Journal of Sport and Exercise Physiology

2024, 17(3), ?-?

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 and interleukin 10 and body composition in women with multiple sclerosis.

Materials and Methods: In this semi-experimental study, the number of 20 women with multiple sclerosis referred to the medical centers of Semnan city (mean age 36.75±6.10 years and body mass index 26.88±6.02 kg/m2) and with EDSS index >3.5 were selected and randomly divided into two groups: yoga training (n=10) and control (n=10). The experimental group trained yoga for eight weeks and three sessions per week (24 sessions) in an indoor hall with a temperature of 25-26 degrees Celsius. The number of movements in the training session was 15 movements in two 10-second shifts, and every two weeks, 5 seconds were added for each training movement and a new movement was added to the training protocol according to the principle of overload, which reached 18 movements and 15 seconds at the end of eight weeks. During these eight weeks, the control group had no regular physical activity and only engaged in daily activities. In order to control the training pressure, the RPE scale was used based on the Borg scale. Statistical analysis of the data was done through analysis of variance with repeated measurements and independent t-test and dependent t-test at a significance level of $p \leq 0.05$.

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 ($P \geq 0.05$).

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 the treatment of multiple sclerosis patients.

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):?-?.

نسخه پذیرش

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

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

Received: 22/04/2024 Revised: 18/07/2024 Accepted: 21/07/2024

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/).

نسخه پیش انتشار

نشریه فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی

۱۴۰۳، دوره ۱۷، شماره ۳، صفحه های ؟-؟

مقاله پژوهشی

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، محسن آوندی*، روح‌الله حق‌شناس، حسین پورحبیبی

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

نسخه پیش انتشار

چکیده

زمینه و هدف: مولتیپل اسکلروزیس شایع‌ترین بیماری دمیلینه کننده التهابی خودایمنی سیستم عصبی مرکزی است که بر آکسون های میلین دار سیستم عصبی مرکزی تأثیر می‌گذارد و باعث زوال عصبی می‌شود. میزان شیوع این بیماری در زنان ۳ برابر مردان گزارش شده است. در سال‌های اخیر، تعداد بیشتری از افراد مبتلا به این بیماری به دنبال روش‌های درمانی جایگزین دارو برای مدیریت علائم بیماری، ازجمله درمان‌های ذهن و بدن مانند یوگا، مدیتیشن، تنفس و تکنیک‌های تمدد اعصاب بوده‌اند. پژوهش حاضر باهدف 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 مطالعه نیمه تجربی، تعداد ۲۰ نفر از زنان مبتلا به بیماری مولتیپل اسکلروزیس مراجعه کننده به مراکز درمانی شهرستان سمنان (میانگین سن ۶/۱۰±۳۶/۷۵ سال و شاخص توده بدنی ۶/۰۲±۲۶/۸۸ کیلوگرم بر مترمربع) و با شاخص ۳/۵ >EDSS انتخاب و به‌طور تصادفی به دو گروه تمرین یوگا (n=۱۰) و کنترل (n=۱۰) 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 ۱۰ ثانیه‌ای بود و هر دو هفته ۵ ثانیه به مدت هر حرکت تمرینی و یک حرکت جدید طبق اصل اضافه‌بار به پروتکل تمرین اضافه گردید که در انتهای هشت هفته به ۱۸ حرکت و ۱۵ ثانیه رسید. به منظور کنترل فشار تمرین از مقیاس RPE و بر اساس مقیاس بورگ استفاده شد. گروه کنترل در طی این هشت هفته، فعالیت بدنی منظمی نداشته و فقط به فعالیت‌های روزمره پرداختند. تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها از طریق آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تی مستقل و تی وابسته در سطح معناداری p≤۰/۰۵ انجام گرفت.

نتایج: یافته های 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=۰/۰۰۱)؛ اما تفاوت معناداری در ترکیب بدن زنان مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس پس از هشت هفته یوگا در مقایسه با گروه کنترل مشاهده نشد (P≥۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: در نهایت، نتایج این پژوهش نشان داد که هشت هفته تمرین یوگا می‌تواند با کاهش سایتوکاین های التهابی، از قبیل فاکتور نکروز توموری آلفا و اینترلوکین ۶ به عنوان یک راه کار درمانی مکمل در کنار درمان‌های دارویی برای بیماران مولتیپل اسکلروزیس استفاده گردد.

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

نحوهٔ استناد به این مقاله: مداح ا، 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. نشریهٔ فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی.۱۴۰۳؛۱۷(۳):؟-؟.

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

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۰۳ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۴/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۳۱

نسخه پیش انتشار

مقدمه

مولتیپل اسکلروزیس[1](1) یک بیماری خود ایمنی مزمن و ناتوان‌کننده است که سیستم عصبی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و با ایجاد التهاب و از بین بردن میلین منجر به تخریب عصبی می‌شود (۲). میزان شیوع این بیماری در زنان ۳ برابر مردان گزارش شده است (۳). این بیماری حضور ناهمگونی دارد کـــه می تواند شـامل اختلالات حسی و بصری، اختلالات حرکتی، خستگی، درد و نقایـص شناختی باشد (۴). علت دقیق بیماری MS هنوز به‌طور کامل مشخص نیست اما مطمئناً یک بیماری چندعاملی است که برخی عوامل محیطی و ژنتیکی در ایجاد آن مؤثرند (۵). مطالعات انجام‌شده بر روی خون، مایع مغزی- نخاعی[2]و بافت مغزی بیماران مبتلا به MS نشان‌دهنده نقش سلول‌های ایمنی و همچنین نقش ایمنی هومورال و سلولی در پاتوژنز MS است که باعث بر هم خوردن هموستاز ایمنی و پاسخ ایمنی کنترل نشده در برابر اجزاء ساختاری CNS می‌شود (۶). علائم پاتولوژیک بیماری عبارت‌اند از شکست سد خونی مغزی[3](BBB)، از دست دادن الیگودندروسیت، از دست دادن میلین[4]و تخریب آکسونی[5]است (۷).

التهاب، تخریب عصبی و دمیلیناسیون را افزایش می دهد که با تشکیل پلاک در ماده سفید شروع و به تجمع ماکروفاژها و سلول های T در گردش خون محیطی ختم می شود. سیتوکین ها پروتئین هایی هستند که از جریان خون، مایع مغزی نخاعی یا هر دو آزاد می شوند و بلوغ و عملکرد سلول های ایمنی را تعدیل می کنند (۸). فعال شدن میکروگلیا یکی از رویدادهای اولیه در ایجاد ضایعات MS 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 کنند (۹). در بیماری MS ترشح عوامل پیش التهابی افزایش و ترشح سایتوکین های ضد التهابی کاهش می یابد که ممکن است منجر به تشدید دمیلیناسیون شود (۱۰).

ترشح بیش از حد سایتوکاین‌های پیش التهابی در بیماران MS منجر به عدم تعادل سطوح سرمی فاکتور نکروز تومور[6](TNF-α)، اینترفرون-گاما[7](IFN-γ)، اینترلوکین 1-(2)، IL-2، IL-12، IL-15، IL-6 و همین‌طور سایتوکاین‌های ضدالتهابی ازجمله IL-4، IL-5، IL-10 و IL-13 می‌شود (۱۱). به عبارت دیگر، افزایش ترشح سایتوکاین‌های پیش التهابی و کاهش ترشح سایتوکاین‌های ضدالتهابی در این بیماری می‌تواند منجر به تشدید دمیلیناسیون و نشانه‌های بیماری شود (۱۱). از زمان شناخت بیماری MS تاکنون، فعالیت‌های مختلف ورزشی با هدف پیشگیری و کنترل آن مورد بررسی قرار گرفته است که ازجمله می‌توان به تمرینات هوازی، مقاومتی و یوگا اشاره کرد (۱۲-۱۴). مختار زاده و همکاران (۲۰۱۷)، گزارش کردند که هشت هفته تمرین هوازی باعث کاهش TNF-α و افزایش IL-10 در بیماران MS می شود (۱۵). باری و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه ای نشان دادند که هشت هفته تمرین رکاب زدن باعث کاهش IL-6 و افزایش IL-10 در بیماران مبتلا به MS شده است (۱۶). با توجه به تحقیقات موجود به نظر می رسد سطوح شاخص های التهابی در بیماران مبتلا به MS افزایش می یابد.

در حالی که مکانیسم های دقیقی که فعالیت بدنی ممکن است التهاب را کاهش دهد به طور کامل شناخته نشده است، برخی داده ها به عواملی اشاره می کنند که ممکن است در اثر انقباض های عضلانی مکرر که منجر به بهبود وضعیت التهابی در طول زمان می شود، نقش داشته باشند. این عوامل عبارتند از: ۱) تغییر در فنوتیپ مونوسیت، به ویژه کاهش تولید سلول های ایمنی واسطه های التهابی، با تمرین ورزشی، ۲) سازگاری عملکرد ایمنی که به صورت موضعی در ماهیچه های اسکلتی تمرین شده رخ می دهد، و ۳) سازگاری های ناشی از ورزش در تولید درون سلولی گونه های اکسیژن واکنشی[8](ROS) (۱۷). همچنین ارتباط معکوس بین فعالیت

---

1. Multiple sclerosis
2. CSF
3. blood brain barrier
4. Demyelination
5. Axonal degeneration
6. Tumor necrosis factor
7. Interferon-gamma
8. Reactive oxygen species

بدنی و التهاب احتمالاً تا حد زیادی به تأثیر فعالیت بدنی بر چاقی و بافت چربی نیز مربوط می شود. مقدار توده چربی بدون شک یکی از مهم ترین عوامل ایجاد کننده بیومارکرهای التهابی در گردش است (۱۸).

استرس های روانی و جسمانی باعث فعال شدن مسیرهای ایمنی و غدد درون ریز می شود که می تواند تولید سیتوکین های پیش التهابی را افزایش دهد. فواید بالقوه یوگا برای سلامت ذهنی و جسمی، از طریق کاهش تون سیستم عصبی سمپاتیک و افزایش فعالیت واگ رخ می دهد که هر دو می‌تواند پیامدهای غدد درون ریز و ایمنی مطلوبی از جمله کاهش التهاب به همراه داشته باشند (۱۹). نجفی و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که هشت هفته تمرین یوگا باعث کاهش سطوح هورمون ACTH و کورتیزول در زنان مبتلا به MS می شود (۲۰).

یوگا با تمرکز بر تنفس، حرکت و کشش، می‌تواند موجب سلامت روان، خودکارآمدی و بهبود کیفیت زندگی بیماران مبتلا به MS 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 گرفته می‌شود (۲۲). آلفانسوس و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای مروری گزارش کردند که تمرین یوگا می‌تواند کیفیت زندگی بیماران مبتلا به MS را افزایش دهد (۲۳). در مطالعه‌ای دیگر کاهرامان و همکاران (۲۰۱۷) اثر تمرین یوگا را بر شاخص‌های جسمانی بیماران MS بررسی و نشان دادند که شش ماه تمرین یوگا می‌تواند به بهبود شاخص‌های جسمانی ازجمله سرعت راه رفتن، کاهش خستگی عضلانی و بهبود کیفیت زندگی منجر شود (۲۴). بوور و همکاران (۲۰۱۴) کاهش معناداری در میزان TNF-α و عدم تغییر در سطوح IL-6 در بیماران مبتلا به سرطان بعد از تمرین یوگا را مشاهده کردند (۲۵). همچنین در مطالعه ای (۲۰۱۹) اثر کاهشی هشت هفته تمرین یوگا بر نشانگر پیش التهابی IL-17 گزارش شده است (۲۶). ترشح IL-6 از ماهیچه ها در طول تمرین تا ۱۰۰ برابر افزایش می یابد و تولید آن منجر به افزایش سیتوکین های ضد التهابی سیستمیک (آنتاگونیست گیرنده IL-1 و IL-10) می شود اما تولید TNFα و IL-1β را کاهش می دهد (۱۷). لذا ارزیابی شاخص های ضد التهابی به منظور بررسی اثر تمرین و فعالیت بدنی بر التهاب ضروری به نظر می رسد.

سال‌های زیادی، انجام ورزش برای بیماران مبتلا به MS توصیه نمی‌شد؛ به این دلیل که بعضی از بیماران در طی ورزش علائمی مثل افزایش دمای بدن را گزارش می‌کردند اما امروزه ورزش به‌عنوان بخش مهمی از درمان MS پذیرفته شده است (۲۷). ازآنجایی‌که هدف نهایی یوگای سنتی متحد کردن ذهن، بدن و روح توصیف شده است، 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 منجر به کاهش قدرت و آتروفی عضلانی در بیماران مبتلا به MS 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 MS 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 مطالعات بیشتر در این زمینه ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین محقق بر آن شد که به بررسی تأثیر هشت هفته تمرین یوگا را بر سطوح سرمی IL-6، IL-10، TNF-α و ترکیب بدن در زنان مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس بپردازد.

روش پژوهش

نمونه های پژوهش: پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی دوگروهی و کاربردی است. جامعه آماری این پژوهش زنان مبتلا به MS شهرستان سمنان با میانگین سن ۶/۱۰±۳۶/۷۵ سال، وزن ۱۵/۲۶±۶۸/۳ کیلوگرم، قد ۵/۱۴±۱۵۹/۵۴ سانتیمتر و شاخص توده بدنی ۶/۰۲±۲۶/۸۸ کیلوگرم بر مترمربع بودند که به دلیل شرایط خاص آزمودنی‌ها، نمونه‌گیری به‌صورت نمونه در دسترس از بین بیماران مبتلا مراجعه کننده به مراکز درمانی شهر سمنان که از داروهای MS (داروی خوراکی Gilenya طبق تجویز پزشک) استفاده می‌کردند انجام شد. آزمودنی‌های این پژوهش ۲۰ نفر از بیماران مبتلا به MS بودند که به‌صورت تصادفی در ۲ گروه شامل گروه کنترل (n=۱۰) و گروه تمرین یوگا (n=۱۰) قرار گرفتند. لازم به ذکر است از ۲۰ نفری که وارد مطالعه شدند، ۱۶ نفر مطالعه را تکمیل کردند. معیارهای ورود آزمودنی‌ها به تحقیق شامل مبتلا بودن به بیماری MS (بیماری MS توسط پزشک با معیار ۳/۵ >EDSS)، عدم فعالیت بدنی منظم طی سه ماه گذشته، نداشتن بیماری های 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 ۵ ثانیه به مدت کشش حرکات آن‌ها و یک حرکت جدید طبق اصل اضافه‌بار اضافه شد که در انتهای هشت هفته به ۱۵ ثانیه رسید. فواصل استراحت بین هر کشش به‌صورت غیرفعال بوده و نسبت آن به زمان تمرین ۱:۲ بود. به منظور کنترل فشار تمرین از مقیاس RPE[1] و بر اساس مقیاس بورگ استفاده شد. در ضمن در ابتدای هر جلسه آزمودنی‌ها به مدت ۱۰ دقیقه به حرکات کششی و حرکات پاوانا موکتاسانا جهت گرم کردن پرداختند و در انتها نیز ۱۰ دقیقه حرکات شاواسانا (در وضعیت خوابیدن) که جهت وانهادگی و ریلکسی است انجام گرفت.

آزمودنی¬ها 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[2] جهت گرم کردن مفاصل گردن، کمربند شانه¬ای، آرنج¬ها، مچ دست¬ها، تنه، ران¬ها، زانوها و مچ پاها

۲. سی دقیقه حرکات اصلی شامل اجرای آساناها

۳. ده دقیقه حرکات پرایاناما[3] با هدف تمرکز بر تنفس در حالت مراقبه (سیدآسانا) و درنهایت شاواسانا با هدف آرامش ذهن (وانهادگی و ریلکس) لازم به ذکر است پاوانا موکتاسانا که برای گرم کردن استفاده شد، شامل ۱۰ حرکت منتخب بوده که هرکدام با سه تا پنج تکرار انجام گرفت. همچنین آساناهای اصلی شامل حرکات ذیل می¬باشند که هرکدام با دو تکرار به مدت هشت تا ۱۰ ثانیه و با فاصله استراحتی بین حرکات ۱۰ الی ۱۵ ثانیه انجام گرفت. حرکات تمرکز بر تنفس به‌صورت نشسته انجام شد که شامل تنفس کاپالابهاتی (تنفس شکمی برای جریان انرژی غده پانکراس)، تنفس¬های سینه¬ای و خنک‌کننده و غیره که هر تنفس سه بار تکرار شد. شاواسانا (حالت خوابیدن به حالت جسد) که جهت وانهادگی و ریلکسی انجام پذیرفت (شکل شماره ۱). گروه کنترل در طی این هشت هفته فعالیت بدنی منظمی نداشته و فقط به فعالیت¬های روزمره پرداختند (جدول ۱). لازم به ذکر است عواملی مانند شرایط روانی و حفظ انگیزه آزمودنی¬ها، عدم کنترل کامل شرایط متابولیکی آزمودنی¬ها قبل از آزمون، تغذیه آزمودنی ها، عدم کنترل بر فعالیت¬های خارج از ساعت آزمون و مصرف برخی داروها توسط آزمودنی‌ها توسط محقق قابل کنترل نبود.

پلانک کامل	مثلث پیچ	پاری پورنا ناوا سانا	لانگز	درخت

[1] . Rate of Perceived Exertion

[2] . Pavan Muktasana

[3] . Prayanama

هالاسانا	آدموکها شوان آسان	مریچی آسانا	داند آسانا	پاداهاست اسانا
اوپاویشتا کونا سانا	پوروت آسانا	قایق کامل	مار کبرا	پل

شکل۱. منتخب تمرینات یوگا (۲۱)

روش های آزمایشگاهی:آزمودنی‌ها قبل از انجام هرگونه تمرین و آزمون، فرم رضایت‌نامه و اطلاعات فردی را تکمیل کردند. در جلسه‌ای جداگانه قبل از شروع آزمون، اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریکی انجام شد. سپس آزمودنی‌ها با مراحل آزمون و نحوه انجام آزمون‌ها و مراحل خون‌گیری آشنا شدند.

از گروه ها قبل و پس از هشت هفته تمرین خونگیری در وضعیت نشسته به عمل آمد. نمونه خونی (۵ میلی لیتر) با استفاده از سرنگ، از سیاهرگ ساعد اخذ و در داخل لوله فاقد EDTA (ماده ضد انعقاد) تخلیه شد و نمونه¬ها تا زمان انتقال به آزمایشگاه در کنار یخ نگهداری شد و اجازه داده شد تا نمونه¬ها منعقد گردند. اولین نمونه خونی آزمودنی‌ها ۴۸ ساعت قبل از شروع پروتکل، رأس ساعت ۸ صبح و پس از حداقل ۱۲ ساعت ناشتایی به‌منظور ارزیابی سطوح سرمی IL-6، IL10، TNF-α از ورید بازویی گرفته شد. قبل از خون‌گیری اول، آزمودنی‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در آزمایشگاه استراحت کردند. مرحله دوم، خون‌گیری پس از هشت هفته برنامه تمرینی و به‌منظور از بین رفتن اثر حاد جلسه آخر، ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسهٔ تمرین از آزمودنی‌ها انجام شد. نمونه‌های خونی، بلافاصله به مدت ۴ دقیقه و با ۳۰۰۰ دور در دقیقه، سانتریفیوژ شده و سرم آن جدا گردید. سپس نمونه‌های سرمی تا زمان سنجش متغیرهای مورد بررسی، در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری و تا دو هفته بعد از فریز شدن مورد ارزیابی قرار گرفتند. 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 الایزا ارزیابی شد. برای اندازه‌گیری درصد چربی بدن، از روش بیوالکتریکال ایمپدانس و دستگاه تحلیلگر ترکیب بدن، مدل BOCAX۱ ساخت کشور کره جنوبی استفاده شد.

پیش آزمون
- اندازه گیری درصد چربی بدن و قدرت عضلانی
- نمونه خونی هر دو گروه در شرایط استراحتی و ۴۸ ساعت قبل از تمرین

گروه یوگا: هشت هفته برنامه تمرین یوگا، ۳ جلسه در هفته، ۵۰-۶۰ دقیقه
گروه کنترل: هشت هفته فعالیت روزمره

پس آزمون
- اندازه گیری درصد چربی بدن و قدرت عضلانی
- نمونه خونی هر دو گروه در شرایط استراحتی و ۴۸ ساعت بعد از تمرین

نسخه پیش انتشار

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

جدول ۱. طرح تحقیق

تحلیل آماری: به‌منظور توصیف داده‌ها، محاسبه‌ی میانگین و انحراف معیار از آمار توصیفی و برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌های هر متغیر از آزمون شاپیروویک استفاده شد. برای مقایسه بین گروهی و درون‌گروهی پرسشنامه‌ها از طریق آزمون‌های آمار استنباطی از قبیل تی وابسته، تی مستقل و همچنین، برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) استفاده گردید؛ و تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام گرفت.

نتایج

مشخصات توصیفی آزمودنی‌ها در جدول ۲ ارائه شده است. جهت تعیین طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون گلموگراف-اسمیرنف استفاده شد. میانگین و انحراف معیار تغییرات در سطوح IL-6، IL10، TNF-α 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 گروه تجربی و کنترل در پیش‌آزمون معنادار نبود ($P\geq ۰/۰۵$) اما در پس‌آزمون بین گروه کنترل و تجربی تفاوت معناداری مشاهده شد ($P=۰/۰۰۱$). نتایج آزمون t وابسته نشان داد که میزانTNF-α ، IL-6، IL-10 درگروه تجربی در پس‌آزمون، نسبت به پیش‌آزمون به میزان معنی‌داری کاهش یافته است ($P=۰/۰۰۱$) درصورتی‌که بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه کنترل تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ($P\geq ۰/۰۵$) (جدول ۳ نمودار ۱-۳). در میزان ترکیب بدن بین دو گروه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت معناداری مشاهده نشد ($P\geq ۰/۰۵$) اما میزان ترکیب بدن گروه تجربی در پس‌آزمون به‌طور معناداری کاهش یافت ($P=۰/۰۰۱$)(جدول ۳ نمودار ۴).

جدول ۲. ویژگی‌های توصیفی گروه‌ها

ویژگی‌های توصیفی	کنترل	تجربی	همه گروه‌ها
تعداد آزمودنی	N=۸	N=۸	N=۱۶
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-10و ترکیب بدن در گروه تجربی و کنترل، بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیر وابسته	گروه	موقعیت	میانگین	انحراف معیار	اختلاف میانگین	درجه آزادی	آزمون t	سطح معناداری
TNF-α	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	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

نسخه پیش انتشار

		پس‌آزمون	۱/۵۲	۰/۰۶			
IL-10	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	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≤۰/۰۵)

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 پژوهش نشان داد که هشت هفته تمرین یوگا باعث کاهش معنی‌دار سطوح سرمی TNF-α، IL-6، IL-10 می‌شود؛ اما هشت هفته تمرین یوگا، تغییر معناداری در ترکیب بدن بیماران MS ایجاد نکرد. MS یک بیماری خودایمنی التهابی در نظر گرفته می‌شود که علت اصلی آن پس از دهه‌ها ناشناخته مانده است. اکثر مطالعات افزایش ترشح سایتوکاین‌های پیش التهابی 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 مورد ارزیابی اثرات ورزش یوگا بر نشانگرهای التهابی در بیماران MS با معرفی ورزش به‌عنوان یک درمان مکمل برای اصلاح ترشح سایتوکاین و آدیپوکاین وجود دارد اگرچه اکثر کارآزمایی‌ها نوساناتی را در ترشح سایتوکاین‌ها نشان دادند، اما هیچ‌یک از آن‌ها نشان ندادند که ورزش باعث تشدید و پیشرفت بیماری در بیماران MS می‌شود (۱۰). TNF-α یکی از سایتوکاین‌های مهم پیش التهابی است که سطح آن در مایع مغزی-نخاعی و خون بیماران MS بالاتر از افراد سالم است. در همین حال پس از ورزش با افزایش کورتیزول و آدرنالین در پاسخ به فعالیت ورزشی، فاکتورهای التهابی ازجمله TNF-α کاهش می‌یابد (۳۳).

نتایج مطالعه حاضر، با مطالعه‌ی باربادو و همکاران (۲۰۱۹) و کاستلانو و همکاران (۲۰۰۴) بر روی افراد مبتلا به MS که کاهش TNF-α را پس از ورزش گزارش کردند همسو بود (۳۳, ۳۴). هرچند مطالعاتی نیز عدم‌تغییر 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 باعث افزایش التهاب شود که ممکن است فعالیت بیماری را در بیماران MS بدتر کند. در پژوهش حاضر، سطوح Il-6 متعاقب هشت هفته تمرین یوگا در زنان مبتلا به MS به‌طور معناداری کاهش یافته است. 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 MS را گزارش کرده‌اند (۳۸). همچنین مطالعه‌ی تدین زاده و همکاران (۲۰۲۱) که نشان دادند هشت هفته تمرینات ترکیبی، سطوح سرمی IL-6 را در بیماران مبتلا به MS به‌طور معناداری کاهش می‌دهد (۳۹). در مطالعه‌ی دیگری کاستلانو و همکاران به نتایج مشابهی پس از تمرینات حاد و مزمن دست یافته‌اند (۳۷). بااین‌حال، نتایج ما با برخی گزارش‌های قبلی ناسازگار است. چند مورد از این پژوهش‌ها، هیچ 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 ۸ هفته تمرینات چرخه ارگومتر (۴۱) ارزیابی کردند (۲۱). یوگا از طریق ایجاد تغییر در پیام رسانی دستگاه عصبی سمپاتیک، تأثیرات ضدالتهابی ایجاد کند (۴۲). استرس های روانی و جسمانی باعث فعال شدن مسیرهای ایمنی و غدد درون ریز می شود که می تواند

نسخه پیش انتشار

تولید سیتوکین های پیش التهابی را افزایش دهد. فواید بالقوه یوگا برای سلامت ذهنی و جسمی، از طریق کاهش تون سیستم عصبی سمپاتیک و افزایش فعالیت واگ رخ می دهد که هر دو می‌تواند پیامدهای غدد درون ریز و ایمنی مطلوبی از جمله کاهش التهاب به همراه داشته باشند (۱۹). نجفی و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که هشت هفته تمرین یوگا باعث کاهش سطوح هورمون ACTH و کورتیزول در زنان مبتلا به MS می شود (۲۰). افزایش سطح کورتیزول در پاسخ به استرس حاد در بیماران ام اس ممکن است با التهاب محیطی مرتبط باشد. که این موضوع نشانگر ارتباط بین محور HPA و سیستم ایمنی است (۴۳).

یکی دیگر از یافته‌های جالب مطالعه ما مربوط به IL-10 است. نتایج این پژوهش، کاهش معنادار IL-10 را پس از هشت هفته تمرین یوگا در بیماران مبتلا به MS نشان داد که با نتایج پژوهش وایت و همکاران (۲۰۰۶)، باری و همکاران (۲۰۱۹)، برکوویتز و همکاران (۲۰۱۹) و چندین مطالعه‌ی دیگر همسو است (۳۵, ۴۱, ۴۴, ۴۵). IL-10 یک سایتوکاین ضدالتهابی از نوع Th2 است که باعث بهبود بیماری و دوره‌های بهبودی در افراد مبتلا به MS 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. درواقع، می‌توان نتیجه گرفت که کاهشی که در IL-10 همراه با کاهش عوامل زنده پیش‌التهابی به دنبال دوره‌ای از تمرینات ورزشی در این بیماران رخ می‌دهد، متفاوت از کاهشی است که در اثر روند عود بیماری اتفاق می‌افتد. این موضوع احتمالاً به اثر ورزش روی تنظیم سایتوکاین‌ها در بیماران MS برمی‌گردد. هسن و همکاران (۲۰۰۳)، پژوهش خود را که تحت عنوان پاسخ اندوکرین‌ها و سایتوکاین‌ها به استرس ورزشی در افراد مبتلا به MS انجام دادند، کاهش معنادار IL-10 را بعد از هشت هفته تمرین هوازی با شدت ۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی و تواتر دو بار در هفته مشاهده کردند. در این مطالعه بیان شده است که وضعیت تمرینی طولانی‌مدت ممکن است اثر تعدیل‌کننده بر سیستم عصبی داشته باشد. بنابراین احتمالاً نوع تمرین و مدت‌زمان تمرینی تحقیق مناسب بوده که منجر به کاهش این شاخص شده است. وایت و همکاران (۲۰۰۶)، پاسخ سایتوکاین‌های بیماران MS را نسبت به تمرینات مقاومتی سنجید. در این پژوهش، ۱۰ بیمار زن مبتلا به MS به مدت ۱۲ هفته در برنامه ورزشی شرکت کردند. نتایج نشان داد که غلظت IL-10 در خود کاهش یافت. وی بیان کرد که تمرینات مقاومتی پیشرونده ممکن است بر غلظت سایتوکاین‌ها در افراد MS تأثیر بگذارد؛ که به وضعیت کلی بیمار هم بستگی دارد. همچنین با توجه به نقش بسیار پیچیده سایتوکاین‌ها در عملکرد سیستم ایمنی بیماران MS، تفسیر یافته‌های سایتوکاین بسیار مشکل می‌باشد (۴۵). پاسخ IL-10 هنوز بحث‌برانگیز است بنابراین توصیه می‌کنیم که این یافته‌ها را با احتیاط در نظر بگیریم.

پژوهش‌های قبلی، تأثیر مثبت تمرینات ورزشی را بر عملکرد فیزیولوژیکی، تناسب‌اندام و کیفیت زندگی بیماران تأیید کرده‌اند. بنا بر نتایج این پژوهش، هشت هفته تمرین یوگا، موجب بهبود نسبی ترکیب بدن بیماران شد، ولی این تغییر معنی‌دار نبود که این نتایج منطبق با یافته‌های ریدی (۱۹۹۱) است(۴۶)، درحالی‌که با نتایج پژوهش‌های راید و شفارد اختلاف دارد. دراین‌باره دلایل مختلفی برای اختلاف بین نتایج تحقیقات گوناگون با پژوهش حاضر می‌تواند ذکر کرد، در پژوهش ریدی و همکارانش بیان‌شده 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 روزانهٔ آزمودنی‌ها و وضعیت اولیهٔ آن‌ها قبل 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 دورهٔ تمرینات است که تمرینات گوران و همکاران ۱۷ هفته به طول انجامید (۴۷). طبق نظر فاکس و ماتیوس، هر چه توان هوازی پایین‌تر و درصد چربی بیشتر باشد، میزان کاهش درصد چربی و پیشرفت در توان هوازی بیشتر خواهد بود. پس به‌صورت کلی نتایج متفاوت مطالعات مختلف را می‌توان به تنوع در نمونه‌های موردمطالعه، سطح آمادگی بدنی آزمودنی‌ها، تکنیک‌های مختلف مورداستفاده برای تعیین کمیت سطوح ترشح‌شده واسطه‌های التهابی و یا پروتکل‌های تمرینی نسبت داد.

نسخه پیش انتشار

اگرچه در پژوهش حاضرکاهش درصد چربی بدن آزمودنی‌ها از نظر آماری معنادار نبود، که ممکن است ناشی از عواملی باشد که توسط محقق غیرقابل کنترل بود. از این موارد می توان عدم کنترل کامل شرایط متابولیکی آزمودنی¬ها قبل از آزمون، تغذیه آزمودنی ها (کنترل تغذیه توسط برگه ثبت مواد غذایی مصرفی)، عدم کنترل بر فعالیت¬های خارج از ساعت آزمون و مصرف برخی دارو ها توسط آزمودنی ها را نام برد. احتمالاً کاهش بافت چربی، می‌تواند یکی از عوامل مؤثر در کاهش میزان شاخص TNF-α، IL-6 باشد. در پژوهش‌های مختلف ثابت شده است که میزان سایتوکاین های التهابی در بیماران چاق، بیشتر است و سطوح این سایتوکین با بافت چربی رابطه مستقیم دارد (۱۸). همچنین تمرین یوگا ممکن است باعث کاهش سطوح هورمون ACTH و کورتیزول در زنان مبتلا به MS شود (۲۰). که این امر منجر به کاهش استرس حاد در بیماران ام اس شده 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-α، IL-6، IL-10 شود و متخصصان می‌توانند از این تمرین‌ها به‌عنوان یک درمان مکمل در کنار درمان‌های دارویی برای بیماران MS استفاده کنند. با این‌حال، سازوکارهای تأثیرگذاری یوگا، هنوز نیاز به انجام پژوهش‌های بیشتری دارد که پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی تاثیر پروتکل های تمرینی دیگر همراه با مکمل های گیاهی بر متغیرهای التهابی و ضد التهابی در بیماران MS موردمطالعه قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

از آزمودنی‌ها و عوامل اجرایی پژوهش حاضر به جهت همکاری صمیمانه، تشکر و قدرانی می‌گردد.

حمایت مالی

این پژوهش برگرفته از پایان‌نامه ارشد رشته علوم ورزشی، گرایش فیزیولوژی ورزشی است و با هزینه‌ی شخصی دانشجو و حمایت مالی دانشگاه سمنان به انجام رسیده است.

مشارکت نویسندگان

همه‌ی مؤلفان مجری و همکار، نسخه‌ی 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 biochemicals, physical, and psychological parameters of females with multiple sclerosis. Journal of clinical medicine. 2023;12(4):1585.

نسخه پیش انتشار

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 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.
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, TNFα, 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, TNFα, 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, Wdowczyc-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 Adrenocorticotropic 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, Chahfarrokhi 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.