

The effect of 12 weeks of total body resistance training (TRX) on serum serotonin, dopamine and happiness levels in overweight elderly men

Mohammad Ebrahim Bahram, Roghayeh Afroundeh, Elham Rivaz, Samira Davarpanah, Seyed Hamed Ghiyami*

Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

* Corresponding author e-mail: hamedghiyami88@gmail.com

Citation: Bahram ME, Afroundeh R, Rivaz E, Davarpanah S, Ghiyami H. The effect of 12 weeks of whole body resistance training (trx) on serum serotonin, dopamine and happiness levels in overweight elderly men. Daneshvar Medicine 2022; 30(4):48-61.
doi: 10.22070/DANESHMED.2022.16195.1206

Abstract

Background and Objective: Serotonin and dopamine are monoamine neurotransmitters that are effective in mood and happiness, which are reduced in old age. The aim of this study was to evaluate the effect of 12 weeks of total body resistance training on serum levels of dopamine, serotonin and happiness in overweight elderly men.

Materials and Methods: In this quasi-experimental study, 30 elderly men with an age range of 62.06 ± 1.53 years were selected as the sample and randomly divided into two groups of training and control, each group consisting of 15 people. The experimental group trained in a TRX training program for 12 weeks and 3 sessions per week for 60 minutes. Exercise intensity was controlled by Borg Rating of Perceived Exertion (RPE). Serum levels of dopamine, serotonin and happiness index were measured 48 hours before and after the training period. Data were analyzed using paired t-test and analysis of covariance at the significant level of $P < 0.05$.

Results: The results of paired t-test showed that between pre-test and post-test in dopamine ($p=0.01$, $t=2.19$), serotonin ($p=0.001$, $t=-1.23$) and happiness ($P=0.003$, $t=-1.79$) There was a significant difference in TRX group. Also, the results of analysis of covariance showed that dopamine ($P=0.01$, $F=3.5$), serotonin ($P=0.002$, $F=1.91$) and happiness ($P=0.003$, $F=3.10$) increase in the training group compared to the control group.

Conclusion: It seems that total body resistance training can be effective in increasing happiness and mental health of the elderly while increasing serum levels of serotonin and dopamine.

Keywords: Overweight, Dopamine, Serotonin, Elderly, Happiness

Received: 08 June 2022
Last revised: 09 Oct 2022
Accepted: 24 Oct 2022

اثر دوازده هفته تمرینات مقاومتی کل بدن (TRX) بر سطوح سرمی سروتونین، دوپامین و شادکامی در مردان سالمند دارای اضافه وزن

مقاله پژوهشی

نویسندگان: محمدابراهیم بهرام، رقیه افرونده، الهام ریواز، سمیرا داورپناه، حامد قیامی تکلیمی*

دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

Email: hamedghiyami88@gmail.com

*نویسنده مسئول: حامد قیامی تکلیمی

چکیده

مقدمه و هدف: سروتونین و دوپامین، انتقال دهنده های عصبی مونوآمینی مؤثر در خلق و خو و شادکامی می باشند که در دوران سالمندی کاهش می یابند. هدف از مطالعه حاضر، بررسی اثر ۱۲ هفته تمرینات مقاومتی با کل بدن بر سطوح سرمی دوپامین، سروتونین و شادکامی در مردان سالمند دارای اضافه وزن بود.

مواد و روش ها: در این پژوهش نیمه تجربی، تعداد ۳۰ نفر از مردان سالمند دارای اضافه وزن با محدوده سنی (۶۲/۰۶±۱/۵۳) سال به صورت دسترس به عنوان نمونه انتخاب و به طور تصادفی، در دو گروه تمرین و کنترل، هر گروه ۱۵ نفر قرار گرفتند. گروه تجربی در یک برنامه تمرینی TRX، به مدت ۱۲ هفته و هر هفته ۳ جلسه به مدت ۶۰ دقیقه به تمرین پرداختند. شدت تمرین توسط مقیاس درک فشار بورگ (RPE) کنترل شد. مقادیر سرمی دوپامین، سروتونین و شاخص شادکامی ۴۸ ساعت قبل و بعد از دوره تمرینی اندازه گیری شد. داده ها با استفاده از آزمونهای t زوجی و آزمون تحلیل کوواریانس در سطح معنی داری $P < 0.05$ انجام شد.

نتایج: نتایج آزمون t زوجی نشان داد که بین پیش آزمون و پس آزمون در میزان دوپامین ($t=0.69, p=0.01$)، سروتونین ($t=-1.23, p=0.01$) و شادکامی ($t=-1.79, p=0.03$) در گروه TRX تفاوت معناداری وجود دارد. همچنین نتایج آزمون تحلیل کوواریانس نشان داد میزان دوپامین ($F=3.05, P=0.01$)، سروتونین ($F=1.91, P=0.02$) و شادکامی ($F=3.10, P=0.03$) در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل افزایش داشته است.

نتیجه گیری: به نظر می رسد تمرینات مقاومتی کل بدن می تواند ضمن افزایش سطوح سرمی سروتونین و دوپامین در افزایش شادکامی و سلامت روانشناختی افراد سالمند مؤثر واقع شود.

واژه های کلیدی: اضافه وزن، دوپامین، سروتونین، سالمند، شادکامی

دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۱۸

آخرین اصلاح ها: ۱۴۰۱/۰۷/۱۷

پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۰۲

مقدمه

انتظار می‌رود تا سال ۲۰۵۰، جمعیت افراد ۶۰ سال و بالاتر از ۹۰۰ میلیون (۱۲ درصد کل جمعیت) به ۲ میلیارد نفر (۲۲ درصد از کل جمعیت) در سال افزایش یابد (۱). سالمندی مرحله‌ای از زندگی پس از میانسالی است که با مشکلات روحی-عاطفی، وابستگی به دیگران، تنهایی و کاهش توانایی‌های جسمانی همراه است (۲)، که ۳۵ درصد از بزرگسالان ۷۰ تا ۸۵ سال را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۳). بیش از نیمی از سالمندان اضافه وزن دارند و ۱۹/۵ درصد از جمعیت بزرگسال در کشورهای عضو سازمان توسعه و همکاری اقتصادی چاق هستند (۴). چاقی با کاهش سیگنال‌های دوپامینرژیک و سروتونرژیک مرکزی مرتبط است. مشاهده شده است که در دوران سالمندی عملکرد سیستم‌های سروتونرژیک و دوپامینرژیک کاهش پیدا می‌کند (۱) سالمندی با تغییرات زیادی در عملکرد عصبی همراه است که بر عملکرد شناختی و سلامت روان تأثیر می‌گذارد و این ممکن است به دلیل کاهش نوروترانسمیترهایی مانند سروتونین و دوپامین در مغز باشد که مواردی مانند رضایت از زندگی، هیجان، خلق و خو و شادکامی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱). دوپامین در هر دو سیستم عصبی مرکزی و محیطی سنتز می‌شود و به عنوان یک مولکول سیگنال دهنده عمل می‌کند و نقش‌های اساسی در تنظیم نورون‌های حرکتی، عملکرد حافظه فضایی، انگیزش و یادگیری تقویتی دارد (۵). از دست دادن نورون و انتقال دهنده عصبی سروتونین در سالمندی ممکن است به تغییرات رفتاری در سالمندان منجر شود. گزارش شده است که اختلالات سروتونرژیک ممکن است در اختلال شناختی بیماران سالمند نقش داشته باشد که به طور بالقوه مسئول بخش قابل توجهی از جنبه‌های رفتاری است (۶). با این وجود، سروتونین به عنوان یکی از تعدیل‌کننده‌های درون‌زای حالات عاطفی-اجتماعی و احساسات در نظر گرفته می‌شود. سالمندی پدیده‌ای اجتناب‌ناپذیر و برگشت‌ناپذیر است، اما می‌توان آن را به گونه‌ای تجربه کرد که موفقیت‌آمیز باشد (۷). شادکامی یک تجربه درونی مثبت و یکی از شاخص‌های سلامت روان است که ناشی از ارزیابی‌های شناختی و عاطفی افراد در زندگی بوده و تحت تأثیر نوروترانسمیترهای عصبی

است (۸). مطالعات، مهم‌ترین عامل در ایجاد شادکامی و سلامت روان را پرداختن به ورزش و فعالیت بدنی معرفی کرده‌اند (۹). فعالیت بدنی می‌تواند خطر ابتلا به بیماری‌های روانی و سیستم عصبی را کاهش دهد و از مغز در برابر اثرات مضر پیری محافظت کند. عدم تعادل روانی بسیاری از بیماران سالمند نتیجه عدم فعالیت بدنی و ورزشی است (۱۰). مشاهده شده است که ورزش با تقویت حالات عاطفی و خلقی، شادکامی را افزایش می‌دهد. میزان نوروترانسمیترهای سروتونین و دوپامین، در هنگام ورزش تغییر می‌کند که از این میان نوروترانسمیتر سروتونین بیشترین تأثیر را بر بهبود خلق و خو دارد (۱۲)، (۵، ۱۱). تمرینات ورزشی به دلیل تحریک سیستم عصبی سمپاتیک باعث افزایش تراکم این نوروترانسمیترها می‌شوند و بر سیستم‌های دوپامینرژیک و سروتونرژیک تأثیر می‌گذارد (۱۳، ۹). مطالعات نشان داده است که ورزش باعث افزایش در دسترس بودن تریپتوفان پلازما در افراد سالمند می‌شود (۱۱). درک اینکه چرا افراد از نظر بدنی فعال هستند یا نه، می‌تواند به برنامه‌ریزی مداخلات مبتنی بر شواهد هدفمند برای افزایش فعالیت بدنی و کاهش زمان بی‌حرکی کمک کند. عدم فعالیت بدنی و رفتار کم‌تحرك در سالمندان با چندین عامل مهم، مانند تعامل اجتماعی، احساس معنادار بودن و شادی، اعتقاد به مزایای سلامتی و خودکارآمدی ورزش در ارتباط است. همه این عوامل به فرآیندهای انگیزشی و شادی مربوط است که با سیستم دوپامینرژیک مرتبط هستند (۱۲). مطالعات انجام شده در رابطه با تأثیر تمرینات مقاومتی با استفاده از وزن بدن و تمرینات معلق بر میزان سروتونین و دوپامین بسیار محدود است (۴، ۱۳، ۱۴). طاهری و ایراندوست (۲۰۱۹) افزایش هورمون سروتونین به دنبال تمرین تناوبی با شدت بالا را در زنان میانسال گزارش کردند (۱۴). رضا زاده و همکاران (۱۳۹۹) افزایش مقادیر سروتونین بعد از تمرینات TRX را نسبت به گروه شاهد در مردان نظامی نشان دادند (۱۲). جوکینت و همکاران (۲۰۱۴) هیچ افزایشی در سروتونین پس از پروتکل ۶۰ دقیقه‌ای با سرعت ۲۰ متر در دقیقه بر روی تردمیل بر روی موش‌ها مشاهده نکردند (۱۵). وانگ و همکاران (۲۰۰۰) با بررسی

دارد. با توجه به اهمیت بهزیستی عاطفی برای فرآیند سالمندی نقش این انتقال دهنده های عصبی در پردازش عوامل عاطفی در سالمندان اهمیت بالایی دارد. بیشتر تحقیقات گذشته مربوط به تأثیرات ورزش بر روی شاخص های سروتونوژیک و دوپامینوژیک در ورزشکاران است و میزان تأثیر این پاسخ فیزیولوژیکی بر سالمندان همچنان محدود و متناقض است، از طرفی اطلاعات کمی در مورد تأثیر TRX بر سطح دوپامین و سروتونین در سالمندان وجود دارد. نظر به اینکه پروتکل های تمرینی مورد استفاده در مطالعات بر روی سالمندان متفاوت است، بهترین پروتکل تمرینی برای بهبود عوامل روانی مشخص نیست. همچنین با توجه به اینکه افزایش انتقال دهنده های عصبی میل به ورزش در سالمندان را افزایش می دهد و عملکرد حرکتی را بهبود می بخشد، هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر دوازده هفته تمرینات مقاومتی کل بدن بر سطوح سرمی سروتونین، دوپامین و میزان شادکامی در مردان سالمند دارای اضافه وزن بود.

مواد و روش ها

این پژوهش از نوع نیمه تجربی و کاربردی و طرح آن به صورت پیش آزمون-پس آزمون با گروه TRX و کنترل بود. جامعه آماری پژوهش حاضر مردان سالمند دارای اضافه وزن شهرستان اردبیل بودند که بعد از اعلام فراخوان، ۳۶ نفر از آنها به طور داوطلبانه حاضر به همکاری در پژوهش شدند. با استفاده از نرم افزار G-POWER با توان آزمون ۰/۸۰ و اندازه اثر ۰/۸۴ و سطح خطای آلفا برابر ۰/۰۵، ۳۰ نفر از سالمندان که شرایط ورود به مطالعه را داشتند، انتخاب شدند. نمونه آماری این تحقیق ۳۰ نفر از سالمندان بودند که شرایط ورود به مطالعه را داشتند و انتخاب آنها بر اساس امکانات تیم تحقیق صورت گرفت. آزمودنی ها با محدوده سنی (۶۴/۳۳±۱/۳۹) سال، به صورت هدفمند و در دسترس انتخاب و بر اساس درصد چربی و شاخص توده بدن، همگن شده و به صورت تصادفی، به گروه (۱۵ نفر) TRX و گروه کنترل (۱۵ نفر) تقسیم شدند (جدول ۲). شرایط ورود به مطالعه شامل: ۱- سالمندان سالم مرد دارای اضافه وزن ۲- کسب نمره ۱۸ در آزمون مختصر معاینه

تمرین بر روی دوازده ورزشکار در دو حالت استراحت و پس از ۳۰ دقیقه دویدن روی تردمیل با ۸۵ درصد ضربان قلب، گزارش کردند دوپامین پس از ورزش حاد در این افراد افزایش نداشت (۱۶). مطالعات نشان می دهند که مسدود کردن گیرنده های دوپامین منجر به رفتار کم تحرک می شود که تمایل به فعالیت بدنی را کاهش می دهد (۱۷) دوپامین برای سیستم حرکتی حیاتی است و نقش ثابتی در عملکرد حرکتی دارد. به نظر می رسد سنتز دوپامین بر تمایل به انجام فعالیت بدنی تأثیر می گذارد (۴). پژوهشگران اعتقاد دارند که افزایش سطح دوپامین و سروتونین در سالمندان به بهبود ویژگی های عاطفی، شناختی و رفتاری می انجامد (۹،۱۸). اکناکاکیس و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند شرکت در تمرینات هوازی تأثیر مهمی بر خلق و خو داشته و به کاهش استرس، اضطراب، ترس از موقعیت ها و افزایش اعتماد به نفس و ارتقاء کیفیت زندگی افراد منجر می شود (۱۹). افزایش شادکامی به سالمندان کمک می کند تا موقعیت های استرس زا و ناراحتی های خود را کنترل کرده و افکار منفی را از خود دور کنند (۲۰) مطالعات بسیار کمی در مورد تمرینات TRX در افراد سالمند انجام شده است (۲۱). تمرینات مقاومتی کل بدن تکنیک قدرتی جدیدی است که در آن انقباض عضلات از طریق فاصله بین محور مرکزی طناب رخ می دهد. تمرینات TRX حرکات را از طریق زوایا و دامنه حرکت بیشتر در مقایسه با تمرینات مقاومتی با دمبل یا هالتر ممکن می سازد. TRX از نظر سنگینی بار تمرین، به دلیل اینکه عضلات را از طریق استفاده از وزن بدن تحریک می کند، از محبوبیت بالایی برخوردار است (۲۲). همچنین، برنامه TRX در بهبود عملکرد و انجام فعالیت های روزمره زندگی در سالمندان و افزایش توانایی های حرکتی موثر است و تأثیرات مثبت در روحیه سالمندان دارد (۲۳). گزارش شده است علاقه و میل به انجام تمرینات TRX به دلیل جذابیت این ورزش در سالمندان بیشتر از سایر تمرینات است (۲۴). به طور کلی هر راهکاری که بتواند هورمون های شادابی را در دوران پیری ترشح کند بر ترشح انتقال های عصبی تأثیر گذاشته، در نتیجه پیامدهای مثبتی مانند کاهش شدت علائم اضطراب، افسردگی و سایر مسائل مربوط به روان را در پی

مقیاس و دامنه آن آشنا شدند. شدت تمرینات برای گروه TRX در دامنه درک فشار ۱۰ تا ۱۶ از مقیاس ۶ تا ۲۰ امتیازی محاسبه گردید (۳۴). گروه کنترل در طول تحقیق در هیچ برنامه ورزشی شرکت نداشت. برنامه تمرینی TRX با استفاده از دستگاه سیستم تعلیق TRX (مدل Multi Gym Trainer، ساخت کشور تایلند) که در ارتفاع ۲/۵ متر بالاتر از سطح سالن نصب شده بود، انجام گردید. این کار به آزمودنی‌ها اجازه می‌داد حرکات را دقیقاً زیر نقطه‌ی لنگرگاه انجام دهند. جدول ۱ شرح کامل تمرینات TRX به همراه عضلات درگیر در طول تمرین را آورده است (۳۵). برای افزایش کلی شدت در تمام تمرین‌های TRX در روند انجام تحقیق، اقداماتی از جمله تغییر موضع ایستادن از پاهای باز به پاهای بسته، استفاده از یک پا به جای هر دو پا در انجام تمرین و افزایش در زاویه بدن انجام شد. گروه کنترل هیچ مداخله‌ای دریافت نکردند (۲۷-۲۵). همچنین، با استفاده از پرسشنامه یادآمد غذایی ۲۴ ساعته قبل و بعد از اجرای پژوهش تغذیه‌ی آزمودنی‌ها کنترل شد. برای ارزیابی شاخص شادکامی از مقیاس شادکامی دانشگاه نیوفاندلند (مونش)^۲ ۴۸ ساعت قبل و بعد فعالیت استفاده شد. این آزمون برای اندازه‌گیری شادکامی طرح شده است و بیشتر بر مقدار و شدت عواطف مثبت و منفی تأکید می‌کند. سؤالات این مقیاس به صورت ۳ گزینه‌ای (بلی=۲، خیر=صفر و نمیدانم=۱) نمره‌گذاری می‌شود. هرکدام از این عواطف دو بعد کوتاه مدت و بلندمدت را در بر می‌گیرد. ماده‌های مربوط به بعد کوتاه مدت (۱۰ ماده) نشان دهنده‌ی جنبه‌ای مثبت و منفی حالتی و ماده‌های مربوط به بعد بلندمدت (۱۴ ماده) نشان دهنده‌ی جنبه‌های مثبت و منفی است. هر کدام از جنبه‌های مثبت و منفی حالتی این مقیاس دارای ۵ سؤال و هر کدام از جنبه‌های مثبت و منفی دارای ۷ سؤال می‌باشد و در مجموع این مقیاس ۲۴ سؤال دارد. نمره این مقیاس با در نظر گرفتن مواد مربوط به جنبه‌های مثبت و منفی و حالتی و با فرمول خاصی محاسبه می‌شود و لذا ممکن است نمره‌ی به دست آمده منفی باشد (۲۸). اعتبار مقیاس مونش در پژوهشهای مختلف از ۰/۷۰ تا ۰/۸۵ گزارش شده است. در این مطالعه پایایی این آزمون با آلفای کرونباخ

وضعیت روانی^۱ (طرح‌شده بوسیله Folstein و همکاران (۱۹۷۵)، ۳- عدم استفاده از عصا و توانایی راه رفتن به صورت مستقل، ۴- نداشتن سابقه‌ی بیماری قلبی-ریوی حاد، صدمات مغزی، بیماری پارکینسون، فشارخون بالا، دیابت، بیماری کلیوی، ۵- عدم ناتوانی‌های ارتوپدی معنادار یا بیماری حاد، ۶- تکمیل پرسشنامه‌ی آمادگی برای شروع فعالیت بدنی (PARQ) و ۷- آشنایی آزمودنی‌ها با نحوه انجام فعالیت بدنی و معیارهای خروج افراد از مطالعه شامل: ۱- دو جلسه غیبت در زمان اجرای پروتکل تمرینی ۲- بروز هر نوع بیماری و مصرف هر نوع دارو و مکمل غذایی که بر فاکتورهای اندازه‌گیری شده موثر باشد. ۳- شرکت در برنامه ورزشی خارج از برنامه تمرینی مطالعه و ۴- عدم شرکت در آزمایش‌ها بود. بعد از جمع‌آوری مشخصات دموگرافیک، و معاینه توسط پزشک، اجازه تمرینات ورزشی از طرف پزشک صادر شد. کلیه شرکت‌کنندگان اطلاعات مكتوب در خصوص پژوهش را دریافت نموده و پس از مطالعه، از آن‌ها درخواست شد، رضایت‌نامه کتبی را امضاء نمایند. در مرحله اول، وزن (کیلوگرم) و قد (سانتی‌متر) آزمودنی‌ها با استفاده از ترازوی مدل SECA ساخت کشور آلمان، به ترتیب با دقت ۰/۱ کیلوگرم و ۰/۱ سانتی‌متر، شاخص توده بدن (BMI) بر حسب وزن تقسیم بر مجذور قد (کیلوگرم بر مترمربع) اندازه‌گیری شد. درصد چربی بدن توسط کالیپر هارپندن ساخت کشور انگلستان از طریق معادله هفت نقطه‌ای جکسون و پولاک ارزیابی و ثبت شد (۳۳). کلیه مراحل تحقیق زیر نظر پزشک معتمد و متخصص فیزیولوژی ورزشی صورت گرفت. در ادامه، گروه تجربی به مدت ۱۲ هفته و هر هفته ۳ جلسه به مدت ۶۰ دقیقه، به شکل ۱۰ دقیقه گرم‌کردن، ۴۰ دقیقه تمرینات TRX (۶ هفته اول، ۵ تمرین- ۶ هفته دوم ۵ تمرین متفاوت) و ۱۰ دقیقه سردکردن زیر نظر مربی بین‌الملل TRX، انجام دادند. در یک جلسه، تمرینات در ۳ ست، استراحت بین هر ست ۱ دقیقه، هر ست بین ۸ تا ۱۰ تکرار ثابت، استراحت بین هر تکرار ۲۰ ثانیه همراه بود. شدت تمرین نیز توسط مقیاس درک فشار بورگ (RPE) به صورت زیر کنترل شد. بدین صورت که قبل از شروع تمرینات، آزمودنی‌ها با این

² Newfoundland Scale of Happiness (MUNSCH)

¹ Mini-mental state examination

۰/۰۱۴ نانوگرم بر میلی لیتر و سطوح سرمی دوپامین با استفاده از کیت (شرکت LDNL؛ آلمان) با حساسیت ۳/۳ پیکوگرم بر میلی لیتر به روش الیزا اندازه گیری شد. با توجه به این که داده‌های مربوط به دوپامین، سروتونین و نمرات مقیاس شادکامی دارای توزیع طبیعی بودند و واریانس‌ها اختلاف معناداری با یکدیگر نداشتند. برای مقایسه میانگین‌های موردنظر در گروه‌ها، از آزمون t زوجی و آزمون تحلیل کوواریانس برای بررسی تفاوت‌های بین گروهی متغیرها استفاده شد. تمامی محاسبات آماری و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار گراف پد ورژن ۸ و در سطح معنی‌داری $P < 0/05$ انجام شد.

برابر با ۰/۷۸ به دست آمد. شرکت‌کنندگان ۴۸ ساعت قبل و بعد از دوره مداخله، پس از ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه ساعت ۹ تا ۱۰ صبح روزهای تعیین شده وارد آزمایشگاه شدند و در شرایط آزمایشگاهی یکسان از نظر درجه حرارت، نور، رطوبت، ریتم شبانه‌روزی و ساعت خون‌گیری، ۵ سی‌سی خون از ورید آنتیکوبیتال از سیاهرگ ناحیه ساعد در وضعیت نشسته از دست چپ گرفته شد. نمونه‌های خون سپس با دور ۳۰۰۰ و به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند و پلاسمای استخراج شده تا زمان اندازه‌گیری در دمای ۱۷ درجه سانتیگراد نگهداری شد. سطح سروتونین از کیت (شرکت LBL؛ آلمان) با حساسیت

جدول ۱. تمرینات TRX و نحوه صحیح انجام هر حرکت و عضلاتی را که آن حرکت درگیر می‌کند (۲۵-۲۷).

تمرین TRX	توضیحات	عضلات درگیرشونده
پرس سینه	وضعیت بدن را پشت بر روی مرکز دستگاه کنید. دستگیره‌های TRX را گرفته و به بدن زاویه دهید. با خم کردن آرنج‌ها بدن را با سطح قفسه سینه هم‌تراز کنید. سپس با باز کردن آرنج‌ها بدن را به نقطه آغاز بازگردانید.	سینه‌ای بزرگ دلتوئید پشت بازو
لازم معلق (هر دو پا)	یکی از پاها را در هر دو دستگیره کش (بند)، داخل کنید به شکلی که روی پا به سطح دستگیره‌ها قفل شود. یک گام از مرکز دستگاه فاصله بگیرید. حال، زانوئی را که وزن بدن روی آن افتاده، به آرامی خم کنید. به یاد داشته باشید پنجه پا جلوتر از زانو باشد. سپس زانو را به حالت آغازین بازگردانید.	چهار سر ران پشت ران (همسترینگ) سری
پارویی (رویینگ) دو دست	بدن را رو به دستگاه کنید. دستگیره‌ها را طوری بگیرید که به هم نزدیک باشند. در یک وضعیت مطلوب قرار گرفته به شکلی که کل بدن در یک راستا باشد. بدن را تا سطح سینه بالا کشیده و سپس به حالت کاملاً آزاد آغازین برگردید.	دوازدهم عضله پشتی بزرگ سرشانه (دلتوئیدی)
اسکات	هر دو دستگیره را در حالتی که رو به دستگاه هستید، با دو دست بگیرید. فاصله دست‌ها از هم مقداری طبیعی باشد. زانوها را به شکلی که از پنجه پاها عقب‌ترند تا زمانی که ران‌ها با زمین موازی شوند، خم کنید، از دست‌ها فقط به عنوان پشتیبانی، جهت نگه‌داشتن تعادل کمک بگیرید. سپس به حالت آغازین بازگردید.	چهارسر ران پشت ران سری
پروانه با بند (YTW)	روی به دستگاه شوید. هر دو دستگیره را بگیرید. دست‌ها بایستی طی سه حرکت کل دامنه حرکتی دایره‌ای شکل را طی کنند. این حرکت سه مرحله‌ای است که پس از اتمام هر مرحله بایستی به نقطه آغازین حرکت بازگردید. بدن به آرامی زاویه‌دار می‌شود. دست‌ها را در فرم Y شکل به بالای سر ببرید. سپس دست‌ها را در راستای پهلوها کاملاً باز از هم پایین آورده تا شکل T به خود بگیرند. در آخر دست‌ها را پایین کشیده، در کنار ران‌ها قرار دهید تا فرم W به خود بگیرید.	سرشانه (دلتوئیدی) دوازدهم ماهیچه‌های لوزی‌شکل
پشت پا ددلیفت (هر دو پا)	روی یکی از پاها را در هر دو دستگیره فرو کنید. یک قدم از مرکز دستگاه فاصله بگیرید. دولا شده و در حالتی که پشت کمر صاف است و پای درگیر کش کمی خم شده است تا سطح باسن‌ها پایین بیاید. حال بالاتنه را به سمت زمین خم کنید. در آخر به حالت اولیه بازگردید.	سری پشت ران (همسترینگ)
پشت بازو	پشت به روی مرکز دستگاه باشید. هر دو دستگیره را در حالتی که دست‌ها بالای سر قرار دارند و کاملاً کشیده‌اند، بگیرید. بدن بایستی در یک راستا باشد و آرنج‌ها هم‌تراز با سرشانه‌ها قرار گیرند. آرنج‌ها را تا زاویه ۹۰ درجه خم کرده، سپس به حالت کشیده اول تمرین بازگردانید.	پشت بازو
پشت ران (همسترینگ)	طاق‌باز روی زمین دراز بکشید. پاشنه هر پا را داخل دستگیره‌ها کرده به شکلی که پشت پا با آن‌ها در تماس باشد. سپس پاشنه‌ها را در وضعیتی پل‌مانند به سمت باسن کشیده، در همین موقعیت نگه دارید. این حرکت به سمت داخل به سمت بیرون را متناوباً انجام دهید.	پشت ران
پلانک (تخت)	در حالتی که از آرنج‌ها به روی زمین به‌عنوان تکیه‌گاه استفاده می‌کنید، رو به پشت خوابیده و پاها را به شکلی که روی پا درون دستگیره باشد، در آن‌ها فرو کنید. حال در این وضعیت تا حد امکان قرار بگیرید.	عضلات راست شکم عضله عرضی شکم پهلوی فیله کمر
ایزومتریک سایید هولند با پرس پالوف و بند (کش)	از طرف پهلوی به سمت مرکز دستگاه بایستید. هر دو دستگیره را گرفته در سطح قفسه سینه نگه دارید. به بدنتان زاویه دهید. حال با بالا و پایین کردن کش‌ها توسط دست‌ها بدن را به سمت بالا و پایین حرکت دهید.	پهلوی ماهیچه مربع کمری

تجزیه و تحلیل آماری

با توجه به این که داده‌های مربوط به دوپامین، سروتونین و نمرات مقیاس شادکامی دارای توزیع طبیعی بودند و واریانس‌ها اختلاف معناداری با یکدیگر نداشتند. برای مقایسه میانگین‌های موردنظر در گروه‌ها، از آزمون t زوجی و آزمون تحلیل کوواریانس برای بررسی تفاوت‌های بین گروهی متغیرها استفاده شد. تمامی محاسبات آماری و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار گراف پد ورژن ۸ و در سطح معنی‌داری $P < 0/05$ انجام شد.

نتایج

همان‌طور که جدول ۲ نشان می‌دهد، بین متغیرهای سن، وزن، قد و BMI سالمندان شرکت‌کننده در این مطالعه در دو گروه تجربی و کنترل از لحاظ آماری، تفاوت معناداری وجود نداشت ($P > 0/05$). آزمون t وابسته نشان داد، ۱۲ هفته تمرینات TRX باعث افزایش معناداری در میزان

دوپامین ($p = 0/01$ ، $t = -2/19$)، سروتونین ($p = 0/001$ ، $t = -1/23$) و شاخص شادکامی ($p = 0/003$ ، $t = -1/79$) در گروه تجربی شده است ($P < 0/05$) از طرفی نتایج تحلیل آماری بین گروهی ناشی از تحلیل کوواریانس (با کوواریت پیش‌آزمون) نشان داد، میزان مقادیر دوپامین ($F = 3/05$ ، $p = 0/01$)، سروتونین ($p = 0/002$)، $F = 1/91$) و نمره شادکامی ($F = 3/10$ ، $p = 0/001$) در گروه تجربی به نسبت کنترل افزایش معنادار داشته است. همچنین در گروه کنترل که برنامه تمرینی را دریافت نکرده بودند در تغییرات درون‌گروهی هیچ کدام از متغیرها، تفاوت معناداری مشاهده نشد ($P > 0/05$) (جدول ۳، نمودار ۱-۳).

جدول ۲. ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها در گروه تجربی ($n = 15$) و کنترل ($n = 15$)

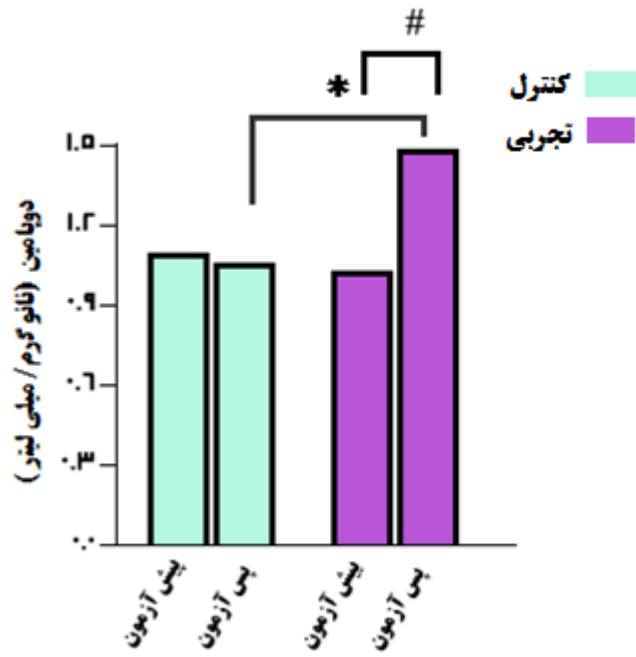
متغیر	پیش آزمون تجربی	پیش آزمون کنترل	P
سن (سال)	64/33 ± 1/34	64/40 ± 1/44	0/49
وزن (کیلوگرم)	85/50 ± 2/71	84/20 ± 2/88	0/37
قد (سانتی‌متر)	172/23 ± 1/53	175/16 ± 1/43	0/31
چربی بدن (درصد)	27/33 ± 1/33	27/46 ± 1/35	0/17
BMI (kg/m ²)	31/54 ± 2/49	31/08 ± 2/46	0/72

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس و t زوجی برای بررسی متغیرهای پژوهش در گروه تجربی ($n = 15$) و کنترل ($n = 15$)

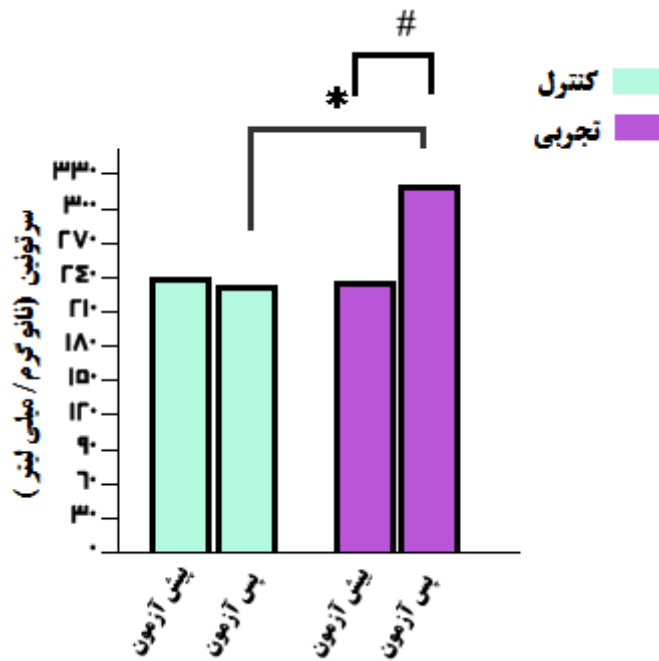
متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	P درون‌گروهی	P بین‌گروهی
دوپامین (نانوگرم/ میلی لیتر)	کنترل	1/10 ± 0/27	1/06 ± 0/31	0/75	3/05
	تجربی	1/03 ± 0/22	1/49 ± 0/56	0/01#	
سروتونین (نانوگرم/ میلی لیتر)	کنترل	24/010 ± 64/71	233/72 ± 47/76	0/14	1/91
	تجربی	236/25 ± 57/27	321/66 ± 74/32	0/001#	
شادکامی	کنترل	64/10 ± 11/63	63/98 ± 10/25	3/19	3/10
	تجربی	63/85 ± 12/11	83/26 ± 12/17	0/003#	

* نشانه معناداری بین گروهی

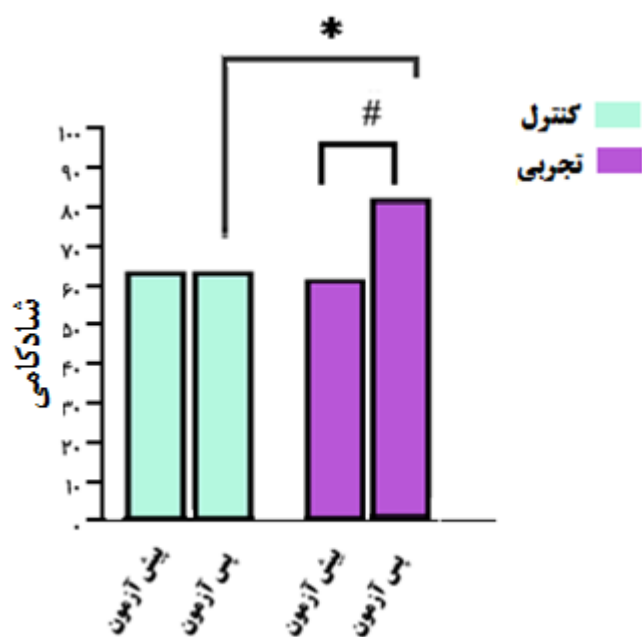
نشانه معناداری درون‌گروهی



نمودار ۱. مقایسه میانگین دوپامین سرمی
* نشانه معناداری بین گروهی # نشانه معناداری درون گروهی



نمودار ۲. مقایسه میانگین سروتونین سرمی
* نشانه معناداری بین گروهی # نشانه معناداری درون گروهی



نمودار ۳. مقایسه میانگین شادکامی سرمی
* نشانه معناداری بین گروهی # نشانه معناداری درون گروهی

بحث

همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه ای گزارش کردند هشت هفته تمرینات TRX باعث افزایش معنادار سطح سروتونین خون در مردان شد (۳۱). مطالعه ایراندوست و طاهری (۲۰۱۹) نشان داد انجام یک هفته تمرینات تناوبی میزان سروتونین سرمی را در زنان میانسال بهبود می بخشد (۲۹،۱۴). زمیر و همکاران (۲۰۱۶) اذعان داشتند که سروتونین پلاسما با یک همبستگی خطی مثبت با شدت تمرین افزایش پیدا می کند. در این مطالعه از تمرینات رهاسازی مایوفاشیال استفاده شد و گزارش شد افرادی که مهارت بیشتری در این تمرینات کسب کرده بودند بیشترین افزایش سروتونین را نشان دادند (۳۲). کاهش دوپامین و سروتونین که منجر به کاهش کلی انتقال عصبی سروتونرژیک و دوپانورژیک در پیری سالم می شود در برخی از تحقیقات گزارش شده است (۶،۱) که با نتایج مطالعات وانگ و همکاران (۲۰۰۰) (۱۶) و جوکینت و همکاران (۲۰۱۴) مغایرت دارد. در مطالعه ای وانگ و همکاران بر روی دوازده ورزشکار که در دو حالت استراحت و پس از ۳۰ دقیقه دویدن روی تردمیل با ۸۵ درصد ضربان قلب انجام شد، دوپامین افزایش پیدا نکرد (۱۶). با توجه به اینکه در مطالعه وانگ و همکاران از افرادی استفاده شد که به طور

هدف از مطالعه حاضر، بررسی اثر ۱۲ هفته تمرینات TRX بر سطوح سرمی سروتونین، دوپامین و شادکامی در مردان سالمند دارای اضافه وزن بود. این مطالعه نشان داد تمرینات TRX به مدت ۱۲ هفته منجر به افزایش میزان دوپامین، سروتونین و شادکامی در سالمندان می شود. در این مطالعه مشاهده شد که غلظت سرمی دوپامین در گروه تجربی ۴۹ درصد افزایش یافته است. در ارتباط با افزایش متغیر سروتونین و دوپامین، ای نتایج با مطالعات کریمی و صفاپور (۲۰۱۸) (۲۹)، ترابی و همکاران (۲۰۱۶) (۳۰)، رضا زاده و همکاران (۲۰۲۰) (۳۱)، ایراندوست و طاهری (۲۰۱۹)، کریمی و صفاپور (۲۰۱۸) (۲۹) و زمیر و همکاران (۲۰۱۶) (۳۲) همسو است. کریمی و صفاپور (۲۰۱۸) مشاهده کردند هشت هفته تمرینات یوگا باعث افزایش معنادار سطح دوپامین و سروتونین خون در زنان می شود (۲۹). در تحقیق ترابی و همکاران مشخص شد شش هفته تمرینات هوازی افزایش معناداری در سطح دوپامین دختران مبتلا به به اختلال بیش فعالی دارد که همسو با مطالعه حاضر است (۳۰).

از نتایج دیگر مطالعه حاضر افزایش ۸۶ درصدی میزان سروتونین در گروه تجربی بود. در این رابطه رضا زاده و

(۸). ورزش‌هایی مانند تمرینات مقاومتی با وزن بدن که بر مهارت متکی هستند در مقایسه با ورزش هوازی اثرات متفاوتی بر انعطاف پذیری عصبی دارد. به عنوان مثال، اثرات بالقوه تمرینات مقاومتی بر القای نوروپلاستیسیته از طریق مکانیسم‌های هم‌افزایی رخ می‌دهد که شامل جفت شدن افزایش تقاضای متابولیک عصبی با افزایش متناظر در جریان خون منطقه‌ای است که با بهبود خلق و خو و افزایش شادکامی مرتبط است. بنابراین، نوع ورزش ممکن است برای تسهیل نوروپلاستیسیته مهم باشند. یک فرضیه بالقوه ورزش هوازی را برجسته می‌کند که ممکن است منجر به افزایش گسترده جریان خون مغزی در عقده‌های پایه و مخچه که در کنترل حرکتی نقش دارند شود. به نظر می‌رسد با انجام فعالیت ورزشی، تکان‌هایی به مراکز پاداش مغز ارسال می‌شود. ورزش به صورت منظم، سیستم پاداش را بازسازی می‌کند، که منجر به سطوح بالاتر دوپامین و سروتونین در گردش و در دسترس بودن بیشتر گیرنده‌های آنها می‌شود. شاید بتوان افزایش این نوروترنسمیترها را به این موضوع نسبت داد (۱۸،۳۰). همچنین مکانیزم‌هایی از جمله کاهش استرس اکسیداتیو، کاهش التهاب عصبی و افزایش بیان عوامل نوروتروفیک ممکن است فعال شوند. این برخلاف ورزش ماهرانه است که مستلزم پردازش ادراکی و سطح بالاتر شناختی است که ممکن است به طور خاص مدارهای قشر پیشانی و مرتبط با آن را که برای عملکرد اجرایی مهم هستند مورد هدف قرار دهد (۸). علاوه بر این، تغییرات ناشی از ورزش در سروتونین و دوپامین به خستگی مرکزی کمک می‌کند. در طول ورزش طولانی مدت، تصور می‌شود که خستگی جسمانی ناشی از مکانیسم‌های محیطی (از جمله کاهش گلیکوژن عضلانی، کاهش گلوکز پلاسما و افزایش اسیدهای چرب آزاد پلاسما) و مکانیسم‌های مرکزی باشد (۳۳). از آنجایی که سروتونین خلق و خو، احساسات، خواب و اشتها و دوپامین، حافظه انگیزشی، پاداش و توجه را تنظیم می‌کند، فرضیه خستگی مرکزی ادعا می‌کند که تعامل بین این دو انتقال دهنده عصبی به خستگی ناشی از ورزش کمک می‌کند (۳۳).

در مطالعه حاضر میزان شادکامی در گروه تجربی ۳۰ درصد افزایش یافت که با مطالعه خزایی و همکاران (۲۰۱۵) (۳۴)،

متوسط ۳ تا ۵ ساعت در هفته ورزش می‌کردند، این پروتکل ممکن است شدت لازم را نداشته که سطح دوپامین مرکزی را افزایش دهد (۱۱). نمونه‌های تحقیق حاضر را سالمندان سالم تشکیل می‌دادند که با توجه به مطالعات پیشین سطح دوپامین کمتری نسبت به افراد جوان سالم دارند (۹). در مطالعه ای جوکینت و همکاران (۲۰۱۴) پروتکل ۶۰ دقیقه‌ای با سرعت ۲۰ متر در دقیقه بر روی تردمیل انجام شد و هیچ افزایشی در سروتونین هیپوکامپ مغز موش‌ها مشاهده نشد (۱۵). تحقیقاتی گزارش کرده‌اند که شدت خاصی از ورزش و تکمیل مهارت ممکن است برای افزایش سطوح سروتونرژیک و دوپانرژیک مرکزی مورد نیاز باشد (۳۰). افزایش دوپامین و سروتونین با تمرینات TRX در این مطالعه احتمالاً بی‌ربط با این موضوع نباشد. با این حال، تأثیر TRX بر تغییرات دوپامین در افراد مسن هنوز مشخص نیست. همچنین این یافته با مطالعات قبلی مطابقت دارد که نشان می‌دهد غلظت دوپامین تنها زمانی افزایش می‌یابد که میزان شدت تمرین به حد آستانه رسیده باشد. گزارش شده است افزایش دوپامین و سروتونین با افزایش عملکرد در فعالیت‌های ورزشی همراه است (۱۸). یکی از دلایل افزایش دوپامین و سروتونین پس از هشت هفته تمرینات TRX احتمالاً سطح پایین دوپامین و سروتونین در سالمندان است که با تمرینات TRX افزایش پیدا کرده است. بنابراین احتمالاً سالمندان با افزایش میزان دوپامین و سروتونین می‌توانند زمان فعالیت خود را افزایش دهند (۸). نتایج یک مطالعه تأیید می‌کند، که شدت فعالیت بدنی و مدت ورزش با غلظت بالاتر در میزان دوپامین و سروتونین مرتبط است (۱۱). با توجه به اینکه ورزش TRX شامل تمرینات مهارتی می‌باشد، اجرای الگوی صحیح و دقیق حرکت باید به طور کامل انجام شود، احتمالاً افزایش دوپامین و سروتونین خون شامل سازگاری و تأثیرات منطقه‌ای قشر پیشانی مغز باشد (۸). شواهد اخیر نشان می‌دهد که نوع ورزش ممکن است تأثیرات منطقه‌ای بر مدارهای مغزی داشته باشد. مطالعات گزارش کرده‌اند انجام تمرینات ماهرانه که بر مدارهای قشر پیشانی مغز متکی است تأثیر متفاوتی نسبت به تمرینات هوازی که متکی به قشر جلویی مغز است، دارد

می کند، آنان را فعالتر می سازد و روابط اجتماعی سالمندان را گسترش می دهد. در نتیجه از حالت انزوا بیرون می آیند و احساس تنهایی در آنان کاهش می یابد و چون به لحاظ بدنی فعال تر می شوند و شناختهایشان نسبت به زندگی و خودشان تغییر می کند. همچنین از نظر خلقی هم تغییر می کنند و روحیه شادابتری پیدا می کنند و سطح شادکامی در این قشر افزایش می یابد. سالمندان به دلیل سطح پایین خلق و خوی احتمالاً با تأثیرات احساس خوب یک تمرین خوب آشنا هستند. ورزش می تواند به کاهش علائم در بسیاری از بیماری های مرتبط با سالمندان به اختلالات سلامت روان کمک کند. از طرفی استفاده از بارهای سبک برای سالمندان، خود سبب ایجاد انگیزه برای اجرای تمرینات TRX می شود و نیز در سالمندانی که اعتماد به نفس کمتری برای استفاده از بارهای سنگین دارند، مفید است. بنابراین، این روش تمرینی برای سالمندان توصیه می شود. از جمله محدودیت های تحقیق حاضر می توان به تعداد کم نمونه و استرس آزمودنی ها هنگام خونگیری در سالمندان اشاره کرد؛ لذا در تعمیم یافته های تحقیق حاضر باید احتیاط لازم را در نظر داشت. از این رو پیشنهاد می شود تمرینات TRX با سنجش پاسخ های هورمونی مانند کورتیزول، پرولاکتین و اکسی توسین در اندازه نمونه بزرگتر و با کنترل شرایط روانی نیز مورد بررسی قرار گیرد.

نتیجه گیری

این مطالعه نشان داد تمرینات TRX به عنوان یک تمرین مقاومتی با وزن بدن باعث افزایش معنادار میزان دوپامین و سروتونین خون می شود و احتمالاً عملکرد فیزیولوژیکی و سلامت مردان سالمند را بهبود می بخشد. همچنین تمرینات TRX باعث افزایش شادکامی در مردان سالمند شد. بنابراین باید انجام ورزش TRX در فعالیت های روزانه سالمندان مورد توجه نهادها و سازمانهای مرتبط قرار گیرد و در کنار برنامه های درمانی و مراقبتی به عنوان روش کم هزینه و سالم برای ارتقای شادی، سلامت و پیشگیری از بروز مشکلات مربوط به سالمندان به آن پرداخت. بنابراین با توجه به مشکلات جسمانی و روان-شناختی سالمندان می توان عنوان کرد که انجام تمرینات

رواری و همکاران (۲۰۲۱) (۳۵) و رزه و همکاران (۲۰۱۸) (۳۶) همسو است. خزایی و همکاران گزارش کردند هشت هفته فعالیت بدنی میزان نمرات شادکامی در گروه آزمایش را به طور قابل توجهی در سالمندان افزایش داد (۳۴). در مطالعه ای دیگر روایی و همکاران (۲۰۲۱) تأثیر هشت هفته تمرینات پیلاتس بر میزان افسردگی و شادکامی زنان سالمند را بررسی کردند و مشاهده کردند میانگین نمرات شادکامی و افسردگی شرکت کنندگان در پایان ماه های اول و دوم در گروه های مداخله نسبت به گروه کنترل افزایش معنی داری داشت (۳۵). رزه و همکاران با بررسی اثر هشت هفته تمرینات تای چی بر سالمندان افزایش نمرات شادکامی در مردان سالمند را گزارش کردند (۳۶). مطالعات متعدد نشان داده اند که ورزش باعث تقویت خلق و خو، کاهش سطح استرس، افزایش شادکامی و حتی بهبود عملکردهای شناختی مانند توجه، حافظه و حل مسئله می شود. این فواید ممکن است تا حدی ریشه در توانایی ورزش برای افزایش تولید مواد شیمیایی دوپامین و سروتونین توسط مغز داشته باشد (۱۱). تعامل بین سنتز سروتونین و خلق و خو ممکن است دو طرفه باشد، به طوری که سروتونین بر خلق و خو و خلق و خو تأثیرگذار بر سروتونین است.

کاهش قابل توجه در یادآوری دقیق رویدادها و افزایش حافظه کاذب و افسردگی در سالمندان معمولاً به کاهش یکپارچگی قشر پیشانی مغز و هیپوکامپ نسبت داده می شود (۱۰). ورزش هایی مهارتی مانند TRX برای بهبود خلق و خوی پیشنهاد می شود. شواهد نشان می دهد تمرینات TRX می تواند به عنوان یک تجربه تمرینی برای شرکت کنندگان لذت بخش باشد (۲۴) و در بهبود خلق و خو و شادکامی موثر است. گزارش شده است که بیشترین مزایای خلق و خوی در ورزش های مختلف در قالب نمرات لذت بالا بعد از فعالیت بدنی شامل ورزش هایی بود که توانسته بودند یک تجربه جدید تمرینی بر اساس مقیاس لذت بردن از فعالیت بدنی، با موفقیت به پایان برسانند. احتمالاً انجام ورزش TRX به واسطه تغییرات شناختی، آزادسازی دوپامین و سروتونین، افزایش جریان خون، تقویت سلسله اعصاب مرکزی، فعالسازی بیشتر سلول های مغز تغییرات خلقی در سالمندان ایجاد

تمامی شرکت‌کنندگان در این مطالعه فرم رضایت‌نامه شرکت در این مطالعه را پر کرده و تمامی مقاصد مطالعه برای آزمودنی‌ها به طور کامل شرح داده شده است.

تشکر و قدردانی

محققین این پژوهش، از کلیه آزمودنی‌هایی که در این پژوهش شرکت نموده‌اند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایند. از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی که در این تحقیق ما را همراهی نمودند، سپاسگزاریم.

تعارض منافع

نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضادی در منافع وجود ندارد.

TRX به عنوان یک راهبرد و رویکرد مناسب، آسان و ارزان جهت بهبود و افزایش سلامت جسمانی و روانی سالمندان بیش از پیش ضروری به نظر می‌رسد و به لزوم انجام فعالیتهای بدنی تأکید می‌کند.

ملاحظات اخلاقی

این مطالعه حاصل بخشی از طرح پژوهشی مصوب معاونت محترم پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی به شماره ۱۴۰۰/۹/۲۱۸۴ به تاریخ ۱۴۰۰/۱۰/۶ می‌باشد و با کد اخلاق به شماره IR.UMA.REC.1401.003 در کمیته اخلاق دانشگاه محقق اردبیلی به ثبت رسید. نویسندگان این مقاله طبق پروتکل‌های اخلاقی مطالعات هلسینکی عمل نموده و اطلاعات افراد شرکت‌کننده در این مطالعه به طور کاملاً ناشناس باقی می‌ماند و بعد از مطالعه نیز تمامی این اطلاعات محفوظ خواهد ماند. همچنین،

منابع

1. Moskowitz S, Russ DW, Clark LA, Wages NP, Grooms DR, Woods AJ, et al. Is impaired dopaminergic function associated with mobility capacity in older adults? *GeroScience* 2021;43(3):1383-404.
2. Studenski S, Perera S, Patel K, Rosano C, Faulkner K, Inzitari M, et al. Gait speed and survival in older adults. *Jama* 2011;305(1):50-8.
3. Musich S, Wang SS, Ruiz J, Hawkins K, Wicker E. The impact of mobility limitations on health outcomes among older adults. *Geriatric Nursing* 2018;39(2):162-9.
4. Hardy SE, Kang Y, Studenski SA, Degenholtz HB. Ability to walk 1/4 mile predicts subsequent disability, mortality, and health care costs. *Journal of General Internal Medicine* 2011;26(2):130-5.
5. Hemayattalab R, Ramezankhani A. Effect of 6 weeks high intensity interval training on dopamine levels and improvement of perceptual motor skills in adolescent girls with attention deficit hyperactivity disorder. *Razi Journal of Medical Sciences* 2016;23(148):106-14.
6. Melancon MO, Lorrain D, Dionne IJ. Changes in markers of brain serotonin activity in response to chronic exercise in senior men. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 2014;39(11):1250-6.
7. Lenard NR, Dunn AJ. Mechanisms and significance of the increased brain uptake of tryptophan. *Neurochemical Research* 2005;30(12):1543-8.
8. Petzinger GM, Holschneider DP, Fisher BE, McEwen S, Kintz N, Halliday M, et al. The effects of exercise on dopamine neurotransmission in Parkinson's disease: targeting neuroplasticity to modulate basal ganglia circuitry. *Brain Plasticity* 2015;1(1):29-39.
9. Moskowitz S, Russ DW, Clark LA, Wages NP, Grooms DR, Woods AJ, et al. Is impaired dopaminergic function associated with mobility capacity in older adults? *GeroScience* 2020:1-22.
10. Juarez EJ, Samanez-Larkin GR. Exercise, Dopamine, and Cognition in Older Age. *Trends in Cognitive Sciences* 2019;23(12):986-8.
11. Basso JC, Suzuki WA. The effects of acute exercise on mood, cognition,

- neurophysiology, and neurochemical pathways: a review. *Brain Plasticity* 2017;2(2):127-52.
12. Vahidian-Rezazadeh M, Rahmati AG, Mazaheri M. Effect of TRX Training on Serotonin, Happiness and Army Physical Fitness Test (APFT) Scores of Border Guard's Soldiers in Sistan and Baluchestan Province, South-West of Iran. *Journal of Military Medicine* 2020;22(4):183-92.
 13. Deza-Araujo YI, Baez-Lugo S, Vuilleumier P, Chocat A, Chételat G, Poisnel G, et al. Whole blood serotonin levels in healthy elderly are negatively associated with the functional activity of emotion-related brain regions. *Biological Psychology* 2021;160:108051.
 14. Irandoust K, Taheri M. Effect of a High Intensity Interval Training (HIIT) on serotonin and cortisol levels in obese women with sleep disorders. *Women's Health Bulletin* 2019;6(1):1-5.
 15. Goekint M, Bos I, Heyman E, Meeusen R, Michotte Y, Sarre S. Acute running stimulates hippocampal dopaminergic neurotransmission in rats, but has no influence on brain-derived neurotrophic factor. *Journal of Applied Physiology* 2012.
 16. Wang G-J, Volkow ND, Fowler JS, Franceschi D, Logan J, Pappas NR, et al. PET studies of the effects of aerobic exercise on human striatal dopamine release. *Journal of Nuclear Medicine* 2000;41(8):1352-6.
 17. Rosso AL, Studenski SA, Chen WG, Aizenstein HJ, Alexander NB, Bennett DA, et al. Aging, the central nervous system, and mobility. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences* 2013;68(11):1379-86.
 18. Roelands B, Watson P, Cordery P, Decoster S, Debaste E, Maughan R, et al. A dopamine/noradrenaline reuptake inhibitor improves performance in the heat, but only at the maximum therapeutic dose. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2012;22(5):e93-e8.
 19. Ekkekakis P, Hall EE, Petruzzello SJ. The relationship between exercise intensity and affective responses demystified: to crack the 40-year-old nut, replace the 40-year-old nutcracker! *Annals of Behavioral Medicine* 2008;35(2):136-49.
 20. Jafari A, Behboodi M. The efficacy of aerobic exercises in reducing loneliness and promoting happiness in Elderly. *Iranian Journal of Psychiatric Nursing* 2017;5(5):9-17.
 21. Jiménez-García JD, Hita-Contreras F, de la Torre-Cruz MJ, Aibar-Almazán A, Achalandabaso-Ochoa A, Fábrega-Cuadros R, et al. Effects of HIIT and MIIT suspension training programs on sleep quality and fatigue in older adults: randomized controlled clinical trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2021;18(3):1211.
 22. Ranjbar R, Hasanvand H, Habibi AH, Goharpey S. Comparison of the Effect of TRX and Traditional Resistance Training on Some Factors of Body Composition and Balance in Sedentary Men. *Jundishapur Scientific Medical Journal* 2018;16(6):621-30.
 23. Whitehurst MA, Johnson BL, Parker CM, Brown LE, Ford AM. The benefits of a functional exercise circuit for older adults. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2005;19(3):647.
 24. Gaedtke A, Morat T. TRX suspension training: A new functional training approach for older adults—development, training control and feasibility. *International Journal of Exercise Science* 2015;8(3):224.
 25. Häkkinen K, Kraemer WJ, Pakarinen A, Triplett-Mcbride T, McBride JM, Häkkinen A, et al. Effects of heavy resistance/power training on maximal strength, muscle morphology, and hormonal response patterns in 60-75-year-old men and women. *Canadian Journal of Applied Physiology* 2002;27(3):213-31.
 26. Hakkinen K, Pakarinen A, Kraemer WJ, Newton RU, Alen M. Basal concentrations and acute responses of serum hormones and strength development during heavy resistance training in middle-aged and elderly men and women. *Journals of Gerontology-Biological Sciences and Medical Sciences* 2000;55(2):B95.
 27. Paunksnis MR, Evangelista AL, La Scala Teixeira CV, Alegretti João G, Pitta RM, Alonso AC, et al. Metabolic and

- hormonal responses to different resistance training systems in elderly men. *The Aging Male* 2018;21(2):106-10.
28. Bayrami M, Heshmati R, Mohammadpour V, Gholamzadeh M, Hasanloo HO, Moslemifar M. Happiness and willingness to communicate in three attachment styles: A study on college students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 2012;46:294-8.
 29. Karimi M, Safapour F. Effect of a period of selected yoga exercises on serum levels of serotonin and dopamine in non-athlete obese women. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport* 2018;6(11):73-83.
 30. Torabi F, Ebrahim R, Hemayattalab R, Ramezankhani A. Effect of 6 weeks high intensity interval training on dopamine levels and improvement of perceptual motor skills in adolescent girls with attention deficit hyperactivity disorder. *Razi Journal of Medical Sciences* 2016;23(148):106-14.
 31. Vahidian-Rezazadeh M, Ghaed Rahmati A, Mazaheri M. Effect of TRX Training on Serotonin, Happiness and Army Physical Fitness Test (APFT) Scores of Border Guard's Soldiers in Sistan and Baluchestan Province, South-West of Iran. *Journal of Military Medicine* 2020;22(4):183-92.
 32. Zimmer P, Stritt C, Bloch W, Schmidt F-P, Hübner ST, Binneböbel S, et al. The effects of different aerobic exercise intensities on serum serotonin concentrations and their association with Stroop task performance: a randomized controlled trial. *European Journal of Applied Physiology* 2016;116(10):2025-34.
 33. Berry AS, Shah VD, Baker SL, Vogel JW, O'Neil JP, Janabi M, et al. Aging affects dopaminergic neural mechanisms of cognitive flexibility. *Journal of Neuroscience* 2016;36(50):12559-69.
 34. Khazaei-Pool M, Sadeghi R, Majlessi F, Rahimi Foroushani A. Effects of physical exercise programme on happiness among older people. *Journal of Psychiatric and Mental Health Nursing* 2015;22(1):47-57.
 35. Ravari A, Mirzaei T, Bahremand R, Raeisi M, Kamiab Z. The effect of Pilates exercise on the happiness and depression of elderly women: a clinical trial study. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 2021;61(1):131-9.
 36. Tajik GA, Rejeh N, HERAVI KM, SAMADY KP, Tadrissi SD. Effect of "Tai Chi" on happiness in elderly men. *Iranian Nursing Scientific Association* 2018; 13(5).