مطالعات طب ورزشی شماره ۲۳، بهار و تابستان ۱۳۹۷، صص ۱۰۰-۸۱

اثر یک دوره تمرینات ترکیبی در سطوح پایدار و ناپایدار بر پارامترهای فضایی– زمانی و توانایی راه‌رفتن در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس

پگاه رحمانی[۱]، وحید ذوالاکتاف[۲]، امیرحسین براتی[۳]

۱. دکتری آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشگاه اصفهان
۲. دانشیار آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشگاه اصفهان*
۳. دانشیار آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۴/۲۰

چکیده

هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر ده هفته تمرین ترکیبی در سطوح پایدار و ناپایدار بر پارامترهای فضایی-زمانی راه‌رفتن بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس بود. ۳۰ بیمار در دو گروه تمرینی قرار گرفتند. برای ارزیابی پارامترهای فضایی- زمانی از دوربین استفاده شد. آزمون‌های ۲۵ فوت راه‌رفتن، شش دقیقه راه‌رفتن و مقیاس ۱۲ آیتمی راه‌رفتن، به‌ترتیب برای ارزیابی سرعت، استقامت و توانایی راه‌رفتن استفاده شدند. نتایج نشان داد که در هر دو گروه تمرینی، افزایش معناداری در تمام پارامترهای اندازه‌گیری‌شده وجود دارد. همچنین، گروه تمرین در سطح ناپایدار، پیشرفت معنادارتری در توانایی راه‌رفتن، درصد حمایت تک‌گانه، کاهش عرض گام و درصد حمایت دوگانه در یک سیکل راه‌رفتن نسبت به گروه تمرین در سطح پایدار دارند. به‌طورکلی، می‌توان گفت تمرین در سطوح پایدار و ناپایدار منجر به بهبود معناداری در پارامترهای فضایی- زمانی و توانایی راه‌رفتن بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس می‌شود.

واژگان کلیدی: **مولتیپل اسکلروزیس، پارامترهای فضایی- زمانی، استقامت راه‌رفتن، مقیاس ۱۲ آیتمی راه‌رفتن**

* نویسندهٔ مسئول Email: v.zolaktaf@spr.ui.ac.ir

مقدمه

مولتیپل اسکلروزیس[1] یک بیماری خودایمنی سیستم عصبی مرکزی است که باعث ناتوانی‌های پیشرفته در بیماران می‌شود (۱). ویژگی‌های آن التهاب، دمیلینه‌شدن و تخریب آکسون‌های حسی- حرکتی در مغز و نخاع است که علائم و نشانه‌های مختلفی را به‌وجود می‌آورد (۱). متداول‌ترین علائم آن شامل اختلال در دستگاه‌های بینایی و وستیبولار، اختلال در تکلم و بلع، اسپاسم، ضعف عضلانی، خستگی، اختلال در هماهنگی، نبود تعادل، آتاکسی، درد، اختلال در مثانه و روده، اختلالات حسی و اختلال در عملکرد جنسی است (۴-۲). این بیماری علل مختلفی دارد؛ اما وراثت یکی از عوامل اصلی در به‌وجودآمدن بیماری مولتیپل اسکلروزیس است. عوامل دیگری ازقبیل جنس (میزان شیوع ۱/۸ در زنان نسبت به ۱ در مردان)، نژاد (در نژاد سفیدپوست غالب‌تر)، سن (بین ۱۵ تا ۵۰ سالگی) و عوامل محیطی ازجمله شرایط جغرافیایی (شیوع بیشتر در مناطق سردسیر) و ویروس‌های عفونی نیز در بروز این بیماری مؤثر هستند (۲،۳)؛ بنابراین، علت این بیماری ترکیبی از عوامل ژنتیکی و محیطی است که منجر به واکنش‌های خودایمنی در بخش‌هایی از دستگاه عصبی مرکزی می‌شود، به بافت‌های عصبی آسیب می‌رساند و اختلالات عصبی را ایجاد می‌کند (۳). در مقایسه با افراد سالم، بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس دچار کاهش ظرفیت هوازی، کاهش قدرت عضلانی، تأخیر در افزایش تنش عضلانی، کاهش استقامت عضلانی، اختلال در تعادل و راه‌رفتن می‌شوند (۶-۴).

در ۸۵ درصد از بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس اختلال در الگوی راه‌رفتن وجود دارد (۶). درجهٔ اختلال در الگوی راه‌رفتن به شدت و پیشرفت اختلال در سیستم‌های عصبی- عضلانی، میزان ازدست‌رفتن قدرت و توان عضلانی، سطح اسپاسم، درجهٔ بی‌ثباتی به‌علت اختلال در هماهنگی و میزان اختلالات حسی بستگی دارد (۷). اختلال در یک سیستم عملکردی به‌تنهایی یا در ترکیب با سیستم‌های مشترک دیگر منجر به اختلال در الگوی راه‌رفتن این بیماران می‌شود و درنتیجه، باعث ایجاد الگوهای خاصی از راه‌رفتن در این بیماران می‌شود و حتی در همان بیماران، با توجه به مدت زمان ابتلا به بیماری الگوهای راه‌رفتن متفاوت هستند (۶،۷). اختلالات در الگوی راه‌رفتن این بیماران در مقایسه با افراد سالم، شامل کاهش سرعت راه‌رفتن، کاهش طول گام[2] کاهش طول قدم[3] کاهش کادنس[4] (تعداد گام در دقیقه)، افزایش فاز حمایت دوگانه[1] افزایش عرض گام[2]

1. Multiple Sclerosis (MS)
2. Stride
3. Step
4. Cadence

کاهش حرکات مفصل و تغییرپذیری زیاد در بیشتر پارامترهای الگوی راه‌رفتن است (۱۰-۸، ۵). این ناهنجاری‌ها باعث کاهش سرعت راه‌رفتن، کاهش استقامت در راه‌رفتن، افزایش هزینهٔ متابولیکی راه‌رفتن و کاهش عملکردهای اجتماعی می‌شوند (۱۲-۸). همچنین، انحراف از الگوی کینماتیکی اندام تحتانی در راه‌رفتن شامل افزایش فلکشن هیپ و زانو و پلانتارفلکشن مچ پا در تماس اولیهٔ پا[3] و فاز اولیه استانس[4] و کاهش اکستنشن هیپ و زانو و پلانتارفلکشن مچ پا در انتهای فاز استانس در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس است (۱۰،۱۳). کاهش اکستنشن هیپ و زانو و پلانتارفلکشن مچ پا در انتهای فاز نوسان باعث کاهش طول قدم و سرعت راه‌رفتن در این بیماران می‌شود (۱۰،۱۳). علاوه‌براین، کاهش در کینتیک مفصل ازجمله گشتاور داخلی هیپ، زانو و مچ پا و توان نیز در این بیماران گزارش شده است (۱۳). الگوهای کینتیکی ویژهٔ مفصل نشان‌دهندهٔ ناکارآمدی در جذب و کسب توان در طول راه‌رفتن هستند که احتمالاً با عوامل عصبی- عضلانی شامل اختلالات در قدرت اکستنسورهای زانو و دورسی‌فلکسورهای مچ پا در ارتباط هستند (۱۴). یکی از پیامدهای ناهنجاری در کنترل عصبی- عضلانی راه‌رفتن، افزایش مصرف انرژی در راه‌رفتن و خستگی در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس است (۱۲).

بیماری مولتیپل اسکلروزیس باعث تخریب میلین و درنتیجه، کاهش هماهنگی عصبی- عضلانی و به‌دنبال آن کاهش حرکت و فقر حرکتی می‌شود. استفاده از تمرین‌ها و فعالیت‌های بدنی می‌تواند به‌عنوان یکی از روش‌های مفید برای کاهش محدودیت‌ها و کنترل مشکلات ثانویهٔ ناشی از این بیماری باشد. در مطالعات گذشته به اثر برخی از تمرین‌ها در بهبود اختلالات راه‌رفتن اشاره شده است (۱۵). در مطالعه‌ای که کارون[5] و همکاران (۱۶) انجام دادند، اثر تمرین‌های پیلاتس و تمرین‌های بدنی را بر راه‌رفتن و تعادل در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس بررسی کردند. نتایج نشان داد که در هر دو گروه تمرینی سرعت راه‌رفتن و طول قدم و فاز استانس افزایش معناداری داشت. در هر دو گروه، زمان گام و زمان حمایت دوگانه کاهش داشت؛ اما در عرض گام و کادنس تغییری گزارش نشد. مولت[6] و همکاران (۱۷) نیز با بررسی اثر تمرین‌های ترکیبی (هوازی، قدرتی و تعادلی) بر راه‌رفتن بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس به این نتیجه رسیدند که بهبود معناداری در سرعت راه‌رفتن، طول گام، حمایت با یک پا، فاز نوسان و زمان حمایت دوگانه به‌دست

1. Double Support
2. Step Width
3. Initial Foot Contact
4. Early Stance
5. Calron
6. Molt

آمد. اندازۀ اثر برای تمام متغیرها متوسط تا بالا گزارش شد. درنهایت، آن‌ها گزارش کردند که تمرین‌های ترکیبی با شدت متوسط می‌توانند به‌عنوان یک راهبرد توان‌بخشی برای بهبود راه‌رفتن در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس با اختلالات اولیه در راه‌رفتن به‌کار برده شوند؛ اما برخی از مطالعات گذشته نشان‌دهندۀ اندازۀ اثر پایین تمرین‌های بدنی در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس هستند. یکی از دلایل این امر می‌تواند وجود بیماران با شاخص ناتوانی جسمانی پایین و استفاده از یک روش تمرینی (برای مثال، هوازی یا قدرتی) در پژوهش آن‌ها باشد (۱۸)؛ درحالی‌که اختلالات راه‌رفتن در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس چندعاملی است و تغییرات مشاهده‌شده در پارامترهای فضایی- مکانی احتمالاً ناشی از کاهش سرعت راه‌رفتن، اختلالات قدرت و تعادل، ناپایداری در تنه، اسپاسیتی و کوتاهی فلکسورهای ران یا کاهش اکستنشن ران هستند (۸). ساندروف[1] و همکاران (۱۹) بیان کردند که ظرفیت هوازی، تعادل و تقارن‌نداشتن اکستنسورهای زانو با اجرای راه‌رفتن در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس در ارتباط هستند و کاهش سرعت و طول قدم مکانیسم‌های جبرانی دربرابر اختلالات تعادل هستند. آن‌ها مطرح کردند که برای بهبود عملکرد راه‌رفتن در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس به مداخلات ترکیبی نیاز است؛ بنابراین، در پژوهش حاضر، منتخبی از تمرین‌های قدرتی، ثبات مرکزی، تعادلی و راه‌رفتن ویژۀ بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس در دو سطح پایدار و ناپایدار استفاده شده‌اند. تمرین‌ها در سطوح ناپایدار جنبۀ مهمی در توان‌بخشی اختلالات عصبی- عضلانی و درنتیجه، ایجاد هماهنگی و به‌کارگیری الگوهای عصبی- عضلانی مناسب هستند. ناپایداری حرکات درطول این تمرین‌ها مفصل را در موقعیت خطر قرار می‌دهد و با افزایش فعالیت تکانه‌های حسی- عمقی در مرکز حسی- حرکتی، باعث سازگاری در انقباض عضلات پاسچر و حفظ تعادل می‌شود (۲۰). تمرین در سطوح ناپایدار به‌دلیل تحریک مفصل در صفحات چندگانه با ایجاد تغییرات سریع درطول لیگامنت‌ها، باعث تحریک آوران‌ها و پاسخ‌های رفلکسی- حرکتی برای تولید پایداری سریع مفصل می‌شود (۲۱). فریا[2] و همکاران (۲۰) با تجزیه‌وتحلیل فعالیت الکترومیوگرافی عضلات مفصل مچ پا در سطوح پایدار و ناپایدار بیان کردند که تمرین‌ها در سطوح ناپایدار افزایش بیشتری در فعالیت الکترومیوگرافی عضلات به‌ویژه با چشمان بسته دارند و به‌عنوان یک منبع باارزش در توان‌بخشی حسی- حرکتی هستند. آن‌ها هدف این تمرین‌ها را تحریک اغتشاشات پیش‌بینی‌نشده و پایدارکننده‌ها و تولید هم‌انقباضی بین عضلات آگونیست و آنتاگونیست بیان کردند (۲۰). در مطالعات مختلف پیشنهاد

1. Sandroff
2. Ferreia

شده است که از تمرین در سطح ناپایدار با هدف افزایش فعالیت عضلات برای افزایش اثربخشی ورزش‌ها به‌صورت کنترل‌شده می‌توان بهره برد (۲۲). مطالعات درزمینهٔ پاسخ‌های وضعیتی نشان‌دهندهٔ اختلالات در کنترل پاسچر در وضعیت نشسته روی سطح ناپایدار و پاسخ‌های وضعیتی خودکار تأخیری دربرابر اغتشاشات پاسچری، به‌دلیل تأخیر در هدایت حسی- عمقی در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس هستند (۲۳،۲۴)؛ بنابراین، تمرین‌ها روی سطوح ناپایدار در این بیماران باید از ایمنی کامل برخوردار باشند. به‌همین‌دلیل، در پژوهش حاضر از تشک‌های تعادلی با مزایای مشابه با دیگر سطوح ناپایدار استفاده شد. با توجه به بررسی‌های انجام‌شده و مشاهده‌نشدن پژوهشی دراین‌زمینه، پژوهشگران این مطالعه به بررسی اثر ۱۰ هفته تمرین ترکیبی در سطوح پایدار و ناپایدار بر پارامترهای فضایی- زمانی، سرعت، استقامت و توانایی راه‌رفتن در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس پرداختند.

روش پژوهش

۳۰ بیمار زن مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس با دامنهٔ سنی ۲۰ تا ۴۰ سال، با شاخص ناتوانی جسمانی دو تا چهار و نمرهٔ تعادل کمتر از ۴۴ نمونهٔ آماری پژوهش حاضر را تشکیل دادند (۲۷-۲۵). در این پژوهش، نمونه‌گیری به‌صورت دردسترس و هدفمند ازمیان افراد مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس که به کلینیک تخصصی مغز و اعصاب مراجعه کرده بودند و مدت سه سال از ابتلای آن‌ها به بیماری گذشته بود، انجام شد. معیارهای حذف شرکت‌کنندگان از پژوهش (با تشخیص نورولوژیست)، داشتن سابقهٔ بیماری قلبی- عروقی، صرع، بیماری متابولیک، افسردگی، اضطراب یا سایر اختلالات روانی، وجود بیماری‌های ارتوپدیک، وجود سابقهٔ اختلال تعادل و سرگیجهٔ وضعیتی مکرر، وجود درد شدید در مفاصل اندام تحتانی و تنه، بیماری‌های وستیبولار و اختلالات بینایی، هرگونه مشکل پزشکی که بتواند امنیت پروتکل تجویزشده برای بیمار را تحت‌تأثیر قرار دهد، داشتن دوره‌های فیزیوتراپی که با اثر برنامهٔ تمرینی تداخل داشته باشد (۲۸)، داشتن سابقهٔ ورزشی منظم و استفاده از وسایل کمکی برای راه‌رفتن و انجام دیگر فعالیت‌های روزانه بود. پس از انتخاب نمونه‌ها، مراحل پژوهش و هدف کلی از انجام آن برای تمامی آزمودنی‌ها شرح داده شد و درصورت تمایل آن‌ها به ادامهٔ کار، به‌صورت آگاهانه فرم رضایت‌نامهٔ کتبی را امضا کردند و پس از جمع‌آوری مشخصات جمعیت‌شناختی و گرفتن رضایت‌نامه از شرکت‌کنندگان، افراد به‌صورت تصادفی جفت‌شده (با توجه به شاخص ناتوانی جسمانی و نمرهٔ تعادل)، به دو گروه تجربی در سطوح پایدار و ناپایدار تقسیم شدند. ابتدا برای کنترل اثر دو متغیر پیشرفت بیماری و دارو، ۱۰ هفته قبل از پیش‌آزمون، تمام متغیرهای پژوهش اندازه‌گیری شدند. سپس، بعد از گذشت این ۱۰ هفته دوباره در پیش‌آزمون

اندازه‌گیری‌ها انجام شدند. در مرحلهٔ بعد، برنامهٔ توان‌بخشی به‌مدت ۱۰ هفته برای دو گروه تمرینی در دو سطح پایدار و ناپایدار اعمال شد. بعد از پایان دورهٔ تمرینی، در پس‌آزمون در شرایط مشابه با پیش‌آزمون دوباره اندازه‌گیری‌ها انجام شد.

r_1 (گروه تجربی ۱) O_1 (پیش آزمون اول) $\rightarrow O_2$ (پیش آزمون دوم) $\rightarrow X_1$ (تمرین سطح پایدار) $\rightarrow O_3$(پس آزمون)

r_2 (گروه تجربی ۲) O_1 (پیش آزمون اول) $\rightarrow O_2$ (پیش آزمون دوم) $\rightarrow X_2$ (تمرین سطح ناپایدار) $\rightarrow O_3$(پس آزمون)

برای انتخاب نمونه‌ها، براساس ملاک‌های ورود و خروج، ابتدا ناتوانی جسمانی به‌وسیلهٔ پرسش‌نامهٔ ناتوانی جسمانی توسعه‌یافتهٔ کروتز[1] ارزیابی شد و تعادل نیز با مقیاس تعادل برگ[2] اندازه‌گیری شد. ارزیابی ناتوانی جسمانی نیز توسط پزشک متخصص انجام شد و افرادی که شاخص ناتوانی آن‌ها بین دو تا چهار بود و دارای نمرهٔ تعادل کمتر از ۴۴ بودند، به‌عنوان نمونهٔ پژوهش انتخاب شدند. پرسش‌نامهٔ ناتوانی جسمانی توسعه‌یافتهٔ کروتز، حالات و عملکردهای مختلف سیستم اعصاب مرکزی را می‌سنجد که عبارت‌اند از: عملکرد سیستم راه‌های هرمی، عملکرد سیستم راه‌های مخچه‌ای، عملکرد سیستم راه‌های ساقهٔ مغز، عملکرد سیستم راه‌های حسی، عملکرد سیستم راه‌های روده و مثانه، عملکرد سیستم راه‌های بینایی و عملکرد سیستم مغزی. این مقیاس نمره‌های بین صفر تا ۱۰ را برای هر بیمار مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس (بسته به میزان آسیب واردشده به سیستم اعصاب مرکزی) نشان می‌دهد؛ هرچه میزان آسیب بیشتر باشد، نمرهٔ کسب‌شده نیز بیشتر است (۲۷). اعتبار و روایی این پرسش‌نامه در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس، ۹۵ و ۹۱ درصد گزارش شده است (۲۶).

مقیاس تعادل برگ: نمرهٔ تعادل برگ، روش معتبری برای نشان‌دادن اختلالات تعادل در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس است. این مقیاس دارای ۱۴ بخش است که امتیاز برای هر بخش، بین صفر تا چهار است. امتیاز کامل آزمون نیز ۵۶ است. کسب نمرهٔ بالا در این مقیاس، نشان‌دهندهٔ تعادل بهتر است و کسب نمرهٔ پایین‌تر از ۴۴، بیانگر افزایش خطر افتادن و اختلالات تعادل در بیماران است. اعتبار و روایی این آزمون در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس، ۹۹ و ۹۸ درصد گزارش شده است (۲۵).

1. Expanded Disability Status Scale (EDSS)
2. Berg Balance Scale (BBS)

پارامترهای فضایی و زمانی در این مطالعه شامل طول و عرض گام (سانتی‌متر)، طول گام (سانتی‌متر)، سرعت راه‌رفتن (متر بر ثانیه)، کادنس (گام در دقیقه)، درصد فاز حمایت دوگانه و درصد فاز حمایت تک‌گانه بودند. برای انجام پروتکل آزمون‌های پژوهش، پس از ارائهٔ توضیحات لازم به آزمودنی‌ها دربارهٔ شرایط پژوهش و پوشیدن لباس مناسب، از سیستم مارکرگذاری سه‌بعدی استفاده شد و ۱۸ مارکر بازتاب‌کنندهٔ نور با قطر ۲/۵ سانتی‌متر در دو سمت راست و چپ بدن روی خار خاصرهٔ قدامی فوقانی، خار خاصرهٔ خلفی فوقانی، تروکانتر بزرگ ران، قسمت میانی خارجی ران، اپی‌کندیل خارجی ران، قسمت میانی خارجی ساق پا، قوزک خارجی پا، سر استخوان متاتارسال دوم و قسمت خلفی پاشنه نصب شدند (۲۹). داده‌های موقعیت مارکرها با استفاده از سیستم دوربینی (Raptor4، آمریکا) دارای شش دوربین مادون قرمز با فرکانس نمونه‌برداری ۵۰ هرتز (۲۹) و نرم‌افزار کورتکس جمع‌آوری شدند. دوربین‌ها در میانهٔ مسیر راه‌رفتن به طول ده متر قرار داشتند؛ به‌طوری‌که در هر سمت سه دوربین قرار داده شد که قبل از انجام آزمون‌ها براساس روش ارائه‌شده توسط شرکت سازنده، کالیبره شدند. از آزمودنی‌ها خواسته شد با سرعت دلخواه خود راه بروند. برای جلوگیری از اثر کفش، با پای برهنه از ابتدای مسیر راه‌رفتن را انجام دادند. پس از جمع‌آوری داده‌های مربوط به موقعیت مارکرها، برای کاهش نویز داده‌ها از فیلتر باترورث پایین‌گذر با اختلاف فاز صفر مرتبهٔ چهار[1] با فرکانس قطع[2] شش‌هرتز استفاده شد. یک قدم راه‌رفتن به‌صورت تماس پاشنهٔ پا با زمین تا تماس بعدی پاشنهٔ همان پا تعریف شد (۳۰). برای اندازه‌گیری یک گام راه‌رفتن، از فاصلهٔ بین پاشنهٔ یک پا در دو برخورد متوالی آن استفاده شد. هر بیمار دو مرتبه این آزمون را انجام می‌داد و میانگین دو بار اندازه‌گیری به‌عنوان رکورد ثبت می‌شد. دربین انجام آزمون‌ها، برای ازبین‌بردن اثر خستگی یک دقیقه زمان استراحت به بیمار داده می‌شد (۲۹).

برای ارزیابی سرعت راه‌رفتن، از آزمون ۲۵ فوت راه‌رفتن[3] استفاده شد. در این آزمون از بیمار خواسته می‌شد یک مسیر مستقیم ۲۵ فوتی را تا انتها، جایی‌که با مارکر مشخص شده بود، با حداکثر سرعت ممکن و به‌طور ایمن طی کند (۶،۱۵). هر بیمار دو مرتبه این آزمون را انجام می‌داد و بهترین زمان به‌عنوان رکورد محاسبه می‌شد. شایان ذکر است که به بیمار اجازه داده می‌شد حداکثر پنج دقیقه استراحت دربین دو اجرا داشته باشد. در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس روایی بالایی برای این آزمون گزارش شده است (۶،۱۵)؛ به‌عنوان‌مثال، در پژوهشی، هم‌بستگی بالای

1. Fourth Order Zero-Phase Lag Butterworth Low-Pass Filter
2. Cut-Off Frequency
3. Timed 25 Foot Walk Test (T25FWT)

۹۷ درصد این آزموند با آزمون شش دقیقه راه‌رفتن (با اعتبار و روایی ۹۷ درصد) در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس ذکر شده است (۳۱،۳۲).

برای ارزیابی استقامت راه‌رفتن، از آزمون شش دقیقه راه‌رفتن[1]استفاده شد. در این آزمون از بیمار خواسته می‌شد یک مسیر ۴۶/۳ متری را به‌مدت شش دقیقه با حداکثر سرعت ممکن و به‌طور ایمن راه برود. در پایان آزمون شش دقیقه راه‌رفتن مسافت طی‌شده برحسب به‌عنوان رکورد آزمودنی ثبت می‌شد. در مسیر حرکت به بیمار اجازه داده می‌شد که درصورت لزوم برای حفظ تعادل از دیوار یا وسایل کمکی استفاده کند. اعتبار و روایی این آزمون برای بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس ۹۷ درصد گزارش شده است (۳۱). برای ارزیابی توانایی راه‌رفتن از مقیاس ۱۲ آیتمی راه‌رفتن[2] استفاده شد. این مقیاس نشان‌دهندهٔ اثر مولتیپل اسکلروزیس در توانایی راه‌رفتن است و محدودیت‌های راه‌رفتن از جنبه‌های مختلف را در دو هفتهٔ اخیر ثبت می‌کند. این مقیاس ۱۲ آیتم دارد و دامنهٔ نمره برای هر آیتم از یک تا پنج است. نمره‌های یک و پنج به‌ترتیب نشان‌دهندهٔ حداقل و حداکثر محدودیت در راه‌رفتن هستند. درنهایت، نمرهٔ به‌دست‌آمده از مقیاس، در دامنهٔ صفر تا ۱۰۰ درنظر گرفته می‌شود. نمرهٔ بیشتر نشان‌دهندهٔ محدودیت بیشتر در راه‌رفتن است. روایی و اعتبار بالایی برای این آزمون در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس گزارش شده است. این مقیاس علاوه‌بر ارزیابی کیفیت سرعت و مسافت راه‌رفتن، پارامترهای راه‌رفتن را نیز در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس ارزیابی می‌کند. این مقیاس هم‌بستگی معناداری با زمان ۲۵ فوت راه‌رفتن (۰/۵۷)، شش دقیقه راه‌رفتن (۰/۷۵)، کادنس (۰/۰۵-)، طول قدم (۰/۵۳-)، سرعت راه‌رفتن (۰/۵۹-) و درصد زمان یک سیکل کامل راه‌رفتن (۰/۵۴) دارد (۳۳).

پروتکل تمرینی: در ابتدا، در پیش‌آزمون تمام متغیرها در دو گروه تجربی ارزیابی شدند. بعد از ارزیابی‌ها در پیش‌آزمون، دو گروه تجربی تمرین‌ها را به‌مدت ۱۰ هفته، سه جلسهٔ یک‌ساعتی انجام دادند. برای شروع تمرین در گروه سطح ناپایدار، ابتدا یک هفته تمرین‌ها روی سطح پایدار انجام شدند و سپس، تمرین‌ها روی سطح ناپایدار ادامه یافتند. در این گروه، ابتدا ماه اول از تشک فوم سرد با ضخامت شش‌سانتی‌متری و ماه دوم از تشک فوم سرد با ضخامت ده‌سانتی‌متری استفاده شد. پروتکل تمرینی با تأیید متخصص مغز و اعصاب و بدون داشتن خطر برای سلامتی بیماران و با حضور یک فرد متخصص اجرا شد و بیماران اجازه داشتند درصورت تمایل پژوهش را ترک کنند. همهٔ گروه‌های آزمودنی یک برنامهٔ تمرینی انتخابی یکسان را انجام دادند (۳۲،۳۴). برای افزایش اثر-بخشی تمرین‌ها درمدت دورهٔ تمرینی، از اصل اضافه‌بار (افزایش تعداد تکرارها و زمان تمرین‌ها در

1. 6-Minute Walk Test (6MWT)
2. Multiple Sclerosis Walking Scale-12 (MSWS-12)

دو گروه تمرین و افزایش ارتفاع فوم از شش‌سانتی‌متری به ده‌سانتی‌متری در گروه تمرینی در سطح ناپایدار) استفاده شد. همچنین، برای ارزیابی شدت تمرین درحین انجام تمرین‌ها توسط این بیماران، از مقیاس بورگ استفاده شد؛ به‌طوری‌که تمرین‌ها در هفته‌های اول تا چهارم شدت بسیار سبکی داشتند؛ شدت آن در هفته‌های پنجم تا هشتم سبک می‌شد و در هفته‌های نهم تا دهم، شدت کمی سخت داشتند که طبق مقیاس بورگ، از شدت نُه تا ۱۳ این مقیاس را در برمی‌گرفت. درحین اجرای تمرین‌ها، برای کنترل دمای محیط، از دماسنج استفاده شد. برنامهٔ تمرینی در این پژوهش به سه بخش تقسیم شد: مرحلهٔ اول، گرم‌کردن بود که پنج دقیقه به‌طول می‌انجامید و طی این مرحله، آزمودنی‌ها با راه‌رفتن در سالن، بدن خود را برای اجرای برنامهٔ اصلی تمرین آماده می‌کردند. مرحلهٔ دوم شامل برنامهٔ اصلی بود. این مرحله، ۵۰ دقیقه به‌طول می‌انجامید و طی آن، زمان تمرین‌های اصلی مربوط به هر جلسه ارائه می‌شد (۳۲،۳۴). درنهایت، مرحلهٔ سردکردن بود که شامل حرکات آرام به‌مدت پنج دقیقه می‌شد. پس از اتمام ۱۰ هفته برنامهٔ تمرینی، در پس‌آزمون، تمام متغیرها در دو گروه دوباره اندازه‌گیری شدند (جدول شمارهٔ یک).

جدول ۱- برنامهٔ تمرینی

هفته‌ها	اول تا چهارم	پنجم تا هشتم	نهم تا دهم
زمان استراحت بین ست‌ها	یک دقیقه	۳۰ ثانیه	۳۰ ثانیه
گرم‌کردن: حرکات کششی ملایم	۵ دقیقه	۵ دقیقه	۵ دقیقه
نیمه اسکات	۵ تکرار	۸ تکرار	۱۲ تکرار
ایستادن روی پاشنه- پنجه	۵ تکرار	۸ تکرار	۱۲ تکرار
لانج	۵ تکرار	۸ تکرار	۱۲ تکرار
بلندکردن توپ از حالت نیمه‌زانوزده	۵ تکرار	۸ تکرار	۱۲ تکرار
پل‌زدن	۵ تکرار	۸ تکرار	۱۲ تکرار
کشش پا در وضعیت خوابیده با زانوهای خمیده	۵ تکرار	۸ تکرار	۱۲ تکرار
خم‌شدن به پهلو	۵ تکرار	۸ تکرار	۱۲ تکرار
چرخش زانوها	۵ تکرار	۸ تکرار	۱۲ تکرار
سرخوردن روی میز	۵ تکرار	۸ تکرار	۱۲ تکرار
کشش هم‌زمان دست و پا	۵ تکرار	۸ تکرار	۱۲ تکرار
چرخش لگن در حالت درازکشیده	۵ تکرار	۸ تکرار	۱۲ تکرار
حرکت داخل و خارج‌بردن شکم	۵ تکرار	۸ تکرار	۱۲ تکرار
نشستن و برخاستن	۵ تکرار	۸ تکرار	۱۲ تکرار
حفظ تعادل پاها با هم	۵ تکرار	۸ تکرار	۱۲ تکرار
تمرین تعادلی گام‌برداشتن	۵ تکرار	۸ تکرار	۱۲ تکرار
بالابردن پاها	۵ تکرار	۸ تکرار	۱۲ تکرار

ادامهٔ جدول ۱- برنامهٔ تمرینی

هفته‌ها	اول تا چهارم	پنجم تا هشتم	نهم تا دهم
ایستادن تعادلی، ایستادن با یک پا (چشم باز و بسته)	۵ تکرار	۸ تکرار	۱۲ تکرار
فلکشن، اکستنشن، ابداکشن، اداکشن ران	۵ تکرار	۸ تکرار	۱۲ تکرار
فلکشن و اکستنشن زانو	۵ تکرار	۸ تکرار	۱۲ تکرار
دورسی و پلانتارفلکسور مچ پا	۵ تکرار	۸ تکرار	۱۲ تکرار
درجازدن	۱۰ تکرار	۱۰ تکرار	۱۰ تکرار
راه‌رفتن تندم با پاسچر مستقیم	۲ دقیقه	۳ دقیقه	۴ دقیقه
راه‌رفتن با قراردادن کتاب روی سر (به پهلو، جلو و عقب)	۲ دقیقه	۳ دقیقه	۴ دقیقه
راه‌رفتن در مسیرهای با مانع (تغییر سرعت و چرخیدن)	۲ دقیقه	۳ دقیقه	۴ دقیقه
سردکردن (حرکات کششی)	۵ دقیقه	۵ دقیقه	۵ دقیقه

در این پژوهش، از آمار توصیفی برای مرتب‌کردن و توصیف داده‌ها استفاده شد. همچنین، در بخش آمار استنباطی، آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های مکرر عاملی[1] آزمون تی هم‌بسته و مستقل استفاده شدند. شایان ذکر است که آزمون‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار اس.پی.اس.اس.[2] نسخهٔ ۲۲، در سطح معناداری ۰/۰۵ انجام شدند.

نتایج

جدول شمارهٔ دو مشخصات فردی آزمودنی‌ها را با استفاده از شاخص‌های آمار توصیفی شامل میانگین و انحراف استاندارد نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که تفاوت معناداری بین دو گروه در سن، قد، وزن، طول مدت بیماری، شاخص ناتوانی جسمانی و تعادل عملکردی وجود ندارد.

جدول ۲- میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

متغیرها	گروه تمرین سطح پایدار (۱۵ نفر)	گروه تمرین سطح ناپایدار (۱۵ نفر)	سطح معناداری
سن (سال)	۲۹/۲۰±۳/۱۲	۲۹/۳۳±۳/۹۷	۰/۹۱
قد (سانتی‌متر)	۱۶۶/۱۴±۵/۹۱	۱۶۵/۵۳±۸/۲۴	۰/۸۱
وزن (کیلوگرم)	۵۲/۸۲±۶/۳۵	۵۵/۳۶±۶/۹۵	۰/۳۱
طول مدت بیماری (سال)	۹/۴۰±۱/۵۰	۹/۷۳±۱/۳۸	۰/۵۳
شاخص ناتوانی جسمانی	۳/۳۳±۰/۴۸	۳/۵۳±۰/۶۳	۰/۳۴
تعادل عملکردی	۳۸/۸۶±۳/۹۱	۳۹/۱۵±۲/۶۹	۰/۸۱

1. Factorial ANOVA with Repeated Measures
2. SPSS

براساس عوامل درون‌گروهی (دو بار پیش‌آزمون و پس‌آزمون) و بین‌گروهی (دو گروه تجربی)، برای تعیین اثر اصلی و تعامل برای تمام متغیرهای وابسته، از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های مکرر عاملی (۳*۲) استفاده شد. همان‌طورکه در جدول شمارهٔ دو مشاهده می‌شود، تعامل بین گروه و زمان برای متغیرهای درصد فاز حمایت تک‌گانه، درصد فاز حمایت دوگانه، عرض گام و مقیاس ۱۲ آیتمی راه‌رفتن معنادار شد ($P \leq ۰/۰۵$).

جدول ۳- تحلیل واریانس متغیرهای وابسته

متغیرها	اثر اصلی						اثر تعامل گروه *زمان	
	زمان			گروه				
	آماره	سطح معناداری	اندازهٔ اثر	آماره	سطح معناداری	اندازهٔ اثر	آماره	سطح معناداری	اندازهٔ اثر
سرعت راه‌رفتن (متر بر ثانیه)	۹۱/۷۳	۰/۰۰۰	۰/۷۶۶	۱/۰۹	۰/۳۰۴	۰/۰۳۸	۰/۴۸۵	۰/۶۱۸	۰/۰۱۷
کادنس (گام بر دقیقه)	۱۷/۷۱	۰/۰۰۰	۰/۳۸۷	۰/۳۹۵	۰/۵۳۵	۰/۰۱۴	۰/۵۱۳	۰/۶۰۱	۰/۰۱۸
طول قدم (سانتی‌متر)	۱۰/۴۵	۰/۰۰۰	۰/۲۷۲	۰/۴۰۳	۰/۵۳۱	۰/۰۱۴	۰/۸۴۴	۰/۴۳۵	۰/۰۲۹
طول گام (سانتی‌متر)	۱۵/۹۵	۰/۰۰۰	۰/۳۶۳	۰/۶۰۸	۰/۴۴۲	۰/۰۲۱	۰/۱۰۵	۰/۹۰۱	۰/۰۰۴
حمایت دوگانه (درصد سیکل راه‌رفتن)	۴۱/۸۲	۰/۰۰۰	۰/۵۹۹	۰/۲۶۸	۰/۶۰۹	۰/۰۰۹	۳/۷۸	۰/۰۲۹	۰/۱۱۹
حمایت تک‌گانه (درصد سیکل راه‌رفتن)	۲۴/۹۲	۰/۰۰۰	۰/۴۷۱	۰/۱۲۸	۰/۷۲۴	۰/۶۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۳۸	۰/۱۱۱
عرض گام (سانتی‌متر)	۵۸/۳۰	۰/۰۰۰	۰/۶۷۶	۱۴/۷۸	۰/۰۰۱	۰/۳۴۶	۱۰/۶۶	۰/۰۰۰	۰/۲۷۶
زمان ۲۵ فوت راه‌رفتن (ثانیه)	۱۸/۹۷	۰/۰۰۰	۰/۴۰۴	۲/۴۲	۰/۱۳۰	۰/۰۸۰	۰/۰۶۵	۰/۹۳۷	۰/۰۰۲
شش دقیقه راه‌رفتن (متر)	۳۳/۴۰	۰/۰۰۰	۰/۵۴۴	۰/۲۷۸	۰/۶۰۲	۰/۰۱۰	۰/۳۲۴	۰/۷۲۵	۰/۰۱۱
مقیاس ۱۲ آیتمی راه‌رفتن	۲۷/۷۸	۰/۰۰۰	۰/۴۹۸	۰/۹۳۷	۰/۳۴۱	۰/۰۳۲	۳/۲۲	۰/۰۴۷	۰/۱۰۳

با توجه به نتایج آزمون‌های تحلیل واریانس و تی مستقل در مقایسهٔ پیش‌آزمون اول و دوم در دو گروه مشاهده شد که بین پیش‌آزمون اول و دوم در تمام متغیرها تفاوت معناداری مشاهده نشد؛ بنابراین، برای بررسی اثر تمرین‌ها در دو گروه با استفاده از آزمون‌های تی همبسته و مستقل نتایج پیش‌آزمون دوم و پس‌آزمون مقایسه شد. با توجه به نتایج تی همبستهٔ ارائه‌شده در جدول شمارهٔ سه برای تعیین اثر تمرین‌ها برای دو گروه از پیش‌آزمون دوم تا پس‌آزمون، مشاهده می‌شود که تمرین‌ها در سطوح پایدار و ناپایدار بر تمام پارامترهای فضایی- زمانی راه‌رفتن، زمان ۲۵ فوت راه‌رفتن، مسافت شش دقیقه راه‌رفتن و مقیاس ۱۲ آیتمی راه‌رفتن تأثیر معناداری دارد ($P \leq ۰/۰۵$).

جدول ۴- نتایج آزمون تی هم‌بسته برای مقایسهٔ درون‌گروهی در دو گروه

متغیر	گروه	پیش‌آزمون دوم (میانگین ± انحراف استاندارد)	پس‌آزمون (میانگین ± انحراف استاندارد)	تی	درجهٔ آزادی	سطح معناداری	اندازهٔ اثر کوهن
سرعت راه‌رفتن (متر بر ثانیه)	سطح پایدار	۰/۸۰±۰/۰۷	۱/۱۶±۰/۱۴	۷/۱۳	۱۴	۰/۰۰۰	۳/۲۵
	سطح ناپایدار	۰/۸۰±۰/۱۳	۱/۲۲±۰/۱۰	۸/۸۱	۱۴	۰/۰۰۰	۳/۶۲
کادنس (گام در دقیقه)	سطح پایدار	۸۹/۲۲±۴/۴۲	۹۳/۸۳±۴/۴۳	۲/۸۶	۱۴	۰/۰۱۳	۱/۰۴
	سطح ناپایدار	۸۸/۸۱±۴/۱۸	۹۴/۴۹±۴/۰۰	۴/۵۷	۱۴	۰/۰۰۰	۱/۳۸
طول‌قدم (سانتی‌متر)	سطح پایدار	۴۸/۲۷±۲/۹۹	۵۱/۴۰±۲/۲۰	۳/۳۸	۱۴	۰/۰۰۴	۱/۱۹
	سطح ناپایدار	۴۷/۱۴±۲/۹۸	۵۰/۲۳±۳/۴۸	۲/۳۰	۱۴	۰/۰۳۷	۰/۹۵
طول‌گام (سانتی‌متر)	سطح پایدار	۹۵/۰۷±۵/۷۰	۱۰۳/۲۳±۵/۰۵	۵/۸۰	۱۴	۰/۰۰۰	۱/۵۱
	سطح ناپایدار	۹۴/۷۴±۷/۳۲	۱۰۲/۱۸±۴/۸۶	۲/۷۶	۱۴	۰/۰۱۵	۱/۱۹
حمایت دوگانه (درصد سیکل)	سطح پایدار	۳۹/۲۳±۲/۷۶	۳۵/۷۱±۲/۱۴	۴/۶۲	۱۴	۰/۰۰۰	۱/۴۲
	سطح ناپایدار	۴۰/۰۹±۲/۸۷	۳۳/۲۳±۱/۹۹	۸/۲۲	۱۴	۰/۰۰۰	۲/۷۷
حمایت تک‌گانه (درصد سیکل)	سطح پایدار	۳۱/۶۹±۳/۵۲	۳۵/۰۷±۲/۹۵	۲/۴۷	۱۴	۰/۰۲۷	۱/۰۴
	سطح ناپایدار	۳۰/۶۸±۴/۱۴	۳۷/۹۲±۲/۰۱	۶/۷۳	۱۴	۰/۰۰۰	۲/۲۲
عرض‌گام (سانتی‌متر)	سطح پایدار	۱۴/۱۷±۱/۱۲	۱۲/۵۸±۱/۱۱	۴/۶۶	۱۴	۰/۰۰۰	۱/۴۲
	سطح ناپایدار	۱۴/۲۱±۱/۲۲	۱۰/۱۳±۱/۰۰	۹/۱۱	۱۴	۰/۰۳۶	۳/۶۵
زمان ۲۵ فوت راه‌رفتن (ثانیه)	سطح پایدار	۱۲/۰۴±۱/۵۱	۱۰/۱۳±۱/۵۳	۳/۵۱	۱۴	۰/۰۰۳	۱/۲۵
	سطح ناپایدار	۱۲/۶۶±۱/۱۰	۱۰/۵۵±۱/۰۱	۷/۹۴	۱۴	۰/۰۰۰	۱/۹۸
شش دقیقه راه‌رفتن (متر)	سطح پایدار	۲۹۴/۴۹±۳۲/۲۷	۳۵۲/۶۸±۳۲/۶۱	۴/۷۹	۱۴	۰/۰۰۰	۱/۷۹
	سطح ناپایدار	۲۹۳/۶۲±۲۲/۰۹	۳۵۴/۵۱±۴۱/۰۱	۵/۱۲	۱۴	۰/۰۰۰	۱/۸۴
مقیاس ۱۲ آیتمی راه‌رفتن	سطح پایدار	۴۱/۴۱±۲/۷۵	۳۷/۵۸±۲/۰۰	۳/۷۷	۱۴	۰/۰۰۲	۱/۵۰
	سطح ناپایدار	۴۱/۸۷±۳/۰۹	۳۴/۰۶±۳/۴۶	۸/۳۳	۱۴	۰/۰۰۰	۲/۳۸

با توجه به نتایج تی مستقل برای مقایسهٔ اثر تمرین‌ها در سطوح پایدار و ناپایدار در دو گروه مشاهده شد که اثر تمرین‌ها در سطوح پایدار و ناپایدار، بر حمایت دوگانه (۰/۰۰۳)، حمایت تک‌گانه (۰/۰۰۵)، عرض گام (۰/۰۰۰) و مقیاس ۱۲ آیتمی راه‌رفتن (۰/۰۰۲) تفاوت معناداری دارد؛ اما در متغیرهای سرعت راه‌رفتن، کادنس، طول گام و قدم، زمان ۲۵ فوت و شش دقیقه راه‌رفتن تفاوت معناداری بین دو گروه گزارش نشد.

بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعهٔ حاضر، برنامهٔ ترکیبی قدرتی، ثبات مرکزی، کششی، تعادلی و راه‌رفتن توانسته است منجر به تغییرات معناداری در پارامترهای فضایی- زمانی راه‌رفتن در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس شود. به‌نظر می‌رسد باوجود تفاوت معنادار در پیش‌آزمون و پس‌آزمون پارامترهای

راه‌رفتن در دو گروه، در گروه تمرین در سطح ناپایدار به‌دلیل تفاوت محیط تمرینی، اندازهٔ اثر بیشتری نسبت به گروه تمرین در سطح پایدار وجود داشت.

نتایج نشان داد که در هر دو گروه آزمون، کادنس در پیش‌آزمون و پس‌آزمون اختلاف معناداری داشت؛ ولی تعامل بین گروه و زمان معنادار نبود؛ بااین‌وجود، اندازهٔ اثر بیشتری برای کادنس در گروه تمرین در سطح ناپایدار نسبت به گروه تمرین در سطح پایدار گزارش شد. یکی از دلایل احتمالی افزایش بیشتر کادنس در گروه تمرین در سطح ناپایدار نسبت به گروه تمرین در سطح پایدار، تعادل دایناميکی بهتر این گروه است؛ زیرا، برای افزایش کادنس به تعادل دایناميکی بیشتری نیاز است (۲۱-۱۹). همچنین، نتایج نشان داد که طول قدم در هر دو گروه آزمون در پیش‌آزمون و پس‌آزمون اختلاف معناداری داشت؛ اما تعامل بین گروه و زمان معنادار نبود؛ بااین‌وجود، اندازهٔ اثر بیشتری در گروه تمرین در سطح پایدار برای طول قدم نسبت به گروه تمرین در سطح ناپایدار وجود داشت. دلیل این امر می‌تواند اثر تمرین‌ها با تأکید بر برداشتن گام‌های بلند در سطح پایدار باشد که به‌صورت مطمئن‌تر و امکان‌پذیرتر صورت می‌گیرد (۱۹). افزون‌براین، نتایج نشان داد که سرعت راه‌رفتن در دو گروه تجربی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون اختلاف معناداری داشت. نتایج مطالعهٔ حاضر با نتایج پژوهش‌های کارون و همکاران (۱۶)، مولت و همکاران (۱۷) و گونر و همکاران (۲۹) هم‌خوانی داشت. کارون و همکاران (۱۶) با بررسی اثر تمرین‌های پیلاتس و تمرین‌های معمول بدنی بر راه‌رفتن و تعادل در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس، نشان دادند که در هر دو گروه تمرینی سرعت راه‌رفتن و طول قدم و فاز استانس افزایش معناداری داشت؛ اما اثر تعامل بین گروه و زمان برای هیچ‌یک از متغیرها معنادار نبود. گونر و همکاران (۲۹) نیز با بررسی اثر یوگادرمانی بر تعادل، خستگی و پارامترهای راه‌رفتن گزارش دادند که یوگادرمانی باعث بهبود در تعادل، خستگی، طول قدم و سرعت راه‌رفتن می‌شود. همچنین، مولت و همکاران (۱۷) با بررسی اثر تمرین‌های ترکیبی (هوازی، قدرتی و تعادلی) بر راه‌رفتن بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس به این نتیجه رسیدند که بهبود معناداری در سرعت راه‌رفتن و طول گام به‌دست آمد. با توجه به مطالعات پیشین، افزایش سرعت راه‌رفتن در اثر افزایش کادنس و طول گام است (۱۰). افزایش سرعت در گروه تمرین در سطح پایدار، به‌دنبال افزایش طول قدم بیشتر نسبت به گروه تمرین در سطح ناپایدار بود. با توجه به نیاز کمتر به تعادل دایناميک، برای افزایش سرعت ازطریق افزایش طول قدم، این گروه برای افزایش سرعت از این راهبرد استفاده می‌کنند (۲۱-۱۹)؛ درحالی‌که برای افزایش سرعت ازطریق کادنس باید تعداد گام‌ها را در دقیقه افزایش داد که نیازمند تعادل دایناميک بیشتری است. در گروه تمرین در سطح ناپایدار، وضعیت بهتر تعادل دایناميکی و کادنس بهتر نسبت به گروه تمرین در سطح پایدار، منجر به افزایش سرعت راه‌رفتن شده است (۱۰،۱۹). افزون‌براین، نتایج

نشان داد که تعامل بین گروه و زمان برای سرعت راه‌رفتن معنادار نبود؛ بااین‌وجود، اندازهٔ اثر بیشتری برای سرعت راه‌رفتن در گروه تمرین در سطح ناپایدار نسبت به گروه تمرین در سطح پایدار گزارش شد. اندازهٔ اثر بیشتر در سرعت راه‌رفتن در گروه تمرین در سطح ناپایدار می‌تواند به‌دلیل اثر تمرین در سطح ناپایدار در کاهش فاز حمایت دوگانه و افزایش موبیلیتی مفصل مچ پا باشد (۵،۲۰،۳۵). دراین‌باره، گونر و همکاران (۲۰۱۴) بیان کردند که کاهش سرعت راه‌رفتن و طول قدم مکانیسم‌های حمایتی به‌دنبال مشکلات تعادلی هستند؛ بنابراین، افزایش تعادل به‌دنبال استفاده از سطوح ناپایدار منجر به بهبود در سرعت راه‌رفتن و طول قدم در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس می‌شود (۲۹). دراین‌زمینه به‌نظر می‌رسد استفاده از راهبردهای مچ پا برای کنترل تعادل که با انجام تمرین‌ها در سطح ناپایدار ایجاد شده است، نقش تحریک‌کننده دارد؛ اما شاید دلیل نبود تفاوت معنادار بین دو گروه این باشد که اثرهای اصلاح پاسچر در این بیماران باید در دورهٔ تمرینی طولانی‌تری برای تثبیت‌سازی انجام شود (۲۰،۳۵).

در مطالعهٔ حاضر، در هر دو گروه تمرینی، تمرین‌ها منجر به کاهش درصد فاز حمایت دوگانه و عرض گام و افزایش فاز حمایت تک‌گانه در یک سیکل راه‌رفتن شدند. هر دو گروه تجربی اختلاف معناداری در پیش‌آزمون و پس‌آزمون داشتند. نتایج مطالعهٔ حاضر با نتایج مطالعهٔ کارون و همکاران (۱۶) و مولت و همکاران (۱۷) هم‌خوانی داشت. براساس یافته‌های این مطالعات، تمرین‌های بدنی منجر به بهبود معناداری در کاهش فاز حمایت دوگانه و عرض گام و افزایش فاز حمایت تک‌گانه در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس می‌شوند؛ اما نتایج مطالعهٔ حاضر با نتایج پژوهش گونر و همکاران (۲۹) مغایرت داشت. آن‌ها بیان کردند که یوگادرمانی تغییری در عرض گام بیماران ایجاد نکرد. افزون‌براین، تعامل بین گروه و زمان در متغیرهای درصد فاز حمایت دوگانه، درصد فاز حمایت تک‌گانه و عرض گام معنادار بود؛ به‌طوری‌که در گروه تمرین در سطح ناپایدار، کاهش بیشتری در فاز حمایت دوگانه و عرض گام و افزایش بیشتری در فاز حمایت تک‌گانه گزارش شد. کاهش سرعت راه‌رفتن راهبردی جبرانی دربرابر اختلالات تعادل است که منجر به طولانی‌شدن فاز حمایت دوگانه در راه‌رفتن می‌شود (۱۰). منتز[1] و همکاران (۳۶) در مطالعهٔ خود ارتباط مثبتی را بین پارامترهای حمایت دوگانه و تقارن‌نداشتن حداکثر گشتاور[2] فلکسورها و اکستنسورهای زانو گزارش کردند و بیان کردند که طولانی‌شدن فاز حمایت دوگانه و افزایش عرض سطح اتکا پیش‌گویی قوی برای تشخیص ناپایداری است؛ بنابراین، کاهش سرعت راه‌رفتن، کاهش پایداری بدن و ضعف عضلانی از

1. Mentz
2. The Peak Isometric Torque

دلایل افزایش درصد فاز حمایت دوگانه و عرض گام و کاهش درصد فاز حمایت تک‌گانه در این بیماران هستند (۱۶)؛ بنابراین، یکی از دلایل احتمالی تفاوت معنادار بین متغیرهای سطح اتکا و درصد فاز حمایت دوگانه و تک‌گانه بین دو گروه تمرینی می‌تواند افزایش بیشتر قدرت عضلات اندام تحتانی و تعادل پویا به‌دنبال تمرین‌ها در سطح ناپایدار باشد؛زیرا، براساس مطالعات گذشته، تمرین در شرایط ناپایدار در مقایسه با شرایط پایدار باعث افزایش بیشتری در فعالیت عضلانی اندام تحتانی و تنه درنتیجهٔ سازگاری‌های عصبی- عضلانی می‌شود. درواقع، تمرین در شرایط ناپایدار، سیستم عصبی- عضلانی را بیشتر به‌چالش می‌کشد و منجر به افزایش قدرت ازطریق سازگاری‌های عصبی می‌شود (۳۷). فروستیر[1]و همکاران (۳۸) نشان دادند وقتی‌که فعالیت عضلات مچ پا در سطوح پایدار و ناپایدار با هم مقایسه می‌شوند، فعالیت عضلات در سطوح پایدار بیشتر بود.

همچنین، نتایج نشان داد که سرعت و استقامت راه‌رفتن در هر دو گروه آزمون در پیش‌آزمون و پس‌آزمون اختلاف معناداری داشت. افزون‌براین، تعامل بین گروه و زمان معنادار نبود؛ بااین‌وجود، در گروه تمرین در سطح ناپایدار، اندازهٔ اثر بیشتری در سرعت و استقامت راه‌رفتن نسبت به گروه تمرین در سطح پایدار وجود داشت. نتایج به‌دست‌آمده با نتایج مطالعات لرمونس[2]و همکاران (۳۹) و تیلر[3]و همکاران (۴۰) مغایرت داشت. لرمونس و همکاران (۳۹) نشان دادند که دوازده هفته تمرین‌های گروهی با شدت متوسط منجر به بهبود قدرت عضلات پا و سطح فعالیت بدنی شد؛ درحالی‌که در سرعت راه‌رفتن (۲۵ فوت راه‌رفتن) تغییر معناداری گزارش نشد. تیلر و همکاران (۴۰) نیز گزارش کردند که ۱۰ هفته تمرین مقاومتی اثر معناداری بر افزایش مسافت راه‌رفتن (دو دقیقه راه‌رفتن) نداشت. علت این اختلاف می‌تواند به‌دلیل حجم نمونهٔ کم و تفاوت در برنامهٔ تمرینی باشد. تاراکی[4]و همکاران (۳۴) نشان دادند که سرعت راه‌رفتن (۱۰ متر راه‌رفتن) افزایش معناداری بعد از شرکت در تمرین‌های منتخب (کششی، تعادلی و ثبات مرکزی) در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس دارد که این یافته با نتایج پژوهش حاضر هم‌خوانی داشت. با توجه به مطالعات گذشته، یکی از دلایل بهبود در سرعت و استقامت راه‌رفتن، افزایش قدرت ایزومتریک عضلات اندام تحتانی است (۶)؛ بنابراین، با توجه به اینکه تمرین در شرایط ناپایدار در مقایسه با شرایط پایدار، باعث افزایش بیشتری در فعالیت عضلانی اندام تحتانی و تنه درنتیجهٔ سازگاری‌های عصبی- عضلانی

1. Forestier
2. Learmonth
3. Taylor
4. Tarakci

می‌شود (۳۷)، بهبود بیشتر در گروه تمرین در سطح ناپایدار نسبت به گروه تمرین در سطح پایدار می‌تواند به‌دلیل افزایش بیشتر قدرت در این گروه باشد.

افزون‌براین، نتایج نشان داد که مقیاس ۱۲ آیتمی راه‌رفتن در هر دو گروه آزمون در پیش‌آزمون و پس‌آزمون اختلاف معناداری داشت. علاوه‌براین، تعامل بین گروه و زمان معنادار بود. در گروه تمرین در سطح ناپایدار، اندازهٔ اثر بیشتری نسبت به گروه تمرین در سطح پایدار گزارش شد. این نتایج با نتایج مطالعات کارون و همکاران (۱۶) و مولت و همکاران (۱۷) هم‌خوانی دارد. تغییرات مثبت در مقیاس ۱۲ آیتمی راه‌رفتن می‌تواند به‌دنبال بهبود در سرعت، استقامت و پارامترهای راه‌رفتن در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس باشد (۱۷). در مطالعه‌ای که پیلوتی[1] و همکاران (۳۳) انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که همبستگی بالایی بین مقیاس ۱۲ آیتمی راه‌رفتن با سرعت، استقامت و پارامترهای راه‌رفتن (زمان حمایت دوگانه، کادنس، طول قدم و سطح اتکا) وجود دارد؛ بنابراین، اندازهٔ اثر بیشتر در گروه تمرین در سطح ناپایدار نسبت به گروه تمرین در سطح پایدار می‌تواند به‌دلیل افزایش بیشتر این متغیرها در این گروه باشد.

درنهایت، با توجه به نتایج پژوهش حاضر به این نتیجه رسیدیم که تمرین‌های ترکیبی در سطوح پایدار و ناپایدار، باعث بهبود پارامترهای فضایی- زمانی، سرعت، استقامت و توانایی راه‌رفتن بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس می‌شود. همچنین، اندازهٔ اثر تمرین‌ها نشان داد که گروه تمرین در سطح ناپایدار، پیشرفت بیشتری در توانایی راه‌رفتن و کاهش عرض‌گام و درصد فاز حمایت دوگانه در سیکل راه‌رفتن نسبت به گروه تمرین در سطح پایدار داشته است. بنابراین استفاده از تمرین‌ها در هر دو سطح پایدار و ناپایدار می‌تواند روش مفیدی برای بهبود راه رفتن در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس باشد و متخصصان مربوط می‌توانند از این تمرین‌ها به عنوان یک مکمل در کنار درمان‌های دارویی برای این بیماران استفاده کنند.

منابع

1. Doring A, Pfueller C F, Paul F, Dorr J. Exercise in multiple sclerosis an integral component of disease management. EPMA J. 2011;3(1):2-12.
2. Ojeda E, Diaz-Cortes D, Rosales D, Duarte-Rey C, Anaya J.M, Rojas-Villarraga A. Prevalence and clinical features of multiple sclerosis in Latin America. Clin Neurol Neurosurg. 2013;115(4):381-7.
3. McDonald WI, Compston A, Edan G, Goodkin D, Hartung H P, Lublin F D, et al. Recommended diagnostic criteria for multiple sclerosis: Guidelines from the

1. Pilutti

international panel on the diagnosis of multiple sclerosis. Annals of Neurology. 2001;50(1):121-7.
4. Dalgas U, Stenager E, Ingemann-Hansen T. Review: Multiple sclerosis and physical exercise: Recommendations for the application of resistance, endurance-and combined training. Multiple Sclerosis. 2008;14(1):35-53.
5. Kalron A, Anat A, Zeevi D. Muscular and gait abnormalities in persons with early onset multiple sclerosis. JNPT. 2011;35(4):164-9.
6. Kjolhed T, Vissing K, Langeskov-Christensen D, Stenager E, Petersen T, Dalgas U. Relationship between muscle strength parameters and functional capacity in persons with mild to moderate degree multiple sclerosis. Multiple Sclerosis and Related Disorders. 2015;4(2);151-8.
7. Lassmann H. The pathology of multiple sclerosis and its evolution. Philosophical transactions of the royal society of London. Series B: Biological sciences. 1999; 354(1390): 1635-40.
8. Sosnoff JJ, Sandroff BM, Motl RW. Quantifying gait abnormalities in persons with multiple sclerosis with minimal disability. Gait & Posture. 2012;36(1):154–6.
9. Sosnoff JJ, Weikert M, Dlugonski D, Smith DC, Motl RW. Quantifying gait impairment in multiple sclerosis using GAITRiteTM technology. Gait & Posture. 2011;34(1):145–7.
10. Barr CJ, Patritti BL, Bowes R, Crotty M, McLoughlin JV. Orthotic and therapeutic effect of functional electrical stimulation on fatigue induced gait patterns in people with multiple sclerosis. Disability and rehabilitation. 2016;36(2):1-13.
11. 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. Disabil Rehabil. 2005;27(22):1365-71.
12. Motl RW, Sandroff BM, Suh Y. Energy cost of walking and its association with gait parameters, daily activity, and fatigue in persons with mild multiple sclerosis. Neurorehabil Neural Repair. 2012;26(8):1015–21.
13. Nogueira LA, Teixeira L, Sabino P. Gait characteristics of multiple sclerosis patients in the absence of clinical disability. Disabil Rehabil. 2013;35(17):1472–8.
14. Broekmans T, Gijbels D, Eijnde BO. The relationship between upper leg muscle strength and walking capacity in persons with multiple sclerosis. Mult Scler. 2013;19(1):112–9.
15. Kjolhede T, Vissing K, Place L, Pedersen B G, Ringgaard S, Stenager E, et al. Neuromuscular adaptations to long-term progressive resistance training translates to improved functional capacity for people with multiple sclerosis and is maintained at follow-up. Multiple Sclerosis Journal. 2015;21(5):599–611.
16. Kalron A, Rosenblum U, Frid L, Achiron A. Pilates exercise training vs. physical therapy for improving walking and balance in people with multiple sclerosis: A randomized controlled trial. Clinical Rehabilitation. 2016;25(11):1-10.
17. Motl RW, Smith DC, Elliott J, Weikert M, Dlugonski D, Sosnoff JJ. Combined training improves walking mobility in persons with significant disability from multiple sclerosis: A pilot study. J Neurol Phys Ther. 2012;36(1):32-7.

18. Snook EM, Motl RW. Effect of exercise training on walking mobility in multiple sclerosis: a meta-analysis. Neurorehabil Neural Repair. 2009;23(2):108-16.
19. Sandroff BM, Sosnoff JJ, Motl RW. Physical fitness, walking performance, and gait in multiple sclerosis. J Neurol Sci. 2013;328(1-2):70-6.
20. Ferreira BLA, Pereira WM, Rossi LP, Kerpers II, Rodrigues de PA Jr .Analysis of electromyographic activity of ankle muscles on stable and unstable surfaces with eyes open and closed. J of Bodyw Mov Ther. 2011;15(4):496-501.
21. Myers JB, Riemann BL, Hwang JH, Fu FH, Lephart SM. Effect of peripheral afferent alteration of the lateral ankle ligaments on dynamic stability. Am J Sports Med. 2003;31(4):498-506.
22. Anderson K, Behm D.G. The impact of instability resistance training on balance and stability. Sports Medicine. 2005;35(1):43-53.
23. Cameron M.H, Horak F.B, Herndon R.R, Bourdette D. Imbalance in multiple sclerosis: A result of slowed spinal somatosensory conduction. Somatosens Mot Res. 2008;25(2):113–22.
24. Lanzetta D, Cattaneo D, Pellegatta D, Cardini R. Trunk control in unstable sitting posture during functional activities in healthy subjects and patients with multiple sclerosis. Arch Phys Med Rehabil. 2004;85(2):279–83.
25. Cattaneo D, Jonsdottir J, Repetti S. Reliability of four scales on balance disorders in persons with multiple sclerosis. Disabil Rehabil. 2007;29(24):1920-5.
26. Ravnborg M, Gronbech-Jensen M, Jonsson A. The MS impairment scale: A pragmatic approach to the assessment of impairment in patients with multiple sclerosis. Mult Scler. 1997;3(1):31-42.
27. Sandra MM, Feng YS, Maeurer M, Dippel FW, Kohlmann TH. Systematic literature review and validity evaluation of the expanded disability status scale (EDSS) and the multiple sclerosis functional composite (MSFC) in patients with multiple sclerosis. BMC Neurology. 2014;14(58).
28. Martin CL, Phillips BA, Kilpatrick TJ. Gait and balance impairment in early multiple sclerosis in the absence of clinical disability. Mult Scler. 2006;12(5):620-8.
29. Guner S, Inanici F. Yoga therapy and ambulatory multiple sclerosis Assessment of gait analysis parameters, fatigue and balance. J Bodyw Mov Ther. 2015;19(1):72-81.
30. Erry J, Burnfield J.M. Gait analysis: normal and pathological function. 2th ed. USA: SLACK Incorporated; 2010.
31. Fry DK, Pfalzer LA. Reliability of four functional tests and rating of perceived exertion in persons with multiple sclerosis. Physiother Can. 2006;58(3):212-20.
32. Negahban H, Rezaieand S, Goharpey Sh. Massage therapy and exercise therapy in patients with multiple sclerosis: A randomized controlled pilot study. Clinical Rehabilitation. 2013;27(12):1126-36.
33. Pilutti LA, Dlugonski D, Sandroff BM, Suh Y, Pula JH, Sosnoff JJ, Motl RW. Further validation of multiple sclerosis walking scale-12 scores based on spatiotemporal gait parameters. Arch Phys Med Rehabil. 2013;94(3):575-8.

34. 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;27(9): 813-22.
35. Park KH, Lim JY, Kim TH. The effects of ankle strategy exercises on unstable surfaces on dynamic balance and changes in the COP. J Phys Ther Sci. 2016;28(2):456–9.
36. Menz HB, Lord SR, Fitzpatrick RC. Age-related differences in walking stability. Age Ageing. 2003;32(2):137-42.
37. Kibele A, Behm DG. Seven weeks of instability and traditional resistance training effects on strength, balance and functional performance. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2009;23(9):2443-50.
38. Forestier N, Terrier R, Teasdale N. Ankle muscular proprioceptive signals' relevance for balance control on various support surfaces: An exploratory study. Am J Phys Med Rehabil. 2015;94(1):20–7.
39. 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. Clin Rehabil. 2012;26(7):579–93.
40. Taylor NF, Dodd KJ, Prasad D, Denisenko S. Progressive resistance exercise for people with multiple sclerosis. Disabil Rehabil. 2006;28(18):1119–26.

استناد به مقاله

رحمانی پگاه، ذوالاکتاف وحید، براتی امیرحسین. اثر یک دوره تمرینات ترکیبی در سطوح پایدار و ناپایدار بر پارامترهای فضایی-زمانی و توانایی راه‌رفتن در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس. مطالعات طب ورزشی. بهار و تابستان ۱۳۹۷؛ ۱۰(۲۳)، ۱۰۰-۸۱. شناسهٔ دیجیتال: 10.22089/smj.2017.3894.1224

Rahmani. P, Zolaktaf. V, Barati. A. H. The Effect of Combined Training in Stable and Unstable Surfaces on Spatio-temporal Parameters and Ability of Gait in Patients with Multiple Sclerosis. Sport Medicine Studies. Spring & Summer 2018; 10 (23): 81-100. (Persian). Doi: Doi: 10.22089/smj.2017.3894.1224

The Effect of Combined Training in Stable and Unstable Surfaces on Spatio-Temporal Parameters and Ability of Gait in Patients with Multiple Sclerosis

P. Rahmani[1], V. Zolaktaf [2], A.H Barati[3]

1. Ph.D of Sport Injury & Corrective Exercise, University of Isfahan
2. Associate Professor of Sport Injury & Corrective Exercise, University of Isfahan*
3. Associate Professor of Sport Injury & Corrective Exercise, Shahid Rajaee Teacher Training University

Received Date: 2017/03/14 **Accepted Date: 2017/07/11**

Abstract

The aim of the present study was to investigate the effect of ten-week combined training in stable and unstable surfaces on spatio-temporal parameters of gait in patients with multiple sclerosis. Thirty patients were divided into two exercise groups. spatio-temporal parameters were measured with camera. The timed 25-foot walk test, six-minute walk test and Multiple Sclerosis Walking Scale-12 test were used to assess walking speed and endurance and self-reports of walking ability, respectively. The results showed that there were significant improvements for all outcome measures in both exercise groups. Exercise group in unstable surface showed significantly larger improvement in ability of walking, percentage of single support, reduction of step width and percentage of a gait cycle in double support than exercise group in stable surface. According to research findings, exercise in stable and unstable surfaces resulted in considerable improvements in spatio-temporal parameters and ability of walking in patients with multiple sclerosis.

Keywords: Multiple Sclerosis, Spatio-temporal Parameters, Walking Endurance, 12-Item Walking Scale

* Corresponding Author Email: v.zolaktaf@spr.ui.ac.ir