رفتار حرکتی شماره ۳۲، تابستان ۱۳۹۷، صص ۱۷۸-۱۶۵

مقایسهٔ تأثیر استرس محدودیت حرکتی بر یادگیری و حافظهٔ فضایی رت‌های نر پیر و جوان

رؤیا میرزارضی دهقی[۱]، شیلا صفوی همامی[۲]، حجت‌الله علایی[۳]

۱. کارشناسی‌ارشد رفتار حرکتی، دانشگاه اصفهان
۲. استادیار رفتارحرکتی، دانشگاه اصفهان*
۳. استاد فیزیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۲/۰۸

چکیده

هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر استرس محدودیت حرکتی بر یادگیری و حافظهٔ فضایی رت‌های نر پیر و جوان بود. تعداد ۲۴ رت نر نژاد ویستار از پژوهشکدهٔ رویان اصفهان در دو گروه سنی سه‌ماهه (جوان) و ۱۲ ماهه (پیر) انتخاب شدند و براساس وزن در چهار گروه شش‌تایی تقسیم شدند. پس از یک هفته سازگاری با محیط لانه و تردمیل، هر گروه با توجه به برنامهٔ خاص خود شامل، گروه استرس محدودیت حرکتی (روزی دو ساعت به‌مدت هفت روز) و گروه کنترل به تمرین پرداختند. برای اندازه‌گیری میزان یادگیری و حافظهٔ فضایی از آزمون مازآبی موریس استفاده شد. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از تحلیل واریانس دوطرفه انجام شد. نتایج نشان داد که استرس محدودیت حرکتی، یادگیری رت‌های پیر و جوان را تخریب می‌کند؛ اما بر حافظهٔ فضایی آن‌ها اثر معناداری برجای نمی‌گذارد؛ به‌طوری‌که یادگیری رت‌های جوان دراثر استرس در مقایسه با رت‌های پیر کمتر تخریب می‌شود. نتایج حاصل از پژوهش به تأثیر منفی استرس محدودیت حرکتی به‌ویژه در یادگیری اشاره دارد.

واژگان کلیدی: استرس محدودیت حرکتی، یادگیری، حافظهٔ فضایی، سن

* نویسندهٔ مسئول Email: shilasafavi@yahoo.com

مقدمه

یادگیری، اصل کلی و گریزناپذیر و لازمهٔ زندگی است و پویایی انسان به یادگیری او وابسته است (۱). یادگیری عبارت است از تغییری در رفتار آزمودنی دربرابر موقعیتی خاص؛ تغییری که حاصل تجربه‌های مکرر آزمودنی در چنین موقعیتی باشد و نتوان آن را ناشی از گرایش‌های فطری پاسخ‌دادن به، بلوغ جسمی و حالات گذرای آزمودنی (ازقبیل خستگی، اثر دارو و غیره) دانست (۲). به‌طورکلی، یادگیری و به‌طورویژه، یادگیری حرکتی به‌عنوان آموختن رفتارهای ماهرانه، به‌صورت مختلف تعریف شده است. یادگیری‌حرکتی فرایندهای همراه با تمرین و تجربه است که به تغییرات نسبتاً ثابت در توانایی انجام حرکت منجر می‌شود (۳). یکی از زیرساخت‌های اثرگذار بر یادگیری، حافظه است. حافظه فرایندی است که طی آن اطلاعات حفظ و ذخیره می‌شوند و به دردسترس‌بودن اطلاعات و توانایی بازیابی مهارت‌ها یا اطلاعاتی که قبلاً فراگیری شده‌اند، اشاره دارد (۴،۵). حافظه انواع مختلفی دارد که یکی از آن‌ها، حافظهٔ فضایی است. حافظهٔ فضایی به توانایی به‌خاطرآوردن مکان‌ها در محیط پیرامون اشاره دارد. انسان‌ها اطلاعات فضایی مربوط به بسیاری از محیط‌های آشنا را در حافظه نگهداری می‌کنند. همچنین، سیستم‌های فضایی مرجعی برای تشخیص مکان اشیا در فضاهای پیرامونی هستند (۶).

به عقیدهٔ ماسارو و کوان[1](۱۹۹۳)، توجه، حافظه و یادگیری به‌طور جدایی‌ناپذیری با هم ارتباط دارند. به‌عبارت‌دیگر، بدون اینکه چیزی در حافظه اتفاق افتاده باشد، شواهدی برای یادگیری وجود نخواهد داشت. به‌همین‌صورت، چیزی که در حافظه روی می‌دهد، علامت یادگیری است؛ بنابراین، یادگیری و حافظه وابستگی نزدیکی به هم دارند و با هم بررسی می‌شوند (۵). نظریه‌ها درک واضحی از عوامل درگیر در فرایند یادگیری حرکتی ارائه می‌کنند و به ایجاد محیط مناسب برای یادگیری و عملکرد بهتر و مؤثرتر کمک می‌کنند و به‌نظر می‌رسد که تبیین فرایند یادگیری به‌وسیلهٔ این نظریه‌ها دیدگاه روشنی را فراهم می‌کند (۷).

یکی از این نظریه‌های مرتبط با یادگیری و رشد مهارت‌های حرکتی، مدل قیود است که نیوول[2]در سال ۱۹۸۶ آن را مطرح کرد. براساس این مدل، سه عامل فرد، محیط و تکلیف در رشد و یادگیری مهارت‌های حرکتی مؤثرتر هستند (۱۰-۸).

یکی از عوامل منفی محیطی اثرگذار بر اکتساب و فراگیری، انواع مختلف استرس است. سلیه[3] که از پیشکسوتان و پایه‌گذاران اصول فیزیولوژیک و پاتولوژیک در رابطه با استرس است، استرس را پاسخ

1. Massaro & Kwon
2. Newell
3. Selye

غیراختصاصی بدن به هر نوع درخواست یا تقاضا تعریف می‌کند و بر نقش پاسخ یکپارچهٔ سیستم‌های متعدد بدن به‌جای بازتاب‌های جداگانه تأکید دارد. کروسوس در سخنرانی خود در یادبود سلیه، استرس را به شرایطی اطلاق می‌کند که در آن مغز مقدار تحریک را بیش‌ازحد و کیفیت آن را تهدیدکننده ارزیابی می‌کند و باعث برانگیخته‌شدن پاسخ‌های نظام‌مند می‌شود (۱۱).

سیستم استرس، یک سیستم هشداردهندهٔ ضروری است و هر زمانی که اختلالی بین انتظارات از یک ارگانیسم و واقعیت آن روی دهد، فعال است. فقدان اطلاعات، ازدست‌دادن کنترل، پیش‌بینی ناپذیربودن یا نیازمندی‌های روان‌شناختی، می‌توانند پاسخ‌های استرس را تولید کنند. استرس موجب تغییراتی در هیپوکمپ می‌شود. بعد از حذف استرس، به‌تدریج این تغییرات به حالت اولیه برمی‌گردند. استرس عامل معناداری است که می‌تواند ویژگی‌های سلول عصبی را در یادگیری و حافظه تغییر دهد. استرس می‌تواند پاسخ‌های متفاوتی را در افراد مختلف با محرک مشابه و به یک میزان ایجاد کند. استرس به‌طور خاص، چه نیمه‌حاد و چه مزمن باشد، می‌تواند تغییری عمیقی در پردازش حافظه ایجاد کند. در بسیاری از پژوهش‌های انجام‌شده در جوامع انسانی و نیز در مدل‌های حیوانی مشخص شده است که وجود استرس می‌تواند باعث بروز مشکلات فراوانی در رفتار و عملکرد موجود زنده شود (۱۱). همچنین، استرس‌های طولانی‌مدت یا بیش‌ازحد (با ترشح طولانی‌مدت کورتیزول) ممکن است به ذخیره‌سازی حافظه آسیب بزند (۱۲). استرس و کورتیزول اثرهایی منفی بر یادگیری و حافظه دارند (۱۳). رایت و کنراد[1](۱۴) در بررسی اثر استرس روی ۴۴ رت نر به این نتیجه رسیدند که استرس، در تخریب اعمال هیپوکمپ مانند حافظه و یادگیری فضایی دخیل است. همچنین، راوو[2]و همکاران (۱۵) تعیین کرده بودند که استرس مزمن، یادگیری فضایی و حافظه را در رت‌ها تخریب می‌کند. یکی از انواع استرس، استرس ازنوع محدودیت حرکتی است. مدل استرس محدودیت حرکتی می‌تواند باعث اختلال یادگیری و حافظه شود (۱۶)؛ به‌طوری‌که موسوی و همکاران (۱۶) یک هفته استرس محدودیت حرکتی را (دو ساعت در روز) بر عملکرد فضایی رت‌های پنج تا شش ماهه بررسی کردند و مشاهده کردند که عملکرد رت‌ها در ماز آبی موریس تخریب شد.

با توجه به مطالعهٔ هوپکین[3]و همکاران و طبق مدل قیود نیوول، به غیر از عوامل محیطی، یکی از عوامل فردی اثرگذار بر یادگیری و حافظه، سن و فرایند افزایش سن است. پیری یک تغییر

1. Wright & Conrad
2. Rao
3. Hopkins

فیزیولوژیک و از جهتی مخالف با اثر عملکردهای حیاتی شامل کاهش فعالیت‌های جنبشی و هماهنگی است و موجب تخریب یادگیری و حافظه می‌شود (۱۷). ایران‌دوست و همکاران (۱۸) به این نتیجه رسیدند که فرایند پیری به کاهش ظرفیت عملکردی مغزی می‌انجامد و ساختمان و عملکرد هیپوکمپ به‌طور بارزی در این دوره تغییر می‌کند. همچنین، قدرت یادگیری و حافظهٔ فضایی در سنین بالا کاهش می‌یابد؛ بنابراین، به‌طورکلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که پیری و استرس به بافت عصبی آسیب می‌زند و باعث کاهش و تأثیر منفی بر یادگیری می‌شود (۲۱-۱۹).

ازآنجایی‌که اکثر پژوهش‌های گذشته هم‌زمان دو ردهٔ سنی متفاوت را درزمینهٔ تأثیر شرایط محیطی بر حافظهٔ فضایی و یادگیری ارزیابی نکرده‌اند و اینکه با توجه به این موضوع که فراهم‌آوردن شرایط نامطلوب محیطی برای انسان‌ها ازنظر اخلاقی امکان‌پذیر نیست و همچنین، با درنظرگرفتن مدل قیود، در پژوهش حاضر بر آن شدیم که اثرهای فرد (عامل سن) و محیط را (استرس ازنوع محدودیت حرکتی) در یک تکلیف ویژه روی رت‌های پیر وجوان بررسی کنیم.

به‌طورکلی، با توجه به تمامی پژوهش‌های انجام‌شده درزمینهٔ بررسی اثرگذاری استرس محدودیت حرکتی بر حافظه و یادگیری در دامنه‌های سنی مختلف در رت‌ها، می‌توان بر اثرگذاری منفی استرس ازنوع محدودیت حرکتی درقالب پروتکل‌های مختلف بر یادگیری و حافظهٔ فضایی رت‌ها تأکید کرد؛ اما هنوز به دلایل مختلفی ازجمله دامنهٔ سنی، محیط انجام پژوهش و پروتکل استرس درنظرگرفته‌شده، نتایج متناقضی وجود دارد که انجام پژوهش‌های بیشتر و کنترل‌شده‌تری در این زمینه احساس می‌شود.

روش پژوهش

جامعهٔ آماری پژوهش حاضر شامل رت‌های صحرایی نر پیر ۱۲ماهه (۳۵۰ گرم) و جوان سه‌ماههٔ (۲۵۰ گرم) نژاد ویستار از پژوهشکدهٔ رویان اصفهان بود (۲۲).

نمونهٔ آماری ۲۴ رت از رت‌های نر پیر ۱۲ماهه (۲۳) و جوان سه‌ماههٔ (۲۴) نژاد ویستار از پژوهشگاه رویان اصفهان بودند که براساس سن و وزن در گروه‌های مربوط قرار گرفتند. ابتدا، رت‌ها براساس سن به دو گروه ۱۲تایی پیر و جوان تقسیم شدند. سپس، هر ردهٔ سنی براساس وزن به‌طور تصادفی به دو گروه آزمایشی استرس محدودیت حرکتی و کنترل تقسیم شد که درنهایت، چهار گروه شش‌تایی بررسی شدند.

ازآن‌جایی‌که اثر متغیرهای مستقل بر متغیرهای وابسته ارزیابی شد، پژوهش حاضر ازنظر روش اجرا به‌صورت کاملاً تجربی و آزمایشگاهی انجام شد. طرح پژوهش شامل بررسی اثرگذاری متغیر مستقل استرس محدودیت حرکتی بر دو متغیر وابستهٔ یادگیری و حافظهٔ فضایی در دو ردهٔ سنی و با چهار

گروه آزمایشی بود. ابزار جمع‌آوری اطلاعات، دستگاه آموزش یادگیری و حافظهٔ فضایی مازآبی بود. این دستگاه که برای ارزیابی یادگیری و حافظهٔ فضایی موش‌های صحرایی استفاده می‌شود، شامل یک حوضچه با دهانه‌ای به قطر یک ونیم متر و ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر با یک کف گود است. همچنین، یک سکو با یک صفحهٔ مسطح و دایره‌ای‌شکل به قطر ۱۰ سانتی‌متر است و توسط یک پارچهٔ مشبک یا توری سیاه‌رنگ پوشیده می‌شود. این سکو یک ونیم سانتی‌متر در زیر آب قرار می‌گیرد و برای موش قابل‌مشاهده نیست. آب داخل حوضچه، روشن، شفاف و دمای آن حدود ۲۱ تا ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد بود. حوضچه در هر طرف به‌طور فرضی به چهار جهت شمال N، جنوب S، شرق E و غرب W تقسیم می‌شود. همچنین، فیلم‌برداری از رفتار موش‌ها در داخل حوضچه با یک دوربین وب‌کم که در ارتفاع سه‌متری در بالای حوضچه قرار گرفته است، انجام می‌گیرد که در هر ثانیه ۳۰ تصویر را از حرکت موش‌ها ثبت می‌کند و این تصاویر توسط یک رابط اتصالی به دستگاه کامپیوتر منتقل می‌شوند. دستگاه کامپیوتر دارای برنامهٔ نرم‌افزاری به نام ردیاب است و حرکت موش‌ها را با وب‌کم فیلم‌برداری و ثبت می‌کند و با پردازش اطلاعات، شاخص‌های موردنیاز استخراج می‌شوند. مراحل اجرای پژوهش شامل شرایط مداخلهٔ استرس محدودیت حرکتی به‌همراه گروه کنترل و سپس، گرفتن آزمون‌های رفتاری برای سنجش یادگیری و حافظهٔ فضایی بود.

برای ایجاد استرس بی‌حرکتی، حیوانات در محدودکننده‌های پلاستیکی به‌صورت وارونه قرار گرفتند. طبق پژوهش رحمانی و همکاران (۲۴) اعمال استرس روزی دو ساعت و به‌مدت هفت روز انجام گرفت؛ زیرا، این نوع استرس به اندازهٔ کافی محور استرسی آدرنال هیپوتالامیک (HPA[1]) را فعال می‌کند (۱۶).

پس از یک روز استراحت، با استفاده از دستگاه مازآبی موریس یادگیری و حافظهٔ فضایی اندازه‌گیری شد (۲۵). روش آموزش مازآبی موریس برای سنجش یادگیری و حافظهٔ فضایی به‌صورت زیر انجام شد:

الف- یادگیری و اکتساب: پروتکل آموزش شامل یک بلوک چهارکوششی در روز، به‌مدت چهار روز بود (سه روز یادگیری و روز چهارم آزمون اکتساب). هر رت از یکی از ربع‌دایره‌های مخزن رها شد تا سکو را پیدا کند (۲۶، ۲۴). میانگین سرعت هر رت در پیداکردن سکو به‌عنوان یادگیری درنظر گرفته شد؛

1. Hypothalamic Pituitary Adrenal

جدول ۱- طراحی روش پژوهش

مداخله	گروه	آزمون یادگیری	آزمون حافظهٔ فضایی
استرس محدودیت حرکتی (۷روز × ۲ساعت)	پیر تعداد = شش	(چهار کوشش) × (چهار روز) در مازآبی موریس	یک کوشش در مدت زمان یک دقیقه در مازآبی موریس
	جوان تعداد = شش	(چهار کوشش) × (چهار روز) در مازآبی موریس	یک کوشش در مدت زمان یک دقیقه در ماز آبی موریس
کنترل (۷روز × ۳۰دقیقه تردمیل خاموش)	پیر تعداد = شش	(چهار کوشش) × (چهار روز) در مازآبی موریس	یک کوشش در مدت زمان یک دقیقه در مازآبی موریس
	جوان تعداد = شش	(چهار کوشش) × (چهار روز) در مازآبی موریس	یک کوشش در مدت زمان یک دقیقه در مازآبی موریس

ب- آزمون انتقال یا پروب: یک روز بعد از آخرین روز مرحلهٔ اکتساب، حافظهٔ فضایی رت‌ها ارزیابی شد. در این مرحله، هر رت در یک آزمون ۶۰ ثانیه‌ای که در آن سکو از داخل آب برداشته شده بود، بررسی شد و مدت زمانی را که رت در ربع‌دایرهٔ هدفی صرف کرد که قبلاً سکو در آن قرار داشت، اندازه‌گیری شد (۲۴،۲۶). همچنین، میانگین زمان سپری‌شده در ربعی که قبلاً سکو در آن موقعیت قرار گرفته شده بود، حافظهٔ فضایی درنظر گرفته شد.

نتایج

برای تحلیل و بررسی تفاوت‌های بین‌گروهی میان گروه آزمایش و گروه کنترل از آزمون تی مستقل استفاده شد. همچنین، برای تحلیل و بررسی تفاوت های یادگیری رت‌های پیر و جوان از آزمون آماری تحلیل واریانس دوطرفه استفاده شد و این آزمون‌ها ازطریق نرم‌افزار آماری اس.پی.اس.اس.[1] نسخهٔ ۲۲ انجام شدند.

جدول ۲- مقایسهٔ میزان یادگیری رت‌های جوان بین دو گروه استرس ازنوع محدودیت حرکتی و کنترل

متغیر	آمارهٔ آزمون تی	درجهٔ آزادی	سطح معناداری
سرعت	-۴/۰۷۳	۱۰	۰/۰۰۲

براساس نتایج جدول شمارهٔ دو، نتیجهٔ آزمون تی مستقل اختلاف معناداری را بین میانگین سرعت ($t=-4.073$, $P<0.05$)، بین دو دستهٔ رت‌های دارای استرس ازنوع محدودیت حرکتی و رت‌های گروه کنترل نشان داد؛ به‌طوری‌که میانگین سرعت رت‌های گروه کنترل به‌طور معناداری بیشتر از

1. SPSS

رت‌های دارای استرس ازنوع محدودیت حرکتی بود؛ بنابراین، اثر معناداری استرس ازنوع محدودیت حرکتی بر یادگیری رت‌های جوان مشاهده شد.

جدول ۳- مقایسهٔ میزان حافظهٔ فضایی رت‌های جوان بین دو گروه استرس ازنوع محدودیت حرکتی و کنترل

متغیر	آمارهٔ آزمون تی	درجهٔ آزادی	سطح معناداری
زمان سپری شده	-۰/۹۰۴	۱۰	۰/۳۸۷

براساس نتایج جدول شمارهٔ سه، نتیجهٔ آزمون تی مستقل اختلاف معناداری را بین میانگین زمان سپری‌شده (t=-0.904 , P>0.05) بین دو دسته رت‌های دارای استرس ازنوع محدودیت حرکتی و رت‌های گروه کنترل نشان نداد؛ بنابراین، اثر معناداری استرس ازنوع محدودیت حرکتی بر حافظهٔ فضایی رت‌های جوان مشاهده نشد.

جدول ۴- مقایسهٔ میزان یادگیری رت‌های پیر بین دو گروه استرس ازنوع محدودیت حرکتی و کنترل

متغیر	آمارهٔ آزمون تی	درجهٔ آزادی	سطح معناداری
سرعت	-۲/۰۰۰	۱۰	۰/۰۷۳

براساس نتایج جدول شمارهٔ چهار، نتیجهٔ آزمون تی مستقل در سطح خطای پنج درصد، اختلاف معناداری را بین میانگین سرعت (t=-2.00 , P<0.05)، بین دو دسته رت‌های دارای استرس ازنوع محدودیت حرکتی و رت‌های گروه کنترل نشان نداد؛ اما شواهدی مبنی بر وجود اختلاف معنادار در سطح خطای ۱۰ درصد بین دو گروه و بیشتربودن میانگین سرعت رت‌های گروه کنترل نسبت به رت‌های دارای استرس ازنوع محدودیت حرکتی مشاهده شد (P < 0.1).

جدول ۵- مقایسهٔ میزان حافظهٔ فضایی رت‌های پیر بین دو گروه استرس ازنوع محدودیت حرکتی و کنترل

متغیر	آمارهٔ آزمون تی	درجهٔ آزادی	سطح معناداری
زمان سپری‌شده	-۱/۳۲۰	۱۰	۰/۲۱۶

براساس نتایج جدول شمارهٔ پنج، نتیجهٔ آزمون تی مستقل اختلاف معناداری را بین میانگین زمان سپری‌شده (t=-1.320 , P>0.05) بین دو دسته رت‌های دارای استرس ازنوع محدودیت حرکتی و رت‌های گروه کنترل نشان نداد؛ بنابراین، اثر معناداری استرس ازنوع محدودیت حرکتی بر حافظهٔ فضایی رت‌های پیر مشاهده نشد.

جدول ۶- نتایج آزمون تحلیل واریانس دو طرفه در بررسی اثر سن و گروه آزمایشی (استرس و کنترل) بر یادگیری رت‌ها

متغیر	منبع تغییر	مجموع مربعات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات	آمارهٔ اف	سطح معناداری
سرعت	گروه	۱۳۴/۹۳۶	۱	۱۳۴/۹۳۶	۱۴/۳۳۴	۰/۰۰۱
	سن	۶/۱۴۲	۱	۶/۱۴۲	۰/۶۵۲	۰/۴۲۹
	گروه*سن	۱/۰۶۹	۱	۱/۰۶۹	۰/۱۱۴	۰/۷۴۰
	خطا	۱۸۸/۲۷۴	۲۰	۹/۴۱۴		

براساس یافته‌های جدول شمارهٔ شش، نتایج آزمون تحلیل واریانس دو طرفه اثر معناداری را از گروه آزمایشی ($F_{(1,20)}=14.334$, $P<0.05$) نشان داد؛ اما برای سن ($F_{(1,20)}=0.625$, $P>0.05$) و اثر متقابل بین سن و گروه آزمایشی ($F_{(1,20)}=0.114$, $P>0.05$)، اثر معناداری مشاهده نشد؛ بنابراین، میانگین سرعت بین دو دسته رت‌های گروه کنترل و گروه دارای استرس تفاوت معنادار داشت و میانگین سرعت دربین رت‌های گروه کنترل به‌طور معناداری بیشتر بود؛ اما بین رت‌های پیر و جوان تفاوت معناداری مشاهده نشد. همچنین، اختلاف سرعت بین رت‌های پیر و جوان در دو گروه کنترل و دارای استرس تفاوت معناداری نداشت.

جدول ۷- نتایج آزمون تحلیل واریانس دوطرفه در بررسی اثر سن و گروه آزمایشی (استرس و کنترل) بر حافظهٔ فضایی رت‌ها

متغیر	منبع تغییر	مجموع مربعات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات	آمارهٔ اف	سطح معناداری
زمان سپری‌شده	گروه	۳۲/۲۴۸	۱	۳۲/۲۴۸	۲/۵۵۹	۰/۱۲۵
	سن	۲۲/۱۵۷	۱	۲۲/۱۵۷	۱/۷۵۹	۰/۲۰۰
	گروه*سن	۴/۱۱۷	۱	۴/۱۱۷	۰/۳۲۷	۰/۵۷۴
	خطا	۲۵۱/۹۸۸	۲۰	۱۲/۵۹۹		

براساس یافته‌های جدول شمارهٔ هفت، نتایج آزمون تحلیل واریانس دو طرفه، اثر معناداری را از گروه ($F_{(1,20)}=2.559$, $P>0.05$)، سن ($F_{(1,20)}=1.759$, $P>0.05$) و اثرمتقابل بین سن و گروه آزمایشی ($F_{(1,20)}=0.327$, $P>0.05$) نشان نداد؛ بنابراین، میانگین زمان سپری‌شده بین دو دسته رت‌های گروه کنترل و گروه دارای استرس و همچنین، بین رت‌های پیر و جوان تفاوت معناداری نداشت. همچنین، اختلاف زمان سپری‌شده بین رت‌های پیر و جوان در دو گروه کنترل و دارای استرس تفاوت معناداری نداشت.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحلیل در بررسی اثر استرس محدودیت حرکتی بر یادگیری و حافظهٔ فضایی رت‌های جوان نشان داد که بین گروه کنترل و استرس جوان در میزان یادگیری (میانگین سرعت) اختلاف معناداری وجود داشت؛ به‌طوری‌که استرس محدودیت حرکتی باعث تخریب یادگیری رت‌های جوان شده بود و اثری منفی از خود برجای گذاشته بود؛ اما در اثرگذاری استرس بر حافظهٔ فضایی اختلاف معناداری در میزان زمان سپری‌شده بین دو گروه کنترل و استرس جوان مشاهده نشد. این یافته با نتایج پژوهش رحمانی و همکاران (۲۴) هم‌خوانی دارد که به مطالعهٔ اثر استرس بی‌حرکتی بر یادگیری رت‌های جوان سه‌ماهه پرداختند. در پژوهش آن‌ها، گروه آزمایشی به‌مدت دو ساعت در روز، به‌مدت یک هفته در استرس بی‌حرکتی قرار می‌گرفتند. پس از پایان دوره و انجام آزمون مازآبی موریس، اثر منفی استرس بر یادگیری رت‌ها گزارش شد. پژوهش‌ها نشان دادند که به‌دلیل تجمع زیاد گیرنده‌های گلوکوکورتیکوئیدی در هیپوکمپ، این ساختار مغزی می‌تواند دستخوش تغییرات ناشی از افزایش گلوکوکورتیکوئیدها شود. هورمون‌های آدرنال تولیدشده به‌وسیلهٔ استرس می‌توانند بر ساختار هیپوکمپ تأثیر بگذارند (۲۷،۲۸). همچنین، قرارگرفتن بلندمدت درمعرض استرس موجب تغییرات زیادی در ساختار هیپوکمپ ازجمله تغییر نوروشیمیایی، تحریک‌پذیری، نوروژنز، مورفولوژی نورونی و حتی مرگ سلولی می‌شود (۲۹). شواهد دیگر از آثار استرس نشان می‌دهند که درمعرض استرس قرارگرفتن موجب آتروفی دندریتی و آسیب عصبی به‌همراه کاهش نروژنز در هیپوکمپ می‌شود (۳۰،۳۱). همچنین، موسوی و همکاران (۱۶) گزارش کردند که استرس می‌تواند موجب افزایش گلوتامات و اثرهای مسمومیت عصبی ناشی از آن شود. این گونه تغییرات در هیپوکمپ به‌عنوان سازوکار زیربنایی اختلالات شناختی ناشی از استرس معرفی شده‌اند و اغلب به تغییرات در کورتیکوسترون نسبت داده شده‌اند (۱).

یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج پژوهش افشاری و همکاران (۱) درزمینهٔ اثرگذاری منفی استرس بر یادگیری هم‌خوانی دارد و درزمینهٔ اثرگذاری استرس بر حافظهٔ فضایی هم‌خوانی ندارد. افشاری و همکاران (۱) به بررسی اثر ۲۱ روز استرس محدودیت حرکتی با شدت دو ساعت در روز بر یادگیری حافظهٔ فضایی رت‌های جوان پرداختند. پس از به‌دست‌آوردن اطلاعات از انجام آزمون رفتاری مازآبی موریس، آن‌ها آثار منفی استرس محدودیت حرکتی را بر یادگیری و حافظهٔ فضایی گزارش کردند. همچنین، نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های مطالعات راداحمدی و همکاران (۳۲،۳۳) ناهم‌خوان است؛ زیرا برخلاف نتیجهٔ پژوهش‌های آن‌ها، در پژوهش حاضر، استرس بر حافظهٔ فضایی رت‌های جوان اثر معناداری برجای نگذاشته بود. راداحمدی و همکاران (۳۲،۳۳) به بررسی اثر ۲۱ روز

استرس محدودیت حرکتی با شدت شش ساعت در روز بر حافظهٔ رت‌های بالغ جوان پرداختند. پس از تحلیل نتایج حاصل از آزمون رفتاری، اختلاف معناداری بین گروه کنترل و استرس مشاهده شد و آن‌ها اثر منفی استرس بر حافظه را گزارش کردند. شاید بتوان علت این اختلاف را با توجه به پژوهش ملو[1] و همکاران (۳۴) تبیین کرد؛ زیرا آن‌ها براساس پژوهش خود، در بررسی استرس حاد و مزمن با شدت‌های مختلف بر انواع حافظه نتایج متفاوتی را مشاهده کردند و اثرگذاری استرس بر حافظه را وابسته به پروتکل‌های مختلف (شدت، زمان و نوع استرس) دانستند. همچنین، اثر محیط آزمایشگاه، میزان آزاردهنده‌بودن استرس و محل نگهداری رت‌ها در نتایج بی‌تأثیر نیست.

نتایج تحلیل در بررسی اثر استرس محدودیت حرکتی بر یادگیری و حافظهٔ فضایی رت‌های پیر نشان داد که بین گروه کنترل و استرس پیر در میزان یادگیری (میانگین سرعت) اختلاف معناداری وجود دارد؛ به‌طوری‌که استرس محدودیت حرکتی باعث تخریب یادگیری رت‌های پیر شده بود و اثری منفی از خود برجای گذاشته بود؛ اما در اثرگذاری استرس بر حافظهٔ فضایی اختلاف معناداری در میزان زمان سپری‌شده بین دو گروه کنترل و استرس پیر مشاهده نشد. با توجه به جست‌وجوهای انجام‌شده توسط پژوهشگر مطالعهٔ حاضر، پژوهش‌های کمی در ارتباط با اثر استرس بر یادگیری و حافظهٔ فضایی رت‌های پیر انجام شده بودند.

نتایج تحلیل در مقایسهٔ اثر استرس بر یادگیری و حافظهٔ فضایی رت‌های پیر و جوان نشان داد که یادگیری در هر دو گروه استرس پیر و جوان نسبت به گروه کنترل تخریب شده بود؛ بااین‌حال، میانگین سرعت (میزان یادگیری) در رت‌های جوان گروه استرس بیشتر از میانگین سرعت (میزان یادگیری) رت‌های پیر گروه استرس بود؛ اما اختلاف معناداری در سطح تعیین‌شده به‌دست نیامد. با توجه به تحلیل‌های انجام‌شده می‌توان نتیجه گرفت که میزان تأثیر استرس محدودیت حرکتی بر یادگیری در هر دو سن به یک اندازه بود و تفاوتی نداشت. همچنین، استرس بر میانگین زمان سپری‌شده در ربع‌دایره‌ای که قبلاً سکو در آن قرار گرفته بود (میزان حافظهٔ فضایی)، در رت‌های جوان و پیر اثری نگذاشت و تفاوتی میان دو گروه سنی مشاهده نشد. به‌طورکلی، استرس محدودیت حرکتی بر یادگیری رت‌ها تأثیر منفی می‌گذارد؛ اما سن تأثیر چشمگیری بر میزان این تفاوت ندارد. در برخی مطالعات مشاهده شد که استرس موجب تغییر مورفولوژیک نورون‌های هرمی پیش‌پیشانی می‌شود که این تغییرات رفتاری و نورونی ناشی از استرس، در آزمودنی‌های جوان می‌توانند برگشت‌پذیر باشد (۳۵).

این یافته‌ها با نتایج پژوهش آدلارد[2] و همکاران در سال ۲۰۱۱ ناهم‌خوان است؛ زیرا، آن‌ها در مطالعهٔ اثر استرس ملایم بر یادگیری بین رت‌های پیر و جوان به این نتیجه دست یافتند که استرس

1. Mello
2. Adlard

بر یادگیری رت‌های جوان اثری ندارد و یادگیری رت‌های پیر را بهبود می‌بخشد. این نتایج متناقض با توجه به نتیجهٔ پژوهش ملو و همکاران در سال ۲۰۰۸ توجیه‌شدنی است؛ زیرا، آن‌ها گزارش کردند که اثر استرس بر هر فاکتوری وابسته به شدت، زمان و نوع استرس است. باوجود نبود تفاوت چشمگیر بین دو گروه پیر و جوان در اثرگذاری استرس بر یادگیری و حافظهٔ فضایی، می‌توان گفت که استرس به‌همراه فرایندهای تخریبی که به دنبال افزایش سن رخ می دهد، سیستم عصبی، یادگیری و حافظهٔ فضایی رت‌های پیر را نسبت به یادگیری و حافظهٔ فضایی رت‌های جوان بیشتر تخریب کرده است. ازآنجایی‌که استرس ایجادشده در پژوهش حاضر محدودیت حرکتی بود و نتیجهٔ پژوهش به تأثیرپذیری بیشتر رت‌های مسن از این نوع استرس بود، مدارک زیادی گواه بر این موضوع هستند که فعالیت بدنی باعث تقویت یادگیری و حافظه در تمام سنین به‌خصوص به‌دنبال افزایش سن می‌شود؛ به‌طوری‌که فعالیت بدنی باعث باقی‌ماندن فعالیت هیپوکامپ ازطریق بالابردن فاکتورهای مشتق‌شدهٔ مغزی (BDNF)[1] می‌شود که نقش مهمی در یادگیری و حافظه دارند. همچنین، سایر عوامل رشدی که باعث افزایش نروژنز، آنژیوژنز و نوروپلاستیسیتی می‌شوند، تحت‌تأثیر فعالیت بدنی قرار می‌گیرند. افزون‌براین، فعالیت بدنی باعث می‌شود که اثرهای مخرب افزایش سن بر عملکرد سیستم ایمنی و سوخت‌وساز بدن کاهش یابد (۳۵). راز[2] و همکاران در سال ۲۰۰۵ بیان کردند که تغییرات مولکولی به‌دنبال افزایش سن که باعث ازبین‌رفتن عملکرد هیپوکامپ و تنزل عملکرد شناختی می‌شود، به‌واسطهٔ فعالیت بدنی کاهش می‌یابند. درپی انجام فعالیت بدنی، تغییرات ساختاری در مغز به‌وجود می‌آیند؛ به‌طوری‌که اریکسون[3] در سال ۲۰۰۹ بیان کرده است که در افراد مسن سالم، میزان فعالیت بدنی پیش‌گویی‌کنندهٔ حجم هیپوکامپ است. افزون‌براین، افراد بزرگسال مسن که درگیر فعالیت بدنی باشند، حجم لوب گیجگاهی بیشتری دارند؛ درحالی‌که این ناحیه به‌دنبال افزایش سن در افراد بدون فعالیت و بی‌حرکت به‌طور قابل‌توجهی آتروفی می‌شود. این تغییرات ظریف ساختاری درپی انجام فعالیت بدنی منجر به تغییرات زیستی پایه‌ای می‌شوند که عملکردهای شناختی را به‌دنبال افزایش سن کاهش می‌دهند (۳۵).

به‌دلیل شباهت فیزیولوژیک بین رت و انسان به‌ویژه شباهت‌های فیزیولوژیک مغز می‌توان از نتایج پژوهش حاضر برای آگاه‌کردن و آموزش افراد جامعه استفاده کرد (۲۲). با توجه به پیشرفت فناوری و کاهش فعالیت و تحرک افراد جامعه اعم از کودکان، جوانان و سالمندان، به غیر از ایجاد

1. Brain Derived Neurotrophic Factor
2. Russ
3. Erickson

بیماری‌های قلبی- عروقی، آسیب‌هایی به سیستم یادگیری و حافظه نیز وارد می‌شوند که افراد از آن غافل هستند و زمانی به این مهم توجه می‌کنند که آسیب بسیار جدی شده است. همچنین، بسیار مهم است که افراد از این موضوع آگاه شوند که یک فرد سالمند به نسبت یک فرد جوان آسیب‌پذیرتر است و باید برای حفظ سلامت ساختاری و عملکردی مغز و سیستم یادگیری و حافظهٔ فضایی، فعالیت بدنی منظم و سبک داشته باشد و این برنامه در تمام مراکز درمانی، نگهداری و آموزشی سالمندان رعایت شود. همچنین، مهم است بدانیم یادگیری و حافظهٔ فضایی افراد بر اثر محدودیت حرکتی در چه سنی آسیب‌پذیرتر هستند تا فرایند پیشگیری و درمان به‌موقع آغاز شود و از صدمات آتی به جامعه جلوگیری شود. به‌بیان‌دیگر و به‌طورکلی، نتایج حاصل از پژوهش حاضر به تأثیر منفی استرس محدودیت حرکتی به‌ویژه بر یادگیری و حافظه به ویژه در افراد مسن اشاره دارد. درنهایت، پیشنهاد می‌شود که در پژوهش‌های بعدی تأثیر استرس ازنوع محدودیت حرکتی با شدت و مدت زمان مختلف و با تعداد آزمودنی‌های بیشتر بررسی شود. همچنین، پیشنهاد می‌شود که از شیوه‌های آزمایشگاهی نظیر سنجش تغییرات فاکتورهای مشتق‌شدهٔ مغزی و روش‌های تصویربرداری برای تعیین تغییرات ساختاری مغز استفاده شود. همچنین، برای تعیین سن شروع آسیب‌پذیری سیستم یادگیری و حافظهٔ فضایی نسبت به این نوع استرس، پیشنهاد می‌شود که دوره‌های سنی گروه‌های آزمایشی به‌هم‌نزدیک‌تر درنظر گرفته شوند. افزون‌براین، جالب است که در پژوهش‌های آینده به بررسی انواع مختلف استرس پرداخته شود تا بدانیم کدام‌یک از انواع استرس به یادگیری و حافظهٔ فضایی آسیب بیشتری می‌زنند تا برای جلوگیری از آن‌ها چاره‌ای بیندیشیم.

منابع

1. Afshari N. Tahmasebi Boroujeni Sh. Naghdi N. Hemayattalab R. The effect of immobilization stress on learning and spatial memory and the protective role of physical activity in male rats. J Mot Learn Dev. 2014;6(3):327-45. (In Persian).
2. Bower GH, Hilgard ER. Theories of earning. Trans Baraheni MN. 1975; (1):25. (In Persian)
3. Eshmit RA. Lee TD . Motor control and learning a behavioral emphasis. Trans Hemayattalab R, Ghasemi A. 4th ed; Tehran :Elm av Harekat Publishing; 2008. p. 480-3. (In Persian).
4. Hergenhahn B R . Olson MH. An introduction to theories of learning. Trans Seif, AA. Tehran : Doran Publishing; 2002. p .132. (In Persian).
5. Guy RL. Author of theories of human learning. Seyed Mohammadi, Y. 4th edition. Tehran : Ravan Publishing; 2010. p. 238, 240. (In Persian).
6. Shelton AL, McNamara TP. Systems of spatial reference in human memory. Cog Psy. 2001;43:274-310.
7. Bagherzadeh F, Sheikh M, Shahbazi M, Tahmasebi Boroujeni Sh. Learning and motor control (theories and concepts). Tehran: Bamdad Book Publishing. Institute of Physical Education and Sport Sciences; 2007. p. 130. (In Persian)

8. Gallahue DL, Ozmmun JC. Motor growth during different lifetimes. Trans Bahram A, Shafiezadeh M. Tehran: Bamdad Book Publishing; 2005. (In Persian)
9. Heywood KM, Getchell N. Life span motor development. Hemayattalab R. Naseri A.H. Tehran: Kashefan Majd Publishing; 2008. (In Persian)
10. Gallahue DL, Ozmmun JC. Motor development infants, children, adolescents, adulth. New York: McGraw Hill; 2005.
11. Saket M, Sadoughi M, Azarnia M. Study of the effect of uncontrolled physical stress and low morphine production on the development of cerebellum of fetus of wistar rats. Master of Science Thesis. Islamic Azad University of Tehran North. 2010. (In Persian)
12. Haghgou H. Basics of neuroscience. 3rd edition. Tehran: University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences Publishing; 2014: 254-5.
13. Henckens MJ, van Wingen GA, Joëls M, Fernández G. Time-dependent corticosteroid modulation of prefrontal working memory processind. Proc Natl Acad Sci. 2011; 108:5801-6.
14. Wright RL, Conrad CD. Enriched environment prevents chronic stress – induced spatial learning and memory deficits. Behave Brain Res. 2008;187(1):41-7.
15. Rao BSS, Raju TR. Chronic restraint stress impairs acquisition and retention of spatial memory task in rats. Curr Sci. 2000; 79:1581-4.
16. Moosavi M, Naghdi N, Maghsoudi N, Zahedi Asl S. Insulin protects against stress – induced impairments in water maze performance. Behave Brain Res. 2007;176(2):230-6.
17. Groen T, Kadish I, Wyss JM. Old rats remember old trinks: Memories of the water maze persist for 12 months. Behave Brain Res. 2002; 136:247-55.
18. Irandoost Kh, Taheri M, Sadeghi A. The effect of exercise (swimming and running) on motor function, learning and spatial memory in elder male wistar rats. J Mot Learn Dev. 2014;6(2):259-70. (In Persian)
19. Gould E, Tanapat P, Cameron HA. Adrenal steroids through an NMDA receptor-dependent mechanism. Dev Brain Res. 1997; 103:91-3.
20. Tanapat P, Hastings NB, Rydel TA, Galea LA, Gould E. Exposure to fox odor inhibits cell proliferation in the hippocampus of adult rats via an adrenal hormone-dependent mechanism. J Comp Neurol. 2001; 437:496-504.
21. Drapeau E, Montaron MF, Aguerre S, Abrous DN. Learning-induced survival of new neurons depends on the cognitive status of aged rats. J Neurosci. 2007;27: 6037-44.
22. James GF, Lynn CA, Frankline ML, Fred WQ. Laboratory Animal Medicine. New York: Elsevier; 2002.
23. Ahmadi N, Aslankhani MA, Naghdi N. Aerobic activity improves spatial learning and motor activity in aged rats. Phypha. 2012;15(4):527-37.
24. Rahmani A. Sheikh M. Hemayattalab R. Naghdi N. The effect of exercise training on stress-induced changes in learning. Arak Med Uni J. 2013;16(1):52-64. (In Persian)
25. Morris R. Developments of a water-maze procedure for studying spatial learning in the rat. J Neurosci Methods. 1984;11(1):47-60.
26. Zeidabadi R. Arabameri E. Naghdi N. Bolouri B. The effect of low-intensity short and long term physical activity on spatial learning and memory in rat. Moto Behave J. 2014; 15:155-72. (In Persian)

27. You J, Yun SJ, Nam KN, Kang C, Won R, Lee EH. Mechanism of glucocorticoid-induced oxidative stress in rat hippocampal slices cultures. Can J Physiol. 2009;87 (6):440-7.
28. Kiraly MA, Kiraly SJ. The effect of exercise on hippocampal integrity: Review of recent research. Int J Psychiatry Med. 2005;35(1):75-89.
29. Conrad CD. A critical review of chronic stress effects on spatial learning and memory. Prog Neuro-Psychopharmacol Biol Psychiatry. 2010;34(5):742-55.
30. Drapeau E, Mayo W, Aurousseau C, Le Moal M, Piazza PV, Abrous DN. Spatial memory performances of aged rats in the water maze predict levels of hippocampal neurogenesis. Proc Natl Acad Sci USA. 2003;100(24):14385-90.
31. Pham K, Nacher J, Hof PR, McEwen BS. Repeated restraint stress suppresses neurogenesis and induced biphasic PSA-NCAM expression in the adult rat dentate gyrus. Eur J Neurosci. 2003;17(4):879-86.
32. Radahmadi M, Alaei H, Sharifi MR, Hosseini N. The effect of synchronized forced running with chronic stress on short, mid and long-term memory in rats. Asian J Sports Med. March 2013:1(4): 54-62.
33. Radahmadi M, Alaei H, Sharifi MR, Hosseini N. Preventive and therapeutic effect of treadmill running on chronic stress-induced memory deficit in rats. J Bodywork & Movement Therapies.2015: 19: 238-45.
34. Mello PB, Benetti F, Cammarota M, Izquierdo I. Effects of acute chronic physical exercise on different types of memory in rats. Anais da Academia Brasileira de Cienias. España. 2008. 80(2): 301-9.
35. Bloss EB, Janssen WG, McEwen BS, Morrison JH. Interactive effects of stress and aging on structural plasticity in the prefrontal cortex. J Neurosci. 2010;30(19): 6726-31.

استناد به مقاله

میرزارضی دهقی رؤیا، صفوی همامی شیلا، علایی حجت‌الله. مقایسهٔ تأثیر استرس محدودیت حرکتی بر یادگیری و حافظهٔ فضایی رت‌های نر پیر و جوان. رفتار حرکتی. تابستان ۱۳۹۷؛ ۱۰(۳۲):۷۸-۱۶۵. شناسهٔ دیجیتال: 10.22089/mbj.2018.5438.1632

Mirzarazi Dehaghi R, Safavi Homami Sh, Alaei H. The Comparison of Immobilization Stress on Learning and Spatial Memory in Young and Old Male Rats. Motor Behavior. Summer 2018; 10 (32): 165-78. (In Persian). Doi: 10.22089/mbj.2018.5438.1632

The Comparison of Immobilization Stress on Learning and Spatial Memory in Young and Old Male Rats

R. Mirzarazi Dehaghi[1], Sh. Safavi Homami[2], Hojjatollah Alaei[3]

1. M.Sc. of Motor Behavior, University of Isfahan
2. Assistant Professor of Motor Behavior, University of Isfahan*
3. Professor of Physiology, Isfahan University of Medical Sciences

Received: 2018/01/22 **Accepted: 2018/04/28**

Abstract

The main purpose of this study was to investigate the effects of immobilization stress on learning and spatial memory between young and old male rats. In order 24 male Wistar rats were selected from Royan institute of Isfahan and divided into 2 age groups based on their weights (3 months= young and 12 months= old). After one week of adaptation to the nest environment, each group (4 groups, n=6) takes part in their special program contains immobility stress group (2h×7days), and sham group. Learning and spatial memory measured by using Morris water maze. Data were analyzed by using independent T-test and two-way variance analyses test. Results showed that immobility stress destroyed learning in young and old rats but had no effect on spatial memory and learning of young rats was less damaged by stress than old rats. The results of this research confirmed the negative effect of immobility stress, especially in learning.

Keywords: Immobilization Stress, Learning, Spatial Memory, Age

* Corresponding Author Email: shilasafavi@yahoo.com