

Original Article

The effect of eight-week yoga training on serum levels of interleukin 6, interleukin 10, tumor necrosis factor alpha and body composition in women with multiple sclerosis

Elham Maddah[®], Seyed Mohsen Avandi^{*®}, Rouhollah Haghshenas[®], Hossein Poorhabibi[®]

Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, Semnan University, Semnan, Iran

Abstract

Background and Purpose: Multiple sclerosis is the most common autoimmune inflammatory demyelinating disease of the central nervous system that affects the myelinated axons of the central nervous system and causes neurological deterioration. The prevalence of this disease in women is reported to be 3 times that of men. In recent years, more people with the disease have sought alternative drug therapies to manage symptoms, including mind-body therapies such as yoga, meditation, breathing, and relaxation techniques. The present study was conducted with the aim of investigating the effect of eight weeks of yoga training on the serum levels of tumor necrosis factor alpha, interleukin 6, interleukin 10 and body composition in women with multiple sclerosis.

Materials and Methods: In this semi-experimental study, 20 women with multiple sclerosis who were referred to the medical centers of Semnan city (mean±SD; age, 36.75±6.10 years; body mass index, 26.88±6.02 kg/m²; and with EDSS index >3.5) were selected and randomly divided into two groups of yoga training (n=10) and control (n=10). The experimental group performed yoga training for eight weeks, three sessions per week (24 sessions) in an indoor hall with a temperature of 25-26°C. The training protocol started with performing two sets of 10 seconds for 15 movements and to observe the overload principle every two weeks, 5 seconds were added for each training movement and one movement was added to the training protocol, where at the final week number of movements reached 18 movements and 15 seconds. During this period, the control group had no regular physical activity and had normal daily activities. In order to determine and control the training pressure, the Borg's rate of perceived exertion (RPE) scale was used. Statistical analysis of the data was performed by using the repeated measures of ANOVA, independent t-test and dependent t-test at a significance level of p≤0.05.

Results: The results of this study showed a significant decrease in the serum levels of tumor necrosis factor alpha, interleukin 6 and interleukin 10 in the experimental group compared to the control group after eight weeks of training (p=0.001). However, no significant difference was observed in the body composition of women with multiple sclerosis compared to the control group after eight weeks of yoga (p>0.05).

* Corresponding Author's E-mail: m.avandi@semnan.ac.ir

<https://doi.org/10.48308/joeppa.2024.235240.1233>

Received: 31/03/2024

Revised: 11/07/2024

Accepted: 13/07/2024



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

Conclusion: Finally, the results of this research showed that eight weeks of yoga training by reducing inflammatory cytokines and adjusting the serum index of tumor necrosis factor alpha and interleukin 6, can be used as a complementary treatment along with drug treatments for patients with multiple sclerosis.

Keywords: Yoga, Interleukin 6, Interleukin 10, Tumor Necrosis Factor alpha, Multiple Sclerosis.

How to cite this article: Maddah E, Avandi SM, Haghshenas R, Poorhabibi H. The effect of eight-week yoga training on serum levels of interleukin 6, interleukin 10, tumor necrosis factor alpha and body composition in women with multiple sclerosis. *J Sport Exerc Physiol.* 2024;17(3):1-15.

تأثیر هشت هفته تمرین یوگا بر سطوح سرمی اینترلوکین ۶، اینترلوکین ۱۰، فاکتور نکروز توموری آلفا و ترکیب بدن در زنان مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس

الهام مداح^۱، محسن آوندی^{۲*}، روح‌الله حق‌شناس^۳، حسین پورحبیبی^۴

گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

چکیده

زمینه و هدف: مولتیپل اسکلروزیس شایع‌ترین بیماری دمی‌لینه‌کننده التهابی خودایمنی سیستم عصبی مرکزی است که بر آکسون‌های میلین‌دار سیستم عصبی مرکزی تأثیر می‌گذارد و سبب زوال عصبی می‌شود. میزان شیوع این بیماری در زنان سه برابر مردان گزارش شده است. در سال‌های اخیر، تعداد بیشتری از افراد مبتلا به این بیماری در پی روش‌های درمانی جایگزین دارو برای مدیریت علائم بیماری، از جمله درمان‌های ذهن و بدن مانند یوگا، مدیتیشن، تنفس و تکنیک‌های تمدد اعصاب بوده‌اند. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر هشت هفته تمرین یوگا بر سطوح سرمی فاکتور نکروز توموری آلفا، اینترلوکین ۶ و اینترلوکین ۱۰ و ترکیب بدن در زنان مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق نیمه‌تجربی، ۲۰ نفر از زنان مبتلا به بیماری مولتیپل اسکلروزیس مراجعه‌کننده به مراکز درمانی شهرستان سمنان (میانگین سن $36/75 \pm 6/10$ سال و شاخص توده بدنی $26/88 \pm 6/02$ کیلوگرم بر مترمربع) و با شاخص $EDSS < 3/5$ انتخاب و به‌طور تصادفی به دو گروه تمرین یوگا ($n=10$) و کنترل ($n=10$) تقسیم شدند. گروه تجربی به مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته (۲۴ جلسه) به تمرین یوگا در سالن سرپوشیده با دمای ۲۵ تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد پرداختند. تعداد حرکات جلسه تمرین ۱۵ حرکت در دو نوبت ده‌ثانیه‌ای بود و هر دو هفته پنج ثانیه به مدت هر حرکت تمرینی و یک حرکت جدید طبق اصل اضافه بار به پروتکل تمرین اضافه شد که در انتهای هشت هفته به ۱۸ حرکت و ۱۵ ثانیه رسید. به‌منظور کنترل فشار تمرین از مقیاس RPE و بر اساس مقیاس بورگ استفاده شد. گروه کنترل طی این هشت هفته، فعالیت بدنی منظمی نداشتند و فقط به فعالیت‌های روزمره پرداختند. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از طریق آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تی مستقل و تی وابسته در سطح معناداری $\geq P/0.05$ انجام گرفت.

نتایج: یافته‌های پژوهش حاضر کاهش معناداری را در سطوح سرمی فاکتور نکروز توموری آلفا، اینترلوکین ۶ و اینترلوکین ۱۰ در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل پس از هشت هفته تمرین نشان داد ($P=0.001$)؛ اما تفاوت معناداری در ترکیب بدن زنان مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس پس از هشت هفته یوگا در مقایسه با گروه کنترل مشاهده نشد ($P \leq 0.05$).

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان داد که هشت هفته تمرین یوگا می‌تواند با کاهش سایتوکاین‌های التهابی، مانند فاکتور نکروز توموری آلفا و اینترلوکین ۶ به‌عنوان یک راهکار درمانی مکمل در کنار درمان‌های دارویی برای بیماران مولتیپل اسکلروزیس استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: اینترلوکین ۶، اینترلوکین ۱۰، فاکتور نکروز توموری آلفا، مولتیپل اسکلروزیس، یوگا

نحوه استناد به این مقاله: مداح، آوندی، م، حق‌شناس، ر، پورحبیبی، ح. تأثیر هشت هفته تمرین یوگا بر سطوح سرمی اینترلوکین ۶، اینترلوکین ۱۰، فاکتور نکروز توموری آلفا و ترکیب بدن در زنان مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس. نشریه فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی. ۱۴۰۳؛ ۱۷(۳): ۱-۱۵.

* رایانامه نویسنده مسئول: m.avandi@semnan.ac.ir

مقدمه

مولتیپل اسکلروزیس (۱) بیماری خودایمنی مزمن و ناتوان کننده‌ای است که سیستم عصبی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و با ایجاد التهاب و از بین بردن میلین به تخریب عصبی منجر می‌شود (۲). میزان شیوع این بیماری در زنان سه برابر مردان گزارش شده است (۳). این بیماری حضور ناهمگونی دارد که می‌تواند شامل اختلالات حسی و بصری، اختلالات حرکتی، خستگی، درد و نقایص شناختی باشد (۴). علت دقیق بیماری ام‌اس هنوز به‌طور کامل مشخص نیست، اما بی‌شک یک بیماری چندعاملی است که برخی عوامل محیطی و ژنتیکی در ایجاد آن مؤثرند (۵). پژوهش‌های انجام گرفته روی خون، مایع مغزی- نخاعی (Cerebrospinal fluid) و بافت مغزی بیماران مبتلا به ام‌اس نشان دهنده نقش سلول‌های ایمنی و همچنین نقش ایمنی هومورال و سلولی در پاتوژنز MS است که سبب برهم خوردن هموستاز ایمنی و پاسخ ایمنی کنترل نشده در برابر اجزای ساختاری CNS می‌شود (۶). علائم پاتولوژیک بیماری عبارت‌اند از شکست سد خونی مغزی (blood brain barrier)، از دست دادن الیگودندروسیت، از دست دادن میلین و تخریب آکسونی (۷).

التهاب، تخریب عصبی و دمیلیناسیون را افزایش می‌دهد که با تشکیل پلاک در ماده سفید شروع شده و به تجمع ماکروفاژها و سلول‌های T در گردش خون محیطی ختم می‌شود. سیتوکین‌ها پروتئین‌هایی هستند که از جریان خون، مایع مغزی نخاعی یا هر دو آزاد می‌شوند و بلوغ و عملکرد سلول‌های ایمنی را تعدیل می‌کنند (۸). فعال شدن میکروگلیا یکی از رویدادهای اولیه در ایجاد ضایعات ام‌اس است. میکروگلیای فعال، در واقع، ممکن است با ترشح سایتوکاین‌های التهابی و کموکاین‌ها و با آزاد کردن گونه‌های فعال اکسیژن و گلوتامات، پیشرفت بیماری را تسریع کند (۹). در بیماری ام‌اس ترشح عوامل پیش‌التهابی افزایش و ترشح سایتوکاین‌های ضدالتهابی

کاهش می‌یابد که ممکن است به تشدید دمیلیناسیون منجر شود (۱۰).

ترشح بیش از حد سایتوکاین‌های پیش‌التهابی در بیماران ام‌اس به عدم تعادل سطوح سرمی فاکتور نکروز تومور (TNF- α)، اینترفرون-گاما (IFN- γ)، اینترلوکین (۲)- α ، IL-2، IL-12، IL-15، IL-6 و همین‌طور سایتوکاین‌های ضدالتهابی از جمله IL-4، IL-5، IL-10 و IL-13 منجر می‌شود (۱۱). به عبارت دیگر، افزایش ترشح سایتوکاین‌های پیش‌التهابی و کاهش ترشح سایتوکاین‌های ضدالتهابی در این بیماری می‌تواند به تشدید دمیلیناسیون و نشانه‌های بیماری بینجامد (۱۱). از زمان شناخت بیماری ام‌اس تاکنون، فعالیت‌های مختلف ورزشی با هدف پیشگیری و کنترل آن بررسی شده است که از جمله می‌توان به تمرینات هوازی، مقاومتی و یوگا اشاره کرد (۱۲-۱۴). مختارزاده و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که هشت هفته تمرین هوازی سبب کاهش TNF- α و افزایش IL-10 در بیماران MS می‌شود (۱۵). باری و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیقی نشان دادند که هشت هفته تمرین رکاب زدن سبب کاهش IL-6 و افزایش IL-10 در بیماران مبتلا به ام‌اس شد (۱۶). با توجه به تحقیقات موجود به نظر می‌رسد سطوح شاخص‌های التهابی در بیماران مبتلا به ام‌اس افزایش می‌یابد.

درحالی‌که سازوکارهای دقیقی که فعالیت بدنی ممکن است التهاب را کاهش دهد به‌طور کامل شناخته نشده است، برخی داده‌ها به عواملی اشاره می‌کنند که ممکن است در اثر انقباض‌های عضلانی مکرر که به بهبود وضعیت التهابی در طول زمان منجر می‌شود، نقش داشته باشند. این عوامل عبارت‌اند از: ۱. تغییر در فنوتیپ مونوسیت، به‌ویژه کاهش تولید سلول‌های ایمنی واسطه‌های التهابی، با تمرین ورزشی؛ ۲. سازگاری عملکرد ایمنی که به‌صورت موضعی در

و عدم تغییر در سطوح IL-6 در بیماران مبتلا به سرطان بعد از تمرین یوگا مشاهده کردند (۲۵). همچنین در تحقیقی (۲۰۱۹) اثر کاهشی هشت هفته تمرین یوگا بر نشانگر پیش‌التهابی IL-17 گزارش شده است (۲۶). ترشح IL-6 از ماهیچه‌ها در طول تمرین تا ۱۰۰ برابر افزایش می‌یابد و تولید آن به افزایش سیتوکین‌های ضدالتهابی سیستمیک (آنتاگونیست گیرنده IL-1 و IL-10) منجر می‌شود، اما تولید TNF α و IL-1 β را کاهش می‌دهد (۱۷). از این رو ارزیابی شاخص‌های ضدالتهابی به منظور بررسی اثر تمرین و فعالیت بدنی بر التهاب ضروری به نظر می‌رسد.

سال‌های زیادی، انجام ورزش برای بیماران مبتلا به ام‌اس توصیه نمی‌شد، به این دلیل که بعضی بیماران طی ورزش علائمی مثل افزایش دمای بدن را گزارش می‌کردند، اما امروزه ورزش به‌عنوان بخش مهمی از درمان ام‌اس پذیرفته شده است (۲۷). از آنجایی که هدف نهایی یوگای سنتی متحد کردن ذهن، بدن و روح توصیف شده، یوگا به وسیله‌ای محبوب برای ارتقای سلامت جسمی و روانی تبدیل شده است (۲۸). کاهش تکانه عصبی به واحدهای حرکتی و فراخوانی واحدهای حرکتی کمتر به کاهش قدرت و آتروفی عضلانی در بیماران مبتلا به ام‌اس منجر می‌شود (۲۹)؛ بنابراین باید در انتخاب فعالیت حرکتی مناسب برای آن‌ها با دقت بیشتری عمل کرد. تحقیقات اخیر محبوبیت ورزش یوگا را در بین بیماران مبتلا به ام‌اس نشان داده‌اند (۳۰). حال با توجه به اهمیت مشارکت این بیماران در فعالیت ورزشی کم‌خطر و همچنین نقش مهمی که ورزش یوگا می‌تواند در کاهش فاکتورهای التهابی ایفا می‌کند، لزوم انجام تحقیقات بیشتر در این زمینه ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین محقق بر آن شد که به بررسی تأثیر هشت هفته تمرین یوگا بر سطوح سرمی IL-6، IL-10، TNF- α و ترکیب بدن در زنان مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس بپردازد.

ماهیچه‌های اسکلتی تمرین شده رخ می‌دهد؛ و ۳. سازگاری‌های ناشی از ورزش در تولید درون‌سلولی گونه‌های اکسیژن واکنشی (ROS) (۱۷). ارتباط معکوس بین فعالیت بدنی و التهاب احتمالاً تا حد زیادی به تأثیر فعالیت بدنی بر چاقی و بافت چربی نیز مربوط می‌شود. مقدار توده چربی بدون شک از مهم‌ترین عوامل ایجادکننده بیومارکرهای التهابی در گردش است (۱۸). استرس‌های روانی و جسمانی سبب فعال شدن مسیرهای ایمنی و غدد درون‌ریز می‌شود که می‌تواند تولید سیتوکین‌های پیش‌التهابی را افزایش دهد. فواید بالقوه یوگا برای سلامت ذهنی و جسمی، از طریق کاهش تون سیستم عصبی سمپاتیک و افزایش فعالیت واگ رخ می‌دهد که هر دو می‌تواند پیامدهای غدد درون‌ریز و ایمنی مطلوب از جمله کاهش التهاب را به همراه داشته باشد (۱۹). نجفی و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که هشت هفته تمرین یوگا سبب کاهش سطوح هورمون ACTH و کورتیزول در زنان مبتلا به MS می‌شود (۲۰).

یوگا با تمرکز بر تنفس، حرکت و کشش، می‌تواند موجب سلامت روان، خودکارآمدی و بهبود کیفیت زندگی بیماران مبتلا به ام‌اس شود و روش امیدوارکننده‌ای برای این بیماران شناخته شده است (۲۱). اساس حرکات یوگا مبتنی بر تنفس‌های عمیق است که بیشتر این حرکات در بازتوانی و فیزیوتراپی به کار می‌رود (۲۲). آلفانسوس و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیقی مروری گزارش کردند که تمرین یوگا می‌تواند کیفیت زندگی بیماران مبتلا به ام‌اس را افزایش دهد (۲۳). در پژوهشی دیگر کاهرامان و همکاران (۲۰۱۷) اثر تمرین یوگا را بر شاخص‌های جسمانی بیماران ام‌اس بررسی کردند و نشان دادند که شش ماه تمرین یوگا می‌تواند به بهبود شاخص‌های جسمانی از جمله سرعت راه رفتن، کاهش خستگی عضلانی و بهبود کیفیت زندگی منجر شود (۲۴). بوور و همکاران (۲۰۱۴) کاهش معناداری را در میزان TNF- α

روش پژوهش

نمونه‌های پژوهش: پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی دوگروهی و کاربردی است. جامعه آماری پژوهش زنان مبتلا به اماس شهرستان سمنان با میانگین سن $36/6 \pm 75/10$ سال، وزن $68/3 \pm 15/26$ کیلوگرم، قد $159/5 \pm 54/14$ سانتی‌متر و شاخص توده بدنی $26/6 \pm 88/02$ کیلوگرم بر مترمربع بودند که به دلیل شرایط خاص آزمودنی‌ها، نمونه‌گیری به صورت نمونه در دسترس از بین بیماران مبتلا مراجعه‌کننده به مراکز درمانی شهر سمنان که از داروهای اماس (داروی خوراکی Gilenya طبق تجویز پزشک) استفاده می‌کردند، انجام گرفت. آزمودنی‌های پژوهش ۲۰ نفر از بیماران مبتلا به اماس بودند که به صورت تصادفی در دو گروه شامل گروه کنترل ($n=10$) و گروه تمرین یوگا ($n=10$) قرار گرفتند. شایان ذکر است از ۲۰ نفری که وارد تحقیق شدند، ۱۶ نفر مطالعه را تکمیل کردند. معیارهای ورود آزمودنی‌ها به تحقیق شامل مبتلا بودن به بیماری اماس (بیماری اماس توسط پزشک با معیار $EDSS < 3/5$)، نداشتن فعالیت بدنی منظم طی سه ماه گذشته، نداشتن بیماری‌های بیماری قلبی-عروقی، مشکلات کلیوی و کبدی، بیماری ریوی، دیابت، اختلالات تیروئیدی، نقرس و محدودیت‌های ارتوپدی و معیارهای خروج از پژوهش، عدم شرکت در دو جلسه متوالی تمرین و عدم تمایل برای ادامه پژوهش بود.

روش اجرای پژوهش: گروه تمرینی یوگا به مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته (۲۴ جلسه) به تمرین در سالن با دمای هوای ۲۵ تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد پرداخت. هر دو هفته پنج ثانیه به مدت کشش حرکات آن‌ها و یک حرکت جدید طبق اصل اضافه بار اضافه شد که در انتهای هشت هفته به ۱۵ ثانیه رسید. فواصل استراحت بین هر کشش به صورت غیرفعال بوده و نسبت آن به زمان تمرین ۱:۲ بود. به منظور کنترل فشار تمرین از مقیاس RPE و بر اساس مقیاس بورگ استفاده شد.

در ضمن در ابتدای هر جلسه آزمودنی‌ها به مدت ده دقیقه به حرکات کششی و حرکات پاوانا موکتاسانا جهت گرم کردن پرداختند و در انتها نیز ده دقیقه حرکات شواسانا (در وضعیت خوابیدن) که جهت وانهادگی و ریلکسی است، انجام گرفت.

آزمودنی‌ها در گروه تمرینات یوگا به مدت هشت هفته هر هفته سه جلسه به مدت یک ساعت به شرح ذیل تمرین کردند:

۱. ده دقیقه گرم کردن شامل پاوانا موکتاسانا (Pavan Muktasana) به منظور گرم کردن مفاصل گردن، کمر بند شانه‌ای، آرنج‌ها، مچ دست‌ها، تنه، ران‌ها، زانو‌ها و مچ پاها؛
۲. ۳۰ دقیقه حرکات اصلی شامل اجرای آساناها؛
۳. ده دقیقه حرکات پرایاناما با هدف تمرکز بر تنفس در حالت مراقبه (سیدآسانا) و در نهایت شواسانا با هدف آرامش ذهن (وانهادگی و ریلکس). شایان ذکر است پاوانا موکتاسانا که برای گرم کردن استفاده شد، شامل ده حرکت منتخب بود که هر کدام با سه تا پنج تکرار انجام گرفت. همچنین آساناهای اصلی شامل حرکات ذیل هستند که هر کدام با دو تکرار به مدت هشت تا ده ثانیه و با فاصله استراحتی بین حرکات ۱۰ تا ۱۵ ثانیه انجام گرفت. حرکات تمرکز بر تنفس به صورت نشسته انجام گرفت که شامل تنفس کاپالابھاتی (تنفس شکمی برای جریان انرژی غده پانکراس)، تنفس‌های سینه‌ای و خنک‌کننده و غیره که هر تنفس سه بار تکرار شد. شواسانا (حالت خوابیدن به حالت جسد) که جهت وانهادگی و ریلکسی انجام پذیرفت (شکل ۱). گروه کنترل طی این هشت هفته فعالیت بدنی منظمی نداشتند و فقط به فعالیت‌های روزمره پرداختند (جدول ۱). شایان ذکر است عواملی مانند شرایط روانی و حفظ انگیزه آزمودنی‌ها، عدم کنترل کامل شرایط متابولیکی آزمودنی‌ها پیش از آزمون، تغذیه آزمودنی‌ها، عدم کنترل بر فعالیت‌های خارج از ساعت آزمون و مصرف برخی داروها توسط آزمودنی‌ها توسط محقق قابل کنترل نبود.

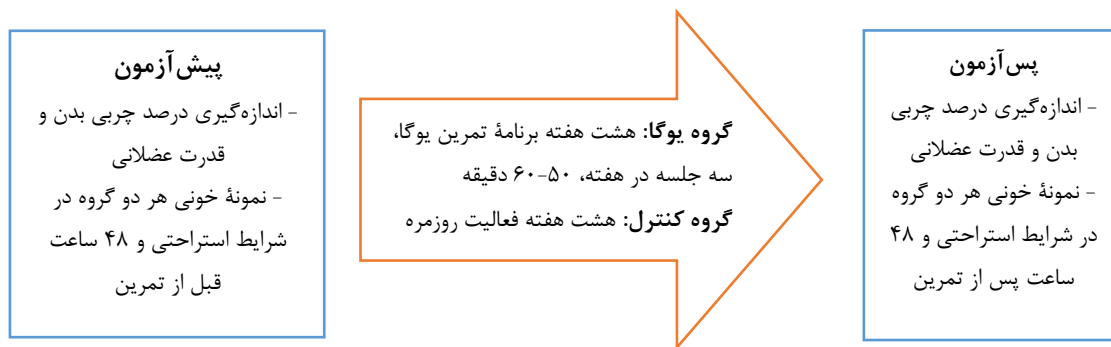
درخت	لانگر	پاری پورنا ناوا سانا	مثلث پیچ	پلانک کامل
پاداهاست اسانا	داند آسانا	مریچی آسانا	آدموکها شوان آسانا	هالاسانا
پل	مار کبرا	قایق کامل	پوروت آسانا	اوپاویشتا کونا سانا

شکل ۱. منتخب تمرینات یوگا (۲۱)

از هشت هفته برنامه تمرینی و به منظور از بین رفتن اثر حاد جلسه آخر، ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین از آزمودنی‌ها انجام گرفت. نمونه‌های خونی، بلافاصله به مدت چهار دقیقه و با ۳۰۰۰ دور در دقیقه، سانتریفیوژ شده و سرم آن جدا شد. سپس نمونه‌های سرمی تا زمان سنجش متغیرهای مورد بررسی، در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری و تا دو هفته بعد از فریز شدن ارزیابی شدند. مقادیر IL-6 (Intra-assay: CV<10%, Inter-assay: CV<12%, Sensitivity: 3.5pg/mL) کیت شرکت eBioscience، مقادیر سرمی IL10 (Intra-assay: CV<10%, Inter-assay: CV<12%, Sensitivity: 4pg/mL) و مقادیر TNF- α با استفاده از کیت شرکت eBioscience (Intra-assay: CV<3%, Inter-assay: CV<9%, Sensitivity: 4pg/mL) ساخت آلمان با روش ایزا ارزیابی شد. برای اندازه‌گیری درصد چربی بدن، از روش بیوالکتریکال ایمپدانس و دستگاه تحلیلگر ترکیب بدن، مدل BOCAX۱ ساخت کره جنوبی استفاده شد.

روش‌های آزمایشگاهی: آزمودنی‌ها پیش از انجام هرگونه تمرین و آزمون، برگه رضایت‌نامه و اطلاعات فردی را تکمیل کردند. در جلسه‌ای جداگانه پیش از شروع آزمون، اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریکی انجام گرفت. سپس آزمودنی‌ها با مراحل و نحوه انجام آزمون‌ها و مراحل خون‌گیری آشنا شدند.

از گروه‌ها پیش و پس از هشت هفته تمرین خون‌گیری در وضعیت نشسته به عمل آمد. نمونه خونی (پنج میلی‌لیتر) با استفاده از سرنگ، از سیاهرگ ساعد اخذ و در داخل لوله فاقد EDTA (ماده ضد انعقاد) تخلیه شد و نمونه‌ها تا زمان انتقال به آزمایشگاه در کنار یخ نگهداری و اجازه داده شد تا منعقد شوند. اولین نمونه خونی آزمودنی‌ها ۴۸ ساعت پیش از شروع پروتکل، رأس ساعت هشت صبح و پس از حداقل ۱۲ ساعت ناشتایی به منظور ارزیابی سطوح سرمی IL-6، IL10، TNF- α از ورید بازویی گرفته شد. پیش از خون‌گیری اول، آزمودنی‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در آزمایشگاه استراحت کردند. مرحله دوم، خون‌گیری پس



خون‌گیری از ورید چین آرنجی، ارزیابی IL-6، IL-10، TNF- α و درصد چربی بدن

جدول ۱. طرح تحقیق

و ترکیب بدن در گروه‌های تجربی و کنترل در پیش‌آزمون و پس‌آزمون، در جدول ۳ نشان داده شده است. تفاوت میانگین TNF- α ، IL-6، IL-10 بین گروه‌های تجربی و کنترل در پیش‌آزمون معنادار نبود ($P \geq 0/05$)، اما در پس‌آزمون بین گروه‌های کنترل و تجربی تفاوت معناداری مشاهده شد ($P = 0/001$). نتایج آزمون t وابسته نشان داد که مقدار TNF- α ، IL-6، IL-10 در گروه تجربی در پس‌آزمون، نسبت به پیش‌آزمون به مقدار معناداری کاهش یافته است ($P = 0/001$)، در صورتی‌که بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه کنترل تفاوت معناداری مشاهده نشد ($P \geq 0/05$) (جدول ۳). در میزان ترکیب بدن بین دو گروه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت معناداری مشاهده نشد ($P \geq 0/05$)، اما میزان ترکیب بدن گروه تجربی در پس‌آزمون به‌طور معناداری کاهش یافت ($P = 0/001$) (جدول ۳).

تحلیل آماری: به‌منظور توصیف داده‌ها، محاسبه میانگین و انحراف معیار از آمار توصیفی و برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌های هر متغیر از آزمون شاپیروویک استفاده شد. برای مقایسه بین‌گروهی و درون‌گروهی پرسشنامه‌ها از طریق آزمون‌های آمار استنباطی مانند تی وابسته، تی مستقل و هم‌چنین، برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بنفرونی در سطح معناداری $P \leq 0/05$ استفاده شد و تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام گرفت.

نتایج

مشخصات توصیفی آزمودنی‌ها در جدول ۲ ارائه شده است. به‌منظور تعیین طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. میانگین و انحراف معیار تغییرات در سطوح IL-6، IL-10، TNF- α

جدول ۲. ویژگی‌های توصیفی گروه‌ها

ویژگی‌های توصیفی	کنترل	تجربی	همه گروه‌ها
تعداد آزمودنی	N=8	N=8	N=16
سن (سال)	۳۸/۹۱±۶/۹۳	۳۵/۵۲±۵/۳۶	۳۶/۷۵±۶/۱۰
قد (سانتی‌متر)	۱۵۹/۰۸±۴/۹۰	۱۵۹/۸۰±۵/۳۸	۱۵۹/۵۴±۵/۱۴
وزن (کیلوگرم)	۷۳/۸۵±۲۱/۸۸	۶۵/۱۲±۸/۹۶	۶۸/۳±۱۵/۲۶
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۹/۱۵±۸/۳۴	۲۵/۵۸±۳/۸۵	۲۶/۸۸±۶/۰۲

جدول ۳. مقایسه میانگین TNF- α ، IL-6، IL-10 و ترکیب بدن در گروه‌های تجربی و کنترل، بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیر وابسته	گروه	موقعیت	میانگین	انحراف معیار	اختلاف میانگین	درجه آزادی	آزمون t	سطح معناداری
TNF- α (pg.ml)	تجربی	پیش‌آزمون	۷/۸۰	۰/۳۵	۲/۲۸۷۵۰	۲۰	۱۱/۰۷	*۰/۰۰۱
		پس‌آزمون	۶/۸۰	۰/۸				
	کنترل	پیش‌آزمون	۷/۹۲	۰/۳۵	-۰/۲۷۵۸۳	۱۱	-۱/۱۷۸	۰/۲۶۴
		پس‌آزمون	۷/۲۱	۱/۰۰				
IL-6 (pg.ml)	تجربی	پیش‌آزمون	۱/۶۸	۰/۳۹	۱۰/۹۱۳۴۳	۲۰	-۶/۸۷۴	*۰/۰۰۱
		پس‌آزمون	۱/۵۳	۰/۱۳				
	کنترل	پیش‌آزمون	۱/۵۲	۰/۰۴	۰/۰۷۰۰۸	۷	۰/۳۵۷	۰/۷۳۲
		پس‌آزمون	۱/۵۲	۰/۰۶				
IL-10 (pg.ml)	تجربی	پیش‌آزمون	۳/۴۳	۰/۷۱	۰/۷۸۹۷۰	۲۰	۰/۹۹۲	*۰/۰۰۱
		پس‌آزمون	۳/۲۴	۰/۳۲				
	کنترل	پیش‌آزمون	۳/۵۳	۰/۶۰	۰/۲۷۵۰۰	۷	-۱/۰۰۰	۰/۳۵۱
		پس‌آزمون	۳/۵۶	۰/۷۱				
ترکیب بدن (درصد)	تجربی	پیش‌آزمون	۲۷/۵۲	۳/۴۳	۰/۱۶۴۴۸	۷	-۰/۴۵۶	*۰/۰۱
		پس‌آزمون	۲۶/۶۰	۳/۳۲				
	کنترل	پیش‌آزمون	۲۷/۹۰	۴/۰۳	۰/۱۶۲۲۹	۷	-۱/۱۵۴	۰/۸۸۲
		پس‌آزمون	۲۸/۹۰	۹/۰۰				

* معناداری نسبت به مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر گروه ($P \leq 0.05$)

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش بررسی تأثیر هشت هفته تمرین یوگا بر سطوح سرمی اینترلوکین-۶، اینترلوکین-۱۰، TNF- α و ترکیب بدن در زنان مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس بود. نتایج نشان داد که هشت هفته تمرین یوگا سبب کاهش معنادار سطوح سرمی TNF- α ، IL-6، IL-10 می‌شود؛ اما هشت هفته تمرین یوگا، تغییر معناداری در ترکیب بدن بیماران ام‌اس ایجاد نکرد. ام‌اس یک بیماری خودایمنی التهابی در نظر گرفته می‌شود که علت اصلی آن پس از دهه‌ها ناشناخته مانده است. بیشتر مطالعات افزایش ترشح سایتوکاین‌های پیش‌التهابی مثل IL-6 و TNF- α و در مقابل کاهش ترشح سایتوکاین‌های ضدالتهابی مثل IL-10 را در بیماران مبتلا به MS گزارش کرده‌اند (۳۱، ۳۲). مقالات کمی در خصوص ارزیابی تأثیر ورزش یوگا بر نشانگرهای التهابی در بیماران ام‌اس با معرفی ورزش به‌عنوان یک درمان مکمل برای اصلاح ترشح سایتوکاین و آدیپوکاین وجود دارد، اگرچه بیشتر کارآزمایی‌ها نوساناتی را در ترشح سایتوکاین‌ها نشان دادند، اما هیچ‌یک از آن‌ها

نشان ندادند که ورزش موجب تشدید و پیشرفت بیماری در بیماران ام‌اس می‌شود (۱۰). TNF- α یکی از سایتوکاین‌های مهم پیش‌التهابی است که سطح آن در مایع مغزی-نخاعی و خون بیماران ام‌اس بالاتر از افراد سالم است. در همین حال پس از ورزش با افزایش کورتیزول و آدرنالین در پاسخ به فعالیت ورزشی، فاکتورهای التهابی از جمله TNF- α کاهش می‌یابد (۳۳).

نتایج تحقیق حاضر، با نتایج پژوهش باربادو و همکاران (۲۰۱۹) و کاستلانو و همکاران (۲۰۰۴) روی افراد مبتلا به ام‌اس که کاهش TNF- α را پس از ورزش گزارش کردند، همسو بود (۳۳، ۳۴). هرچند برخی تحقیقات نیز عدم تغییر سطوح TNF- α (۳۵، ۳۶) و یا حتی افزایش TNF- α (۳۷) را مشاهده کردند که از ایده افزایش سایتوکاین در سطوح سرمی از طریق افزایش گیرنده‌های آن‌ها پس از ورزش حمایت می‌کند (۸). IL-6 نشانگر التهابی دیگری است که سطوح بالای غیرطبیعی آن می‌تواند موجب افزایش التهاب شود که ممکن است فعالیت بیماری را در بیماران ام‌اس بدتر کند. در پژوهش

حاضر، سطوح IL-6 متعاقب هشت هفته تمرین یوگا در زنان مبتلا به ام‌اس به‌طور معناداری کاهش یافت. همسو با نتایج این پژوهش می‌توان به پژوهش فرامرزی و همکاران (۲۰۲۰) اشاره کرد که پس از ۱۲ هفته تمرینات ترکیبی، کاهش سطوح IL-6 در بیماران ام‌اس را گزارش کردند (۳۸). همچنین پژوهش تدین‌زاده و همکاران (۲۰۲۱) که نشان دادند هشت هفته تمرینات ترکیبی، سطوح سرمی IL-6 را در بیماران مبتلا به ام‌اس به‌طور معناداری کاهش می‌دهد (۳۹). در تحقیق دیگری کاستلانو و همکاران به نتایج مشابهی پس از تمرینات حاد و مزمن دست یافتند (۳۷). با این حال، نتایج حاضر با نتایج برخی گزارش‌های قبلی ناسازگار است. چند مورد از این پژوهش‌ها، تغییر معناداری را در سطح IL-6 پس از تمرین ورزشی گزارش نکرده‌اند (۱۲، ۳۵، ۳۶)؛ و دو مطالعه سطوح بالای IL-6 را پس از یک جلسه تمرینات بدنسازی (۴۰) و هشت هفته تمرینات چرخه‌ارگومتر (۴۱) ارزیابی کردند (۲۱). یوگا با ایجاد تغییر در پیام‌رسانی دستگاه عصبی سمپاتیک، تأثیرات ضدالتهابی ایجاد می‌کند (۴۲). استرس‌های روانی و جسمانی موجب فعال شدن مسیرهای ایمنی و غدد درون‌ریز می‌شود که می‌تواند تولید سیتوکین‌های پیش‌التهابی را افزایش دهد. فواید بالقوه یوگا برای سلامت ذهنی و جسمی، از طریق کاهش تون سیستم عصبی سمپاتیک و افزایش فعالیت واگ رخ می‌دهد که هر دو می‌تواند پیامدهای غدد درون‌ریز و ایمنی مطلوبی از جمله کاهش التهاب به‌همراه داشته باشد (۱۹). نجفی و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که هشت هفته تمرین یوگا سبب کاهش سطوح هورمون ACTH و کورتیزول در زنان مبتلا به MS می‌شود (۲۰). افزایش سطح کورتیزول در پاسخ به استرس حاد در بیماران ام‌اس ممکن است با التهاب محیطی مرتبط باشد که این موضوع بیانگر ارتباط بین محور HPA و سیستم ایمنی است (۴۳).

یکی دیگر از یافته‌های جالب تحقیق ما مربوط به IL-

10 است. نتایج این پژوهش، کاهش معنادار IL-10 را پس از هشت هفته تمرین یوگا در بیماران مبتلا به ام‌اس نشان داد که با نتایج پژوهش وایت و همکاران (۲۰۰۶)، باری و همکاران (۲۰۱۹)، برکوویتز و همکاران (۲۰۱۹) و چندین تحقیق دیگر همسوست (۳۵، ۴۱، ۴۴، ۴۵). IL-10 یک سایتوکاین ضدالتهابی از نوع Th2 است که سبب بهبود بیماری و دوره‌های بهبودی در افراد مبتلا به ام‌اس می‌شود (۳۹)؛ اما در این پژوهش و بررسی‌های قبلی مشاهده شد که کاهش در غلظت IL-10 با تشدید علائم بیماری همراه نبوده است، به‌طوری‌که همراه با کاهش این عامل، ناتوانی‌های بیماران بهبود می‌یابد. در واقع، می‌توان نتیجه گرفت کاهش IL-10 همراه با کاهش عوامل زنده پیش‌التهابی در پی دوره‌ای از تمرینات ورزشی در این بیماران رخ می‌دهد، متفاوت از کاهش IL-10 است که در اثر روند عود بیماری اتفاق می‌افتد. این موضوع احتمالاً به اثر ورزش روی تنظیم سایتوکاین‌ها در بیماران ام‌اس برمی‌گردد. هسن و همکاران (۲۰۰۳) در پژوهش خود با عنوان «پاسخ اندوکرین‌ها و سایتوکاین‌ها به استرس ورزشی در افراد مبتلا به ام‌اس»، کاهش معنادار IL-10 را پس از هشت هفته تمرین هوازی با شدت ۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی و تواتر دو بار در هفته مشاهده کردند. در این تحقیق بیان شده است که وضعیت تمرینی طولانی‌مدت ممکن است اثر تعدیل‌کننده بر سیستم عصبی داشته باشد. بنابراین احتمالاً نوع تمرین و مدت زمان تمرینی تحقیق مناسب بوده که به کاهش این شاخص منجر شده است. وایت و همکاران (۲۰۰۶) پاسخ سایتوکاین‌های بیماران ام‌اس را نسبت به تمرینات مقاومتی سنجیدند. در این پژوهش، ده بیمار زن مبتلا به ام‌اس به مدت ۱۲ هفته در برنامه ورزشی شرکت کردند. نتایج نشان داد که غلظت IL-10 در خود کاهش یافت. آن‌ها بیان کردند که تمرینات مقاومتی پیش‌رونده ممکن است بر غلظت سایتوکاین‌ها در افراد ام‌اس تأثیر

بگذارد؛ که به وضعیت کلی بیمار هم بستگی دارد. همچنین با توجه به نقش بسیار پیچیده سایتوکاین‌ها در عملکرد سیستم ایمنی بیماران ام‌اس، تفسیر یافته‌های سایتوکاین بسیار مشکل است (۴۵). پاسخ IL-10 هنوز بحث‌برانگیز است، بنابراین توصیه می‌شود این یافته‌ها را با احتیاط در نظر بگیریم. پژوهش‌های قبلی، تأثیر مثبت تمرینات ورزشی را بر عملکرد فیزیولوژیکی، تناسب اندام و کیفیت زندگی بیماران تأیید کرده‌اند. بنابر نتایج این پژوهش، هشت هفته تمرین یوگا، موجب بهبود نسبی ترکیب بدن بیماران شد، ولی این تغییر معنادار نبود که این نتایج منطبق با یافته‌های ریدی (۱۹۹۱) است (۴۶). درحالی‌که با نتایج پژوهش‌های راید و سفارد اختلاف دارد. در این باره دلایل مختلفی برای اختلاف نتایج تحقیقات گوناگون با پژوهش حاضر می‌توان ذکر کرد. در پژوهش ریدی و همکاران بیان شده که اگرچه بیشتر زنان، چربی خود را از دست دادند، اما میانگین کاهش درصد چربی بدن ۲/۶ درصد و معنادار نبود (۴۶). دخالت متغیرهای گوناگون مانند تغذیه، فعالیت روزانه آزمودنی‌ها و وضعیت اولیه آن‌ها پیش از شروع تحقیق، می‌تواند از دلایل تفاوت نتایج باشد. نتایج این پژوهش، از این نظر که در وزن بدون چربی تغییر معناداری به وجود نیامده است، منطبق با نتایج سوینی است، اما با گزارش‌های گوران مغایرت دارد. یکی از دلایل مهم اختلاف، طول دوره تمرینات است که تمرینات گوران و همکاران ۱۷ هفته به طول انجامید (۴۷). طبق نظر فاکس و ماتیوس، هرچه توان هوازی پایین‌تر و درصد چربی بیشتر باشد، میزان کاهش درصد چربی و پیشرفت در توان هوازی بیشتر خواهد بود. پس به صورت کلی نتایج متفاوت پژوهش‌های مختلف را می‌توان به تنوع در نمونه‌های مورد بررسی، سطح آمادگی بدنی آزمودنی‌ها، روش‌های مختلف مورد استفاده برای تعیین کمیت سطوح ترشح‌شده واسطه‌های التهابی و یا

پروتکل‌های تمرینی نسبت داد.

در پژوهش حاضر کاهش درصد چربی بدن آزمودنی‌ها از نظر آماری معنادار نبود، که ممکن است ناشی از عواملی باشد که توسط محقق کنترل‌شدنی نبود. از این موارد می‌توان عدم کنترل کامل شرایط متابولیکی آزمودنی‌ها پیش از آزمون، تغذیه آزمودنی‌ها (کنترل تغذیه از طریق برگه ثبت مواد غذایی مصرفی)، عدم کنترل بر فعالیت‌های خارج از ساعت آزمون و مصرف برخی داروها توسط آزمودنی‌ها را نام برد. احتمالاً کاهش بافت چربی، می‌تواند یکی از عوامل مؤثر در کاهش مقدار شاخص $TNF-\alpha$ ، IL-6 باشد. در پژوهش‌های مختلف ثابت شده است که میزان سایتوکاین‌های التهابی در بیماران چاق، بیشتر است و سطوح این سایتوکین با بافت چربی رابطه مستقیم دارد (۱۸). همچنین تمرین یوگا ممکن است سبب کاهش سطوح هورمون ACTH و کورتیزول در زنان مبتلا به ام‌اس شود (۲۰) که این امر به کاهش استرس حاد در بیماران ام‌اس منجر می‌شود و ممکن است با کاهش التهاب محیطی مرتبط باشد (۴۳).

برنامه تمرینات یوگا می‌تواند با افزایش آمادگی جسمانی، موجب تنظیم و تعادل سایتوکاین‌های التهابی، ضدالتهابی و تعدیل در شاخص $TNF-\alpha$ ، IL-6، IL-10 شود و متخصصان می‌توانند از این تمرین‌ها به عنوان درمان مکمل در کنار درمان‌های دارویی برای بیماران ام‌اس استفاده کنند. با این حال، سازوکارهای تأثیرگذاری یوگا، هنوز به انجام پژوهش‌های بیشتری نیاز دارد که پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی تأثیر پروتکل‌های تمرینی دیگر همراه با مکمل‌های گیاهی بر متغیرهای التهابی و ضدالتهابی در بیماران MS بررسی شود.

تشکر و قدردانی

از آزمودنی‌ها و عوامل اجرایی پژوهش حاضر به سبب همکاری صمیمانه، تشکر و قدردانی می‌شود.

- Sport and Exercise Physiology. 2022;15(1):57-68.
5. Ruiz F, Vigne S, Pot C, editors. Resolution of inflammation during multiple sclerosis. *Seminars in immunopathology*; 2019: Springer.
 6. Liao W, Lin J-X, Leonard WJ. IL-2 family cytokines: new insights into the complex roles of IL-2 as a broad regulator of T helper cell differentiation. *Current opinion in immunology*. 2011;23(5):598-604.
 7. Baecher-Allan C, Kaskow BJ, Weiner HL. Multiple sclerosis: mechanisms and immunotherapy. *Neuron*. 2018;97(4):742-68.
 8. Wong VL, Holahan MR. A systematic review of aerobic and resistance exercise and inflammatory markers in people with multiple sclerosis. *Behavioural pharmacology*. 2019;30(8):652-9.
 9. Kunkl M, Frascolla S, Amormino C, Volpe E, Tuosto L. T helper cells: the modulators of inflammation in multiple sclerosis. *Cells*. 2020;9(2):482.
 10. Najafi P, Hadizadeh M, Cheong JPG, Mohafez H, Abdullah S. Cytokine profile in patients with multiple sclerosis following exercise: a systematic review of randomized clinical trials. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;19(13):8151.
 11. Bai Z, Chen D, Wang L, Zhao Y, Liu T, Yu Y, et al. Cerebrospinal fluid and blood cytokines as biomarkers for multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis of 226 studies with 13,526 multiple sclerosis patients. *Frontiers in Neuroscience*. 2019;13:1026.
- حمایت مالی**
- این پژوهش برگرفته از پایان‌نامه ارشد رشته علوم ورزشی، گرایش فیزیولوژی ورزشی است و با هزینه شخصی دانشجو و حمایت مالی دانشگاه سمنان به انجام رسیده است.
- مشارکت نویسندگان**
- همه مؤلفان مجری و همکار، نسخه نهایی مقاله را خوانده و تأیید کرده‌اند.
- تعارض منافع**
- موردی مشاهده نشد.
- منابع**
1. Negaresh R, Motl RW, Mokhtarzade M, Dalgas U, Patel D, Shamsi MM, et al. Effects of exercise training on cytokines and adipokines in multiple sclerosis: a systematic review. *Multiple sclerosis and related disorders*. 2018;24:91-100.
 2. Stoiloudis P, Kesidou E, Bakirtzis C, Sintila S-A, Konstantinidou N, Boziki M, et al. The role of diet and interventions on multiple sclerosis: a review. *Nutrients*. 2022;14(6):1150.
 3. Najafi P, Hadizadeh M, Cheong JPG, Mohafez H, Abdullah S, Poursadeghfard M. Effects of tele-Pilates and tele-yoga on biochemical, physical, and psychological parameters of females with multiple sclerosis. *Journal of clinical medicine*. 2023;12(4):1585.
 4. Rahmati MR, Kordi MR, Ravasi AA. Effect of six weeks forced and voluntary training before EAE induction on the expression of some adhesive molecules affecting the blood-brain barrier permeability. *Journal of*

12. Briken S, Rosenkranz SC, Keminer O, Patra S, Ketels G, Heesen C, et al. Effects of exercise on Irisin, BDNF and IL-6 serum levels in patients with progressive multiple sclerosis. *Journal of neuroimmunology*. 2016;299:53-8.
13. Mokhtarzade M, Ranjbar R, Majdinasab N, Patel D, Molanouri Shamsi M. Effect of aerobic interval training on serum IL-10, TNF α , and adipokines levels in women with multiple sclerosis: possible relations with fatigue and quality of life. *Endocrine*. 2017;57:262-71.
14. Thakur P, Mohammad A, Rastogi YR, Saini RV, Saini AK. Yoga as an intervention to manage multiple sclerosis symptoms. *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine*. 2020;11(2):114-7.
15. Mokhtarzade M, Ranjbar R, Majdinasab N, Patel D, Molanouri Shamsi M. Effect of aerobic interval training on serum IL-10, TNF α , and adipokines levels in women with multiple sclerosis: possible relations with fatigue and quality of life. *Endocrine*. 2017;57(2):262-71.
16. Barry A, Cronin O, Ryan AM, Sweeney B, O'Toole O, O'Halloran KD, et al. Cycle ergometer training enhances plasma interleukin-10 in multiple sclerosis. *Neurol Sci*. 2019;40(9):1933-6.
17. Beavers KM, Brinkley TE, Nicklas BJ. Effect of exercise training on chronic inflammation. *Clin Chim Acta*. 2010;411(11-12):785-93.
18. Nicklas BJ, You T, Pahor M. Behavioural treatments for chronic systemic inflammation: effects of dietary weight loss and exercise training. *Cmaj*. 2005;172(9):1199-209.
19. Bernardi L, Sleight P, Bandinelli G, Cencetti S, Fattorini L, Wdowczyk-Szulc J, et al. Effect of rosary prayer and yoga mantras on autonomic cardiovascular rhythms: comparative study. *Bmj*. 2001;323(7327):1446-9.
20. Najafi P, Moghadasi M. The effect of yoga training on enhancement of Adrenocorticotrophic hormone (ACTH) and cortisol levels in female patients with multiple sclerosis. *Complementary therapies in clinical practice*. 2017;26:21-5.
21. Zahedi M. The effect of eight-weeks yoga training on serum levels of IL17-, Body fat percentage and muscle strength in women with multiple sclerosis. 2020.
22. Bakhshipour B, Ramezanzadeh S. Investigating the effect of mindfulness-based cognitive therapy (MBCT) on depression, quality of life, and anxiety in MS patients. *Studies in Medical Sciences*. 2016;27(5):352-64.
23. Alphonsus KB, Su Y, D'Arcy C. The effect of exercise, yoga and physiotherapy on the quality of life of people with multiple sclerosis: Systematic review and meta-analysis. *Complementary therapies in medicine*. 2019;43:188-95.
24. Kahraman T, Ozdogar AT, Yigit P, Hosgel I, Mehdiyev Z, Ertekin O, et al. Feasibility of a 6-month yoga program to improve the physical and psychosocial status of persons with multiple sclerosis and their family members. *Explore*. 2018;14(1):36-43.
25. Bower JE, Greendale G, Crosswell AD, Garet D, Sternlieb B, Ganz PA, et al. Yoga

- reduces inflammatory signaling in fatigued breast cancer survivors: a randomized controlled trial. *Psychoneuroendocrinology*. 2014;43:20-9.
26. Avandi SM, Zahedi M. The effects of eight weeks' yoga training on serum levels of IL-17 in women with multiple sclerosis. *Journal of Sport and Exercise Physiology*. 2019;12(2):81-92.
27. Page WF, Durtzke JF, Murphy FM, Norman Jr JE. Epidemiology of multiple sclerosis in US veterans: V. Ancestry and the risk of multiple sclerosis. *Annals of Neurology: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society*. 1993;33(6):632-9.
28. Feuerstein G, Payne L. *Yoga: Oniro*; 1998.
29. Attar Sayyah E, Hosseini Kakhk SA, Hamedinia M, Pirayesh B. Effect of 8-week combined training on muscle strength, balance and functional capacity of multiple sclerosis patients. *J Neyshabur Univ Med Sci*. 2016;3(4):27-36.
30. Ross A, Thomas S. The health benefits of yoga and exercise: a review of comparison studies. *The journal of alternative and complementary medicine*. 2010;16(1):3-12.
31. Eftekhari E, Etemadifar M. Interleukin-10 and brain-derived neurotrophic factor responses to the Mat Pilates training in women with multiple sclerosis. *Scientia Medica*. 2018;28(4):7.
32. Kjølhede T, Dalgas U, Gade AB, Bjerre M, Stenager E, Petersen T, et al. Acute and chronic cytokine responses to resistance exercise and training in people with multiple sclerosis. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2016;26(7):824-34.
33. Barbado D, Gómez Illán R, Moreno Navarro P, Mendoza Laiz N, Reina Vaillo R, Sempere AP. Does exercise have a neuroprotective function in multiple sclerosis? A brief overview of the physical training potential effects on cytokines and brain-derived neurotrophic factor. 2018.
34. Castellano V, McCoy SC, White LJ. Cytokine levels after eight weeks of progressive resistance training in multiple sclerosis patients. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2004;36(5):S150.
35. Berkowitz S, Achiron A, Gurevich M, Sonis P, Kalron A. Acute effects of aerobic intensities on the cytokine response in women with mild multiple sclerosis. *Multiple sclerosis and related disorders*. 2019;31:82-6.
36. Majdinasab N, Motl RW, Mokhtarzade M, Zimmer P, Ranjbar R, Keytsman C, et al. Acute responses of cytokines and adipokines to aerobic exercise in relapsing vs. remitting women with multiple sclerosis. *Complementary therapies in clinical practice*. 2018;31:295-301.
37. Castellano V, Patel DI, White LJ. Cytokine responses to acute and chronic exercise in multiple sclerosis. *Journal of Applied Physiology*. 2008;104(6):1697-702.
38. Faramarzi M, Banitalebi E, Raisi Z, Samieyan M, Saberi Z, Ghahfarrokhi MM, et al. Effect of combined exercise training on pentraxins and pro-inflammatory cytokines in people with multiple sclerosis as a function of disability status. *Cytokine*. 2020;134:155196.
39. Tadayon Zadeh F, Amini H, Habibi S, Shahedi V, Isanejad A, Akbarpour M. The effects of 8-week combined exercise training

- on inflammatory markers in women with multiple sclerosis. *Neurodegenerative Diseases*. 2021;20(5-6):212-6.
40. Devasahayam AJ, Kelly LP, Williams JB, Moore CS, Ploughman M. Fitness shifts the balance of BDNF and IL-6 from inflammation to repair among people with progressive multiple sclerosis. *Biomolecules*. 2021;11(4):504.
41. Barry A, Cronin O, Ryan AM, Sweeney B, O'Toole O, O'Halloran KD, et al. Cycle ergometer training enhances plasma interleukin-10 in multiple sclerosis. *Neurological Sciences*. 2019;40:1933-6.
42. Pullen PR, Nagamia SH, Mehta PK, Thompson WR, Benardot D, Hammoud R, et al. Effects of yoga on inflammation and exercise capacity in patients with chronic heart failure. *Journal of cardiac failure*. 2008;14(5):407-13.
43. Ruiz F, Vigne S, Pot C. Resolution of inflammation during multiple sclerosis. *Semin Immunopathol*. 2019;41(6):711-26.
44. Heesen C, Gold SM, Hartmann S, Mladek M, Reer R, Braumann K-M, et al. Endocrine and cytokine responses to standardized physical stress in multiple sclerosis. *Brain, behavior, and immunity*. 2003;17(6):473-81.
45. White LJ, Castellano V, Mc Coy SC. Cytokine responses to resistance training in people with multiple sclerosis. *Journal of sports sciences*. 2006;24(8):911-4.
46. Ready A, Fitzpatrick D, Boreskie S, Hrycaiko D. The response of obese females to low impact exercise and diet counselling. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 1991;31(4):587-95.
47. Halsey L. Energy compensation, adiposity and aging in humans. *Current Biology*. 2021.