Original Article

Effect of six weeks resistance training on nerve conduction velocity, strength, balance and walking speed in Multiple Sclerosis patients

***Rasoul Eslami (Ph.D)**, Corresponding Author, Associate Professor, Sport Sciences Faculty, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.
eslami.rasul@gmail.com ORCID ID: 0000-0002-8493-2053

Bakhtyar Tartibian (Ph.D), Associate Professor, Sport Sciences Faculty, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.
ORCID ID: 0000-0002-4653-5620

Mojtaba Najarpour (M.Sc), M.Sc in Exercise Physiology, Tehran, Iran. ORCID ID: 0000-0002-5718-0693

Abstract

Background and Objective: Multiple sclerosis (MS) is the most common disabling neurological disease which leads to nerve conduction velocity (NCV) reduction and finally reduction of functional abilities. This study was executed to determine the effect of six weeks resistance training on NCV, strength, balance and walking speed in Multiple Sclerosis patients.

Methods: In this quasi-experimental study, 23 MS patients were nonrandomly divided to control (n=10) and resistance training (n=13) groups. Two days before and after training program, NCV, strength, balance and 25 foot walking tests was executed. Resistance training protocol was included tree sessions per week for six weeks and intensity of training was 55% of 1RM.

Results: Six weeks of lower body resistance training significantly increased nerve conduction velocity (NCV) ($P<0.05$), strength ($P<0.05$), balance ($P<0.05$) and walking speed ($P<0.05$) in MS patients.

Conclusion: Controlled resistance training can improve Multiple Sclerosis patient's nerve conduction velocity which finally can lead to improve functional abilities, such as strength, balance and walking speed.

Keywords: Multiple Sclerosis, Resistance training, Nerve conduction velocity

Received 17 Feb 2018 **Revised** 22 Oct 2018 **Accepted** 24 Oct 2018

Cite this article as: Rasoul Eslami, Bakhtyar Tartibian, Mojtaba Najarpour. [Effect of six weeks resistance training on nerve conduction velocity, strength, balance and walking speed in Multiple Sclerosis patients]. J Gorgan Univ Med Sci. 2019 Autumn; 21(3): 63-68. [Article in Persian]

تحقیقی

اثر شش هفته تمرین مقاومتی پایین تنه بر سرعت انتقال عصبی، قدرت، تعادل و سرعت راه‌رفتن در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس

***دکتر رسول اسلامی**، دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران. ORCID ID: 0000-0002-8493-2053

دکتر بختیار ترتیبیان، دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران. ORCID ID: 0000-0002-4653-5620

مجتبی نجارپور، کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، تهران، ایران. ORCID ID: 0000-0002-5718-0693

چکیده

زمینه و هدف: *تصلب چندگانه (Multiple Sclerosis: MS) رایج‌ترین بیماری ناتوان کننده عصبی است که باعث کاهش سرعت انتقال عصبی و در نهایت کاهش توانایی‌های عملکردی بیمار می‌شود. این مطالعه به منظور تعیین اثر شش هفته تمرین مقاومتی پایین تنه بر سرعت انتقال عصبی، قدرت، تعادل و سرعت راه‌رفتن در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس انجام شد.*

روش بررسی: *در این مطالعه شبه تجربی ۲۳ مرد بیمار مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس با میانگین سنی ۳۹/۴۵ سال و EDSS ۴/۳۷ به‌طور غیرتصادفی در دو گروه کنترل (۱۰ نفر) و تمرین مقاومتی (۱۳ نفر) قرار گرفتند. دو روز قبل و بعد از تمرین از هر دو گروه آزمون‌های سرعت هدایت عصبی، قدرت، تعادل و سرعت ۲۵ فوت راه‌رفتن گرفته شد. تمرین مقاومتی با شدت ۵۵درصد یک تکرار بیشینه برای شش هفته و هر هفته سه جلسه برگزار شد.*

یافته ها: *شش هفته تمرین مقاومتی پایین تنه سرعت انتقال عصبی، قدرت عضلانی، تعادل و سرعت راه رفتن در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس را به‌طور معنی‌داری در مقایسه با گروه کنترل افزایش داد (P<۰/۰۵).*

نتیجه گیری: *تمرین مقاومتی کنترل شده می‌تواند سرعت انتقال عصبی را در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس بهبود بخشد که در نهایت نیز بهبود قابلیت‌های عملکردی از جمله قدرت، تعادل و سرعت راه‌رفتن را به‌دنبال دارد.*

کلید واژه‌ها: *مولتیپل اسکلروزیس ، تمرین مقاومتی ، سرعت هدایت عصبی*

* نویسنده مسؤول : دکتر رسول اسلامی ، پست الکترونیکی eslami.rasul@gmail.com

نشانی: تهران، انتهای بزرگراه همت، دانشگاه علامه طباطبائی، دانشکده تربیت بدنی، تلفن ۴۸۳۹۴۱۲۱-۰۲۱

وصول مقاله: ۱۳۹۶/۱۱/۲۸ ، اصلاح نهایی: ۱۳۹۷/۷/۳۰ ، پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۸/۲

مقدمه

تصلب چندگانه (Multiple Sclerosis: MS) شایع‌ترین بیماری نورولوژیک پیشرونده و ناتوان کننده در جوانان بالغ است. این بیماری باعث از بین رفتن غلاف میلین سلول‌های عصبی شده که در نتیجه آن کاهش یا فقدان هدایت پیام‌های عصبی در سیستم عصبی اتفاق می‌افتد (۱). علت اصلی این بیماری هنوز ناشناخته است؛ اما اکثر محققان MS را به عنوان یک بیماری خودایمنی و التهابی می‌شناسند (۲). از بین رفتن میلین عصب باعث کند شدن سرعت هدایت آکسونی شده و از این طریق عملکرد عصب افت پیدا می‌کند (۳). تغییر هدایت در تارهای عصبی حسی و حرکتی که میلین خود را از دست داده‌اند؛ می‌توانند باعث کاهش تعادل و اختلال در راه‌رفتن و افزایش خطر افتادن بیمار شود (۴). از این‌رو، راه‌رفتن غیرطبیعی، اختلال در تعادل، ضعف عضلانی، سفتی عضلانی، خستگی و اختلالات حسی از علایم مهم این بیماری است (۵). ۷۸ درصد از بیماران مبتلا به MS در برقراری تعادل دچار مشکل هستند (۵). یکی دیگر از مشکلات شایع در بیماری MS اختلال در حفظ تعادل هنگام ایستادن و راه رفتن است. همچنین عدم هماهنگی بدن و ضعف از جمله عواملی است که مبتلایان به این بیماری را از حضور در عرصه‌های اجتماع باز می‌دارد (۵). اکثر افراد مبتلا، قدرت عضلانی دست‌ها و پاهای خود را از دست می‌دهند. از دست دادن قدرت عضلانی به‌طور مکرر و معمول در پاها بیشتر از دست‌ها رخ می‌دهد (۶). کندی در حرکت نیز یکی از مشکلاتی است که بیماران مبتلا به MS با آن درگیر هستند. تمام علایم فوق را شاید بتوان در نتیجه کاهش سرعت انتقال عصبی دانست که ناشی از دیمیلین شدن عصب و نیز کاهش به‌کارگیری سیستم عصبی در اثر بی‌حرکتی پس از بیماری است. در سال‌های اخیر روش‌های غیردارویی که تحت عنوان درمان‌های تکمیلی شناخته می‌شوند؛ توجه این بیماران را به خود جلب نموده است (۷). در همین راستا، فعالیت بدنی و تمرینات ورزشی یکی از بهترین درمان‌های مکملی است که اخیراً سودمندی آنها به اثبات رسیده است (۱۰-۸). اثر فعالیت هوازی، تمرین مقاومتی (با استفاده از وزن بدن) و تمرین با

وزنه بر توانایی راه رفتن، قدرت، خستگی، توانایی عملکردی و کیفیت زندگی شخصی بیماران مبتلا به MS بررسی و نتایج هر پژوهش با توجه به ساختار و محتوای برنامه تمرینی منتخب، متفاوت گزارش شده است (۱۱-۹). در مجموع، بیشتر یافته‌ها نشان داده که فعالیت‌های بدنی مناسب به نوعی موجب بهبود وضعیت این بیماران می‌شود (۱۲). با این حال، تعیین نوع و شدت مناسب تمرینات ورزشی و مکانیسم‌های اثرگذاری آنها بر بیماری MS هنوز ناشناخته مانده و نیازمند بررسی بیشتر است. لذا این مطالعه به منظور تعیین اثر شش هفته تمرین مقاومتی پایین تنه بر سرعت انتقال عصبی، قدرت، تعادل و سرعت راه رفتن در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس انجام شد.

روش بررسی

این مطالعه شبه تجربی روی ۲۳ مرد مبتلا به بیماری MS مراجعه کننده به مرکز مغز و اعصاب و بنیاد بیماری‌های خاص کرمان با نمره EDSS بین ۳/۵ تا ۵ طی سال ۱۳۹۶ انجام شد.

بیماران توسط پزشک متخصص از نظر تاریخچه پزشکی بررسی شدند و پس از کسب معیارهای مورد نظر وارد مطالعه شدند.

معیارهای ورود به مطالعه شامل داشتن نمره EDSS بین ۳/۵ تا ۵، جنسیت مرد و تاییدیه پزشک برای فعالیت بدنی بودند.

معیارهای عدم ورود به مطالعه شامل داشتن نمره EDSS بالای ۶، بیماری فعال دیگری غیر از MS مانند دیابت، صرع، پرفشاری خون و بیماری‌های قلبی عروقی و وجود معلولیت‌های دیگر و نیز مصرف آرام‌بخش، الکل و یا هر داروی موثر بر تعادل بودند.

در ابتدا آزمودنی ها فرم اطلاعات فردی و رضایت‌نامه کتبی شرکت آگاهانه در مطالعه تکمیل نمودند.

بیماران مبتلا به MS به‌طور غیرتصادفی در دو گروه کنترل (۱۰ نفر) و تمرین مقاومتی (۱۳ نفر) قرار گرفتند.

دو روز قبل و بعد از دوره تمرین از هر دو گروه کنترل و تمرین مقاومتی، آزمون‌های سرعت انتقال عصبی (NCV) (Nerve conduction velocity)، سرعت راه‌رفتن، تعادل و یک تکرار بیشینه برای حرکت باز کردن زانو (جلو پا) گرفته شد (۸و۱۲و۱۳). برای اندازه‌گیری سرعت انتقال عصبی عصب پرونئال (peroneal) از تست نوار عصبی استفاده شد. بدین منظور دو الکترود در فاصله مشخصی از عصب کاشته می‌شود و سپس یک موج الکتریکی از الکترود اول وارد عصب شده و پس از طی فاصله بین دو الکترود توسط الکترود دوم ثبت می‌گردد. در نهایت برای به‌دست آوردن سرعت هدایت عصبی، فاصله بین دو الکترود بر زمان تقسیم می‌شود (۱۴). برای اندازه‌گیری تعادل از دستگاه Biodex (SW PN ،V1/03، ساخت امریکا)، برای سرعت راه‌رفتن از آزمون ۲۵ فوت راه‌رفتن و برای قدرت بیشینه از آزمون یک تکرار بیشینه از طریق فرمول برزیسکی استفاده شد (۸و۱۴-۱۲).

یک تکرار بیشینه = وزنه جابه جا شده (کیلوگرم) / [۱/۰۲۷۸ – (تعداد تکرار تا خستگی × ۰/۰۲۷۸)]

با بررسی مطالعات قبلی (۸و۱۳) که در آنها از تمرین مقاومتی برای بیماران مبتلا به MS استفاده شده بود؛ برنامه تمرین مقاومتی این مطالعه طراحی و استخراج شد. برنامه تمرین مقاومتی شامل شش هفته تمرین متوالی بود که در هر هفته ۳ جلسه به صورت یک روز در میان اجرا شد. مدت زمان جلسه تمرین ۴۵ دقیقه شامل ۵تا ۷ دقیقه گرم کردن، ۲۵ تا ۳۰ دقیقه تمرین اصلی و ۵ تا ۷ دقیقه سرد کردن بود. حرکات تمرینی شامل پرس پا، بازکردن زانو (جلو پا)، خم کرد زانو (همسترینگ) و بلند کردن پاشنه بود که با شدت ۵۵ درصد یک تکرار بیشینه و در سه ست ۱۲ تکراری انجام گردید (۸و۱۳) (جدول یک). برای اعمال اضافه بار در هفته چهارم به بعد در صورتی که افراد قادر بودند در ست سوم علاوه بر تکمیل تکرارهای مورد نظر ۲ تکرار بیشتر نیز انجام ددهند؛ مقدار وزنه ۵ تا ۱۰ درصد افزایش داده شد.

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS-21 در سطح معنی داری کمتر از ۰/۰۵ تجزیه و تحلیل شدند. داده‌ها بر حسب میانگین و انحراف استاندارد بیان شدند. برای تعیین نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو – ویلک استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل آماری و تعیین اختلاف معنی‌دار از آزمون آماری آنالیز کوواریانس (ANCOVA) استفاده گردید.

یافته‌ها

ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها در جدول ۲ آمده است.

بین گروه تمرین مقاومتی با گروه کنترل برای سرعت انتقال عصبی اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵). به‌عبارت دیگر تمرین مقاومتی باعث افزایش معنی‌دار سرعت انتقال عصبی در

جدول ۱ : برنامه تمرین مقاومتی

تمرینات	شرح
دوره تمرین	٦ هفته
روزهای تمرینی	سه جلسه در هفته
شدت تمرین	٥٥تا ٦٥ درصد یک تکرار بیشینه
تکرارها	۱۰ تا ۱۲ بار
ست‌ها	۳ ست
مدت زمان تمرین	٤٥ دقیقه
حرکات	پرس پا، بازکردن زانو (جلو پا)، خم کرد زانو (همسترینگ) و بلند کردن پاشنه

جدول ۲ : ویژگی‌های فردی بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس در گروه‌های کنترل و تمرین مقاومتی

متغیرها	میانگین و انحراف استاندارد	
	گروه کنترل (n=۱۰)	گروه تمرین مقاومتی (n=۱۳)
سن (سال)	۳۸/۵۰±۴/۷۲	۴۰/۲۳±۵/۷۷
قد ایستاده (سانتی‌متر)	۱۷۲/۵۰±۲/۰۷	۱۶۸/۵۰±۳/۸۹
توده بدن (کیلوگرم)	۲۸/۳۵±۳/۸۵	۲۸/۱۷±۳/۹۰
نمره EDSS	۳/۸۵±۰/۷۸	۴/۰۳±۱/۶۱

جدول ۳ : میانگین و انحراف استاندارد سرعت انتقال عصبی، تعادل، قدرت بیشینه و راه‌رفتن در پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه‌های کنترل و تمرین مقاومتی

متغیرها	میانگین و انحراف استاندارد			
	پیش آزمون		پس آزمون	
	گروه کنترل (n=۱۰)	گروه تمرین مقاومتی (n=۱۳)	گروه کنترل (n=۱۰)	گروه تمرین مقاومتی (n=۱۳)
سرعت انتقال عصبی (m/s)	۴۷/۷۱±۶/۰۷	۴۹/۵۷±۴/۷۴	۴۶/۹۶±۴/۹۱	۵۱/۶۰±۴/۸۶ *
تعادل	۳/۶۱±۱/۴۱	۳/۴۶±۱/۳۴	۳/۳۲±۰/۹۵	۵/۳۹±۱/۳۴ *
قدرت بیشینه (kg)	۱۳/۱±۵/۴۴	۱۳/۳۰±۷/۲۲	۱۲/۶۰±۵/۳۱	۱۷/۲۳±۷/۲۴ *
۲۵ فوت راه‌رفتن (s)	۶/۹۹±۲/۷۱	۶/۳۰±۱/۸۴	۶/۸۲±۲/۵۴	۵/۵۲±۱/۹۵ *

* P<۰/۰۵ در مقایسه با گروه کنترل

عصب پرونئال بیماران مبتلا به MS شد (جدول ۳). همچنین در مقایسه با گروه کنترل، تمرین مقاومتی باعث کاهش آماری معنی‌دار در زمان آزمون ۲۵ فوت راه‌رفتن شد (P<۰/۰۵) (جدول ۳).

بین گروه کنترل و تمرین مقاومتی برای قدرت پایین تنه (حرکت جلو پا) نیز تفاوت آماری معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵) (جدول ۳). به‌علاوه در مقایسه با گروه کنترل، تمرین مقاومتی باعث افزایش آماری معنی‌داری در تعادل بیماران مبتلا به MS گردید (P<۰/۰۰۱) (جدول ۳).

بحث

با توجه به نتایج این مطالعه، شش هفته تمرین مقاومتی منتخب با تواتر سه روز در هفته توانست سرعت انتقال عصبی، قدرت، تعادل و سرعت راه‌رفتن را در بیماران مبتلا به MS بهبود بخشد. در همین راستا، بیشتر مطالعات نشان داده‌اند که فعالیت‌های بدنی مناسب به نوعی موجب بهبود وضعیت بیماری MS می‌شود (۹و۱۰و۱۵). برای مثال White و همکاران در سال ۲۰۰۴ در مطالعه‌ای نشان دادند که هشت هفته تمرین مقاومتی باعث بهبود قدرت عضلات بازکننده زانو (۷ درصد)، طول گام (۸ درصد) و خستگی (۲۴ درصد) بیماران مبتلا به MS می‌شود (۹). همچنین، یک دوره ورزش در آب باعث افزایش سرعت و استقامت راه‌رفتن و نیز بهبود تعادل در بیماران مبتلا به MS شده است (۱۰). علی‌رغم اثرات مثبت فعالیت بدنی بر قابلیت‌های عملکردی در بیماران مبتلا به MS، مکانیسم آن به‌طور کامل مورد مطالعه و بررسی قرار نگرفته است. در همین راستا، نتایج ما نیز نشان داد که شش هفته تمرین مقاومتی می‌تواند سرعت انتقال عصبی را در بیماران مبتلا به MS افزایش دهد؛ اما چگونگی تاثیر تمرین مقاومتی بر سرعت انتقال عصبی را می‌توان به نتایج مطالعات قبلی (۱۶و۱۷) نسبت داد. این مطالعات نشان داده‌اند که فعالیت ورزشی بر جنبه‌های گوناگون کارکرد سلول‌های عصبی تاثیر می‌گذارد. برای مثال، ورزش می‌تواند باعث افزایش شکل‌پذیری مغز، تقویت سیستم ضداکسایشی و تنظیم افزایشی عوامل تغذیه عصبی شده، از آپوپتوز سلول‌های عصبی جلوگیری نماید و میزان جوانه‌زنی عصبی را افزایش دهد (۱۶). به‌علاوه فعالیت ورزشی باعث افزایش قطر سیلندر آکسون، افزایش انتقال دهنده‌های عصبی و افزایش کانال‌های سدیم - پتاسیمی می‌شود که در سرعت انتقال عصبی نقش ویژه‌ای دارند (۱۷).

نتایج مطالعه ما در بعد عملکردی نشان داد که شش هفته تمرین مقاومتی باعث بهبود قدرت، تعادل و سرعت راه رفتن در بیماران MS می‌شود. مطالعات متعددی نشان داده‌اند که بیماری MS می‌تواند باعث افت در قابلیت‌های عملکردی بیمار از جمله ضعف عضلانی، تعادل و راه‌رفتن شود (۲۱-۱۸). این در حالی است که مطالعه ما نشان داد که تمرینات مقاومتی می‌تواند قدرت بیشینه، تعادل و سرعت راه رفتن را در بیماران مبتلا به MS به‌طور معنی‌داری افزایش دهد. در همین راستا، مطالعات دیگری نیز یافته‌های ما را تایید کرده‌اند (۱۰و۱۱و۲۲و۲۳). Gutierrez و همکاران گزارش کردند که ۸ هفته تمرین مقاومتی فزاینده با تواتر ۲ روز در هفته برای اندام پایین تنه توانست قدرت پا، قابلیت گام برداری و راه رفتن بیماران را به‌طور مطلوبی بهبود بخشد (۲۲).

ابراهیمی و همکاران نشان دادند که هشت هفته تمرین قدرتی باعث افزایش تعادل در بیماران مبتلا به MS می‌شود (۱۲). مرادی و همکاران تاثیر ۸ هفته تمرین مقاومتی بر قدرت عضلانی و تعادل مردان مبتلا به MS را مورد بررسی قرار دادند و نتایج پژوهش آنها

نشان داد که تمرین مقاومتی باعث بهبود تعادل و قدرت بیشینه در این بیماران می‌شود (۲۳). مکانیسم‌های اثرگذاری تمرین مقاومتی بر بهبود قدرت، تعادل و سرعت راه‌رفتن در بیماران مبتلا به MS متفاوت است. برای مثال سرعت انتقال عصبی یکی از عواملی است که به‌طور مستقیم بر عملکرد عصبی عضلانی تاثیر می‌گذارد. مطالعات قبلی نشان داده‌اند که از بین رفتن میلین عصب باعث کند شدن سرعت هدایت آکسونی شده و از این طریق عملکرد عصب افت پیدا می‌کند (۳). تغییر هدایت در تارهای عصبی حسی و حرکتی که میلین خود را از دست داده‌اند؛ می‌تواند باعث کاهش تعادل و اختلال در راه‌رفتن و افزایش خطر افتادن بیمار شود (۴). این در حالی است که در تحقیق حاضر تمرین مقاومتی توانست سرعت هدایت عصبی را به‌طور معنی‌داری افزایش دهد. به‌علاوه در افراد سالم نیز گزارش‌ها نشان می‌دهند که ورزشکاران قدرتی و توانی سرعت انتقال عصبی بالاتری نسبت به ورزشکاران استقامتی دارند و همچنین سرعت انتقال عصبی در افراد تمرین کرده از افراد بدون تمرین و افراد آسیب دیده بیشتر است (۱۴و۲۴). همچنین تمرین مقاومتی می‌تواند از طریق افزایش فعال‌سازی مرکزی، بهبود درایو عصبی و نیز فراخوانی تعداد بیشتر واحدهای حرکتی به بهبود نیروی تولیدی و سرعت راه‌رفتن کمک کند.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که تمرین مقاومتی کنترل شده می‌تواند قابلیت‌های حرکتی بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس از جمله قدرت عضلانی، تعادل و سرعت راه رفتن را بهبود بخشد که می‌تواند در نتیجه بهبود سرعت هدایت عصبی در آنها باشد. لذا می‌توان گفت که تمرین مقاومتی با شدت مناسب و با برنامه فردی‌سازی شده که در آنها محدودیت‌های بیماران مورد توجه قرار گرفته باشد؛ می‌تواند سرعت هدایت عصبی و در ادامه قابلیت‌های عملکردی این دسته از بیماران از جمله قدرت عضلانی، تعادل و سرعت راه‌رفتن را بهبود بخشد.

تشکر و قدردانی

این مقاله نتیجه طرح مصوب (شماره ۲۰۰/د/ط) معاونت پژوهشی دانشگاه علامه طباطبایی بود و با حمایت مالی آن معاونت به انجام رسید. بدین وسیله از تمامی شرکت کنندگان در مطالعه صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

1. D'Orio VL, Foley FW, Armentano F, Picone MA, Kim S, Holtzer R. Cognitive and motor functioning in patients with multiple sclerosis: neuropsychological predictors of walking speed and falls. J Neurol Sci. 2012 May; 316(1-2): 42-46. doi: 10.1016/j.jns.2012.02.003

2. Dargahi N, Katsara M, Tselios T, Androutsou ME, de Courten M, Matsoukas J, et al. Multiple Sclerosis: Immunopathology and Treatment Update. Brain Sci. 2017 Jul; 7(7). pii: E78. doi: 10.3390/brainsci7070078

3. Ozawa K. [Immunologic therapy for secondary and primary progressive multiple sclerosis]. Nihon Rinsho. 2003 Aug; 61(8): 1449-54. [Article in Japanese]

4. White LJ, Dressendorfer RH. Exercise and multiple sclerosis. Sports Med. 2004; 34(15): 1077-100. doi: 10.2165/00007256-200434150-00005

5. Jackson K, Mulcare JA, Donahoe-Fillmore B, Fritz HI, Rodgers MM. Home Balance Training Intervention for People with Multiple Sclerosis. Intl J MS Care. 2007; 9(3): 111-17.

6. Wetzel JL, Fry DK, Pfalzer LA. Six-minute walk test for persons with mild or moderate disability from multiple sclerosis: performance and explanatory factors. Physiother Can. 2011; 63(2): 166-80. doi: 10.3138/ptc.2009-62

7. Karpatkin HI. Multiple Sclerosis and Exercise. Int J MS Care. 2005; 7(2): 36-41. https://doi.org/10.7224/1537-2073-7.2.36

8. Dalgas U, Stenager E, Jakobsen J, Petersen T, Hansen HJ, Knudsen C, et al. Resistance training improves muscle strength and functional capacity in multiple sclerosis. Neurology. 2009 Nov; 73(18): 1478-84. doi: 10.1212/WNL.0b013e3181bf98b4

9. White LJ, McCoy SC, Castellano V, Gutierrez G, Stevens JE, Walter GA, et al. Resistance training improves strength and functional capacity in persons with multiple sclerosis. Mult Scler. 2004 Dec; 10(6): 668-74. doi: 10.1191/1352458504ms1088oa

10. Gehlsen GM, Grigsby SA, Winant DM. Effects of an aquatic fitness program on the muscular strength and endurance of patients with multiple sclerosis. Phys Ther. 1984 May; 64(5): 653-57.

11. Mostert S, Kesselring J. Effects of a short-term exercise training program on aerobic fitness, fatigue, health perception and activity level of subjects with multiple sclerosis. Mult Scler. 2002 Apr; 8(2): 161-68. doi: 10.1191/1352458502ms779oa

12. Ebrahimi Atri A, Sarvari F, Saeedi M, Khorshid Sokhangu M. [Relationship between lower extremity muscle strength and dynamic balance in women with Multiple Sclerosis (MS)]. J Res Rehabil Sci. 2013; 9(1): 20-27. doi: 10.22122/jrrs.v9i1.594 [Article in Persian]

13. Dodd KJ, Taylor NF, Shields N, Prasad D, McDonald E, Gillon A. Progressive resistance training did not improve walking but can improve muscle performance, quality of life and fatigue in adults with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. Mult Scler. 2011 Nov;17(11):1362-74. doi: 10.1177/1352458511409084

14. Cabral Borges LPN, de Vasconcelos Leitão WC, Ferreira JO, Carvalho LC. Measurement of motor nerve conduction velocity in three different sports. Rev Bras Med Esporte. 2013; 19(5): 328-31. http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922013000500005

15. 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. Ann Neurol. 1996 Apr; 39(4): 432-41. doi: 10.1002/ana.410390405

16. Rahmati M, Gharakhanlou R, Movahedin M, Mowla SJ, Khazeni A, Mazaheri Z. [Effects of Endurance Training on mRNA levels of the KIF1B Motor Protein in Sensory areas of the Spinal Cord of Rats with Diabetic Neuropathy]. Pathobiology Research. 2013; 16(2): 25-38. [Article in Persian]

17. Gardiner P, Dai Y, Heckman CJ. Effects of exercise training on alpha-motoneurons. J Appl Physiol (1985). 2006 Oct; 101(4): 1228-36. doi: 10.1152/japplphysiol.00482.2006

18. Iriarte J, de Castro P. Correlation between symptom fatigue and muscular fatigue in multiple sclerosis. Eur J Neurol. 1998 Nov; 5(6): 579-85.

19. Petajan JH, White AT. Motor-evoked potentials in response to fatiguing grip exercise in multiple sclerosis patients. Clin Neurophysiol. 2000 Dec; 111(12): 2188-95.

20. Lambert CP, Archer RL, Evans WJ. Muscle strength and fatigue during isokinetic exercise in individuals with multiple sclerosis. Med Sci Sports Exerc. 2001 Oct; 33(10): 1613-9.

21. White AT, Wilson TE, Davis SL, Petajan JH. Effect of precooling on physical performance in multiple sclerosis. Mult Scler. 2000 Jun; 6(3): 176-80. doi: 10.1177/135245850000600307

22. Gutierrez GM, Chow JW, Tillman MD, McCoy SC, Castellano V, White LJ. Resistance training improves gait kinematics in persons with multiple sclerosis. Arch Phys Med Rehabil. 2005 Sep;86(9):1824-9. doi: 10.1016/j.apmr.2005.04.008

23. Moradi M, Sahraian MA, Aghsaie A, Kordi MR, Meysamie A, Abolhasani M, et al. Effects of Eight-week Resistance Training Program in Men With Multiple Sclerosis. Asian J Sports Med. 2015 Jun; 6(2): e22838. doi: 10.5812/asjsm.6(2)2015.22838

24. Lastovka M. The conduction velocity of the peripheral motor nerve fibres and physical training. Act Nerv Super (Praha). 1969; 11(4): 308.