

رشد و یادگیری حرکتی - ورزشی - بهار ۱۳۹۶
دوره ۹، شماره ۱، ص: ۵۷-۳۹
تاریخ دریافت: ۱۰/۰۶/۹۴
تاریخ پذیرش: ۲۴/۰۹/۹۴

تأثیر تمرینات مبتنی بر چارچوب نقطه چالش بر کنترل قامت افراد مبتلا به مولتیپل

اسکلروزیس

مسعود ظهیری^{۱*} - شهزاد طهماسبی بروجنی^۲ - مهدی آقاپور^۳ - نسترن مجدی نسب^۴

۱. دانشجوی دکتری رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲. گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳. استادیار، گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۴. استادیار، دانشکده علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، خوزستان، اهواز، ایران

چکیده

چارچوب نقطه چالش دیدگاهی نظری برای فهم تأثیرات متغیرهای تمرینی در یادگیری حرکتی است. با توجه به این چارچوب، متغیرهای تداخل ضمنی و بازخورد آگاهی از نتیجه رابطه تنگاتنگی با سطح مهارت و دشواری تکلیف مورد یادگیری دارند. از این رو هدف از تحقیق حاضر، بررسی تأثیر تمرینات مبتنی بر چارچوب نقطه چالش بر کنترل قامت افراد مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس بود. به این منظور کنترل قامت ۲۲ فرد ۲۰ تا ۶۵ ساله مبتلا به ام‌اس از میان بیماران انجمن ام‌اس شهر اهواز که به صورت تصادفی در دو گروه کنترل و تجربی انتخاب شده بودند، با استفاده از دستگاه فورس پلیت اندازه‌گیری شد. آزمودنی‌های گروه تجربی به مدت ۱۲ جلسه، هر هفته سه جلسه ۴۵ دقیقه‌ای به انجام تمرینات پرداختند و گروه کنترل تحت مداخله قرار نگرفتند. داده‌ها با روش تحلیل واریانس مرکب و تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری تحلیل شد ($P \leq 0.05$). نتایج نشان داد کنترل قامت گروه تجربی نسبت به گروه کنترل در نتیجه پروتکل تمرینی چهار هفته‌ای بهبود معناداری یافت. همچنین کنترل قامت گروه تجربی در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون پیشرفت معناداری داشت؛ بنابراین تحقیق حاضر از چارچوب نقطه چالش حمایت کرد و مربیان و کاردرمانان می‌توانند برای انجام مداخلات بالینی مؤثر برای بهبود تعادل و نوسانات قامتی در بیماران ام‌اس پروتکل تمرینی مربوط را به کار برند.

واژه‌های کلیدی

تمرین گام‌برداری، دشواری تکلیف کنترل قامت، مولتیپل اسکلروزیس، نقطه چالش.

مقدمه

بیش از یک قرن است که محققان و پژوهشگران در پی شناسایی موقعیت‌های تمرینی و فرایندهایی هستند که به افزایش عملکرد و تسهیل یادگیری که یکی از اهداف مهم در تحقیقات یادگیری و کنترل حرکتی است، منجر شود (۲۸). استفاده از اصول یادگیری حرکتی از جمله دستکاری ارائه اطلاعات، برنامه‌ریزی تمرین و سطوح کمک‌های فیزیکی، ممکن است روش بهینه‌ای برای بازآموزی مهارت حرکتی، حفظ و انتقال آن در بیماران ضایعات مغزی و نخاعی باشد (۳۶). در این زمینه گواداگنولی و لی^۱ (۲۰۰۴) فرضیه‌ای با عنوان چارچوب نقطه چالش^۲ (CPF) را مطرح کردند که میزان چالش و درگیری بهینه را برای یادگیری حرکتی تعیین می‌کند. براساس این چارچوب نظری اگرچه تمرین یکی از مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر یادگیری است، عوامل دیگری مانند موقعیت تمرینی^۳، دشواری تکلیف^۴ و مهارت آزمودنی، می‌توانند بر بروز یادگیری و ایجاد تبحر تأثیر شایان توجهی بگذارند و یادگیری بیشینه زمانی اتفاق می‌افتد که افراد با سطح چالش بهینه در طول تمرین مواجه شوند (۲۳). بنابراین، CPF یک دیدگاه نظری برای فهم تأثیرات متغیرهای تمرینی (مانند تداخل زمینه‌ای و بازخورد آگاهی از نتیجه) در یادگیری حرکتی است که در آن متغیرهای تداخل ضمنی و بازخورد آگاهی از نتیجه رابطه تنگاتنگی با مهارت یادگیرنده و دشواری تکلیف مورد یادگیری دارند. در حقیقت این چارچوب چندین عامل دخیل در یادگیری را به صورت یک پروتکل واحد نشان می‌دهد (۲۵،۲۷).

در CPF برای درک بهتر مفهوم دشواری تکلیف، این متغیر را به دو عامل دشواری اسمی^۵ و دشواری کارکردی^۶ تقسیم کرده‌اند. دشواری اسمی تکلیف، مقدار ثابتی از دشواری را در زمینه اجراکننده و موقعیت‌های محیطی منعکس می‌کند؛ بنابراین، می‌تواند شامل عواملی مانند نیازهای ادراکی و حرکتی تکلیف باشد. به هر حال، اصطلاح دشواری اسمی فقط ویژگی‌های تکلیف را صرف‌نظر از اجرای شخصی آن یا موقعیتی که تحت آن تکلیف اجرا می‌شود، در برمی‌گیرد (۲۴،۳۴). در مقابل، دشواری کارکردی تکلیف تحت تأثیر عواملی مانند موقعیت‌های تمرینی و سطح مهارت آزمودنی قرار می‌گیرد. برای مثال، وقتی یک تکلیف با دشواری اسمی پایین در یک موقعیت تمرینی با تقاضاهای

-
1. Guadagnoli & lee
 2. Challenge point framework (CPF)
 3. Practice conditions
 4. Task difficulty
 5. Nominal difficulty
 6. Functional difficulty

محیطی پایین (مانند تمرین قالبی یا ۱۰٪ KR) اجرا می‌شود، آن تکلیف دارای دشواری کارکردی پایین است و برعکس. در نهایت زمانی که یک تکلیف با دشواری اسمی پایین در یک موقعیت تمرینی با تقاضاهای بالای محیطی یا یک تکلیف با دشواری اسمی بالا در موقعیت‌های تمرینی با تقاضاهای پایین محیطی تمرین می‌شود، آن تکلیف دارای دشواری کارکردی میانه تکلیف است (۲۶،۲۷). در CPF، نقاط فرضی برای هر فرد با هر سطح مهارت در نظر گرفته می‌شود که این نقاط بیان‌کننده مقادیر بهینه اطلاعات قابل تفسیر برای بروز یادگیری در فرد هستند که نقطه چالش بهینه^۱ نامیده می‌شوند (۲۲،۲۳).

مولتیپل اسکلروزیس بیماری مخرب سیستم عصبی مرکزی است که به تخریب گسترده غلاف میلین^۲، الیگودندروسیت‌ها^۳ و آکسون‌ها^۴ منجر می‌شود (۸،۲۱،۲۴). این بیماری تحت تأثیر ضایعات تخریب میلین در جسم سفید مغز، طناب نخاعی و اعصاب بینایی بروز می‌کند (۳۷). این بیماری در میان افرادی که در مناطق اقلیمی با آب‌وهوای معتدل زندگی می‌کنند، شایع‌تر است (۲۱). آنچه توجه بیش از پیش به این بیماری را دوجندان می‌کند، شیوع رو به رشد آن در سال‌های اخیر است. متأسفانه تعداد زیادی از مردم جهان به این بیماری مبتلا هستند و روزبه‌روز بر تعداد مبتلایان افزوده می‌شود. ۲/۵ میلیون نفر در جهان (۱۶) و در ایران نیز از هر صد هزار نفر ۱۵ تا ۳۰ نفر به این بیماری مبتلا هستند (۴). علائمی مانند راه رفتن غیرطبیعی، اختلال در کنترل قامت و تعادل، ضعف عضلانی، خستگی، اسپاستیسیته^۵، اختلالات حسی، علائم بینایی (۱۱) و اختلالات ثبات وضعیتی^۶ (۴۳) از تظاهرات مهم این بیماری هستند، که بر تمام زوایای زندگی فردی و اجتماعی بیمار اثر می‌گذارند، در نتیجه ام‌اس را به‌عنوان یک بیماری به‌شدت ناتوان‌کننده معرفی می‌کند.

محققان کنترل حرکتی، قامت بدن را شامل کنترل موقعیت بدن در فضا برای دو هدف ثبات و جهت‌یابی بدن تعریف کرده‌اند (۱۳). مؤلفه جهت‌یابی در کنترل قامت به‌منزله توانایی حفظ ارتباط میان قسمت‌های مختلف بدن و همچنین بدن با محیط برای انجام یک تکلیف ویژه تعریف می‌شود. از سوی دیگر، مؤلفه ثبات در کنترل قامت به‌عنوان تعادل تعریف می‌شود که توانایی کنترل توده بدن در ارتباط

-
1. Optimal challenge point
 2. Myelin shee
 3. Oligodendrocyte
 4. Axons
 5. Spasticity
 6. Postural

با سطح اتکا را دارد (۳)؛ بنابراین، تعادل و کنترل قامت در نتیجه تعامل پیچیده میان سیستم‌های عصبی-عضلانی، اسکلتی-عضلانی و اجزای مختلف سیستم حسی از جمله شنوایی و دستگاه دهلیزی و حس عمقی است (۲۰) و همه این سیستم‌ها در بیماری ام‌اس تحت تأثیر قرار می‌گیرند. برای مثال سیستم بینایی دچار تاری، دوبینی و کوری می‌شود (۱۵). آسیب دستگاه دهلیزی که با از بین رفتن غلاف میلین و تشکیل پلاک ایجاد می‌شود، به سرگیجه و نیستاگموس منجر می‌شود (۱۴،۱۸) و اختلال در مسیرهای صعودی حسی به بروز اختلالات حس عمقی و نوسانات قامتی منجر می‌شود (۳۹) و ضعف عضلانی و اسپاسم موجب ناتوانی کنترل تعادل و قامت می‌شود (۳۸،۴۰).

تاکنون استفاده از CPF به‌عنوان یک روش درمانی مناسب برای توانبخشی عصبی و جسمانی در افراد مبتلا به پارکینسون (۳۴) و سکته مغزی (۳۶) بررسی شده است. در تحقیق انلا و کارولی^۱ (۲۰۰۸) که با هدف آزمون پیشگویی‌های چارچوب نقطه چالش در یادگیری حرکتی بیماران پارکینسون به‌وسیله دستکاری دشواری اسمی تکلیف و شرایط و نیازهای شناختی جلسات تمرینی انجام گرفت، ۲۰ فرد مبتلا به این بیماری در دو گروه کنترل و تجربی در دو شرایط تمرینی با نیازهای شناختی ذاتی تمرینی زیاد و کم و دشواری اسمی کم‌وزیاد بررسی شدند. نتایج نشان داد که در شرایط تمرینی با نیازهای شناختی کم در مقایسه با نیازهای شناختی زیاد گروه تجربی یادگیری چشمگیری در تکلیف با دشواری اسمی کم داشتند و در شرایط تمرینی با نیازهای شناختی زیاد بیماران پارکینسونی یادگیری حرکتی خود را در هر دو شرایط دشواری اسمی حفظ کردند. همچنین می‌توان به تحقیق پولاک و همکاران^۲ (۲۰۱۴) با عنوان «استفاده از چارچوب نقطه چالش در آموزش یادگیری حرکتی واکنش‌های گام‌برداری برای بهبود کنترل تعادل در بیماران دچار عارضه سکته مغزی» اشاره کرد. این تحقیق در طول چهار هفته (۱۲ جلسه) انجام گرفت که در هر هفته سه جلسه تمرینی ۴۵ دقیقه‌ای منظور شده بود. هفته‌های اول تمرین به‌صورت قالبی صورت گرفت که متناسب با سطح مهارت آزمودنی‌ها به‌تدریج دشواری تکلیف و شرایط تمرینی تغییر می‌کرد. در پایان این مطالعه موردی که شامل چهار آزمودنی بود، نتیجه گرفته شد که کاربرد اصول یادگیری حرکتی نقطه چالش در بازآموزی واکنش‌های گام‌برداری برای بهبود تعادل بیماران فلج مغزی مؤثر واقع شده است. محققان عنوان کردند که CPF، چارچوب نظری قابل استنادی برای توسعه آموزشی تکلیف عملکردی در توانبخشی اعصاب

1. Onla & Carolee

2. Pollock, Boyd, Hunt & Garland

فراهم می‌آورد. همچنین محققان از این چارچوب به‌عنوان مدلی برای یادگیری مهارت‌های حرکتی در ورزشکاران، رانندگان، بیماران و جراحان و کاردرمانگران استفاده کرده‌اند (۳۲). در حال حاضر بیش از ۵۰ هزار نفر در کشور مبتلا به ام‌اس هستند (۴). با توجه به این مطلب و نبود تحقیقات مشابه داخلی و خارجی در این زمینه و با عنایت به اینکه از اختلال تعادل و کنترل قامت به‌عنوان مهم‌ترین اختلال حرکتی بیماران ام‌اس یاد می‌شود و با علم به اینکه مناسب‌ترین پروتکل تمرینی هم از نظر شیوه تمرین و هم از نظر مدت زمان تمرین بر عملکرد بیماران مبتلا به ام‌اس اطلاعات زیادی در دست نیست، بررسی تأثیر تمرینات واکنش گام‌برداری مبتنی بر چارچوب نقطه چالش بر روی بهبود کنترل قامت این بیماران لازم و ضروری به‌نظر می‌رسد.

روش تحقیق

طرح تحقیق

طرح پژوهش حاضر نیمه‌تجربی و از نوع هدف کاربردی است که به‌صورت پیش‌آزمون-پس‌آزمون همراه با گروه کنترل اجرا شد.

جامعه و نمونه آماری

جامعه آماری شامل بیماران مرد ۲۰ تا ۶۵ ساله مبتلا به ام‌اس با شاخص بیماری^۱ EDSS ۲/۵ تا ۶/۵ انجمن ام‌اس شهر اهواز بود که با بررسی وضعیت بیماران از طریق پرسشنامه محقق‌ساخته، ۴۴ فرد واجد شرایط شرکت در تحقیق بودند که پس از توجیه و هماهنگی با آنها تنها ۳۰ نفر آمادگی خود را برای شرکت در تحقیق اعلام کردند و به‌صورت تصادفی در دو گروه تمرینی و کنترل قرار گرفتند. شایان ذکر است که معیارهای ورود به مطالعه عبارت بود از ابتلا به ام‌اس شناخته‌شده که حداقل یک سال از زمان تشخیص آن گذشته باشد، عدم عود بیماری در یک ماه پیش از شروع طرح و عدم ابتلا به بیماری دیگری (قلبی، عروقی، تنفسی، پوستی، آرتروز و اختلالات شناختی). معیارهای خروج از مطالعه نیز شامل عدم شرکت منظم در جلسات تمرینی، عود بیماری در طول طرح، خستگی بیش‌ازحد (به‌طوری‌که بیمار قادر به انجام تمرینات نباشد و شرکت کردن برای او مضر باشد) یا شرکت در تمرینات ورزشی دیگر و عدم شرکت در جلسات آزمون بود که در نتیجه ۳ نفر از گروه شاهد و ۵ نفر از گروه

1. Expandeddisability status scale

تجربی به دلایل مذکور حذف شدند و در نهایت ۲۲ نفر (۱۰ نفر گروه تمرینی و ۱۲ نفر کنترل) به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند.

ابزار تحقیق

در این تحقیق برای سنجش کنترل قامت از فورس پلیت فورم با سایز ۴۰*۶۰ مدل MIE ساخت آلمان استفاده شد. این دستگاه کنترل قامت را به صورت سرعت جابه‌جایی مرکز فشار، جابه‌جایی مرکز فشار در جهت محور قدامی-خلفی و مرکزی-جانبی و سرعت و طول مسیر جابه‌جایی مرکز فشار اندازه می‌گیرد. مدت زمان قرارگیری بیمار روی صفحه برای ثبت داده‌ها ۳۰ ثانیه بود. آزمون‌ها برای هر بیمار سه بار تکرار شد و میانگین آنها به عنوان داده مورد نظر ثبت شد و برای از بین بردن اثر خستگی بین هر آزمون پنج دقیقه استراحت به بیمار داده شد. اگر هنگام انجام آزمون تعادل بیماری به هم می‌خورد، آزمون دوباره تکرار می‌شد. همچنین، این آزمون در محیطی آرام و کاملاً ایمن از نظر آزمایشگاهی برای انجام هرچه بهتر صورت گرفت.

روند اجرای تحقیق

پس از انتخاب نمونه توضیحات کاملی در مورد اهداف پژوهش و نحوه انجام کار داده شد و پس از اخذ رضایت آزمودنی‌ها، پیش‌آزمون کنترل قامت در جلسه اول به عمل آمد. سپس آزمودنی‌های گروه تجربی به مدت چهار هفته در جلسات تمرین شرکت کردند. مداخله شامل ۱۲ جلسه ۴۵ دقیقه‌ای بود؛ ۹ جلسه به تمرین و ۳ جلسه به آزمون‌گیری اختصاص یافت. طراحی جلسات تمرینی و آزمون براساس طرح تحقیق متقن قبلی (۳۶) به این صورت بود که آزمودنی‌ها در طول تمرین دو بار بلوک ۳۰ کوششی واکنش گام‌برداری در هر جهت با هر پا را انجام دادند (در مجموع ۶۰ کوشش)؛ سهم هر پا در هر جهت ۱۰ کوشش بود. پس از هر ۱۰ کوشش با هر پا به آزمودنی‌ها یک دقیقه استراحت داده شد و پس از تکمیل بلوک اول آزمودنی‌ها ۵ دقیقه استراحت کردند، سپس همین روند را برای پای دوم ادامه دادند. پس‌آزمون یک در پایان هفته دوم (جلسه ششم) و پس‌آزمون دو در پایان هفته چهارم انجام گرفت. تکلیف مورد نظر شامل یادگیری خودمحور واکنش گام‌برداری^۱ (قدم برداشتن برای بازیابی تعادل) در جهات مختلف بود؛ به این صورت که به آزمودنی‌ها آموزش داده شد صاف بایستند و بدن خود را کاملاً شل و راحت نگه‌دارند، سپس به آرامی از مفصل مچ پا (قوزک پا) به هر کدام از سه جهت جلو، عقب و طرفین به گونه‌ای خم شوند که خود را مانند یک موجود بی‌جان (مثلاً درخت) در حال سقوط تصور

1. Stepping reaction

کنند و این کار تا آستانه سقوط ادامه یافت. به محض اینکه آزمودنی‌ها احساس کردند در حال سقوط کردن هستند، تکلیف را متوقف کردند و در صورت لزوم یک یا دو گام اضافی به پهلو یا جلو یا به صورت متقاطع برای حفظ تعادل و برگشت به حالت اولیه برداشتند. نکته شایان توجه اینکه آزمودنی‌ها هنگام اجرای تکلیف نباید از نواحی زانو و لگن خمشی داشته باشند و تنها باید از ناحیه مچ پا تکلیف واکنش‌برداری را انجام دهند (۳۶). یکی از دلایل استفاده از تکلیف واکنش‌گام‌برداری در این تحقیق این بود که در بسیاری از فعالیت‌های روزانه اغتشاش مفصل مچ پا به‌عنوان اولین ناحیه‌ای که برای برگرداندن و حفظ تعادل فرد باید وارد عمل شود، مطرح است (۱) و عملکرد مناسب ناحیه مچ پا و مطرح بودن این ناحیه برای فراهم ساختن حس عمقی مناسب، برای تصحیح قامت و بازگرداندن تعادل از طریق آن و نواحی بالاتر، نقش این ناحیه را به‌عنوان ناحیه‌ای مهم و کلیدی در حفظ تعادل و هماهنگی حرکتی بااهمیت‌تر می‌سازد (۱۰).

تداخل ضمنی و افزایش تدریجی دشواری عملکردی تکلیف؛ در مراحل اولیه آموزش واکنش‌های گام‌برداری به‌صورت تمرین قالبی در هر جهت برای بهینه‌سازی اکتساب مهارت‌های حرکتی صورت گرفت و در مراحل بعدی تمرین تصادفی برای شکل‌گیری یادگیری حرکتی توسعه یافت (۳۶). همچنین، محتوا و زمان‌بندی بازخورد افزوده کلامی درمانگر برای کمک به حل مشکل اولیه و نیز جلوگیری از احتمال تداخل در یادگیری حرکتی همگام با توسعه سطح مهارت طراحی شد. برای تجزیه و تحلیل آماری از میانگین و انحراف معیار به‌عنوان آمار توصیفی استفاده شد.

روش‌های آماری

پیش از بررسی داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلکز برای بررسی توزیع نرمال داده‌ها و از آماره لون برای همگنی واریانس‌ها استفاده شد. سپس از تحلیل واریانس مرکب (۳*۲) برای مشخص کردن تفاوت‌ها در گروه‌های کنترل و تجربی در مراحل مختلف اندازه‌گیری و از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری برای بررسی روند تغییرات درون گروه و از آزمون تعقیبی بونفرونی برای بررسی جایگاه تفاوت‌ها و برای بررسی تفاوت‌های بین‌گروهی در هر یک از مراحل اندازه‌گیری از آزمون تی مستقل استفاده شد. در نهایت، داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ تحلیل شد. آزمون‌های آماری در سطح معناداری ۰/۰۵ تحلیل شد.

یافته‌های پژوهش

به‌منظور بررسی یافته‌های پژوهش با توجه به عدم سطح معناداری آزمون ام باکس ($P=0/981$)، و برابری ماتریس کوواریانس و همچنین، معنادار بودن آزمون کرویت موخلی ($P \leq 0/001$)، شاخص‌های (F) مربوط به اثر گرین هاوس گیسر گزارش شد. علاوه بر این پیش از بررسی تأثیرات بین‌گروهی، برای برابری واریانس‌های خطا از آماره لون استفاده شد. نتایج این آزمون نشان داد که آزمون F برای هیچ‌یک از عامل‌های درون‌گروهی معنادار نیست ($P_{\text{پیش‌آزمون}}=0/09$ ، $P_{\text{پس‌آزمون}}=0/11$ ، $P_{\text{پس‌آزمون}}=0/07$). این مسئله نشان می‌دهد که مفروضه همگنی واریانس در بین گروه‌های متغیر مستقل برقرار است. نتایج تحلیل واریانس مرکب برای چهار مؤلفه کنترل قامت بیماران ام‌اس در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱. نتایج تحلیل واریانس مرکب برای چهار مؤلفه کنترل قامت

متغیر	منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	سطح معناداری	مجذورات
جابه‌جایی قدامی- خلفی COP	زمان اندازه‌گیری	۵/۷۱	۱/۰۴	۵/۴۹	۲۹/۵۲	۰/۰۰۱*	۰/۵۹۶
	گروه	۶/۲۹	۱	۶/۲۹	۴۳/۱۲	۰/۰۰۱*	۰/۶۸۳
جابه‌جایی مرکزی- جانبی COP	زمان * گروه	۲/۷۸	۱/۰۴	۲/۶۷	۱۴/۳۸	۰/۰۰۱*	۰/۴۱۸
	زمان اندازه‌گیری	۲/۲۰	۱/۰۷	۲/۰۴	۸/۵۴	۰/۰۰۷*	۰/۲۹۹
سرعت جابه‌جایی COP	گروه	۶/۶۸	۱	۶/۶۸	۲۵/۲۵	۰/۰۰۱*	۰/۵۵۸
	زمان * گروه	۵/۱۶	۱/۰۷	۴/۸۰	۲۰/۰۶	۰/۰۰۱*	۰/۵۰۱
طول مسیر جابه‌جایی COP	زمان اندازه‌گیری	۰/۰۰۱	۱/۴۳	۰/۰۰۱	۳۹/۳۸	۰/۰۰۱*	۰/۶۶۳
	گروه	۱۳۵۹۳۱۱	۱	۱۳۵۹۳۱۱	۰/۰۵۵	۰/۸۱۷	۰/۰۰۳
طول مسیر جابه‌جایی COP	زمان * گروه	۰/۰۰۱	۱/۴۳	۰/۰۰۱	۳۲/۷۶	۰/۰۰۱*	۰/۶۲۱
	زمان	۱/۱۰	۱/۴۳	۰/۷۶۷	۳۹/۳۸	۰/۰۰۱*	۰/۶۶۳
طول مسیر جابه‌جایی COP	گروه	۰/۰۰۱	۱	۰/۰۰۱	۰/۰۵۵	۰/۸۱۷	۰/۰۰۳
	زمان * گروه	۰/۹۱۷	۱/۴۳	۰/۶۳۸	۳۲/۷۶	۰/۰۰۱*	۰/۶۲۱

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، یافته‌های مربوط به آزمون تحلیل واریانس مرکب نشان داد که اثر اصلی زمان اندازه‌گیری برای مؤلفه جابه‌جایی قدامی- خلفی COP ($\eta^2=0/596$)، $\text{sig}=0/001$ ،

جابه‌جایی مرکزی - جابه‌جایی جانبی COP ($F_{1/21,0,7/49}=8/54$, $\text{sig}=0/07$, $\eta^2=0/299$)، $F_{1/21,0,4/82}=29/52$ ، جابه‌جایی مرکزی - جابه‌جایی جانبی ($F_{1/21,0,4/82}=29/52$ ، $\text{sig}=0/001$ ، $\eta^2=0/663$) و طول مسیر ($F_{1/21,0,4/82}=39/38$ ، $\text{sig}=0/001$ ، $\eta^2=0/663$) معنادار است. همچنین اثر اصلی گروه برای مؤلفه جابه‌جایی قدامی- خلفی ($F_{1/21,0,4/82}=39/38$ ، $\text{sig}=0/001$ ، $\eta^2=0/663$)، جابه‌جایی مرکزی - جابه‌جایی جانبی COP ($F_{2,0,1}=43/12$ ، $\text{sig}=0/001$ ، $\eta^2=0/683$)، اما اثر اصلی گروه برای سرعت جابه‌جایی ($F_{2,0,1}=25/25$ ، $\text{sig}=0/817$ ، $\eta^2=0/003$) معنادار نیست و طول مسیر نیز ($F_{2,0,1}=0/55$ ، $\text{sig}=0/817$ ، $\eta^2=0/003$) معنادار نیست. علاوه بر این، تعامل زمان اندازه‌گیری با گروه برای جابه‌جایی قدامی- خلفی ($F_{1/21,0,7/49}=20/06$ ، $\text{sig}=0/001$ ، $\eta^2=0/501$)، سرعت جابه‌جایی ($F_{1/21,0,4/82}=14/38$ ، $\text{sig}=0/001$ ، $\eta^2=0/621$) و طول مسیر جابه‌جایی ($F_{1/21,0,7/49}=20/06$ ، $\text{sig}=0/001$ ، $\eta^2=0/501$)، $F_{1/21,0,4/82}=32/76$ ، $\text{sig}=0/001$ ، $\eta^2=0/621$) معنادار است. به دلیل اینکه اثر تعاملی (زمان اندازه‌گیری * گروه) معنادار است، از تأثیرات اصلی صرف‌نظر می‌شود. برای بررسی تفاوت‌های بین گروهی در هر یک از مراحل اندازه‌گیری از آزمون تی مستقل استفاده شد که نتایج آن در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲. نتایج آزمون تی مستقل در هر یک از مراحل اندازه‌گیری کنترل قامت بیماران ام‌اس

متغیر	مراحل اندازه‌گیری	مقدار t	درجه آزادی	سطح معناداری
جابه‌جایی قدامی خلفی	پیش‌آزمون	-۱/۳۶	۱۱/۱۵	۰/۰۷
	پس‌آزمون ۱	-۹/۹۴	۱۱/۷۵	۰/۰۰۱
	پس‌آزمون ۲	-۷/۴۰	۲۰	۰/۰۰۱
جابه‌جایی مرکزی- جانبی	پیش‌آزمون	-۱/۰۸	۱۱/۰۰۹	۰/۱۰۲
	پس‌آزمون ۱	-۹/۹۴	۱۱/۴۴۳	۰/۰۰۱
	پس‌آزمون ۲	-۷/۴۰	۲۰	۰/۰۰۱
سرعت جابه‌جایی	پیش‌آزمون	۱/۸۰	۱۱/۷۴	۰/۰۹
	پس‌آزمون ۱	-۸/۷۷	۱۳/۵۱۵	۰/۰۰۱
	پس‌آزمون ۲	۵/۶۱	۱۱/۷۷	۰/۰۰
طول مسیر جابه‌جایی	پیش‌آزمون	۱/۸۰	۱۱/۷۴	۰/۰۹
	پس‌آزمون ۱	-۸/۷۷	۱۳/۵۱۵	۰/۰۰۱
	پس‌آزمون ۲	۵/۶۱	۱۱/۷۷	۰/۰۰۱

همان‌طور که جدول ۲ نشان می‌دهد، بین گروه کنترل و تجربی در پیش‌آزمون مؤلفه‌های مختلف کنترل قامت تفاوت معناداری مشاهده نشد ($P=0/07$)؛ اما اختلاف معناداری در پس‌آزمون اول و دوم

به ترتیب در جابه‌جایی قدامی - خلفی COP ($P = 0/001$ و $P = 0/001$)، جابه‌جایی مرکزی - جانبی COP ($P = 0/001$ و $P = 0/001$)، سرعت جابه‌جایی COP ($P = 0/001$ و $P = 0/001$) و طول مسیر جابه‌جایی COP ($P = 0/001$ و $P = 0/001$) مشاهده شد. علاوه بر این، در گروه کنترل اختلاف معناداری در مراحل زمانی از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون اول و دوم مشاهده نشد ($P = 0/009$). همچنین، نتایج آزمون تحلیل واریانس درون‌گروهی با اندازه‌گیری تکراری روی عامل مراحل اندازه‌گیری با توجه به معنادار نبودن آزمون کرویت موخلی ($P = 0/135$)، نشان داد که تمرینات مبتنی بر چارچوب نقطه چالش موجب بهبود کنترل قامت در بیماران ام‌اس شد ($\eta^2 = 0/856$ ، $\text{sig} = 0/001$ ، $F_{18,2} = 53/65$). برای مشخص کردن جایگاه تفاوت‌های موجود در مراحل اندازه‌گیری از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد که یافته‌های آن در جدول ۳ گزارش شده است.

جدول ۳. یافته‌های آزمون بونفرونی به منظور بررسی جایگاه تفاوت‌های گروه تجربی طی زمان‌های مختلف اندازه‌گیری

متغیر	مراحل (I)	مراحل (J)	اختلاف میانگین	خطای استاندارد	سطح معناداری
جابه‌جایی قدامی - خلفی	پیش‌آزمون	پس‌آزمون ۱	-0/104	0/021	0/003*
	پس‌آزمون ۲	پس‌آزمون ۱	-0/22	0/016	$p \leq 0/001$ *
جابه‌جایی مرکزی - مرکزی	پیش‌آزمون	پس‌آزمون ۱	-0/004	0/011	1/000
	پس‌آزمون ۲	پس‌آزمون ۱	-0/222	0/028	$p \leq 0/001$ *
سرعت جابه‌جایی	پس‌آزمون ۱	پس‌آزمون ۲	0/227	0/025	$p \leq 0/001$ *
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون ۱	0/002	0/000	0/009*
طول مسیر جابه‌جایی	پس‌آزمون ۱	پس‌آزمون ۲	0/01	0/001	$p \leq 0/001$ *
	پس‌آزمون ۱	پس‌آزمون ۲	0/009	0/001	$p \leq 0/001$ *
طول مسیر جابه‌جایی	پیش‌آزمون	پس‌آزمون ۱	0/055	0/014	0/009*
	پس‌آزمون ۲	پس‌آزمون ۱	0/31	0/029	$p \leq 0/001$ *
طول مسیر جابه‌جایی	پس‌آزمون ۱	پس‌آزمون ۲	0/256	0/035	$p \leq 0/001$ *

* در سطح کوچک‌تر از 0/05 معنادار است

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که بین مراحل پیش‌آزمون با پس‌آزمون یک برای مؤلفه جابه‌جایی قدامی - خلفی ($P = 0/002$) و پس‌آزمون دو ($P = 0/001$) و بین مراحل پس‌آزمون یک با پس‌آزمون دو ($P = 0/005$) تفاوت معناداری وجود دارد که این

تفاوت برای سایر مؤلفه‌ها نیز معنادار است که نتایج آن در جدول ۴ گزارش شده است. نتایج تحلیل واریانس درون‌گروهی با اندازه‌گیری تکراری روی عامل مراحل اندازه‌گیری نشان داد که در گروه کنترل تفاوت معناداری وجود ندارد ($F_{1/11, 2/25} = 1/03$, $sig = 0/11$, $\eta^2 = 0/106$).

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر تمرینات مبتنی بر چارچوب نقطه چالش بر کنترل قامت بیماران مولتیپل اسکلروزیس بود. به این منظور کنترل قامت دو گروه تجربی و کنترل ارزیابی شد. نتایج نشان داد که افراد مبتلا به بیماری ام‌اس با ویژگی‌های فردی متفاوت تکلیف با دشواری کارکردی بالا و پایین را در شرایط تمرینی خاص و مقدار تمرین معین کسب می‌کنند. این یافته‌ها با نظریه سیستم‌های پویا در مورد اکتساب مهارت‌های حرکتی که بیان می‌دارد اکتساب مهارت‌های حرکتی تحت تأثیر سه عامل فرد، تکلیف، محیط است، همسوست (عبدالشاهی، فرخی، کاظم‌نژاد، ۱۳۸۵). همچنین با اصول و قوانین چارچوب نقطه چالش گوادگنولی و لی (۲۰۰۴) و یافته‌های چندین مطالعه از جمله جونز و فرنچ^۱ (۲۰۰۷)، پورآذر، عرب عامری (۱۳۹۳) و صباغی، بهپور، حیرانی (۱۳۹۳) که اظهار داشتند عوامل متعددی از جمله سطح دشواری و پیچیدگی تکلیف، برنامه‌ریزی و سطح مهارت اولیه آزمودنی‌ها، مقدار و نوع بازخورد، اکتساب مهارت‌های حرکتی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، همسوست (۲،۴،۵،۶،۷،۹،۱۱،۳۱).

ولی نتایج تحقیقات دل ری و چیواکیس^۲ (۱۹۹۳) و وایل^۳ و همکاران (۲۰۱۱) با نتایج تحقیق حاضر مغایر است (۱۷،۴۳). شاید علت ناهمسو بودن نتایج تحقیق وایل و همکاران (۲۰۱۱) با تحقیق حاضر این باشد که ترکیب واقعی دو شرایط تمرینی (افزایش تداخل ضمنی و کاهش بازخورد افزوده) که به افزایش دشواری عملکردی و تلاش شناختی منجر می‌شود، نمی‌تواند عملکرد و یادگیری را بهبود بخشد. همچنین می‌توان این مسئله را به انگیزه آزمودنی‌ها برای شرکت در تمرینات، مدت زمان تمرین تکالیف و جنسیت آزمودنی‌ها نسبت داد. دلیل ناهمخوانی نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق دل ری و چیواکیس (۱۹۹۳) را می‌توان به تفاوت در نوع تکلیف به کار برده شده، تعداد کوشش‌های مرحله اکتساب

-
1. Jones & French
 2. Del Rey & Shewokis
 3. Will

یا زمان آزمون انتقال یا تفاوت در آزمودنی‌های تحقیق نسبت داد. در تحقیق حاضر آزمودنی‌ها بیماران مبتلا به ام‌اس بودند، درحالی‌که در تحقیق دل ری و چیواکیس آزمودنی‌ها افراد سالم بودند که براساس فرضیات چارچوب نقطه چالش یادگیری تحت تأثیر سه عامل شرایط تمرینی و سطح مهارت آزمودنی‌ها و دشواری تکلیف قرار می‌گیرد. علت ناهمسو بودن این تحقیقات ممکن است ترکیب واقعی دو شرایط تمرینی باشد (افزایش تداخل ضمنی و کاهش بازخورد افزوده) که به افزایش دشواری عملکردی و تلاش شناختی منجر می‌شود و نمی‌تواند عملکرد و یادگیری را بهبود بخشد (۱۷،۴۳).

در پس آزمون یک به‌منظور رعایت پیش‌فرض‌های چارچوب نقطه چالش، بیماران به لحاظ EDSS و درجه ناتوانی در اختلالات حرکتی در جلسات تمرینی ابتدایی به‌عنوان افراد مبتدی در نظر گرفته شدند و تکلیف یکسان واکنش گام‌برداری را به‌صورت قالبی و با فراوانی بازخورد ۵۰ و ۳۰ درصد انجام دادند تا دشواری تکلیف متناسب با سطح مهارت بیماران تنظیم و شرایط تمرینی کم‌تقاضا^۱ ایجاد شود. چنانکه نتایج تحقیقات پیشین به‌خوبی نشان دادند، اگرچه تداخل ضمنی کم و تواتر بازخورد بالا به افزایش عملکرد در مرحله اکتساب منجر می‌شود، ترکیب این دو عامل موجب کاهش یادگیری حداقل در افراد سالم و بدون اختلالات جسمانی می‌شود (۳۴). با این حال به‌دلیل تغییرات شناختی در افراد سالمند یا بیمارانی که از اختلال سیستم عصبی مثل بیماری ام‌اس رنج می‌برند، این نتایج صادق نیست. برای مثال نتایج تحقیق حاضر نشان داد که ارائه بازخورد با تواتر بالا و تداخل ضمنی کم (تمرین قالبی) به بهبود عملکرد بیماران ام‌اس در تمام مؤلفه‌های کنترل قامت منجر شد. نتایج این بخش از تحقیق نیز CPF گوادگنولی و لی (۲۰۰۴) را تأیید می‌کند. براساس CPF برای افراد با سطوح متفاوت مهارتی، سطوح پایین تداخل ضمنی نقطه چالش بهینه‌ای برای افراد مبتدی فراهم می‌آورد که در این نقطه یادگیری بهتر به‌وقوع می‌پیوندد. همچنین نتایج این بخش از پژوهش حاضر با یافته‌های تحقیق انلاو کارولی (۲۰۰۸) و پولاک و همکاران (۲۰۱۴) همخوان است. انلاو کارولی در تحقیقی تأثیر دستکاری شرایط تمرینی (شرایط تمرینی کم‌تقاضا و پرتقاضا) و تغییر دشواری اسمی تکلیف را در افراد مبتلا به پارکینسون و سالم بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که در شرایط تمرینی کم‌تقاضا (تمرین تصادفی و ارائه بازخورد با تواتر بالا) افراد پارکینسونی عملکرد بهتری از افراد سالم داشتند، یعنی زمانی که دشواری کارکردی پایین بود، گروه پارکینسونی عملکرد بهتری نسبت به افراد سالم داشت و زمانی که دشواری کارکردی در سطح متوسط تنظیم شد، یادگیری بیماران پارکینسون نسبت به افراد سالم

1. Low-Demand Practice Condition

کاهش یافت. بنابراین دشواری کارکردی اضافه شده مؤلفه بسیار مهمی در دستیابی به نقطه چالش بهینه برای ایجاد یادگیری بهتر در افراد سالم نسبت به بیماران پارکینسونی است. ترکیب پژوهش در حیطه رفتار حرکتی و توانبخشی عصبی به طور منطقی اثبات می‌کند که عدم ارائه بازخورد برای چندین کوشش یک عامل بالقوه استرس‌زا و چالش‌برانگیز برای یادگیرنده است. بنابراین افراد مبتدی چه در اکتساب و چه در یادداری مهارت‌ها به تواتر بالای بازخورد نیازمندند (۳۵،۳۶).

پس‌آزمون دو در شرایط تمرینی پرتقاضا به لحاظ جسمانی و شناختی یعنی تداخل ضمنی بالا (تمرین تصادفی) و تواتر بازخورد افزوده پایین از آزمودنی‌ها به عمل آمد و نتایج نشان داد پروتکل تمرینی چهارهفته‌ای مبتنی بر چارچوب نقطه چالش بر بهبود کنترل قامت بیماران ام‌اس تأثیرگذار است. CPF تأکید می‌کند ویژگی‌های یادگیرنده و سطح مهارت وی چگونگی پاسخ به شرایط تمرینی متفاوت را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین ممکن است یک شرایط تمرینی برای عملکرد و یادگیری در افراد سالم مفید باشد، ولی همین شرایط تمرینی برای افرادی که دچار اختلالات جسمانی و عصبی مثل بیماری ام‌اس هستند، علاوه بر اینکه با اثر سودمندی همراه نباشد، بلکه سبب افت عملکرد و کاهش یادگیری در این بیماران شود. با توجه به توضیحات مذکور به نظر می‌رسد بهبود اختلالات حرکتی بیماران ام‌اس در پس‌آزمون دوم شاید به این دلیل باشد که سطح مهارت بیماران در انجام تکلیف واکنش گام‌برداری نیز بهبود پیدا کرده است، اگرچه دشواری تکلیف افزایش یافته است (۳۴،۳۶). همچنین در CPF، مشخص شده که در مقایسه با تمرین قالبی، تمرین تصادفی دشواری کارکردی را بیشتر افزایش می‌دهد، بنابراین در این چارچوب برای حل این مشکل پیشنهاد شده که برای تکالیف با سطوح متفاوت دشواری اسمی، مزیت تمرین تصادفی در مقابل تمرین قالبی، برای یادگیری تکالیف با دشواری اسمی پایین‌تر، بیشتر باشد و برای تکالیف با دشواری اسمی بالاتر، این مزیت‌ها کمتر است. همچنین برای افراد با سطوح متفاوت مهارتی، سطوح پایین تداخل ضمنی برای افراد مبتدی و سطوح بالای تداخل ضمنی برای افراد ماهر بهتر است. این بخش از نتایج نیز با نتایج تحقیق انلاو کارولی (۲۰۰۸) همخوان است. براساس نتایج تحقیق آنها در شرایط تمرینی تصادفی و کاهش تواتر بازخورد عملکرد بیماران پارکینسونی بهبود یافت. انلاو و کارولی بیان کردند سازوکار این یادگیری در بیماران پارکینسون شفاف و واضح نیست و ممکن است با مکانیسم یادگیری افراد سالم متفاوت باشد و گزارش کردند که عقده‌های قاعده‌ای نقش مهمی در تغییر تکلیف دارد. همچنین حلقه بازخورد انشعابات جسم مخطط در نشانه‌گذاری درونی اجرا و راه‌اندازی مهارت حرکتی ضروری است. بنابراین یک برنامه تمرین

تصادفی به همراه کاهش فراوانی بازخورد ممکن است به طور مستقیم بر تغییر تکلیف و نشانه گذاری های درونی مهارت در بیماران پارکینسون چالش ایجاد کند که با تکرار فراوان این تکلیف به یادگیری بهتر بینجامد. شاید دلیل این نتیجه بهبود کارکرد مخچه در نتیجه پروتکل تمرینی واکنش گام برداری است. از آنجا که تکلیف واکنش گام برداری با الزامات شناختی و جسمانی ذاتی خود می تواند هماهنگی حرکتی را افزایش دهد، از وظایف مهم مخچه هماهنگی حرکتی است (۳۴). همچنین نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق پولاک و همکاران (۲۰۱۴) همخوان است، چراکه در تحقیق پولاک و همکاران در نتیجه اتخاذ پروتکل تمرینی براساس چارچوب نقطه چالش تعادل افراد مبتلا به سکتۀ مغزی بهبود یافت. آنها علت این بهبود را تأثیرگذار بودن پروتکل تمرینی بر قدرت اندام تحتانی و اعتماد به نفس بیماران سکتۀ مغزی می دانستند، چراکه افزایش قدرت و اعتماد به نفس به کاهش خطر سقوط در افراد مبتلا به سکتۀ مغزی منجر می شود. براساس نتایج تحقیق پولاک و همکاران (۲۰۱۴)، مشابه تحقیق مذکور می توان علت بهبود اختلالات حرکتی بیماران ام اس در نتیجه تمرین تکلیف را در افزایش قدرت اندام تحتانی و افزایش اعتماد به نفس دانست، چراکه از دلایل کاهش تحرک در بیماران ام اس کاهش قدرت اندام تحتانی است که به اختلال در تعادل و راه رفتن منجر می شود و همین اختلال مشکلات ثانویه از جمله افسردگی و کاهش امید به زندگی را به همراه دارد (۳۶).

بین پس آزمون دو با پس آزمون یک تفاوت معناداری در کنترل قامت بیماران ام اس مشاهده شد که از دیگر نتایج این تحقیق است. این نتایج نیز از چارچوب نقطه چالش پیروی می کند، چراکه با توجه به سطح مهارت آزمودنی ها شرایط تمرین به شکل تصادفی تنظیم شد تا دشواری کارکردی افزایش یابد. همچنین بازخورد افزوده کاهش یافت که با نتایج تحقیق پولاک و همکاران (۲۰۱۴) و انلاو کارولی (۲۰۰۸) همخوان است (۳۴،۳۶).

مطالعات مختلف بر روی صفحه نیرو نشان داده اند که تعادل و کنترل قامت تنها یک پاسخ واکنشی به تحریک حسی نیست، بلکه کنترل تعادل و قامت، یک فعالیت سازمان یافته از طریق سیستم عصبی مرکزی است که در تمامی فعالیت های واکنشی یا از پیش تعیین شده انجام می گیرد و توسط تجربیات و اهداف حرکتی قبلی می تواند تغییر یا تطابق یابد و به عنوان یک مهارت از طریق آموزش و تمرینات مناسب بهبود پیدا کند. بنابراین علت مؤثر بودن پروتکل تمرینی مبتنی بر چارچوب نقطه چالش بر کنترل قامت بیماران ام اس شاید ماهیت این تمرینات و آموزش و یادگیری حفظ موقعیت بدن باشد، زیرا این تمرینات تأکید زیادی بر زمان بندی و توالی انجام حرکات دارد، و وظیفه زمان بندی و توالی انجام

حرکات یا به عبارتی هماهنگی حرکات بر عهده مخچه است (۱۱)؛ یعنی در واقع فرد براساس یادگیری و تجربیاتی که در دوره تمرینی کسب می‌کند سیستم‌های حسی حرکتی‌اش را به‌منظور ارائه پاسخ‌های مناسب برای کنترل قامت آماده می‌کند.

اگرچه پژوهش حاضر نمی‌تواند بر تأثیرگذاری قطعی چارچوب نقطه چالش بر بهبود توانایی بیماران ام‌اس نتیجه‌گیری کند، نتایج مثبت این تحقیق مانند یافته مطالعات قبلی در زمینه بیماری پارکینسون (۳۴) و سکنه مغزی (۳۶) می‌تواند پروتکل تمرینی مناسب و ایمنی برای جبران ناتوانی‌های جسمی و روانی افراد مبتلا به ام‌اس فراهم آورد.

محققان پیشنهاد می‌کنند که درمانگران و مربیان در طراحی و برنامه‌ریزی برنامه‌های تمرینی برای انجام مداخلات بالینی سازنده و کارساز برای افزایش تحرک، در بیماران ام‌اس و سایر بیماری‌هایی که از اختلال تعادل و نوسانات قامتی رنج می‌برند، اصول CPF را پیروی کنند؛ و مطالعه در سطح گسترده‌تر و روی زنان مبتلا به ام‌اس انجام گیرد تا تفاوت جنسیت در آن آشکار شود.

تقدیر و تشکر

محققان، مراتب تشکر خود را از همکاری آقایان قطبی، صائمی، ملکی و خانم ندامت و انجمن ام‌اس شهر اهواز و تمام بیمارانی که ما را در انجام این تحقیق یاری کردند، اعلام می‌دارند.

منابع و مأخذ

۱. زارعی، پرویز؛ عنبریان، مهرداد؛ صادقی مهر، محسن؛ فرهپور، نادر (۱۳۸۸). «شناسایی استراتژی کنترل تعادل، در اجرای بالانس روی پارالل»، پژوهش در علوم ورزشی، ش ۲۳، ص ۴۰-۲۵.
۲. پورآذر، مهدی؛ حمایت‌طلب، رسول؛ عرب عامری، الهه. (۱۳۹۳). «مقایسه تواتر بازخورد خودکنترلی و آزمونگر کنترلی بر یادگیری یک مهارت پرتابی در کودکان مبتلا به فلج مغزی»، نشریه رشد و یادگیری حرکتی، دوره ۶، ش ۳، ص ۲۹۲-۲۷۱.
۳. شمس، امیر؛ اصلانخانی، محمدعلی؛ عبدلی، بهروز؛ عشایری، حسن؛ نمازی‌زاده، مهدی (۱۳۹۳). «تأثیر دستکاری سیستم‌های بینایی، حسی عمقی و دهلیزی بر کنترل پاسچر پسران ۱۶ - ۴ سال»، مجله دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، دوره ۱۶، ش ۳، ص ۲۳-۲۲.

۴. شمس، آتنا؛ طاهری؛ حمیدرضا؛ نیکخواه، کریم (۱۳۹۳). «تأثیر هشت هفته برنامه تمرینی منتخب همراه با دستورالعمل‌های توجهی بر سرعت راه رفتن بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس»، مجله علوم پزشکی مشهد، دوره ۵۷، ش ۹، ص ۹۶۹-۹۷۵.
۵. شهابی کاسب، محمدرضا؛ نمازی‌زاده، مهدی؛ واعظ موسوی، محمدکاظم (۱۳۹۱). «تأثیر شرایط تمرینی مختلف (تعامل سازماندهی و توزیع‌پذیری تمرین)، ویژگی‌های فردی و سطح دشواری تکلیف بر تعیین مقدار تمرین (تکرار، گذشت زمان) برای اکتساب مهارت حرکتی ظریف»، دوفصلنامه پژوهش در مدیریت ورزشی و رفتار حرکتی، سال دوم دهم پیاپی، ش ۳، ص ۵۴-۳۶.
۶. عبدالشاهی، مریم؛ فرخی، احمد؛ کاظم‌نژاد، انوشیروان (۱۳۸۵). «اثر تداخل ضمنی در یادگیری مهارت‌های یکسان و متفاوت بدمینتون»، فصلنامه المپیک، ش ۱، ص ۱۸-۷.
۷. صباغی، ایوب؛ بهپور، ناصر؛ حیرانی، علی (۱۳۹۳). «اثر تداخل زمینه‌ای و نوع ارائه بازخورد (خودکنترلی و جفت‌شده) بر مراحل مختلف یادگیری مؤلفه پارامتر در کودکان»، نشریه رشد و یادگیری حرکتی، دوره ۶، ش ۱، ص ۵۶-۳۷.
۸. محمدی، حمید (۱۳۹۱). تأثیر تمرینات در آب روی برخی اختلالات حرکتی بیماران مرد ام‌اس مبتلا به آتاکسیک، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز، ص ۳۷-۱۵.
۹. نصری، لاله؛ بهرام، عباس؛ حمایت‌طلب، رسول (۱۳۹۳). «تأثیر کاهش فراوانی نسبی بازخورد و نوع تمرین بر یادگیری برنامه حرکتی تعمیم‌یافته در یک تکلیف زمان‌بندی متوالی»، پژوهشنامه مدیریت ورزشی و رفتار حرکتی، دوره ۲۰، ش ۱۰، ص ۲۲-۱۵.
۱۰. واثق‌نیا، اشرف؛ ابراهیمی تکامجانی، اسماعیل؛ صراف‌زاده، جواد (۱۳۸۷). مقایسه تأثیر ارتفاع پاشنه بر روی شاخص‌های حفظ تعادل»، مجله علوم پزشکی رازی، ج ۱۵، ص ۱۹۸-۱۸۷.
۱۱. یزدانی، مهدی؛ حمایت‌طلب، رسول؛ شیخ، محمود؛ اعتمادی‌فر، مسعود (۱۳۹۲). «تأثیر یک دوره تمرین در آب بر تعادل بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس»، پژوهش در علوم توانبخشی، ص ۱۴۳-۱۵۲.

12. Akizuki, K., & Ohashi, Y. (2013). "Changes in Practice Schedule and Functional Task Difficulty: a Study Using the Probe Reaction Time Technique". *Journal of physical therapy science*, 25(7), pp: 827.

13. Burton, A. W. and Davis, W.E. (1992). "Assessing balance in adapted physical education: fundamental concepts and applications". *Adapted physical activity quarterly (APAQ)*. 9(1). PP:14-46.

14. Blank, T., Nijholt, I., & Spiess, J. (2004). "Molecular determinants mediating effects of acute stress on hippocampus-dependent synaptic plasticity and learning". *Molecular neurobiology*, 29(2), pp:131-138.
15. Cameron, M. H., & Lord, S. (2010). "Postural control in multiple sclerosis: implications for fall prevention" *Current neurology and neuroscience reports*, 10(5), pp:407-412.
16. DeBolt, L. S., & McCubbin, J. A. (2004). "The effects of home-based resistance exercise on balance, power, and mobility in adults with multiple sclerosis". *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 85(2), pp: 290-297.
17. Del Rey, P., & Shewokis, P. (1993). "Appropriate summary KR for learning timing tasks under conditions of high and low contextual interference". *Acta Psychologica*, 83, pp: 1-12.
18. De Souza, L. H. (1984). "A different approach to physiotherapy for multiple sclerosis patients". *Physiotherapy*, 70(11), 429-432.
19. Domingo, A., & Ferris, D. P. (2009). "Effects of physical guidance on short-term learning of walking on a narrow beam". *Gait & posture*, 30(4), pp: 464-468.
20. Frzovic, D., M.E. Morris, & L. Vowels. (2000). "Clinical tests of standing balance: performance of persons with multiple sclerosis". *Arch Phys Med Rehabil*, 81(2), pp: 215-221.
21. Longo, D., Fauci, A., Kasper, D., & Hauser, S. (2011). "Harrison's Principles of Internal Medicine 18th edition". McGraw-Hill Professional.
22. Guadagnoli, M.A., P. Morin, and A. Dubrowski, "The application of the challenge point framework in medical education". *Medical Education*, 2012 46: pp. 447-453.
23. Guadagnoli, M., Morin, M. P., & Dubrowski, A. (2012). "The application of the challenge point framework in medical education". *Medical education*, 46(5), pp:447-453.
24. Gutierrez, G., Chow, J., Tillman, M., McCocy, s., castellano, v., & white, l. (2005). "resistance training improve gait kinematic in persons with multiple sclerosis". *Arch Phys Med Rehabil*, 86, pp:1824-1829.
25. Guadagnoli, M., & Aylsworth, B. (2013). "Efficiency in Transfer from the Anchored to Standard Golf Putter". *International Journal of Sports Science and Coaching*, 8(4), pp: 755-768.
26. Guadagnoli, M. A., & Bertram, C. P. (2015). "Optimizing Practice for Performance Under Pressure". *IJGS*, 3(2), pp:32-45
27. Guadagnoli, M., & Lindquist, K. (2007). "Challenge point framework and efficient learning of golf." *International Journal of Sports Science and Coaching*, 2(Supplement 1), pp: 185-197.
28. Han, D. W., & Shea, C. H. (2008). "Auditory model: Effects on learning under blocked and random practice schedules". *Research quarterly for exercise and sport*, 79(4), pp: 476-486.
29. Han, L., & Rong, J. (2013, August). "Research of the Contextual Interference and Augmented Feedback on Golf Putting Skills". In 2013 International Workshop on

- Computer Science in Sports. Atlantis Press.
30. Heinrichs, S. C. (2003). "Modulation of social learning in rats by brain corticotropin-releasing factor". *Brain research*, 994(1), pp: 107-114.
 31. Jones, LL. French, KE. (2007). "Effects of contextual interference on a acquisition and retention of three Volleyball skills" *Perceptual motor skills*. 105, pp: 883-892
 32. Hitchcock, E. R., & Mcallister Byun, T. (2015). "Enhancing generalisation in biofeedback intervention using the challenge point framework: A case study". *Clinical linguistics & phonetics*, 29(1), pp: 59-75.
 33. Krause, D., Brüne, A., Fritz, S., Kramer, P., Meisterjahn, P., Schneider, M., & Sperber, A. (2014). "Learning of a golf putting task with varying contextual interference levels induced by feedback schedule in novices and experts" 1. *Perceptual & Motor Skills*, 118(2), pp:384-399.
 34. Onla-or, S. P., & Winstein, C. J. (2008). "Determining the optimal challenge point for motor skill learning in adults with moderately severe Parkinson's disease" *Neurorehabilitation and neural repair*. The American Society of Neurorehabilitation. pp385-395
 35. Lucchinetti, C., Bruck, W., Parisi, J., Scheithauer, B., Rodriguez, M., & Lassman, H. (2000). "Heterogeneity of multiple sclerosis lesions: implications for the pathogenesis of demyelination" *Annals of neurology*, 47(6), pp: 707-717.
 36. Pollock, C. L., Boyd, L. A., Hunt, M. A., & Garland, S. J. (2014). "Use of the challenge point framework to guide motor learning of stepping reactions for improved balance control in people with stroke: a case series". *Physical therapy*, 94(4), pp: 562-570.
 37. Prasad, K. N., Mishra, A. M., Gupta, D., Husain, N., Husain, M., & Gupta, R. K. (2006). "Analysis of microbial etiology and mortality in patients with brain abscess" *Journal of Infection*, 53(4), pp:221-227.
 38. Porosińska, A., Pierzchała, K., Mentel, M., & Karpe, J. (2010). "Evaluation of postural balance control in patients with multiple sclerosis—effect of different sensory conditions and arithmetic task execution. A pilot study" *Neurologia i neurochirurgia polska*, 44(1), pp:35-42.
 39. Soyuer, F., Mirza, M., & Erkorkmaz, Ü. (2006). "Balance performance in three forms of multiple sclerosis" *Neurological research*, 28(5), 555-562.
 40. Salavati, M., Negahban, H., Mazaheri, M., Soleimanifar, M., Hadadi, M., Sefiddashti, L.,... & Feizi, A. (2012). "The Persian version of the Berg Balance Scale: inter and intra-rater reliability and construct validity in elderly adults" *Disability and rehabilitation*, 34(20), pp: 1695-1698.
 41. Sanli, E. A., & Lee, T. D. (2015). "Nominal and functional task difficulty in skill acquisition: Effects on performance in two tests of transfer" *Human movement science*, 41, pp:218-229.
 42. Silkwood-Sherer, D., & Warmbier, H. (2007). "Effects of hippotherapy on postural stability, in persons with multiple sclerosis: a pilot study". *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 31(2), 77-84.
 43. Wu, W. F., Young, D. E., Schandler, S. L., Meir, G., Judy, R. L., Perez, J., & Cohen, M. J.

(2011)"Contextual interference and augmented feedback: is there an additive effect for motor learning?" Human movement science, 30(6), pp:1092-1101.