

تاثیر تمرینات پیلاتس در خانه و زیر نور آفتاب بر عملکرد قلبی تنفسی و برخی عوامل آمادگی جسمانی در زنان مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس

فرانک بلاغی اینالو^۱، رویا عسکری^{۲*}، امیرحسین حقیقی^۳، کاوه کاشانی^۴، پاول فردمن^۵

۱- دانشجوی دکتری تخصصی فیزیولوژی ورزشی عصبی عضلانی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

۲- دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

۳- استاد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

۴- نورولوژیست، استان فارس، فسا، ایران

۵- استاد، نورولوژیست و مدیر علمی مرکز تحقیقات تجربی و بالینی (ECRC)، دانشکده پزشکی کاریته، برلین، آلمان

* نشانی نویسنده مسئول: سبزوار، توحید شهر، دانشکده علوم ورزشی

Email: r.askari@hsu.ac.ir

پذیرش: ۱۴۰۱/۵/۱۸

دریافت: ۱۴۰۱/۴/۱۹

چکیده

مقدمه و هدف: مولتیپل اسکلروزیس (ام اس) یک بیماری ناتوان کننده سیستم عصبی است که سبب ضعف عضلانی و اختلال در عملکرد جسمانی از جمله راه رفتن و تعادل می شود. هدف مطالعه حاضر مقایسه تمرین پیلاتس در خانه و زیر نور آفتاب بر میزان استقامت قلبی تنفسی، قدرت و استقامت عضلانی، تعادل، هماهنگی و ویتامین دی بیماران مولتیپل اسکلروزیس بود.

مواد و روش ها: از میان زنان مبتلا به ام اس تعداد ۴۴ نفر به صورت تصادفی انتخاب و به سه گروه تمرین در خانه، تمرین زیر نور آفتاب و کنترل تقسیم شدند. گروه های تمرینی ۸ هفته تمرین پیلاتس را بین ساعت ۸ تا ۱۰ صبح به صورت انفرادی (از طریق DVD) در خانه یا زیر نور آفتاب انجام دادند. استقامت قلبی تنفسی و استقامت عضلانی، قدرت بالاتنه و پایین تنه، تعادل، هماهنگی و سطح ویتامین دی بیماران پیش و پس از تمرینات اندازه گیری شد و داده ها با استفاده از روش آماری کوواریانس تحلیل شدند.

یافته ها: هشت هفته تمرین پیلاتس در خانه و زیر نور آفتاب باعث افزایش استقامت قلبی تنفسی و استقامت عضلانی، قدرت بالاتنه و پایین تنه، هماهنگی و سطح ویتامین دی و بهبود تعادل بیماران شد ($P < 0/05$). نتایج آزمون تعقیبی نشان داد که تمرین زیر نور آفتاب در مقایسه با تمرین در خانه باعث افزایش بیشتر در قدرت عضلانی بالاتنه و پایین تنه، تعادل و ویتامین دی بیماران شد. اما تغییرات در میزان استقامت قلبی تنفسی، استقامت عضلانی و هماهنگی بین دو گروه تمرینی از نظر آماری معنی دار نبود ($P > 0/05$).

بحث و نتیجه گیری: به طور کلی تمرین پیلاتس در خانه و زیر نور آفتاب باعث افزایش ظرفیت عملکردی زنان مبتلا به ام اس شده و جهت اثرگذاری بیشتر، تمرین زیر نور آفتاب به علت کاهش عوارض جسمانی بیماری توصیه می شود.

واژه های کلیدی: تمرین پیلاتس در خانه، تمرین زیر نور آفتاب، ویتامین دی، ظرفیت عملکردی، مولتیپل اسکلروزیس

مقدمه

مبتلایان به این بیماری را زنان تشکیل می دهند (۲). علت این بیماری ناشناخته است، اما مطالعات نشان داده اند که ژنتیک، عوامل ایمنونولوژیک و محیطی در بروز این بیماری نقش دارند (۳). بیشتر ناتوانی های مزمن در این بیماران ام اس به علت

مولتیپل اسکلروزیس (ام اس) یک بیماری خودایمنی و تخریب کننده میلین در سیستم عصبی مرکزی است که می تواند زمینه ساز ناتوانی های بدنی و شناختی بسیاری شود (۱). این بیماری معمولاً بین سنین ۲۰ تا ۴۰ سالگی بروز می کند و بیشتر

ضایعات متعدد یا پلاک‌هایی است که در سیستم عصبی مرکزی^۱ (CNS) ایجاد می‌شوند. این ضایعات باعث ایجاد اختلال عملکرد عصبی از طریق کاهش توده عضلانی، عملکرد راه‌رفتن، عملکرد شناختی، مهارت‌های حرکتی، عملکرد حسی، قدرت، ظرفیت هوازی و افزایش خستگی می‌شود (۴). مشخص شده است که ارتباط سه‌جانبه‌ای بین عرض جغرافیایی و قرار گرفتن در معرض نورخورشید، سطح ویتامین دی و شدت بیماری ام اس وجود دارد (۵). مطالعات متعددی در حیوانات و انسان نقش کمبود ویتامین D را بر جنبه‌های مختلف عملکرد سلول عضلانی نشان داده‌اند (۶). همچنین کمبود ویتامین دی با ویژگی بالینی میوپاتی مرتبط بوده است که ناشی از ضعف عضلانی بوده و با کاهش اندازه و قدرت عضله به ویژه در عضلات بزرگ بازکننده و خم‌کننده اندام تحتانی همراه می‌باشد. این عوارض باعث ایجاد مشکل در بلند شدن از روی صندلی بدون استفاده از بازوها، بالارفتن از پله و به‌طور کلی سبب اختلال در راه‌رفتن شده و اغلب به صورت «راه رفتن پنگوینی» انجام شده و منجر به افتادن‌های مکرر در افراد در معرض خطر می‌شود. علاوه بر تأثیر مستقیم ویتامین دی بر سلول‌های عضلانی، کمبود ویتامین دی باعث هایپریاتیروئیدیسم ثانویه می‌شود که سبب افزایش تخریب پروتئین‌های عضله شده و ممکن است عملکرد عضلانی را نیز مختل کرده و بر انقباض سلول‌های عضلانی تأثیر داشته باشد (۷). شواهد نشان می‌دهد که این اختلالات با تجویز مکمل ویتامین D بهتر شده است (۸).

عوامل موثر در عملکرد مستقل این بیماران شامل قدرت عضلانی مناسب پایین‌تنه، راه رفتن کارآمد و ایمن و عملکرد تعادلی خوب است. از این‌رو کاهش قدرت عضلانی و در پی آن عدم حفظ تعادل از عوارض زودرس دیمیلینه‌شدن و کاهش سرعت سیر اعصاب محیطی به شمار رفته (۹) و موجب عدم استفاده از سیستم‌های حرکتی بدن شده و یکی از اصلی‌ترین اختلالاتی است که فعالیت‌های روزمره بیماران را محدود می‌کند (۱۰). مطالعات کاهش کارایی عضلات چهار سر رانی از جمله کاهش نیروی ایزوکتیک، ایزوتونیک و ایزومتریک را در بیماران ام اس نشان داده است (۱۱). یکی از شاخص‌های عملکردی و سلامت افراد مبتلا به ام اس ظرفیت هوازی می‌باشد که با راه رفتن بهتر، سرعت

1. Central Nervous System (CNS)

پردازش بهتر، اختلالات قلبی عروقی و پیشگیری از تحلیل بافت مغز در این بیماران ارتباط دارد (۱۲). عدم فعالیت و بی‌حرکتی بیماران ام اس موجب اختلالات متابولیکی عضله و تغییر در ویژگی‌های آن از جمله تنش نامتعادل پل‌های عرضی عضله؛ اختلال در جریان عصبی و مرحله تنش کامل و خستگی زودرس بوده و از این طریق منجر به کاهش قدرت و استقامت عضلانی در بیماران ام اس شده است (۱۳). عملکرد سیستم تنفسی و قدرت عضلات تنفسی به طور مشخصی در بیماران ام اس ضعیف‌تر و مسافت راه رفتن در این بیماران کمتر از افراد سالم بوده است (۱۴). از این رو نتایج نشان داده است که آمادگی قلبی تنفسی بهتر این بیماران با یکپارچگی بهتر سیستم عصبی و حجم ماده خاکستری مغز، به جز تالاموس، همراه است (۱۵). لذا فعالیت ورزشی به عنوان مداخله‌ای ایمن جهت بهبود عملکرد و رفاه عمومی در افراد مبتلا به ام اس، توصیه شده است. گفته شده است که بهبود عملکرد عضلانی در اثر تمرینات ورزشی می‌تواند ناشی از هماهنگی عصبی عضلانی باشد (۱۶). نتایج باور و همکاران (۲۰۲۰) نشان داد که ارتباط ضعیفی بین فعالیت بدنی در معرض نورخورشید و سطح ویتامین دی در بیماران مبتلا به ام اس با مقیاس وضعیت ناتوانی گسترده^۲ (EDSS) کمتر از ۴ وجود داشته است (۱۷). از سوی دیگر در پژوهش میهالچک و همکاران (۲۰۲۰) مشخص شد که شش هفته قرارگیری در معرض آفتاب و مصرف مکمل ویتامین دی باعث بهبود عملکرد هوازی آزمودنی‌ها شد اما نور آفتاب بر عملکرد سرعتی آنان تأثیر چندانی نداشت (۱۸).

پيلاتس یک ورزش با شدت کم تا متوسط است که با استفاده از تجهیزات و فضای کم‌ذهن و عضلات عمقی تا محیطی را درگیر کرده و بر تثبیت عضلات مرکزی و توسعه انعطاف‌پذیری و کنترل تعادل پویا تمرکز دارد (۱۹). با توجه به میزان شیوع بیماری کووید-۱۹ و محدودیت‌های اجتماعی از جمله قرنطینه، علاقه مردم به انجام تمرینات، به ویژه تمرینات خانگی افزایش یافته است (۲۰). از این‌رو پيلاتس در خانه یک روش تمرینی ایمن جهت تأثیر بر علائم اصلی ام اس از جمله تعادل، سقوط‌ها و تحرک بوده و علائم اضطراب، افسردگی و بیماری‌های همزمانی که در کیفیت کلی زندگی و مشارکت در فعالیت‌های زندگی روزمره موثر است را کاهش می‌دهد (۲۰). نتایج پژوهشی (۲۰۱۸) نشان داد که ۱۲ هفته تمرین پيلاتس به

2. Expanded Disability Status Scale (EDSS)

با هدف بررسی اثر هشت هفته تمرین پیلاتس در منزل و زیر نور آفتاب بر عملکرد حرکتی بیماران ام اس در طی شیوع کووید-۱۹ انجام شده است.

روش‌شناسی

روش تحقیق حاضر نیمه تجربی از نوع کاربردی بود که به صورت طرح پیش آزمون-پس آزمون اجرا شد. جامعه آماری این مطالعه کلیه زنان مبتلا به ام اس شهرستان فسا بود. با استفاده از نرم‌افزار G.Power ۳/۱ و با توجه به آزمون آماری تحلیل کوواریانس و سطح معنی داری ۰/۰۵، توان آماری ۰/۸۵ و اندازه اثر ۰/۷۵، تعداد نمونه‌ها ۴۰ نفر محاسبه شد. با در نظر گرفتن ۱۰٪ احتمال ریزش نمونه‌ها در طی تحقیق، تعداد ۴۴ نفر به صورت داوطلبانه انتخاب شدند. ابتدا آزمودنی‌ها رضایت‌نامه شرکت در پژوهش و پرسشنامه اطلاعات شخصی و پزشکی را تکمیل کردند. براساس طرح تحقیق شرایط ورود به مطالعه شامل EDSS بین ۲ تا ۵، عدم استعمال دخانیات، عدم انجام فعالیت ورزشی منظم و حداقل دو سال سابقه ابتلا به بیماری ام اس، توانایی اجرای تمرینات ورزشی و عدم عود بیماری ام اس در ۱۲ هفته گذشته و معیارهای خروج از مطالعه شامل آسیب‌های عضلانی، عود بیماری، عدم شرکت منظم در پروتکل تمرینی، شرکت در برنامه تمرینی غیر از پروتکل تمرینی تحقیق، بارداری، تغییر در داروی مصرفی ویژه درمان ام اس یا درمان استروئیدی در ۱۲ هفته گذشته و عدم همکاری تا پایان فرایند تحقیق بود. پیش از شروع برنامه تمرینی، کلیه آزمودنی‌ها با روند کار، نحوه مشارکت در برنامه تمرینی، فواید و عوارض احتمالی آشنا شدند و سپس مشخصات تن‌سنجی آزمودنی‌ها (قد، وزن، شاخص توده بدنی (BMI)) اندازه‌گیری شد. سپس آزمودنی‌ها به روش تصادفی ساده به سه گروه تمرین پیلاتس در خانه (۱۵ نفر)، تمرین پیلاتس زیر نور آفتاب (۱۵ نفر) و کنترل (۱۴ نفر) تقسیم شدند. ۳ نفر از گروه‌های تمرینی و ۴ نفر از گروه کنترل به علت مشکلات شخصی، عود بیماری، بارداری و عدم تمایل به ادامه تمرینات از پژوهش حذف شدند.

برنامه تمرینی، سه بار در هفته به مدت هشت هفته، هر جلسه ۶۰ دقیقه (۱۰ دقیقه گرم کردن شامل ۷ حرکت، ۴۰ تا ۵۰ دقیقه بدنه اصلی تمرین شامل ۱۴ حرکت با استفاده از مت و ۵ دقیقه سرد کردن شامل ۹ حرکت) انجام شد که شامل دو

عنوان یک ورزش مناسب جهت کمک به مدیریت بیماری ام اس از طریق افزایش مسافت راه‌رفتن و کاهش زمان آزمون برخاستن و رفتن، باعث بهبود توانایی عملکردی شده است (۲۱). همچنین در پژوهشی که در سال (۲۰۲۰) انجام شد مشخص شد که هشت هفته تمرین پیلاتس از طریق کاهش سطح اینترلوکین-۱۸، شدت خستگی و ناتوانی‌های جسمانی، باعث بهبود تعادل زنان مبتلا به ام اس شده است (۲۲). در پژوهش گانگر و همکاران (۲۰۲۲) مشخص شد که هشت هفته پیلاتس در خانه موجب بهبود قدرت (به‌خصوص قدرت اندام تحتانی)، کنترل وضعیت، ثبات مرکزی، ظرفیت جسمانی و خستگی بیماران ام اس شده است (۲۳).

در زمینه قدرت و استقامت عضلانی بیماران ام اس مطالعات بسیار اندکی صورت گرفته است. گفته شده است که دوازده هفته تمرینات مقاومتی موجب افزایش معنی‌دار قدرت پویا و ایزومتریک عضلات تحتانی و عدم تفاوت معنی‌دار در استقامت عضلانی بیماران ام اس شده است (۲۴). همچنین در مطالعه‌ای پیشرفت‌های اندک در فعالیت بدنی و عملکرد جسمانی افراد مبتلا به ام اس بعد از شش ماه تمرینات قدرتی، تعادلی و انعطاف‌پذیری با استفاده از DVD (۳) و در تحقیقی دیگر بهبود عملکرد جسمانی از جمله استقامت در راه رفتن، سرعت و تعادل بعد از تمرین مشاهده کردند و گزارش شده است که بین نتایج گروه تمرین در خانه و تمرین نظارت‌شده تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (۲۵). بنابراین با توجه به متفاوت بودن نتایج و همچنین محدود بودن تحقیقات در زمینه تمرین پیلاتس در خانه، نیاز به اجرای تحقیقات بیشتر در این زمینه احساس می‌شود.

لذا با توجه به افزایش تعداد بیماران زن، گران بودن هزینه‌های درمان دارویی این بیماران و همچنین تاثیرات منفی این بیماری بر عملکرد کلی آنان و با در نظر گرفتن نقش ویتامین دی در سرعت پیشرفت بیماری، و همچنین با توجه به خطر شیوع کووید-۱۹ در زمان انجام فعالیت ورزشی در اماکن ورزشی خارج از منزل و باشگاه‌ها، انتخاب و انجام یک فعالیت ورزشی بهینه و محیط تمرینی مناسب جهت کاهش عوارض و سرعت پیشرفت بیماری بیش از پیش نمایان می‌شود. با توجه به اینکه در زمینه اثر همزمان تمرین پیلاتس در خانه و نقش محیط تمرینی به خصوص نور آفتاب بر ظرفیت عملکردی بیماران مبتلا به ام اس مطالعه‌ای مشاهده نشد، لذا این مطالعه

بخش تمرین پیلاتس در خانه و تمرین پیلاتس در محیط باز بود که منظور از محیط باز تمرین در فضای آزاد و زیر نور خورشید (حیاط منزل) و منظور از تمرین در فضای خانه، تمرین در فضای سرپوشیده و داخل منزل (به دور از تابش مستقیم نور آفتاب) بود. برای اجرای تمرین زیر نور آفتاب و خانه، آزمودنی‌ها بین ساعت هشت تا ده صبح با حداقل پوشش به اجرای برنامه‌ی تمرینی پرداختند و گروه تمرین در فضای باز، فقط بدنه اصلی تمرین را زیر نور مستقیم خورشید انجام دادند و بقیه موارد در سایه انجام شد (جهت کنترل دما و پیشگیری از احتمال بروز حمله به خاطر بالا رفتن دمای بدن بیماران). برنامه تمرینی به صورت DVD در اختیار گروه‌های تمرینی قرار داده شد و به صورت انفرادی در منزل خود به فعالیت پرداختند. این DVD شامل چهار بخش توضیحات در مورد نحوه‌ی انجام کار و کنترل شدت تمرین (تکرار، ست، استراحت، شاخص درک فشار بزرگ (RPE) و ضربان قلب)، بخش گرم کردن، بدنه‌ی اصلی تمرین و سرد کردن بود. آزمودنی‌ها بعد از هر جلسه تمرینی شدت تمرین (ضربان قلب و RPE)، وضعیت جسمانی حین تمرین، تعداد تکرار حرکات و مدت زمان تمرینی را در دفترچه یادداشتی که از ابتدای جلسات تمرینی در اختیارشان قرار داده شده بود ثبت می‌کردند. همچنین پژوهشگر به صورت هفتگی با آزمودنی‌ها از طریق تماس تلفنی در ارتباط بود و تمامی مشخصات تمرینی و احتمال بروز عارضه جانبی یا عود حین تمرین را به صورت دقیق بررسی و یادداشت می‌نمود.

شدت تمرینات از طریق افزایش تعداد تکرار حرکات، RPE و ضربان قلب طی هفته‌های تمرینی کنترل شد به طوری که براساس پایلوت صورت گرفته در پیش آزمون و مطابق شرایط جسمانی آزمودنی‌ها، تعداد تکرار حرکات در دو هفته اول ۴ تکرار از هر حرکت پیلاتس انجام شد و سپس هر دو هفته یکبار ۲ تکرار به تعداد حرکات اضافه می‌شد و در نهایت در هفته هشتم به ۱۰ تکرار رسید. همچنین حداکثر ضربان قلب آزمودنی‌ها از طریق فرمول (سن - ۲۲۰ = حداکثر ضربان قلب (HRmax)) محاسبه و تمرینات براساس درصدی از آن انجام شد به طوری که در هفته اول تمرینات با شدت ۵۰ تا ۵۵٪ از حداکثر ضربان قلب و در هفته آخر با ۶۵ تا ۷۰٪ انجام شد. علاوه بر این RPE در بدنه اصلی تمرینی در سه هفته اول ۱۰ در نظر گرفته شد و در هفته

آخر به ۱۲ رسید. جهت کنترل شدت تمرین به هر آزمودنی گفته شد که قبل از رسیدن به مرحله دشوار (از نظر RPE) حرکت خود را متوقف کنند. همچنین جهت کنترل وضعیت تغذیه و جلوگیری از تأثیرگذاری آن بر شرایط جسمانی و بالینی آزمودنی‌ها، میانگین مواد غذایی دریافتی آزمودنی‌ها از طریق پرسشنامه یادآمد غذایی ۲۴ ساعته خوراک، طی سه روز غیر متوالی (در دو روز کاری و یک روز تعطیل هفته) در دو نوبت (هفته اول و هفته هشتم) ثبت شد. بعد از جمع‌آوری اطلاعات پیش آزمون، از گروه کنترل خواسته شد که به روند عادی و طبیعی زندگی خود ادامه دهند. پروتکل تحقیق مطابق با اصول استاندارد تهیه شده و برگرفته از تحقیق فلمینگ و همکاران (۲۰۲۰) بود (۲۶).

جهت ارزیابی استقامت عضلات مرکزی در بیماران ام اس، از آزمون پلانک استفاده شد. در این آزمون، ابتدا آزمودنی در حالت خنثی (هم‌راستا بودن بالاتنه، ران‌ها و پاها) در وضعیت دمر قرار داشت و می‌بایست بدن را به وسیله بازوها و انگشتان پا حمایت کند. مدت زمانی که آزمودنی بدن را حفظ کرده تا از حالت خنثی خارج نشود، با زمان سنج ثبت شد (۲۱). به منظور بررسی تعادل، توانایی راه رفتن و به خطراتادن بیماران از آزمون برخاستن و رفتن (TUG) استفاده شد. در این آزمون، زمان صرف شده برای اینکه فرد از روی یک صندلی دسته دار معمولی (درحالی که به پشتی صندلی تکیه داده‌است) برخاسته و یک مسافت سه متری را طی کند، دور بزند و دوباره روی صندلی نشسته و تکیه دهد به وسیله زمان سنج ثبت شد (۲۱). علاوه بر این جهت ارزیابی استقامت قلبی تنفسی از آزمون ۶ دقیقه راه رفتن استفاده شد. آزمودنی می‌بایست به مدت ۶ دقیقه، دور مستطیلی به طول ۱۸ متر و عرض ۱ متر را به صورت پیاده‌روی تند دور زده و تا اتمام زمان آزمون به پیاده‌روی خود ادامه دهد. سپس فاصله طی شده به متر اندازه‌گیری و به عنوان عملکرد استقامت هوای آزمودنی ثبت شد (۲۱).

- (قد به سانتی متر $\times 2/1$) = پیش‌بینی مسافت برای زنان

۶۶۷ متر + (سن $\times 5/78$) - (وزن به کیلوگرم $\times 2/29$)

جهت ارزیابی میزان هماهنگی عصبی عضلانی آزمودنی‌ها از آزمون‌های الگوی حرکت در امتداد دیوار و ترسیم الگوی هشت انگلیسی استفاده شد. در آزمون اول آزمودنی درحالی که بدون کفش رو به دیوار ایستاده و دست در ارتفاع شانه‌ها با دیوار تماس داشت، حرکت را با پای راست و دست چپ به

طور همزمان به سمت راست آغاز کرد. پای راست یک گام به راست و دست چپ به صورت ضربدری دست راست را قطع کرده و کنار آن قرار می‌گرفت. سپس پای چپ ضربدری از روی پای راست رد شده و همزمان دست راست در سمت راست دست چپ قرار می‌گرفت. هر زمان که اندام‌ها قادر به چرخش و ادامه اجرای حرکت نبودند، آزمون پایان می‌یافت (صفر برای عدم اجرا، ۱ برای اجرای ۱ گام، ۱۰ جهت اجرای کامل ۱۰ گام). در آزمون دوم، تعداد دفعاتی که آزمودنی توانست الگوی ۸ انگلیسی را به کمک یکی از پاهای خود بین دو مانع ترسیم کرده (به نحوی که در زمان انجام آزمون، پاها به موانع برخورد نکنند) ثبت شد (۲۷). به منظور اندازه‌گیری قدرت کلی عضلات پایین تنه، تعداد تکرار بلندشدن از روی صندلی (به طور کامل) و نشستن در مدت زمان سی‌ثانیه ثبت شد. تعداد دفعات نشستن به عنوان امتیاز کلی محسوب شد (۲۸). جهت ارزیابی قدرت بالاتنه از آزمون جلو بازو استفاده شد. در این آزمون ابتدا فرد می‌بایست در وضعیت صفر قرار گرفته (در وضعیت نشسته روی صندلی، وزنه ۲/۵ کیلوگرمی در دست برتر و آرنج چسبیده به بدن و کاملاً باز)، سپس آرنج را خم کرده، وزنه را بالا آورده و مجدد وزنه را به وضعیت صفر باز گرداند. آزمون تا مرز خستگی انجام و تعداد تعداد حرکات به عنوان نمره آزمون ثبت شد (۲۹).

نمونه‌های خونی ۴۸ ساعت قبل و بعد از آخرین جلسه تمرینی به میزان ۱۰ سی‌سی خون وریدی از سیاهرگ بازویی آزمودنی‌ها (بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی) گروه‌های تمرینی و کنترل گرفته شد و بلافاصله با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شده و سرم خون جهت سنجش سطح ویتامین دی بیماران با استفاده از کیت شرکت پادگین گستر اینار ساخت ایران به روش الایزا جدا شد و تا زمان سنجش آن در دمای ۷۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

روش‌های آماری

از آمار توصیفی جهت محاسبه میانگین و انحراف معیار و به کمک آمار استنباطی جهت مقایسه بین گروهی از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد. همچنین برای مشخص شدن تفاوت بین گروه‌ها از آزمون تعقیبی بنفرونی استفاده شد. تمامی داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ آنالیز شدند که سطح معناداری برای تمام تحلیل‌های آماری $P \leq 0/05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج جدول ۱، مشخصات فردی آزمودنی‌ها از جمله سن، قد و وزن و توده بدنی آنها را نشان می‌دهد. نتایج آماری آزمون تحلیل کوواریانس در پیش و پس‌آزمون نشان می‌دهد در تمامی شاخص‌ها بین هر سه گروه تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P \leq 0/001$) (جدول ۲).

با توجه به میانگین تغییرات دو برنامه تمرینی براساس نتایج آزمون تعقیبی، برنامه تمرینی در هر دو محیط اثرگذاری تقریباً یکسانی در افزایش متغیر استقامت قلبی-تنفسی، استقامت عضلانی و هماهنگی عصبی-عضلانی زنان مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس داشتند. همچنین تمرین زیر نور آفتاب باعث افزایش بیشتر ویتامین دی (۷۸/۴۳ درصد)، قدرت بالاتنه (۱۰۰/۸۴ درصد)، قدرت پایین تنه (۵۵/۸۲ درصد) و بهبود بیشتر تعادل (۲۰/۴۵ درصد) نسبت به گروه تمرین در خانه (ویتامین دی ۱۷/۷۷ درصد، قدرت بالاتنه ۶۱/۱۳ درصد، قدرت پایین تنه ۳۴/۷۲ درصد، تعادل ۱۰/۴۴ درصد) و گروه کنترل شد ($P \leq 0/001$) (جدول ۳).

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار مشخصات فردی آزمودنی‌ها

شاخص	گروه‌ها	میانگین \pm انحراف معیار	
		قبل از ۸ هفته	بعد از ۸ هفته
سن (سال)	پیلاتس در محیط باز	۳۵/۱۶ \pm ۴/۴۴ *	-
	پیلاتس در خانه	۳۵/۷۵ \pm ۵/۱۵ *	-
	کنترل	۳۵/۵۰ \pm ۳/۶۲ *	-
وزن (کیلوگرم)	پیلاتس در محیط باز	۶۸/۴۱ \pm ۳/۷۷	۶۱/۹۵ \pm ۲/۱۹
	پیلاتس در خانه	۷۱/۴۱ \pm ۳/۵۲	۶۷/۰۰ \pm ۳/۵۴
	کنترل	۷۰/۶۰ \pm ۵/۷۱	۷۱/۱۰ \pm ۵/۷۰
قد (سانتی‌متر)	پیلاتس در محیط باز	۱۶۱/۷۵ \pm ۵/۵۹ *	-
	پیلاتس در خانه	۱۶۲/۷۵ \pm ۶/۱۲ *	-
	کنترل	۱۶۲/۰۰ \pm ۵/۰۵ *	-
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	پیلاتس در محیط باز	۲۶/۲۲ \pm ۲/۰۹	۲۳/۷۵ \pm ۱/۷۳
	پیلاتس در خانه	۲۷/۰۵ \pm ۲/۳۴	۲۵/۱۲ \pm ۲/۴۳
	کنترل	۲۶/۹۵ \pm ۲/۶۳	۲۷/۱۷ \pm ۲/۸۸
مقیاس ناتوانی جسمانی توسعه یافته (EDSS)	پیلاتس در محیط باز	۲/۹۱ \pm ۰/۲۸ *	۲/۶۶ \pm ۰/۱۸
	پیلاتس در خانه	۲/۸۳ \pm ۰/۲۹ *	۲/۷۵ \pm ۰/۳۰
	کنترل	۲/۹۰ \pm ۰/۳۷ *	۲/۹۰ \pm ۰/۳۴

‡ تفاوت معنی‌دار بین هر سه گروه تحقیق ($P < 0.05$)* همگنی واریانس‌ها در پیش‌آزمون ($P > 0.05$)

جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس ظرفیت عملکردی و ویتامین دی بیماران مبتلا به ام اس

F	شاخص	گروه‌ها	میانگین \pm انحراف معیار	
			قبل از هشت هفته	بعد از هشت هفته
۶/۲۹*	استقامت هوازی (متر)	پیلاتس زیر نور آفتاب	۵۲۲/۸۳ \pm ۹۴/۴۶	۵۸۲/۳۳ \pm ۹۲/۹۴
		پیلاتس در خانه	۵۰۰/۰ \pm ۸۴/۰۸	۵۴۶/۰ \pm ۶۴/۲۶
		کنترل	۴۶۸/۱۰ \pm ۴۴/۱۰	۴۶۲/۷۰ \pm ۳۶/۱۵
۲۷/۱۷*	استقامت عضلانی (تعداد)	پیلاتس زیر نور آفتاب	۲۱/۱۸ \pm ۴/۵۶	۴۵/۰ \pm ۸/۹۷
		پیلاتس در خانه	۲۳/۵۱ \pm ۶/۴۵	۴۵/۱۷ \pm ۸/۰
		کنترل	۲۲/۷۹ \pm ۶/۷۲	۲۳/۹۸ \pm ۶/۷۲
۲۶/۹۸*	تعادل (ثانیه)	پیلاتس زیر نور آفتاب	۹/۱۹ \pm ۰/۸۴	۷/۳۱ \pm ۰/۷۷
		پیلاتس در خانه	۸/۹۰ \pm ۰/۷۶	۷/۹۷ \pm ۰/۷۵
		کنترل	۸/۸۹ \pm ۰/۹۳	۹/۱۲ \pm ۰/۷۳

	۱۷/۰±۲/۱۳	۱۰/۹۱±۰/۹۹	پیلاتس زیر نور آفتاب	
۴۳/۲۳*	۱۳/۵۸±۲/۰۲	۱۰/۰۸±۲/۱۹	پیلاتس در خانه	قدرت پایین تنه (تعداد)
	۹/۶۰±۱/۲۶	۱۰/۵۰±۱/۵۸	کنترل	
	۲۱/۴۱±۳/۶۰	۱۰/۶۶±۳/۷۹	پیلاتس زیر نور آفتاب	قدرت بالاتنه (تعداد)
۴۶/۶۸*	۱۸/۶۶±۳/۵۲	۱۱/۵۸±۲/۶۰	پیلاتس در خانه	
	۱۰/۸۰±۲/۵۲	۱۰/۳۰±۳/۱۲	کنترل	
	۳۲/۷۶±۵/۱۳	۱۸/۳۶±۲/۸۷	پیلاتس زیر نور آفتاب	ویتامین D ng/ml
۲۸۱/۳۸*	۲۱/۳۱±۲/۳۲	۱۹/۴۴±۲/۴۰	پیلاتس در خانه	
	۱۹/۲۲±۳/۶۴	۱۸/۶۴±۳/۵۳	کنترل	
	۸/۱±۳۳/۴۳	۴/۲±۴۱/۰۶	پیلاتس زیر نور آفتاب	الگوی حرکت در امتداد دیوار
۳۳/۰۶*	۸/۱±۲۵/۴۸	۴/۱±۶۴/۹۲	پیلاتس در خانه	هماهنگی عصبی عضلانی (تعداد)
	۴/۲±۶۰/۱۷	۴/۲±۵۰/۱۷	کنترل	
	۱۲/۳±۳۳/۲۰	۸/۲±۱۶/۲۴	پیلاتس زیر نور آفتاب	ترسیم الگوی ۸ انگلیسی
۴۲/۸۰*	۱۱/۲±۸۳/۶۲	۷/۳±۸۳/۰۶	پیلاتس در خانه	
	۷/۱±۴۰/۷۱	۷/۱±۶۰/۸۳	کنترل	

* سطح معنی داری: $P < 0.05$

جدول ۳. نتایج آزمون تعقیبی ظرفیت عملکردی و سطح ویتامین دی بیماران مبتلا به ام اس

شاخص	گروه	گروه‌ها	اختلاف میانگین‌ها
استقامت قلبی تنفسی	پیلاتس زیر نور آفتاب	کنترل	۹۱/۵۰*
	پیلاتس در خانه	پیلاتس در خانه	۲۴/۵۹
	پیلاتس در خانه	کنترل	۶۶/۹۰*
استقامت عضلانی	پیلاتس زیر نور آفتاب	کنترل	۲۱/۷۸*
	پیلاتس در خانه	پیلاتس در خانه	۰/۹۴۴
	پیلاتس در خانه	کنترل	۲۰/۸۴*
تعادل	پیلاتس زیر نور آفتاب	کنترل	-۱/۹۷*
	پیلاتس در خانه	پیلاتس در خانه	-۰/۸۱*
	پیلاتس در خانه	کنترل	-۱/۱۶*
قدرت پایین تنه	پیلاتس زیر نور آفتاب	کنترل	۷/۲۱*
	پیلاتس در خانه	پیلاتس در خانه	۳/۰۳*

۴/۱۷*	کنترل	پیلاتس در خانه		
۱۰/۳۷*	کنترل	پیلاتس زیر نور آفتاب		
۳/۳۶*	پیلاتس در خانه		قدرت بالاتنه	
۷/۰۰*	کنترل	پیلاتس در خانه		
۱۳/۸۸*	کنترل	پیلاتس زیر نور آفتاب		
۱۲/۷۶*	پیلاتس در خانه		ویتامین D	
۱/۲۱	کنترل	پیلاتس در خانه		
۳/۷۸*	کنترل	پیلاتس زیر نور آفتاب		
۰/۲۴	پیلاتس در خانه		الگوی حرکت در امتداد دیوار	هماهنگی عصبی عضلانی
۳/۵۴*	کنترل	پیلاتس در خانه		
۴/۴۲*	کنترل	پیلاتس زیر نور آفتاب	ترسیم الگوی ۸ انگلیسی	
۰/۱۹	پیلاتس در خانه			
۴/۲۲*	کنترل	پیلاتس در خانه		

* سطح معنی داری: $P < 0/05$

بحث

افزایش استقامت عضلات در ناحیه تنه و همچنین ثبات عضلانی می‌شوند (۳۲). به همین دلیل یکی از دلایل بهبود استقامت عضلانی به وسیله هر دو تمرین در پژوهش حاضر را می‌توان به ماهیت تمرینات پیلاتس و تمرکز آنها بر عضلات مرکزی و قامت نام برد. نتایج تحقیقات نشان داده‌اند که بین قدرت عضلات پایین تنه و تعادل رابطه مستقیم و معنی‌داری وجود دارد و با کاهش قدرت عضلات پایین تنه، تعادل افراد کاهش یافته و موجب سقوط در بیماران ام اس می‌شود. بر پایه نتایج پژوهشگران دلیل کاهش تعادل در بیماران ام اس را از بین رفتن تعادل قدرت بین این دو گروه عضلات چهارسرانی و عضلات همسترینگ ذکر می‌کنند (۳۳). با توجه به تأثیر تمرین پیلاتس بر نسبت قدرت عضلات همسترینگ به چهارسران (۳۴)، لذا می‌توان چنین نتیجه گرفت که یکی از دلایل بهبود قدرت و تعادل در پژوهش حاضر احتمالاً تقویت نسبت قدرت این دو گروه عضلانی بوده است.

همچنین نتایج نشان می‌دهد که بهبود قدرت و استقامت عضلانی ممکن است در افزایش تعادل، هماهنگی و وضعیت‌های عملکرد حرکتی مفید باشد (۳۵). سازوکار احتمالی این تغییرات را می‌توان در نتیجه اطلاعات به دست آمده از گیرنده‌های حسی عمقی، جهت انجام حرکات دقیق و

نتایج مهم‌ترین یافته‌های پژوهش حاضر این بود که هشت هفته تمرین پیلاتس در خانه و زیر نور آفتاب موجب افزایش معنی‌دار در قدرت بالاتنه و پایین‌تنه، استقامت قلبی-تنفسی، استقامت عضلانی، هماهنگی عصبی-عضلانی و سطح ویتامین D و همچنین بهبود معنی‌دار در تعادل زنان مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس شد که از نظر آماری تغییرات قدرت بالاتنه و پایین‌تنه و تعادل در گروه تمرین زیر نور آفتاب بیشتر از گروه از تمرین در خانه بود.

مکانیسم‌های مولکولی متعددی از جمله تغییر در سنتز پروتئین، میوزنر، فعالیت میتوکندری، بازسازی ماهیچه‌ها و متابولیسم گلوکز و حضور گیرنده اختصاصی ویتامین D روی بافت عضله در توجیه اثرات مثبت ویتامین D در قدرت، عملکرد و متابولیسم عضلانی پیشنهاد شده است (۳۰). برخی مطالعات اثرات مفید ویتامین D بر عملکرد عضلانی را از طریق بهبود قدرت عضلانی و بهبود آزمون برخاستن و رفتن، افزایش سرعت راه رفتن و بهبود کلی توانایی جسمانی و عملکرد عصبی عضلانی گزارش کرده‌اند (۳۱).

تمرینات پیلاتس به گونه‌ای طراحی شده‌اند که ۷۰ درصد حرکات نیاز به استقامت عضلانی شکم و ۳۰ درصد حرکات نیاز به استقامت عضلانی پایین کمر دارد و از این طریق موجب

فاکتور رشد عصب (۳۹) در بیماران مبتلا به ام اس بر اثر تمرینات پیلاتس، شاید بتوان دلیل بهبودی هماهنگی را بهبود عوامل نروتروفیک و متعاقب آن رشد و توسعه سیستم عصبی و راه اندازی سیناپس های عصبی و برقراری ارتباطات نورونی دانست. هرچند سازوکارهای فیزیولوژیکی بهبود در عملکرد ناشناخته مانده است ولی به نظر می رسد هماهنگی در سطح عصبی-عضلانی، افزایش تحریک نورون عصبی، افزایش میانجی های شیمیایی تحریکی در محل اتصال عصب به عضله، تغییرات ساختاری در سطح عضله (افزایش پروتئین های انقباضی) و همچنین بهبود فرایندهای بیوشیمیایی جزئی از دلایل فیزیولوژیکی آن باشد (۴۰).

نتیجه گیری

مطالعه حاضر نشان داد هشت هفته تمرین پیلاتس در خانه و زیر نور آفتاب سبب افزایش ظرفیت عملکردی از جمله قدرت بالاتنه و پایین تنه، استقامت قلبی تنفسی و استقامت عضلانی، هماهنگی عصبی عضلانی و بهبود تعادل در دو گروه تمرینی نسبت به گروه کنترل شده است. همچنین تمرین پیلاتس زیر نور آفتاب نسبت به تمرین در خانه تاثیر بیشتری بر قدرت بالاتنه و پایین تنه و تعادل بیماران ام اس داشت. لذا با توجه به عوارض این بیماری، تمرین پیلاتس در فضای باز در زمان مناسب و با شدت و مدت مناسب به جهت سهولت در اجرا و اثرات آن به این بیماران با EDSS بین ۲ تا ۵ توصیه می شود.

ظریف و تأمین ثبات فعال و کمک به حفظ تعادل و استفاده بهتر از گیرنده های تعادلی خود دانست (۳۶). لذا با توجه به تمرکز تمرینات پیلاتس بر گیرنده های حس عمقی، احتمالاً دلیل اثربخشی این نوع تمرینات در پژوهش حاضر، فعال شدن این گیرنده ها، بهبود کنترل اجراء و متعاقب آن تعادل می باشد. در این زمینه نتایج ما با تحقیق دیبولت و مک کوپین (۳۷) همخوانی نداشت که این تفاوت می تواند به دلیل اختلاف در نوع تمرینات و نوع و درجه ام اس بیماران اشاره کرد. زیرا در آن مطالعه آزمودنی های با نوع ام اس پیشرونده عودکننده، پیشرونده اولیه و پیشرونده مزمن به انجام تمرینات مقاومتی برای اندام تحتانی پرداختند، درحالی که در تحقیق حاضر بیماران از نوع عودکننده-بهبود یابنده بودند و نوع تمرینات نیز متفاوت بود. همچنین با توجه به اینکه تمرین پیلاتس بر قدرت، ثبات مرکزی، انعطاف پذیری، کنترل عضله، وضعیت بدن و تنفس متمرکز است، می تواند نقص در کنترل تنه را اصلاح کرده و منجر به کنترل علائم رایج در ام اس همچون تعادل و انعطاف پذیری شود (۳۸).

پژوهش حاضر از لحاظ تاثیر تمرین ورزشی بر افزایش میزان هماهنگی با پژوهش برخوردار کاشانی (۱۳۹۶) همسو بود (۲۷) که این موضوع می تواند تاییدی بر تاثیر مثبت تمرین پیلاتس بر بهبود هماهنگی این بیماران باشد. همچنین با توجه به بهبود فاکتور نوروژنایی مشتق از مغز و افزایش سطح سرمی

منابع

1. Tan-Kristanto S, Kiropoulos LA. Resilience, self-efficacy, coping styles and depressive and anxiety symptoms in those newly diagnosed with multiple sclerosis. *Psychol Health Med*. 2015; 20(6):635-45.
2. Multiple Sclerosis: Facts, Statistics, and You [Internet]. [cited 2022 Mar 24]. Available from: <https://www.healthline.com/health/multiple-sclerosis/facts-statistics-infographic>
3. McAuley E, Wójcicki TR, Learmonth YC, Roberts SA, Hubbard EA, Kinnett-Hopkins D, et al. Effects of a DVD-delivered exercise intervention on physical function in older adults with multiple sclerosis: A pilot randomized controlled trial. *Mult Scler J Exp Transl Clin*. 2015; 20(5):521-558.
4. Feasel CD. Cardiopulmonary Exercise Testing For People With Multiple Sclerosis: A Review, And A Pilot Study Of Healthy Males [Master thesis]. Supervisor: Lynn A. Darby: Bowling Green State University; 2018
5. Ostkamp P, Salmen A, Pignolet B, Görlich D, Andlauer TF, Schulte-Mecklenbeck A, et al. Sunlight exposure exerts immunomodulatory effects to reduce multiple sclerosis severity. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 2021; 118(1).
6. Mukherjee A, Zetwekh JE, Nicari MJ, McCoy K, Buja LM. Effect of chronic vitamin D deficiency on chick heart mitochondrial oxidative phosphorylation. *J Mol Cell Cardiol*. 1981, 1;13(2):171-83.
7. Rejnmark L. Effects of vitamin d on muscle function and performance: a review of evidence from randomized controlled trials. *Ther Adv Chronic Dis*. 2011; 2(1):25-37.
8. Glerup H, Mikkelsen K, Poulsen L, Hass E, Overbeck S, Andersen H, et al. Hypovitaminosis D myopathy without biochemical signs of osteomalacic bone involvement. *Calcif. Tissue Int*. 2000; 66(6):419-24.
9. Ghorbanian B, Saberi Y, Rasouli M. The Effect of Pilates Training and Electrical Stimulation on Motor and Cognitive Function of Women with Multiple Sclerosis. *Neurosci. J. Shefaye Khatam*. 2019; 10;8(1):63-76. [in Persian]
10. El Haber N, Erbas B, Hill KD, Wark JD. Relationship between age and measures of balance, strength and gait: linear and non-linear analyses. *Clin Sci*. 2008; 114(12):719-27.
11. White LJ, Dressendorfer RH. Exercise and Multiple Sclerosis. *Sports Med*. 2004; 1;34(15):1077-100.
12. Langeskov-Christensen M, Heine M, Kwakkel G, Dalgas U. Aerobic capacity in persons with multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*. 2015; 45(6):905-23.

13. Shahrokhian S, Delaramnasab M. Effect of Pilates Exercises on Improving the Muscle Function in Women with Multiple Sclerosis. *Caspian J Intern Med.* 2017; 10;2(1):7-14. [in Persian]
14. Savci S, Inal-Ince D, Arikani H, Guclu-Gunduz A, Cetisli-Korkmaz N, Armutlu K, et al. Six-minute walk distance as a measure of functional exercise capacity in multiple sclerosis. *Disabil Rehabil.* 2005; 30;27(22):1365-71.
15. Motl RW, Pilutti LA, Hubbard EA, Wetter NC, Sosnoff JJ, Sutton BP. Cardiorespiratory fitness and its association with thalamic, hippocampal, and basal ganglia volumes in multiple sclerosis. *Neuroimage Clin.* 2015; 26;7:661-6.
16. Bayati M, Gharakhanloo R, Farzad B. Adaptations of physiological performance following high-intensity interval training. *J Sports Physiol.* 2015; 23;7(26):15-32.
17. Bauer A, Lechner I, Auer M, Berger T, Bsteh G, Di Pauli F, et al. Influence of physical activity on serum vitamin D levels in people with multiple sclerosis. *PLoS one.* 2020; 11;15(6):e0234333.
18. Michalczyk MM, Gołaś A, Maszczyk A, Kaczka P, Zajac A. Influence of Sunlight and Oral D3 Supplementation on Serum 25(OH)D Concentration and Exercise Performance in Elite Soccer Players. *Nutrients.* 2020; 4;12(5):E1311.
19. Fleming KM, Coote SB, Herring MP. The feasibility of Pilates to improve symptoms of anxiety, depression, and fatigue among people with Multiple Sclerosis: An eight-week randomized controlled pilot trial. *Psychol Sport Exerc.* 2019; 45:101573.
20. Bagherian S, Mardaniyan Ghahfarrokhi M, Banitalebi E. Effect of the COVID-19 pandemic on interest in home-based exercise: an application of digital epidemiology. *Int J Epidemiol Res.* 2021; 8(1):47-53.
21. Duff WRD, Andrushko JW, Renshaw DW, Chilibeck PD, Farthing JP, Danielson J, et al. Impact of Pilates Exercise in Multiple Sclerosis: A Randomized Controlled Trial. *Int J MS Care.* 2018; 20(2):92-100.
22. Asvar S, Taghian F. The effect of an eight-week Pilates training on interleukine-18 level, fatigue, and balance in women with multiple sclerosis. *J Res Med Sci.* 2020; 10(6):383-92.
23. Güngör F, Tarakci E, Ozdemir-Acar Z, Soysal A. The effects of supervised versus home Pilates-based core stability training on lower extremity muscle strength and postural sway in people with multiple sclerosis. *Mult Scler.* 2022; 28(2):269-79.
24. Medina-Perez C, de Souza-Teixeira F, Fernandez-Gonzalo R, de Paz-Fernandez JA. Effects of a resistance training program and subsequent detraining on muscle strength and muscle power in multiple sclerosis patients. *NeuroRehabilitation.* 2014; 34(3):523-30.
25. Williams KL, Low Choy NL, Brauer SG. Center-Based Group and Home-Based Individual Exercise Programs Have Similar Impacts on Gait and Balance in People with Multiple Sclerosis: A Randomized Trial. *PM&R.* 2021; 13(1):9-18.
26. Fleming KM, Coote SB, Herring MP. An eight-week randomised controlled trial of home-based Pilates for symptoms of anxiety, depression, and fatigue among people with MS with minimal-to-mild mobility disability: Study Protocol. *Ment. Health Phys. Act.* 2020; 19:100341.
27. Barkhordar Kashani Z, Torabi F, Aghayari A. The effect of pilates exercises on the coordination and quality of life of women aged 25 to 50 with multiple sclerosis Tehran MS Association [Master thesis]. Supervisor: Farnaz Torabi: Payam Noor University, Center of South Tehran; 2016. [in Persian]
28. Moller AB, Bibby BM, Skjerbæk AG, Jensen E, Sørensen H, Stenager E, et al. Validity and variability of the 5-repetition sit-to-stand test in patients with multiple sclerosis. *Disabil Rehabil.* 2012; 34(26):2251-8.
29. Jafari M. The effects of eight weeks' aerobic water training with two different intensities on some of the physical function, inflammatory markers and trophicneuromuscular factors in women with multiple sclerosis [PhD Thesis]. Supervisor:Roya Askari: Hakim Sabzevari University; 2020. [in Persian]
30. Chiang CM, Ismael A, Griffis RB, Weems S. Effects of Vitamin D Supplementation on Muscle Strength in Athletes: A Systematic Review. *J Strength Cond Res.* 2017; 31(2):566-74.
31. Frühauf A, Niedermeier M, Elliott LR, Ledochowski L, Marksteiner J, Kopp M. Acute effects of outdoor physical activity on affect and psychological well-being in depressed patients – A preliminary study. *Ment. Health Phys. Act.* 2016; 1;10:4-9.
32. Jamali Brayjani S, Rahnama N, Abrishamkar S. The Effect of Pilates Exercises on Muscular Endurance of the Central Part of Body and the Range of Motion of Lumbar Spine in Patients with Spondylolysis. *J. Paramed. Sci.* 2019; 21;8(1):7-16. [in Persian]
33. Tofighi A, Saki Y, Razmjoo K. Effect of 12-Week Progressive Resistance Training on Balance, Fatigue and Disability in Women with MS. Jundishapur. *J. Health. Sci.* 2013; 22;12(2):159-67. [in Persian]
34. Park J, Kim H jae, Choi D, Park S, Hwang Y. Effects of 8-week Pilates training program on hamstring/quadriceps ratio and trunk strength in adolescent baseball players: A pilot case study. *J Exerc Rehabil.* 2020; 26;16:88-95.
35. Fayazi B, Parnow A, Ahsan B. Effect Aerobic Exercises on fatigue and quality of life in Women with Multiple Sclerosis. *J Holist Nurs Midwifery.* 2016; 10;26(1):30-40.
36. Kileff J, Ashburn A. A pilot study of the effect of aerobic exercise on people with moderate disability multiple sclerosis. *Clin Rehabil.* 2005; 19(2):165-9.
37. DeBolt LS, McCubbin JA. The effects of home-based resistance exercise on balance, power, and mobility in adults with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004; 85(2):290-7.
38. Wells C, Kolt GS, Bialocerkowski A. Defining Pilates exercise: a systematic review. *Complement Ther Med.* 2012; 20(4):253-62.
39. Saghebjoon M, Dehghani Firouzabadi M, Etesami M, Mahmudzadeh T. Effect of Pilates Training on Serum Levels of Brain-Derived Neurotrophic Factor, Malondialdehyde and Total Antioxidant Capacity in Women with Multiple Sclerosis. *J Sports Physiol.* 2016; 22;8(30):143-58. [in Persian]
40. Nakhzari Khodakhir J. The effects of combined exercise training with aerobic dominant and coenzyme Q10 supplementation on some of the inflammatory and nerve growth factors in patients with multiple sclerosis. [Master thesis]. Supervisor: Amir Hossein Haghghi: Hakim Sabzevari University; 2017. [in Persian]

The effects of Home-based and Outdoor Pilates training on cardiovascular function and some physical fitness factors in women with Multiple Sclerosis

Faranak Balaghi Inaloo¹, Roya Askari^{*2}, Amir Hossein Haghighi³, Kaveh Kashani⁴, Paul Friedemann⁵

1. PhD Candidate of Neuromuscular Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran
2. Associate Professor, Department of Exercise Physiology, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran
3. Professor, Department of Exercise Physiology, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran
4. Neurologist, Fars Province Exercise, Fasa, Iran
5. Professor, Neurologist and Scientific Director of the Experimental and Clinical Research Center (ECRC), Charite- Universitätsmedizin Berlin, Germany.

Received: 2022/07/10

Accepted: 2022/08/09

Abstract

***Correspondence:**

Email:

r.askari@hsu.ac.ir

Introduction and purpose: Multiple Sclerosis (MS) is a debilitating disease of the nervous system that causes muscle weakness and impaired physical function, including walking and balance. The aim of this study was to investigate cardiovascular endurance, muscle endurance, upper and lower strength, coordination, balance and vitamin D levels in MS patients after Home-based and Outdoor Pilates training.

Materials and Methods: 44 women with MS were randomly selected and divided into 3 groups: home-based training (HPT), outdoor training (OPT), and a control. The training groups performed 8 weeks of Pilates between 8 and 10 a.m. individually (via DVD) at home or under sunlight, cardiovascular and muscular endurance, upper and lower body strength, balance, coordination, and vitamin D level of the patients were measured before and after the 8-week training. The data were analyzed using the covariance statistical method

Results: Eight weeks of HPT and OPT increased cardiovascular and muscular endurance, upper and lower body strength, coordination, and vitamin D level, and improved the balance of patients ($P < 0.05$). The post-hoc analysis revealed that, compared to HPT, OPT caused a greater increase in upper and lower body muscle strength, balance, and vitamin D in patients. However, the changes in cardiovascular and muscular endurance and coordination between OPT and HPT were not statistically significant ($P > 0.05$).

Discussion and Conclusion: In general, HPT and OPT increase the functional capacity of women with MS, and to be more effective, OPT is recommended due to the reduction of physical complications of the disease.

Key words: Home-based exercise, outdoor training, vitamin D, Physical fitness, Multiple Sclerosis