & et al

بسیار پایین و آرام را کمتر مورد مطالعه قرار داده‌اند. این مطلب بسیار حائز اهمیت می‌باشد چرا که علی‌رغم مزایای برشمرده شده برای ورزش و فعالیت بدنی در بهبود عملکرد سایر سیستم‌ها از جمله سیستم عصبی، خستگی، عدم توانایی کافی در اجرای فعالیت بدنی و ورزش، از جمله موانع موجود در زمینه کاربردی شدن این مهم در زندگی می‌باشد.

همانطور که اشاره شد، علاوه بر شدت تمرین، طول دوره تمرینی همواره یکی از متغیرهای مهم بوده که اثرات فعالیت بدنی بر حافظه و یادگیری را به طرق مختلف تحت تاثیر قرار داده است. نتایج برخی تحقیقات در زمینه تاثیر طول دوره تمرین حاکی از این موضوع می‌باشد که با افزایش طول دوره فعالیت بدنی، یادگیری و حافظه فضایی نیز افزایش می‌یابد، اما ارتباط بین مدت زمان پرداختن به فعالیت بدنی با تغییرات حافظه خطی نمی‌باشد بدین معنی که متناسب با افزایش در زمان ورزش، حافظه بهبود نمی‌یابد (۱۳، ۱۴). این درحالی است که برخی از تحقیقات دیگر اظهار می‌کنند، طول دوره تمرینی تاثیر چندانی بر حافظه بلندمدت نداشته و این امر بیشتر تحت تاثیر فعالیت بدنی و ورزشی است که از نظر زمانی به فعالیت ذهنی (آزمون ماز آبی) نزدیک تر باشد (۱۳). بدین ترتیب در صورت مشاهده اثرات مفید ورزش بر حافظه و یادگیری در پی فعالیت های بسیار آرام و کوتاهمدت، افراد بیشتری برای استفاده از این استراتژی رفتاری جهت بهبود عملکرد شناختی و افزایش کارایی سیستم عصبی ترغیب می‌شوند، چرا که با صرف انرژی کمتر و خستگی کمتر مزایای موجود را کسب خواهند کرد. بنابراین هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر دویدن روی تردمیل با شدت بسیار پایین با دو شیوه کوتاهمدت و بلندمدت بر یادگیری و حافظه فضایی در موش های صحرایی نر جوان می‌باشد.

روش پژوهش

در این پژوهش تعداد ۲۴ سر موش صحرایی نر (Rat) بالغ نژاد ویستار (Wistar) با میانگین وزن 200 ± 20 گرم از انستیتو پاستور ایران (تهران) تهیه گردید. موش های مورد آزمایش در گروه های ۸ تایی در قفس های فایبر گلاس (ابعاد: عرض ۳۱، طول ۴۷، ارتفاع ۲۱ سانتی متر) در حیوان خانه بخش فیزیولوژی و فارماکولوژی انستیتو پاستور تهران در شرایط کنترل شده، در دما محیطی 22 ± 2 درجه سانتی گراد و چرخه روشنایی به تاریکی ۱۲:۱۲ ساعت (روشنایی ساعت ۷ الی ۱۹) و رطوبت هوا $55/6 \pm 4$ درصد، نگهداری شدند. تمامی حیوانات به آب و غذای ویژه موش دسترسی آزاد داشتند. رت ها پس از یک هفته آشنایی با محیط آزمایشگاه به روش تصادفی به ۳ گروه تقسیم شدند. گروه اول (ورزش بلندمدت): موش های این گروه به مدت یک ماه، روزانه به مدت ۳۰ دقیقه با پروتکلی که

در بخش برنامه تمرینی ذکر خواهد شد روی تردمیل دویدند. گروه دوم (ورزش کوتاه مدت): موش های این گروه به مدت یک هفته، روزانه به مدت ۳۰ دقیقه با همان پروتکل به دویدن پرداختند و گروه سوم (کنترل): موش های این گروه در هیچ فعالیتی شرکت نمی کردند. سپس در پایان پروتکل تمرینی هر سه گروه در ماز آبی موریس مورد آموزش و آزمون یادگیری و حافظه قرار گرفتند. در برنامه تمرینی (دویدن روی تردمیل) از دستگاه تردمیل مخصوص موش صحرایی استفاده شد. برای انجام تمرین دویدن با تردمیل، ابتدا موش های مورد نظر (گروه ورزش کوتاه مدت و بلند مدت) یک روز پیش از شروع تمرین به مدت ۱۵ دقیقه با دستگاه تردمیل آشنا شده و روش دویدن روی تردمیل را یاد گرفتند. برنامه دویدن روی تردمیل در تمام مراحل آزمایش یکسان و روزانه به مدت ۳۰ دقیقه (۱۰ دقیقه با سرعت ۴ متر در دقیقه، ۱۰ دقیقه با سرعت ۷ متر در دقیقه، ۱۰ دقیقه با سرعت ۱۰ متر در دقیقه) با شیب صفر درجه تعیین گردید (۱۵).

برای آزمون یادگیری و حافظه فضایی در ماز آبی موریس از دستگاه رفتاری استفاده شد. دستگاه رفتاری شامل یک مخزن فلزی حلقوی با دیواره مشکی (به قطر ۱/۵ و ارتفاع ۶۰ سانتی متر) است که تا ارتفاع ۳۰ سانتی متری آن از آب 21 ± 2 درجه سانتی گراد پر شده است. یک سکوی مدور (به قطر ۱۰ و ارتفاع ۲۸ سانتی متر) حدود ۲ سانتی متر زیر سطح آب در مرکز یکی از ربع دایره های از پیش تعیین شده قرار داده می شود. آزمایش کننده، رایانه و شکل های راهنمای خارج از ماز در سراسر آزمایش ثابت هستند. حرکت و رفتار حیوان به وسیله نرم افزار Etho Vision 7 و یک دوربین که در بالای مخزن قرار می گیرد ردیابی و ثبت می شود. بدین ترتیب مسیر شنای موش در هر بار آموزش ثبت می گردد و متغیرهای زیر اندازه گیری می شوند:

- مدتی که طول می کشد تا حیوان سکوی پلکسی گلاس (سکوی پنهان) را پیدا کند.
- طول مسافت پیموده شده که موش در هر بار آموزش شنا می کند. مدت زمانی که حیوان در ربع دایره هدف می گذراند.

روش آموزش ماز آبی موریس برای بررسی یادگیری و حافظه فضایی به این صورت بود: الف) سازش یافتن: به منظور عادت کردن به ماز ۲۴ ساعت قبل از آموزش، موش ها به مدت ۲ دقیقه در مخزن فاقد صفحه پلکسی گلاس (سکوی پنهان) شنا کردند.

ب) مرحله یادگیری: در این مرحله موش های هر سه گروه به مدت ۴ روز متوالی و هر روز در ۴ کارآزمایی جداگانه جهت یافتن سکوی پنهان که در وسط ربع سوم (جنوب شرقی) قرار داشت تحت آموزش قرار گرفتند. در شروع هر کارآزمایی ابتدا به هر موش مدت ۱۵-۲۰ ثانیه اجازه اسفرا در روی سکو داده می شد تا فرصت داشته باشد با رؤیت علایمی از قبیل پنجره، میز و قفسه، توصیفی

فضایی از محیط اطراف ماز به دست آورد. سپس موش به طور تصادفی از یکی از چهار جهت اصلی (شمال، جنوب، شرق، غرب) به نحوی داخل آب رها می شد که سر حیوان به سمت دیواره حوضچه قرار داشته باشد. موش شنا کرده تا سکوی پنهان زیر آب را پیدا کند و روی آن قرار گیرد. در صورتی که موش قادر به پیدا کردن سکو در مدت ۶۰ ثانیه نبود با دست به طرف آن هدایت می شد. پس از پیدا کردن سکو به موش اجازه داده می شد که به مدت ۲۰ ثانیه روی آن باقی بماند. مدت زمان پیدا کردن سکو (تأخیر در رسیدن به سکو) و مسافت طی شده در هر بار آموزش اندازه گیری و ثبت می شد. پس از آخرین بار آموزش در هر روز حیوان از حوضچه خارج و با حوله خشک گشته و به قفس خود باز گردانده می شد.

آزمون پروب^۱ (انتقال): یک روز بعد از آخرین روز آموزش، حافظه فضایی حیوانات مورد ارزیابی قرار گرفت. در این مرحله موش ها در یک آزمون ۶۰ ثانیه ای که در طی آن سکو از داخل آب برداشته می شد، مورد ارزیابی قرار گرفتند و مدت زمان صرف شده در ربع دایره هدف که قبلاً سکو در آن قرار داشته اندازه گیری شد.

آزمون فراخوانی^۲ (یادداری): چهار روز بعد از آخرین روز آموزش، حافظه بلندمدت حیوانات مورد ارزیابی قرار گرفت. در این مرحله هر موش در چهار کارآزمایی جداگانه همانند مرحله آموزش (اکتساب) جهت یافتن سکوی پنهان که در وسط ربع سوم (جنوب شرقی) قرار داشت، به شنا کردن پرداختند. مدت زمان پیدا کردن سکو و مسافت طی شده تا رسیدن به سکو در هر بار آزمون اندازه گیری و ثبت می شد.

آزمون سکوی آشکار (visible): به منظور بررسی هماهنگی حسی- حرکتی و انگیزه حیوان، پس از انجام آزمون فراخوانی (recall)، سکو توسط یک صفحه سفید رنگ، مرئی شد و هم سطح با آب قرار گرفت تا به صورت واضح دیده شود. این سکو در وسط ربع دوم (منطقه شمال شرقی) قرار داشت و هر موش در چهار کارآزمایی به طور تصادفی از چهار جهت اصلی به داخل آب رها شد. سپس موش شنا کرده تا سکوی سفید رنگ هم سطح آب را پیدا کند و روی آن قرار گیرد. مدت زمان پیدا کردن سکو در هر بار آزمون اندازه گیری می شد. در صورتی که موش در این چهار کارآزمایی قادر به پیدا کردن سکو در مدت ۶۰ ثانیه نبود، از گروه خود حذف می شد (۱۶، ۱۷).

به منظور تحلیل داده های بدست آمده از شاخص یادگیری فضایی در مرحله اکتساب از تحلیل واریانس با اندازه گیری های مکرر (گروه * ۴ روزهای آزمایش) و به منظور تحلیل داده های حافظه

1 . probe

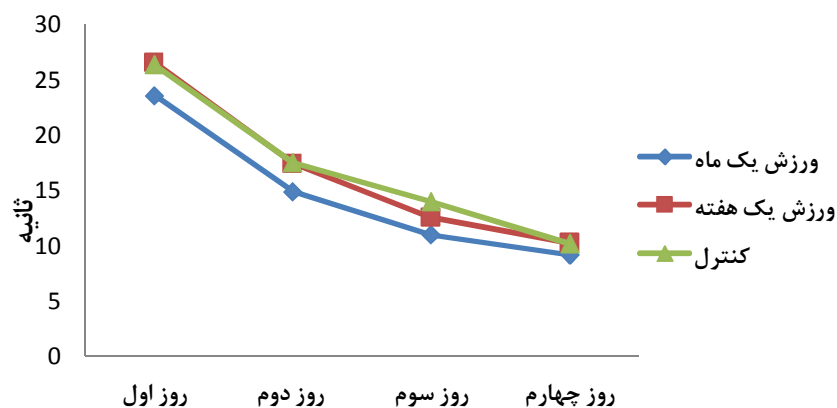
2 . recall

فضایی در آزمون probe و recall از تحلیل واریانس یک طرفه و آزمون تعقیبی توکی در سطح $(P \leq 0.05)$ استفاده شد.

نتایج

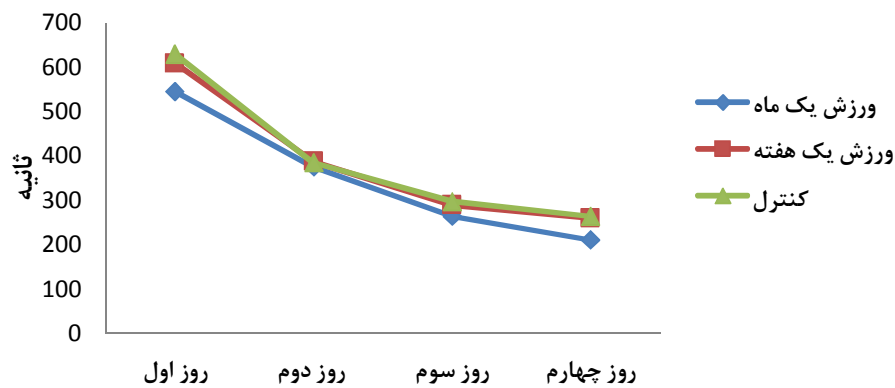
بررسی نتایج تحقیق در مرحله یادگیری به شرح زیر بود:

الف) زمان شنا کردن: تجزیه و تحلیل داده ها نشان داد در طی ۴ روز آموزش ماز آبی موریس، زمان سپری شده برای رسیدن به سکو در همه گروه ها به طور معناداری کاهش یافت، که نشان دهنده مثبت بودن روند یادگیری می باشد ($F(3,63) = 50.66, P=0.001$)، اما اثر ورزش بر میانگین زمان سپری شده برای رسیدن به سکو ($F(2,21) = 2.31, P=0.12$) و همچنین تعامل دو متغیر روز و ورزش معنا دار نشد ($F(6,63) = 0.30, P=0.93$). (شکل ۱)



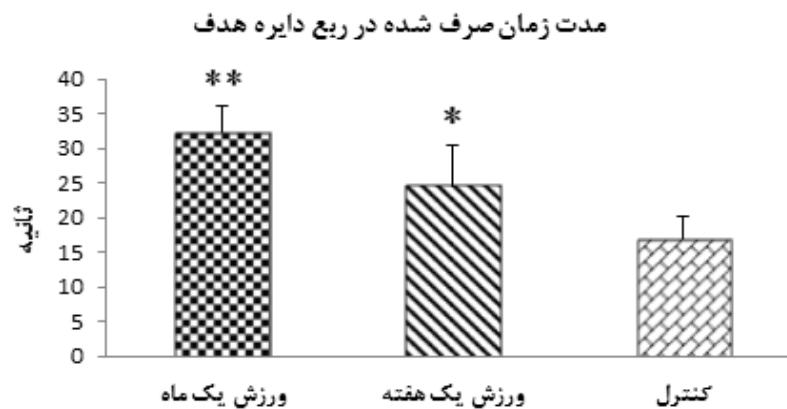
شکل ۱. مقایسه میانگین زمان سپری شده برای یافتن سکو در گروه های مورد آزمایش در مدت چهار روز آموزش ماز آبی موریس

ب) مسافت طی شده: تجزیه و تحلیل داده ها نشان داد در طی روزهای آموزش، مسافت طی شده برای رسیدن به سکو در همه گروه ها به طور معناداری کاهش یافت، که نشان دهنده مثبت بودن روند یادگیری می باشد ($F(3,63) = 40.77, P=0.001$)، اما میانگین مسافت طی شده برای رسیدن به سکو بین گروه های تحقیق ($F(2,21) = 1.74, P=0.19$)، همچنین تعامل دو متغیر روز و ورزش معنا دار نشد ($F(6,63) = 0.13, P=0.99$). (شکل ۲)



شکل ۲. مقایسه میانگین مسافت طی شده برای یافتن سکو در گروه‌های مورد آزمایش در مدت چهار روز آموزش ماز آبی موریس

بررسی نتایج تحقیق در آزمون کاوش (Probe): نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه در آزمون پروب (انتقال) نشان داد، بین حافظه فضایی گروه‌های ورزش کرده و گروه کنترل تفاوت معنا دار وجود دارد، به طوریکه هر دو گروه فعالیت بدنی یک ماه و یک هفته مدت زمان بیشتری را در ربع دایره هدف (ربع دایره ای که سکو قبلاً در آن قرار داشته است) صرف کردند، که نشان دهنده حافظه بهتر در گروه‌های ورزش کرده می‌باشد ($F(2,21) = 18.89, P=0.001$). (شکل ۳)

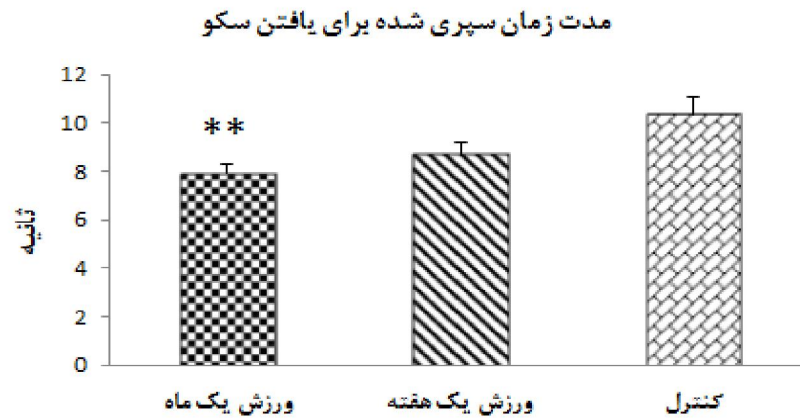


شکل ۳. مقایسه زمان صرف شده در ربع دایره هدف در گروه های مورد آزمایش در آزمون Probe.

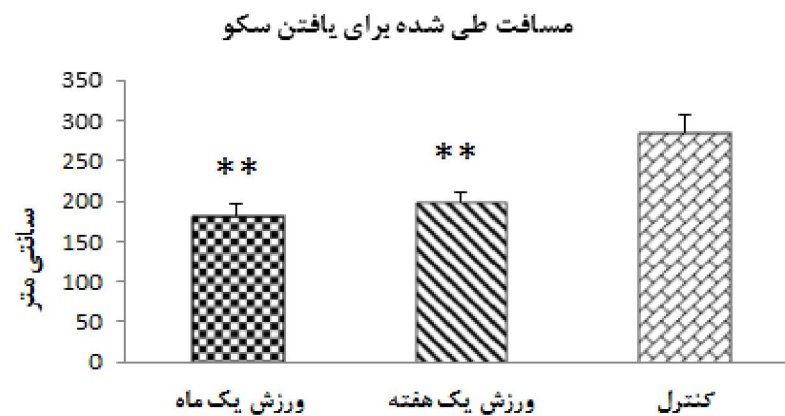
($P \leq 0.05$ * و $P \leq 0.01$ **)

نتایج بر اساس $\text{Mean} \pm \text{SEM}$ گزارش شده است. زمان طولانی تر نشان دهنده حافظه بهتر هر دو گروه های ورزش نسبت به کنترل است.

بررسی نتایج تحقیق در آزمون فراخوانی (Recall): نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه در آزمون فراخوانی (یادداری) نشان داد، بین حافظه فضایی گروه های ورزش کرده و گروه کنترل تفاوت معنا دار وجود دارد، به طوریکه در شاخص زمان سپری شده برای پیدا کردن سکو، گروه ورزش یک ماه ($F(2,21) = 4.79, P=0.01$) و در شاخص مسافت طی شده برای رسیدن به سکو، هر دو گروه ورزش یک ماه و یک هفته نسبت به گروه کنترل عملکرد بهتری داشتند ($F(2,21) = 10.69, P=0.001$). (شکل ۴ و ۵)



شکل ۴. مقایسه مدت زمان سپری شده برای یافتن سکو در گروه‌های مورد آزمایش در آزمون Recall. نتایج بر اساس $\text{Mean} \pm \text{SEM}$ گزارش شده است. زمان کوتاه‌تر نشان‌دهنده حافظه بهتر گروه ورزش بلندمدت نسبت به کنترل است.



شکل ۵. مقایسه مسافت طی شده برای یافتن سکو در گروه‌های مورد آزمایش در آزمون Recall. نتایج بر اساس $\text{Mean} \pm \text{SEM}$ گزارش شده، مسافت طی شده کم‌تر، نشان‌دهنده حافظه بهتر هر دو گروه ورزش نسبت به کنترل است. (* $P \leq 0.05$ و ** $P \leq 0.01$)

بحث و نتیجه گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد هر سه گروه تحقیق در طی روزهای آموزش ماز آبی، با کاهش زمان صرف شده و مسافت طی شده برای رسیدن به سکو، یادگیری خود را به طور معناداری افزایش دادند، اما روند یادگیری بین این گروه ها تفاوت معناداری را نشان نداد. به عبارت دیگر فعالیت ورزشی منظم کوتاه مدت و بلند مدت با شدت بسیار پایین، بر روند یادگیری فضایی در مرحله اکتساب تأثیری معناداری نداشت. این یافته با نتایج تحقیقات هوپکین و همکاران^۱ (۲۰۱۱)، اکلاهان و همکاران^۲ (۲۰۰۷) و رحمانی و همکاران (۲۰۱۳) هم خوانی دارد، آنها نیز به این نتیجه رسیدند که یادگیری فضایی در ماز آبی تحت تأثیر فعالیت بدنی قرار نمی گیرد (۱۱،۱۶،۱۸). در مقابل، برخی تحقیقات نشان دادند که فعالیت بدنی (دویدن روی تردمیل) یادگیری فضایی را بهبود می بخشد (۴،۱۳). این تناقض ممکن است به علت تفاوت در طول و شدت پروتکل های ورزشی، سن (جوان و پیر) و نوع حیوان (رت و سوری و ...) و نوع آزمون یادگیری باشد (۱۲-۳،۶،۱۰). لین و همکاران^۳ (۲۰۱۲) اظهار کردند شدت ها و استرس های متفاوت در پروتکل های مختلف ورزشی سازگاری های نوروئی و عملکردهای شناختی متفاوتی ایجاد می کند (۳). همچنین نشان داده شده است که تکثیر سلولی در شکنج دندانه ای رت ها به وسیله شدت و مدت تمرین تنظیم می شود. این شواهد نیز بیانگر این واقعیت است که پروتکل های مختلف ورزشی می توانند اثرات متفاوتی بر عملکرد سیستم عصبی داشته باشند (۱۹). بطوری که تمرین ورزشی مورد استفاده در تحقیق حاضر که جزء فعالیت های با شدت بسیار کم می باشد، نتوانست موجب افزایش یادگیری فضایی موش های تمرین کرده در مرحله اکتساب شود. در همین راستا برخی تحقیقات دلایل دیگری را برای این موضوع در نظر می گیرند و اظهار می کنند بدلیل استرس ذاتی نهفته در شنا کردن اجباری برای موش ممکن است اثرات مفید فعالیت بدنی در مرحله اکتساب از بین برود (۲۰،۲۱). همچنین بیری و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند، استرس متناوبی که بدلیل اعمال شوک الکتریکی به حیوان برای وادار کردن او به دویدن روی تردمیل وارد می شود، با تأثیر بر انتقال سیناپسی باعث آسیب در القاء LTP^۴ در شکنج دندانه دار شده که این امر ممکن است موجب اختلال در یادگیری و از بین رفتن اثرات مفید فعالیت بدنی در مرحله اکتساب شود (۲۲).

-
1. Hopkins & et al
 2. O'Callaghan & et al
 3. Lin & et al
 4. Long Term Potentiation

عزیزی و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعه ای مشابه نیز به این نتیجه دست یافتند که ورزش کوتاهمدت علیرغم بهبود شاخص های یادگیری فضایی، نتوانست به طور معناداری این شاخص ها را نسبت به گروه کنترل تغییر دهد (۲۳). اما این محققین در سال ۲۰۰۵ به نتایجی مغایر دست یافته بودند، البته شایان ذکر است که در تحقیق آنها اثر مثبت ورزش و فعالیت بدنی بر یادگیری احترازی غیر فعال مشاهده شد (۲۴). هر چند اطلاعات کمی درباره تاثیر ورزش بر انواع دیگر حافظه (غیر فضایی) وجود دارد اما این یافته ها این احتمال را تقویت می کند که مسیرهای مغزی و مکانیسم های درگیر در فرآیندهای یادگیری فضایی و غیر فضایی می تواند متفاوت باشد.

همچنین در توجیه عدم تاثیر معنادار فعالیت بدنی بر یادگیری، می توان چنین استدلال کرد که در زمانی که تخریب قابل ملاحظه ای در یادگیری رخ داده باشد و یا عاملی مانع ایجاد یادگیری شده باشد، اثرات مثبت فعالیت بدنی چشمگیرتر و معنادار می باشد. به عنوان مثال تحقیقات نشان می دهند که حیوانات سالمند یا حیواناتی که در آزمایشگاه دستخوش آسیب مغزی و افت یادگیری فضایی شده اند، اثرات بالقوه فعالیت بدنی در تخفیف این نوع افت عملکرد در سیستم عصبی را به خوبی نشان داده اند (۴،۲۵). به طوریکه گزارشات حاکی از آن است که تمرین ورزشی در رت های سالمند موجب فعال سازی مسیرهای سیگنالی محافظت از سیستم عصبی شده و از طریق افزایش شکل پذیری سیناپسی، نورونز و رشد فاکتورهای نروتروفیک در هیپوکمپ می تواند یادگیری فضایی را بهبود بخشد (۲۶-۲۸). هوپکین و همکاران (۲۰۱۱) نیز در تحقیق خود اظهار کردند اثر فعالیت بدنی بر سیستم عصبی وابسته به سن می باشد. آنها مشاهده کردند در دوره نوجوانی بین گروه تمرین کرده و کنترل، در حافظه شناسایی اشیاء و میزان $BDNF^1$ هیپوکامپ اختلاف معناداری وجود نداشت، در حالی که در دوره بزرگسالی تاثیر تمرین ورزشی به طور معناداری مشهود بود (۱۱). همچنین در مطالعه ای دیگر نشان داده شد فعالیت بدنی تخریب یادگیری ایجاد شده در اثر مرگ سلولی ناشی از تجویز کاینیک اسید و استرس محدودیت حرکتی را بهبود می بخشد (۲۹).

از طرف دیگر یافته های تحقیق حاضر نشان داد، فعالیت بدنی کوتاهمدت و بلندمدت با شدت بسیار پایین، به خاطرآوری اطلاعات فضایی یا به عبارت دیگر حافظه فضایی موش های تمرین کرده را به طور معناداری نسبت به گروه کنترل بهبود بخشید. در آزمون پروب (انتقال) هر دو گروه فعالیت بدنی کوتاهمدت و بلندمدت در شاخص زمان صرف شده در ربع دایره هدف، به طور معناداری بهتر از گروه کنترل بودند، بطوریکه با افزایش مدت زمان ورزش، حافظه فضایی نیز افزایش یافت. همچنین در آزمون فراخوانی (یادداری) که با فاصله ۴ روز از مرحله اکتساب اجرا شد، در شاخص زمان سپری

1. Brain Derived Neurotrophic Factor

شده، گروه فعالیت بدنی بلندمدت و در شاخص مسافت طی شده برای یافتن سکو، هر دو گروه فعالیت بدنی کوتاه‌مدت و بلندمدت نسبت به گروه کنترل به طور معناداری عملکرد بهتری داشتند؛ این امر نشان دهنده اثرات مثبت و قوی فعالیت بدنی با شدت بسیار پایین بر حافظه فضایی بلندمدت می‌باشد چرا که نه تنها در آزمون پروب بلکه در آزمون فراخوانی که با فاصله ۴ روز از مرحله اکتساب اجرا شد، برتری گروه‌های تمرین کرده نسبت به گروه کنترل مشهود بود. مطالعات رفتاری اخیر نشان دهنده اثرات مفید و درازمدت فعالیت بدنی بر حافظه فضایی و تثبیت اطلاعات در حافظه بلندمدت می‌باشد (۳۰-۳۲). برچتلد و همکاران^۱ (۲۰۱۰) نشان دادند که اثرات مفید ورزش بر عملکرد شناختی حتی پس از توقف تمرین نیز ادامه می‌یابد. آنها اظهار کردند گروهی که بین پایان پروتکل ورزش و آزمون شناختی آن‌ها، ۱ یا ۲ هفته فاصله (تأخیر) زمانی وجود داشت، نسبت به سایر گروه‌ها عملکرد بهتری داشت (۳۳). این یافته نیز با نتیجه تحقیق سعادتی و همکاران (۲۰۱۰) که عدم تأثیر فعالیت بدنی را بر حافظه گزارش کردند، ناهمسو می‌باشد. تفاوت در شدت فعالیت بدنی و نوع آزمون حافظه مورد استفاده، احتمالاً موجب تفاوت در نتایج شده است. در این پژوهش از یادگیری اجتنابی غیر فعال برای ارزیابی حافظه غیر فضایی استفاده گردید که با آزمون مورد استفاده در تحقیق حاضر (ماز آبی موریس) برای ارزیابی حافظه فضایی متفاوت می‌باشد (۲). همچنین برخلاف تحقیق آجویار و همکاران (۲۰۱۰) که نشان دادند فعالیت بدنی با شدت بالا از طریق کاهش سطوح نروتروفین‌ها موجب تخریب حافظه می‌شود (۱)، فعالیت بدنی با شدت پایین در تحقیق حاضر نه تنها موجب تخریب یادگیری نشد بلکه به طور معناداری باعث بهبود حافظه فضایی موش‌های تمرین کرده شد.

همچنین تأثیر مثبت و معنادار فعالیت بدنی کوتاه‌مدت و بلندمدت با شدت بسیار پایین، بر حافظه فضایی در آزمون‌های پروب (انتقال) و فراخوانی (یادداری) در تحقیق حاضر، نشان می‌دهد که این نوع فعالیت بدنی در یادآوری تجربیات گذشته نقش بیشتری دارد تا در اکتساب آنها. از طرف دیگر می‌توان این گونه در نظر گرفت که مکانیسم‌هایی که موجب افزایش در فراخوانی حافظه می‌شوند احتمالاً با اکتساب آنها متفاوت باشد. همانطور که اشاره شد اثرات ورزش بر مراحل مختلف شناختی، ممکن است وابسته به عواملی از قبیل طول دوره، نوع ورزش (مثلاً اجباری یا اختیاری)، پیچیدگی تکلیف یا سایر عواملی باشد که تاکنون شناخته نشده‌اند و این امکان نیز وجود دارد که فعالیت بدنی همزمان یا با فاصله کوتاهی از دوره آزمون شناختی، بدلیل برخی اثرات موقتی دویدن روی تردمیل (که قبلاً ذکر گردید) بتواند موجب ایجاد برخی اثرات حاد بر عملکرد شناختی در مرحله اکتساب شود، که یادگیری تکلیف را آهسته کرده اما پس از برطرف شدن اثرات موقتی موجب بهبود حافظه

فضایی حیوانات در آزمون های حافظه شود (۱۶,۳۳). این نتایج با نتایج کیم و همکاران^۱ (۲۰۰۲) و سیم و همکاران^۲ (۲۰۰۴) همراستا می باشد، آنها نشان دادند، ورزش سبک و آرام روی تردمیل، تکثیر سلولی را در هیپوکامپ رت های جوان ورزش کرده در مقایسه با گروه کنترل زیاد می کند (۱۵,۳۴). بدین ترتیب مشاهده می شود که فعالیت بدنی با شدت پایین نه تنها در سطح سلول بلکه در سطح رفتاری باعث بهبود حافظه حیوان می گردد. هر چند نتایج برخی از پژوهش ها نشان می دهد، مکانیسم های درگیر در بهبود عملکرد شناختی در ورزش کوتاهمدت و بلندمدت احتمالاً متفاوت می باشد. برای مثال فعالیت بدنی کوتاهمدت از طریق افزایش mRNA^۳ سیناپس I در سطح سلول و فعالیت بدنی بلندمدت از طریق افزایش MAPK^۴ و پروتئین های انتقال وزیکولی باعث بهبود حافظه و یادگیری می شوند (۱۳,۳۵). اما به طور کلی مکانیسم هایی که در پی فعالیت بدنی موجب بهبود عملکرد شناختی می شوند شامل نورونز، افزایش سیناپس ها و پلاستیسیته سیناپسی و رشد فاکتورهای عصبی در نقاط مختلف مغزی بویژه در هیپوکامپ می باشد (۶,۷,۳۵). تحقیقات نشان داده اند که در اثر فعالیت بدنی، پتانسیل طولانی مدت (LTP) در نواحی مختلف هیپوکامپ افزایش می یابد که این امر موجب تنظیم افزایشی در فاکتور نوروتروفیک مشتق از مغز (BDNF) شده و باعث بهبود عملکرد سیستم عصبی می گردد (۳۶,۳۷). در واقع ورزش یک الگوی فعالیت مداوم را در هیپوکامپ رت فعال می کند و نوروترنسمیترهایی مانند استیل کولین، گاما آمینو بوتیریک اسید (GABA^۵) و منو آمین ها می توانند بر بیان ژن BDNF تاثیر بگذارند (۵,۳۸). بررسی اثر ورزش هوازی بر رت های جوان نشان می دهد این نوع فعالیت دانسیته نورونی هیپوکامپ در شکنج دندانه دار و قسمت های دیگر هیپوکامپ را بدون تغییر در آپوپتوزیس افزایش می دهد و باعث بهبود در حافظه موش های صحرایی تمرین کرده می گردد (۷,۳۴). مطالعات دیگر اظهار می کنند دویدن روی تردمیل از طریق افزایش نیتریک اکساید (NO) در هیپوکامپ (۳۹,۴۰)، و افزایش فاکتور رشد اندوتلیال عروق و تشکیل مویرگ های جدید در قسمت های مختلف مغز باعث افزایش حافظه می شوند (۵).

همچنین یافته های تحقیق حاضر نشان داد، اگرچه فعالیت بدنی بلندمدت باعث تقویت بیشتر حافظه فضایی شد اما اختلاف معناداری بین فعالیت بدنی بلندمدت و کوتاهمدت مشاهده نشد. برخی تحقیقات نشان دادند، در ورزش مداوم و طولانی مدت (۴ هفته و بیشتر) تغییرات انجام شده در مغز و بهبود

-
1. Kim & et al
 2. Sim & et al
 3. Messenger RNA
 4. Mitogen- Activated Protein Kinases
 5. Gamma-Amino Butyric Acid

حافظه، متناسب با افزایش بیشتر در زمان ورزش نیست. به عبارت دیگر ارتباط بین مدت زمان پرداختن به ورزش با تغییرات حافظه خطی نمی‌باشد و متناسب با افزایش در زمان ورزش، حافظه بهبود نمی‌یابد (۱۳، ۱۴). مولودی و همکاران (۲۰۰۸) به این نتیجه رسیدند که احتمالاً طول دوره ورزش تاثیر چندانی بر حافظه طولانی مدت ندارد و این امر بیشتر تحت تاثیر فعالیت بدنی و ورزشی قرار می‌گیرد که از نظر زمانی به فعالیت ذهنی (آزمون ماز آبی) نزدیک باشد (۱۳). همچنین نایلور و همکاران^۱ (۲۰۰۵) نشان داده‌اند که با افزایش دوره فعالیت بدنی از ۹ روز به ۲۴ روز، فعالیت محور HPA^2 به تدریج افزایش می‌یابد (۴۱). بدین ترتیب میزان کورتیکوسترون افزایش یافته و این امر ممکن است موجب اختلال در عملکرد یادگیری و کاهش اثرات مثبت فعالیت بدنی طولانی مدت شود. با این وجود نمی‌توان اثرات مفید فعالیت بدنی بلندمدت را نادیده گرفت، چرا که هم در آزمون پروب و هم در آزمون فراخوانی، گروه فعالیت بدنی بلندمدت نسبت به گروه فعالیت بدنی کوتاهمدت عملکرد بهتری داشت.

بنابر یافته‌های این پژوهش، به نظر می‌رسد فعالیت بدنی کوتاهمدت و بلندمدت با شدت بسیار پایین تاثیری بر یادگیری فضایی نداشته اما فراخوانی اطلاعات اکتساب شده یا حافظه فضایی را به طور معناداری افزایش می‌دهد. همچنین بین این دو نوع فعالیت بدنی اختلاف معناداری مشاهده نشد. بر این اساس می‌توان گفت که احتمالاً عوامل موثر در فراخوانی اطلاعات با اکتساب آنها متفاوت می‌باشد، همچنین افزایش در طول دوره فعالیت تاثیر چندانی بر عملکرد شناختی ندارد، به عبارت بهتر متناسب با افزایش در زمان ورزش، حافظه بهبود نمی‌یابد.

منابع

- 1) Aguiar Jr, A.S., et al., High-intensity physical exercise disrupts implicit memory in mice: involvement of the striatal glutathione antioxidant system and intracellular signaling. *Neuroscience*, 2010. 171(4): 1216-27.
- 2) Saadati, H., et al., Effects of exercise on memory consolidation and retrieval of passive avoidance learning in young male rats. *Asian J Sports Med*, 2010. 1(3): 137-42.
- 3) Lin, T.-W., et al., Different types of exercise induce differential effects on neuronal adaptations and memory performance. *Neurobiology of Learning and Memory*, 2012. 97(1): 140-7.

1. Naylor & et al

2. Hypothalamic–Pituitary–Adrenocortical

- 4) Thomas, A., et al., The effects of physical activity on brain structure. *Frontiers in Psychology*, 2012. 3.
- 5) Cotman, C.W. and N.C. Berchtold, Exercise: a behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. *Trends in neurosciences*, 2002. 25(6): 295.
- 6) Garcia, P.C., et al., Different protocols of physical exercise produce different effects on synaptic and structural proteins in motor areas of the rat brain. *Brain Research*, 2012. 1456(0): 36-48.
- 7) Uysal, N., et al., The effects of regular aerobic exercise in adolescent period on hippocampal neuron density, apoptosis and spatial memory. *Neuroscience Letters*, 2005. 383(3): 241-5.
- 8) Chaddock, L., et al., A Review of the Relation of Aerobic Fitness and Physical Activity to Brain Structure and Function in Children. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 2011. 17(06): 975-85.
- 9) Gomes da Silva, S., et al., Early exercise promotes positive hippocampal plasticity and improves spatial memory in the adult life of rats. *Hippocampus*, 2012. 22(2): 347-58.
- 10) Cassilhas, R.C., et al., Spatial memory is improved by aerobic and resistance exercise through divergent molecular mechanisms. *Neuroscience*, 2012. 202(0): 309-17.
- 11) Hopkins, M.E., R. Nitecki, and D.J. Bucci, Physical exercise during adolescence versus adulthood: differential effects on object recognition memory and brain-derived neurotrophic factor levels. *Neuroscience*, 2011. 194(0): 84-94.
- 12) Liu, Y.-F., et al., Differential effects of treadmill running and wheel running on spatial or aversive learning and memory: roles of amygdalar brain-derived neurotrophic factor and synaptotagmin I. *The Journal of Physiology*, 2009. 587(13): 3221-31.
- 13) Moloudi, R., et al., Chronic Running Exercise Promotes Spatial Learning and Memory in Rats. *Journal of Isfahan Medical School*, 2008. 25(86): 30-7.
- 14) Alaei, H., et al., Daily running promotes spatial learning and memory in rats. *Journal of Sports Science & Medicine*, 2007. 6(4): 429-33.
- 15) Kim, S.-H., et al., Treadmill exercise increases cell proliferation without altering of apoptosis in dentate gyrus of Sprague-Dawley rats. *Life Sciences*, 2002. 71(11): 1331-40.
- 16) rahmani, a., et al., The effect of exercise training on stress-induced changes in learning. *Arak University of Medical Sciences Journal*, 2013. 16(1): 52-64.
- 17) Tahmasebi Boroujeni, S., et al., The Effect of Severe Zinc Deficiency and Zinc Supplement on Spatial Learning and Memory. *Biological Trace Element Research*, 2009. 130(1): 48-61.
- 18) O'Callaghan, R.M., R. Ohle, and Á.M. Kelly, The effects of forced exercise on hippocampal plasticity in the rat: A comparison of LTP, spatial- and non-spatial learning. *Behavioural Brain Research*, 2007. 176(2): 362-6.

- 19) Kim, Y.-P., et al., Magnitude-and time-dependence of the effect of treadmill exercise on cell proliferation in the dentate gyrus of rats. *International journal of sports medicine*, 2003. 24(02): 114-7.
- 20) van Praag, H., G. Kempermann, and F.H. Gage, Running increases cell proliferation and neurogenesis in the adult mouse dentate gyrus. *Nature neuroscience*, 1999. 2(3): 266-70.
- 21) Bilang-Bleuel, A., et al., Impact of stress and voluntary exercise on neurogenesis in the adult hippocampus: quantitative analysis by detection of Ki-67. *Program of the 30th Annual Meeting of the Society for Neuroscience*, 2000: 1534 (Abstract).
- 22) Babri, S., et al., Effect of forced treadmill exercise on long-term potentiation (LTP) in the dentate gyrus of hippocampus in male rats. *Physiology and Pharmacology*, 2008. 12(1): 39-45.
- 23) Azizi Malekabadi, H., H. Alaei, and M. Hosseini, The Effect of Short- term Physical Activity (treadmill running) on Spatial Learning and Memory in the Intact and Morphine Dependent Male rats. *Journal of Isfahan Medical School*, 2008. 26(89): 135-46.
- 24) Azizi Malekabadi, H., H. Alaei, and S. Oryan The effects of exercise (treadmill running) on passive-avoidance learning and memory in morphine dependent male rats. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 2005. 28: 252-62.
- 25) Khayam Haghighi, S., et al., The Effects of Mid-Term Running Activity on Passive Avoidance Learning and Memory in Opioid Addicted Rats. *Journal of Isfahan Medical School*, 2009. 27(99): 506-17.
- 26) Albeck, D.S., et al., Mild forced treadmill exercise enhances spatial learning in the aged rat. *Behavioural Brain Research*, 2006. 168(2): 345-8.
- 27) Kamijo, K., et al., Acute Effects of Aerobic Exercise on Cognitive Function in Older Adults. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 2009. 64B(3): 356-63.
- 28) Kamijo, K., et al., Effects of a 12-week Walking Program on Cognitive Function in Older Adults. *Advances in exercise and sports physiology*, 2007. 13(2): 31-9.
- 29) Kim, B.-S., M.-Y. Kim, and Y.-H. Leem, Hippocampal neuronal death induced by kainic acid and restraint stress is suppressed by exercise. *Neuroscience*, 2011. 194: 291-301.
- 30) Coles, K. and P.D. Tomporowski, Effects of acute exercise on executive processing, short-term and long-term memory. *Journal of Sports Sciences*, 2008. 26(3): 333-44.
- 31) Fedewa, A.L. and S. Ahn, The effects of physical activity and physical fitness on children's achievement and cognitive outcomes: a meta-analysis. *Research quarterly for exercise and sport*, 2011. 82(3): 521-35.
- 32) Herting, M.M. and B.J. Nagel, Aerobic fitness relates to learning on a virtual Morris Water Task and hippocampal volume in adolescents. *Behavioural Brain Research*, 2012. 233(2): 517-25.

- 33) Berchtold, N.C., N. Castello, and C.W. Cotman, Exercise and time-dependent benefits to learning and memory. *Neuroscience*, 2010. 167(3): 588-97.
- 34) Sim, Y.-J., et al., Treadmill exercise improves short-term memory by suppressing ischemia-induced apoptosis of neuronal cells in gerbils. *Neuroscience Letters*, 2004. 372(3): 256-61.
- 35) Molteni, R., Z. Ying, and F. Gómez-Pinilla, Differential effects of acute and chronic exercise on plasticity-related genes in the rat hippocampus revealed by microarray. *European Journal of Neuroscience*, 2002. 16(6):1107-16.
- 36) Radák, Z., et al., Regular exercise improves cognitive function and decreases oxidative damage in rat brain. *Neurochemistry International*, 2001. 38(1): 17-23.
- 37) Toldy, A., et al., The effect of exercise and nettle supplementation on oxidative stress markers in the rat brain. *Brain Research Bulletin*, 2005. 65(6): 487-93.
- 38) Vanderwolf, C., Hippocampal electrical activity and voluntary movement in the rat. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 1969. 26(4): 407-18.
- 39) DiCarlo, S.E., et al., Daily exercise normalizes the number of diaphorase (NOS) positive neurons in the hypothalamus of hypertensive rats. *Brain Research*, 2002. 955(1): 153-60.
- 40) Lee, M.-H., et al., Treadmill exercise enhances nitric oxide synthase expression in the hippocampus of food-deprived rats. *Nutrition Research*, 2005. 25(8): 771-79.
- 41) Naylor, A.S., et al., Extended Voluntary Running Inhibits Exercise-Induced Adult Hippocampal Progenitor Proliferation in the Spontaneously Hypertensive Rat. *Journal of Neurophysiology*, 2005. 93(5): 2406-14.

ارجاع دهی به روش ونگوور:

زیدآبادی رسول، عرب عامری الهه، نقدی ناصر، بلوری بهرام. اثر فعالیت بدنی کوتاهمدت و بلندمدت با شدت بسیار پایین بر یادگیری و حافظه فضایی موش آزمایشگاهی. رفتار حرکتی. بهار ۱۳۹۳؛ ۶(۱۵): ۷۲-۱۵۵.

The effect of low- intensity short and long term physical activity on spatial learning and memory in rat

R. Zeidabadi ¹, E. Arab Ameri ², N. Naghdi ³, B. Bolouri ⁴

1- Assistance professor At Hakim Sabzevari University

2- Associate professor at University of Tehran

3- Professor at Pasteur institute of Iran*

4- Associate professor at Medical Sciences University of Iran

Received date: 2013/04/15

Accepted date: 2013/06/24

Abstract

The purpose of the present study was to examine the effect of low- intensity short and long term physical activity on spatial learning and memory in rat. Healthy male albino-wistar rats were assigned into 3 groups randomly, Short and long- term physical activity and control (without treadmill running). At the end of training period, animals were trained and tested using Morris water maze. The data was analyzed by using the between group analysis of variance with repeated measure and one way ANOVA tests. There was no significant difference between physical activity groups and control group in spatial learning in acquisition phase ($p \geq 0.05$). But in spatial long- term memory tests, both trained groups were better than control group ($p \leq 0.01$). Also, there was no significant difference between short and long term physical activity groups ($p \geq 0.05$). Results of this study revealed that the low- intensity physical activity has no impact on spatial learning, but it improves spatial memory, significantly. Also there was no significant difference between short and long term physical activity, however long- term physical activity was better. Based on the results, the mechanisms involved in improving learning and memory are different, probably. And the amount of increase in cognitive performance is not equal to the amount of increase in exercise period.

Keywords: Low- intensity physical activity, Spatial Learning and memory, Morris water maze

* Corresponding Author

Email: nnaghdiir@yahoo.com