

اثر توانبخشی بر الگوی های راه رفتن در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس: مروری بر مقالات

۱-مهرداد عنبریان، ۲-محمد تقی کریمی، ۳-مهناز مروی اصفهانی، ۴-سید محمد مرندي، ۵-مسعود اعتمادی فر،

۱-دکترای بیومکانیک ورزشی، دانشیار، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بو علی سینا، همدان، ایران

۲- دکترای ارتوپدی فنی، استادیار، گروه ارتوپدی فنی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی، اصفهان، ایران

۳- دانشجوی دکترای بیومکانیک ورزشی دانشگاه بو علی سینا همدان، مربی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد، نجف آباد، ایران (نویسنده مسئول)

۴- دکترای فیزیولوژی ورزش، دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۵- استاد، گروه مغز و اعصاب، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

چکیده

مقدمه: اختلال در الگوی راه رفتن بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس (MS) شایع است. با وجود تحقیقات زیاد روی بهبود الگوی راه رفتن بیماران دچار مولتیپل اسکلروزیس، هنوز تناقض در پروتکل های درمانی موجود در پیشینه تحقیق وجود دارد. هدف این تحقیق، بررسی ویژگی های الگوهای راه رفتن و ارائه برنامه های درمانی مناسب در بیماران مبتلا به MS با علائم کلینیکی خاص با مروری بر مطالعات پیشین بود.

مواد و روش ها: یک جستجوی الکتریکی در پایگاه های Google Scholar، PubMed، Embase، ISI Web of Sciences، و Walking pattern، Multiple Sclerosis، Physical therapy، Gait Rehabilitation انجام شد. مقالات به دست آمده در دو بخش شامل ویژگی و الگوهای راه رفتن (۲۷ مقاله) و روش های درمانی مؤثر بر راه رفتن (۳۳ مقاله) طبقه بندی شدند. سپس کیفیت مقالات با استفاده از ابزار Modified Downs and Black ارزیابی شد.

یافته ها: از ۲۷ مقاله در بخش اول، نمره ۲۵ مقاله <19 و نمره ۲ مقاله دیگر مساوی با ۱۹ و از ۳۳ مقاله در بخش دوم، ۲۱ مقاله نمره <۱۹ و نمره ۱۲ مقاله ۱۹ کبدهست آمد. مقالات با نمره ۱۹ ک، دارای کیفیت خوبی در متدولوژی می باشند.

نتیجه گیری: الگوهای راه رفتن اسپاستیک و آتاکسی مخچه ای در این بیماران به وضوح مشاهده شده است. توجه به علائم بیماری و الگوی های راه رفتن در طراحی مناسب تمرینات توانبخشی ضروری است. نتایج حاصل از این تحقیق، تمرینات کششی و ریلکسیشن را در برنامه توانبخشی الگوی راه رفتن اسپاستیک در بیماران مولتیپل اسکلروزیس توصیه می کند. همچنین، گنجانیدن تمرینات تعادلی و قدرتی در برنامه توانبخشی در الگوی راه رفتن آتاکسی ممکن است لازم باشد.

کلید واژه ها: الگوی راه رفتن، مولتیپل اسکلروزیس، توانبخشی

Effect of rehabilitation on gait patterns of patients with multiple sclerosis: review of the literature

Mohammad anbarian, mohammad taghi karimi, mahnaz marvi esfahani, mohammad marandi,
masoud etemadifar

1-Associate Professor, School of Physical Education and Sport Sciences, Bu Ali Sina University, Hamadan, Iran

2-Mechanical Engineering Department, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

3-PhD Student in Bu Ali Sina University, Hamadan, lecturer, Department of Physical Education and Sport Sciences, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran (Corresponding Author)

4-Associate Professor, Department of Sport Physiology, School of Physical Education and Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran

5-Professor, Department of Neurology, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.

Abstract

Introduction: Impairment in gait pattern is a common problem among patients with Multiple Sclerosis (MS). Despite many available studies on gait pattern in patients with MS, rehabilitation treatment protocols are still controversial in the literature. The aim of this study was to evaluate gait pattern characteristics in MS patients and offer suitable treatment protocols considering previous studies.

Materials and Methods: An electronic search was performed in PubMed, Embase, Google scholar and ISI Web of Sciences from 1990 to 2014, using keywords included physical therapy, multiple sclerosis, walking pattern, gait and rehabilitation. Selected articles were divided into two categories included gait characteristics and patterns (n=27) and effective treatment protocols on gait (n=33). Modified Downs and Black tool was used for quality assessment.

Results: Among 27 papers in the first category, scores of 25 papers were more than 19 and scores of 2 papers were equal to 19. From 33 papers in second category, scores of 21 papers were more than 19 and scores of 12 papers were equal or less than 19. Articles with the score of 19 or lower had high methodological quality.

Conclusion: Spastic and cerebellar ataxia gait patterns have seen in patients with multiple sclerosis. Considering the clinical symptoms and gait patterns, a properly designed rehabilitation program is necessary. The reported results of this study suggest the application of stretch-based training and relaxation training in rehabilitation program of MS patients with spastic gait pattern. Moreover, balance training and strength training might be necessary in training program of MS patients with cerebellar ataxia gait pattern.

Keywords: Gait pattern, Multiple Sclerosis, Rehabilitation

مقدمه

مولتیپل اسکلروزیس (MS) باعث دمپلینه شدن چندگانه همراه با گلیوز آستروسیتی و از دست رفتن آکسون نورون ها در مغز، نخاع و عصب بینایی می شود (۱، ۲). تقریباً هر هفته، ۲۰۰ مورد جدید از این بیماری تشخیص داده می شود که اکثراً زنان جوان می باشند. میانگین سن ابتلا به MS حدود سن ۳۰ سالگی است و شیوع این بیماری ۲ تا ۴ برابر در زنان شایعتر از مردان است (۳). این بیماری با استفاده از مقیاس وسعت وضعیت ناتوانی (EDSS)^۱ که بطور رایج در کلینیک ها برای تعیین میزان ناتوانی در راه رفتن استفاده می شود، تقسیم بندی می گردد (۴).

اختلال در الگوی راه رفتن بیماران مبتلا به MS بسیار شایع است (۵). درجه اختلال در الگوی راه رفتن بستگی به شدت و پیشرفت بیماری در سیستم های عصبی - عضلانی دارد و دارای درجات متفاوتی است. همچنین این میزان اختلال بستگی به کاهش قدرت و استقامت عضلانی، سطح اسپاسم، درجه ای از بی ثباتی و میزان اختلالات حسی دارد. آسیب به یک سیستم عملکردی به تنهایی یا در ترکیب با سیستم های مشترک دیگر منجر به اختلال در الگوی گام برداری و در نتیجه باعث ایجاد الگوهای خاصی از راه رفتن، در این بیماران می شود (۶) و حتی در همان بیماران با توجه به مدت زمان ابتلا به بیماری، متفاوت است (۷، ۸).

بیماران مبتلا به MS دارای علائم کلینیکی خاصی (علائم آتاکسی، اسپاستیسیته، اختلالات حسی و غیره) می باشند که باعث تغییر در الگوی راه رفتن آنها می شود. با توجه به کثرت مطالعات انجام شده در این زمینه، ضرورت در این موضوع بود تا ویژگی های انواع الگوهای راه رفتن در این بیماران علائم کلینیکی خاص مشخص شود تا برنامه های توانبخشی متناسب با ویژگی های هر گروه از این بیماران طراحی شود. در هر الگوی راه رفتن بخش های مختلفی از سیستم عصبی - عضلانی درگیر است که بایستی با توجه به آن علائم، طراحی تمرین انجام گیرد. همچنین در این تحقیق، انواع روش های توانبخشی مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت تا بهترین روش در طراحی تمرین برای گروه های مختلف این بیماران ارائه گردد. به هر حال در این مقاله مروری، ویژگی ها و انواع الگوهای راه رفتن بیماران مبتلا به MS و انواع روش های توانبخشی بر بهبود متغیرهای مرتبط

با الگوی راه رفتن بررسی شد و حتی در بعضی از مقالات، فقط بخش هایی از مقاله که مرتبط با متغیرهای الگوی راه رفتن بود ارائه گردید.

بطور کلی هدف از اجرای این تحقیق، مروری برویژگی ها و انواع الگوهای راه رفتن در بیماران مبتلا به MS و همچنین بررسی انواع روش های درمانی بر متغیرهای مرتبط با الگوی راه رفتن در این بیماران بود.

مواد و روش ها

در این مقاله مروری سعی شد مطالعات انجام شده بر الگوی راه رفتن بیماران MS، چه از طریق معاینات کلینیکی و چه از لحاظ بررسی های آزمایشگاهی از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۴ جمع آوری شود. این مقالات از طریق جستجوی الکترونیکی در وب سایت های PubMed, Google scholar, Embase, and ISI Web of Knowledge انجام گرفت. واژگان کلیدی مورد استفاده در این جستجو شامل ترکیبات مختلف Gait, walking pattern, Multiple Sclerosis, physical therapy, rehabilitation و مترادف آنها بود. عنوان و چکیده هر مطالعه منفرد توسط نویسنده ارزیابی شد. اولین مرحله در انتخاب مقالات مربوطه بر اساس این موضوع بود که آیا چکیده یا عنوان مقاله با سوال تحقیق همخوانی دارد یا خیر. شکل ۱ مراحل اجرایی در این مقاله مروری را نشان می دهد. دومین مرحله انتخاب مطابق با معیارهای زیر اجرا شد.

- مطالعات تجربی که به انگلیسی منتشر شده بودند.
- تحقیقات انجام شده بر متغیرهای مرتبط با الگوی راه رفتن بیماران مبتلا به MS با استفاده از سیستم های آزمایشگاهی و بررسی های کلینیکی
- انواع روش های توانبخشی که بر متغیرهای مرتبط با الگوی راه رفتن انجام گرفته شده بود.

مقالات زیادی در رابطه با توانبخشی بیماران MS ارائه شده بود که به بررسی متغیرهایی غیر از متغیرهای مرتبط با الگوی راه رفتن بود که این مقالات حذف شدند.

نهایتاً با بررسی عناوین و خلاصه ها، ۶۰ مقاله انتخابی به دو دسته تقسیم شدند: (۱) مقالاتی که به بررسی ویژگی های

مرتبط با الگوی راه رفتن (n=۲۷) در این بیماران پرداخته بود و

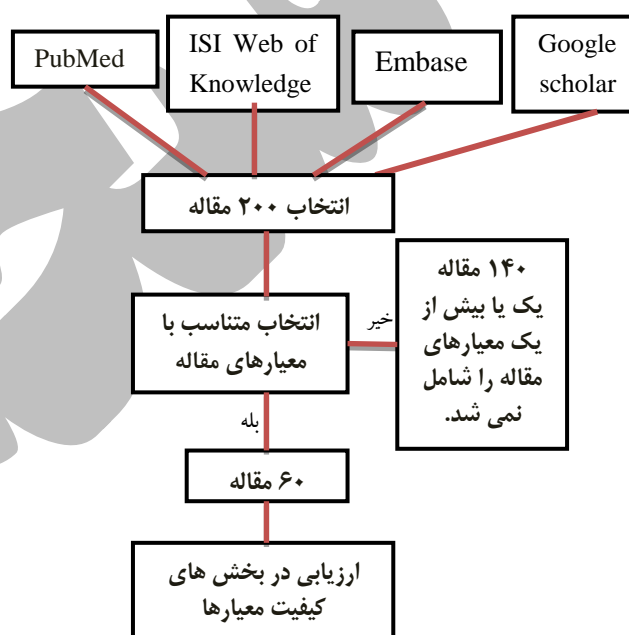
(۲) مقالاتی که انواع پروتکل های درمانی مؤثر بر الگوی راه

رفت (n=۳۳) در این بیماران را مورد بررسی قرار داده

بود. سپس کیفیت مقالات با استفاده از ابزار Modified

¹ Expanded Disability Status Scale

Downs and Black مورد بررسی قرار گرفت (۹). این ابزار، شامل ۲۷ سوال می باشد که در چهار بخش قرار می گیرد. بخش اول Reporting (شامل ۱۰ سوال)، بخش دوم External Validity (شامل ۳ سوال)، بخش سوم Internal validity-bias (شامل ۷ سوال) و بخش چهارم Internal validity-confounding (شامل ۷ سوال) می باشد. به هر سوال نمره ۱ یا صفر داده می شود که نمره کل امتیازات ۲۷ می باشد. در این مقاله، در بخش اول ۲۷ مقاله مورد ارزیابی کیفی قرار گرفت و نتایج آن در جدول ۱ ارائه گردیده است. ۳۳ مقاله در بخش دوم مورد بررسی قرار گرفت که نتایج ارزیابی کیفی دسته دوم مقالات در جدول ۲ ارائه شده است.



یافته ها

بطور کلی ۶۰ مقاله مورد ارزیابی کیفی قرار گرفت. نتایج در جداول ۱ و ۲ در ستون ارزیابی کیفی ارائه شده است. یافته ها در دو بخش کلی ارائه می گردد.

الف) مشخصات الگوی راه رفتن بیماران مبتلا به MS و طبقه بندی انواع الگوهای راه رفتن

از ۶۰ مقاله، ۲۷ مقاله به بررسی مشخصات الگوی راه رفتن بیماران MS پرداخته است که نتایج ارزیابی کیفی بدین صورت بود که ۴ مقاله نمره ۱۲، ۲ مقاله نمره ۱۳، ۳ مقاله نمره ۱۴، ۶ مقاله نمره ۱۵، ۴ مقاله نمره ۱۶، ۴ مقاله نمره ۱۷، ۲ مقاله نمره ۱۸ و ۲ مقاله نمره ۱۹ را بدست آوردند. در ابزار نمره دهی Modified Downs and Black هر چه

نمره به ۲۷ نزدیکتر باشد مقاله از کیفیت بالاتری برخوردار است.

این مطالعات به بررسی پارامترهای الگوی راه رفتن بیماران مبتلا به MS از طریق آزمون های بررسی مدت زمان راه رفتن (۱۰)، آنالیز سه بعدی الگوی راه رفتن و آنالیز ویدیویی (۱۱)، استفاده از سنسورهای کف پای (Foot switches) و آنالیز کینماتیکی و الکترومیوگرافی الگوی راه

رفت (۱۲) پرداخته اند. نتایج حاصل از این مطالعات، دامنه اختلال در الگوی راه رفتن این بیماران را شامل کاهش طول گام (۱۳)، کاهش طول یک سیکل گام برداری (استراید) (۱۴)، کاهش (۱۵)، کاهش تعداد گام در دقیقه (کادنس) (۱۴، ۱۶)، کاهش دامنه حرکتی مفاصل (۱۵، ۱۷، ۱۸) و تغییرپذیری زیاد در اکثر پارامترهای الگوی راه رفتن (۱۸) در مقایسه با افراد سالم را گزارش نموده اند. این ناهنجاریها باعث کاهش سرعت راه رفتن (۱۴، ۱۶، ۱۹)، کاهش استقامت راه رفتن (۲۰)، افزایش هزینه متابولیسی راه رفتن (۲۱) و کاهش در تحرک پذیری اجتماعی (۲۲) این بیماران می شود. علاوه بر این، انجام همزمان یک تکلیف ادراکی در حین راه رفتن باعث کاهش سرعت راه رفتن و افزایش میزان تغییرپذیری در الگوی گام برداری این بیماران در مقایسه با افراد سالم می شود (۲۳).

حتی بیماران که در مراحل اولیه بیماری قرار دارند و هیچ علائم ناتوانی در آنها مشاهده نمی شود، تغییرات واضحی در کینماتیک راه رفتنشان به وجود می آید (۱۵). به طوری که پندتی و همکارانش یک مطالعه سه بعدی بر روی الگوی راه رفتن هفت بیمار مبتلا به MS با حداقل اختلال (EDSS ≤ ۲) انجام دادند. آنها کاهشی در سرعت راه رفتن، طول گام، تعداد گام در دقیقه و نامتقارنی در دوره های ایستادن روی پای راست و چپ بدست آوردند. همچنین فلکشن زانو و ران افزایش یافته بود. افزایش دامنه حرکتی مفصل ران در صفحه ساجیتال و کاهش دامنه حرکتی مفصل مچ پا را نیز مشاهده نمودند (۱۱). پارامترهای مکانی - زمانی الگوی راه رفتن این بیماران با افراد سالم، به وسیله Gait Rite بررسی شده و نشان داده اند که بیماران مبتلا به MS اختلالات معناداری در این پارامترها در مقایسه با گروه سالم دارند و بعد از

توانبخشی، بهبود معنادار بوده است. همچنین این پارامترها با مقیاس خستگی جسمانی و تغییر در این پارامترها با بهبود خستگی، همبستگی معنادار داشته است (۱۳). در تقابل، موریس و همکارانش نشان دادند با این که خستگی از صبح تا بعد از ظهر در این بیماران افزایش می یابد ولی الگوی راه رفتن

ناهنجار در این بیماران در طول روز ثابت باقی می ماند و این گونه می توان نتیجه گرفت که مکانیزم کنترل حرکتی جدای از خستگی است (۵).

ضعف در اندام تحتانی نتیجه ای از آسیب یا تخریب مسیرهای کورتیکواسپینال است که احتمالاً باعث سرعت آهسته، کاهش استقامت و افزایش مصرف انرژی در حین راه رفتن می شود (۱۶). مطالعه ای ارتباط بین قدرت عضلات دورسی فلکسور و عوارض خستگی، با استفاده از تحریک الکتریکی ایزومتریک عضلات در حرکت دورسی فلکشن را بررسی نمود و نشان داد که حداکثر انقباض ارادی عضله تیپالیس قدامی، حدود ۲۷٪ در این بیماران کمتر از افراد سالم است (۲۴). همچنین رابطه ای بین سرعت راه رفتن و قدرت عضلات در بیماران مبتلا به MS بدست آمده است (۲۵). انواع مختلفی از الگوهای راه رفتن در این بیماران گزارش شده است. متغیرهای فضایی - زمانی الگوی راه رفتن بیماران مبتلا به MS با درگیری بخش هرمی (کاهش سرعت راه رفتن، کاهش طول گام، کاهش دوره تک اتکایی و کاهش دوره نوسان و طولانی تر شدن دوره دو اتکایی (دبل ساپورت) با بیماران با

درگیری بخش مخچه ای (مدت زمان نوسان کوتاه و سطح اتکای وسیعتر) متفاوت است (۱۴) و از این طریق می توان درمان مستقیم را با توجه به ناتوانی بیمار ارائه داد (۳). کاهش سرعت در سندرم های اسپاستیک و افزایش بی ثباتی در وضعیت ایستادن و راه رفتن، در سندرم های آتاکسی منعکس می شود (۱۳). در نتیجه اختلال در الگوهای راه رفتن با ناتوانی عصبی مرتبط است (۱۴). مطالعه ای ۱۰۱۱ بیمار مبتلا به MS را بررسی نمود و نشان داد که ۴۱ درصد آنها، در راه رفتن، مشکل دارند و ۷۰ درصد این افراد با درگیری بیشتر سیستم عصبی به خاطر بیماری MS، مشکلات راه رفتن شان وخیمتر است (۲۶). نتایج تحقیقی نشان داد که تغییرات کینماتیکی مفاصل اندام تحتانی بیماران MS در یک سیکل گام برداری، شامل وضعیت پلنار فلکشن مچ پا، کاهش دامنه حرکتی فلکشن/اکستنشن زانو و قرار گیری مفصل هیپ در حالت فلکشن می باشد (۲۷). جدول (۱) تحقیقات انجام شده در زمینه ویژگی ها و مشخصات الگوی راه رفتن و انواع الگوهای راه رفتن این بیماران را ارائه داده است.

جدول ۱: تحقیقات انجام شده در زمینه ویژگی های الگوی راه رفتن بیماران مبتلا به MS

نویسنده و همکاران	اندازه نمونه	EDS S	متغیرهای اصلی	روش	نتایج اصلی	ارزیابی کیفی
Kalron, Dvir et al. 2014 (۲۸)	۸ زن و ۱۲ مرد بیمار و ۲۰ فرد سالم	۱ تا ۳	پارامترهای فضایی زمانی مرتبط با الگوی راه رفتن، جاگینگ و تعادل	استفاده از تردمیل Zebri. اجرای ۳ تست جاگینگ با وضعیتهای متفاوت، قبل و بعد از تست جاگینگ، تست های تعادلی و راه رفتن اجرا شد.	در الگوی راه رفتن، نامتقارنی در زمان گام اول و دوم و عرض گام پهن تر، در تست های جاگینگ، سرعت انتخابی آهسته تر، گام های کوتاهتر، فاز ایستادن در راه رفتن طولانی تر و فاز دبل ساپورت طولانی تر دیده شد	*R=6 EV=2 IV-b=5 IV-c=3 T=16
Socie and Sosnoff 2013 (۲۹)	یک مقاله مروری (میزان تغییرپذیری در الگوی راه رفتن بیماران مبتلا به MS): دلایل افزایش میزان تغییرپذیری در الگوی راه رفتن این بیماران نسبت به افراد سالم بطور کامل شناخته نشده و شواهد بر این دلالت دارند که سطح ناتوانی، بکارگیری وسایل کمکی، تمرکز و خستگی با میزان تغییرپذیری در الگوی راه رفتن این افراد مرتبط است. مطالعات بعدی بایستی ویژگی های Temporal الگوی راه رفتن، ویژگی های کلینیکی مهم در تغییر پذیری الگوی راه رفتن و مکانیزم هایی که باعث تغییرپذیری در الگوی راه رفتن این بیماران می شوند را فهرست نمایند.					
Socie, Motl et al. 2013 (۳۰)	۸۸ بیمار و ۲۰ سالم	-۲/۵ ۶/۵	میانگین و تغییرپذیری پارامترهای مکانی - زمانی راه رفتن، طول و عرض هر گام	۲ تست راه رفتن با گام برداری دلخواه روی مسیر الکترونیکی ۷/۹ متری. میزان تغییرپذیری با انحراف استاندارد و ضریب تغییر با فرمول (CV=SD/mean)	میانگین پارامترهای راه رفتن با EDSS همبستگی معنادار داشت و بین افراد سالم و بیمار تفاوت معنادار بود. تغییرپذیری طول و زمان هر گام بطور معنادار در بیماران بیشتر بود. میانگین پارامترهای راه رفتن همبستگی بیشتر با EDSS نسبت به تغییرپذیری آنها داشت.	R=5 EV=2 IV-b=5 IV-c=3 T=15
Huisinga, Schmid et al. 2013 (۳۱)	۳۱ نفر بیمار و ۳۱ نفر سالم	اطلاعاتی موجود نیست	پارامترهای بیومکانیکی راه رفتن (گشتاور و توان مفصلی مچ، زانو و هیپ حین فاز ایستادن	سیستم آنالیز حرکتی، صفحه نیرو سرعت راه رفتن دلخواه به عنوان کوواریانس در آنالیزها استفاده شد.	کاهش زاویه، گشتاور و توان مفصلی کمتر در بیماران MS مشاهده شد. همبستگی بین EDSS و پارامترهای بیومکانیکی راه رفتن بدست آمد. تغییر در مکانیک اندام تحتانی بیماران ام اس دلیلی بر نقص در سیستم عصبی و کاهش قدرت است.	R=4 EV=2 IV-b=3 IV-c=3 T=12

*R (Reporting), EV (External Validity), IV-b (Internal Validity – bias), IV-c (Internal Validity – confounding), T (Total)

ادامه جدول ۱: تحقیقات انجام شده در زمینه ویژگی های الگوی راه رفتن بیماران مبتلا به MS

ارزیابی کیفی	نتایج اصلی	روش	متغیرهای اصلی	EDS یا S نوع	اندازه نمونه	نویسنده و همکاران
R=5 EV=2 IV-b=4 IV-c=3 T=14	بیماران ام اس کار منفی در سینگل ساپورت و در اوایل انتهای دبل ساپورت و کار مثبت کمتر در انتهای دوره دبل ساپورت را نشان دادند. هماهنگی کمتر در حرکات مرکز جرم، باعث کار مکانیکی بیشتر در این بیماران می شود. مجموع کلی کار + و - در بیماران و افراد سالم مشابه بود. تغییر کار در سرتاسر دوره ها، دلالت بر کاهش انرژی الاستیکی غیر فعال و افزایش تکیه بر تولید کار فعال حین راه رفتن دارد.	سیستم آنالیز حرکتی، صفحه نیرو	کار مکانیکی مثبت و منفی در مراحل مختلف راه رفتن	-	-	Wurde- an, Huisin- ga et al. 2013 (۳۲)
R=6 EV=2 IV-b=5 IV-c=2 T=15	دورسی فلکشن میچ پا و فلکشن زانو در شروع contact و اوج فلکشن زانو در حین نوسان افزایش معنادار نشان داد. اوج دورسی فلکشن در خلال تحریک الکتریکی ۴ درجه افزایش نشان داد. تحریک الکتریکی باعث تغییر در کینماتیک میچ پا و زانو می شود و سرعت راه رفتن را در مسافت های کوتاه و نه بلند افزایش می دهد.	آنالیز 3D الگوی راه رفتن، تحریک الکتریکی عملکردی، پیچیدن مسیر ۱۰ متری و آزمون ۶ دقیقه راه رفتن	کینماتیک الگوی راه رفتن و توانایی بیماران MS وضعی Drop foot	۲-۴	۳ زن و ۹ مرد مبتلا به ام اس	Scott, van der Linden et al. 2013 (۳۳)
R=6 EV=2 IV-b=4 IV-c=3 T=15	کادنس و استراید بیماران با توجه به سطح ناتوانیشان متفاوت از گروه کنترل بود. کادنس بیشتر و طول استراید بلندتر، در عملکرد بیماران با MS مخفیف دیده شد. کادنس و طول استراید کوتاهتر در بیماران MS متوسط تا شدید دیده شد. راه رفتن استقامتی در مداخلات درمانی بایستی مورد توجه قرار گیرد.	۲ بار اجرای آزمون ۶ دقیقه راه رفتن روی مسیر الکترونیکی	تعداد گام در دقیقه، طول یک سیکل گام برداری	۱-۶	۲۶۵ بیمار و ۴۹ سالم	Pilutti, Dlugons- ki et al. 2013 (۳۴)
R=5 EV=2 IV-b=3 IV-c=2 T=12	مقیاس ۱۲ فاکتوری بطور معناداری با سرعت راه رفتن، کادنس، طول و زمان هر گام، سطح اتکا، زمان دبل ساپورت و همچنین با آزمون های ۲۵ فوت و ۶ دقیقه راه رفتن ارتباط دارد. این مقیاس ارزیابی کننده پارامترهای مکانی - زمانی، سرعت و استقامت راه رفتن بیماران MS می باشد.	اعتباریابی مقیاس ۱۲ فاکتوری راه رفتن در بیماران ام اس، اجرای آزمون ۲۵ فوتی و آزمون ۶ دقیقه راه رفتن	سرعت راه رفتن، تعداد گام در دقیقه، طول و زمان هر گام، سطح اتکا و زمان دبل ساپورت	۱-۶	۲۶۸ بیمار	Pilutti, Dlugons- ki et al. 2013 (۳۵)
R=7 EV=3 IV-b=3 IV-c=2 T=15	راه رفتن بیماران آهسته، گام های کمتر، کوتاه و عریض، درصد بیشتری از سیکل راه رفتن در مرحله «دبل ساپورت»، تغییر پذیری زیاد در زمان بین گام ها و عرض گام دیده می شود.	استفاده از سیستم Gait rite و Functional ambulation Profile	اطلاعات فضایی - زمانی الگوی راه رفتن	۲	۴۳ نفر بیمار ۴۳ نفر سالم	Sosnoff et al. 2012 (۳۶)
R=5 EV=2 IV-b=3 IV-c=2 T=12	سرعت راه رفتن ترجیحی آهسته تر، زمان دبل ساپورت طولانی تر بود. در سرعت های آزمون گرفته شده، زمان دبل ساپورت طولانی تر، زمان نوسان کوتاهتر، عرض استراید عریضتر، وضعیت مرکز جرم سر و تنه نزدیک به مرزهای سطح آتکای قدامی در فاز نوسان	استفاده از -walkway -motion capture system ارزیابی راه رفتن در سه سرعت آهسته، متوسط، و سریع	پارامترهای زمانی - مکانی راه رفتن	۲/۵-۶	۱۹ نفر بیمار ۱۹ نفر سالم	Remelius et al. 2012 (۳۷)
R=6 EV=2 IV-b=4 IV-c=2 T=14	در بیماران مدت زمان اجرای Up and go test و پیچیدن مسیر ۲۵ فوتی زیاد، دامنه نوسان حین ایستادن زیاد، دامنه حرکتی فلکشن تنه، زاویه در جهت داخلی - خارجی چرخش حول محور ورتیکال بیشتر	اجرای Up and go test، آزمون ۲۵ فوتی و تست تعادلی چشم باز و بسته، استفاده از ۶ سنسور حرکتی روی بدن، شتاب سنخ و Stopwatch-Timed	سرعت و پارامترهای مکانی زمانی راه رفتن در اندام تحتانی و فوقانی	قادر به راه رفتن	۳۱ نفر بیمار و ۲۸ نفر سالم	Spain, St George et al. 2012 (۳۸)

ادامه جدول ۱: تحقیقات انجام شده در زمینه ویژگی های الگوی راه رفتن بیماران مبتلا به MS

ارزیابی کیفی	نتایج اصلی	روش	متغیرهای اصلی	EDS یا S نوع	اندازه نمونه	نویسنده و همکاران
R=7 EV=2 IV-b=4 IV-c=3 T=16	بیماران نسبت به افراد سالم دارای ویژگی های زیر بودند: سرعت پردازش اطلاعات، آهسته تر سرعت راه رفتن، آهسته تر حافظه شفاهی ضعیفتر افزایش در میزان تکرار سقوط	اجرای آزمون ۲۵ فوت راه رفتن، گزارش تعداد سقوط، اندازه گیری حافظه شفاهی، حافظه دیداری، عملکرد اجرایی، حافظه کاری، سرعت پردازش اطلاعات	ناتوانی، هوش عمومی، سرعت راه رفتن، تکرار سقوط	عود کننده - فروکش کننده و پیشرونده	۸۱ بیمار ۵۴ زن ۲۷ مرد	D'Orio VL. et al. 2012 (1)
R=6 EV=2 IV-b=5 IV-c=2 T=15	در بیماران MS شتاب گیری با تحرک پذیری در راه رفتن ارتباط دارد نه با فعالیت جسمانی. مقادیر شتاب سنخ، به طور معنی داری هم با تحرک پذیری حین راه رفتن و هم با فعالیت جسمانی در افراد سالم ارتباط داشت.	آزمون ۶ دقیقه راه رفتن، آزمون Up and go، پوشیدن یک شتاب سنخ طی ۷ روز، اجرای پرسشنامه های اوقات فراغت گودین و فعالیت جسمانی	مقدار شتاب (شمارشها/ روز) نوع بیماری عود کننده - فروکش کننده	راه رفتن با عصا	۳۳ بیمار ۳۳ فرد سالم	Weikert, Suh et al. 2012 (۴۰)
R=6 EV=3 IV-b=4 IV-c=4 T=17	هزینه انرژی مصرفی بطور معنی دار و معکوس با سرعت راه رفتن و طول استرایدو بطور مثبت با مرحله حمایت دوگانه در راه رفتن ارتباط داشت. هزینه انرژی مصرفی بطور معنی دار و معکوس با مقادیر شتاب سنخ و بطور مثبت با شدت خستگی ارتباط داشت.	۴ آزمایش راه رفتن روی Gait Rite و ۶ دقیقه راه رفتن روی تردمیل با سرعت ثابت و تجزیه گازهای اکسیژن مصرف، اندازه گیری شدت خستگی، استفاده از یک شتاب سنخ به مدت ۷ روز	هزینه انرژی راه رفتن پارامترهای فضایی - زمانی راه رفتن، شدت خستگی	ناتوانی خفیف	۴۴ بیمار	Motl, Sandroff et al. 2012 (۴۱)
R=5 EV=3 IV-b=3 IV-c=1 T=12	ارتباط قوی ای بین سرعت راه رفتن و مقیاس راه رفتن عمومی وجود داشت. حداقل تغییرات مهم در سرعت راه رفتن مطلق ارزیابی نشد چون تغییرات در سرعت راه رفتن کوچک بود.	اندازه گیری گروهی از بیماران ۶ بار در ۶ سال، آزمون زمانبندی شده ۱۰ متری، مقدار EDSS، مقیاس راه رفتن عمومی	سرعت راه رفتن شدت بیماری	-	-	Kempen, de Groot et al. 2011 (2)
R=5 EV=3 IV-b=3 IV-c=2 T=13	فرکانس میانه و فرکانس ۹۹/۵ درصد نیروی عکس العمل عمودی زمین در بیماران مبتلا به MS کمتر بود. تفاوتی در مقدار فرکانس نیروی قدامی - خلفی بین گروه ها به دست نیامد. تفاوتی بین دو گروه بیماران با شدت خفیف و شدت متوسط به دست نیامد.	راه رفتن در یک مسیر ۱۰ متری، تغییرات مکانیکی الگوی راه رفتن (تجزیه و تحلیل حوزه فرکانس)، استفاده از دوربین و یک صفحه نیرو، یک بار با پای راست و بار دیگر با پای چپ	نیروی عکس العمل زمین در جهت قدامی - خلفی و عمودی	۳-۱ گروه خفیف ۶-۳/۵ گروه شدید	۱۸ بیمار ۱۸ نفر سالم	Wurde man, Huisinga et al. 2011 (۴۳)
R=6 EV=2 IV-b=3 IV-c=2 T=13	اوج گشتاور عضلات همسترینگ (در هر دو سمت ضعیف و قوی) و عضلات چهارسرانی (در سمت ضعیف) بیماران کمتر و منطقه نوسان بیماران بیشتر از افراد سالم بود. سرعت راه رفتن آهسته تر، کادنس و طول گام کوتاهتر بود. قدرت عضلات چهارسر و همسترینگ با پاسیجر و پارامترهای الگوی گام برداری ارتباط داشت.	دینامومتر ایزو کینتیک، صفحه نیرو، تحلیل گر راه رفتن سه بعدی Bessou، مقیاس Ashworth (ارزیابی اسپاسم) آزمون اندازه گیری عملکرد مستقل	قدرت عضلات مفصل زانو در سمت قوی و سمت ضعیف، پارامترهای تعادل پارامترهای مکانی - زمانی راه رفتن	کمتر از ۶ ۸۰٪ بیماران با علائم اسپاستی ک	۲۰ بیمار و ۲۰ نفر سالم	Yahia, Ghroubi et al. 2011 (۴۴)
R=5 EV=3 IV-b=3 IV-c=4 T=15	نامتقارنی در فاز ایستادن و عرض سطح اتکا در حین راه رفتن، ضعف عضلات فلکسور و اکستنسور زانو، همچنین نیرو و توان تولید شده در حین اکستنشن یا فلکشن زانو پیش بینی کننده بازگشت و عود سقوط می باشد.	تعادل از طریق آزمون محدوده سطح ثبات، آزمون سازماندهی حسی، ارزیابی الگوی راه رفتن از طریق Instrumented walkway system و تعداد سقوط در یکسال	تعادل، پلویامترهای مکانی - زمانی راه رفتن، نیرو و توان عضلات زانو	-	۹۹ بیمار	Kasser et al 2011 (۴۶)
R=6 EV=2 IV-b=3 IV-c=5 T=16	بیماران نسبت به افراد سالم، افزایش در خستگی عضلانی، نامتقارنی در گشتاور تولیدی عضلات میچ پا، طول گام بزرگتر، زمان گام برداری طولانی تر، سطح اتکای عریضتر، دوره دبل ساپورت طولانی تر داشتند.	پارامترهای فضایی - زمانی الگوی راه رفتن استفاده از EMG	قدرت ایزومتریک خستگی عضلانی پارامترهای فضایی - زمانی راه رفتن	۱/۷	۵۲ بیمار ۲۸ نفر سالم	Kalron, Achiron et al. 2011 (۴۷)

ادامه جدول ۱: تحقیقات انجام شده در زمینه ویژگی های الگوی راه رفتن بیماران مبتلا به MS

ارزیابی کیفی	نتایج اصلی	روش	متغیرهای اصلی	EDS یا S نوع	اندازه نمونه	نویسنده و همکاران
R=5 EV=2 IV-b=3 IV-C=4 T=14	کاهش در متغیرهای سرعت، تعداد گام در دقیقه، طول یک سیکل گام برداری، کاهش در زمان مرحله نوسان و زمان مرحله تک اتکایی، افزایش در زمان دبل ساپورت و زمان ایستادن، بکارگیری عصا باعث افزایش سرعت و بهبودی نامتقارنی الگوی راه رفتن و هماهنگی دو طرفه می شود.	راه رفتن مسیر ۲۵ فوتی، با سرعت طبیعی و حداکثر سرعت با و بدون استفاده از عصا	متغیرهای فضایی - زمانی راه رفتن	۶ نفر با عصا راه می رفتند.	۱۱ بیمار تجربی ۱۳ بیمار کنترل	Gianfrancesco, Triche et al. 2011 (۴۸)
R=7 EV=3 IV-b=3 IV-c=5 T=18	پروفایل عملکرد حرکتی با مقدار ناتوانی (EDSS) و عملکرد راه رفتن (آزمون ۲۵ فوت و آزمون Up and go test) ارتباط قوی و معنی داری داشت.	اعتباریابی پروفایل عملکرد حرکتی (Functional ambulation Profile) با استفاده از Gait Rite، اجرای آزمون ۲۵ فوت راه رفتن، آزمون بلندشو برو، ناتوانی با EDSS	سرعت راه رفتن و پارامترهای مکانی - زمانی راه رفتن	۴-۶	۱۳ بیمار	Sosnoff, Shin et al. 2010 (۴۵)
R=6 EV=2 IV-b=3 IV-c=6 T=17	الگوی راه رفتن بیماران آهسته تر، نامتقارن تر و سطح اتکای وسیع، افزایش مدت زمان دبل ساپورت، کاهش سرعت راه رفتن نسبت به افراد سالم، هنگام راه رفتن و اجرای تکالیف ادراکی بیشتر در معرض خطر سقوط بودند.	اجرای الگوی راه رفتن همراه با اصلاح فهرستی از کلمات استفاده از Gait Rite و راه رفتن با سه سرعت آهسته، تند، دلخواه	پارامترهای مکانی - زمانی راه رفتن	۱/۷	۵۲ بیمار ۲۸ نفر سالم	Kalron, Dvir et al. 2010 (۴۹)
R=6 EV=3 IV-b=4 IV-c=6 T=19	هر دو گروه بیماران با سرعت آهسته تری راه می رفتند. حداکثر زاویه ران و زانو با کاهش، زاویه پلنتار فلکشن مچ پا و نیروی عضلات با کاهش همراه بود. ناهنجاریها در الگوی راه رفتن در هر دو گروه مشابه بود و شدت این ناهنجاریها در گروه با شدت بالا بیشتر بود. افزایش شدت فعالیت عضلات گاستروکنمیوس داخلی و خارجی در فاز نوسان، افزایش فعالیت تیبیالیسیت قدامی در ابتدای فاز نوسان، تأخیر در فعالیت تیبیالیسیت قدامی در مرحله برخورد پاشنه، کاهش دامنه حرکتی فلکشن هیپ، پلنتارفلکشن مچ پا و حداکثر اکستنشن زانو، فلکشن زیاد در مفصل زانو در مرحله Toe-off	۸ دوربین Vicon 612، نرم افزار Bodybuilder، ۲ صفحه نیروی Kistler، راه رفتن در مسیر ۶ متری با کفش های کف صاف، استفاده از Footswiches	متغیرهای کینماتیکی، کینتیکی و الکترومیوگرافی الگوی راه رفتن میزان اسپاسم ودامنه حرکتی مفاصل، فلکشن مفاصل ران و زانو در مرحله Toe-off و پلنتار فلکشن مچ پا،	-	۱۶ بیمار و ۱۰ فرد سالم	Kelleher, Spence et al. 2010 (۱۲)
R=7 EV=3 IV-b=4 IV-c=3 T=17	کاهش حس کف پا در بیماران MS، قرار دادن کفی های بافت دار درون کفش، دامنه حرکتی مفصل هیپ و زانو را بطور معنادار افزایش داد. در فاز ایستادن فعالیت EMG عضلات ساقی پا حین پوشیدن کفی بافت دار افزایش یافت. افزایش زاویه ساقی پا در انتهای فاز ایستادن.	ارزیابی احساس پلنتار فلکشن مچ، استفاده از کفی کفش های تخت و کفی های بافت دار انتخاب بر اساس مقیاس تحرک پذیری، استفاده از ۸ دوربین و ۲ صفحه نیرو و الکترومیوگرافی	پارامترهای کینماتیکی، کینتیکی راه رفتن الکترومیوگرافی عضلات حین راه رفتن	عود کننده - فروکش کننده و پیشروند ثانویه	۱۴ بیمار ۱۰ فرد سالم	Kelleher, Spence et al. 2010 (۵۰)
R=7 EV=3 IV-b=4 IV-c=4 T=18	کاهش در پروفایل عملکرد حرکتی، سرعت راه رفتن، تعداد گام در دقیقه، طول گام، زمان اتکا روی یک پا و زمان نوسان به طور منفی با نمره عملکردی بخش هرمی و کاهش عرض سطح اتکا و مدت زمان نوسان کوتاه به طور مثبت با نمره عملکردی منجبه ای همبستگی داشت.	استفاده از پروفایل عملکرد حرکتی Gait Rite و سیستم عملکردی دو گروه با درگیری بخش هرمی و بخش منجبه ای	پارامترهای فضایی - زمانی راه رفتن	≤۵/۵	۸۱ بیمار ۲۵ نفر سالم	Givon, Zeilig et al. 2009 (۱۴)

ادامه جدول ۱: تحقیقات انجام شده در زمینه ویژگی های الگوی راه رفتن بیماران مبتلا به MS

ارزیابی کیفی	نتایج اصلی	روش	متغیرهای اصلی	EDS یا S نوع	اندازه نمونه	نویسنده و همکاران
*R=7 EV=3 IV-b=4 IV-c=5 T=19	در بیماران سرعت و طول یک سیکل گام برداری کاهش، مرحله دبل ساپورت طولانیتر، تغییراتی در زمانبندی فعالیت عضلات مفصل مچ پا در حین راه رفتن، بیماران با علائم هرمی وضعیت وخیمتری نسبت به بیماران بدون علائم هرمی داشتند. هر دو گروه بیمار، اختلالات تعادلی و عملکرد ضعیف در آزمون دستیابی عملکردی داشتند.	ارزیابی در یک آزمایشگاه آنالیز الگوی راه رفتن و اندازه گیری کلینیکی تعادل	الگوی راه رفتن عملکرد تعادلی	۰-۲/۵	۱۰ بیمار با علائم هرمی ۱۰ بیمار بدون علائم ۲۰ نفر کنترل	Martin, Phillips et al. 2006 (۱۵)
R=6 EV=3 IV-b=4 IV-c=4 T=17	میزان تغییرات در الگوی راه رفتن از صبح تا بعدازظهر در هر دو گروه سالم و بیمار ثابت، بیماران آهسته تر، طولگام کوتاهتر، تعداد گام در دقیقه کمتر و زمان مصرف شده در مرحله دبل ساپورت طولانی تر بود. میزان خستگی از صبح تا بعدازظهر در بیماران افزایش یافت.	آزمون راه رفتن ۱۰ متری با سرعت دلخواه در ساعت ۱۰ صبح و ۳ بعدازظهر همان روز استفاده از یک foot Switch stride analyzer	سرعت راه رفتن طول یک سیکل گام برداری، تعداد گام در دقیقه، دبل ساپورت (درصد)	-۵/۵ ۲/۵ ۳/۸	۱۴ بیمار (۸ زن و ۶ مرد) ۱۴ فرد سالم	Morris, Cantwell et al. 2002 (۵)
R=7 EV=2 IV-b=4 IV-c=3 T=16	کاهش در سرعت، طول گام، تعداد گام در دقیقه، طول یک سیکل گام برداری و نامتقارنی در دوره های ایستادن بر روی پای راست و چپ، افزایش در فلکشن مفاصل زانو و ران، افزایش در دامنه حرکتی مفصل ران در صفحه ساجیتال، کاهش در دامنه حرکتی مفصل مچ پا، زمان دو اتکابی طولانی تر، انقباض زود هنگام عضله گاستروکنمیوس و ریلکس شدن با تأخیر عضله تیبیالیس قدامی در حین فاز ایستادن	آنالیز حرکتی سه بعدی راه رفتن و الکترومیوگرافی	پارامترهای زمانی - مکانی راه رفتن و نحوه فراخوانی عضلات گاستروکنمیوس و تیبیالیس قدامی	≤۲	۷ بیمار	Benedetti, Piperno et al. 1999 (۱۱)

*R (Reporting), EV (External Validity), IV-b (Internal Validity – bias), IV-c (Internal Validity – confounding), T (Total)

رفتن و استقامت در راه رفتن را بهبود می بخشد (۵۳). راجرز و همکارانش از ویدیو های مبتنی بر سیستم های تجزیه و تحلیل راه رفتن برای ارزیابی اثر تمرینات هوازی بر الگوی راه رفتن ۱۸ بیمار مبتلا به MS استفاده نمودند و هیچ تفاوت معناداری را در قبل و بعد از تمرین در پارامترهای مختلف راه رفتن بدست نیاوردند (۲۷). بروکمن و همکارانش (۲۰۱۳) نشان دادند که بین قدرت عضلات بخش فوقانی اندام تحتانی با میزان ظرفیت راه رفتن ارتباط وجود دارد (۵۵). راجرز و همکارانش ۶ ماه تمرین هوازی بر روی ارگومتر برای این بیماران را طراحی و اجرا نمودند و هیچ تغییر معناداری بر روی الگوی راه رفتن این بیماران مشاهده نکردند، کاهش در دامنه حرکتی اکستنشن غیر فعال هیپ بعد از تمرین با ارگومتر ممکن است به خاطر اثر منفی تمرین بر روی این وسیله باشد؛ چون مفصل هیپ حین نشستن روی ارگومتر در وضعیت فلکشن قرار دارد (۲۷). محققانی نیز نشان دادند که تمرینات هوازی، اثر مثبتی بر خستگی دارند (۵۶، ۵۷). در جدول ۲ مطالعات انجام شده در رابطه با اثر تمرینات ورزشی بر متغیرهای مرتبط با الگوی راه رفتن ارائه گردیده که در

اثر انواع روش های توانبخشی ها بر الگوی راه

رفتن بیماران مبتلا به MS

۳۳ مقاله در بخش اثرات انواع روش های توانبخشی بر الگوی راه رفتن بیماران مبتلا به MS انتخاب شد که نتایج حاصل از ارزیابی کیفی این مقالات به صورت زیر بدست آمد. ۳ مقاله نمره ۱۴، ۱ مقاله نمره ۱۵، ۶ مقاله نمره ۱۶، ۷ مقاله نمره ۱۷، ۴ مقاله نمره ۱۸، ۶ مقاله نمره ۱۹، ۵ مقاله نمره ۲۰ و ۱ مقاله نمره ۲۱ را گرفتند که مقالات بالای ۱۹ دارای کیفیت خوبی می باشند. توانبخشی، بخش مهمی از درمان بیماران مبتلا به MS است و آموزش راه رفتن بخش عمده ای از این فرایند است. انجام مطالعات دقیق بر الگوی راه رفتن این بیماران باعث می شود تا اختلالات ایجاد شده در الگوی راه رفتن آنها بطور فردی تعیین شود و درمان های فیزیکی مناسب و مختص آنها طراحی شود (۵۱، ۵۲). تمرینات قدرتی در بیمارانی که دچار ضعف عضلانی باناتوانی متوسط هستند باعث افزایش قدرت اندام تحتانی می شود (۵۳) و در بعضی دیگر باعث بهبود در کینماتیک راه رفتن آنها می شود (۵۴) و سرعت راه

بعضی موارد فقط به متغیرهای مرتبط با الگوی راه رفتن اشاره شده است. همانطور که در این جدول مشاهده می کنید بعضی از پروتکل های درمانی بهبود معناداری بر الگوی راه رفتن این

بیماران داشته است درحالی که برخی دیگر اثر معناداری بر الگوی راه رفتن این بیماران نداشته است.

جدول ۲: اثر تمرینات مختلف بر توانبخشی متغیرهای مرتبط با راه رفتن بیماران مبتلا به MS

ارزیابی کیفی	نتایج اصلی	روش و نوع تمرین	متغیرهای اصلی	EDS یا S نوع	اندازه نمونه	نویسنده و همکاران
*R=8 EV=3 IV-b=5 IV-c=4 T=20	قدرت ایزومتریک و توان عضله بعد از تمرین افزایش اما استقامت عضله تغییر نیافت، بعد از ۱۲ هفته بدون تمرین قدرت ایزومتریک به وضعیت قبل از تمرین برگشت اما توان عضله مانند بعد از تمرین باقی ماند. در گروه کنترل هیچ تغییری مشاهده نشد.	۱۲ هفته تمرین قدرتی بر قدرت ایزومتریک (اندازه گیری با Strain gauge)، استقامت (تعداد تکرار در یک ست منفرد از اکستنشن زانو) و توان (اندازه گیری با Linear encoded)	قدرت ایزومتریک استقامت عضله توان عضله	۵-۲	۴۲ بیمار گروه تجربی و گروه کنترل	Medina-Perez, de Souza-Teixeira et al. 2014 (۵۸)
R=8 EV=2 IV-b=5 IV-c=4 T=19	تحریک الکتریکی سرعت راه رفتن و آنالیز گیت مشاهده ای را بهبود بخشید، درحالیکه فیزیوتراپی خیر، تحریک عضله اکستنسور هیپ (گلوئال) بهبود بیشتری در راه رفتن ایجاد نمود. هر دو مداخله میزان سقوط را کاهش داد ولی اثر تحریکات الکتریکی بیشتر بود. تحریک الکتریکی عضلات مچ پا میزان موبیلیتی و کیفیت زندگی را نیز بهبود بخشید.	گروه ۱: ۶ هفته اول تحریک الکتریکی برای مچ پا، ۶ هفته بعدی تحریک عضله گلوئال هیپ، ۶ هفته بعد فیزیوتراپی و تمرین خانگی به مدت ۶ هفته، گروه ۲: ۱۲ هفته اول فیزیوتراپی، ۱۲ هفته بعد تحریک	مقیاس آنالیز راه رفتن مشاهده ای، تعداد سقوط، کیفیت زندگی	پیشرونده ثانویه با drop foot	۲۸ بیمار	Taylor, Barrett et al. 2014 (۵۹)
R=6 EV=2 IV-b=4 IV-c=5 T=17	آزمون های کلینیکی راه رفتن با پیمودن مسیرهای طولانی برای ارزیابی بهبود راه رفتن بعد از توانبخشی مناسب تر از آزمون ها با مسیرهای کوتاه بود.	یک برنامه توانبخشی، ۵ آزمون راه رفتن کلینیکی	راه رفتن	۶-۱	۲۹۰ بیمار	Baert, Freeman et al. 2014 (۶۰)
R=7 EV=3 IV-b=4 IV-c=5 T=19	مقیاس تعادلی برگ و زمان ۱۰ متر راه رفتن در گروه تجربی بهبود یافت درحالیکه در گروه کنترل وخیم تر شد. تمرینات گروهی باعث بهبود تعادل، وضعیت عملکردی، اسپاسم، شدت خستگی و کیفیت زندگی می شود.	اجرای یک برنامه گروهی برای ۱۲ هفته تحت نظر یک فیزیکیال تراپیست، تست تعادلی برگ، آزمون ۱۰ متر راه رفتن، آزمون ۱۰ گام بالا رفتن، شدت خستگی و کیفیت زندگی	تعادل، عملکرد، اسپاسم، خستگی و کیفیت زندگی	۴-۲	۵۱ بیمار گروه تجربی ۴۸ بیمار گروه کنترل	Tarakci, Yeldan et al. 2013 (۶۱)
R=8 EV=3 IV-b=5 IV-c=5 T=21	تمام افراد در تست اولیه مشابه هم بودند به جز طول گام، بعد از تمرین با رباط کمکی، استقامت راه رفتن، پارامترهای زمانی - مکانی، آنتی ورژن پلویک و اکستنشن هیپ بهبود یافت.	گروه تجربی ۱۲ جلسه به مدت ۶ هفته تمرین راه رفتن با رباط کمکی، گروه کنترل همین تعداد جلسات دریافت فیزیوتراپی	کینماتیک، پارامتر زمانی مکانی، آزمون ۶ دقیقه راه رفتن، آزمون Up&Go	۴/۵ - ۴/۵	۸ نفر تجربی و ۸ نفر کنترل	Straudi, Benedetti et al. 2013 (۶۲)
یک مقاله مروری (بررسی اثر تمرینات ورزشی بر آمادگی جسمانی، موبیلیتی، خستگی و کیفیت زندگی بیماران مبتلا به MS) نتایج نشان داد که ۲ جلسه تمرین در هفته با شدت متوسط باعث بهبود ظرفیت هوازی و افزایش قدرت عضلانی می شود. بیماران مبتلا به ام اس با ناتوانی خفیف تا متوسط با انجام تمرینات ورزشی می توانند ظرفیت هوازی و قدرت عضلانی و همچنین موبیلیتی، خستگی و کیفیت زندگی را بهبود بخشند.						Latimer-Cheung, Pilutti et al. 2013 (۶۳)
R=6 EV=2 IV-b=3 IV-c=5 T=16	ترکیب رباط کمکی با تردمیل حمایت کننده وزن بدن باعث بهبود سرعت راه رفتن در آزمون ۶ دقیقه راه رفتن می شود، همچنین دستیابی عملکردی را بهبود می بخشد.	ترکیب رباط کمکی با تردمیل حمایت کننده وزن بدن، آزمون ۶ دقیقه راه رفتن و ۲۵ فوتی، آزمون دستیابی عملکردی (Functional reaching)	سرعت راه رفتن	اطلاعات ی موجود نیست	۷ نفر	Ruiz, Labas et al. 2013 (۶۴)

*R (Reporting), EV (External Validity), IV-b (Internal Validity – bias), IV-c (Internal Validity – confounding), T (Total)

ادامه جدول ۲: اثر تمرینات مختلف بر توانبخشی متغیرهای مرتبط با راه رفتن بیماران مبتلا به MS

ارزیابی کیفی	نتایج اصلی	روش و نوع تمرین	متغیرهای اصلی	EDS یا S نوع	اندازه نمونه	نویسنده و همکاران
R=7 EV=2 IV-b=4 IV-c=4 T=17	بیشترین بهبود در آزمون ۶ دقیقه راه رفتن بود، ویرایش به همراه تمرینات توانبخشی باعث بهبود بیشتر در راه رفتن استقامتی بیماران مبتلا به MS می شود.	تمرین ترکیبی ویرایش کل بدن با یک برنامه توانبخشی، ۳ جلسه در هفته به مدت ۳ هفته، آزمون بشین و پاشو، Up&Go test. آزمون ۱۰ متر راه رفتن و ۶ دقیقه راه رفتن	سرعت راه رفتن	-	۶۰ نفر در دو گروه تجربی و کنترل	Hilgers, Mundermann et al. 2013 (۶۵)
R=6 EV=2 IV-b=4 IV-c=5 T=17	این تمرینات بر روی طول استراید، طول گام، سرعت هر گام و انرژی مصرفی در هر گام اثر معنادار و بر نیروی عکس العمل سطح و زمان استراید اثری نداشت.	۸ هفته تمرین بر میزان توجه (تمرین بر روی کانون توجه)، یک تردمیل مجهز به سنسورهای نیرو، یک دوربین دیجیتال	نیروی عکس العمل، طول گام و سرعت گام، طول و سرعت استراید	۶/۵	۱۲ بیمار مبتلا به ام اس ۵ مرد ۷ زن	Shafizadeh, Platt et al. 2013 (۶۶)
R=7 EV=2 IV-b=5 IV-c=4 T=18	هیچ اختلاف معنی داری از نظر آماری بین دو گروه در آزمون زمانبندی راه رفتن ۲۵ فوتی به دست نیامد.	گروه تجربی ۱۲ هفته تمرینات تعادلی، قدرتی، جنبش پذیری، گروه کنترل بدون تمرین، اجرای آزمون ۲۵ فوت راه رفتن	استقامت در راه رفتن، تعادل، عملکرد فیزیکی قدرت اندام تحتانی	از متوسط تا خفیف	۱۶ بیمار کنترل و ۱۶ بیمار تجربی	Learmonth, Paul et al. 2012 (۶۷)
R=5 EV=2 IV-b=3 IV-c=4 T=14	بهبود معنادار در اسپاسم، خستگی، ناتوانی، استقلال و عدم وابستگی	۲۰ هفته آب درمانی، گروه تجربی و کنترل	ناتوانی، اسپاسم عدم وابستگی	-	۷۳ بیمار	Silva, Tucano et al. 2012 (۶۸)
R=7 EV=3 IV-b=4 IV-c=5 T=19	اختلال در پارامترهای فضایی- زمانی الگوی راه رفتن این بیماران نسبت به گروه سالم وجود دارد که در حین توانبخشی چند منظوره بهبود معناداری مشاهده می شود.	دستگاه Gait rite، سنجش خستگی، بکارگیری توانبخشی چند منظوره (۳ هفته) ۱۶ ساعت در هفته	پارامترهای فضایی - زمانی راه رفتن	کمتر از ۶/۵	۲۴ بیمار و ۱۹ فرد سالم	Sacco, Bussman et al. 2011 (۱۳)
R=6 EV=2 IV-b=3 IV-c=5 T=16	تمرینات بهبود معناداری در اجرای آزمون های راه رفتن زمانبندی شده، مقیاس ۱۲ آیتمی راه رفتن، دستیابی رو به جلو و دستیابی به طرفین داشت.	اثر تمرین ثابت درونی بر تعادل و راه رفتن بیماران ام اس، آزمون راه رفتن ۱۰ متری، مقیاس راه رفتن ۱۲ آیتمی، اجرای آزمون Up and go، آزمون تعادلی ایستاروی یک پا	تعادل، سرعت راه رفتن	-	۸ بیمار	Freeman, Gear et al. 2010 (۶۹)
R=6 EV=3 IV-b=3 IV-c=5 T=17	کاهش در سرعت راه رفتن، طول استراید، کادنس و افزایش زمان دبل ساپورت، کاهش زاویه فلکشن زانو در مرحله نوسان و چرخش داخلی مچ پا، ضعف عضلات فلکسور هیپ، ضعف عضلات همسترینگ و هایپرتانسیون عضلات چهارسرانی در بیماران، تحریک عصب نازک نی، بطور معنی داری زاویه دورسی فلکشن مچ پا را در شروع تماس افزایش داد. پوشیدن ارتوز و تحریک عصب نازک نی اثرات متغیری بر پارامترهای راه رفتن بیماران داشت.	۴ هفته استفاده از یک ارتوز مچ پا، ۴ هفته بعدی بکارگیری یک محرک بر روی عصب نازک نی سطحی و بدون استفاده از هیچ وسیله، سیستم آنالیز حرکت Vicon 370	سرعت راه رفتن و پارامترهای فضایی - زمانی راه رفتن، پارامترهای کینماتیکی	-	۴ بیمار مبتلا به MS با ضعف دورسی فلکسوره	Sheffler, Bailey et al. 2009, (۷۰) Sheffler, Hennessey et al. 2009 (۷۱)

ادامه جدول ۲: اثر تمرینات مختلف بر توانبخشی متغیرهای مرتبط با راه رفتن بیماران مبتلا به MS

ارزیابی کیفی	نتایج اصلی	روش و نوع تمرین	متغیرهای اصلی	EDS یا S نوع	اندازه نمونه	نویسنده و همکاران
R=8 EV=2 IV-b=5 IV-c=5 T=20	بهبود در سرعت راه رفتن بهبود در طول استراید بازخوردهای شنیداری باعث بهبود در توانایی راه رفتن بیماران مبتلا به MS می شود.	بکارگیری بازخورد شنیداری، پوشیدن یک کفش حاوی سنسور و دریافت اطلاعات شنوایی، بکارگیری مقیاس سیستم عملکرد مخچه	سرعت راه رفتن طول استراید	۳/۵-۶	۱۴ بیمار با علائم آتاکسی ۱۱ فرد سالم	Baram and Miller 2007 (۷۲)
R=7 EV=2 IV-b=4 IV-c=4 T=17	بهبود در بعضی از پارامترهای راه رفتن	تمرین راه رفتن روی تردمیل	پارامترهای راه رفتن	< ۷	۱۶ بیمار	Newman, Dawes et al. 2007 (۷۳)
R=8 EV=2 IV-b=5 IV-c=5 T=20	بهبود برخی از پارامترهای راه رفتن بعد از تمرینات هوازی	برنامه تمرینی هوازی در مقایسه با توانبخشی عصبی	پارامترهای راه رفتن، مقیاس بررسی حداکثر تحملور زشی	< ۶	۱۶ بیمار	Rampell o A, et al. 2007 (۷۴)
R=8 EV=2 IV-b=4 IV-c=4 T=18	درصد کاهش در زمان راه رفتن مسیر ۱۰ متری، تغییری در مسیر ۲ دقیقه راه رفتن بدست نیامد. تغییرات روی خستگی معنادار نبود.	۳ روز در هفته به مدت ۴ هفته تمرین استقامتی روی تردمیل با ۵۵ تا ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب به مدت ۳۰ دقیقه	مدت زمان راه رفتن شدت خستگی	< ۵	۱۶ بیمار تمرین ۸ بیمار کنترل	van den Berg M. 2006 (۷۵)
R=6 EV=2 IV-b=4 IV-c=4 T=16	افزایش ۳۲ و ۱۴ درصدی به ترتیب در قدرت عضلات پا و دست، ۱۷۱ درصد افزایش در استقامت فشاری عضلات پا ولی در دست ها افزایش مشاهده نشد.	پروتکل تمرین قدرتی شامل ۱۰ هفته به مدت دو روز در هفته با شدت ۸۰-۶۰ درصد یک تکرار بیشینه ۲ سبت ۱۰ تا ۱۲ تکراری، (اندام فوقانی و اندام تحتانی)	قدرت عضلاتی (یک تکرار بیشینه)، استقامت عضلانی، سرعت راه رفتن	-	۹ بیمار تمرین قدرتی ۹ بیمار گروه کنترل	Dodd et al. 2006 (۷۶)
R=8 EV=2 IV-b=4 IV-c=5 T=19	مقداری افزایش در سرعت راه رفتن ۱۰ متر در ۲ دقیقه ولی از لحاظ آماری معنادار نبود.					Taylor et al. 2006 (۷۷)
R=7 EV=2 IV-b=4 IV-c=4 T=17	افزایش ۷ درصدی در قدرت اکستنسورهای زانو و ۵۲ درصدی در فلکسورهای کف پای سرعت راه رفتن بدون تغییر معنی دار، ۸ درصد افزایش در طول استراید	پروتکل تمرین قدرتی بر روی اندام تحتانی ۵۰ تا ۷۰ درصد حداکثر فشار بیشینه، با ست های ۶ تا ۱۰ هفته های اول و ۱۰ تا ۱۵ تکراری در هفته های آخر	قدرت اکستنسور های زانو و فلکسورهای کف پای، سرعت راه رفتن، طول استراید	۲/۵ تا ۵/۵	۱۲ نفر تمرین قدرتی	White & McCoy 2006 (۷۸)
R=8 EV=2 IV-b=4 IV-c=4 T=18						White & Castellano et al 2006 (۷۹)
R=6 EV=2 IV-b=4 IV-c=4 T=16	افزایش معنی دار در متغیرهای زمان نوسان، طول گام، طول استراید، زاویه دورسی فلکشن پا کاهش معنی دار در درصد زمان یک استراید در مراحل ایستادن و دبل سایپورت، افزایش قدرت ایزومتریک پا در ۲ عضله از ۴ عضله بدست آمد.	اجرای یک برنامه قدرتی ۸ هفته ای بر عضلات اندام تحتانی، استفاده از دو صفحه نیرو، شش دوربین ویدیویی JVC، استفاده از یک دینامومتر ایزو کینتیکی	پارامترهای کینماتیکی و پارامترهای زمانی مکانی راه رفتن	۲/۵ تا ۵/۵	۸ نفر بیمار	Gutierrez GM. et al. 2005 (۵۴)
R=5 EV=2 IV-b=3 IV-c=4 T=14	بهبود الگوی راه رفتن	برنامه توانبخشی شامل تمرینات تقویتی اکستریک و ایزو کینتیک بر روی عضلات همسترینگ	قدرت عضلات همسترینگ، سرعت راه رفتن	-	گروهی بیمار	Robineau S. et al, 2005 (۸۰)

ادامه جدول ۲: اثر تمرینات مختلف بر توانبخشی متغیرهای مرتبط با راه رفتن بیماران مبتلا به MS

ارزیابی کیفی	نتایج اصلی	روش و نوع تمرین	متغیرهای اصلی	EDS یا S نوع	اندازه نمونه	نویسنده و همکاران
R=6 EV=2 IV-b=4 IV-c=4 T=16	آزمون راه رفتن ۳۰ دقیقه ای و آزمون راه رفتن ۱۰ متری بدون تغییر، ۱۶ درصد افزایش در میزان مسافت ۶ دقیقه راه رفتن، خستگی و میزان اسپاسم بدون تغییر	۲ روز در هفته به مدت ۱۲ هفته با شدت ۶۰ تا ۸۰ درصد ضربان قلب ذخیره، تمرین روی ارگومتر	زمان و مسافت راه رفتن، خستگی، اسپاسم	۴-۶	۸ بیمار تمرین ۸ بیمار کنترل	Kileff and Ashbum 2005 (۸۱)
R=6 EV=2 IV-b=4 IV-c=4 T=16	سرعت راه رفتن بهبود یافت.	یک جلسه ۴۰ تا ۴۵ دقیقه در هفته به مدت ۲۰ هفته جزئیات تمرین گزارش نشده	سرعت راه رفتن	-	۴۰ نفر تمرین ۵۰ نفر کنترل	Koudouni et al 2004 (۸۲)
R=8 EV=2 IV-b=4 IV-c=4 T=18	بهبود در الگوی راه رفتن معنادار نبود. تعادل بهبود یافت. هماهنگی بهبود یافت. تغییرات در میزان خستگی معنی دار نبود.	دو روز در هفته با زمان ۳۰ دقیقه به مدت ۸ هفته با شدت ۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی، تمرین بر روی ارگومتر	سرعت راه رفتن تعادل، هماهنگی	< ۵	بترتیب ۲۳/۱۵ بیمار تمرین ۱۶/۱۳ بیمار کنترل ۲۰ ساله	Schulz 2004 (۸۳)
R=7 EV=2 IV-b=4 IV-c=4 T=17						Hessen 2003 (۸۴)
R=8 EV=2 IV-b=4 IV-c=5 T=19	تغییرات در سرعت راه رفتن معنادار نبود. کادنس راه رفتن بهبود یافت.	تمرینات دایره ای دو روز در هفته و یک بار در خانه به مدت ۱۲ هفته	سرعت و کادنس راه رفتن	-	۵ بیمار تمرین ۶ بیمار کنترل	OConnell et al 2003 (۸۵)
R=8 EV=3 IV-b=4 IV-c=5 T=20	کاهش در سرعت راه رفتن، کادنس، نیروی عکس العمل برشی خلفی، حداکثر دورسی فلکشن مچ پا، کل دامنه حرکتی فلکشن/اکستنشن مفصل زانو، افزایش دامنه حرکتی غیر فعال مفصل هیپ، حداکثر پلنار فلکشن مچ پا حین راه رفتن، تمرینات حداقل اثر را بر بهبود الگوی راه رفتن بیماران داشت.	کنیماتیک سه بعدی، ارزیابی نیروی عکس العمل زمین، الکترومیوگرافی، ۶ ماه تمرین هوایی بر روی ارگومتر با ۶۵ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب ۳ بار در هفته	دامنه حرکتی غیر فعال در مفاصل هیپ، زانو، مچ پا و ساب تالار	۱-۶	۱۸	Rodgers. et al. 1999 (۲۷)
R=5 EV=1 IV-b=4 IV-c=4 T=14	۲۱ و ۲۸ درصد بهبود به ترتیب در سرعت راه رفتن، انعطاف پذیری همسترینگ	تمرینات ساختاری تای چی به مدت یک ساعت ۲ بار در هفته به مدت ۸ هفته	سرعت راه رفتن، انعطاف همسترینگ	-	۱۹ بیمار	Husted et al 1999 (۸۶)
R=8 EV=3 IV-b=4 IV-c=4 T=19	گروه C به خاطر کمردرد در هفته چهارم، قادر به کامل کردن ۸ جلسه تمرین نبود. تمرینات تحرک پذیری و کششی بطور واضح اثر کمتری بر روی آمادگی عمومی نسبت به تمرینات با وزنه هنگام بالا بردن پا داشتند. تمرینات تحرک پذیری باعث بهبود سرعت راه رفتن نسبت به تمرینات بالا بردن پا با وزنه می شود. تمرینات فیزیوتراپی بیشترین بهبود را در راه رفتن دارند در حالی که تمرینات بلندکردن پا با وزنه بیشتر بر مدت زمان جابجایی اثر داشت.	پروتکل درمانی شامل بالا بردن پا با وزنه برای بهبود قدرت عضلات چهارسرانی. الکترومیوگرافی از عضله راست رانی، راه رفتن در مسیر ۵ متری اجرای آزمون بلندشو و برو استفاده از تمرینات فیزیوتراپی گروه A بدون تمرین، گروه B تمرینات تحرک پذیری، گروه C بلندکردن پا با وزنه ۰/۵ تا ۱kg	سرعت راه رفتن، شدت فعالیت ارادی عضله راست رانی، مدت زمان جابجایی	راه رفتن مستقل	۵ نفر گروه A ۶ نفر گروه B ۶ نفر گروه C	Harvey L. et al. 1999 (۸۷)
R=8 EV=3 IV-b=4 IV-c=5 T=20	۱۱ و ۲ درصد بهبودی در سرعت راه رفتن، ۱۷ و ۲۶ درصد بهبودی در اجرای آزمون Up and go و ۲۱ و ۲۶ درصد بهبودی در آزمون بالا رفتن از پله به ترتیب در آزمودنی ها با MS خفیف و شدید، قدرت عضلات فلکسور و اکستنسور زانو و عضلات فلکسور و اکستنسور آرنج بهبود یافت.	تمرینات قدرتی پیشرونده، ۳ بار در هفته به مدت ۱۲ هفته راه رفتن با سرعت دلخواه، بالا رفتن از پله به روش دلخواه، آزمون Up and go	سرعت راه رفتن، قدرت عضلات چهارسرانی، همسترینگ، دوسر و سه سر بازویی	۳ ۶	۴ بیمار با شدت خفیف ۴ بیمار با شدت بالا	Kraft et al 1996 (۸۸)

بحث

هدف از انجام این تحقیق مروری، ارائه ی ویژگی ها و انواع الگوهای راه رفتن در بیماران مبتلا به MS با علائم کلینیکی خاص و همچنین بررسی اثر انواع روش های درمانی بر متغیرهای مرتبط با الگوی راه رفتن، جهت ارائه ی پروتکل های درمانی مؤثر بر بهبود الگوی راه رفتن این بیماران بود. همانطور که در بخش نتایج ارائه شد، ویژگی های عمومی و مشترک در راه رفتن بیماران MS شامل کاهش سرعت راه رفتن، کاهش طول یک سیکل گام برداری (استراید)، کاهش تعداد گام در دقیقه (کادنس) و افزایش زمان دبل ساپورت، تغییر در عرض گام، نامتقارنی در دوره های زمانی ایستادن بر روی پای راست و چپ، کاهش نیروی عکس العمل برشی خلفی (۵، ۲۷)، افزایش فلکشن مفصل ران حین ایستادن (۱۱)، کاهش دامنه حرکتی فلکشن/اکستنشن هیپ، کاهش زاویه فلکشن زانو در مرحله نوسان پا، فلکشن زیاد زانو در مرحله Toe-off و چرخش داخلی مچ پا حین فاز نوسان (۱۲، ۴۶، ۷۱) می باشد. انجام تکالیف ادراکی حین راه رفتن اختلال بیشتری در الگوی راه رفتن آنها ایجاد می کند (۴۹). از لحاظ عملکرد عضلانی، ضعف عضلات فلکسور هیپ، ضعف عضلات همسترینگ و هایپرتانسیون عضلات چهارسرانی (۷۱) در این بیماران گزارش شد. بین اختلالات حرکتی و سرعت راه رفتن همبستگی وجود دارد که این همبستگی برای عضله همسترینگ قویتر بوده است (۸۹). کاهش در دامنه حرکتی مفصل مچ پا، تفاوت در نحوه و ترتیب آتش شدن عضلات مچ پا (فراخوانی زود هنگام عضله گاستروکنمیوس و ریلکس شدن با تأخیر عضله تیبیالیس قدامی در حین فاز ایستادن) وجود دارد (۱۱). تأخیر در حداکثر فعالیت عضله تیبیالیس قدامی در مرحله برخورد پاشنه حین راه رفتن، فاکتوری برای بی ثباتی در فاز ایستادن است و باعث ایجاد وضعیت foot-slap می شود. افزایش فعالیت الکترومیوگرافی عضلات پلنتر فلکسور نیز مکانیزمی برای ایجاد بی تعادلی است که باعث خستگی و اسپاستیسیته در این عضلات می شود. همچنین باعث افزایش زاویه پلنتر فلکشن مچ پا شده که عاملی برای وضعیت drop-foot می باشد (۱۲). به طور کلی تغییراتی در زمانبندی فعالیت عضلات مفصل مچ پا و الگوی حرکتی مچ پا در حین راه رفتن وجود دارد که مستقل از سرعت راه رفتن است (۱۵). افزایش چرخش داخلی مچ پا و کاهش فلکشن هیپ و زانو ممکن است به برتری الگوی همکاری اکستنسورها که به طور عمومی در الگوی راه رفتن همی پلژی بعد از سکته مغزی مشاهده می

شود نسبت داد و ممکن است یک ویژگی مهم در الگوی راه رفتن بعضی از بیماران MS باشد (۷۱). بطور عمومی الگوهای راه رفتن نابهنجار شایع در بیماری های مختلف شامل راه رفتن پارکینسونی، راه رفتن قیچی وار، راه رفتن اسپاستیک، راه رفتن آتاکسی مخچه ای، راه رفتن آتاکسی حسی و steppage gait می باشد. همانطور که در نتایج ارائه شد اکثر مقالات ویژگی های کلی از نحوه راه رفتن این بیماران را ارائه داده اند که تقسیم بندی آنها فقط بر اساس مقدار EDSS بوده است. تحقیقات اندکی بطور تخصصی ویژگی های الگوی راه رفتن این بیماران را بر اساس مناطق درگیر عصبی مورد بررسی قرار داده اند. بطور مثال مارتین و همکارانش بر روی بیماران مبتلا به MS با درگیری بخش هرمی مطالعاتی را انجام دادند و نشان دادند که گروه بیماران MS با درگیری هرمی با سرعت آهسته تر، طول استراید کوتاهتر و مرحله حمایت دوگانه طولانی تر در مقایسه با گروه MS بدون علائم هرمی راه می روند. هردو گروه MS بطور پیوسته اختلالات تعادلی، عملکرد ضعیف در آزمون دستیابی عملکردی در مقایسه با افراد سالم داشتند (۱۵). همچنین مولک و همکارانش، همبستگی بین اختلال در عضله چهار سر رانی و سرعت راه رفتن را فقط در بیماران MS با علائم آتاکسی - اسپاستیک مشاهده نمودند و در زیر گروه ها با علائم اسپاستیک تنها مشاهده نشد، آسیب به سیستم حسی - عمقی بیماران با علائم آتاکسی - اسپاستیک وجود دارد (۸۹). اسپاسم نسبت به بی ثباتی اثر بیشتری بر ایجاد اختلال در الگوی راه رفتن این بیماران دارد (۱۴). همچنین یاهیا و همکارانش بر روی بیماران ام اس با علائم اسپاستیک نشان دادند که اوج گشتاور عضلات همسترینگ (در هر دو سمت ضعیف و قوی) و عضلات چهارسرانی (در سمت ضعیف) این بیماران کمتر از افراد سالم است. منطقه نوسان بیماران بیشتر، سرعت راه رفتن آهسته تر، کادنس و طول گام کوتاهتر بود. قدرت عضلات چهارسر و همسترینگ با پاسچر و پارامترهای الگوی گام برداری ارتباط معنادار داشت (۴۴). الگوی راه رفتن بیماران با درگیری بخش هرمی (کاهش سرعت راه رفتن، کاهش طول گام، کاهش دوره تک اتکایی و دوره نوسان و دوره دبل ساپورت طولانی تر) متفاوت از بیماران با درگیری بخش مخچه ای (مدت زمان نوسان کوتاه و سطح اتکای وسیعتر) بود (۱۴). کاهش سرعت در سندرم های اسپاستیک و افزایش بی ثباتی در وضعیت

ایستادن و راه رفتن، در سندرم های آتاکسی منعکس می شود (۱۳).

بطور کلی با توجه به ویژگی ها و مشخصات ارائه شده در متن می توان دو نوع شایع از الگوی راه رفتن را در این بیماران نتیجه گرفت که شامل الگوی راه رفتن اسپاستیک و آتاکسی مخچه ای است. همچنین الگوی راه رفتن آتاکسی حسی نیز در این بیماران مشاهده می شود. الگوی راه رفتن اسپاستیک (ضایعات مربوط به کورتیکو اسپینال) بدین صورت است که این افراد هنگام راه رفتن هر دو پا را از طرفین به صورت قوس مانند و محکم به جلو حرکت می دهند. عضلات اکستنسور اندام تحتانی درگیر اسپاسم است. پلنتار فلکشن و چرخش داخلی پا اغلب در این بیماران مشاهده شده و بیمار اغلب هنگام راه رفتن پای خود را روی زمین می کشد (۹۰). همچنین راه رفتن آتاکسی مخچه ای (بیماری های مخچه و مسیرهای مربوط به مخچه) در بین این بیماران نیز مشاهده می شود به طوریکه این بیماران گشاد گشاد راه می روند، تمایل به سقوط در سمت ضایعه دارند. تلو تلو خوردن، ناپایداری و در تمیز جهت با مشکل بر می خورند. با پای جفت شده نمی توانند بیاستند علائم نیستاگموس، دیسمتری و لرزش ارادی نیز وجود دارد (۹۰).

به عنوان بخش عمده ایی از درمان، توانبخشی و تصحیح الگوی راه رفتن بیماران مبتلا به MS، کاهش اسپاسم و بکارگیری دستگاه های کمکی بطور صحیح، نیاز به درک بهتر الگوهای نابهنجار راه رفتن بیماران MS دارد. همانطور که در بخش نتایج آمده مطالعات زیادی بر روی متغیرهای مختلف راه رفتن به ویژه سرعت راه رفتن این بیماران انجام گرفته است. مطابق با جدول ۲ ناهمگونی زیادی در نتایج مشاهده می شود. اکثر تحقیقات که به بررسی اثر تمرینات ورزشی مختلف بر روی سرعت راه رفتن این بیماران از طریق ارزیابی های کلینیکی مانند راه رفتن مسیر ۲۵ فوتی انجام گرفته نشان داده اند که قدرت عضلات اندام تحتانی افزایش می یابد ولی سرعت راه رفتن تغییری نمی یابد. حتی راجرز شش ماه تمرین هوازی (تمرین روی ارگومتر) را بر روی متغیرهای کینماتیکی و کینتیکی الگوی راه رفتن (اندازه گیری سه بعدی راه رفتن) این بیماران اجرا نمود و هیچ تغییر معناداری در متغیرهای مرتبط با الگوی راه رفتن بدست نیامد و حتی وضعیت راه رفتن برخی از بیماران را وخیمتر از قبل گزارش نمود و علت آن را وضعیت فلکشن مداوم مفصل هیپ بر روی ارگومتر گزارش نمود (۲۷). عدم تأثیر این برنامه

های تمرینی (بویژه تمرینات قدرتی) بر بهبود الگوی راه رفتن بیماران مبتلا به ام اس ممکن است به خاطر عدم توجه به مناطق عصبی درگیر و عدم مجزا سازی این بیماران با توجه به علائم بالینی آنها باشد. اگر بیماران MS با علائم اسپاستیک در یک برنامه تمرینی روی ارگومتر یا یک برنامه قدرتی بدون انجام تمرینات کششی مناسب روی عضلات چهارسرانی، همسترینگ و عضلات ضد جاذبه شرکت نمایند میزان اسپاسم در عضلات مذکور افزایش یافته و شرایط وخیمتری برای بیماران به ویژه هنگام راه رفتن بوجود خواهد آورد. در تضاد با تحقیقات فوق، تحقیقات دیگری با پروتکل های درمانی مختلف، بهبودهاییدر سرعت، مسافت و زمان راه رفتن بدست آوردند. همچنین مقادیر کمی از آنالیز الگوی راه رفتن نشان داده که تمرینات استقامتی و قدرتی ایزومتریک باعث بهبود حرکت دورسی فلکشن مچ پا و بالطبع بهبود الگوی راه رفتن افراد مبتلا به MS با اختلال حرکتی در اندام تحتانی می شود (۷۱). مشاهده ارتباط بین قدرت کم عضلات (به طور عمده اختلال در عضله همسترینگ) و پارامترهای راه رفتن نشان می دهد که یک برنامه ی توانبخشی خاص، بر اساس آموزش قدرت و در کنار آن، اجرای تمرینات کششی صحیح به طور مؤثر می تواند منجر به بهبود عملکرد بیماران در راه رفتن، تعادل (۵۴، ۸۰، ۹۱)، ثبات مفصل زانو و کاهش ناهنجاریهای زانو شود (۸۰). گوتیرز و همکارانش بیان می کنند که انجام تمرینات قدرتی یک استراتژی مداخله گر در بهبود الگوی راه رفتن بیماران مبتلا به MS متوسط است (۵۴). ولی این محققان علائم دقیق بیماری را مشخص ننموده اند.

از آنجا که خستگی اغلب در طول روز افزایش می یابد جلسات تمرین بایستی در صبح انجام شود و اعمال فشار بایستی کنترل شده باشد (۹۲). شرکت در تمرینات گروهی باعث افزایش انگیزه برای ادامه تمرین است و به نفع بیمارانی است که از خستگی رنج میبرند (۹۳).

نتیجه گیری

بطور کلی الگوهای راه رفتن اسپاستیک و آتاکسی مخچه ای در این بیماران به وضوح مشاهده می شود و میزان اختلال در الگوهای راه رفتن با ناتوانی عصبی مرتبط است. برای طراحی تمرین برای بیماران MS، ابتدا تشخیص دقیق علائم بیماری و مجزا سازی آنها به گروه های اسپاستیک و آتاکسی مخچه ای ضروری می باشد. سپس یک برنامه تمرینی که شامل تمرینات کششی در کنار تمرینات قدرتی در گروه بیماران

محدودیت ها: پژوهش حاضر دارای محدودیت هایی بود که از آن جمله می توان به دستیابی به متن کامل برخی از مقالات به علل مختلف اشاره نمود.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از پایان نامه دکتری می باشد. همچنین از تمامی اساتید محترم دانشکده تربیت بدنی دانشگاه بوعلی سینا همدان و اساتید محترم دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان به خاطر همکاری صمیمانه تشکر و قدردانی می گردد.

اسپاستیک و یک برنامه تمرینی با افزایش تعادل و قدرت در گروه بیماران آتاکسی توصیه می گردد. به طور کلی طراحی یک برنامه توانبخشی با توجه به افزایش قدرت عضلات اندام تحتانیبه ویژه عضله همسترینگ، یک برنامه کششی مناسب بر عضلات ضد جاذبه در اندام تحتانی و تصحیح الگوی راه رفتن برای این بیماران توصیه می شود.

پیشنهادات

در مقالات مروری بعدی، بایستی به بررسی تعادل، میزان مصرف انرژی و دیگر متغیرهای مرتبط با کاهش ناتوانی در این بیماران با علائم کلینیکی متفاوت (آتاکسی، اسپاستیک و غیره) و اثرات تمرینات توانبخشی بر این متغیرها پرداخته شود.

Reference

1. Herrera WG. Vestibular and other balance disorders in multiple sclerosis. Differential diagnosis of disequilibrium and topognostic localization. *Neurologic clinics*. 1990 May;8(2):407-20. PubMed PMID: 2193219.
2. Doring A, Pfueller CF, Paul F, Dorr J. Exercise in multiple sclerosis -- an integral component of disease management. *The EPMA journal*. 2011;3(1):2. PubMed PMID: 22738091. Pubmed Central PMCID: 3375103.
3. Cameron MH, Wagner JM. Gait abnormalities in multiple sclerosis: pathogenesis, evaluation, and advances in treatment. *Current neurology and neuroscience reports*. 2011 Oct;11(5):507-15. PubMed PMID: 21779953.
4. Kurtzke JF. Rating neurologic impairment in multiple sclerosis: an expanded disability status scale (EDSS). *Neurology*. 1983 Nov;33(11):1444-52. PubMed PMID: 6685237.
5. Morris ME, Cantwell C, Vowels L, Dodd K. Changes in gait and fatigue from morning to afternoon in people with multiple sclerosis. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*. 2002 Mar;72(3):361-5. PubMed PMID: 11861697. Pubmed Central PMCID: 1737774.
6. Lassmann H. The pathology of multiple sclerosis and its evolution. *Philosophical transactions of the Royal Society of London Series B, Biological sciences*. 1999 Oct 29;354(1390):1635-40. PubMed PMID: 10603616. Pubmed Central PMCID: 1692680.
7. Weinshenker BG, Bass B, Rice GP, Noseworthy J, Carriere W, Baskerville J, et al. The natural history of multiple sclerosis: a geographically based study. I. Clinical course and disability. *Brain : a journal of neurology*. 1989 Feb;112 (Pt 1):133-46. PubMed PMID: 2917275.
8. Weinshenker BG. The natural history of multiple sclerosis. *Neurologic clinics*. 1995 Feb;13(1):119-46. PubMed PMID: 7739500.
9. Downs SH, Black N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non- randomised studies of health care interventions. *J Epidemiol Community Health*. 1998;52:377-384.
10. Kaufman M, Moyer D, Norton J. The significant change for the Timed 25-foot Walk in the multiple sclerosis functional composite. *Multiple sclerosis*. 2000 Aug;6(4):286-90. PubMed PMID: 10962550.
11. Benedetti MG, Piperno R, Simoncini L, Bonato P, Tonini A, Giannini S. Gait abnormalities in minimally impaired multiple sclerosis patients. *Multiple sclerosis*. 1999 Oct;5(5):363-8. PubMed PMID: 10516781.

12. Kelleher KJ, Spence W, Solomonidis S, Apatsidis D. The characterisation of gait patterns of people with multiple sclerosis. *Disability and rehabilitation*. 2010;32(15):1242-50. PubMed PMID: 20156050.
13. Sacco R, Bussman R, Oesch P, Kesselring J, Beer S. Assessment of gait parameters and fatigue in MS patients during inpatient rehabilitation: a pilot trial. *Journal of neurology*. 2011 May;258(5):889-94. PubMed PMID: 21076978.
14. Givon U, Zeilig G, Achiron A. Gait analysis in multiple sclerosis: characterization of temporal-spatial parameters using GAITRite functional ambulation system. *Gait & posture*. 2009 Jan;29(1):138-42. PubMed PMID: 18951800.
15. Martin CL, Phillips BA, Kilpatrick TJ, Butzkueven H, Tubridy N, McDonald E, et al. Gait and balance impairment in early multiple sclerosis in the absence of clinical disability. *Multiple sclerosis*. 2006 Oct;12(5):620-8. PubMed PMID: 17086909.
16. Thoumie P, Lamotte D, Cantalloube S, Faucher M, Amarenco G. Motor determinants of gait in 100 ambulatory patients with multiple sclerosis. *Multiple sclerosis*. 2005 Aug;11(4):485-91. PubMed PMID: 16042234.
17. Gehlsen G, Beekman K, Assmann N, Winant D, Seidle M, Carter A. Gait characteristics in multiple sclerosis: progressive changes and effects of exercise on parameters. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1986 Aug;67(8):536-9. PubMed PMID: 3741079.
18. Crenshaw SJ, Royer TD, Richards JG, Hudson DJ. Gait variability in people with multiple sclerosis. *Multiple sclerosis*. 2006 Oct;12(5):613-9. PubMed PMID: 17086908.
19. Remelius JG, Hamill J, Kent-Braun J, Van Emmerik RE. Gait initiation in multiple sclerosis. *Motor control*. 2008 Apr;12(2):93-108. PubMed PMID: 18483445.
20. Savci S, Inal-Ince D, Arikan 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. *Disability and rehabilitation*. 2005 Nov 30;27(22):1365-71. PubMed PMID: 16372431.
21. Franceschini M, Rampello A, Bovolenta F, Aiello M, Tzani P, Chetta A. Cost of walking, exertional dyspnoea and fatigue in individuals with multiple sclerosis not requiring assistive devices. *Journal of rehabilitation medicine : official journal of the UEMS European Board of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2010 Sep;42(8):719-23. PubMed PMID: 20809053.
22. Gijbels D, Alders G, Van Hoof E, Charlier C, Roelants M, Broekmans T, et al. Predicting habitual walking performance in multiple sclerosis: relevance of capacity and self-report measures. *Multiple sclerosis*. 2010 May;16(5):618-26. PubMed PMID: 20207785.
23. Hamilton F, Rochester L, Paul L, Rafferty D, O'Leary CP, Evans JJ. Walking and talking: an investigation of cognitive-motor dual tasking in multiple sclerosis. *Multiple sclerosis*. 2009 Oct;15(10):1215-27. PubMed PMID: 19667011.
24. Ng AV, Miller RG, Gelinias D, Kent-Braun JA. Functional relationships of central and peripheral muscle alterations in multiple sclerosis. *Muscle & nerve*. 2004 Jun;29(6):843-52. PubMed PMID: 15170617.
25. Dalgas U, Stenager E, Ingemann-Hansen T. Multiple sclerosis and physical exercise: recommendations for the application of resistance-, endurance- and combined training. *Multiple sclerosis*. 2008 Jan;14(1):35-53. PubMed PMID: 17881393.
26. Larocca NG. Impact of walking impairment in multiple sclerosis: perspectives of patients and care partners. *The patient*. 2011;4(3):189-201. PubMed PMID: 21766914.
27. Rodgers MM, Mulcare JA, King DL, Mathews T, Gupta SC, Glaser RM. Gait characteristics of individuals with multiple sclerosis before and after a 6-month aerobic training program. *Journal of rehabilitation research and development*. 1999 Jul;36(3):183-8. PubMed PMID: 10659801.
28. Kalron A, Dvir Z, Givon U, Baransi H, Achiron A. Gait and jogging parameters in people with minimally impaired multiple sclerosis. *Gait & posture*. 2014 Jan;39(1):297-302. PubMed PMID: 23972511.

29. Socie MJ, Sosnoff JJ. Gait variability and multiple sclerosis. *Multiple sclerosis international*. 2013;2013:645197. PubMed PMID: 23533759. Pubmed Central PMCID: 3603667.
30. Socie MJ, Motl RW, Pula JH, Sandroff BM, Sosnoff JJ. Gait variability and disability in multiple sclerosis. *Gait & posture*. 2013 May;38(1):51-5. PubMed PMID: 23153835.
31. Huisinga JM, Schmid KK, Filipi ML, Stergiou N. Gait mechanics are different between healthy controls and patients with multiple sclerosis. *Journal of applied biomechanics*. 2013 Jun;29(3):303-11. PubMed PMID: 22923390.
32. Wurdeman SR, Huisinga JM, Filipi M, Stergiou N. Multiple sclerosis alters the mechanical work performed on the body's center of mass during gait. *Journal of applied biomechanics*. 2013 Aug;29(4):435-42. PubMed PMID: 22927547.
33. Scott SM, van der Linden ML, Hooper JE, Cowan P, Mercer TH. Quantification of gait kinematics and walking ability of people with multiple sclerosis who are new users of functional electrical stimulation. *Journal of rehabilitation medicine : official journal of the UEMS European Board of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2013 Apr;45(4):364-9. PubMed PMID: 23407855.
34. Pilutti LA, Dlugonski D, Sandroff BM, Suh Y, Pula JH, Sosnoff JJ, et al. Gait and six-minute walk performance in persons with multiple sclerosis. *Journal of the neurological sciences*. 2013 Nov 15;334(1-2):72-6. PubMed PMID: 23962697.
35. Pilutti LA, Dlugonski D, Sandroff BM, Suh Y, Pula JH, Sosnoff JJ, et al. Further validation of multiple sclerosis walking scale-12 scores based on spatiotemporal gait parameters. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2013 Mar;94(3):575-8. PubMed PMID: 22960049.
36. Sosnoff JJ, Sandroff BM, Motl RW. Quantifying gait abnormalities in persons with multiple sclerosis with minimal disability. *Gait & posture*. 2012 May;36(1):154-6. PubMed PMID: 22424761.
37. Remelius JG, Jones SL, House JD, Busa MA, Averill JL, Sugumaran K, et al. Gait impairments in persons with multiple sclerosis across preferred and fixed walking speeds. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2012 Sep;93(9):1637-42. PubMed PMID: 22559932.
38. Spain RI, St George RJ, Salarian A, Mancini M, Wagner JM, Horak FB, et al. Body-worn motion sensors detect balance and gait deficits in people with multiple sclerosis who have normal walking speed. *Gait & posture*. 2012 Apr;35(4):573-8. PubMed PMID: 22277368. Pubmed Central PMCID: 3614340.
39. 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. *Journal of the neurological sciences*. 2012 May 15;316(1-2):42-6. PubMed PMID: 22353853.
40. Weikert M, Suh Y, Lane A, Sandroff B, Dlugonski D, Fernhall B, et al. Accelerometry is associated with walking mobility, not physical activity, in persons with multiple sclerosis. *Medical engineering & physics*. 2012 Jun;34(5):590-7. PubMed PMID: 21968005.
41. Motl RW, Sandroff BM, Suh Y, Sosnoff JJ. Energy cost of walking and its association with gait parameters, daily activity, and fatigue in persons with mild multiple sclerosis. *Neurorehabilitation and neural repair*. 2012 Oct;26(8):1015-21. PubMed PMID: 22466791.
42. Kempen JC, de Groot V, Knol DL, Polman CH, Lankhorst GJ, Beckerman H. Community walking can be assessed using a 10-metre timed walk test. *Multiple sclerosis*. 2011 Aug;17(8):980-90. PubMed PMID: 21622593.
43. Wurdeman SR, Huisinga JM, Filipi M, Stergiou N. Multiple sclerosis affects the frequency content in the vertical ground reaction forces during walking. *Clinical biomechanics*. 2011 Feb;26(2):207-12. PubMed PMID: 21035929. Pubmed Central PMCID: 3034792.

44. Yahia A, Ghroubi S, Mhiri C, Elleuch MH. Relationship between muscular strength, gait and postural parameters in multiple sclerosis. *Annals of physical and rehabilitation medicine*. 2011 May;54(3):144-55. PubMed PMID: 21493176.
45. Sosnoff JJ, Shin S, Motl RW. Multiple sclerosis and postural control: the role of spasticity. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2010 Jan;91(1):93-9. PubMed PMID: 20103402.
46. Kasser SL, Jacobs JV, Foley JT, Cardinal BJ, Maddalozzo GF. A prospective evaluation of balance, gait, and strength to predict falling in women with multiple sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2011 Nov;92(11):1840-6. PubMed PMID: 21840497.
47. Kalron A, Achiron A, Dvir Z. Muscular and gait abnormalities in persons with early onset multiple sclerosis. *Journal of neurologic physical therapy : JNPT*. 2011 Dec;35(4):164-9. PubMed PMID: 22052130.
48. Gianfrancesco MA, Triche EW, Fawcett JA, Labas MP, Patterson TS, Lo AC. Speed- and cane-related alterations in gait parameters in individuals with multiple sclerosis. *Gait & posture*. 2011 Jan;33(1):140-2. PubMed PMID: 20952198.
49. Kalron A, Dvir Z, Achiron A. Walking while talking--difficulties incurred during the initial stages of multiple sclerosis disease process. *Gait & posture*. 2010 Jul;32(3):332-5. PubMed PMID: 20594850.
50. Kelleher KJ, Spence WD, Solomonidis S, Apatsidis D. The effect of textured insoles on gait patterns of people with multiple sclerosis. *Gait & posture*. 2010 May;32(1):67-71. PubMed PMID: 20400312.
51. Mendes A, Sa MJ. Classical immunomodulatory therapy in multiple sclerosis: how it acts, how it works. *Arquivos de neuro-psiquiatria*. 2011 Jun;69(3):536-43. PubMed PMID: 21755136.
52. Thompson AJ. Neurorehabilitation in multiple sclerosis: foundations, facts and fiction. *Current opinion in neurology*. 2005 Jun;18(3):267-71. PubMed PMID: 15891410.
53. 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 3;73(18):1478-84. PubMed PMID: 19884575.
54. Gutierrez GM, Chow JW, Tillman MD, McCoy SC, Castellano V, White LJ. Resistance training improves gait kinematics in persons with multiple sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2005 Sep;86(9):1824-9. PubMed PMID: 16181949.
55. Broekmans T, Gijbels D, Eijnde BO, Alders G, Lamers I, Roelants M, et al. The relationship between upper leg muscle strength and walking capacity in persons with multiple sclerosis. *Multiple sclerosis*. 2013 Jan;19(1):112-9. PubMed PMID: 22562952.
56. White LJ, Dressendorfer RH. Exercise and multiple sclerosis. *Sports medicine*. 2004;34(15):1077-100. PubMed PMID: 15575796.
57. Stroud NM, Minahan CL. The impact of regular physical activity on fatigue, depression and quality of life in persons with multiple sclerosis. *Health and quality of life outcomes*. 2009;7:68. PubMed PMID: 19619337. Pubmed Central PMCID: 2717927.
58. 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 Jan 24. PubMed PMID: 24463236.
59. Taylor P, Barrett C, Mann G, Wareham W, Swain I. A feasibility study to investigate the effect of functional electrical stimulation and physiotherapy exercise on the quality of gait of people with multiple sclerosis. *Neuromodulation : journal of the International Neuromodulation Society*. 2014 Jan;17(1):75-84. PubMed PMID: 23601128.
60. Baert I, Freeman J, Smedal T, Dalgas U, Romberg A, Kalron A, et al. Responsiveness and Clinically Meaningful Improvement, According to Disability Level, of Five Walking Measures After Rehabilitation in Multiple Sclerosis: A European Multicenter Study. *Neurorehabilitation and neural repair*. 2014 Feb 6. PubMed PMID: 24503204.

61. Tarakci E, Yeldan I, Huseyinsinoglu BE, Zenginler Y, Eraksoy M. Group exercise training for balance, functional status, spasticity, fatigue and quality of life in multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*. 2013 Sep;27(9):813-22. PubMed PMID: 23543341.
62. Straudi S, Benedetti MG, Venturini E, Manca M, Foti C, Basaglia N. Does robot-assisted gait training ameliorate gait abnormalities in multiple sclerosis? A pilot randomized-control trial. *NeuroRehabilitation*. 2013 Jan 1;33(4):555-63. PubMed PMID: 24018369.
63. Latimer-Cheung AE, Pilutti LA, Hicks AL, Martin Ginis KA, Fenuta AM, MacKibbin KA, et al. Effects of exercise training on fitness, mobility, fatigue, and health-related quality of life among adults with multiple sclerosis: a systematic review to inform guideline development. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2013 Sep;94(9):1800-28 e3. PubMed PMID: 23669008.
64. Ruiz J, Labas MP, Triche EW, Lo AC. Combination of robot-assisted and conventional body-weight-supported treadmill training improves gait in persons with multiple sclerosis: a pilot study. *Journal of neurologic physical therapy : JNPT*. 2013 Dec;37(4):187-93. PubMed PMID: 24189336.
65. Hilgers C, Mundermann A, Riehle H, Dettmers C. Effects of whole-body vibration training on physical function in patients with multiple sclerosis. *NeuroRehabilitation*. 2013;32(3):655-63. PubMed PMID: 23648620.
66. Shafizadeh M, Platt GK, Mohammadi B. Effects of different focus of attention rehabilitative training on gait performance in Multiple Sclerosis patients. *Journal of bodywork and movement therapies*. 2013 Jan;17(1):28-34. PubMed PMID: 23294680.
67. Learmonth YC, Paul L, Miller L, Mattison P, McFadyen AK. The effects of a 12-week leisure centre-based, group exercise intervention for people moderately affected with multiple sclerosis: a randomized controlled pilot study. *Clinical rehabilitation*. 2012 Jul;26(7):579-93. PubMed PMID: 21984532.
68. Silva KM, Tucano SJ, Kumpel C, Castro AA, Porto EF. Effect of hydrotherapy on quality of life, functional capacity and sleep quality in patients with fibromyalgia. *Revista brasileira de reumatologia*. 2012 Dec;52(6):851-7. PubMed PMID: 23223696.
69. Freeman JA, Gear M, Pauli A, Cowan P, Finnigan C, Hunter H, et al. The effect of core stability training on balance and mobility in ambulant individuals with multiple sclerosis: a multi-centre series of single case studies. *Multiple sclerosis*. 2010 Nov;16(11):1377-84. PubMed PMID: 20699285.
70. Sheffler LR, Hennessey MT, Knutson JS, Chae J. Neuroprosthetic effect of peroneal nerve stimulation in multiple sclerosis: a preliminary study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2009 Feb;90(2):362-5. PubMed PMID: 19236994.
71. Sheffler LR, Bailey SN, Chae J. Spatiotemporal and kinematic effect of peroneal nerve stimulation versus an ankle-foot orthosis in patients with multiple sclerosis: a case series. *PM & R : the journal of injury, function, and rehabilitation*. 2009 Jul;1(7):604-11. PubMed PMID: 19627953.
72. Baram Y, Miller A. Auditory feedback control for improvement of gait in patients with Multiple Sclerosis. *Journal of the neurological sciences*. 2007 Mar 15;254(1-2):90-4. PubMed PMID: 17316692.
73. 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. *Multiple sclerosis*. 2007 Jan;13(1):113-9. PubMed PMID: 17294619.
74. Rampello A, Franceschini M, Piepoli M, Antenucci R, Lenti G, Olivieri D, et al. Effect of aerobic training on walking capacity and maximal exercise tolerance in patients with multiple sclerosis: a randomized crossover controlled study. *Physical therapy*. 2007 May;87(5):545-55. PubMed PMID: 17405806.

75. van den Berg M DH, Wade DT, Newman M, Burridge J, Izadi H et al. Treadmill training for individuals with multiple sclerosis: a pilot randomised trial. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*. 2006;77(4):531–33.
76. Dodd KJ, Taylor NF, Denisenko S, Prasad D. A qualitative analysis of a progressive resistance exercise programme for people with multiple sclerosis. *Disability and rehabilitation*. 2006 Sep 30;28(18):1127-34. PubMed PMID: 16966233.
77. Taylor NF, Dodd KJ, Prasad D, Denisenko S. Progressive resistance exercise for people with multiple sclerosis. *Disability and rehabilitation*. 2006 Sep 30;28(18):1119-26. PubMed PMID: 16966232.
78. White LJ, McCoy SC, Castellano V, Ferguson MA, Hou W, Dressendorfer RH. Effect of resistance training on risk of coronary artery disease in women with multiple sclerosis. *Scandinavian journal of clinical and laboratory investigation*. 2006;66(4):351-5. PubMed PMID: 16777763.
79. White LJ, Castellano V, Mc Coy SC. Cytokine responses to resistance training in people with multiple sclerosis. *Journal of sports sciences*. 2006 Aug;24(8):911-4. PubMed PMID: 16815786.
80. Robineau S, Nicolas B, Gallien P, Petrilli S, Durufle A, Édan G, et al. Eccentric isokinetic strengthening in hamstrings of patients with multiple sclerosis. 2005 Feb;48(1):29-33. PubMed PMID: 15664681.
81. Kileff J, Ashburn A. A pilot study of the effect of aerobic exercise on people with moderate disability multiple sclerosis. *Clinical rehabilitation*. 2005 Mar;19(2):165-9. PubMed PMID: 15759531.
82. Koudouni A OA. Contribution of aerobic exercise to the improvement of quality of life in persons suffering from multiple sclerosis. *Multiple sclerosis international*. 2004;10(S132).
83. Schulz KH, Gold SM, Witte J, Bartsch K, Lang UE, Hellweg R, et al. Impact of aerobic training on immune-endocrine parameters, neurotrophic factors, quality of life and coordinative function in multiple sclerosis. *Journal of the neurological sciences*. 2004 Oct 15;225(1-2):11-8. PubMed PMID: 15465080.
84. Heesen C, Gold SM, Hartmann S, Mladek M, Reer R, Braumann KM, et al. Endocrine and cytokine responses to standardized physical stress in multiple sclerosis. *Brain, behavior, and immunity*. 2003 Dec;17(6):473-81. PubMed PMID: 14583239.
85. ÓConnell R MR, Hutchinson M, Cooke G, Coote S. A controlled study to assess the effects of aerobic training on patients with multiple sclerosis. 14th International World Confederation for Physical Therapy, Barcelona. 2003;RR-PL-2105.
86. Husted C, Pham L, Hekking A, Niederman R. Improving quality of life for people with chronic conditions: the example of t'ai chi and multiple sclerosis. *Alternative therapies in health and medicine*. 1999 Sep;5(5):70-4. PubMed PMID: 10484833.
87. Harvey L SA, Jones R. The effect of weighted leg raises on quadriceps strength, EMG parameters and functional activities in people with multiple sclerosis. *Physiotherapy*. 1999;85(3):154–61
88. Kraft GH AA, Lateur BJ. Effects of resistive exercise on function in multiple sclerosis (MS) [abstract]. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1996;77:984.
89. Mevellec E, Lamotte D, Cantalloube S, Amarenco G, Thoumie P. Relationship between gait speed and strength parameters in multiple sclerosis. 2003 Mar;46(2):85-90. PubMed PMID: 12676413.
90. Bickley L, Translated By, Gheiratian MM., Motaghd M, Yazdinejad A., Bate's guide to physical examination and history taking. editors, Andishe Rafie, Tehran, . 2009;10th ed.:673.
91. Cantalloube S, Monteil I, Lamotte D, Mailhan L, Thoumie P. Strength, postural and gait changes following rehabilitation in multiple sclerosis: a preliminary study. 2006 May;49(4):143-9. PubMed PMID: 16545886.

92. de Sa JC, Airas L, Bartholome E, Grigoriadis N, Mattle H, Oreja-Guevara C, et al. Symptomatic therapy in multiple sclerosis: a review for a multimodal approach in clinical practice. *Therapeutic advances in neurological disorders*. 2011 May;4(3):139-68. PubMed PMID: 21694816. Pubmed Central PMCID: 3105633.
93. Petajan JH, White AT. Recommendations for physical activity in patients with multiple sclerosis. *Sports medicine*. 1999 Mar;27(3):179-91. PubMed PMID: 10222541.

