Effect of Aerobic Training on Physiological Cost Index and VO2max in Women with Multiple Sclerosis

Bayan Fayazi[1], Abdolhossein Parnow[1*], Behroz Ahsan[2]

[1]Sports Sciences Faculty, Razi University, Kermanshah, Iran
[2]Department of Brain and Nervous Diseases, Medicine Faculty, Kurdistan University of Medical Sciences, Kurdistan, Iran

Article Info:

Received: **20 Dec 2015** ***Revised:*** **1 May 2016** ***Accepted*****: 11 Jul 2016**

ABSTRACT

Introduction: Multiple Sclerosis (MS) is a chronic central nervous system disorder, which leads to myelin destruction. The purpose of this study was to investigate the effect of aerobic training on physiological cost index and VO2max in women with MS. ***Materials and Methods:*** Fifteen women with MS (aged 33.68±8.22 years) and EDSS<4 participated in this study. Participants randomly were divided to experimental group (n=8) and control group (n=7). An aerobic program of 8 weeks' duration, 3 days/week, 20-40 min/day, with 60-80% of HRmax was designed. To measure of physiological cost index, VO2max and additionally, walking endurance of subjects were measured before and after program in both experimental and control groups. ***Results:*** Data analysis showed that the aerobic training significantly decreased physiological cost index in experimental group. Additionally, after 8-week aerobic training VO2max and walking endurance significantly increased in experimental group. ***Conclusion:*** Aerobic training can increase walking endurance and improvement physiological cost index in MS diseases and increase VO2max. This indicate the potential for aerobic training in treatment of patients with MS.

Key words:

1. Exercise
2. Multiple Sclerosis
3. Women

***Corresponding Author:** Abdolhossein Parnow

E-mail: *parnowabdolhossein@gmail.com*

اثر تمرین هوازی بر شاخص هزینهٔ فیزیولوژیکی و حداکثر اکسیژن مصرفی در زنان مبتلا به مالتیپل اسکلروز

بیان فیاضی[۱]، عبدالحسین پرنو[۱*]، بهروز احسن[۲]

[۱] دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

[۲] بخش بیماری‌های مغز و اعصاب، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، کردستان، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۲۹ آذر ۱۳۹۴ **اصلاحیه:** ۱۲ اردیبهشت ۱۳۹۵ **تاریخ پذیرش:** ۲۱ تیر ۱۳۹۵

چـــــکیده

مقدمه: مالتیپل اسکلروز یک بیماری مزمن سیستم عصبی مرکزی است که منجر به تخریب میلین می‌شود. هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر تمرین هوازی بر شاخص هزینهٔ فیزیولوژیکی و حداکثر اکسیژن مصرفی زنان مبتلا به مالتیپل اسکلروز بود. ***مواد و روش‌ها:*** ۱۵ زن (سن ۸/۲۲±۳۳/۶۸ سال) مبتلا به مالتیپل اسکلروز با EDSS< ۴ در این مطالعه شرکت کردند. شرکت‌کنندگان به طور تصادفی به دو گروه آزمایش (۸ نفر) و کنترل (۷ نفر) تقسیم شدند. یک برنامهٔ هوازی به مدت ۸ هفته ۳ روز در هفته، ۴۰-۲۰ دقیقه در روز و با شدت ۸۰-۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب، طراحی شد. برای سنجش شاخص هزینهٔ فیزیولوژیکی، حداکثر اکسیژن مصرفی و علاوه بر این، استقامت در راه رفتن از افراد قبل و بعد از برنامه در هر دو گروه آزمایش و کنترل اندازه‌گیری شد. ***یافته‌ها:*** تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که تمرینات هوازی به طور قابل توجهی شاخص هزینهٔ فیزیولوژیکی را در گروه آزمایش کاهش داد. علاوه بر این پس از ۸ هفته تمرین هوازی، حداکثر اکسیژن مصرفی و استقامت راه رفتن در گروه آزمایش به طور معنی‌داری افزایش یافت. ***نتیجه‌گیری:*** تمرین هوازی در بیماری مالتیپل اسکلروز می‌تواند استقامت راه رفتن را افزایش و شاخص هزینهٔ فیزیولوژیکی را بهبود و حداکثر اکسیژن مصرفی را افزایش دهد. این پتانسیل تمرینات هوازی را در درمان بیماران مبتلا به مالتیپل اسکلروز نشان می‌دهد.

کلید واژه‌ها:

۱. ورزش
۲. مالتیپل اسکلروز
۳. زنان

* **نویسنده مسئول:** عبدالحسین پرنو

آدرس الکترونیکی: *parnowabdolhossein@gmail.com*

مقدمه

مالتیپل اسکلروز (MS)[1] بیماری مزمن و ناتوان کننده سیستم عصبی است که میلین سیستم اعصاب مرکزی (مغز و نخاع) را تخریب می‌کند و به دنبال آن به‌تدریج بخشی از عضلات بدن توانایی خود را از دست می‌دهند (۵-۱). نشانه‌های بیماری MS از دامنهٔ وسیعی برخوردار است که از آن جمله می‌توان به ضعف عضلات، اختلالات بینایی، اختلالات حسی و اختلالات شناختی اشاره کرد (۷-۴). این بیماری در میان افرادی که در مناطق اقلیمی شمالی دارای آب و هوای معتدل زندگی می‌کنند، شایع‌تر است (۱۱-۸). متأسفانه تعداد زیادی از مردم جهان به این بیماری مبتلا هستند و روز به روز بر تعداد مبتلایان افزوده می‌شود (۱۸-۱۲). بالاترین میزان شیوع شناخته شده این بیماری، بیش از ۲۵۰ مورد در هر ۱۰۰ هزار نفر در جزایر اورکنی، در شمال اسکاتلند می‌باشد (۱۹، ۱). در حدود ۳۰۰ هزار نفر در آمریکا بدان مبتلا هستند و بیشترین میزان بروز آن در افراد جوان می‌باشد (۲۷-۲۰، ۶).

به طور کلی در ایران، حدود ۱۵ تا ۳۰ نفر از هر ۱۰۰ هزار نفر گزارش شده است (۳۴-۲۸، ۴). کاهش توانایی‌های حرکتی و تعادل از مشکلات اساسی این بیماران است. بیش از ۸۵ درصد از این بیماران از مشکلات راه رفتن رنج می‌برند (۳۵، ۲۷-۲۳). توانایی حرکتی فرد ممکن است تحت تأثیر عوامل متعددی مانند ضعف، عدم تعادل، خستگی، اسپاسم و شرایط محیطی قرار گیرد (۴۲-۳۶، ۷-۱). تغییر در گام به واسطهٔ بیماری، از عوامل مهمی است که منجر به افزایش هزینهٔ انرژی، کاهش تعادل و کاهش ظرفیت فرد می‌شود. محققان نشان داده‌اند که هزینهٔ اکسیژن مصرفی بیماران MS در هنگام راه رفتن تا ۴ برابر بیشتر از افراد سالم است (۳۷، ۳۴، ۱۲).

مشکلات ناشی از نشانه‌های بیماری، فرد را در انجام فعالیت‌های زندگی روزانه محدود می‌کند. حتی بیمارانی که به طور خفیف تحت تأثیر بیماری MS قرار گرفته‌اند، نسبت به افراد سالم، دچار کاهش توانایی فعالیت‌های جسمی و فعالیت‌های پایه و مفید زندگی روزانه هستند. بیماری MS، استقلال و توانایی فرد را برای شرکت مؤثر در خانواده و جامعه مورد تهدید قرار می‌دهد و بیمار را به سوی احساس فقدان شایستگی و اطمینان از خود سوق می‌دهد (۴۸-۴۲، ۵).

مک گریگور شاخص هزینهٔ فیزیولوژیک (PCI)[2] را برای اندازه‌گیری هزینهٔ انرژی مصرفی در هنگام راه رفتن پیشنهاد کرد و آن را این گونه تعریف کرد: تفاوت ضربان قلب در حین راه رفتن[3] و ضربان قلب در حین استراحت[4] تقسیم بر سرعت متوسط راه رفتن[5] (۲۰). از جمله مزایای قابل ذکر برای استفاده از این شاخص در مراکز علمی و درمانی، می‌توان به آسان بودن و عدم نیاز به تجهیزات پیچیده اشاره نمود. به‌علاوه با ادغام تغییرات ضربان قلب[6] با فعالیت بدنی (سرعت متوسط راه رفتن) یک شاخص قابل استناد جهت مطالعهٔ انرژی فیزیولوژیکی مصرفی فعالیت فرد مورد مطالعه، تأمین می‌شود (۲۰).

با توجه به اینکه مبتلایان به MS حتی با سطح پایین بیماری، معمولاً یک زندگی کم‌تحرک را پیش می‌گیرند می‌توان انتظار داشت که سطح پایین آمادگی قلبی -عروقی و اسکلتی عضلانی منجر به بالا رفتن هزینهٔ انرژی مصرفی در زمان فعالیت و راه رفتن و همچنین باعث کاهش حداکثر اکسیژن مصرفی[7] این بیماران می‌شود (۳۷-۳۵، ۳۲-۲۸).

تا به امروز هیچ درمان قطعی برای MS وجود نداشته است و شواهد کمی وجود دارد که راه‌حل‌های دارویی بتوانند به ضعف عضلانی و مشکلات راه رفتن که به طور معمول توسط این افراد تجربه شده‌اند، کمک کنند. با وجود این، تحقیقات نشان دادند که فعالیت بدنی از جمله تمرین هوازی باعث افزیش حداکثر اکسیژن مصرفی و کاهش مصرف انرژی افراد مبتلا به MS و جلوگیری از عواقب این بیماری می‌شود. همچنین پژوهشگران نشان داده‌اند که یک ارتباط مستقیم و اولیه بین قدرت عضلانی و عملکرد بسیاری از فعالیت‌های روزمره مثل پیاده‌روی در افراد مبتلا به MS وجود دارد (۴۲، ۲۴، ۲۳، ۱۹).

اکسیژن مصرفی مقدار انرژی مصرف شده در هر واحد از زمان را مشخص می‌کند و هزینهٔ انرژی، مقدار انرژی استفاده شده هنگام عبور از هر واحد مسافت را نشان می‌دهد و منعکس کنندهٔ کل انرژی مورد نیاز برای انجام کار پیاده‌روی است. هزینهٔ انرژی راه رفتن در میان افراد حتی در یک فرد، متفاوت و وابسته به وزن بدن، سرعت راه رفتن، بافت و شیب سطح می‌باشد. در آزمودنی‌های سالم راه رفتن نیاز به کمتر از ۵۰ درصد از حداکثر اکسیژن مصرفی دارد. حداکثر اکسیژن مصرفی در طی راه رفتن با یک سرعت خود انتخابی با افزایش سن از ۲۸ درصد دوران کودکی تا نزدیک ۴۸ درصد در سن ۷۵ سالگی بالا می‌رود. تفاوت قابل‌توجهی در اکسیژن مصرفی راه رفتن بین مردان و زنان وجود ندارد؛ اما با افزایش سن کاهش می‌یابد. سرعت خود انتخابی نیازمند حداقل فعالیت قلبی -تنفسی است؛ بنابراین برای هر فرد اقتصادی‌تر می‌باشد (۴۷، ۴۶).

[1] Multiple sclerosis
[2] Physiological cost index
[3] Walking heart rate
[4] Rest heart rate
[5] Walking speed
[6] Heart rate
[7] Volume oxygen maximum

لذا با توجه به عوارض و مشکلات ناشی از این بیماری و روند رو به افزایش آن در ایران و محدود بودن مطالعات در این زمینه، محققین بر آن شدند که تأثیر تمرین هوازی را بر میزان شاخص هزینهٔ فیزیولوژیکی و تعادل و حداکثر اکسیژن مصرفی بیماران مبتلا به MS مورد بررسی قرار دهند تا در صورت مثبت بودن نتایج، این روش درمانی تکمیلی، جهت افزایش تعادل و حداکثر اکسیژن مصرفی و کاهش هزینهٔ انرژی مورد استفاده در این دسته از بیماران پیشنهاد گردد.

مواد و روش‌ها

با توجه به درجهٔ ناتوانی (EDSS)[8] افراد، تعداد ۱۶ نفر از زنان مبتلا به این بیماری از انجمن MS شهرستان سنندج در این مطالعه شرکت کردند و در دو گروه گواه (۷ نفر) و آزمایش (۹ نفر) قرار گرفتند. در گروه آزمایش یک نفر به علت مشکلات شخصی از پژوهش حذف شد. شرکت کنندگان فرم‌های همکاری، اطلاعات فردی و رضایت‌نامه را قبل از شروع دورهٔ تمرینی تکمیل کردند. بر اساس طرح تحقیق، شرایط شرکت در مطالعه شامل موارد زیر بود: ۱) افراد ۴۵-۲۰ سال ۲) تأیید بیماری MS توسط متخصص داخلی اعصاب[9] ۳) نمرهٔ میزان ناتوانی برابر یا کمتر از ۴ با استفاده از مقیاس سنجش ناتوانی توسط متخصص مغز و اعصاب ۴) ابتلاء به بیماری MS حداقل به مدت سه ماه ۵) نداشتن فعالیت بدنی منظم. همچنین افرادی که به بیماری‌های دیگری همچون دیابت، آرتروز، بیماری‌های روانی مبتلا بودند و همچنین زنان باردار در این پژوهش کنار گذاشته شدند. ۴۸ ساعت قبل و بعد از شروع دورهٔ تمرینی، در هر دو گروه گواه و آزمایش شاخص هزینهٔ فیزیولوژیکی و حداکثر اکسیژن مصرفی مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفت. بعد از جمع‌آوری اطلاعات پیش‌آزمون، از گروه گواه خواسته شد که به روند عادی و طبیعی زندگی خود ادامه دهند. گروه آزمایش زیر نظر متخصص ورزشی و بر اساس برنامهٔ تمرینی از پیش تعیین شده که در ادامه آورده شده است، به فعالیت پرداختند.

مطالعهٔ حاضر توسط کمیتهٔ اخلاق پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی کردستان با کد ۱۴/۳۷/۴۲۹ در تاریخ ۱۳۹۰/۱۲/۱۴ تصویب و به ثبت رسیده است.

برنامهٔ تمرینی گروه آزمایش

بیماران در این گروه در برنامه‌ای به مدت ۸ هفته، هفته‌ای سه جلسه، هر جلسه ۴۰-۲۰ دقیقه (این مدت‌زمان جدا از ۲۰-۱۰ دقیقه گرم کردن و سرد کردن بود) و با شدت ۶۰ تا ۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه بر روی نوارگردان در دمای ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد شرکت کردند.

[10] Queen college step test
[11] Metronome

برای نظارت و کنترل بیشتر تمرین، افراد در گروه‌های ۳-۲ نفره و در زمان از پیش تعیین شده در محل انجام تمرین حاضر می‌شدند؛ اما تمرین برای همهٔ افراد در صبح انجام شد. ضربان قلب بیماران در تمام جلسات تمرین با استفاده از ضربان سنج پلار (ساخت کشور فنلاند) کنترل می‌شد. علاوه بر این، برای کنترل فشار تمرین از مقیاس ۲۰ امتیازی بورگ استفاده شد.

نحوهٔ اندازه‌گیری شاخص هزینهٔ فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها

برای اندازه‌گیری هزینهٔ انرژی مصرفی از معادلهٔ زیر که تفاوت ضربان قلب در حین راه رفتن و استراحت تقسیم بر سرعت متوسط راه رفتن می‌باشد؛ استفاده شد که قبل و بعد از اعمال پروتکل تمرینی در هر دو گروه آزمایش و گواه استفاده شد. لازم به ذکر است که ضربان قلب در حال استراحت و ضربان قلب در حین راه رفتن افراد مبتلا از طریق معدل‌گیری ضربان‌های ثبت شده تعیین می‌شود؛ به طوری که از آزمودنی‌ها خواسته می‌شد با بستن ضربان سنج پلار برای چند دقیقه آرام و بی‌حرکت روی صندلی بنشینند و سپس ضربان قلب استراحتی آن‌ها در مدت دو دقیقه در هر ده ثانیه ثبت می‌شد و بعد از معدل‌گیری مقدار آن را به دست آورده و بعد از آن‌ها خواسته می‌شد که روی نوارگردان راه بروند و در عرض دو دقیقه راه رفتن، سرعت راه رفتن و مقدار ضربان قلب آن‌ها هر ده ثانیه ثبت می‌شد و در نهایت این مقادیر در فرمول مربوط به شاخص هزینهٔ فیزیولوژیک قرار داده می‌شد (۲۰).

$$PCI\left(\frac{baets}{m}\right)=\frac{WHR\left(\frac{baets}{min}\right)RHR\left(\frac{baets}{min}\right)}{WS\left(\frac{m}{\min}\right)}$$

PCI: شاخص هزینهٔ فیزیولوژیک، RHR: ضربان قلب در حین استراحت، WHR: ضربان قلب در حین راه رفتن WS: سرعت متوسط راه رفتن

نحوهٔ اندازه‌گیری حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها

برای اندازه‌گیری حداکثر اکسیژن مصرفی بیماران از آزمون پله کالج کوئین[10] که یکی از آزمون‌های معتبر استقامت قلبی -عروقی می‌باشد، استفاده شد. ارتفاع پله ۴۱ سانتی‌متر و به مدت سه دقیقه اجرا می‌شد. در این آزمون از مترونوم[11] برای تعداد گام آن‌ها که در ۲۲ گام در دقیقه تنظیم شده، استفاده شد. افراد در این زمان از پله بالا و پایین می‌روند (پای راست بالا -پای چپ بالا، پای راست پایین -پای چپ پایین) و در پایان روی صندلی نشسته و در عرض ۵ ثانیه نبض فرد را پیدا

[8] Expanded disability status scale
[9] Neurologist

کرده و به مدت ۱۵ ثانیه تعداد ضربان را ثبت و در ۴ ضرب می‌شد و بعد از آن در فرمول حداکثر اکسیژن مصرفی قرار داده می‌شد. این آزمون برای هر دو جنس قابل استفاده است. فرمول زیر برای ارزیابی حداکثر اکسیژن مصرفی زنان می‌باشد. نکتهٔ قابل‌توجهی که باید ذکر کنیم این است که این آزمون برای افراد سالم و افرادی که توانایی انجام این آزمون را دارند باید استفاده شود. با توجه به اینکه آزمودنی‌های شرکت کننده در این پژوهش بیماران با درجهٔ ناتوانی خفیف تا متوسط بودند مشکلی برای اجرای این آزمون نداشتند؛ اما برای بیماران با درجهٔ ناتوانی بالاتر از ۴ نامناسب می‌باشد (۳۰).

$$Vo_2max = ۶۵/۸۱ - (۰/۱۸۴۷ \times HR)$$

Vo2max: حداکثر اکسیژن مصرفی، HR : ضربان قلب

نحوهٔ اندازه‌گیری استقامت راه رفتن

این آزمون از ساده‌ترین و معتبرترین آزمون‌های تشخیص ظرفیت بدنی بیماران محسوب می‌شود. این آزمون در تشخیص ظرفیت عملکرد تمرینی بیماران مبتلا به نارسایی مزمن قلبی[12] و انسداد مزمن ریوی[13] کاربرد دارد و آزمونی معتبر، راحت، کم خطر و کم هزینه تلقی می‌گردد (۲۳). برای بررسی استقامت راه رفتن بیماران از آزمون شش دقیقه راه رفتن (متر بر دقیقه) با محاسبهٔ کل مسافت پیموده شده در هر دو گروه گواه و آزمایش، قبل و بعد از اعمال تمرین به‌عنوان شاخص عملکردی افراد استفاده شد. در این آزمون ضربان قلب ۳۰ ثانیه به ۳۰ ثانیه اندازه‌گیری و ثبت می‌شد و از آزمودنی‌ها خواسته می‌شد که به مدت شش دقیقه راه بروند و در کل مسافت پیموده شده، ثبت می‌گردید (۲۴، ۲۳).

آزمون آماری

برای رسم نمودارها، میانگین‌ها و انحراف استاندارد از آمار توصیفی و برای بررسی فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها، از آزمون کلموگراف -اسمیرونوف استفاده شد، همچنین برای مقایسهٔ دو گروه از t مستقل و برای مقایسهٔ پیش‌آزمون و پس‌آزمون هر گروه از t وابسته با سطح معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) استفاده شد. تمامی عملیات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS۱۹[14] انجام گرفت.

یافته‌ها

جدول ۱ نشان‌دهندهٔ مشخصات آزمودنی‌ها و بیانگر توزیع سنی، قد، وزن، درجهٔ ناتوانی و طول مدت بیماری آزمودنی‌ها می‌باشد. جدول ۲ یافته‌های آماری در پیش‌آزمون و پس‌آزمون هر دو گروه آزمایش و گواه می‌باشد.

با توجه به نتایج حاصل از آزمون t مستقل تفاوتی بین پیش‌آزمون بیماران گروه‌های آزمایش و گواه در همهٔ متغیرها مشاهده نشد؛ اما در پس‌آزمون بین برخی از متغیرها تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). همچنین، نتایج آزمون t همبسته در اکثر پارامترها بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه آزمایش تفاوت معنی‌داری را نشان داد ($P<۰/۰۰۱$)-(جدول ۲).

نتایج آماری t مستقل نشان داد که بین میزان شاخص هزینهٔ فیزیولوژیکی بیماران MS در دو گروه آزمایش و گواه تفاوت معنی‌داری در پیش‌آزمون وجود ندارد ($P=۰/۳۶$)؛ همچنین برای این فرضیه از آزمون t همبسته استفاده شد که بین میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون شاخص هزینهٔ فیزیولوژیکی آزمودنی‌های گروه آزمایش، کاهش معنی‌داری مشاهده شد ($P<۰/۰۱$)؛ به‌علاوه، نشان داده شد که شاخص هزینهٔ فیزیولوژیکی بیماران MS در پس‌آزمون دو گروه آزمایش و گواه تفاوت معنی‌دار وجود دارد ($P=۰/۰۲$). تجزیه و تحلیل پس‌آزمون داده‌ها نشان داد که ۸ هفته تمرین هوازی موجب کاهش معنی‌دار شاخص هزینهٔ فیزیولوژیکی در مقایسه با پیش‌آزمون بیماران گروه آزمایش به میزان ۲۹/۳۸ درصد شد؛ درحالی‌که شاخص هزینهٔ فیزیولوژیکی در گروه گواه ۳/۶۹ افزایش یافت؛ اما این افزایش معنی‌دار نبود (نمودار ۱).

جدول ۱- برخی مشخصات فردی -اجتماعی بیماران مبتلا به MS هر دو گروه گواه و آزمایش شرکت کننده در پیش‌آزمون مطالعه.

متغیرها / گروه‌ها	تعداد آزمودنی‌ها	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	درجهٔ ناتوانی (EDSS) (۴-۰)	طول مدت بیماری (سال)
گروه آزمایش	۸	۳۴/۹±۵/۳۳	۱۶۰/۴±۲۵/۳۳	۶۱/۱۲±۸۷/۴۱	۱±۲	۶/۳±۵/۲۰
گروه گواه	۷	۳۳/۷±۱۴/۴۲	۱۶۱/۴±۴۲/۸۵	۶۲/۱۳±۸۵/۸۴	۲/۰±۰۷/۶۷	۶/۳±۲۸/۶۳

[12] Chronic heart failure
[13] Chronic obstructive pulmonary disease
[14] Statistical package for the social sciences

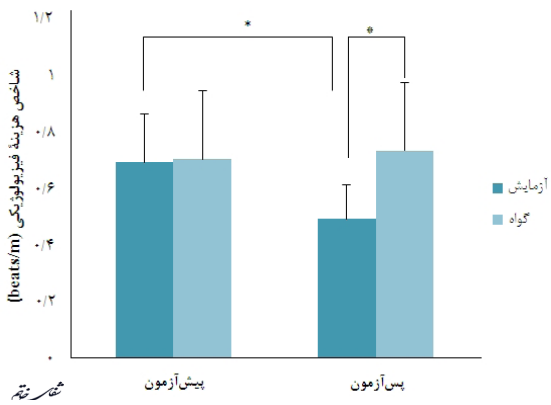
جدول ۲- مقایسهٔ درون‌گروهی و بین‌گروهی متغیرهای شاخص هزینهٔ فیزیولوژیکی و حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه‌های گواه و آزمایش.* F مشاهده شده در سطح ($P<۰/۰۵$) معنی‌دار است.

گروه / متغیر	آزمایش			گواه			سطح معنی‌داری	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	سطح معنی‌داری	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	سطح معنی‌داری	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
سرعت متوسط راه رفتن (m/min)	۵۷/۴۲±۹/۳۹	۷۸/۲۸±۱۱/۷۵	*۰/۰۰۱	۵۷/۲۸±۱۱/۲۳	۵۳/۷۱±۹/۴۵	۰/۰۷	۰/۹۸	*۰/۰۰۱
ضربان قلب استراحت (beats/ min)	۷۹±۵/ ۱۲	۷۲/۵±۸/۹۲	*۰/۰۰۱	۷۸/۸۵±۷/۵۵	۸۱/۱۴±۸/۲۳	۰/۱۰	۰/۷۸	۰/۲۷
ضربان قلب در حین راه رفتن (beats/min)	۱۱۸/۳۷±۶/۲۳	۱۱۱/۵±۴/۳۷	*۰/۰۰۱	۱۱۸/۵۷±۵/۵۶	۱۲۰/۷۱±۶/۰۷	۰/۰۷	۰/۹۵	*۰/۰۰۱
تفاوت ضربان قلب در حین راه رفتن و استراحت (beats/ min)	۴۳±۵۱/۱۵	۳۹±۱۱/۶۶	۰/۲۵	۳۹/۷۱±۸/۸۶	۳۹/۵۷±۸/۱۶	۰/۹۱	۰/۶۳	۰/۹۱
شاخص هزینه فیزیولوژیکی (beats/m)	۰/۶۹±۰/۱۷	۰/۴۹±۰/۱۲	*۰/۰۱	۰/۷۰±۰/۲۴	۰/۷۳±۰/۲۴	۰/۳۴	۰/۳۶	*۰/۰۲
حداکثر اکسیژن مصرفی	۳۸/۸۵±۱/۷۶	۴۳/۰۹±۲/۶۹	*۰/۰۰۱	۴۰/۳۸±۱/۳۹	۳۹/۲۲±۰/۸۲	*۰/۰۲	۰/۰۸	*۰/۰۰۱
استقامت راه رفتن (m/min)	۴۴۵/۷۵±۱۰۲/۱۲	۵۹۷/۳۷±۱۲۲/۰۱	*۰/۰۰۱	۴۰۳/۵۷±۸۷/۹۷	۳۸۴/۲۸±۸۹/۲۲	*۰/۰۴	۰/۳۷	*۰/۰۰۱

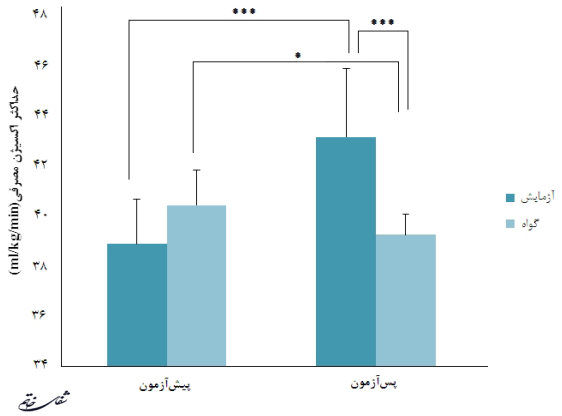
شفای خاتم

آزمون آماری t مستقل نشان داد که بین میزان حداکثر اکسیژن مصرفی بیماران MS در دو گروه آزمایش و گواه تفاوت معنی‌داری در پیش‌آزمون وجود ندارد ($P=۰/۰۸$)؛ همچنین برای این فرضیه، از آزمون t همبسته استفاده شد که بین میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌های گروه آزمایش افزایش معنی‌داری مشاهده شد ($P<۰/۰۰۱$)؛ به‌علاوه، نشان داده شد که حداکثر اکسیژن مصرفی بیماران MS در پس‌آزمون دو گروه آزمایش و گواه تفاوت معنی‌دار وجود دارد ($P<۰/۰۰۱$)-(نمودار ۲).

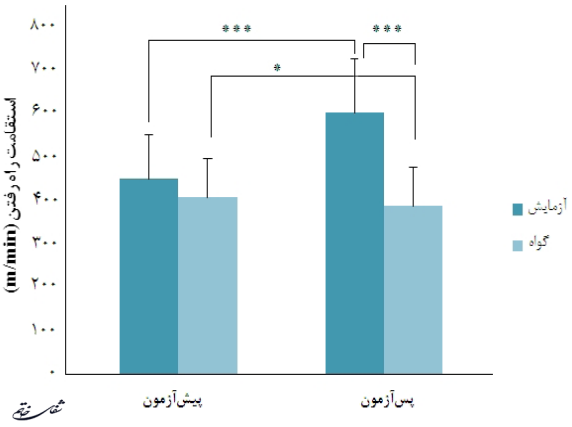
تجزیه و تحلیل پس‌آزمون داده‌ها نشان داد که ۸ هفته تمرین هوازی موجب افزایش معنی‌دار حداکثر اکسیژن مصرفی در مقایسه با پیش‌آزمون بیماران گروه آزمایش به میزان ۱۱/۰۱ درصد شد؛ درحالی‌که حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه گواه ۲/۸۱ کاهش یافت؛ اما این کاهش معنی‌دار نبود (نمودار ۲). استقامت راه رفتن در پس‌آزمون، در مقایسه با پیش‌آزمون گروه آزمایش، به میزان ۳۴/۰۱ درصد افزایش یافت ($P<۰/۰۰۱$)؛ اما در گروه گواه ۴/۷۸ درصد کاهش یافت. به‌علاوه، بین دو گروه در پس‌آزمون استقامت راه رفتن ۱۷/۲۴ درصد افزایش معنی‌داری وجود داشت ($P<۰/۰۰۱$)-(نمودار ۳).



نمودار ۱- میانگین شاخص هزینهٔ فیزیولوژیکی (beats/m) در دو گروه آزمایش و گواه. *تفاوت معنی‌داری بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه آزمایش و تفاوت معنی‌داری بین پس‌آزمون دو گروه ($P<۰/۰۵$).



نمودار ۲- میانگین حداکثر اکسیژن مصرفی (m/min) در دو گروه آزمایش و گواه. *تفاوت معنی‌داری بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه گواه ($P<۰/۰۵$). ***تفاوت معنی‌داری بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه آزمایش و تفاوت معنی‌داری بین پس‌آزمون بین دو گروه ($P<۰/۰۰۱$).



نمودار ۳- میانگین استقامت راه رفتن (m/min) در دو گروه آزمایش و گواه.
*تفاوت معنی‌داری بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه گواه ($P<0/05$).
***تفاوت معنی‌داری بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه آزمایش و تفاوت معنی‌داری بین پس‌آزمون بین دو گروه ($P<0/001$)..

بحث و نتیجه‌گیری

اندازه‌گیری سرعت متوسط راه رفتن به‌عنوان شاخص کارایی جسمی آزمودنی‌ها و اندازه‌گیری شاخص هزینهٔ فیزیولوژیکی به‌عنوان انرژی فیزیولوژی مصرفی جهت پشتیبانی فعالیت بدنی در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفت که می‌تواند نمایانگر چگونگی تأثیر برنامهٔ تمرینات منتخب هوازی قبل و بعد از ۸ هفته در گروه‌های آزمون و مقایسهٔ آن با گروه گواه باشد. همانطور که مشاهده شد، تغییرات در گروه هوازی حاکی از تأثیر بیشتر این تمرینات، در مدت ۸ هفته بر سیستم‌های بدن از جمله سیستم قلبی -عروقی و سیستم حرکتی بیماران MS بوده است.

مهم‌ترین یافته‌های پژوهش حاضر این بود که ۸ هفته تمرینات هوازی موجب کاهش معنی‌داری در شاخص هزینهٔ فیزیولوژیکی بیماران مبتلا به MS در گروه آزمایش شد. مقایسهٔ فاکتورهای مورد مطالعه در گروه آزمایش بعد از ۸ هفته اندازه‌گیری، مبین آن است که شاخص هزینهٔ فیزیولوژیکی تفاوت معنی‌داری با گروه گواه داشته است؛ مثلاً میزان ضربان قلب در حین راه رفتن در گروه آزمایش کاهش معنی‌داری داشت؛ همچنین میزان سرعت متوسط راه رفتن آن‌ها افزایش معنی‌داری را نشان داد.

با توجه به یافته‌های پژوهش، مشخص می‌شود که میانگین سرعت متوسط راه رفتن پس از مداخلهٔ تمرینی افزایش داشت. گیسر در مطالعه‌ای در سال ۲۰۰۸ بیان می‌دارد که توانایی حرکتی بیماران MS ممکن است تحت تأثیر عوامل متعددی مانند ضعف، عدم تعادل، خستگی، سفتی[15] و شرایط محیطی قرار گیرد (۴۴)؛ از طرفی پژوهش‌ها نشان می‌دهند که تمرینات روی تردمیل (۳۹، ۴۵) می‌توانند موجب بهبود این عوامل شده و لذا بهبود سرعت راه رفتن را به دنبال داشته باشند. با استناد به گفتهٔ نیومن و همکاران احتمالاً افزایش بیشتر سرعت متوسط راه رفتن در گروه تمرینات هوازی، به دلیل اختصاصی بودن شیوهٔ تمرینات این گروه در پژوهش حاضر بوده است. در مقابل نکتهٔ جالب توجه اینکه سرعت متوسط راه رفتن بیماران گروه گواه، بعد از ۸ هفته ۳/۱۳ درصد کاهش نشان داد (۳۹).

تمامی این تغییرات مثبت در یافته‌های پژوهش حاضر مربوط به سرعت متوسط راه رفتن در گروه آزمایش، با توجه به شاخص هزینهٔ فیزیولوژی مصرفی نسبت به بیماران گروه گواه بسیار مورد توجه است. باید به این نکتهٔ مهم توجه کرد که با توجه به اطلاعات موجود در جدول ۲، ضربان قلب در حال استراحت و ضربان قلب در حین راه رفتن پس‌آزمون بیماران شرکت کننده نسبت به پیش‌آزمون در گروه آزمایش کاهش معنی‌داری داشت؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که بهبود در شاخص هزینهٔ فیزیولوژیکی بیماران شرکت کننده در گروه آزمایش مربوط به بهبود در دو پارامتر سرعت متوسط راه رفتن و ضربان قلب این افراد بوده و به همین دلیل تفاوت در شاخص هزینهٔ فیزیولوژیکی گروه آزمایش کاملاً چشمگیر بود. همانطور که مشاهده شد، تغییرات در گروه آزمایش حاکی از تأثیر بیشتر تمرینات هوازی در مدت ۸ هفته بر سیستم‌های بدن از جمله سیستم قلبی -عروقی و سیستم حرکتی بیماران MS بوده است.

تعداد مطالعات انجام شده در زمینهٔ تأثیر یک دورهٔ تمرینی بر شاخص هزینهٔ فیزیولوژیکی در بیماران مبتلا به MS خیلی کم یافت شد. پتاجان و همکاران در مطالعات خود، ۱۰ درصد افزایش را در توان هوازی و کاهش در شاخص هزینهٔ فیزیولوژیکی در بیماران مبتلا به MS بعد از ۵ هفته تمرین هوازی روی دوچرخهٔ ارگومتر مشاهده کردند (۲۹). در پژوهشی که توسط ارسطو و همکاران انجام شد، گزارش کردند که اثر تمرینات هوازی بر شاخص هزینهٔ فیزیولوژیکی در بیماران مبتلا به MS بسیار چشمگیرتر از تمرینات یوگا می‌باشد؛ آن‌ها انجام تمرینات هوازی را برای بیماران مبتلا به MS بیشتر مورد تأکید قرار دادند (۱) که این با یافته‌های پژوهش حاضر همسو است.

هزینهٔ انرژی یکی از منافع اصلی مدیریت محدودیت‌های راه رفتن است و ممکن است کارایی راه رفتن را با کاهش مصرف انرژی با همان مسافت راه رفتن بهبود دهد. با توجه به اینکه بیماران مبتلا به MS به کم‌تحرکی روی می‌آورند؛ بنابراین با توجه به نتایج پژوهش حاضر می‌توان با طراحی پروتکل تمرین هوازی فردی‌سازی شده مطابق با سطح ناتوانی فرد، کارایی راه رفتن را با کاهش مصرف

[15] Spasticity

انرژی با همان مسافت راه رفتن بهبود بخشید.

در پژوهش حاضر، حداکثر اکسیژن مصرفی بیماران مورد مطالعه نیز ارزیابی شد. نتایج نشان دادند که برنامهٔ تمرینی استفاده شده بر حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها تأثیرگذار بوده است. ۸ هفته تمرینات هوازی موجب افزایش معنی‌داری در حداکثر اکسیژن مصرفی پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون بیماران گروه آزمایش شد؛ در مقابل حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه گواه، کاهش معنی‌داری یافت. تغییرات در درصد چربی بدن (۳/۶۵ درصد کاهش) و افزایش استقامت راه رفتن آزمودنی می‌توانند گواه این ملاک ارزیابی باشد (۴۲).

پیش‌تر از این رومبرگ و همکاران و همچنین موتل و همکاران گزارش کردند که در نتیجهٔ تمرین هوازی حداکثر اکسیژن مصرفی افزایش می‌یابد. محققان علت این افزایش را در گروه آزمایش بیماران مبتلا به MS، تأثیر تمرینات هوازی بر حداکثر اکسیژن مصرفی گزارش کردند (۴۰، ۱۶) که این با یافته‌های پژوهش حاضر همسو است. همچنین فوجلیو و همکاران گزارش کردند که تمرینات هوازی منجر به افزایش معنی‌داری در حداکثر اکسیژن مصرفی بیماران مبتلا به MS می‌شود که محققان دلیل آن را در بهبود عملکرد عضلهٔ تنفسی بیماران یافتند (۴۶). در مطالعه‌ای که توسط موتل و همکاران انجام شد، گزارش کردند که کم تحرکی به کاهش عملکرد قلبی -تنفسی منجر می‌شود؛ چراکه هنگام انجام کار و یا فعالیت در افراد مبتلا به MS میزان اکسیژن مصرفی با صرف بیشترین انرژی نسبت به افراد سالم صورت می‌گیرد. محققان با انجام تمرینات ورزشی در افراد مبتلا به MS به این نتیجه رسیدند که تمرینات ورزشی به کاهش هزینهٔ انرژی و افزایش توان هوازی افراد منجر می‌شود که این امر باعث افزایش استقامت و سرعت راه رفتن و در نتیجه جلوگیری از عواقب بیماری در افراد مبتلا می‌شود (۳۸، ۱۶).

ممکن است افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی بیماران گروه آزمایش در پژوهش حاضر نیز به دلیل تقویت عضلهٔ تنفسی افراد مبتلا باشد؛ چراکه در بیماران MS کاهش در تحمل تمرین ممکن است تا اندازه‌ای مرتبط با کم‌کاری عضلهٔ تنفسی باشد. این نتایج با پیشینهٔ موجود مبنی بر آنکه فعالیت ورزشی منظم به‌ویژه زمانی که با کاهش وزن همراه باشد و آمادگی قلبی - تنفسی با میزان بیشتر حداکثر اکسیژن مصرفی همراه است، تأیید می‌شود. با توجه به اینکه در این بیماران کاهش ظرفیت دستگاه قلبی -تنفسی نیز دارند که بر توان هوازی و استقامت آنان تأثیر دارد؛ گزارش شده است که تمرین هوازی موجب بهبود در استقامت قلبی -تنفسی بیماران می‌گردد. در پژوهش حاضر، استقامت راه رفتن بیماران مورد مطالعه نیز ارزیابی شد. نتایج نشان داد که برنامهٔ تمرینی استفاده شده بر عملکرد آزمودنی‌ها تأثیرگذار بوده است. افزایش استقامت راه رفتن آزمودنی می‌توانند گواه این ملاک ارزیابی باشد. پیش‌تر از این، گزارش شد که در نتیجهٔ تمرین هوازی، استقامت راه رفتن افزایش یافت. محققان علت این افزایش را در گروه آزمایش بیماران مبتلا به MS، تأثیر تمرینات هوازی بر سیستم حرکتی -عضلانی گزارش کردند (۲۵) که این با یافته‌های پژوهش حاضر همسو است. این محققین همچنین نشان دادند که بعد از ۴ هفته تمرین هوازی با شدت ۶۰ تا ۸۰٪ ضربان قلب بیشینه، ۶۱ متر راه رفتن بیماران مبتلا به MS نسبت به قبل از انجام تمرینات افزایش یافته بود. محققان دلیل افزایش استقامت راه رفتن افراد مبتلا را در بهبود عملکرد عصبی -عضلانی آن‌ها یافته بودند که این امر به افزایش عملکرد و استقامت راه رفتن افراد مبتلا به MS منجر شده بود (۲۵). با توجه به یافته‌های این محققان، ممکن است افزایش استقامت راه رفتن بیماران گروه آزمایش در پژوهش حاضر نیز به دلیل بهبود عملکرد عصبی -عضلانی و سیستم حرکتی افراد مبتلا باشد که به کاهش ناتوانی حرکتی فرد و افزایش کیفیت زندگی افراد مبتلا منجر می‌شود.

به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که ورزش برای بیماران مبتلا به مالتیپل اسکلروز مؤثر می‌باشد و می‌توان به این بیماران انجام ورزش‌های هوازی را توصیه کرد. همانطور که مشاهده شد تغییرات در گروه تمرینی حاکی از تأثیر بیشتر این تمرینات در مدت ۸ هفته بر سیستم‌های بدن از جمله سیستم عصبی -روانشناختی و سیستم حرکتی بیماران MS بوده است. این مطالعه نشان داد برنامهٔ تمرین هوازی ممکن است بخشی از برنامهٔ بازتوانی بیماران MS باشد و باعث بهبود در شاخص هزینهٔ فیزیولوژیکی و حداکثر اکسیژن مصرفی شود که بهبود در کیفیت زندگی را به همراه دارد؛ بنابراین برنامهٔ تمرینی مطالعه شده در این پژوهش می‌توانند به‌عنوان بخشی از برنامهٔ توانبخشی یا فعالیت‌های ورزشی مؤثر در بیماران MS مورد استفاده قرار گیرند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این پژوهش مراتب تشکر خود را از تمامی عزیزانی که در جمع‌آوری اطلاعات و انجام هر چه بهتر این مطالعه ما را یاری نمودند، اعلام می‌دارند.

منابع

1. Arastoo AA, Ahmadi A, Zahednejad Sh. The comparison of effect of 8 weeks aerobic and yoga training on physiological cost index in multiple sclerosis patients. Sci Med J. 2011; 10(2): 153-62.

2. Eftekhari E, Nikbakht H, Etemadifar M, Rabiee K. Effect of endurance training on aerobic power and quality of life in female patients with multiple sclerosis. Olympic journal. 2008; 16(1): 37-46.

3. Comi G, Leocani L, Rossi P, Colombo B. Physiopathology and treatment of fatigue in multiple sclerosis. J Neurol. 2001; 248(3): 174-9.

4. Etemadifar M, Ashtary F. Diagnosis and treatment of multiple sclerosis. 1st ed. Esfahan. Chahar Bagh publisher. 2002; 13-5.

5. Greenberg DA. Clinical Neurology Aminoff. Translated by Sayed Mostafa Emami and Mohammed Hossein Shoja Moradi. Shabnam Danesh. 2002; 83(13): 123-125.

6. Fernández O, Baumstarck-Barrau K, Simeoni MC, Auquier P, MusiQoL study group. Patient characteristics and determinants of quality of life in an international population with multiple sclerosis: assessment using the musiqol and sf-36 questionnaires. Mult Scler. 2011; 17(10): 1238-49.

7. Miller A, Dishon S. Health-related quality of life in multiple sclerosis: the impact of disability, gender and employment status. Qual life Res. 2006; 15(2): 71-259.

8. Bradly, Daroff, Fenichel, Jankovic. Neurology in clinical practice. 4th ed. Philadelphia: Elsevier, 2004.

9. Schwid SR, Murray TJ. Treating fatigue in patients with MS: one step forward, one step back. Neurology. 2005; 64(7): 1111-2.

10. Carroll L. Does aspirin or modafinil help fatigue in MS? Clinical trials offer mixed results. Neurology. 2005; 5: 38-39.

11. Häuser W, Stallmach A, Kocalevent RD, Rose M, Fliege H. Biopsychosocial predictors of fatigue in quiescent and mild ulcerative colitis. GMS Psychosoc Med. 2005; 2: 1-8.

12. Andreasen AK, Stenager E, Dalgas U. The effect of exercise therapy on fatigue in multiple sclerosis. Mult Scler. 2011; 17(9): 1041-54.

13. Neill J, Belan I, Ried K. Effectiveness of non-pharmacological interventions for fatigue in adults with multiple sclerosis, rheumatoid arthritis, or systemic lupus erythematosus: a systematic review. J Adv Nurs. 2006; 56(6): 617-35.

14. Azimian M. Pschological and bodily in multiple sclerosis. Rehabilitation J. 1999; 3: 43-7.

15. Surakka J, Romberg A, Ruutiainen J, Aunola S, Virtanen A, Karppi SL. Effects of aerobic and strength exercise on motor fatigue in men and women with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. Clin Rehabil. 2004; 18(7): 737-46.

16. Motl R, McAuley E, Snook EM, Gliottoni R. Physical activity and quality of life in multiple sclerosis: intermediary roles of disability, fatigue, mood, pain, self-efficacy and social support. Psychol Health Med. 2009; 14(1): 111-24.

17. Rowland LP. Merritt's neurology. 11th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. 2005.

18. Rampello A, Franceschini M, Piepoli M, Antenucci R, Lenti G, Olivieri D. Effect of Aerobic Training on Walking Capacity and Maximal Exercise Tolerance in Patients with Multiple Sclerosis: a Randomized Crossover Controlled Study. Phys Ther. 2007; 87(5): 545-55.

19. Benito-León J. Physical activity in multiple sclerosis: the missing prescription. Neuroepidemiology. 2011; 36: 192-3.

20. Kenedi RM, Paul JP, Hughes J. Disability: Proceedings of a seminar on rehabilitation of the disabled (Strathclyde bioengineering seminars). MacGregor J. Rehabilitation ambulatory monitoring. London: Palgrave Macmillan. 1979; p. 72-159.

21. Broekmans T, Roelants M, Feys P, Alders G, Gijbels D, Hanssen I. Effects of long-term resistance training and simultaneous electro- stimulation on muscle strength and function mobility in multiple sclerosis. Mult Scler. 2011; 17(4): 468-77.

22. Elizabeth HM, Dan MC, Lesley JW, Jennifer LMS, Szu-Yun L, Frank Z. Ratings of Perceived Exertion during Aerobic Exercise in Multiple Sclerosis. Arch Phys Med Rehabil. 2008; 89(8): 1570-4.

23. Robert W, Myla D, Ralph HB. Walking impairment in patients with multiple sclerosis: exercise training as a treatment option. Neuropsychiatr Dis Treat. 2010; 6(16): 767-74.

24. Snook EM, Motl RW. Effect of exercise training on walking mobility in multiple sclerosis a meta-analysis. Neurorehabil Neural Repair. 2009; 23(2): 16-108.

25. Kileff J. Aerobic Exercise for People with Multiple Sclerosis. 2004, 8(2): 6-7.

26. Kargarfard M, Etemadifar M, Asfarjani F, Mehrabi M, Kordavani L. Changes in quality of life and fatigue in women with multiple sclerosis after 8 weeks of aquatic exercise training. Journal of Fundamentals of Mental Health. 2010; 12(3): 62-735.

27. Nicole S, Clare M. The impact of regular physical activity on fatigue, depression and quality of life in persons with multiple sclerosis. Health Qual Life Outcomes. 2009; 7(68): 1-10.

28. White LJ, Dressendorfer RH. Exercise and multiple sclerosis. Sports Med. 2004; 34: 1077-100.

29. Petajan JH, Gappmaier E, White AT, Spencer MK, Mino L, Hicks RW. Impact of aerobic training on fitness and quality of life in multiple sclerosis. Am Neurol. 1996; 39(4): 241-3.

30. William A. Application of exercise principles to routine work & recreational activities in: diagnosis & prescription of exercise. Protocol for the Chester Step Test. 2011; (23): 240-4.

31. Dalgas U, Stenager E, Jakobsen J, Petersen T, Hansen HJ, Knudsen C. Resistance training improves muscle strength and functional capacity in multiple sclerosis. Neurology. 2009; 73: 1478-84.

32. Chung LH. Muscle weakness in persons with multiple sclerosis. PhD Thesis. University of Massachusetts. 2010.

33. Vanage, S. M. Gilbertson, KK. Mathiowetz V. Effects of an energy conservation course on fatigue impact for persons with progressive multiple sclerosis. Am J Occup Ther. 2003; 57: 315-23.

34. Yousefvand Z, Parnow A, Ahsan B, Fayazi B. Effect of 8-week resistance training on muscle strength and functional capacity in women with multiple sclerosis (MS). Sabzevar Sport and Biomotor Sciences Journal. 2013; 3(2): 71-82.

35. Savci S, Inal-Ince D, Arikan H, Guclu-Gunduz A, Cetisli-Korkmaz N, Armutlu K. Six-minute walk distance as a measure of functional exercise capacity in multiple sclerosis. Disabil Rehabil. 2005; 27(22): 1365-71.

36. Ozakbas S, Ormeci B, Idiman E. Utilization of the multiple sclerosis functional composite in follow-up: relationship to disease phenotype, disability and treatment strategies. J Neurol Sci. 2005; 232(1-2): 65-9.

37. Olgiati R, Burgunder JM, Mumenthaler M. Increased energy cost of walking in multiple sclerosis: effect of spasticity, ataxia, and weakness. Arch Phys Med Rehabil. 1988; 69(10): 846-9.

38. Motl RW, Goldman M. Physical inactivity, neurological disability, and cardiorespiratory fitness in multiple sclerosis. Acta Neurol Scand. 2011; 123: 98-104.

39. Newman MA, Dawes H, van den Berg M, Wade DT, Burridge J, Izadi H. Can aerobic treadmill training reduce the effort of walking and fatigue in people with multiple sclerosis: a pilot study. Mult Scler. 2007; 13: 113-9.

40. Romberg A, Virtanen A, Ruutiainen J, Aunola S, Karppi SL, Vaara M. Effect of a 6-month exercise program on patient with multiple sclerosis. Neurology. 2004; 63(11): 2034-8.

41. Ahmadi A, Nikbakh M, Arastoo A, Habibi AH. The effects of a yoga intervention on balance, speed and endurance of walking, fatigue and quality of life in people with multiple sclerosis. Journal of Human Kinetics. 2010; 23: 71-8.

42. Fayazi B, Parnow A, Ahsan B, Yousefvand Z. The effect aerobic training on functional capacity and percent body fat in women with moderate multiple sclerosis (MS). AMUJ. 2013; 16(70): 87-97.

43. Heather A, Paul C. Effects of high-intensity resistance training on strength, mobility, balance, and fatigue in individuals with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. J Neurol Phys Ther. 2011; 35: 2-10.

44. Giesser B, Beres-Jones J, Budovitch A, Herlihy E, Harkema S. Loco motor training using body weight support on a treadmill improves mobility in persons with multiple sclerosis. Mult Scler. 2008; 13(2): 31-224.

45. Giesser BS. Exercise and gait retraining in persons with multiple sclerosis. US Neurol. 2007; 2: 37-9.

46. Foglio K, Clini E, Vitacca M, Marangoni S, Bonomelli M, Ambrosino N. Respiratory muscle functions and exercise capacity in multiple sclerosis. ERS Journals Ltd. 1994; 7: 23-8.

47. Danielsson A. Studies on energy expenditure in walking after stroke. Gothenburg: Institute of Neuroscience and Physiology/Rehabilitation Medicine, University of Gothenburg. 2008; 1-47.

48. Waters RL, Mulroy S. The energy expenditure of normal and pathologic gait. Gait Posture.1999; 9(3): 207-31.