



The effectiveness of physical-mental hatha yoga exercises on telomerase, cortisol and stress in middle-aged women

Leila Alimohammadpour^{1*}, Azam Zarneshan², Roghayeh Fakhripour²

1. MSc Student in Sport Sciences, Faculty of Education and Psychology, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran.
2. Associate Professor at Department of Sport Sciences, Faculty of Education and Psychology, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran.

Abstract

Background and Aim: Telomeres play an important role during aging process. Chronic psychological stress and high cortisol levels could damage the telomere. The effect and mechanism of physical-mental exercise on changing the level of telomerase enzyme as a telomere protector is unknown. Therefore, the aim of this study was to evaluate the effect of hatha yoga exercises on telomerase, cortisol and stress in middle-aged women. **Materials and Methods:** During this quasi-experimental trial, 24 middle-aged women with high perceived stress scale (PSS>27) were purposefully and accessibly selected and randomly divided into two groups including exercise (n=12) and control (n=12). The exercise group participated in hatha yoga exercises for eight weeks, two sessions per week for 60-90 minutes each session. Forty-eight hours before and after the training protocol, blood cortisol and telomerase levels were measured by ELISA and stress levels were measured using the Cohen perceived stress scale. Data were analyzed using analysis of covariance and linear regression tests at a significance level of $p<0.05$. **Results:** Serum levels of telomerase enzyme significantly increased and cortisol and stress were significantly decreased ($p=0.001$) in the exercise group compared to the control group. A significant negative correlation also was observed between baseline cortisol and telomerase levels in both exercise ($p=0.02$) and control ($p=0.001$) groups, as well as a significant negative correlation at changes due to hatha yoga exercise was observed in the exercise group ($p=0.003$); Moreover, 56% of telomerase changes based on cortisol changes were predictable. **Conclusion:** Hatha yoga physical-mental exercise can be a good method to reduce the aging process caused by psychological stress in middle-aged women who have high levels of stress, by increasing serum telomerase levels via the cortisol reduction mechanism.

Keywords: Stress, Yoga, Cortisol, Telomerase.

Cite this article:

Alimohammadpour, L., Zarneshan, A., & Fakhripour, R. (2023). The effectiveness of physical-mental hatha yoga exercises on telomerase, cortisol and stress in middle-aged women. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*, 11(28), 64-74.

* Corresponding Author, Department of Sport Sciences, Faculty of Education and Psychology, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran;

Email: leila.alimohammadpour@yahoo.com

doi <https://doi.org/10.22077/jpsbs.2022.5243.1709>





اثر بخشی تمرینات جسمی - ذهنی هاتایوگا بر تلومراز، کورتیزول و استرس در زنان میان سال

لیلا علی محمدپور^{۱*}، اعظم زرنشان^۲، رقیه فخرپور^۲

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران.
۲. دانشیار گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: تلومرها نقش مهمی در فرآیند پیری به عهده دارند. استرس روانی مزمن و سطوح کورتیزول بالا، به تلومر آسیب می‌رسانند. مکانیزم اثر تمرین‌های جسمی-ذهنی در تغییر سطح آنزیم تلومراز به عنوان محافظ تلومر، ناشناخته است. لذا هدف پژوهش حاضر بررسی اثر تمرینات هاتایوگا بر تلومراز، کورتیزول و استرس در زنان میان سال می‌باشد. **روش تحقیق:** در یک کارآزمایی نیمه تجربی، ۲۴ نفر از زنان میان سال با میزان استرس درک شده بالا ($PSS > 27$) به طور هدفمند و در دسترس انتخاب و به طور تصادفی در دو گروه تمرین (۱۲ نفر) و کنترل (۱۲ نفر) قرار گرفتند. آزمودنی‌های گروه تمرین به مدت هشت هفته، با تکرار دو جلسه در هفته و هر جلسه ۶۰ تا ۹۰ دقیقه در تمرینات هاتایوگا شرکت کردند. چهل و هشت ساعت قبل و بعد از مداخله، سطوح سرمی کورتیزول و تلومراز به روش الیزا و سطح استرس به کمک پرسشنامه استرس ادراک شده کوهن اندازه‌گیری شدند. داده‌ها با آزمون‌های تحلیل کوواریانس و رگرسیون خطی در سطح معنی‌داری $p < 0.05$ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. **یافته‌ها:** در گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل، سطح سرمی آنزیم تلومراز به طور معنی‌داری افزایش و کورتیزول و میزان استرس به صورت معنی‌داری کاهش یافتند ($p = 0.001$). ارتباط معنی‌دار منفی بین سطوح پیش آزمون کورتیزول و تلومراز در هر دو گروه تمرین ($p = 0.02$) و کنترل ($p = 0.01$) و همچنین بین تغییرات ناشی از هاتایوگا در گروه تمرین مشاهده شد ($p = 0.003$)؛ ضمن آن که ۵۶ درصد از تغییرات تلومراز براساس تغییرات کورتیزول قابل پیش‌بینی بود. **نتیجه‌گیری:** تمرین جسمی-ذهنی هاتایوگا با افزایش سطوح سرمی تلومراز و از طریق مکانیزم کاهش هورمون کورتیزول، می‌تواند روشی مناسب در جهت کاهش فرآیند پیری ناشی از استرس روانی در زنان میان سال با سطح استرس بالا باشد.

واژه‌های کلیدی: کورتیزول، تلومراز، استرس، یوگا.

مقدمه

در حال حاضر جمعیت ایران به سرعت در حال انتقال سنی است و بر اثر کاهش باروری و افزایش امید زندگی، به طور روزافزون به جمعیت میان سال و سال خورده افزوده شده و از جمعیت نوجوان و جوان، کم می گردد (میرزایی، ۲۰۱۷). افزایش سن با تضعیف هموستاز بدن به دلیل تغییر در واسطه‌های سازگاری به چالش‌های زندگی (آلوستازیس ها)؛ از جمله سیستم غدد درون ریز، سیستم اتونوم^۲ و سیستم ایمنی همراه می‌باشد. به موازات افزایش سن، ممکن است عملکرد محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال^۳ (HPA) تغییر کرده و سلامتی انسان با مخاطره روبرو شود. استرس حاد از طریق این محور، بر عملکرد نورو-اندوکراین تأثیر منفی می‌گذارد و تحریک آن در طول استرس مزمن، منجر به ترشح پایدار گلوکوکورتیکوئیدها از جمله کورتیزول و در نتیجه، فشار خون بالا، سرکوب فرآیندهای آنابولیک و آتروفی هیپوکامپ می‌گردد (گاف^۴ و دیگران، ۲۰۱۶). پیری یک بیماری نیست، بلکه فرآیند فیزیولوژیکی است که در آن، طول توالی تلومری^۵ کوتاه می‌شود و به موازات آن، قدرت رشد و تقسیم سلولی و همچنین، دقت ساخت ماکرومولکول‌ها در سلول کاهش یافته و در نتیجه، فعالیت عملکرد ارگان‌های مختلف مختل می‌شود (برنادوت^۶ و دیگران، ۲۰۱۶). تلومرها یا کلاهک کروموزوم‌ها، که به عنوان سپر حفاظتی برای محافظت از ژنوم سلول یوکاریوتی اهمیت حیاتی دارند، با افزایش سن کوتاه می‌شوند (فراگ‌یاداکسی^۷ و دیگران، ۲۰۲۲). عوامل متعددی بر طول تلومر اثرگذار هستند، به گونه‌ای که گزارش شده است واکنش‌پذیری بالای کورتیزول (وابسته به استرس) با طول تلومر کوتاه‌تر، همبستگی دارد (جیانگ^۸ و دیگران، ۲۰۱۹). مطالعات متعدد دریافته‌اند که استرس شدید و کورتیزول بالاتر در دوران بارداری، با کوتاه تر شدن تلومر در نوزادان تازه متولد شده همراه است. در واقع، اثر استرس مادر بر کوتاهی طول تلومر نوزاد، به اثر کورتیزول و سایر واسطه‌های استرسی نسبت داده شده است (انلو^۹ و دیگران، ۲۰۱۹). کوتاه شدن تلومرها منجر به پیری سلول می‌شود و اگر سلول‌ها موفق به پیری نشوند، کوتاه شدن تدریجی تلومر، می‌تواند منجر به تشکیل همجوشی کروموزوم، بی‌ثباتی ژنومی و در نهایت، از دست دادن زنده‌مانی سلول و توسعه تومور شود.

یکی از مکانیسم‌های غالب در افزایش درازای تلومر در موجودات یوکاریوت، استفاده از آنزیم تلومراز^{۱۰} است. تلومراز یک رونوشت معکوس است که مسئول تکثیر تلومرها بوده و برای چندین دهه، هدف مداخلات درمانی قرار است (فراگ‌یاداکسی^{۱۱} و دیگران، ۲۰۲۲). در دهه‌های گذشته، زمینه رو به رشد علم تلومر، راه‌های جدیدی را برای درک بسترهای سلولی و مولکولی استرس و فرآیندهای پیری ناشی از آن، فراهم کرده است. مطالعات نوظهور نشان می‌دهد که استرس، فرسایش تلومرها را از همان اوایل زندگی تسریع می‌کند و ممکن است حتی در تنظیم اولیه طول تلومر (نوزادان) نیز تأثیرگذار باشد (شالو^{۱۲} و دیگران، ۲۰۱۳). نتایج حاصل از مطالعات انسانی به آسیب تلومر ناشی از استرس، به عنوان یک مسیر مهم اشاره کرده‌اند. با این حال، یک مدل جامع برای توصیف این که چگونه تغییرات در فیزیولوژی استرس و مسیرهای عصبی غدد درون ریز، می‌تواند منجر به تغییرات در زیست‌شناسی تلومر شود، وجود ندارد (لین و اپل^{۱۳}، ۲۰۲۲). طبق شواهد موجود، استرس ادراک شده در کاهش فعالیت تلومراز و کوتاه شدن طول تلومر در سلول‌های تک هسته ای خون محیطی زنان یائسه، موثر است. زنانی که بالاترین سطح استرس ادراک شده را دارند، دارای تلومر کوتاه‌تر، یعنی به طور متوسط معادل حداقل یک دهه پیری زودرس، در مقایسه با زنان کم استرس می‌باشند (ایپل^{۱۴} و دیگران، ۲۰۰۴).

این در حالی است که تمرینات ورزشی منظم می‌توانند تلومرها را از طریق تنظیم افزایشی، حفظ کرده و از پیری بیولوژیکی سالم، حمایت کنند. فعالیت بدنی، تمرین‌های استقامتی و حداکثر آمادگی هوازی، با حفظ طول تلومر همبستگی دارد (استوز^{۱۵}، ۲۰۱۲)؛ اما مکانیسم‌های مولکولی این رابطه نامشخص است و گفته شده است که هر دو نوع تمرین ورزشی حاد و طولانی مدت، می‌تواند باعث افزایش فعالیت ترانس کریپتاز معکوس تلومراز^{۱۶} (TERT) شود (دنهام و سلامی^{۱۷}، ۲۰۲۱). مطالعات متعدد نشان داده‌اند که تمرینات ورزشی از جمله تمرینات تناوبی شدید (مصلی نژاد و دیگران، ۲۰۱۹) و تمرینات استقامتی، قدرتی و تناوبی (ورنر^{۱۸} و دیگران، ۲۰۱۹)؛ بر طول تلومر و سطوح تلومراز اثرگذار هستند و در این میان، برخی مطالعات نقش تمرین‌های جسمی-ذهنی مثل تایچی^{۱۹} (دوان^{۲۰}،

1. Allostatic
2. Autonomic nervous system
3. Hypothalamic-pituitary-adrenal axis
4. Gaffey
5. Telomere sequence length
6. Bernadotte
7. Fragkiadaki

8. Jiang
9. Enlow
10. Telomerase
11. Fragkiadaki
12. Shalev
13. Lin & Epel
14. Epel

15. Sthus
16. Telomerase reverse transcriptase
17. Denham & Sellami
18. Werner
19. Tai Chi
20. Duan

روش تحقیق

طرح پژوهش مطالعه حاضر از نوع نیمه آزمایشی با طرح پیش-آزمون، پس-آزمون با گروه آزمایش و کنترل بود. جامعه آماری زنان سال شهر تبریز بودند. آزمودنی‌ها به روش نمونه‌گیری در دسترس و هدفمند انتخاب شدند. بدین منظور از میان زنان ۳۵ تا ۴۵ سال، داوطلبانی که طبق مقیاس استرس ادراک شده کوهن^{۱۱} (PSS-14)، از میزان استرس درک شده بالایی (PSS بیشتر از ۲۷) برخوردار بودند (داوسون^{۱۲} و دیگران، ۲۰۱۴)، ۲۴ نفر بر اساس معیارهای ورود انتخاب و به صورت تصادفی، در دو گروه آزمایش (۱۲ نفر) و کنترل (۱۲ نفر) قرار گرفتند. حجم نمونه مطابق با مطالعه قبلی که به منظور بررسی اثر هشت هفته تمرین بر طول تلومر، تعداد ۲۰ زن غیر یائسه شرکت کرده بودند، تعیین شد (براندائو^{۱۳} و دیگران، ۲۰۲۰). شرایط ورود به مطالعه داشتن سطح استرس بالا (نمره بیشتر از نقطه برش ۲۷)، غیر یائسه بودن، عدم ابتلا به بیماری‌هایی که مانع اجرای تمرینات توسط فرد گردد، عدم شرکت در فعالیت‌های بدنی منظم و عدم مصرف داروهای روانی حداقل ۶ ماه قبل از مطالعه بود. معیارهای خروج از مطالعه شامل عدم شرکت منظم در جلسات تمرین و تغییر در سبک زندگی از قبیل مصرف سیگار و یا رژیم غذایی ویژه بود. به منظور کنترل تداخل هورمونی و اثرات آن بر استرس، ارزیابی‌ها طبق پرسش‌نامه مشخصات فردی که در ارزیابی‌های اولیه جهت ورود به مطالعه، به همراه ارزیابی‌های وزن و قد به دست آمده بود، در مرحله لوتنال (۱۸ الی ۲۲ روز بعد از اولین روز خون ریزی) انجام شد. بعد از توضیح و تشریح کامل موضوع تحقیق، اهداف تحقیق، روند انجام تحقیق، نتایج احتمالی، بی‌ضرر بودن و توضیح درباره حق انصراف آزادانه در هر مرحله از روند تحقیق؛ پرسشنامه مشخصات فردی (سن، دوره جنسی، فاز قاعدگی) توسط شرکت کنندگان تکمیل گردید. تمامی شرکت کنندگان در مطالعه قبل از شروع مداخله، پرسشنامه آمادگی برای فعالیت بدنی^{۱۴} (PAR-Q) و پرسشنامه سابقه پزشکی را تکمیل نمودند تا از توانایی و سلامتی آن‌ها برای اجرای فعالیت ورزشی، اطمینان حاصل شود و همچنین رضایت‌نامه کتبی آگاهانه، مطابق با اصول اساسی بیانیه هلسینکی (اصول اخلاقی در پژوهش‌های پزشکی بر روی انسان) اخذ گردید.

۲۰۱۶) و مدیتیشن یوگا^۱ (لاورتسکی^۲ و دیگران، ۲۰۱۳) بر افزایش فعالیت تلومراز را نشان داده‌اند. گزارش شده است که سه ماه تمرینات مدیتیشن شدید، منجر به بهبود عوامل روان شناختی و فعالیت تلومراز می‌گردد (جاکوبز^۳ و دیگران، ۲۰۱۱). در مقایسه با تمرینات ورزشی دیگر، مزیت تمرینات جسمی - ذهنی در حفظ تلومر و فرآیند پیری، اثرات ذهنی و روانی بیشتر در این نوع تمرینات است. تمرین‌های جسمی-ذهنی مانند یوگا، از طریق کاهش فعالیت محور HPA و سیستم عصبی سمپاتیک، موجب کاهش استرس و اضطراب شده و بر سلامتی تاثیر می‌گذارند (کانوجیا^۴ و دیگران، ۲۰۱۳). این در حالی است که مطالعات مروری گزارش کرده‌اند که یوگا در کاهش علائم استرس و اضطراب موثرتر از تمرین هوازی است (کول^۵ و دیگران، ۲۰۲۱).

هاتایوگا^۶ سیستمی از یوگا است که به طور ویژه برای تزکیه فکر و بدن طراحی شده و تمرینات آسانا و پرانایاما و تمرینات شاواسانا (آرام سازی) را شامل می‌شود. هزینه انرژی در تمرینات یوگا بین ۱/۳۷ تا ۲/۲۹ مت^۷، بسته به نوع تمرینات متغیر است. در هاتا یوگا، تمرینات آسانا بیشترین و تمرینات شاواسانا، کمترین هزینه انرژی را دارند. یوگا ترکیبی از تمرینات استقامتی - قدرتی است که اگر چه در شدت پایین تر از آستانه لاکتات صورت می‌گیرد، ولی در افزایش عملکرد ورزشی از طریق بهبود اقتصاد تنفسی، تقویت سیستم قلبی-عروقی و همچنین تنظیم عوامل روان شناختی؛ از جمله کاهش استرس، موثر است (ری^۸ و دیگران، ۲۰۱۱). با توجه به توضیحات ارائه شده، به نظر می‌رسد که بهره‌گیری از تمرین‌های جسمی-ذهنی مانند هاتایوگا، از طریق کاهش استرس و کورتیزول، نقش موثری در افزایش فعالیت تلومراز و کاهش روند پیری داشته باشند و چون اثرات چنین تمرینات ورزشی در سطوح تلومراز با مکانیزم اثرگذاری استرس و کورتیزول، کمتر بررسی شده است و از طرفی، علی‌رغم گستردگی مطالعات در خصوص طول تلومر و فعالیت آنزیم تلومراز، سطوح سرمی و پلاسمایی آن کمتر مطالعه شده است (آگیلار^۹، ۲۰۱۸؛ بزکوش^{۱۰} و دیگران، ۲۰۱۷)؛ مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر هشت هفته تمرینات جسمی-ذهنی هاتایوگا بر تلومراز، کورتیزول و استرس با هدف ممانعت از پیری زودرس در زنان میان‌سال به اجرا درآمد.

1. Yogic meditation

2. Lavretsky

3. Jacobs

4. Kanojija

5. Cole

6. Hatha yoga

7. Met

8. Ray

9. Aguilar

10. Bozkush

11. Perceived stress scale by Cohen

12. Dawson

13. Brandao

14. Physical activity readiness questionnaire

آزمایشگاهی برای تعیین غلظت کمی آنزیم تلومراز انسانی در سرم، پلاسما و سایر مایعات بیولوژیکی کاربرد دارد و دارای حساسیت ۰/۱۰ نانوگرم در میلی لیتر، محدوده تشخیص ۰/۱۶ تا ۱۰ نانوگرم بر میلی لیتر، و تکرارپذیری با ضریب تغییرات کمتر از ۱۰ درصد می باشد. سطح استرس به وسیله مقیاس PSS-14 ارزیابی شد، به نحوی که این پرسشنامه در حضور محقق تکمیل گردید (بیجلانی^۴ و دیگران، ۲۰۰۵). مقیاس PSS-14 معمولاً برای ارزیابی سطح استرس مزمن فرد، از جمله افکار و احساسات در یک ماه قبل از بررسی استفاده می شود. به شرکت کنندگان آموزش داده می شود که به ۱۰ سؤال با استفاده از مقیاس صفر (هرگز) تا چهار (خیلی اوقات) پاسخ دهند. مقیاس PSS-14 در مجموع ۴۰ امتیاز ممکن دارد. امتیاز ۰ تا ۱۳ به عنوان سطح استرس درک شده پایین، ۱۴ تا ۲۶ سطح استرس ادراک شده متوسط، و ۲۷ تا ۴۰ سطح استرس ادراک شده بالا در نظر گرفته می شود. PSS-14 اعتبار و پایایی قوی دارد و به طور گسترده برای اندازه گیری سطوح استرس مزمن مورد استفاده قرار می گیرد (داوسون و دیگران، ۲۰۱۴).

از آزمون شاپیرو - ویلک^۵ برای بررسی توزیع طبیعی داده ها؛ و از آزمون t مستقل جهت مقایسه میانگین های دو گروه در پیش آزمون استفاده شد. آزمون آنکووا با کواریت (covariate) قرار دادن مقادیر پیش آزمون برای مقایسه متغیرهای گروه تجربی و کنترل، بعد از هشت هفته تمرین، به کار رفت. همبستگی بین متغیرها با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون^۶ و پیش بینی یا برآورد میزان تغییرات سطوح سرمی آنزیم تلومراز بر اساس تغییرات هورمون کورتیزول، به وسیله روش آماری رگرسیون خطی بررسی شد. داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS23 در سطح معنی داری $p < 0/05$ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

یافته ها

طبق نتایج آزمون t مستقل و در پیش آزمون، سن و وزن دو گروه تمرین (به ترتیب با میانگین $43/17 \pm 6/52$ سال و $74/9 \pm 6/15$ کیلوگرم) و کنترل (به ترتیب با میانگین $41/97 \pm 5/86$ سال و $71/29 \pm 5/33$ کیلوگرم) اختلاف معنی داری نداشت ($p > 0/05$).

طبق نتایج، اجرای هشت هفته تمرینات هاتا یوگا باعث افزایش معنی دار سطوح سرمی تلومراز در گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل شد ($p < 0/001$)؛ با این حال، سطح هورمون کورتیزول ($p = 0/001$) و میزان استرس ($p = 0/001$) در گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل، کاهش معنی داری پیدا کرد (جدول یک). در بررسی همبستگی بین تلومراز،

گروه تمرین به مدت هشت هفته، دو روز در هفته و مدت ۶۰ تا ۹۰ دقیقه در هر جلسه در نوبت صبح؛ در تمرینات هاتا یوگا شرکت کردند؛ اما گروه کنترل به فعالیت روزمره خود از قبیل کارهای خانه و فعالیت های شغلی ادامه دادند. تمرینات در هفته اول با ۶۰ دقیقه شامل ۱۵ دقیقه گرم کردن و ۴۵ دقیقه تمرینات منتخب آسانا (حرکات بدنی)، تمرینات پرانایاما (تمرینات تنفسی) و آرام سازی (شاوا آسانا) شروع شد و در هفته های بعدی زمان تمرین با افزایش زمان حرکات اصلی به ۹۰ دقیقه افزایش یافت. تمرینات توسط یک فرد متخصص با سابقه ۱۵ سال فعالیت در زمینه یوگا انجام شد. تمرینات تنفسی به صورت دم عمیق، حبس نفس، بازدم عمیق از هر دو مجرای بینی (۵ ثانیه دم، ۵ ثانیه بازدم) بود و به تدریج در تمرینات بعدی، روزانه یک ثانیه به میزان حبس نفس اضافه شد. تمرینات منتخب آسانا (حرکات اصلی) شامل ۱- تریکاتاداسانا (خم به پهلو ایستاده)، ۲- اوتکاتاسانا (صندلی خیالی)، ۳- وریکشاسانا (درخت)، ۴- تریکوناسانا (مثلث ساده)، ۵- پارشواکوناسانا (مثلث ۹۰ درجه)، ۶- ویرابادراسان ۱ و ۲ (قهرمان ۱ و ۲)، ۷- سوریاناماسکار (سلام بر خورشید)، ۸- خم به جلو با پای باز، ۹- اوتاناساتا (خم به جلوی ایستاده)، ۱۰- پارشواوتاناسان (خم به جلوی جانبی)، ۱۱- آردهاماتسیندراساتا (پیچ ماهی)، ۱۲- سیداسانا (نشستن استاد)، ۱۳- جانو سیرشاسانا (سر به زانوی نشسته)، ۱۴- ناواسانا (قایق کامل)، ۱۵- اوشترآسانا (شتر)، ۱۶- ماتسیاسانا (ماهی)، ۱۷- سوپتا پادانگوشتاسانا (وضعیت پا به انگشت خوابیده)، ۱۸- دانورآسانا (کمان) و ۱۹- وضعیت پل بود. علاوه بر این، امتیاز ۱۲-۱۳ شاخص درک فشار بورگ^۱ (RPE) برای کنترل شدت تمرینات آسانا به کار رفت. بر اساس سطح بندی کالج پزشکی ورزشی آمریکا^۲ (ACSM)، تمرینات شدت متوسط با ۶۴ الی ۷۶ درصد حداکثر ضربان قلب معادل مقیاس ۱۲-۱۳ مقیاس درک فشار می باشند (فلاریتی^۳ و دیگران، ۲۰۲۰).

در دو مرحله، ۴۸ ساعت قبل از شروع پروتکل و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین، نمونه های خونی با وضعیت ۱۲ ساعت ناشتا جهت اندازه گیری آنزیم تلومراز و کورتیزول جمع آوری شدند. اطلاعات پرسشنامه استرس نیز در دو مرحله قبل از شروع پروتکل، جهت انتخاب هدفمند آزمودنی ها، و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین؛ جمع آوری شد.

برای اندازه گیری سطوح سرمی کورتیزول و آنزیم تلومراز از کیت الیزای ساخت شرکت Elabscience استفاده گردید. کیت الیزای تلومراز در نمونه انسانی، در شرایط

1. Borg rating of perceived exertion

3. Flairty

5. Shapiro-Wilk

2. American college of sports medicine

4. Bijlani

6. Pearson correlation coefficient

جدول ۱. توصیف (میانگین \pm انحراف استاندارد) و مقایسه متغیرهای وابسته پژوهش بین دو گروه شرکت کننده در مطالعه

p	F	گروه کنترل		گروه تمرین		متغیرها
		پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	
۰/۰۰۱*	۲۴/۸۶	۲/۰۸ \pm ۰/۲۷	۲/۰۵ \pm ۰/۳۲	۲/۵۲ \pm ۰/۳۰	۱/۷۲ \pm ۰/۴۵	سطح سرمی تلومراز (نانوگرم/میلی لیتر)
۰/۰۰۱*	۸۱/۹۶	۱۷۵/۵۹ \pm ۱۴/۴۲	۱۶۵/۹۷ \pm ۱۷/۸۹	۸۷/۳۶ \pm ۲۷/۹۳	۶۳/۱۵ \pm ۳۲/۶۹	سطح سرمی کورتیزول (نانوگرم/میلی لیتر)
۰/۰۰۱*	۹۶/۰۰	۳۰/۰۱ \pm ۴/۷۹	۲۹/۲۳ \pm ۵/۰۰	۱۶/۹۱ \pm ۲/۹۴	۳۱/۱۸ \pm ۴/۹۷	سطح استرس

*نشانه تفاوت معنی دار بین دو گروه در سطح $p < 0/05$.

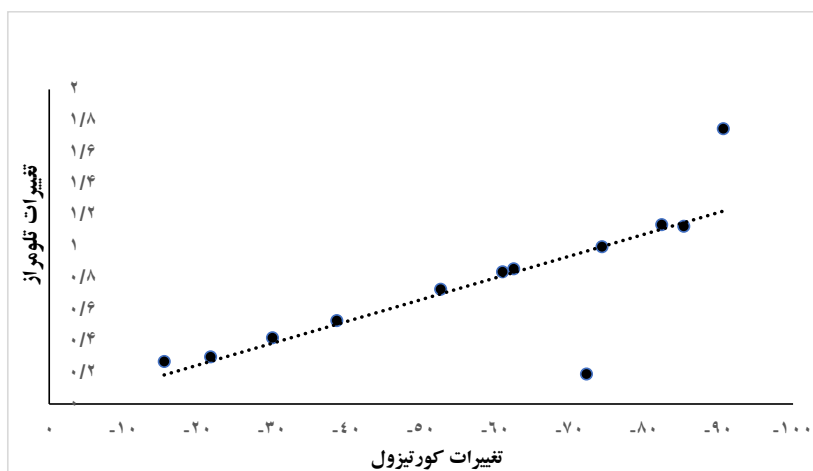
جدول ۲. همبستگی بین سطوح پیش آزمون و تغییرات متغیرهای وابسته پس از تمرینات هاتا یوگا

p	R	گروه		متغیرها
		تمرین	کنترل	
۰/۰۲*	-۰/۶۲	تمرین	سطح پیش آزمون کورتیزول	سطح پیش آزمون تلومراز
۰/۰۰۱*	-۰/۸۲	کنترل	سطح پیش آزمون استرس	
۰/۳۸	-۰/۳۱	تمرین	تغییرات کورتیزول	
۰/۳۵	-۰/۳۱	کنترل	تغییرات کورتیزول	
۰/۰۰۳*	-۰/۷۷	تمرین	تغییرات استرس	تغییرات تلومراز
۰/۵۶	۰/۱۷	کنترل	تغییرات کورتیزول	
۰/۵۸	-۰/۱۸	تمرین	تغییرات استرس	
۰/۶۶	۰/۱۳	کنترل	تغییرات کورتیزول	

*نشانه همبستگی معنی دار بین متغیرها در سطح $p < 0/05$.

تمرینات هاتا یوگا بر افزایش سطوح تلومراز، از رگرسیون خطی استفاده شد. با توجه به نمونه کوچک مطالعه حاضر، مجذور R تعدیل شده (۰/۵۶) به جای مجذور R (۰/۶۱) گزارش گردید و مشاهده شد که تغییرات کورتیزول سرم می تواند ۵۶ درصد از تغییرات تلومراز سرم را تبیین (پیش بینی) کند. معادله حاصل از رگرسیون خطی بدین صورت می باشد: $Y = -0/139 X - 0/293$ (شکل یک).

کورتیزول و استرس در شرایط پیش آزمون؛ رابطه منفی معنی داری بین سطوح پیش آزمون کورتیزول و تلومراز، در هر دو گروه تمرین و کنترل مشاهده شد (جدول دو). همچنین، رابطه معنی داری بین تغییرات کورتیزول و تلومراز در گروه تمرین هاتا یوگا بدست آمد، به طوری که کاهش سطوح سرمی کورتیزول بعد از هشت هفته تمرینات هاتا یوگا، همراه با افزایش سطوح سرمی تلومراز بود (جدول دو). به منظور بررسی میزان اثرگذاری کاهش کورتیزول ناشی از



شکل ۱. نمودار پراکنش و خط رگرسیون تغییرات تلومراز و کورتیزول سرمی پس از تمرینات هاتا یوگا در زنان میان سال با سطح استرس بالا

بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که هشت هفته تمرین هاتا یوگا مقادیر سرمی تلومراز را افزایش و سطوح سرمی کورتیزول و میزان استرس زنان میان سال را کاهش می‌دهد. در سال‌های اخیر تعداد زیادی از محققان به ارتباط بین فعالیت‌های بدنی و فعالیت تلومراز توجه کرده‌اند. برخی مطالعات نشان داده‌اند که سطح فعالیت تلومراز ممکن است با یک سبک زندگی سالم از قبیل سبک زندگی فعال (ولف^۱ و دیگران، ۲۰۱۱)، تکنیک‌های مدیتیشن متمرکز^۲ (جاکوبز^۳ و دیگران، ۲۰۱۱) و یوگا (لاورتسکی و دیگران، ۲۰۱۳) افزایش یابد. جاکوبز و دیگران (۲۰۱۱) اظهار داشته‌اند که به کارگیری سه ماهه تکنیک‌های مدیتیشن متمرکز، نه تنها منجر به تغییرات روانی مثبت می‌گردد، بلکه باعث افزایش فعالیت تلومراز در گروه مداخله می‌شود. در پژوهشی مشابه، کومار^۴ و دیگران (۲۰۱۵) اثر مثبت یوگا را بر افزایش فعالیت آنزیم تلومراز در افراد چاق نشان داده‌اند. نتایج سایر مطالعات از جمله نیوبرگ^۵ و دیگران (۲۰۱۰) و کریشنا^۶ و دیگران (۲۰۱۵) هم با این نتایج همسو است.

سطح متوسط فعالیت بدنی ممکن است با ایجاد یک فنوتیپ محافظ تلومر، کوتاه شدن تلومر را کاهش دهد؛ تغییری که نشان دهنده یک سازگاری سلولی مهم است و ممکن است از بیماری‌های مرتبط با سن جلوگیری نماید (لودلو^۷ و دیگران، ۲۰۱۳). از جمله مکانیزم‌های احتمالی که برای اثرات مداخله‌ای تمرینات ذهنی جسمی و سایر تمرینات با شدت متوسط در افزایش فعالیت تلومراز ذکر شده، می‌توان به کاهش استرس اکسیداتیو، افزایش تعادل سیستم ایمنی بدن، افزایش غلظت سرمی عامل رشد شبه انسولین-۱ (IGF-1)^۸ و اثر بر محور HPA (دوان^۹ و دیگران، ۲۰۱۶؛ جاکوبز و دیگران، ۲۰۱۱؛ کندی^{۱۰} و دیگران، ۲۰۰۵؛ ون هودنهو^{۱۱}، ۲۰۰۹؛ ورنر و دیگران، ۲۰۰۸) اشاره کرد. مکانیزم احتمالی دیگر ممکن است به دلیل تغییرات کورتیزول باشد. دوزهای زیاد کورتیزول باعث کاهش فعالیت تلومراز در شرایط آزمایشگاهی می‌شود (چوی^{۱۲} و دیگران، ۲۰۰۸). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که سطوح پیش آزمون کورتیزول با میزان آنزیم تلومراز رابطه منفی معنی‌دار دارد و همچنین در گروه تمرین بعد از اعمال مداخله، رابطه منفی معنی‌داری بین تغییرات کورتیزول و آنزیم تلومراز مشاهده شد. از دلایل اثرگذاری کورتیزول بر تلومر و طول عمر می‌توان گفت که گلوکوکورتیکوئیدها بخش‌های اساسی سلول، از جمله میزان

متابولیک و فعالیت میتوکندری مرتبط با افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن^{۱۳} (ROS) را تغییر می‌دهند. همچنین می‌توانند به طور مستقیم بر تعادل اکسیداتیو از طریق مکانیسم‌های ژنومی یا غیر ژنومی تأثیر بگذارند. گلوکوکورتیکوئیدهای افزایش یافته می‌توانند بیان ژن‌های پیش التهابی نیتریک اکساید سنتاز القایی^{۱۴} (iNOS)، اینترلوکین-۱ بتا^{۱۵} (IL-1 β)، عامل نکروز دهنده تومور آلفا^{۱۶} (TNF- α) را افزایش داده و ژن‌های ضد التهابی از جمله گیرنده آنتاگونیست اینترلوکین-۱ (IL-1ra)^{۱۷}، اینترلوکین-۱۰ (IL-10)^{۱۸} و پروتئین کیناز فعال شده با میتوزن فسفاتاز-۱ (MKP-1)^{۱۹} را کاهش دهند (لین و اپل، ۲۰۲۲). چوی و دیگران (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای با عنوان کاهش فعالیت تلومراز در لنفوسیت‌های T انسانی در معرض کورتیزول، دریافتند که قرار گرفتن لنفوسیت‌های انسانی در معرض کورتیزول، باعث کاهش قابل توجهی در فعالیت تلومراز و بیان ژن TERT انسانی می‌شود. در این راستا، وارثاک^{۲۰} و دیگران (۲۰۱۴) نشان داده‌اند که طول تلومر در پاسخ به افزایش غلظت کورتیزول، به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد. آن‌ها بیان کردند که این اثر ممکن است همراه با کاهش فعالیت تلومراز در پاسخ به قرار گرفتن در معرض کورتیزول باشد. همچنین گزارش شده است که تغییرات در کورتیزول که نشانگر مهم استرس است و به طور مستقل می‌تواند کل استرس را منعکس کند، با طول تلومر و فعالیت تلومراز در سلول‌های تک هسته‌ای خون محیطی رابطه دارد (چوی و دیگران، ۲۰۰۸).

در مطالعه حاضر سطوح کورتیزول بعد از هشت هفته تمرینات هاتا یوگا در گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل، کاهش معنی‌داری پیدا کرد. در رابطه با اثر مفید یوگا در کاهش کورتیزول، نتایج مطالعات قبلی به اثر تمرین هاتا یوگا در کاهش واکنش پذیری استرس، تنظیم محور HPA و کاهش سطح کورتیزول اشاره کرده‌اند (بلاکر^{۲۱} و دیگران، ۲۰۱۰). همچنین اثر یوگا در کاهش کورتیزول افراد دارای افسردگی بالا، گزارش شده است و از این رو، این ورزش را به عنوان یک گزینه درمانی کمکی برای بیماران مبتلا به اختلالات افسردگی و افراد با سطوح بالای افسردگی، پیشنهاد کرده‌اند (کرامر^{۲۲} و دیگران، ۲۰۱۳). گرانات^{۲۳} و دیگران (۲۰۰۶) در مطالعه‌ای نشان داده‌اند که درمان شناختی رفتاری و یوگا، تکنیک‌های امیدوارکننده‌ای برای مدیریت استرس و کاهش کورتیزول هستند و تفاوت معنی‌داری در مورد اثرات مفید این دو روش در کاهش استرس مشاهده

1. Wolf
2. Concentrative meditation
3. Jacobs
4. Kumar
5. Newberg
6. Krishna
7. Ludlow
8. Insulin-like growth factor 1

9. Duan
10. Kennedy
11. Van Houdenhove
12. Choi
13. Reactive oxygen species
14. Inducible nitric oxide synthase
15. Interleukin-1 beta
16. Tumor necrosis factor alpha

17. Interleukin-1 receptor antagonist
18. Interleukin 10
19. Mitogen-activated protein kinase phosphatase-1
20. Vartak
21. Uebelacker
22. Cramer
23. Granath

مکانیزم اثر تمرینات هاتایوگا در افزایش آنزیم تلومراز سرم باشد. طبق جستجوهای صورت گرفته، مطالعه حاضر جزو اولین مطالعاتی است که به بررسی همبستگی بین تغییرات کورتیزول و آنزیم تلومراز ناشی از تمرینات هاتایوگا می‌پردازد. مکانیزم‌های اثرگذار استرس روانی در پیری هنوز به عنوان یک چالش باقی مانده است، با توجه به محدودیت در تعداد متغیرهای مورد بررسی مطالعه حاضر، برای کسب اطلاعات بیشتر در این زمینه نیاز به مطالعات گسترده تر با هدف بررسی اثر سایر هورمون‌های استرس و اندازه‌گیری سطح فعالیت آنزیم تلومراز در سلول‌های مختلف بدن می‌باشد.

نتیجه گیری: تمرینات جسمی - ذهنی هاتایوگا بر تعدیل استرس، کاهش کورتیزول و افزایش سطح سرمی تلومراز در زنان میان سال دارای سطح استرس بالا، موثر واقع گردید و می‌تواند به عنوان یک فعالیت ورزشی مناسب در جهت کاهش فرآیند پیری ناشی از استرس روانی در این قبیل مورد توجه قرار گیرد.

تعارض منافع

نویسندگان مقاله اعمام می‌دارند که هیچ گونه تضاد منافعی در پژوهش حاضر وجود ندارد.

قدردانی و تشکر

محققین مطالعه حاضر از تمامی شرکت‌کنندگان در مطالعه و معاونت پژوهشی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان به خاطر حمایت مالی در اجرای پژوهش، نهایت تشکر و قدردانی را دارند.

نشده است. یکی از سازوکارهای احتمالی اثر هاتایوگا در کاهش کورتیزول، ممکن است مربوط به اثر مستقیم کورتیزول بر گیرنده‌های استروئیدی خاص در نواحی انتخابی مغز از جمله هیپوکامپ باشد که باعث افسردگی می‌شوند. این گیرنده‌ها می‌توانند تحت تاثیر تمرینات یوگا قرار بگیرند. مکانیسم احتمالی دیگر مربوط به افزایش تون پاراسمپاتیک (واگ) است. افزایش فعالیت پاراسمپاتیک ممکن است باعث کاهش شلیک هسته پارازینگانتو سلولی هسته بصل النخاع^۱ به لوکوس سرولئوس^۲ شود. کاهش تحریک لوکوس سرولئوس می‌تواند ترشح نوراپی نفرین را کاهش دهد و در نتیجه، باعث آرامش، سکون و کاهش ضربان قلب یا تنفس شود. کاهش ورودی نوراپی نفرین به هسته پارابطنی هیپوتالاموس، ممکن است کاهش هورمون آزادکننده کورتیکوتروپین و کورتیزول را توجیه کند. همچنین افزایش تون پاراسمپاتیک و کاهش فشار خون ناشی از آن، می‌تواند گیرنده‌های فشاری شریانی را آرام کند و منجر به آزاد شدن آرژنین وازوپرسیسین^۳ (AVP) شود. اعتقاد بر آن است که AVP باعث تأثیر مثبت می‌شود. در نهایت، یوگا ممکن است باعث فعال شدن قشر جلوی مغز و افزایش انتقال گلوتامات در هسته کمانی هیپوتالاموس^۴ شود که آزاد شدن بتا-اندورفین و کاهش کورتیزول را به همراه دارد (ثیرثالی^۵ و دیگران، ۲۰۱۳). دیگر نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تغییرات کورتیزول سرم در اثر تمرینات هاتایوگا می‌تواند ۵۶ درصد از تغییرات تلومراز سرم را تبیین و پیش‌بینی کند و این خود می‌تواند بیان کننده

منابع

- Aguilar, C.D. (2018). *Effect of Exercise and Hypoxia on Plasma Telomerase*. Master of Science Thesis, Department of Kinesiology and Nutrition Sciences, School of Allied Health Sciences University of Nevada, Las Vegas, UNLV Thesis. <http://dx.doi.org/10.26773/smj.231004>
- Bijlani, R.L., Vempati, R.P., Yadav, R.K., Ray, R.B., Gupta, V., Sharma, R., ... & Mahapatra, S.C. (2005). A brief but comprehensive lifestyle education program based on yoga reduces risk factors for cardiovascular disease and diabetes mellitus. *Journal of Alternative & Complementary Medicine*, 11(2), 267-274. <http://dx.doi.org/10.1089/acm.2005.11.267>
- Bozkush, F., Atila, N., ShimsheK, S., Samur, A., Arpagh, H., & Kahraman, H. (2017). Serum telomerase levels in smokers and smokeless tobacco users as Maras powder. *Tuberk Toraks*, 65(3), 186-192. <http://dx.doi.org/10.5578/tt.58640>
- Brandao, C.F.C., Nonino, C.B., de Carvalho, F.G., Nicoletti, C.F., Noronha, N.Y., San Martin, R., ... & Marchini, J.S. (2020). The effects of short-term combined exercise training on telomere length in obese women: A prospective, interventional study. *Sports Medicine-Open*, 6(1), 1-7. <http://dx.doi.org/10.1186/s40798-020-0235-7>
- Carlson, L.E., Speca, M., Patel, K.D., & Goodey, E. (2003). Mindfulness-based stress reduction in relation to quality of life, mood, symptoms of stress, and immune parameters in breast and prostate cancer outpatients. *Psychosomatic Medicine*, 65(4), 571-581. <http://dx.doi.org/10.1097/01.psy.0000074003.35911.41>

1. Paragigantocellular nucleus of medulla.

2. Locus ceruleus

3. Arginine vasopressin

4. Arcuate nucleus of the medial hypothalamus

5. Thirthalli

- Choi, J., Fauce, S.R., & Effros, R B. (2008). Reduced telomerase activity in human T lymphocytes exposed to cortisol. *Brain, Behavior, and Immunity*, 22(4), 600-605. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbi.2007.12.004>
- Cole, A.K., Pearson, T., & Knowlton, M. (2021). Comparing aerobic exercise with Yoga in anxiety reduction: An integrative review. *Issues in Mental Health Nursing*, 43(3), 282-287. <http://dx.doi.org/10.1080/01612840.2021.1965269>
- Cramer, H., Lauche, R., Langhorst, J., & Dobos, G. (2013). Yoga for depression: A systematic review and meta-analysis. *Depression and Anxiety*, 30(11), 1068-1083. <http://dx.doi.org/10.1002/da.22166>
- Curtis, K., Osadchuk, A., & Katz, J. (2011). An eight-week yoga intervention is associated with improvements in pain, psychological functioning and mindfulness, and changes in cortisol levels in women with fibromyalgia. *Journal of Pain Research*, 4, 189-201. <http://dx.doi.org/10.2147/jpr.s22761>
- Dawson, M. A., Hamson-Utley, J.J., Hansen, R., & Olpin, M. (2014). Examining the effectiveness of psychological strategies on physiologic markers: evidence-based suggestions for holistic care of the athlete. *Journal of Athletic Training*, 49(3), 331-337. <http://dx.doi.org/10.4085/1062-6050-49.1.09>
- Denham, J., & Sellami, M. (2021). Exercise training increases telomerase reverse transcriptase gene expression and telomerase activity: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, 70, 101411. <http://dx.doi.org/10.1016/j.arr.2021.101411>
- Duan, G.X., Wang, K., Su, Y.H., Tang, S.Y., Jia, H.L., Chen, X.M., & Xie, H.H. (2016). Effects of Tai Chi on telomerase activity and gerotranscendence in middle aged and elderly adults in Chinese society. *International Journal of Nursing Sciences*, 3(3), 235-241. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijnss.2016.07.005>
- Enlow, M.B., Sideridis, G., Bollati, V., Hoxha, M., Hacker, M.R., & Wright, R.J. (2019). Maternal cortisol output in pregnancy and newborn telomere length: Evidence for sex-specific effects. *Psychoneuroendocrinology*, 102, 225-235. <http://dx.doi.org/10.1016/j.psyneuen.2018.12.222>
- Epel, E.S., Blackburn, E.H., Lin, J., Dhabhar, F. ., Adler, N.E., Morrow, J.D., & Cawthon, R.M. (2004). Accelerated telomere shortening in response to life stress. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(49), 17312-17315. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0407162101>
- Fragkiadaki, P., Renieri, E., Kalliantasi, K., Kouvidi, E., Apalaki, E., Vakonaki, E., ... & Tsatsakis, A. (2022). Telomerase inhibitors and activators in aging and cancer: A systematic review. *Molecular Medicine Reports*, 25(5), 1-11. <http://dx.doi.org/10.3892/mmr.2022.12674>
- Gaffey, A. E., Bergeman, C., Clark, L.A., & Wirth, M.M. (2016). Aging and the HPA axis: Stress and resilience in older adults. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 68, 928-945. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.05.036>
- Granath, J., Ingvarsson, S., von Thiele, U., & Lundberg, U. (2006). Stress management: a randomized study of cognitive behavioural therapy and yoga. *Cognitive Behaviour Therapy*, 35(1), 3-10. <http://dx.doi.org/10.1080/16506070500401292>
- Flairty, J.E., & Scheadler, C.M. (2020). Perceived and heart rate-based intensities during self-paced walking: Magnitudes and comparison. *International Journal of Exercise Science*, 13(5), 677-688.
- Jacobs, T.L., Epel, E.S., Lin, J., Blackburn, E.H., Wolkowitz, O.M., Bridwell, D. A., ... & Saron, C.D. (2011). Intensive meditation training, immune cell telomerase activity, and psychological mediators. *Psychoneuroendocrinology*, 36(5), 664-681. <http://dx.doi.org/10.1016/j.psyneuen.2010.09.010>

- Jiang, Y., Da, W., Qiao, S., Zhang, Q., Li, X., Ivey, G., & Zilioli, S. (2019). Basal cortisol, cortisol reactivity, and telomere length: A systematic review and meta-analysis. *Psychoneuroendocrinology*, 103, 163-172. <http://dx.doi.org/10.1016/j.psyneuen.2019.01.022>
- Kanojia, S., Sharma, V.K., Gandhi, A., Kapoor, R., Kukreja, A., & Subramanian, S. K. (2013). Effect of yoga on autonomic functions and psychological status during both phases of menstrual cycle in young healthy females. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 7(10), 2133-2139. <http://dx.doi.org/10.7860/jcdr/2013/6912.3451>
- Kennedy, G., Spence, V.A., McLaren, M., Hill, A., Underwood, C., & Belch, J.J. (2005). Oxidative stress levels are raised in chronic fatigue syndrome and are associated with clinical symptoms. *Free Radical Biology and Medicine*, 39(5), 584-589. <http://dx.doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2005.04.020>
- Krishna, B.H., Keerthi, G.S., Kumar, C.K., & Reddy, N.M. (2015). Association of leukocyte telomere length with oxidative stress in yoga practitioners. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 9(3), CC01- CC03. <http://dx.doi.org/10.7860/jcdr/2015/13076.5729>
- Kumar, S.B., Yadav, R., Yadav, R.K., Tolahunase, M., & Dada, R. (2015). Telomerase activity and cellular aging might be positively modified by a yoga-based lifestyle intervention. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 21(6), 370-372. <http://dx.doi.org/10.1089/acm.2014.0298>
- Lavretsky, H., Epel, E.S., Siddarth, P., Nazarian, N., Cyr, N.S., Khalsa, D.S., ... & Irwin, M.R. (2013). A pilot study of yogic meditation for family dementia caregivers with depressive symptoms: effects on mental health, cognition, and telomerase activity. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 28(1), 57-65. <http://dx.doi.org/10.1002/gps.3790>
- Lin, J., & Epel, E. (2022). Stress and telomere shortening: Insights from cellular mechanisms. *Ageing Research Reviews*, 73, 101507. <http://dx.doi.org/10.1016/j.arr.2021.101507>
- Ludlow, A.T., Ludlow, L.W., & Roth, S.M. (2013). Do telomeres adapt to physiological stress? Exploring the effect of exercise on telomere length and telomere-related proteins. *BioMed Research International*, 2013, 1-16. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/601368>
- Mirzaie, M., & Darabi, S. (2017). Population aging in Iran and rising health care costs. *Iranian Journal of Ageing*, 12(2), 156-169. <http://dx.doi.org/10.21859/sija-1202156>
- Mosallanezhad, Z., Hemmatinifar, M., Sotoodeh, A., & Erfanian, S. (2019). The effect of high-intensity interval training on telomere length, telomerase, and telomere related factors of Leukocytes in Sedentary Young Women. *Journal of Medical Science Studies*, 29(12), 913-919.
- Newberg, A.B., Wintering, N., Khalsa, D. ., Roggenkamp, H., & Waldman, M.R. (2010). Meditation effects on cognitive function and cerebral blood flow in subjects with memory loss: a preliminary study. *Journal of Alzheimer's Disease*, 20(2), 517-526. <http://dx.doi.org/10.3233/jad-2010-1391>
- Sthus, I.B.Ø., Sgura, A., Berardinelli, F., Alsnes, I.V., Brønstad, E., Rehn, T., ... & Nauman, J. (2012). Telomere length and long-term endurance exercise: does exercise training affect biological age? A pilot study. *PloS One*, 7(12), e52769. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0052769>
- Ray, U.S., Pathak, A., & Tomer, O.S. (2011). Hatha yoga practices: energy expenditure, respiratory changes and intensity of exercise. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2011, 1-13. <http://dx.doi.org/10.1093/ecam/neaq046>

- Shalev, I., Entringer, S., Wadhwa, P.D., Wolkowitz, O.M., Puterman, E., Lin, J., & Epel, E.S. (2013). Stress and telomere biology: a lifespan perspective. *Psychoneuroendocrinology*, 38(9), 1835-1842. <http://dx.doi.org/10.1016/j.psyneuen.2013.03.010>
- Thirthalli, J., Naveen, G.H., Rao, M.G., Varambally, S., Christopher, R., & Gangadhar, B.N. (2013). Cortisol and antidepressant effects of yoga. *Indian Journal of Psychiatry*, 55(Suppl 3), S405. <http://dx.doi.org/10.4103/0019-5545.116315>
- Uebelacker, L.A., Epstein-Lubow, G., Gaudiano, B.A., Tremont, G., Battle, C.L., & Miller, I.W. (2010). Hatha yoga for depression: critical review of the evidence for efficacy, plausible mechanisms of action, and directions for future research. *Journal of Psychiatric Practice*, 16(1), 22-33. <http://dx.doi.org/10.1097/01.pra.0000367775.88388.96>
- Van Houdenhove, B., Van Den Eede, F., & Luyten, P. (2009). Does hypothalamic-pituitary-adrenal axis hypofunction in chronic fatigue syndrome reflect a 'crash' in the stress system?. *Medical Hypotheses*, 72(6), 701-705. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mehy.2008.11.044>
- Vartak, S., Deshpande, A., & Barve, S. (2014). Reduction in the telomere length in human T-lymphocytes on exposure to cortisol. *Current Research in Medicine and Medical Sciences*, 4(2), 20-25.
- Werner, C., Hanhoun, M., Widmann, T., Kazakov, A., Semenov, A., Pöss, J., ... & Laufs, U. (2008). Effects of physical exercise on myocardial telomere-regulating proteins, survival pathways, and apoptosis. *Journal of the American College of Cardiology*, 52(6), 470-482. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2008.04.034>
- Wolf, S.A., Melnik, A., & Kempermann, G. (2011). Physical exercise increases adult neurogenesis and telomerase activity, and improves behavioral deficits in a mouse model of schizophrenia. *Brain, Behavior, and Immunity*, 25(5), 971-980. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbi.2010.10.014>