بررسی هماهنگی های وضعیتی پیش بینانه هنگام اعمال اغتشاش ارادی در زنان مبتلا به مالتیپل اسکلروزیس

نوا یداله پور: کارشناس ارشد فیزیوتراپی، گروه فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی، مرکز تحقیقات توانبخشی عضلانی-اسکلتی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران. nava.pt84@yahoo.com
شیرین تجلی: کارشناس ارشد فیزیوتراپی، گروه فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی، مرکز تحقیقات توانبخشی عضلانی-اسکلتی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران. shirintajali@yahoo.com
محمدجعفر شاطرزاده یزدی: دکترای تخصصی فیزیوتراپی، گروه فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی، مرکز تحقیقات توانبخشی عضلانی-اسکلتی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران. shaterzadeh.pt@gmail.com
نسترن مجدی نسب: متخصص مغز و اعصاب، گروه نورولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران. n.majdinasab@gmail.com
* **محمد مهرآور:** کارشناس ارشد بیومکانیک، دانشکده توانبخشی، مرکز تحقیقات توانبخشی عضلانی-اسکلتی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران (*نویسنده مسئول). mohammad.mehravar@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۲/۴/۹ تاریخ پذیرش: ۹۲/۶/۲۵

چکیده

زمینه و هدف: یکی از ناتوان کننده ترین علائم بیماری مالتیپل اسکلروزیس اختلال در کنترل تعادل می باشد. اختلال در کنترل وضعیت و تعادل در بیماری مالتیپل اسکلروزیس ممکن است نتیجه اختلال در سطوح مختلف سیستم حسی – حرکتی باشد. هدف از انجام این مطالعه بررسی هماهنگی های وضعیتی پیش بینانه جهت حفظ تعادل هنگام اعمال اغتشاش ارادی در زنان مبتلا به مالتیپل اسکلروزیس بود.

روش کار: این مطالعه موردی-شاهدی بر روی ۱۲ بیمار مبتلا به مالتیپل اسکلروزیس که به روش ساده و ۱۲ فرد سالم (گروه کنترل) که به روش جور کردن و از طریق همتاسازی با بیماران انتخاب شدند، انجام شد. با استفاده از دستگاه الکترومیوگرافی فعالیت الکتریکی ۶ عضله اندام تحتانی و تنه حین تکلیف رها کردن وزنه آویزان شده در خلف ثبت شد. زمان وارد عمل شدن عضلات (تأخیر عضلانی) و شدت فعالیت پیش بینانه عضلات محاسبه و با استفاده از آزمون تی مستقل بین دو گروه مقایسه شد.

یافته‌ها: نتایج این مطالعه نشان دهنده اختلال در هماهنگی های وضعیتی پیش بینانه در زنان مبتلا به مالتیپل اسکروزیس به صورت شدت فعالیت پیش بینانه کمتر و تأخیر بیشتر نسبت به گروه کنترل بود.

نتیجه‌گیری: بنا بر یافته های این مطالعه می توان نتیجه گرفت که کنترل وضعیت پیش خوراند در زنان مبتلا به مالتیپل اسکلروزیس دچار اختلال می باشد. این نتایج باید در برنامه های توانبخشی و آموزش حفظ تعادل بیماران مبتلا به مالتیپل اسکلروزیس مورد توجه قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: مالتیپل اسکلروزیس، هماهنگی های وضعیتی پیش بینانه، اغتشاش ارادی، تعادل، الکترومیوگرافی.

مقدمه

مالتیپل اسکلروزیس (Multiple Sclerosis-MS) بیماری مزمن پیش رونده ای است که به تخریب میلین در سیستم اعصاب مرکزی منجر می‌شود (۴-۱). این بیماری بزرگ ترین علت ناتوانی غیرتروماتیک در افراد میانسال و جوان می‌باشد و حدود ۲/۵ میلیون نفر در سراسر جهان به این بیماری مبتلا هستند (۱). اختلال تعادل یکی از ناتوان کننده ترین علائم بیماری مالتیپل اسکلروزیس است که حدود ٪۷۵ از بیماران در طول دوره ی بیماری به آن دچار می شوند (۳). اختلال در کنترل وضعیت و تعادل در بیماری مالتیپل اسکلروزیس ممکن است نتیجه اختلال در سطوح مختلف سیستم حسی – حرکتی باشد (۲). کاهش سرعت انتقال عصبی در مسیرهای آوران (۲)، اختلال در یک پارچگی حسی مرکزی (۲) و هم چنین اسپاسیتیسیته و تغییر در هماهنگی حرکت (۳و ۵) نمونه هایی از این اختلالات هستند. این اختلالات تعادل توانایی بیماران مالتیپل اسکلروزیس در انجام فعالیت های روزانه را کاهش داده و کیفیت زندگی را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۵).

انجام حرکات ارادی نیازمند حفظ وضعیت و تعادل می باشد زیرا حرکات ارادی از طریق تغییر در محل قرار گرفتن مرکز ثقل بدن (Center of mass) و ایجاد گشتاورهای تعاملی

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-31]

(Interaction torques) بین قسمت های مختلف بدن باعث به هم خوردن تعادل می شوند (۶). جهت مقابله با از دست رفتن تعادل، سیستم اعصاب مرکزی عضلات تنه و اندام تحتانی راحدود ۱۰۰-۱۵۰ میلی ثانیه قبل از اعمال اغتشاش ناشی از حرکت ارادی فعال می کند تا هنگام انجام حرکات ارادی مرکز فشار (Center of pressure) را در جهت مخالف اغتشاش وارده جابه جا کنند (۱۲-۷).این افزایش فعالیت عضلات پیش از اعمال اغتشاش تحت عنوان هماهنگی های وضعیتی پیش بینانه (Anticipatory Postural Adjustments) شناخته شده و کنترل آن از طریق مکانیزم های حلقه باز (Open-loop) یا پیش خوراند (Feed forward) صورت می گیرد (۱۳). اختلال در هماهنگی های وضعیتی پیش بینانه در بیماری های مختلف سیستم اعصاب مرکزی شامل بیماری پارکینسون (۹)، بیماری های مخچه ای (۱۴) و پس از سکته مغزی (۱۵) گزارش شده است.

به طور طبیعی هنگامی که شخص در حالت ایستاده وزنه ای که از طریق چند قرقره در خلف آویزان شده باشد را با اندام فوقانی نگه دارد، فعالیت عضلات قدامی بدن افزایش می یابد و عضلات خلفی در حالت مهار شده قرار می گیرند (۱۸-۱۶). در صورت عدم پیش بینی مناسب رها کردن وزنه باعث اعمال اغتشاش و جابه جایی مرکز فشار به سمت جلو میشود (۱۶و ۱۷). حال آنکه به صورت طبیعی عضلات خلفی پیش از اعمال اغتشاش و به صورت پیش بینانه دچار افزایش فعالیت ناگهانی می شوند تا مرکز فشار را در محدوده ی ثبات نگه دارند و این افزایش فعالیت با مهار شدن عضلات قدامی همراه است (۱۶و ۱۷).

با توجه به لزوم اجرای هماهنگی های وضعیتی پیش بینانه در زمان مناسب و با شدت کافی جهت جلوگیری از به هم خورن تعادل (۱۰)، این احتمال وجود دارد که اختلال تعادل در بیماران مالتیپل اسکلروزیس ناشی از عملکرد نامناسب سیستم اعصاب مرکزی در اجرای این هماهنگی ها باشد. لذا این مطالعه صورت گرفت تا به بررسی زمان و شدت وارد عمل شدن عضلات تنه واندام تحتانی پیش از اعمال اغتشاش ارادی ناشی از رها کردن وزنه در بیماران مالتیپل اسکلروزیس بپردازد. به دلیل استفاد وسیع از اغتشاشات ارادی در برنامه های تمرین درمانی بیماران مالتیپل اسکلروزیس نتایج این مطالعه ممکن است به اجرای صحیح تر این تمرینات کمک کند (۱۹).

روش کار

این مطالعه از نوع نیمه تجربی آزمون و کنترل می باشد و در مرکز تحقیقات اسکلتی – عضلانی دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز طی مراحل زیر انجام شد.

نمونه گیری: در مجموع ۲۴ خانم شامل ۱۲ فرد مبتلا به مالتیپل اسکلروزیس و ۱۲ فرد سالم (گروه کنترل) در این مطالعه شرکت کردند. بیماران به روش نمونه گیری غیر احتمالی ساده از میان افراد مراجعه کننده به انجمن بیماران مالتیپل اسکلروزیس خوزستان برای شرکت در مطالعه انتخاب شدند. افراد سالم به روش جور کردن و از طریق همتاسازی با بیماران از لحاظ سن، جنس، قد و وزن انتخاب شدند. به همه ی افراد شرکت کننده در مطالعه فرم رضایت نامه (مورد تایید کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز) داده شد تا نسبت به حضور داوطلبانه آن ها اطمینان حاصل شود. اندام غالب بیماران از طریق مشاهده اندام تحتانی مورد استفاده هنگام شوت کردن توپ تعیین شد و همه‌ی افراد شرکت کننده در مطالعه راست دست بودند (۲۰).

معیارهای ورود برای بیماران مالتیپل اسکلروزیس شامل نوع عود کننده – فروکش کننده (Relapsing-Remitting)، سطح ناتوانی (Expanded Disability Status Scale- EDSS) بین ۱ تا ۴۵ و توانایی ایستادن و قدم برداشتن بدون وسیله کمکی بود (۲۳-۲۰). تعادل بیماران از طریق مقیاس تعادل Berg Balance Scale-) Berg (BBS مورد ارزیابی قرار گرفت وافرادی که دارای مقیاس پایین تر از ۴۵ بودند در مطالعه

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-31]

شرکت داده شدند (۲۴). معیارهای خروج شامل عدم توانایی راه رفتن مستقل، اختلال حسی، اختلال بینایی شدید و اختلال شناختی بود (۲۰). افراد سالم در صورت هر گونه بیماری عصبی، حرکتی یا هر گونه اختلال در راه رفتن از شرکت در مطالعه خارج شدند. در گروه بیماران آزمایش در مرحله فروکش کردن بیماری انجام شد (۲۵). تمام افراد شرکت کننده توسط یک نورولوژیست با تجربه از لحاظ معیارهای ورود و خروج ارزیابی شدند.

تجهیزات و شرایط آزمایش: دستگاه الکترومیوگرافی MIE medical research LTd, MT8برای ثبت فعالیت سطحی عضلات نعل اسبی (Soleus)، درشت نی قدامی (Tibialis Anterior)، راست رانی (Rectus Femoris)، دوسر رانی (Biceps Femoris)، راست شکمی (Rectus Abdominis) و صاف کننده مهره های کمری (Erector Spinae) مورد استفاده قرار گرفت (۲۵و ۲۶). الکترودهای خود چسب سطحی در سمت مغلوب بدن فرد روی شکم عضله قرار گرفت (۲۵). مرکز الکترودها حدود ۳ سانتی متر از هم فاصله داشت (۱۲، ۱۶و ۲۵) و قبل از چسباندن الکترودها موهای روی پوست در محل عضله مورد نظر اصلاح و با الکل تمیز شد. از طریق چسباندن الکترودها با چسب جراحی اتصال محکمی بین پوست و الکترود برقرار شد تا از حرکت الکترودها هنگام انجام آزمایش جلوگیری شود. جهت تشخیص زمان دقیق انجام حرکت از یک شتاب سنج تک بعدی(Unidirectional) استفاده شد که روی پشت دست اندام فوقانی غالب شخص قرار می گرفت (۱۶). محور حساسیت شتاب سنج در جهت حرکت مورد نظر (جهت داخلی– خارجی) تنظیم می شد (۱۶). میزان بزرگ نمایی سیگنال های الکترو میوگرافی ۴۰۰۰ برابر و فرکانس نمونه برداری ۱۰۰۰ هرتز بود.

نحوه‌ی انجام آزمایش: ابتدا شخص با پای برهنه در حالت ایستاده قرار می گرفت. فاصله پاها از هم به اندازه ی عرض شانه ها بود و این وضعیت روی زمین علامت گذاری می شد تا در تکرارهای بعدی حفظ شود. در همین وضعیت، شخص با قرار دادن کف دست ها در دو طرف میله عرضی، وزنه ای که از طریق چند قرقره پشت سر شخص آویزان شده بود را نگه می داشت (۱۶و ۱۷). قرقره ها جهت نیروی وزنه را به سمت بالا قرار می دادند (۱۶و ۱۷). وزن وزنه به اندازه ۵٪ وزن شخص بود (۲۰). از فرد خواسته می شد که حدود ۳ ثانیه بعد از شنیدن دستور فرد آزمایش گیرنده با یک حرکت سریع و قوی وزنه را رها کند (۲۰). هر شخص ۶ بار این عمل را تکرار میکرد (۱۰و ۱۱). قبل از شروع جمع آوری اطلاعات به شخص فرصت کافی داده می شد تا به تمرین پرداخته و با شرایط آزمایش آشنا شود (۲۷). برای به حداقل رساندن اثرات خستگی مشاهده شده در ساعات پایانی روز در بیماران مالتیپل اسکلروزیس آزمایش در صبح انجام می شد (۲۲).

پردازش داده ها: نرم افزار MATLAB برای پردازش کلیه داده ها مورد استفاده قرار گرفت. سیگنال های الکترومیوگرافی ابتدا یکسو شدند و سپس پهنای باند ۱۰ تا ۲۵۰ هرتز برای تحلیل انتخاب شد (۲۶). تنظیم زمان سیگنال ها بر اساس اولین تغییر مشاهده شده در سیگنال شتاب سنج صورت گرفت (۲۶). نقطه ای که در آن سیگنال شتاب سنج به ۵٪ حداکثر خود می رسید به عنوان شروع حرکت در نظر گرفته شد و این نقطه به عنوان T0 بیان می شود (۲۶). اطلاعات سیگنال در دامنه ی ۱۰۰۰ میلی ثانیه قبل (۱۰۰۰-) و بعد (۱۰۰۰+) از T0 برای پردازش‌های بعدی انتخاب شدند. میانگین سیگنال های ۶ تکرار برای هر شخص محاسبه شد (۲۶).

شدت فعالیت عضلانی: سیگنال های الکترومیوگرافی میانگین، در بازه های زمانی ۱۵۰ میلی ثانیه ادغام (Integration) شدند (معادله ۱). بازه زمانی هماهنگی وضعیتی پیش بینانه از ۱۰۰- میلی ثانیه تا +۵۰ میلی ثانیه نسبت به T0 در نظر گرفته شد (۱۵، ۲۶، ۲۸ و ۲۹).

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-31]

معادله ۱:

$$Int_{EMGi_APA} = \int_{-100}^{+50} EMG_i - \int_{-1000}^{-850} EMG_i \ , \qquad i = 1,2,...6$$

IntEMGi بـه مجمـوع فعالیـت عضـلانی درون بازه‌ی زمانی ۱۵۰ میلی ثانیه بـرای عضـله i اشـاره دارد که فعالیت عضلانی زمینـه (Baseline) از آن کم شده است (۲۵و ۲۶). فعالیـت عضـلانی زمینـه در بازه ی زمـانی ۱۵۰ میلـی ثانیـه (از ۱۰۰۰- تـا ۸۵۰- نسبت به T0) محاسبه شد (۲۵و ۲۶). برای اینکه فعالیت عضلات مختلـف بـین افـراد مختلـف قیاس پذیر باشـد نسـبت سـطح فعالیـت عضـلانی ادغام شده (IntEMGi) بـر روی فعالیـت عضـلانی زمینـــه محاســـبه شـــد (Normalization-IEMGNORM) (معادله ۲) (۲۵ و ۲۶).

معادله ۲:

$$IEMG_{NORMi_APA} = \left(\frac{Int_{EMGi_APA}}{\int_{-1000}^{-850} EMG_i} \right), \qquad i = 1,2,...,6$$

در صـورتی کـه مقـدار IEMGNORM از صـفر بالاتر می بود نشان دهنده فعال شـدن عضـله و در صورتی که از صفر کمتر می بود نشان دهنده مهار شدن عضله در نظر گرفته می شد (۲۵و ۲۶).

تاخیر عضلانی: زمان وارد عمل شـدن عضـلات به عنـوان تـاخیر عضـلانی (Muscle latency) در نظـر گرفتـه مـی شـد (۱۰). بـرای تعیـین تـاخیر عضلانی روش Teager Kaser Energy Operator (TKEO) مورد اسـتفاده قـرار گرفـت (۳۰ و ۳۱). قابلیـت ایـن روش در افـزایش دقـت و صـحت در تشخیص تاخیر عضلانی با استفاده از سیگنال های الکترومیـوگرافی سـطحی در پـژوهش هـای قبلـی نشـان داده شـده اسـت (۳۰و ۳۱). در سـیگنال خروجی این روش فرکانس و شدت سیگنال EMG به طور همزمان در نظر گرفته می شـود و بنـابراین صحت تشخیص فعالیت عضلانی را افزایش می‌دهد (۳۰و ۳۱). لحظه شروع فعالیت عضلانی به عنـوان نقطـه ای از زمـان در نظـر گرفتـه مـی شـود کـه سیگنال خروجی TKEO از سطح آستانه بـالاتر یـا پایین تـر بـرود (۳۰ و ۳۱). مقـدار سـطح آسـتانه برابرمیانگین ± سـه برابـر انحـراف معیـار (Mean ±3sd) فعالیت عضـلانی زمینـه (۸۵۰- تـا ۱۰۰۰- نسـبت بـه T0) در سـیگنال خروجـی TKEO می‌باشـد (۳۰ و ۳۱). تـاخیر عضـلانی یـک عضـله خاص به عنـوان لحظـه ای کـه سـیگنال خروجـی TKEO از سطح آستانه بالاتر (فعال شدن عضـله) یا پایینتر (مهار شدن عضله) برود و ایـن فعـال یـا مهار شدن برای مدت زمان حـداقل 25 ms میلـی ثانیه باقی بماند تعریف شد (۳۰ و ۳۱).

آنالیز آماری: جهت بررسی توزیع نرمال داده ها از آزمون کولموگراف_ اسمیرنوف استفاده شد. پس از اینکه توزیع نرمال داده هـا توسـط ایـن آزمـون تأیید شد از آزمون های پارامتریـک بـا اسـتفاده از نرم افزار SPSS (نسخه ۱۵) به این صورت استفاده شد آ) آزمون تی مستقل برای مقایسه متغیرهـای مخدوش کننده شامل سن، قد، و وزن، ب) آزمـون تی مستقل برای مقایسه تـأخیر عضـلانی و سـطح فعالیت عضلانی هر ۶ عضله مورد مطالعه. در تمـام بررسی ها سطح معنـی داری آزمونهـا $p< 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

جـداول ۳-۱ نشـان دهنـده میـانگین و انحـراف معیار متغیرهای مخدوش کننـده در هـر دو گـروه مورد مطالعه (بیماران مالتیپل اسکلروزیس و افـراد سالم) می باشد.

میـانگین و انحـراف معیـار متغیرهـای EDSS و BBS در گـروه بیمـاران بـه ترتیـب ۱/۹ (۰/۹۴) و ۳۷/۴ (۷/۳۴) بود که با معیارهای ورود به مطالعـه مطابقت داشت.

الگوی کلی فعالیت عضـلانی: شـکل ۱ نشـان دهنده الگوی فعالیت عضلانی در یک فرد سالم بـه عنوان نمونه می باشد. به طـور غالـب قبـل از رهـا کردن وزنه سطح فعالیت عضـلات قـدامی کـاهش یافتـه و عضـلات خلفـی دچـار افـزایش فعالیـت

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-31]

جدول۱- میانگین و انحراف معیار سن در هر دو گروه مورد مطالعه (بیمار و سالم)

	گروه ها		T-Test
متغیر مخدوش کننده	سالم (n=12)	بیمار (n=12)	مقدار احتمال
سن (سال)	26.33 (4.2)	27.08 (3.65)	0.646

جدول۲- میانگین و انحراف معیار وزن در هر دو گروه مورد مطالعه (بیمار و سالم)

	گروه ها		T-Test
متغیر مخدوش کننده	سالم (n=12)	بیمار (n=12)	مقدار احتمال
وزن (کیلوگرم)	58.9 (8.49)	60.08 (9.03)	0.748

جدول۳- میانگین و انحراف معیار قد در هر دو گروه مورد مطالعه (بیمار و سالم)

	گروه ها		T-Test
متغیر مخدوش کننده	سالم (n=12)	بیمار (n=12)	مقدار احتمال
قد (سانتی متر)	163.08 (5.55)	162.75 (6.44)	0.893

ناگهانی شدند. در شکل ۲ الگوی فعالیت عضلانی در یک فرد بیمار به عنوان نمونه نشان داده شده است. از مقایسه این شکل با شکل قبلی میتوان سطح فعالیت کمتر و تأخیر بیشتر در افزایش فعالیت عضلات خلفی در بیماران مالتیپل اسکلروزیس را مشاهده کرد.

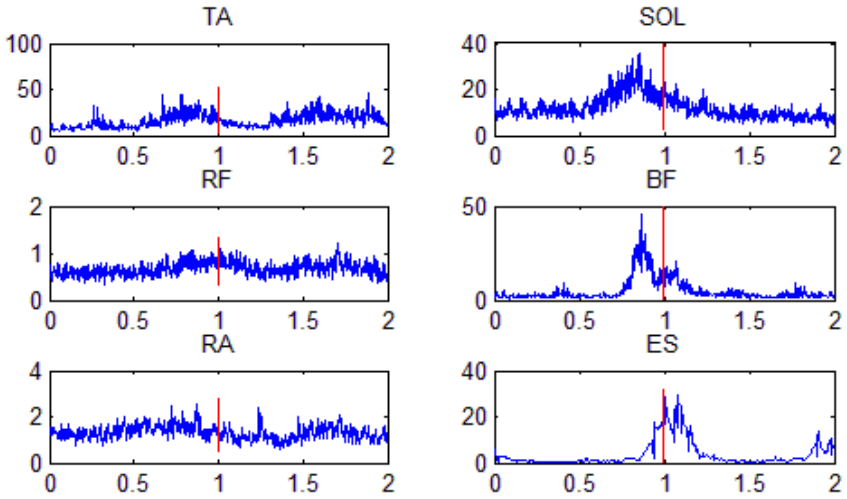
سطح فعالیت عضلانی و تأخیر عضلانی:
نتایج آزمون تی مستقل نشان داد که سطح فعالیت عضلانی عضله دو سر رانی و راست شکمی در گروه بیماران به طور معنی دار از افراد سالم کمتر $p< 0.05$ و تأخیر عضلانی عضلات راست شکمی، درشت نی قدامی و صاف کننده ستون مهره ها در گروه بیماران به طور معنی دار از افراد سالم بیشتر ($p< 0.05$) بود. شکل ۳ نشان دهنده تفاوت سطح فعالیت عضلانی بین دو گروه مورد مطالعه می‌باشد.

بحث و نتیجه گیری

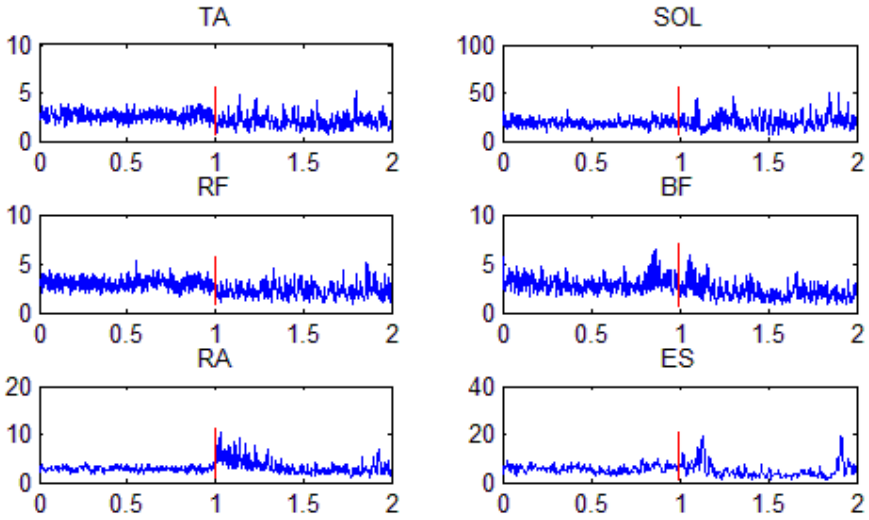
نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که هماهنگی وضعیتی پیش بینانه به صورت فعال شدن عضلات خلفی و مهار شدن عضلات قدامی در هر دو گروه مورد مطالعه (بیمار و سالم) وجود دارد. ولی بین دو گروه تفاوت هایی مشاهده شد؛ به این صورت که در گروه بیماران عضلات با تأخیر بیشتری وارد عمل شدند (به طور معنی دار عضلات راست شکمی، درشت نی قدامی و صاف کننده ستون مهره ها). این یافته با نتایج حاصل از مطالعه Krishnan و همکارانش که نشان داد هماهنگی وضعیتی پیش بینانه در عضلات بیماران مالتیپل اسکلروزیس با تأخیر بیشتر اتفاق می افتد (به طور معنی دار عضلات راست رانی، درشت نی قدامی و صاف کننده ستون مهره ها) هم خوانی دارد (۲۵). این تأخیر بیشتر احتمالاً به دلیل کند شدن هدایت عصبی در بیماری مالتیپل اسکلروزیس در نتیجه از بین رفتن غشای میلین اعصاب مرکزی می باشد (۲۵). در مطالعات قبلی نشان داده شده است که در شرایط ثباتی سخت تر و همچنین بعد از خستگی عضلانی دستگاه اعصاب مرکزی هماهنگی های وضعیتی پیش بینانه را با تأخیر کمتر وارد عمل می کند تا اغتشاش احتمالی ناشی از انجام حرکت را سرکوب کرده و از این طریق کنترل وضعیت بهتر صورت می گیرد (۲۹). بنابراین تأخیر عضلانی بیشتر در بیماران مالتیپل اسکلروزیس می تواند نشان دهنده عدم کفایت سیستم اعصاب مرکزی در پیش بینی و مقابله مناسب و به موقع با اغتشاش ناشی از رها کردن وزنه باشد.

میزان فعالیت پیش بینانه عضلات در بیماران مالتیپل اسکلروزیس از افراد سالم کمتر بود (به طور معنادار برای عضله دو سر رانی). این یافته نیز با مطالعه Krishnan و همکارانش که از تکلیف رها

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-31]



شکل ۱- الگوی فعالیت عضلانی در یک فرد سالم به عنوان نمونه، محور عرضی: زمان (ثانیه)، محور طولی: شدت (میلی ولت) اختصارات:
TA: tibialis anterior, SOL: soleus, RF: rectus femoris, BF: biceps femoris, RA: rectus abdominis, ES: erector spinae

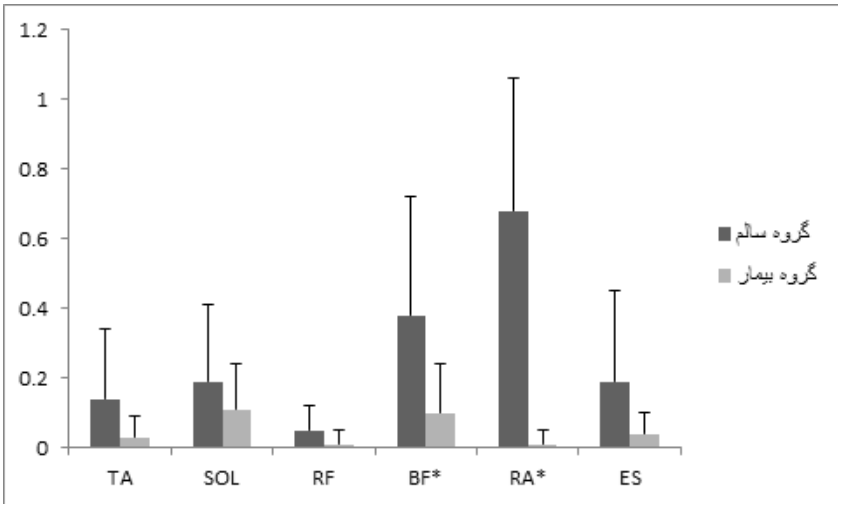


شکل ۲- الگوی فعالیت عضلانی در یک بیمار مالتیپل اسکلروزیس به عنوان نمونه، محور عرضی: زمان (ثانیه)، محور طولی: شدت (میلی ولت). اختصارات:
TA: tibialis anterior, SOL: soleus, RF: rectus femoris, BF: biceps femoris, RA: rectus abdominis, ES: erector spinae

کردن وزنه از قدام استفاده کردند مطابقت دارد (۲۵). با این تفاوت که آن ها تفاوت معنادار را در عضله راست شکمی که یک عضله قدامی است مشاهده کردند، در حالی که در این پژوهش تفاوت معنادار در یک عضله خلفی (دو سر رانی) مشاهده شد. این تفاوت می تواند نشان دهنده فعالیت اختصاصی عضلات با توجه به جهت اعمال اغتشاش (direction specificity) باشد (۲۵ و ۳۲).

کنترل هماهنگی های وضعیتی پیش بینانه توسط سیستم اعصاب مرکزی به صورت پیش خوراند (Feed forward) یا حلقه باز (Open-looped) و بدون استفاده از بازخورد حسی (Sensory feedback) صورت می گیرد (۱۳) و مرکز تنظیم آن ها در تشکیلات مشبک (Reticular formation) واقع در پل مغزی و بصل النخاع (Pontomedullary) ساقه مغزی (Brainstem) می باشد (۲۰). با توجه به اینکه تخریب و آسیب این مراکز در بیماری مالتیپل اسکلروزیس گزارش شده است پیشنهاد می شود

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-31]



شکل ۳- سطح فعالیت عضلانی (میانگین و انحراف معیار) در دو گروه مورد مطالعه. اختصارات:
TA: tibialis anterior, SOL: soleus, RF: rectus femoris, BF: biceps femoris, RA: rectus abdominis, ES: erector spinae
*: تفاوت معنادار

که اختلالات مشاهده شده در هماهنگی های وضعیتی پیش بینانه در این بیماران ممکن است به علت آسیب در بخش های مختلف سیستم اعصاب مرکزی از جمله ساقه مغز ایجاد شده باشد (۲۳). این پیشنهاد با مطالعه latash و همکارانش که اختلال در هماهنگی های وضعیتی پیش بینانه در بیماری پارکینسون را نتیجه آسیب سیستم اعصاب مرکزی در این بیماری می دانند هم خوانی دارد (۹).

این مطالعه با تعدادی محدودیت اجتناب ناپذیر همراه بود که برای تحلیل بهتر نتایج لازم است مد نظر قرار گیرد. از جمله اینکه فقط بیماران مؤنث با سطح ناتوانی پایین و فقط بیماران مبتلا به نوع عودکننده_فروکش کننده بیماری مالتیپل اسکلروزیس مورد مطالعه قرار گرفتند. بنابراین نتایج مطالعه قابلیت تعمیم به بیماران مذکر با سطح ناتوانی بیشتر و دیگر انواع بیماری مالتیپل اسکلروزیس را ندارند. همچنین با در نظر گرفتن اینکه علاوه بر عضلات مورد بررسی در این مطالعه، دیگر عضلات اندام تحتانی و تنه نیز ممکن است به صورت پیش بینانه جهت حفظ تعادل وارد عمل شوند، لازم است زمان و میزان وارد عمل شدن آن‌ها نیز مورد مطالعه قرار گیرد. علاوه بر این به نظر می رسد اغتشاش مورد استفاده به منظور برهم زدن تعادل افراد در این مطالعه دارای سطح دشواری مناسب نبوده و استفاده از وزنه های سنگین تر در مطالعات بعدی پیشنهاد می شود.

مقیاس تعادل Berg در گروه بیماران مورد مطالعه نشان دهنده این است که این بیماران با اختلال تعادل مواجه هستند. بر اساس نتایج این مطالعه می توان اظهار کرد بخشی از اختلال تعادل مشاهده شده در بیماری مالتیپل اسکلروزیس مربوط به اختلال در مکانیزم های کنترل وضعیت پیش خوراند در نتیجه آسیب به سیستم اعصاب مرکزی می باشد. این نتایج باید در ارزیابی و درمان این بیماران مورد توجه قرار گیرد. برای مثال در برنامه های توانبخشی و تمرینات تعادلی این بیماران جهت تسهیل و تقویت فعالیت پیش بینانه عضلات از اغتشاشات ارادی بیشتر استفاده شود. در صورت مشاهده اختلال شدید در کنترل تعادل هنگام انجام حرکات ارادی، در صورتی که از طریق تمرین درمانی قابل اصلاح نباشد، افزایش بازخوردهای حسی در محیط مثلاً بازخوردهای بینایی بیشتر پیشنهاد می شود.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-31]

منابع

1. Cameron MH, Wagner JM. Gait abnormalities in multiple sclerosis: pathogenesis, evaluation, and advances in treatment. Curr Neurol Neurosci Rep. 2011 Oct;11(5):507-15.
2. Cameron MH, Lord S. Postural control in multiple sclerosis: implications for fall prevention. Curr Neurol Neurosci Rep. 2010 Sep;10(5):407-12.
3. Findling O, Sellner J, Meier N, Allum JH, Vibert D, Lienert C, et al. Trunk sway in mildly disabled multiple sclerosis patients with and without balance impairment. Exp Brain Res. 2011 Sep;2170-363:(4)3.
4. Van Emmerik RE, Remelius JG, Johnson MB, Chung LH, Kent-Braun JA. Postural control in women with multiple sclerosis: effects of task, vision and symptomatic fatigue. Gait Posture. 2010 Oct;32(4):608-14.
5. Fjeldstad C, Pardo G, Bemben D, Bemben M. Decreased postural balance in multiple sclerosis patients with low disability. Int J Rehabil Res. 2010 Mar;34(1):53-8.
6. Ting LH. Dimensional reduction in sensorimotor systems: a framework for understanding muscle coordination of posture. Prog Brain Res. 2007;165:299-321.
7. Liu W, Kim SH, Long JT, Pohl PS, Duncan PW. Anticipatory postural adjustments and the latency of compensatory stepping reactions in humans. Neurosci Lett. 2003 Jan 9;336(1):1-4.
8. Dickstein R, Shefi S, Marcovitz E, Villa Y .Anticipatory postural adjustment in selected trunk muscles in post stroke hemiparetic patients. Arch Phys Med Rehabil. 2004 Feb;85(2):261-7.
9. Latash ML, Aruin AS, Neyman I, Nicholas JJ. Anticipatory postural adjustments during self inflicted and predictable perturbations in Parkinson's disease. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 1995 Mar;58(3):326-34.
10. Santos MJ, Kanekar N, Aruin AS. The role of anticipatory postural adjustments in compensatory control of posture: 1. Electromyographic analysis. J Electromyogr Kinesiol. 2010 Jun; 20(3):388-97.
11. Santos MJ, Kanekar N, Aruin AS. The role of anticipatory postural adjustments in compensatory control of posture: 2. Biomechanical analysis. J Electromyogr Kinesiol. 2010 Jun; 20(3):398-405.
12. Aruin AS, Latash ML. The role of motor action in anticipatory postural adjustments studied with self-induced and externally triggered perturbations. Exp Brain Res. 1995;106(2):291-300.
13. Alexandrov AV, Frolov AA, Horak FB, Carlson-Kuhta P, Park S. Feedback equilibrium control during human standing. Biol Cybern. 2005 Nov;93(5):309-22.
14. Timmann D, Horak FB. Perturbed step initiation in cerebellar subjects. 1. Modifications of postural responses. Exp Brain Res. 1998 Mar;119(1):73-84.
15. Wing AM, Flanagan JR, Richardson J. Anticipatory postural adjustments in stance and grip. Exp Brain Res. 1997 Aug;116(1):122-30.
16. Krishnamoorthy V, Latash ML, Scholz JP, Zatsiorsky VM. Muscle modes during shifts of the center of pressure by standing persons: effect of instability and additional support. Exp Brain Res. 2004 Jul;157(1):18-31.
17. Krishnamoorthy V, Latash ML, Scholz JP, Zatsiorsky VM. Muscle synergies during shifts of the center of pressure by standing persons. Exp Brain Res. 2003 Oct;152(3):281-92.
18. Wang Y, Asaka T ,Zatsiorsky VM, Latash ML. Muscle synergies during voluntary body sway: combining across-trials and within-a-trial analyses. Exp Brain Res. 2006;174(4):679-93.
19. Umphred DA. Neurological rehabilitation. United States of American: Mosby.; 2007.
20. Asaka T, Wang Y. Feedforward postural muscle modes and multi-mode coordination in mild cerebellar ataxia. Exp

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-31]

Brain Res. 2011 Apr;210(1):153-63.
21. Soyuer F, Mirza M, Erkorkmaz U. Balance performance in three forms of multiple sclerosis. Neurol Res. 2006 Jul;62-555: (5)28.
22. Fjeldstad C, Pardo G, Frederikson C, Bemben D, Bemben M. Assessment of postural balance in multiple sclerosis. Int J MS Care. 2009;11:1-5.
23. Polman CH, Reingold SC, Banwell B, Clanet M, Cohen JA, Filippi M, et al. Diagnostic criteria for multiple sclerosis: 2010 revisions to the McDonald criteria. Ann Neurol. 2011 Feb;69(2):292-302.
24. Azad A, Taghizadeh G, Khaneghini A. Assessments of the reliability of the Iranian version of the Berg Balance Scale in patients with multiple sclerosis. Acta Neurol Taiwan. 2011 Mar;20(1):22-8.
25. Krishnan V, Kanekar N, Aruin AS. Feedforward postural control in individuals with multiple sclerosis during load release. Gait Posture. 2012 Jun;36(2):225-30.
26. Krishnan V, Kanekar N, Aruin AS. Anticipatory postural adjustments in individuals with multiple sclerosis. Neurosci Lett. 2012 Jan 11;506(2):256-60.
27. Wang Y, Asaka T. Muscle synergies involved in shifts of the center of pressure while standing on a narrow support. Brain Res Bull. 2008 May 15;76(1):16-25.
28. Slijper H, Latash ML, Mordkoff JT. Anticipatory postural adjustments under simple and choice reaction time conditions. Brain Res. 2002 Jan 11;924(2):184-97.
29. Kanekar N, Santos MJ, Aruin AS. Anticipatory postural control following fatigue of postural and focal muscles. Clin Neurophysiol. 2008 Oct;119(10):2304-13.
30. Li X, Zhou P, Aruin AS. Teager-Kaiser energy operation of surface EMG improves muscle activity onset detection. Ann Biomed Eng. 2007 Sep;35(9):1532-8.
31. Solnik S, DeVita P ,Rider P, Long B, Hortobagyi T. Teager-Kaiser Operator improves the accuracy of EMG onset detection independent of signal-to-noise ratio. Acta Bioeng Biomech. 2008; 10(2):65-8.
32. Aruin AS, Latash ML. Directional specificity of postural muscles in feed-forward postural reactions during fast voluntary arm movements. Exp Brain Res. 1995; 103(2):323-32.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-31]

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-31]

The role of anticipatory postural adjustments during self-induced postural perturbations in women with multiple sclerosis

Nava Yadollahpour, MSc. Department of Physiotherapy, Musculoskeletal Rehabilitation Research Center, School of Rehabilitation, Jondi Shapour University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran. nava.pt84@yahoo.com
Shirin Tajali, MSc. Department of Physiotherapy, Musculoskeletal Rehabilitation Research Center, School of Rehabilitation, Jondi Shapour University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran. shirintajali@yahoo.com
Mohammad Jafar Shaterzadeh Yazdi, PhD, Musculoskeletal Rehabilitation Research Center, Department of Physiotherapy, School of Rehabilitation, Jondi Shapour University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran. shaterzadeh.pt@gmail.com
Nastaran Majdinasab, PhD, Department of Neurology, School of Medicine, Jondi Shapour University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran. n.majdinasab@gmail.com
***Mohammad Mehravar,** MSc, School of Rehabilitation, Musculoskeletal Rehabilitation Research Center, Jondi Shapour University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran (*Corresponding author). mohammad.mehravar@gmail.com

Abstract

Background: Impairment of balance control is one of the most disabling symptoms in Multiple Sclerosis (MS). It is known that, in the presence of a predictable postural perturbation, the Central Nervous System (CNS) utilizes Anticipatory Postural Adjustments (APAs) to maintain balance while standing. The main purpose of the current study was to investigate the APAs during self-induced postural perturbation in patients with MS.
Methods: In this case-control study 12 MS female patients selected by simple sampling were studied with 12 control individuals. Female patients with MS and healthy control subjects performed a backward load release task while standing. Electrical activity of six leg and trunk muscles on the non-dominant side of the body was recorded. The magnitudes and latency of anticipatory muscle activity was calculated and compared between the two study groups. Independent-samples t-test was used for statistical analysis.
Results: The results revealed significant APAs deficits in the MS patients reflecting higher latency and reduced magnitude of anticipatory muscle activity.
Conclusions: Hence, it can be concluded that there is an impairment of feed-forward postural control in MS. These results should be considered in the rehabilitation programs for balance training of patients with MS.

Keywords: Multiple sclerosis, Anticipatory postural adjustments, Self-induced postural perturbation, Balance, Electromyography

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-31]