JME
https://jme.guilan.ac.ir/
https://doi.org/10.22124/jme.2023.23953.251

دوفصلنامه سوخت و ساز و فعالیت ورزشی
سال یازدهم، جلد یازدهم، شماره ۲

مقاله پژوهشی
Open Access

اثرات فیزیولوژی– روانشناختی تمرینات تناوبی شدید و مصرف ویتامین E در موش‌های صحرایی سالمند آلزایمری شده با تری‌متیل‌تین

امیدرضا صالحی[۱]، داریوش شیخ الاسلامی وطنی[۱*]، سید علی حسینی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۲۱ تاریخ چاپ: ۱۴۰۱/۷/۱۵

چکیده

هدف: سالمندی با بروز اختلات شناختی و جسمی همراه است. با توجه به ابهام در اثر تعاملی تمرین و مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی، هدف مطالعه حاضر بررسی اثرات فیزیولوژی-روانشناختی تمرینات تناوبی شدید (HIIT) و مصرف ویتامین E (VE) در موش‌های صحرایی آلزایمری شده با تری‌متیل‌تین (TMT) بود.

روش کار: در این مطالعه تجربی ۵۰ سر موش صحرایی (سن ۱۸-۲۲ ماه؛ وزن ۲۸۰-۳۲۰ گرم) آلزایمری شده با تزریق صفاقی ۱۰ mg/kg TMT به گروه‌های (۱) TMT، (۲) شم/حلال ویتامین E (Sham)، (۳) VE، (۴) HIIT (۹۵-۹۰ درصد حداکثر سرعت بیشینه) و (۵) HIIT+VE تقسیم شدند. تعداد ۱۰ سر موش صحرایی سالم برای بررسی اثر TMT بر متغیرهای تحقیق در گروه HC قرار گرفتند. تمرینات HIIT به مدت هشت هفته، سه جلسه در هفته انجام شد. ویتامین E برای این مدت با دوز ۳۰ mg/kg به صورت خوراکی به موش‌های صحرایی خورانده شد.

یافته‌ها: در گروه‌های HIIT و HIIT+VE شاخص‌های تن سنجی، وزن غذای دریافتی، اضطراب و افسردگی به طور معنی‌داری کمتر و توان هوازی، تعادل حرکتی، آستانه تحمل درد بیشتر از گروه TMT بود (P≤۰/۰۵). در گروه VE وزن چربی احشایی، وزن غذای دریافتی، اضطراب و افسردگی به‌طور معنی‌داری کمتر از گروه TMT بود (P≤۰/۰۵). توان هوازی در گروه‌های HIIT و HIIT+VE به‌طور معنی‌داری بیشتر و اضطراب و افسردگی به‌طور معنی‌داری کمتر از گروه VE بود (P≤۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد تمرین HIIT، VE و تمرین HIIT+VE دارای اثرات بهبود دهنده شاخص‌های آنتروپومتریکی، عملکرد جسمانی و روانشناختی است؛ اما اثرات عملکرد جسمانی و روانشناختی تمرین HIIT به مراتب قوی‌تر از اثر ویتامین E بود.

واژگان کلیدی: تمرین، ویتامین E، عملکرد جسمانی، عملکرد روانشناختی، سالمندی، بیماری آلزایمر.

۱. گروه علوم ورزشی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران. ۲. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، مرودشت، ایران.
* نشانی الکترونیک نویسنده مسئول: d.vatani@uok.ac.ir

Copyright © The Authors Publisher: University of Guilan

مقدمه

سالمندی به عنوان دوره‌ای از زندگی است که موجب تحلیل سیستم عصبی می‌شود؛ افزایش سن به عنوان قویترین عامل ابتلا به بیماری‌های عصب شناختی، تحلیل حافظه و ابتلا به بیماری آلزایمر[1] (AD) شناخته شده است (۱). این بیماری به سرعت در جهان در حال شیوع است و در حال حاضر ۵۰ میلیون نفر در سراسر جهان از این بیماری رنج می-برند و پیش بینی می‌شود که تا سال ۲۰۵۰ به بالای ۱۳۵ میلیون نفر برسد (۱-۳)؛ به عبارتی اختلالات عصب شناختی در سالمندی با ایجاد آسیب‌های جسمی و روانشناختی منجر به بروز مشکلات فردی و اجتماعی شده و تاثیر قابل توجهی در کاهش کیفیت زندگی این افراد دارد (۲). اعتقاد بر این است که تظاهر علائم بالینی از جمله اختلالات شناختی، روان پریشی، اضطراب و افسردگی از نشانه‌های AD هستند (۴). علاوه بر این با روند افزایش سن، بروز اختلالات متابولیکی، افزایش درصد چربی بدن، تغییر در شاخص توده بدنی، با اختلال در ویژگی‌های آنتروپومتریکی، تحلیل عضلانی و کاهش قدرت، بروز دردهای مزمن و آزار دهنده در سالمندان مبتلا به AD همراه است (۵).

از سویی با توجه به نقش سبک زندگی فعال در پیشگیری و درمان بسیاری از بیماری‌ها، فعالیت‌های ورزشی به عنوان راهکاری غیر تهاجمی و ایمن برای سالمندان معرفی شده است؛ به گونه ای که فعالیت‌های ورزشی با بهبود متابولیسم بدن، کاهش وزن، بهبود نوروتروفین‌ها، کاهش استرس اکسایشی در سلامت جسمی و روانشناختی در شرایط سالمندی موثر است (۶). در این زمینه مطالعات نشان می‌دهند که تمرین هوازی به مدت هشت ماه منجر به مهار رفتارهای شبه اضطرابی و افسردگی در موش‌های صحرایی مبتلا به AD گردید (۷). همچنین ۱۲ هفته تمرینات ترکیبی (استقامتی و مقاومتی) منجر به بهبود عملکرد قلبی تنفسی، استقامت عضلانی، حافظه کوتاه مدت در موش‌های صحرایی چاق آلزایمری شده با تزریق Aβ گردید (۸). در مطالعه‌ای دیگر ۱۶ هفته تمرینات ورزشی منجر به بهبود حافظه فضایی و حافظه بلند مدت موش‌های صحرایی مبتلا به AD گردید (۹). در مطالعه راموس[2] و همکاران نتایج نشان داد تمرینات هوازی ۱۲ هفته‌ای موجب بهبود توان هوازی، انعطاف پذیری و کاهش وزن در سالمندان چاق گردید (۱۰). علاوه بر این تمرین در

1 Alzheimer's disease

2 Ramos

Copyright © The Authors
Publisher: University of Guilan

https://jme.guilan.ac.ir/
https://doi.org/10.22124/jme.2023.23953.251

شیب مثبت و منفی با بهبود تعادل در موش-های صحرایی مبتلا به AD همراه بود در حالی که آستانه تحمل درد تنها متعاقب تمرین در شیب مثبت افزایش یافت (۱۱). با توجه به پشینه تحقیق به نظر می‌رسد اکثر مطالعات زمان‌های طولانی و تعداد جلسات تمرینی زیادی را در نظر گرفته‌اند. اما تمرینات تناوبی با شدت بالا[1] (HIIT) روش نوینی از تمرینات است که امروزه در سالمندی مورد توجه محققین قرار گرفته است. به عنوان مثال این نوع تمرینات در بهبود اضطراب و افسردگی در سالمندان در دوره همه‌گیری کووید-۱۹ اثر مطلوبی داشت (۱۲). همچنین در مطالعه‌ای تمرین HIIT موجب کاهش رفتارهای شبه اضطرابی، بهبود توان هوازی، بهبود حافظه مبتنی بر ترس و حافظه فضایی و احترازی در موش‌های صحرایی سالمند گردید (۶). همچنین در یک مطالعه مروری محققین تاثیرات مثبت تمرین HIIT را بر عملکرد روانشناختی عنوان نمودند؛ اما با توجه به تاثیرات متفاوت که به شدت و طول دوره تمرین وابسته بود عنوان نمودند که مطالعات بیشتری در ارتباط با تاثیر تمرینات HIIT بر عملکرد شناختی مورد نیاز است (۱۳).

از طرفی علاوه بر تاثیر سبک زندگی بر سلامت جسمی-روانی عامل تغذیه نقش مهمی در سلامت افراد سالمند دارد (۱۱). لذا استفاده از ویتامین E که دارای فرم‌های آلفا و گاما توکوفرول[2] است و به عنوان یک آنتی-اکسیدان غیر آنزیمی معروف شناخته می-شود، که دارای اثرات ضدالتهابی، ضد آپوپتوزی می‌باشد با اثرات آنتی‌اکسیدانی خود در کاهش اضطراب و افسردگی نقش دارند (۸). در مطالعه‌ای فراتحلیلی نتایج نشان داد افرادی که دوز بالاتری از ویتامین E را از طریق رژیم غذایی دریافت می‌کنند کمتر در معرض ابتلا به AD قرار دارند (۱۴). همچنین مقادیر بالای آلفا توکوفرول با نیمرخ چربی در ارتباط بود و متابولیسم چربی‌ها با مقادیر بالای ویتامین E بهبود می‌یابد (۱۵). همچنین میزان مصرف ویتامین E و C با میزان اضطراب و افسردگی ارتباط دارد و افرادی که میزان مناسب این ویتامین‌ها را استفاده می‌کردند دارای سطوح کمتری از اضطراب و افسردگی بودند (۱۶). علاوه بر این در مطالعه‌ی الغدیر[3] و همکاران ارتباط معنی-داری بین میزان فعالیت بدنی و آلفا و گاما توکوفرول ظرفیت آنتی اکسیدانی تام[4] (TAC)، نیتریک اکساید[5]، هموسیستئین[6]

1 High-intensity interval training
2 α and γ tocopherol
3 Alghadir
4 Total antioxidant capacity
5 Nitric oxide
6 Homocysteine

https://doi.org/10.22124/jme.2023.23953.251

تام و عملکرد شناختی سالمندان گزارش شد (۱۷).

با توجه به تاثیر سالمندی بر ناتوانی جسمی، تحلیل عصبی و بروز اختلالات روانشناختی، توجه به سبک زندگی و انجام فعالیت‌های بدنی برای به تاخیر انداختن پیری بیولوژیک و ابتلا به بیماری‌های عصب شناختی به عنوان یک چالش علمی شناخته می‌شود و نیاز به تحقیقات بنیادی که بتواند کنترل بیشتری در مداخله گرهای مزاحم داشته باشد مورد نیاز است (۱۸). علاوه بر این به نظر می‌رسد سازگاری با تمرین وابسته به طول دوره زمان است در حالی که بیماری AD به طور پیشرونده موجب افزایش تعداد مرگ و میر سالمندان می‌گردد؛ از این‌رو انجام مطالعاتی که بتواند یک شیوه نوین و اثر بخش تمرین را در کنار یک آنتی‌اکسیدان برای کاهش زمان پیشگیری یا درمان اختلالات جسمی روانشناختی در شرایط ابتلا به AD معرفی نماید ضروری به نظر می‌رسد. لذا با توجه به محدودیت اطلاعات در ارتباط با اثرات همزمان تمرین HIIT و ویتامین E بر شاخص‌های جسمی – روانشناختی در بیماری AD، مطالعه حاضر با هدف بررسی اثرات سایکو-فیزیولوژیک این دو مداخله (تمرین HIIT و ویتامین E) در موش‌های صحرایی سالمند آلزایمری شده با تری‌متیل-تین انجام شد.

روش پژوهش

در این مطالعه تجربی که با طرح پس آزمون همراه با گروه کنترل انجام شد. ابتدا تعداد ۶۰ سر موش صحرایی‌نر نژاد اسپراگو-داولی با محدوده وزنی ۲۸۰-۳۲۰ گرم و محدوده سنی ۱۸-۲۲ ماه از مرکز پرورش و تکثیر حیوانات آزمایشگاهی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت تهیه شدند و سپس به آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی حیوانی این واحد دانشگاهی منتقل شدند. این نکته قابل ذکر است که در تمام دوره تحقیق اصول اخلاقی کار با حیوانات آزمایشگاهی بر اساس معاهده هلسینکی تحت نظارت کمیته اخلاق در پژوهش های زیست پزشکی دانشگاه کردستان با کد مصوب IR.UOK.REC.1401.005 انجام شد. در این پژوهش موش‌های صحرایی در شرایط استاندارد از نظر دما (۲۲-۲۴ درجه سانتی گراد)، رطوبت (۵۵-۶۰ درصد)، چرخه روشنایی ۱۲ ساعته و تاریکی ۱۲ ساعته، در قفس‌های پلی کربنات با قابلیت شست و شو نگهداری می‌شدند. همچنین برای جذب رطوبت و ادرار حیوانات از خاک رنده چوب استریل استفاده می‌شد و هفته‌ای دو بار بستر حیوانات تعویض می‌گردید. علاوه بر این در تمام دوره تحقیق دسترسی به آب و غذای حیوانات آزادانه و بدون محدودیت بود.

Copyright © The Authors

https://doi.org/10.22124/jme.2023.23953.251

القا بیماری آلزایمر و گروه‌بندی: پس از طی دوره سازگاری یک هفته‌ای موش‌های صحرایی با محیط آزمایشگاه، در روز هشتم موش‌های صحرایی در حالت ۱۲ ساعت ناشتایی تعداد ۵۰ سر موش صحرایی سالمند (۶). با تزریق تک دوز صفاقی ۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم از وزن بدن نوروتوکسین تری-متیل‌تین[1] (TMT) ساخت شرکت سیگما آلدریچ با Cat No:146498 ساخت کشور آمریکا به بیماری AD مبتلا شدند (۱۹ و ۲۰). در ادامه ۱۴ روز پس از تزریق TMT علاوه بر مشاهده علائم ظاهری بیماری آلزایمر شبیه به خونریزی اطراف چشم، افسردگی، پرخاشگری، پیچ و تاب‌های دمی، برای اطمینان از القا بیماری آلزایمر آزمون شاتل باکس و ماز Y از تعدادی از موش‌های بیمار و سالم گرفته شد و پس از مقایسه آنها با هم از القا بیماری آلزایمر اطمینان حاصل شد (۲۱). در ادامه موش‌های صحرایی مبتلا به AD به طور تصادفی به گروه‌های (۱) TMT، (۲) شم/حلال ویتامین E (Sham)، (۳) مکمل ویتامین E (VE)، (۴) تمرین تناوبی شدید (HIIT) و (۵) تمرین تناوبی شدید + ویتامین E (HIIT+VE) تقسیم شدند. همچنین برای بررسی اثرات القا AD بر متغیرهای تحقیق تعداد ۱۰ سر موش صحرایی سالم سالمند در گروه کنترل سالم (HC) قرار گرفتند.

پروتکل تمرین تناوبی شدید: برای انجام تمرینات HIIT در گروه‌های تمرین، بر اساس پیشینه تحقیق در مطالعه واسکونکلوس-فیلهو[2] و همکاران (۲۰۲۰) و حسینی و همکاران (۲۰۲۲) که تمرینات HIIT را در موش‌های صحرایی مبتلا به AD و سالمند انجام داده بودند استفاده شد. بدین منظور ابتدا برای آشنا سازی با نوارگردان موش‌های صحرایی به مدت دو هفته به مدت ۱۰ دقیقه و با سرعت ۱۰-۳۰ متر بر دقیقه با شیب صفر درجه دویدند. در ادامه برای طراحی تمرینات HIIT از ارزیابی حداکثر سرعت بیشینه استفاده شد. تمرین اصلی به مدت هشت هفته، سه جلسه در هفته انجام شد. تمرینات اصلی بدین صورت بود که بر اساس توان هوازی محاسبه شده در ابتدای هر هفته، موش‌های صحرایی در ۹ تناوب یک دقیقه‌ای با شدت بالا معادل ۹۰ تا ۹۵ درصد VO_{2max} دویدند و فاصله‌های استراحت فعال بین آنها (یک دقیقه دویدن بین هر تناوب با شدت ۵۰ درصد) در نظر گرفته شد. این نکته قابل ذکر است که در ابتدا و انتهای برنامه تمرین ۴ دقیقه گرم کردن و سرد کردن با شدت ۴۵ تا ۵۵ درصد VO_{2max} به زمان تمرینات اصلی تمرین افزوده شد (۶ و ۲۲).

ارزیابی توان هوازی: در ادامه برای طراحی

1 Trimethyltin chloride

2 Vasconcelos-Filho

تمرینات HIIT از ارزیابی حداکثر سرعت بیشینه استفاده شد. برای ارزیابی حداکثر سرعت بیشینه که معادل VO_{2max} بود؛ ابتدا موش‌های صحرایی به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۶ متر بر دقیقه دویدند و در ادامه به ازای هر ۳ دقیقه ۳ متر بر دقیقه به سرعت دویدن اضافه گردید تا زمانی که موش‌های صحرایی دیگر قادر به دویدن نباشند یا به عبارتی به واماندگی رسیده باشند. این نکته قابل ذکر است که واماندگی در تحقیق حاضر به حالتی اطلاق شد که موش صحرایی در فاصله کمتر از یک دقیقه سه بار متوالی به انتهای نوارگردان برخورد نماید (۶).

مکمل دهی ویتامین E: در طول دوره تحقیق مکمل (+)-α-Tocopherol(Vitamin E) از شرکت Solarbio با Cat:#V8011 تهیه شد. با توجه به تعداد رت ها، روزانه ۱۲۰ میلی گرم VE در ۱/۵ میلی لیتر دکستروز حل شد و به طور انفرادی به هر موش مقدار ۳۰ میلی گرم بر کیلوگرم از وزن بدن VE در بطری-های کوچک خورانده شد (۲۳). با توجه به طولانی بودن دوره تحقیق و آسیب‌های احتمالی ناشی از تزریق و گاواژ محققین در این تحقیق مکمل VE را به صورت خوراکی به موش‌های صحرایی داده شد (۲۴).

ارزیابی کالری مصرفی: در پژوهش حاضر برای محاسبه‌ی غذای دریافتی در ۵ روز آخر با توجه به وزن آزمودنی‌ها، مقدار غذای روزانه وزن می‌شد، و در روز بعد مقدار غذای باقیمانده با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۱ گرم اندازه‌گیری می‌شد. سپس میانگین ۵ روز آخر محاسبه گردید (۲۵). این نکته قابل ذکر است که برای محاسبه کالری دریافتی موش‌های صحرایی بر اساس اطلاعات خوراک تهیه شده ویژه موش‌های صحرایی از شرکت بهپرور کرج در کشور ایران هر گرم از این غذا دارای ۳/۵ کیلوکالری می‌باشد. لذا برای برآورد میزان کالری دریافتی به ازای هر ۱۰۰ گرم از وزن مقدار غذای خورده شده توسط موش‌های صحرایی در عدد ۳/۵ ضرب گردید (۲۶).

آزمون تعادل حرکتی: در این تحقیق تعادل حرکتی موش‌های صحرایی با استفاده از دستگاه روتارود ساخت شرکت دانش سالار ایرانیان اندازه‌گیری شد. دستگاه روتارود دارای میله استوانه‌ای شکل با اندازه تعبیه شده ویژه موش صحرایی بود که سرعت چرخش آن از ۰ تا ۴۰ دور در دقیقه قابل تنظیم است. لذا برای اندازه گیری تعادل ابتدا ۳ دقیقه به منظور آشنا سازی با روتارود در نظر گرفته شد و موش‌های صحرایی در این مدت زمان بر روی دستگاه قرار داده شدند. سپس ۳۰ دقیقه بعد سرعت چرخیدن بر روی ۱۰ دور در دقیقه و با شتاب ۷ rpm^2 تنظیم گردید و تعادل حرکتی موش‌های صحرایی یا همان قدرت حفظ تعادل در هنگام حرکت بر

Copyright © The Authors

https://doi.org/10.22124/jme.2023.23953.251

روی استوانه در مدت زمان ۳۰۰ ثانیه ثبت گردید؛ برای این منظور دستگاه دارای سنسور الکترونیکی بود و به محض لمس صفحه کف روتارود چشم الکترونیکی زمان حفظ تعادل را ثبت می‌نمود. این نکته قابل ذکر است که این آزمون سه مرتبه با فاصله‌های ۳۰ دقیقه انجام شد و میانگین این سه آزمون به عنوان امتیاز تعادل حرکتی نظر قرار گرفت (۲۷).

آزمون آستانه تحمل درد: آستانه تحمل درد در تحقیق حاضر بر اساس مطالعه صالحی و همکاران اندازه‌گیری شد؛ به عبارتی این روش اندازه‌گیری برای سنجش درد ناشی از حرارت در نظر گرفته شده است. این دستگاه دارای صفحه‌ای گرم شونده بود که با استفاده از جریان الکتریکی گرم شده و با استفاده از ترموستات دمای آن به طور دقیق کنترل می‌شود. برای انجام این آزمون یک روز قبل از آزمون اصلی موش‌های صحرایی هر کدام به مدت ۲ دقیقه بر روی صفحه داغ خاموش قرار داده شدند تا با آن آشنا شوند. در ادامه در روز بعد از آشنایی، دمای صفحه داغ بر روی ۵۲/۸ قرار داده شد و برای انجام این آزمون لحظه قرار گیری حیوان بر روی صفحه داغ تا زمان اولین واکنش به گرما مانند بلند کردن دست‌ها یا پاها، پرش، لرزش اندام تحتانی یا فوقانی به عنوان مدت زمان تحمل و رسیدن به آستانه تحمل درد در موش‌های صحرایی در نظر گرفته شد و با زمان سنج دیجیتالی اندازه‌گیری شد. این نکته قابل ذکر است که برای پیشگیری از هر گونه آسیب به حیوانات کل مدت زمان آزمون یک دقیقه در نظر گرفته می‌شد (۲۵ و ۲۸).

آزمون شنای اجباری برای اندازه گیری افسردگی: بر اساس مطالعات آزمون شنای اجباری[1] (FST) از معتبرترین روش‌های ارزیابی افسردگی در جوندگان است؛ ابتدا ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی موش‌های صحرایی جهت آشنا سازی به مدت ۱۵ دقیقه در محفظه شیشه‌ای آکریلیک، به قطر ۴۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۷۹ سانتی‌متر که تا ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر آب با دمای ۲۳-۲۴ درجه سانتی گراد در آن ریخته شده بود شنا کردند. در ادامه ۲۴ ساعت بعد موش‌های صحرایی به آرامی در آب قرار داده شدند؛ در این آزمون ۶ دقیقه‌ای دو دقیقه‌ی اول برای سازگاری با استرس ناشی از قرار گرفتن در آب در نظر گرفته شد و پس از آن به مدت ۴ دقیقه تمام حرکات حیوان به طور دقیق ارزیابی شد. در این آزمون به طور قراردادی قطع حرکات دست و پای موش و شناور شدن، آن به عنوان بی‌حرکت و مدت زمان آن را به عنوان بی‌حرکتی در نظر می‌گیرند لذا بدین صورت مدت زمان بی‌حرکتی معادل افسردگی در نظر گرفته شد (۶ و ۲۹).

1 Forced swim test

ارزیابی اضطراب با آزمون ماز صلیبی: برای ارزیابی رفتارهای شبه اضطرابی از ماز بعلاوه ای بر اساس مطالعه حسینی[1] و همکاران (۲۰۲۲) استفاده شد. این ابزار از جنس چوب به شکل (+) ساخته شده بود و دارای دو بازوی بسته با ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر و دو بازوی باز بود. ابعاد ماز بعلاوه‌ای ۵۰ ×۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد و چهار راهرو به یک محدوده مرکزی بـه ابعـاد ۱۰×۱۰ سانتی‌متر منتهی می‌گردد. همچنین ارتفاع ماز از سطح زمین ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شده است. در این آزمون موش‌های صحرایی ابتدا در نقطه مرکزی ماز و به سمت بازوی باز قرار داده می‌شدند. سپس در فاصله ۵ دقیقه مدت زمان ماندن حیوانات در بازوهای باز (OAT) و بسته (CAT)، تعداد ورود حیوان به بازوی باز (OAE) و بسته (CAE) بر حسب ثانیه اندازه‌گیری شد. در ادامه برای محاسبه درصد مدت زمان ماندن در بازوی باز (OAT%) و درصد تعداد ورود به بازوی باز (OAE%) از فرمول‌های زیر استفاده شد (۳۰).

OAT%=OAT/(CAT+OAT)*100
OAE%=OAE/(CAE+OAE)*100

اندازه‌گیری شاخص‌های آنتروپومتریکی موش‌های صحرایی: وزن موش‌های صحرایی پس از آزمون‌های رفتاری متعاقب بیهوشی با استفاده از کتامین (۵۰ mg/kg) و زایلوزین (۱۵ mg/kg) با استفاده از ترازوی ۰/۱ گرم ساخت شرکت Merk کشور آلمان اندازه‌گیری شد. سپس در همان حالت بی-هوشی قد موش‌های صحرایی از نوک بینی تا مقعد با استفاده از متر نواری اندازه‌گیری شد و برای محاسبه شاخص توده بدنی (BMI) از تقسیم وزن (گرم) بر مجذور قد (سانتی‌متر) استفاده شد. همچنین چربی احشایی پس از اطمینان از بی‌هوشی کامل اندازه‌گیری شد. بدین منظور شکم موش‌های صحرایی با برشی طولی در خط وسط شکم باز گردید و سپس چربی‌های مزانتری (زیر صفاق، اطراف کلیه، اطراف تخمدان و رحم، مجاری معده‌ای -روده ای، جلوی عضلات کمر) جدا شد و وزن آنها با استفاده از ترازوی ۰/۰۰۱ گرم با نام تجاری Merk ساخت کشور آلمان اندازه‌گیری شد (۲۵ و ۳۱).

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها: ابتدا برای بررسی نحوه توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد. در ادامه با توجه به نرمال بودن توزیع داده‌ها برای بررسی تفاوت بین گروه‌ها از آزمون آنالیز واریانس یک‌راهه استفاده شد و همچنین برای تعیین محل تفاوت بین گروه‌ها از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. داده‌های تحقیق حاضر با

1 Hosseini

Copyright © The Authors

https://jme.guilan.ac.ir/
https://doi.org/10.22124/jme.2023.23953.251

استفاده از نرم افزار Graph Pad Prism 8.3.0 و سطح معنی‌داری ۰/۰۵ تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها

تجزیه و تحلیل شاخص‌های آنتروپومتریکی، چربی احشایی و وزن غذای دریافتی

میانگین و انحراف استاندارد شاخص‌های آنتروپومتریکی همراه با وزن غذای دریافتی در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج نشان داد تفاوت معنی‌داری در مقادیر وزن پیش آزمون موش‌های صحرایی در گروه‌های تحقیق وجود ندارد (P≥۰/۰۵). ولی تفاوت معنی‌داری در مقادیر وزن پس آزمون (P=۰/۰۰۱ و F=۶/۹۷)، BMI (P=۰/۰۰۱ و F=۷/۷۷)، وزن چربی احشایی (P=۰/۰۰۱ و F=۷/۴۴) و وزن غذای دریافتی (P=۰/۰۰۱ و F=۴۳/۱۳) در گروه‌های تحقیق وجود دارد.

نتایج آزمون تعقیبی نشان داد تفاوت معنی-داری در وزن پس آزمون در گروه‌های HC در مقایسه با گروه‌های TMT (P=۰/۹۹) و Sham (P=۰/۹۱) وجود ندارد. اما در گروه-های HIIT (P=۰/۰۰۳) و HIIT+VE (P=۰/۰۰۴) به طور معنی‌داری کمتر از گروه TMT بود. همچنین در گروه‌های VE (P=۰/۰۱۸)، HIIT (P=۰/۰۰۱) و HIIT+VE (P=۰/۰۰۱) به طور معنی‌داری کمتر از گروه Sham بود.

مقادیر BMI در گروه HC تفاوت معنی‌داری با گروه‌های TMT (P=۰/۹۹) و Sham (P=۰/۸۸) نداشت؛ اما در گروه HIIT+VE کمتر از گروه TMT بود (P=۰/۰۰۱).

همچنین وزن چربی احشایی در گروه HC تفاوت معنی‌داری با گروه‌های TMT (P=۰/۳۶) و Sham (P=۰/۹۹) نداشت. اما در گروه‌های VE (P=۰/۰۰۹)، HIIT (P=۰/۰۰۱) و HIIT+VE (P=۰/۰۰۱) کمتر از گروه TMT بود. همچنین در گروه‌های HIIT (P=۰/۰۱۷) و HIIT+VE (P=۰/۰۲۱) کمتر از گروه Sham بود.

وزن غذای دریافتی در گروه‌های TMT (P=۰/۰۰۱) و Sham (P=۰/۰۰۸) بالاتر از گروه HC بود. تفاوت معنی‌داری در گروه TMT و Sham مشاهده نشد (P=۰/۴۳)؛ اما در گروه‌های VE (P=۰/۰۰۱)، HIIT (P=۰/۰۰۱) و HIIT+VE (P=۰/۰۰۱) کمتر از گروه‌های TMT و Sham بود.

تجزیه و تحلیل توان هوازی، تعادل حرکتی و آستانه تحمل درد

تفاوت معنی‌داری در مقادیر توان هوازی (P=۰/۰۰۱ و F=۷۵/۳۴)، تعادل حرکتی (P=۰/۰۰۱ و F=۲۵/۳۱) و آستانه تحمل درد (P=۰/۰۰۱ و F=۳۹/۲۷) در موش‌های صحرایی در گروه‌های تحقیق وجود داشت.

توان هوازی در گروه‌های TMT (P=۰/۰۰۲) و Sham (P=۰/۰۰۱) کمتر از گروه HC بود. تفاوت معنی‌داری بین گروه TMT و Sham مشاهده نشد (P=۰/۵۳).

اما در گروه‌های HIIT (P=۰/۰۰۱) و HIIT+VE (P=۰/۰۰۱) بالاتر از گروه TMT بود. همچنین در گروه‌های VE (P=۰/۰۰۱)، HIIT (P=۰/۰۰۱) و HIIT+VE (P=۰/۰۰۱) بالاتر از گروه Sham بود. همچنین در گروه‌های HIIT (P=۰/۰۰۱) و HIIT+VE (P=۰/۰۰۱) بالاتر از گروه VE بود (شکل ۱).

تعادل حرکتی در گروه‌های TMT (P=۰/۰۰۱) و Sham (P=۰/۰۰۱) کمتر از گروه HC بود. ولی تفاوت معنی‌داری در گروه TMT و Sham مشاهده نشد (P=۰/۹۱). با این حال در گروه HIIT (P=۰/۰۰۱) و HIIT+VE (P=۰/۰۰۱) بالاتر از گروه TMT بود. همچنین در گروه‌های VE (P=۰/۰۰۵)، HIIT (P=۰/۰۰۱) و HIIT+VE (P=۰/۰۰۱) بالاتر از گروه Sham بود. همچنین در گروه HIIT بالاتر از گروه VE بود (P=۰/۰۱۴).

آستانه تحمل درد در گروه‌های TMT (P=۰/۰۰۱) و Sham (P=۰/۰۰۱) کمتر از گروه HC بود. تفاوت معنی‌داری در گروه TMT و Sham مشاهده نشد (P=۰/۹۹). با این حال در گروه‌های VE (P=۰/۰۰۱)، HIIT (P=۰/۰۰۱) و HIIT+VE (P=۰/۰۰۱) بالاتر از گروه TMT و Sham بود.

بحث

نتایج نشان داد در گروه‌های HIIT و HIIT+VE وزن پس آزمون، وزن چربی احشایی و وزن غذای دریافتی کمتر از گروه TMT بود. وزن چربی احشایی و وزن غذای دریافتی در گروه ویتامین E کمتر از گروه TMT بود. همچنین مقادیر BMI در گروه HIIT+VE کمتر از گروه TMT می‌باشد. همسو با مطالعه حاضر محققین نشان دادند که هشت هفته، سه جلسه در هفته تمرینات ترکیبی (هوازی و مقاومتی) منجر به افزایش توده عضلانی بدن، و کاهش نسبت دور کمر به لگن گردید؛ اما در همان مطالعه درصد چربی بدن، توده خالص بدن در گروه تمرین و کنترل تفاوت نداشت. محققین بیان کردند که احتمالا تعداد جلسات تمرین و حجم تمرین عاملی است که در این مطالعه موجب عدم تغییر معنی‌دار برخی شاخص‌ها در سالمندان گردیده است (۳۲). همچنین در مطالعه‌ای محققین عنوان کردند که عامل ورزش و ورزش در کنار رژیم غذایی توصیه شده منجر به کاهش وزن و کاهش درصد چربی بدن در سالمندان چاق شد.

Copyright © The Authors

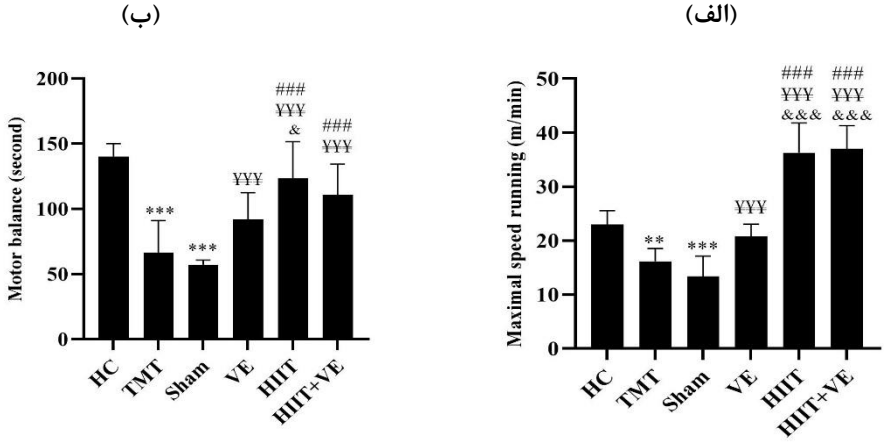
https://jme.guilan.ac.ir/
https://doi.org/10.22124/jme.2023.23953.251

جدول ۱. شاخص‌های آنتروپومتریکی و وزن غذای دریافتی در موش‌های صحرایی در گروه‌های تحقیق

	وزن پیش آزمون (گرم)	وزن پس آزمون (گرم)	BMI (gram/cm^2)	وزن چربی احشایی (گرم)	غذای دریافتی (گرم)
HC	۲۹۸/۰۰±۱۵/۷۹	۳۲۸/۶۰±۱۸/۶۴	۰/۶۷۹±۰/۰۴	۲/۹۴±۱/۰۹	۴۶/۳۰±۴/۵۹
TMT	۳۰۶/۶۰±۱۰/۴۵	۳۳۲/۴۰±۱۶/۳۳	۰/۶۸۸±۰/۰۵	۳/۸۳±۱/۳۶	❋❋۵۹/۵۰±۶/۴۵
Sham	۲۹۶/۴۰±۱۶/۲۴	۳۳۵/۶۰±۸/۸۵	۰/۶۴۹±۰/۰۶	۳/۱۸±۱/۴۴	❋❋❋۵۵/۰۰±۶/۸۷
VE	۲۹۸/۶۰±۱۴/۶۶	۳۱۲#/۱۰±۱۷/۷۷	۰/۶۱۶±۰/۰۸	### ۲/۱۷±۰/۲۴	### ۳۷/۱۰±۲/۹۲
HIIT	۳۱۳/۴۰±۲۴/۵۷	### ۳۰۴/۶۰±۱۴/۸۵	۰/۶۴۹±۰/۰۵	### ۱/۶۳±۰/۸۴	### ۳۵/۰۰±۷/۲۴
HIIT+VE	۳۱۴/۰۰±۲۵/۴۱	### ۳۰۵/۴۰±۱۵/۸۱	### ۰/۵۷۲±۰/۰۶	### ۱/۶۶±۰/۶۸	### ۳۲/۵۰±۱/۸۴

❋❋❋ (P≤۰/۰۰۱) و ❋❋ (P≤۰/۰۱) تفاوت معنی‌دار در مقایسه با گروه کنترل سالم

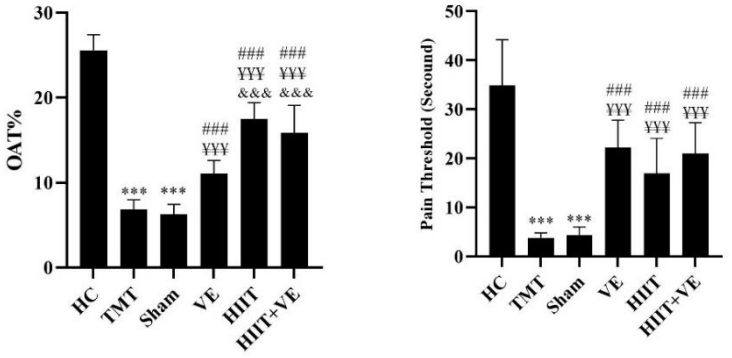
(P≤۰/۰۰۱) و ## (P≤۰/۰۱) تفاوت معنی‌دار در مقایسه با گروه کنترل مبتلا به AD



شکل ۱ (الف). مقادیر توان هوازی حداکثر سرعت دویدن) در موش های صحرایی در گروه های تحقیق
❋❋ (P≤۰/۰۱) و ❋❋❋(P≤۰/۰۰۱) کاهش نسبت به گروه HC، ### (P≤۰/۰۰۱) افزایش نسبت به گروه TMT،
¥¥¥ (P≤۰/۰۰۱) افزایش نسبت به گروه Sham، &&& (P≤۰/۰۰۱) افزایش نسبت به گروه
(ب). مقادیر تعادل حرکتی در موش های صحرایی در گروه های تحقیق
❋❋❋(P≤۰/۰۰۱) کاهش نسبت به گروه HC، ### (P≤۰/۰۰۱) افزایش نسبت به گروه TMT
¥¥¥ (P≤۰/۰۰۱) افزایش نسبت به گروه Sham، & (P≤۰/۰۵) افزایش نسبت به گروه VE

Copyright © The Authors Publisher: University of Guilan

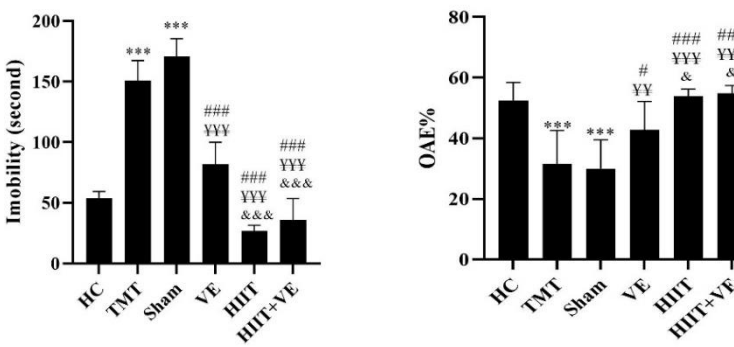
(د) (ج)



(ج). مقادیر آستانه تحمل درد در موش های صحرایی در گروه های تحقیق
*** (P≤۰/۰۰۱) کاهش نسبت به گروه HC، ### (P≤۰/۰۰۱) افزایش نسبت به گروه TMT ، ¥¥¥ (P≤۰/۰۰۱) افزایش نسبت به گروه Sham

(د). مقادیر درصد مدت زمان ماندن در بازوی باز در موش های صحرایی در گروه های تحقیق
*** (P≤۰/۰۰۱) کاهش نسبت به گروه HC، ### (P≤۰/۰۰۱) افزایش نسبت به گروه TMT، ¥¥¥ (P≤۰/۰۰۱) افزایش نسبت به گروه Sham، &&& (P≤۰/۰۰۱) افزایش نسبت به گروه VE

(ی) (و)



(و).
مقادیر درصد تعداد ورود به بازوی باز در موش های صحرایی
در گروه های تحقیق
*** (P≤۰/۰۰۱) کاهش نسبت به گروه HC، #(P≤۰/۰۵) و ### (P≤۰/۰۰۱) افزایش نسبت به گروه TMT، ¥¥ (P≤۰/۰۱) و ¥¥¥ (P≤۰/۰۰۱) افزایش نسبت به گروه Sham، & (P≤۰/۰۵) افزایش نسبت به گروه VE

(ی). مقادیر مدت زمان بی حرکتی (افسردگی) در موش های صحرایی در گروه های تحقیق
** (P≤۰/۰۱) و *** (P≤۰/۰۰۱) افزایش نسبت به گروه HC، ### (P≤۰/۰۰۱) کاهش نسبت به گروه TMT، ¥¥¥ (P≤۰/۰۰۱) کاهش نسبت به گروه Sham، &&& (P≤۰/۰۰۱) کاهش نسبت به گروه VE

https://jme.guilan.ac.ir/
https://doi.org/10.22124/jme.2023.23953.251

همچنین ورزش+رژیم غذایی اثر بیشتری بر کاهش درصد چربی بدن و افزایش توده خالص بدن نسبت به رژیم غذایی به تنهایی داشت. علاوه بر این ورزش+رژیم غذایی اثر بیشتری بر افزایش قدرت عضلانی نسبت به گروه رژیم غذایی و کنترل داشت (۳۳). همچنین در مطالعه‌ای فراتحلیلی محققین نشان دادند تمرینات مقاومتی برای مدت تقریبی ۱۶ هفته، سه جلسه در هفته موجب افزایش توده خالص زنان یائسه سالمند گردید؛ اما تغییر در مقادیر توده چربی بدن دیده نشد. به نظر می‌رسد این مطالعه نیز به فرکانس تمرین و شدت تمرین به عنوان عامل اثر گذار اشاره نموده است (۳۴). در ارتباط با تاثیر ویتامین E محققین نشان دادند که مصرف مقدار بیشتر ویتامین E با اسیدهای چرب غیر اشباع ارتباط بالایی با کاهش خطر آتروفی عضلانی داشت (35). در مطالعه‌ای نیز محققین عنوان کردند که یکی از مهمترین عوامل آتروفی عضلانی و افزایش وزن در سالمندان افزایش رادیکال‌های آزاد است؛ اما ویتامین E با اثرات آنتی‌اکسیدانی خود در کاهش رادیکال‌های آزاد و بهبود عملکرد جسمی منجر به پیشگیری از تحلیل عضلانی می‌گردد (۳۶). همچنین مصرف ویتامین E به مقدار ۳۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم به مدت ۱۰ هفته منجر به افزایش آدیپونکتین و کاهش لپتین ترشح شده از بافت چربی گردید و از این مسیر با تاثیر بر ۸-اپی-پروستاگلاندین- F2 آلفا[1] منجر به تعدیل اشتها در موش‌های صحرایی چاق می‌گردد (۳۷). علاوه بر این در مطالعه‌ای کوهورت محققین نشان دادند که دریافت بیشتر ویتامین E با کاهش درصد چربی بدن و افزایش توده بدون چربی در ارتباط است (۳۸). همچنین فعالیت‌های ورزشی با مکانیسم افزایش بیوژنز میتوکندریایی، افزایش سوخت چربی‌ها در میتوکندری، افزایش فسفریلاسیون لیپاز حساس به هورمون در بافت چربی به افزایش لیپولیز منجر می‌شود و در نهایت در بهبود استقامت و قدرت عضلانی نقش دارد (۳۲)؛ همچنین فعالیت ورزشی از مسیرهای تعدیل سایتوکاین‌ها و آدیپوکاین‌ها در بافت چربی مانند تعدیل لپتین و آدیپونکتین در تعدیل اشتها و کالری مصرفی تاثیر گذار است (۳۹). هر چند در مطالعه حاضر این ساز و کار احتمالی بررسی نشده است؛ علاوه بر این ویتامین E با مشارکت در تبدیل لیپوپروتئین کم چگال به لیپوپروتئین پرچگال در بهبود نیمرخ چربی و در نهایت بهبود متابولیسم چربی کمک می‌کند. از این رو ویتامین E در

1 8-epi-PGF(2)alpha

Copyright © The Authors Publisher: University of Guilan

پیشگیری از سارکوپنیا و کاهش قدرت عضلانی و همچنین اختلالات متابولیکی طی روند سالمندی پیشگیری می‌کند (۳۶).

نتایج نشان داد در گروه‌های HIIT و HIIT+VE توان هوازی، تعادل حرکتی و آستانه تحمل درد به طور معنی‌داری بالاتر از گروه TMT بود. توان هوازی در گروه‌های HIIT و HIIT+VE به طور معنی‌داری بالاتر از گروه ویتامین E بود. تعادل حرکتی در گروه HIIT به طور معنی‌داری بالاتر از گروه ویتامین E بود. آستانه تحمل درد در گروه ویتامین E به طور معنی داری بالاتر از گروه TMT بود. همسو با مطالعه حاضر محققین نشان دادند که تمرین تداومی و تمرین تناوبی همراه با عصاره آبی بهار نارنج موجب افزایش تعادل حرکتی و آستانه تحمل درد در موش های صحرایی سالمند گردید؛ علاوه بر این اثر تعاملی تمرین همراه با مصرف بهار نارنج بر افزایش آستانه تحمل درد مطلوب‌تر از اثر هر کدام به تنهایی بود (۲۷). علاوه بر این تمرینات ورزشی سنتی و تمرینات مدرن با در نظر گرفتن اعصاب حسی حرکتی موجب بهبود تعادل و کاهش نسبی درد مزمن در سالمندان مبتلا به استئوآرتریت گردید (۴۰). علاوه بر این تمرینات ورزشی منجر به بهبود تعادل، بهبود سرعت راه رفتن، کاهش درصد چربی بدن، افزایش قدرت در زنان سالمند چاق گردید، ولی تغییر معنی‌داری در کاهش درد مزمن کمر مشاهده نشد (۴۱). همچنین در یک مطالعه محققین نشان دادند که هشت هفته تمرینات منتخب منجر به کاهش شدت درد در سالمندان تحت پرستاری در خانه سالمندان گردید، اما تاثیر معنی‌داری بر تعادل و آزمون راه رفتن آنها نداشت (۴۲). علاوه بر این در تحقیقی نتایج نشان داد تمرینات ورزشی وابسته به شدت، نوع، طول دوره خود می‌توانند اثرات مطلوبی بر حداکثر اکسیژن مصرفی در سالمندان داشته باشند (۴۳). لذا با بررسی این مطالعات به نظر می‌رسد تمرینات ورزشی وابسته به نوع، شدت و فرکانس تمرین می‌تواند تاثیرات متفاوتی بر تعادل، درد و توان هوازی داشته باشد (۲۵ و ۲۷). تمرینات طولانی مدت و با فرکانس‌های تمرین پایین مثلا یک بار در هفته اگرچه اثرات ضد دردی داشت، اما تاثیری بر عملکرد جسمانی نداشت. همچنین تمرینات بلند مدت بعضا منجر به بهبود قدرت و تعادل همراه بوده‌اند اگرچه فرکانس و شدت تمرینات بالا در کاهش درد تاثیر کمی داشته‌اند (۱۲، ۴۰ و ۴۲). از سویی ویتامین E با مکانیسم آنتی‌اکسیدانی خود در کاهش آسیب عضلانی دخیل است، بر اساس مطالعات انجام شده ویتامین E به طور مستقیم منجر به پاکسازی سلول از کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز،

https://jme.guilan.ac.ir/
https://doi.org/10.22124/jme.2023.23953.251

پروتئین واکنش گر – C[1] (CRP)، مالون دی آلدئید[2] (MDA) و در عین حال افزایش فسفوریلاسیون پروتئین کینازها، بهبود متابولیسم سلولی، افزایش بیوژنز میتوکندریایی و ظرفیت متابولیکی سلول عضلانی می‌گردد (۴۴). در مطالعه‌ای ارتباط بین سطوح سرمی ویتامین E با سن، جنسیت، عملکرد بدنی و تصویر بدنی به عنوان یک شاخصه روانشناختی گزارش شده است (۳). همچنین در ارتباط با تاثیر همزمان تمرین و ویتامین E محققین نشان دادند که تعامل این دو در کاهش استرس اکسیداتیو، بهبود عملکرد جسمانی (قدرت و توان هوازی) و همچنین کاهش فشار خون در سالمندان می‌گردد (45). لذا به نظر می‌رسد تمرینات ورزشی با شدت متوسط رو به بالا منجر به سازگاری‌های بیشتر بر عملکرد بدنی، افزایش قدرت و توان هوازی می‌گردند. اما کمتر دارای اثرات ضد دردی می‌باشند. با این حال ویتامین E با مکانیسم آنتی‌اکسیدانی خود بیشتر در مسیرهای ضد دردی موثر است.

مقادیر OAT%، OAE% و زمان بی حرکتی در گروه‌های VE، HIIT و HIIT+VE بالاتر از گروه‌های TMT و Sham بود. همچنین در گروه‌های HIIT و HIIT+VE این شاخص‌ها بالاتر از گروه ویتامین E بودند. همسو با مطالعه حاضر وو[3] و همکاران نشان دادند تمرینات استقامتی منجر به کاهش رفتارهای شبه اضطرابی-افسردگی در موش‌های صحرایی سالمند مبتلا به AD گردید (۷). همچنین در مطالعه‌ای محققین نشان دادند که تمرینات هوازی به مدت دو ماه موجب بهبود کیفیت زندگی، کاهش اضطراب و افسردگی، بهبود عملکرد بدنی و کاهش عوامل التهابی در افراد سالمند مبتلا به بیماری AD گردید (۴۶). علاوه بر این ۱۶ هفته تمرینات ورزشی موجب افزایش روابط اجتماعی، بهبود کیفیت زندگی و همچنین کاهش اضطراب و اختلالات شناختی در سالمندان مبتلا به AD تحت پرستاری در خانه سالمندان گردید (۴۷). لذا به نظر می‌رسد تمرینات ورزشی با بهبود عملکرد قلبی-عروقی، تاثیر میوکاین‌ها بر سیستم عصبی، کاهش رادیکال‌های آزاد در جریان خون مغز، افزایش نوروتروفین‌ها، بهبود مقادیر سرمی عامل نوروتروفیک مشتق از مغز[4] (BDNF) و گیرنده‌های نوروتروفینی منجر به بهبود عملکرد شناختی و همچنین کاهش امتیاز اضطراب و افسردگی می‌شود (46,47). همچنین تمرینات ورزشی با مکانیسم کاهش

1 C-Reactive Protein
2 Malondialdehyde
3 WU
4 Brain-Derived Neurotrophic Factor

Copyright © The Authors
Publisher: University of Guilan

آمیلوئید بتا[1] (Aβ)، کاهش استرس اکسیداتیو، کاهش پروتئین تائو هایپرفسفریله، افزایش نوروتروفین‌ها، تعدیل سروتونین، دوپامین، افزایش بیان گیرنده‌های نوروتروفینی و افزایش پلاستیسیته نورونی منجر به کاهش افسردگی در موش‌های صحرایی مبتلا به AD می‌گردد (۷). هر چند در مطالعه حاضر این سازوکارهای احتمالی کنترل نشده‌اند. اما در مطالعه‌ای متا آنالیز محققین نشان دادند که مصرف ویتامین E در بیماران مبتلا به AD اگرچه در بهبود عملکرد شناختی و بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در مغز تاثیر دارد؛ اما این اثرات وابسته به میزان آسیب و مدت زمان ابتلا به بیماری AD بوده، به گونه‌ای که مصرف ویتامین E به نسبت موجب کاهش خطر مرگ و میر در این بیماران گردیده بود، در حالی که تاثیر معنی-داری در افراد بیمار که مدت زمان زیادتری از بیماری آنها گذشته بود نداشت (۴۸). در یک مطالعه دیگر نیز محققین نشان دادند که مصرف ویتامین E در سالمندان به نسبت منجر به بهبود عملکرد شناختی در سالمندان گردید (۴۹). اما محدودیت در ارتباط با تحقیقات انجام شده درباره ایزوفرم‌های مختلف ویتامین E و ساز و کارهای ژنتیکی متفاوت می‌توانند از دلایل تفاوت در نتایج باشد؛ اما در مطالعه حاضر اثرات مطلوب روانشناختی ویتامین E مشاهده شد و به نظر می‌رسد دوز مصرفی در مطالعه حاضر موجب این تغییرات شده باشد. مصرف ویتامین E به عنوان یک آنتی‌اکسیدان در اختلالات روانشناختی ناشی از بیماری AD در این مطالعات توصیه شده است (۵۰). از این‌رو به نظر می‌رسد برتری اثر تمرین نسبت به ویتامین E بر کاهش اضطراب و افسردگی را می‌توان به تفاوت در مکانیسم ایزوفرم‌های ویتامین E، دوز مصرفی و طول دوره مصرف این آنتی‌اکسیدان در شرایط سالمندی و اختلالات نرودژنراتیو نسبت داد.

با توجه به مکانیسم‌های متفاوت تمرین (عملکرد جسمانی و روانشناختی) و ویتامین E (جسمانی و روانشناختی با تاثیر کمتر بر روی درد)، عدم ارزیابی شاخص‌های فیزیولوژیکی تاثیرگذار بر عملکرد جسمانی و همچنین روانشناختی (سروتونین، دوپامین، BDNF) و نشانگرهای درد مانند (رادیکال-های آزاد، عوامل التهابی و ...) جهت اطمینان بیشتر از نتایج از محدودیت‌های مطالعه حاضر است. از این‌رو پیشنهاد می‌گردد در مطالعات آتی متغیرهای سلولی مولکولی در کنار آزمون‌های میدانی اندازه‌گیری شود. همچنین با توجه به نتایج متناقض در ارتباط با تاثیر ویتامین E و ایزوفرم‌های آن بر عملکرد جسمانی و شناختی، به نظر می‌رسد عدم سنجش ایزوفرم‌های مختلف از

1 Amyloid beta

https://jme.guilan.ac.ir/
https://doi.org/10.22124/jme.2023.23953.251

محدودیت‌های مطالعه حاضر است. لذا پیشنهاد می‌گردد در مطالعات آتی ایزوفرم-های مختلف ویتامین E مورد ارزیابی قرار گیرند.

نتیجه گیری

به نظر می‌رسد در وحله اول تمرینات تناوبی شدید با ایجاد سازگاری‌های فیزیولوژیک در بهبود شاخص‌های آنتروپومتریکی و کاهش وزن چربی دخیل هستند و از این مسیر منجر به بهبود عملکرد جسمانی، حجم عضلانی، توان هوازی و بهبود تعادل حرکتی می‌گردند. همچنین با توجه به مکانیسم بر هم کنش جسم و روح به نظر می‌رسد تمرینات HIIT در بهبود عملکرد شناختی دخیل است. از سویی ویتامین E با بهبود متابولیسم موجب کاهش وزن چربی، بهبود عملکرد جسمانی و عملکرد شناختی می‌گردد. اما به طور کلی تمرین HIIT بیشتر از ویتامین E بر عملکرد جسمانی و روانشناختی اثر گذار است در حالی که ویتامین E به دلیل اثرات آنتی-اکسیدانی خود اثرات ضد دردی قابل قبولی دارد. لذا استفاده از این دو مداخله در کنار یکدیگر تکمیل کننده اثرات هم هستند و برای سالمندان مبتلا به AD توصیه می‌شوند.

منابع

1. Gonzales MM, Garbarino VR, Pollet E, Palavicini JP, Kellogg DL, Kraig E, et al. (2022). Biological aging processes underlying cognitive decline and neurodegenerative disease. J Clin Invest. 16;132(10):e158453.
2. Aza A, Gómez-Vela M, Badia M, Begoña Orgaz M, González-Ortega E, Vicario-Molina I, et al. (2022). Listening to families with a person with neurodegenerative disease talk about their quality of life: integrating quantitative and qualitative approaches. Health Qual Life Outcomes. 20(1):1–12.
3. Alghadir AH, Gabr SA, Iqbal ZA, Al-Eisa E. (2019). Association of physical activity, vitamin E levels, and total antioxidant capacity with academic performance and executive functions of adolescents. BMC Pediatr.19(1):1–8.
4. Johansson M, Stomrud E, Johansson PM, Svenningsson A, Palmqvist S, Janelidze S, et al. (2022). Development of Apathy, Anxiety, and Depression in Cognitively Unimpaired Older Adults: Effects of Alzheimer's Disease Pathology and Cognitive Decline. Biol Psychiatry. 1;92(1):34-43
5. Stokes AC, Xie W, Lundberg DJ, Hempstead K, Zajacova A, Zimmer Z, et al. Increases in BMI and chronic pain for US adults in midlife, 1992 to 2016. (2020). SSM-Population Heal.;12:100644.
6. Hosseini SA, Salehi O, Keikhosravi F, Hassanpour G, Ardakani HD, Farkhaie F, et al. (2022). Mental health benefits of exercise and genistein in elderly rats. Exp Aging Res. 48(1):42–57.
7. Wu C, Yang L, Li Y, Dong Y, Yang B, Tucker LD, et al. (2020). Effects of Exercise Training on Anxious-Depressive-like Behavior in Alzheimer Rat. Med Sci Sports

Copyright © The Authors

Exerc. 52(7):1456-1469.
8. Lee G, Kim Y, Jang J-H, Lee C, Yoon J, Ahn N, et al. (2022). Effects of an Exercise Program Combining Aerobic and Resistance Training on Protein Expressions of Neurotrophic Factors in Obese Rats Injected with Beta-Amyloid. Int J Environ Res Public Health.19(13):7921.
9. Bernardo TC, Beleza J, Rizo-Roca D, Santos-Alves E, Leal C, Martins MJ, et al. (2020). Physical exercise mitigates behavioral impairments in a rat model of sporadic Alzheimer's disease. Behav Brain Res. 379:112358.
10. Ramos RM, Coelho-Júnior HJ, Asano RY, Prado RCR, Silveira R, Urtado CB, et al. (2019). Impact of moderate aerobic training on physical capacities of hypertensive obese elderly. Gerontol Geriatr Med. 5:2333721419859691.
11. Hosseini SA, Salehi OR, Farzanegi P, Farkhaie F, Darvishpour AR, Roozegar S. (2020). Interactive Effects of Endurance Training and Royal Jelly Consumption on Motor Balance and Pain Threshold in Animal Model of the Alzheimer Disease. Arch Neurosci. 7(2):e91857.
12. Borrega-Mouquinho Y, Sánchez-Gómez J, Fuentes-García JP, Collado-Mateo D, Villafaina S. (2021). Effects of high-intensity interval training and moderate-intensity training on stress, depression, anxiety, and resilience in healthy adults during coronavirus disease 2019 confinement: a randomized controlled trial. Front Psychol. 12:643069.
13. Batrakoulis A, Fatouros IG. (2022). Psychological Adaptations to High-Intensity Interval Training in Overweight and Obese Adults: A Topical Review. Sports. 22;10(5):64.
14. Wang W, Li J, Zhang H, Wang X, Zhang X. (2021). Effects of vitamin E supplementation on the risk and progression of AD: a systematic review and meta-analysis. Nutr Neurosci. 24(1):13–22.
15. Luo J, Hashimoto Y, Martens LG, Meulmeester FL, Ashrafi N, Mook-Kanamori DO, et al. (2022). Associations of metabolomic profiles with circulating vitamin E and urinary vitamin E metabolites in middle-aged individuals. Nutrition. 93:111440.
16. Ding J, Zhang Y. (2022). Associations of Dietary Vitamin C and E Intake With Depression. A Meta-Analysis of Observational Studies. Front Nutr. 9: 857823.
17. Alghadir AH, Gabr SA, Anwer S, Li H. (2021). Associations between vitamin E, oxidative stress markers, total homocysteine levels, and physical activity or cognitive capacity in older adults. Sci Rep. 11(1):1–10.
18. Bacanoiu MV, Danoiu M. (2022). New Strategies to Improve the Quality of Life for Normal Aging versus Pathological Aging. J Clin Med. 11(14):4207.
19. Robertson DG, Gray RH, De LaIglesia FA. (1987). Quantitative assessment of trimethyltin induced pathology of the hippocampus. Toxicol Pathol. 15(1):7–17.
20. Chang LW, Wenger GR, McMillan DE, Dyer RS. (1983). Species and strain comparison of acute neurotoxic effects of trimethyltin in mice and rats. Neurobehav Toxicol Teratol. 5(3):337–50.
21. Gawel K, Gibula E, Marszalek-Grabska M, Filarowska J, Kotlinska JH. (2019). Assessment of spatial learning and memory in the Barnes maze task in rodents—methodological consideration. Naunyn Schmiedebergs Arch Pharmacol. 392(1):1–18.
22. Vasconcelos-Filho FSL, da Rocha-E-Silva RC, Martins JER, Godinho WDN, da

Costa V V, Ribeiro JKC, et al. (2020). Neuroprotector Effect of Daily 8-Minutes of High-Intensity Interval Training in Rat Aβ1-42 Alzheimer Disease Model. Curr Alzheimer Res. 17(14):1320–33.
23. Hamid NAA, Hasrul MA, Ruzanna RJ, Ibrahim IA, Baruah PS, Mazlan M, et al. (2011). Effect of vitamin E (Tri E®) on antioxidant enzymes and DNA damage in rats following eight weeks exercise. Nutr J. 10(1):1–7.
24. Nouri H, Sheikholeslami-Vatani D, Moloudi MR. (2021). Changes in UPR-PERK pathway and muscle hypertrophy following resistance training and creatine supplementation in rats. J Physiol Biochem. 77(2):331–9.
25. Hosseini SA, Norouzi S, Rafiee N, Farzanegi P, Salehi O, Farkhaie F. (2018). Interactive Effects of Endurance Training and Crocin on Aerobic Capacity, Dietary Intake and Weight of High-Fat Diet-Induced Type 2 Diabetic Rats. J Nutr Sci Diet. 4(3):65-74.
26. Fatemi Tabatabaei SR, Shahriari A, Abaszadeh M. (2014). Effect of vitamin c on the obesity indices of high fat fed diet rats. Jundishapur Sci Med J. 13(1):32–42.
27. Salehi O, Farkhaie F, Jamali Fashi R, Rakhshanizadeh A. (2022). The Effect of Interval and Continued Trainings with Citrus Aurantium on Pain Threshold and Motor Balance in Elderly Rats. Jorjani Biomed J. 10(2):1–9.
28. Deuis JR, Dvorakova LS, Vetter I. (2017). Methods used to evaluate pain behaviors in rodents. Front Mol Neurosci. 10:284.
29. Luo X, Shui Y, Wang F, Yamamoto R, Kato N. (2017). Impaired retention of depression-like behavior in a mouse model of Alzheimer's disease. IBRO reports. 2:81–6.
30. Walf AA, Frye CA. (2007). The use of the elevated plus maze as an assay of anxiety-related behavior in rodents. Nat Protoc. 2(2):322–8.
31. Dantas EM, Pimentel EB, Gonçalves CP, Lunz W, Rodrigues SL, Mill JG. (2010). Effects of chronic treadmill training on body mass gain and visceral fat accumulation in overfed rats. Brazilian J Med Biol Res. 43:515–21.
32. Pieczyńska A, Zasadzka E, Trzmiel T, Pyda M, Pawlaczyk M. (2021). The effect of a mixed circuit of aerobic and resistance training on body composition in older adults—retrospective study. Int J Environ Res Public Health. 18(11):5608.
33. Frimel TN, Sinacore DR, Villareal DT. (2008). Exercise attenuates the weight-loss-induced reduction in muscle mass in frail obese older adults. Med Sci Sports Exerc. 40(7):1213.
34. Thomas E, Gentile A, Lakicevic N, Moro T, Bellafiore M, Paoli A, et al. (2021). The effect of resistance training programs on lean body mass in postmenopausal and elderly women: A meta-analysis of observational studies. Aging Clin Exp Res. 33(11):2941–52.
35. Otsuka Y, Iidaka T, Horii C, Muraki S, Oka H, Nakamura K, et al. (2021). Dietary intake of vitamin E and fats associated with sarcopenia in community-dwelling older Japanese people: a cross-sectional study from the fifth survey of the ROAD study. Nutrients. 13(5):1730.

Copyright © The Authors Publisher: University of Guilan

https://doi.org/10.22124/jme.2023.23953.251

36. Khor SC, Abdul Karim N, Wan Ngah WZ, Mohd Yusof YA, Makpol S. (2014). Vitamin E in sarcopenia: current evidences on its role in prevention and treatment. Oxid Med Cell Longev. 2014:914853.
37. Shen X-H, Tang Q-Y, Huang J, Cai W. (2010). Vitamin E regulates adipocytokine expression in a rat model of dietary-induced obesity. Exp Biol Med. 235(1):47–51.
38. Mulligan AA, Lentjes MAH, Luben RN, Khaw KT, Welch AA. (2016). Dietary vitamin E intake is associated with greater fat-free mass and percentage fat-free mass in the EPIC-Norfolk cohort. Proc Nutr Soc. 75(E182).
39. Fatouros IG, Tournis S, Leontsini D, Jamurtas AZ, Sxina M, Thomakos P, et al. (2005). Leptin and adiponectin responses in overweight inactive elderly following resistance training and detraining are intensity related. J Clin Endocrinol Metab. 90(11):5970–7.
40. Ahmed AF. (2011). Effect of sensorimotor training on balance in elderly patients with knee osteoarthritis. J Adv Res. 2(4):305–11.
41. Seghatoleslami A, Hemmati Afif A, Irandoust K, Taheri M. (2018). Effect of Pilates Exercises on Motor Performance and Low Back Pain in Elderly Women With Abdominal Obesity. 1;13(3):396–404.
42. Tse MMY, Tang SK, Wan VTC, Vong SKS. (2014). The effectiveness of physical exercise training in pain, mobility, and psychological well-being of older persons living in nursing homes. Pain Manag Nurs Off J Am Soc Pain Manag Nurses. 15(4):778–88.
43. Kalapotharakos VI. (2007). Aerobic exercise in older adults: effects on VO 2 max and functional performance. Crit Rev Phys Rehabil Med. 9(3):213-226.
44. Kim M, Eo H, Lim JG, Lim H, Lim Y. (2022). Can Low-Dose of Dietary Vitamin E Supplementation Reduce Exercise-Induced Muscle Damage and Oxidative Stress? A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. Nutrients. 14(8):1599.
45. Jessup J V, Horne C, Yarandi H, Quindry J. (2003). The effects of endurance exercise and vitamin E on oxidative stress in the elderly. Biol Res Nurs. 5(1):47–55.
46. Abd El-Kader SM, Al-Jiffri OH. (2016). Aerobic exercise improves quality of life, psychological well-being and systemic inflammation in subjects with Alzheimer's disease. Afr Health Sci. 16(4):1045–55.
47. Williams CL, Tappen RM. (2008). Exercise training for depressed older adults with Alzheimer's disease. Aging Ment Heal. 12(1):72–80.
48. Farina N, Llewellyn D, Isaac MGEKN, Tabet N. (2017). Vitamin E for Alzheimer's dementia and mild cognitive impairment. Cochrane database Syst Rev. 18;4(4):CD002854.
49. Morris MC, Evans DA, Bienias JL, Tangney CC, Wilson RS. (2002). Vitamin E and cognitive decline in older persons. Arch Neurol. 59(7):1125–32.
50. Browne D, McGuinness B, Woodside J V, McKay GJ. (2019). Vitamin E and Alzheimer's disease: what do we know so far? Clin Interv Aging. 14:1303.

Copyright © The Authors Publisher: University of Guilan

JME **https://jme.guilan.ac.ir/**
https://doi.org/10.22124/jme.2023.23953.251

Metabolism and Exercise
A bioannual journal

Vol 11, Number 2, 2022

University Of Guilan

Psycho-physiological effects of high intensity interval training and vitamin E consumption in elderly trimethyltin-treated Alzheimer's rats

Salehi OR[1], Sheikholeslami-Vatani D[*1], Hosseini SA[2]

Received: 27/1/2023 Accepted: 12/3/2023 Published: 7/10/2022

Abstract

Aim: Aging is associated with neurodegenerative and psychological disorders. Considering the ambiguity in the interactive effect of exercise and antioxidants, the aim of this study was to investigate the psycho-physiological effects of high intensity interval training (HIIT) and vitamin E (VE) in elderly trimethyltin (TMT)-treated Alzheimer's rats.

Method: In this experimental study, 50 Alzheimer's rats (age 18-22 months; weight 280-320 grams) induced by 10 mg/kg TMT were divided into five groups, including: (1) TMT, (2) sham/ vitamin E solvent, (3) VE, (4) HIIT (90-95% of the maximum speed) and (5) HIIT+VE. Ten healthy rats were included in the healthy control (HC) group to investigate the effect of TMT on research variables. HIIT was performed for eight weeks, three sessions per week, and VE was given orally to the rats at a dose of 30 mg/kg.

Results: In the HIIT and HIIT+VE groups, anthropometric indicators, food intake, anxiety and depression were significantly lower, and aerobic capacity, movement balance, and pain tolerance threshold were higher than the TMT group ($P \leq 0.05$). In the VE group, visceral fat weight, food intake, anxiety and depression were significantly lower than the TMT group ($P \leq 0.05$). Aerobic capacity was significantly higher in HIIT and HIIT+VE groups, and anxiety and depression were significantly lower than in the VE group ($P \geq 0.05$).

Conclusion: It seems that HIIT, VE and HIIT + VE improve the weight, BMI and FW and physical and psychological performance, but the effects of HIIT on physical and psychological performance are much stronger than the effect of VE.

Keywords: Training, Vitamin E, Physical performance, Psychological performance, Aging, Alzheimer's Disease

1. Department of Physical Education and Sport Sciences, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran, 2. Department of Sport Physiology, Marvdasht Branch, Islamic Azad University, Marvdasht, Iran.
[*]Email**:** d.vatani@uok.ac.ir

Copyright © The Authors Publisher: University oF Guilan