



Original Article

The Effect of Focus of Attention Types on Anticipatory Motor Planning and its Relation to Executive Function in People with MS

Pegah Abedi¹, Shahzad Tahmasebi Boroujeni² , Mehdi Shahbazi³

1. MS in Motor Control and Learning, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran
2. Associate Professor, Department of Motor Behavior and Sport Psychology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran
3. Professor, Department of Motor Behavior and Sport Psychology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran

Received: 2020/03/24, Revised: 2020/09/06, Accepted: 2020/09/15

*Corresponding Author: Shahzad Tahmasebi Boroujeni, Tel: 09124830304, E-mail: shahzadtahmaseb@ut.ac.ir

How to Cite: Abedi, P; Tahmasebi Boroujeni, Sh; & Shahbazi, M. (2025). The Effect of Focus of Attention Types on Anticipatory Motor Planning and its Relation to Executive Function in People with MS. *Motor Behavior*, 16(58), 17-36. In Persian.

Extended Abstract

Background and purpose

The end state comfort (ESC) effect represents an efficiency constraint in anticipatory motor planning (1,2). Although healthy people usually avoid uncomfortable postures at the end of goal-directed movements, newer studies revealed that sensitivity of children and people with different deficits for ESC is not fully in place before the age of 10 (3). In this matter, it is surprising that nothing is known about development of the ESC effect in multiple sclerosis. Type of cognitive deficits commonly seen in multiple sclerosis have been well characterized (4). Attention deficits are known to be present early in the disease. Further cognitive impairments in information processing speed, attention and executive functioning are widely reported in these patients (5). A number of researchers suggest that the acquisition of intellectual and perceptual – motor skills in general and more specifically the sensitivity for ESC and executive function is closely linked to the development of higher cognitive capacities (6). Therefore, this study was conducted with the aim of the impact of type of attention on anticipatory motor planning and its relation to deficit of executive function in people with MS.

Materials and Methods

The statistical sample of this study was 30 patients (Multiple Sclerosis) with mean age of 34 in Tehran province with an average disability rate of 4-6 who were randomly selected. In order to investigate the anticipatory motor planning and end state comfort effect, a Bar – transport task was used. A wooden bar, 20 cm long and 2.5 m in diameter with one white and the other side black and two targets for cylinder placement. The participants performed in an unimanual and a bimanual version of the



bar-transport task (9 Trials). Participants started the experiment in an upright standing position, with both hands placed besides their body, and both palms facing their upper legs, 10 cm away from the table. They were instructed to securely grasp the bar with their preferred hand and (either the black or the white end) into the target hole, and to then put their hands back to their sides and wait for the new instruction. To prevent the effects of sequencing on task to a subgroup, the three focus groups were designed, namely internal, external, and non- instructional. Interventions in the internal attention focused on the thumb and in the external attention on the Bar. There were no familiarization trials prior to testing. Importantly, participants were never constrained in their grip selection. They were free to reach for the bar using either an overhand or an underhand grip. Typically, the entire experiment lasted between 5 and 10 min. A video camera was placed beside the table, digitally recording the whole experiment for subsequent analysis of individual grip choice. After that, all of patients performed the Stroop and Weksler test (7). Besides, the patients completed a short questionnaire, asking for handedness, executive function (EF), movement limitations, and number of days of physical activities for at least 60 min a day over the last week.

Results

Analysis of variance with repeated measure was used to investigate the effect of different types of focus on anticipatory motor planning. The results showed that external focus in the bimanual task led to an increase in comfortable end state, and non-instructional effort resulted in better internal focus as well as Stroop test score, executive function and Weksler test with most project conditions and tasks. In addition, the results of Pearson correlation coefficient test showed that there was a significant negative relationship between Stroop test score and executive functions with predictive planning in different bimanual and bimanual tasks in all focus conditions. Moreover, there was a significant positive relationship between the scores of the number-calling test and the predictive projection in the bimanual and different bimanual tasks across all attentional conditions.

Conclusion

The purpose of the present study was to investigate the impact of type of attention and its relation to deficit of executive function in people with MS. In general, there is broad evidence for motor performance deficits in multiple sclerosis (5, 8) including movements that rely on the interaction of cognitive and motor systems. These motor performance deficits are often attributed to a general slowing and structural changes in brain and accompanied by decreasing cognitive capacities for task performance (9). In this regard, it can be expected that ESC planning performance declines in multiple sclerosis, because cognitive processes contribute to the generation of appropriate motor plans (10). For children, it has been argued that the development of motor planning skills relates to the development of cognitive skills (11). Hence, the interdependencies between the development of higher cognitive skills and the maturation of anticipatory motor planning skills may be stronger than what has been assumed in the past (12, 13). These and other cognitive skills are supported by a number of executive functions, such as cognitive flexibility, goal setting, attentional control and information processing (14). Considering the wide role of cognitive factors in motor planning and quality of life of these people and confirmation of the shortcomings of anticipatory motor planning in MS, it is suggested that the priority should be given to cognitive and motor strategies which can improve the cognitive deficits and help these people to have more active participation in society.

Keywords: Anticipatory Motor Planning, End State Comfort (ESC), Multiple Sclerosis, External and Internal Focus Attention, Executive Function (EF), Attention Deficit, Motor Planning



تأثیر انواع کانون توجه بر طرح‌ریزی حرکتی پیش‌بینانه و ارتباط آن با کارکردهای اجرایی در افراد مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس

پگاه عابدی^۱، شهزاد طهماسبی بروجنی^۲ , مهدی شهبازی^۳

۱. کارشناس ارشد، یادگیری و کنترل حرکتی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲. دانشیار، گروه رفتار حرکتی و روان‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳. استاد، گروه رفتار حرکتی و روان‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۱/۰۵، تاریخ اصلاح: ۱۳۹۹/۰۶/۱۶، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۲۵

*Corresponding Author: Shahzad Tahmasebi Boroujeni, Tel: 09124830304, E-mail: shahzadtahmaseb@ut.ac.ir

How to Cite: Abedi, P; Tahmasebi Boroujeni, Sh; & Shahbazi, M. (2025). The Effect of Focus of Attention Types on Anticipatory Motor Planning and its Relation to Executive Function in People with MS. Motor Behavior, 16(58), 17-36. In Persian.

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر کانون توجه درونی و بیرونی بر طرح‌ریزی حرکتی پیش‌بینانه افراد مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس انجام شد. سی بیمار مبتلا به MS (میانگین سنی 43 ± 34 سال، $EDSS = 4-6$) از انجمن ام‌اس تهران در این پژوهش شرکت داشتند. از تکلیف انتقال استوانه برای طرح‌ریزی حرکتی پیش‌بینانه استفاده شد. شرکت‌کنندگان در سه شرایط کانون توجه درونی، بیرونی و بدون کانون توجه به صورت تک‌دستی و دودستی یکسان و متفاوت قرار گرفتند. اعمال مداخله در کانون توجه درونی، متمرکز کردن حواس بر شست دست و در توجه بیرونی بر استوانه چوبی ابزار بود. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های مکرر نشان داد کانون توجه بیرونی در تکلیف دودستی متفاوت، موجب افزایش حالت راحت پایانی در مقایسه با وضعیت کانون توجه درونی ($P = 0.001$) و وضعیت بدون مداخله کانون توجه ($P = 0.006$) شد؛ با این حال، در تکالیف یک‌دستی و دودستی یکسان، تفاوت معناداری بین وضعیت‌های مختلف کانون توجه وجود نداشت ($P \geq 0.05$). همچنین نتایج آزمون ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که بین نمره آزمون استروپ و کارکردهای اجرایی با طرح‌ریزی پیش‌بینانه در تکالیف دودستی یکسان و دودستی متفاوت در تمام شرایط کانون توجهی، ارتباط منفی و معنادار وجود داشت. همچنین بین نمرات آزمون فراخنای اعداد با طرح‌ریزی پیش‌بینانه در تکالیف دودستی یکسان و دودستی متفاوت در تمام شرایط کانون توجهی ارتباط مثبت و معنادار وجود داشت.

واژگان کلیدی: طرح‌ریزی حرکتی پیش‌بینانه، حالت راحت پایانی، مولتیپل اسکلروزیس، کانون توجه درونی، کانون توجه بیرونی.



مقدمه

بیشتر فعالیت‌های روزمره (دست‌رسی به اشیاء، پیاده‌روی، رانندگی و...) به توانایی فرد برای برنامه‌ریزی قبل از شروع حرکات و در نظر گرفتن قیود موقعیت بستگی دارد. این قیود به یک اندازه مهم نیستند و براساس میزان اهمیت، سلسله‌مراتبی از قیود را به وجود می‌آورند (۱)؛ در نتیجه پژوهشگران نه تنها به دنبال شناسایی قیود انتخاب عمل هستند، بلکه باید میزان اهمیت این قیود را نیز بررسی کنند (۲). یکی از محدودیت‌های انتخاب حرکت که به تازگی به آن توجه شده است، اثر حالت راحت پایانی^۱ نام دارد. این پدیده بیانگر نوعی استراتژی است که سبب حالت راحت دست‌ها و بازوها در انتهای حرکت می‌شود (۳). اثر حالت راحت پایانی یک ابزار مناسب برای مطالعه طرح‌ریزی حرکتی اولیه و ثانویه فراهم می‌کند و به وسیله تکالیف متعدد بررسی می‌شود (۴). منظور از برنامه‌ریزی اولیه، نشان دادن تنظیمات ابتدایی برای گرفتن اشیاء است (۵). معمولاً پذیرفته شده است که اقدامات حرکتی ما برای رسیدن به اهداف مدنظر برنامه‌ریزی شده است؛ به عنوان مثال، دست‌رسی افراد به یک شیء به هدف نهایی آن عمل بستگی دارد؛ بنابراین طرح‌ریزی حرکتی پیش‌بینانه را می‌توان به عنوان یک فرایند تعریف کرد که فرد حرکت خاصی را از میان تعداد روش‌های بی‌نهایت (درجات آزادی متعدد) برای رسیدن به اهداف کنونی خود انتخاب می‌کند (۶). در سیزده مطالعه این اثر در کودکان سنین ۱/۵ تا ۱۴ سال بررسی شده است، ولی نتایج این مطالعات به دلیل تفاوت سنی کودکان و نوع ابزار استفاده شده متناقض است؛ برای مثال، در مطالعه آدالبجورسون^۲ و همکاران نتایج نشان داد که تنها ۲۷/۵ درصد از کودکان به حالت راحت پایانی حساسیت نشان دادند و تفاوتی بین کودکان سنین مهدکودک (دو تا سه سال) و پیش‌دبستانی (چهار تا پنج سال) وجود نداشت (۲). نتایج پژوهش رودریگز^۳ و همکاران حاکی از آن است که طرح‌ریزی حرکتی پیش‌بینانه با افزایش سن بهبود می‌یابد. طبق مطالعه آن‌ها، تنها ۱۸ درصد از کودکان سه ساله، ۴۵ درصد از کودکان چهار ساله و ۶۷ درصد از کودکان پنج ساله طرح‌ریزی حرکتی پیش‌بینانه نشان دادند. همچنین ماهیت توسعه پدیده طرح‌ریزی حرکتی در کودکان چهار تا ده ساله تخمین زده شد که نتایج طرح‌ریزی حرکتی پیش‌بینانه در افراد با اختلالات مختلف حاکی از نقص برنامه‌ریزی این افراد است.

یکی از عوامل مؤثر بر طرح‌ریزی حرکتی، کارکردهای اجرایی است. کارکردهای اجرایی توانایی‌های شناختی سطح بالاتر هستند که رفتارهای هدف‌مدار را کنترل و تنظیم می‌کنند. این کارکردها مبتنی بر مؤلفه‌های شناختی مانند توجه، برنامه‌ریزی، آغازگری، بازداری فرآیندها و اطلاعات، انعطاف‌پذیری شناختی و نظارت بر عملکردها و اقدامات چندگانه هستند. کارکردهای اجرایی به عملکرد مغز به خصوص به عملکرد لوب پیش‌پیشانی مغز وابسته‌اند و دربرگیرنده مجموعه‌ای از فرایندها و فعالیت‌های عالی مغز هستند که به طور مستقل اما هماهنگ، مسئولیت کنترل، نظم‌دهی، هدایتگری رفتار فرد را به عهده دارند (۷). براساس نظریه لوریا^۴، مغز انسان از سه واحد کارکرد اساسی تشکیل شده است که به صورت برهم‌کنشی با هم ارتباط دارند (۸).

یکی از عواملی که به نقص در کارکردهای اجرایی منجر می‌شود، بیماری مولتیپل اسکلروزیس^۵ (MS) است. این نقص‌ها بین ۴۳ تا ۷۰ درصد در گسترش ناتوانی‌های افراد مبتلا به این بیماری مؤثرند (۹). حوزه‌های شناختی دچار اختلال در بیماران

1. End State Comfort effect (ESC)

2. Adalbjornsson

3. Rodriguez

4. Loria

5. Multiple Sclerosis

مبتلا به ام‌اس عبارت‌اند از: عملکرد حرکتی، ادراک، زبان، یادگیری و کارکردهای اجرایی (۸). مطالعات متعددی کارکردهای اجرایی را در بیماران مبتلا به ام‌اس و افراد سالم مقایسه کرده‌اند. نتایج آم‌آری بیماران مبتلا به ام‌اس نشان داد فرایند تخریب غلاف میلین رشته‌های عصبی در لوب‌های پیشانی و پس‌سری پیشرفت بیشتری دارد (۱۰). همچنین با توجه به پژوهش استکووا^۱ و همکاران، تحلیل تالاموس، تخریب میلین و تحلیل نورون‌های خاکستری در تصاویر مغزی افراد مبتلا دیده شد که دلیلی بر نقایص شناختی آن‌ها می‌تواند باشد (۱۱). همچنین رابطه بین کارکردهای اجرایی با مخچه با شواهد گسترده‌ای حمایت شده است؛ بنابراین با توجه به آسیب مخچه که باعث مشکل تعادل در این بیماران می‌شود، آسیب در این ناحیه نیز می‌تواند نقص کارکردهای اجرایی را به همراه داشته باشد.

نقص توجه و اجرا از نشانه‌های ناتوانی در بیماران مبتلا به ام‌اس است که با مکانیسم‌های قطع ارتباطات در شبکه مغزی همراه است. تغییرات در اتصال ساختاری مغز در بیماران مبتلا به ام‌اس ارتباط ویژه‌ای با نقص توجه و عملکرد اجرایی آن‌ها دارد. کاهش عملکرد تکالیف شناختی (از قبیل توجه، پردازش اطلاعات و بازیابی حافظه و...) ممکن است تغییرات در فعالیت و ساختار مغز را منعکس کند (۱۲). اختلال عملکرد شناختی در ۴۰ تا ۷۰ درصد از بیماران مبتلا به ام‌اس وجود دارد. اختلال عملکرد شناختی در بیماری ام‌اس با مکانیسم‌های قطع ارتباط مربوط به کانون‌ها و انتشار آسیب‌های ریز ساختاری پراکنده در بخش‌های استراتژی ماده سفید درگیر در فرایندهای شناختی همراه است (۱۳). از همه مهم‌تر، توجه و عملکرد اجرای به شبکه‌های فرونتوپاریتال (پیشانی‌آهیانه‌ای)، هسته‌های خاکستری عمقی و لوب اینسولار مربوط می‌شود. این نتایج از اهمیت یکپارچگی شبکه‌ای برای حفظ مهارت‌های شناختی بهینه حمایت می‌کند (۱۴). کوبیار^۲ و همکاران بیان کردند مکانیسم‌های مختلفی در طول دوره بیماری ام‌اس عمدتاً درباره ضایعات ماده خاکستری و آتروفی مغز، باعث اختلال در عملکرد شبکه شناختی می‌شود و می‌تواند از نظر بالینی درخور توجه باشد. به نظر می‌رسد در طول دوره این بیماری، تعادل پویا بین تخریب مغز و سازماندهی مجدد مغز در حال انجام‌شدن است. این تعادل به‌طور مؤثری به نفع حفظ کارکرد سیستم‌های مغزی است. در بیماران مبتلا به ام‌اس تغییرات پویا در شبکه‌های مغزی کارکردی مشاهده می‌شود که باعث نگهداری راندمان طبیعی مغز و در نتیجه نمایش اثر جبرانی می‌شود، اما در همه موارد این‌گونه نیست و تأثیر آن برای همیشه دوام نمی‌آورد. هنگامی که این سیستم‌ها فرومی‌پاشد، سازماندهی مجدد عملکرد مغز دیگر مؤثر نیست و اختلالات بالینی آشکار می‌شود (۱۵). نقص شناختی در افراد مبتلا به ام‌اس بسیار شایع است و تأثیر درخور توجهی بر عملکرد زندگی روزمره این افراد دارد. این نقایص تا ۷۰ درصد از زندگی روزمره مبتلایان را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد و نقش بسزایی در کار و کیفیت زندگی می‌گذارد که از جمله این عوامل، سرعت پردازش اطلاعات و توجه جزو اصلی‌ترین عوامل‌اند (۱۶).

توجه یکی از حوزه‌های اصلی شناختی است که تأثیر نامطلوب بر ام‌اس دارد. براساس مطالعه فلاویا^۳ که به تأثیر توان‌بخشی شناختی بر توجه و کارکردهای اجرایی اختصاص داشت، به این نتیجه منجر شد که با استفاده از تمرینات شناختی می‌توان نقص توجه این افراد، فعالیت و افسردگی را کاهش داد (۱۷). نواقص شناختی مانند توجه و حافظه با میزان مشکلات حرکتی افراد رابطه نزدیک دارند و با شدت این نقایص، مشکلات حرکتی بیشتر نمایان می‌شود. با توجه به مطالعات متعدد به نظر می‌رسد رابطه معناداری بین نقص کارکردهای اجرایی مانند توجه و نبود تعادل این افراد وجود دارد. یکی از عوامل مهم

-
1. Steckova
 2. Koubiyr
 3. Flavia

«زمین خوردن» در بیماران مبتلا به ام اس، نقص توجه است. همچنین نشان داده شده است که نارسایی توجهی موجب کنترل آگاهانه حرکت از طریق توجه به اندامها می شود و آنها را به راهبرد کنترل درونی هدایت کرده و تعادل را با اختلال مواجه می کند؛ براین اساس، برای جلوگیری از زمین خوردن ها و همچنین افزایش کیفیت برنامه ریزی در این افراد، بررسی جنبه های مختلف نقایص شناختی امری ضروری در افزایش مشارکت فعال تر این افراد در اجتماع است (۱۸). همچنین توجه یکی از عملکردهای اساسی در مغز است که اجزای آن پایه ای برای سایر فرایندهای شناختی است بنابراین یکپارچگی سیستم های توجه لازمه عملکرد تمامی سیستم های شناختی است و ضعف سیستم های توجه می تواند عملکرد فرد را در تکالیف شغلی و اجتماعی به شدت محدود کند (۱۹)؛ دانشمندان معتقدند که آسیب در توجه دلیل اصلی نقص کارکردهای اجرایی و فرآیندهای شناختی در بیماری ام اس است. با توجه به اینکه میانگین نمره های افراد مبتلا به ام اس در توجه کمتر از افراد سالم است، می تواند اختلال در سایر کارکردهای اجرایی را در این بیماران توجیه کند (۲۰). همچنین اعتقاد بر این است که ضعف در حافظه و مهارت های حل مسئله ناشی از آسیب در توجه است؛ به عبارت دیگر، نارسایی توجه باعث بروز مشکلات ثانویه می شود؛ از این رو آسیب در توجه در این بیماران موجب کاهش سرعت پردازش شناختی، هیجانی و حرکتی و ایجاد مشکلات عملکردی نیز می شود (۲۱).

توجه یکی از مهم ترین محدودیت های اثرگذار بر یادگیری و اجرای انسان است و قانونی کردن آن روشی برای افزایش یادگیری است (۲۱) .. قانونی کردن توجه به نظم بخشیدن منابع موجود برای معطوف کردن آن به منابع اطلاعاتی خاص اشاره دارد. براساس فرضیه عمل محدود شده، هنگامی که دستورالعمل و بازخورد توجهی توجه اجراکننده را به اثر حرکت در محیط جلب کند، فرایندهای کنترل خودکار تسهیل شده و موجب خودسازماندهی بهتر دستگاه های مختلف می شود (۲۲). در نتیجه نیاز فراگیر به درگیری مراکز بیشتر برای کنترل اندام کاهش و یادگیری حرکتی افزایش می یابد؛ درحالی که در جهت دهی توجه درونی، فرایندهای پردازش بیشتری درگیر می شود و کنترل هوشیارانه به اجرای حرکت افزایش می یابد و به محدود کردن درجات آزادی منجر می شود؛ بدین ترتیب خودکاری لازم برای اجرای حرکتی مختل شده و اجرا ضعیف می شود. برخلاف نتایج به دست آمده درباره مؤثرتر بودن قانون توجه بیرونی بر اجرا و یادگیری، برخی از یافته های پژوهشی تأثیر بیشتر قانون توجه درونی را بر اجرا و یادگیری مهارت ها نشان داده اند؛ برای مثال، فورد^۱ و همکاران (۲۳) و پرکینز و همکاران^۲ (۲۴) اجرای افراد ماهر و مبتدی را مقایسه کردند. یافته ها نشان داد افراد ماهر در شرایط جهت دهی توجه بیرونی و افراد مبتدی در شرایط جهت دهی توجه درونی عملکرد بهتری داشتند. با توجه به نتایج متناقض درباره تأثیر قانون توجه درونی یا بیرونی بر اساس دستورالعمل، نیاز به انجام دادن پژوهش های بیشتر به ویژه در افراد مبتلا به ام اس بیش از پیش احساس می شود؛ از این رو، با توجه به اینکه تاکنون تأثیر دستورالعمل های قانون توجه به طور خاص بر طرح ریزی حرکتی پیش بینانه این بیماران بررسی نشده است، چالش اول، بررسی تأثیر انواع قانون توجه بر طرح ریزی حرکتی این بیماران بود. توجه یکی از عوامل دخیل و مؤثر در تعادل است و اختلال تعادل یکی از علائم ناتوان کننده در این بیماری محسوب می شود و برای انجام دادن حرکات روزمره و حرکات آزادی بسیار حیاتی است. همچنین کارکردهای اجرایی در زندگی مستقل این افراد نقشی مهم دارد و بیماری ام اس با کاهش چشمگیر تمام جنبه های عملکرد شناختی و کارکردهای اجرایی همراه است؛ از این رو مطالعه حاضر به عنوان مسئله دوم به دنبال ارتباط طرح ریزی حرکتی پیش بینانه و کارکردهای اجرایی بود.

1. Ford

2. Perkins-Ceccato

روش پژوهش

روش پژوهش حاضر به‌صورت نیمه‌تجربی، طرح پژوهش درون‌گروهی و از منظر هدف، کاربردی بود. بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس با دامنه EDSS = ۴-۶ انجمن ام‌اس تهران، شرکت‌کنندگان پژوهش را تشکیل دادند. با توجه به نرم‌افزار جی‌پاور با اطمینان ۹۵ درصد، توان ۸۰ درصد و اندازه اثر ۰/۵، نمونه آماری ۲۵ نفر تخمین زده شد که به‌منظور پیشگیری از ریزش احتمالی، ۳۰ نفر به‌صورت هدفمند و در دسترس با میانگین سنی $34 \pm 2/43$ سال گزینش شدند. تمامی شرکت‌کنندگان رضایت خود را مبنی بر شرکت در این پژوهش اعلام کردند و داوطلبانه شرکت کردند. علاوه بر پرسش شفاهی از بیماران، برای تعیین سن دقیق و میزان نرخ ناتوانی (EDSS¹)، پرونده این بیماران نیز بررسی شد. از تمامی شرکت‌کنندگان رضایت‌نامه کتبی درباره کسب اجازه برای شرکت در آزمون‌های عملی و فیلم‌برداری از اجرای تکلیف در شرایط آزمایشی پژوهش گرفته شد. از شرکت‌کنندگان/مسئولان انجمن ام‌اس هیچ هزینه‌ای دریافت نشد و به بیماران نیز پاداش تعلق نگرفت. برای جمع‌آوری داده‌ها از ابزارهای زیر استفاده شد.

پرسشنامه ادینبورگ: برای تعیین دست برتر از پرسشنامه ادینبورگ استفاده شد که ترجیح دستی را در نوشتن، نقاشی کردن، پرتاب کردن، قیچی کردن، مسواک‌زدن، استفاده از چاقو، استفاده از قاشق، جارو کردن، روشن کردن کبریت و باز و بسته کردن درب قوطی می‌سنجد. بررسی همسانی درونی گویه‌های پرسشنامه نشان داد که تمام گویه‌های ده‌گانه این پرسشنامه با نمره کل همبستگی زیاد دارند. همبستگی پرسشنامه دست‌برتری ادینبورگ با پرسشنامه دست‌برتری چاپمن ۰/۷۶ بود؛ بنابراین اعتبار همگرایی مقیاس تأیید شد. آلفای کرونباخ پرسشنامه ده‌گویه‌ای ادینبورگ ۰/۹۷ و همبستگی دونیمه آن ۰/۹۲ بود. آلفای کرونباخ برای نیمه اول ۰/۹۶ و برای نیمه دوم ۰/۹۴ بود. همچنین آلفای کرونباخ برای زنان ۰/۹۷ و برای مردان ۰/۹۶ به دست آمد (۲۵).

به‌منظور ارزیابی طرح‌ریزی حرکتی پیش‌بینانه از ابزار انتقال استوانه استفاده شد. در پژوهش‌های متعدد از این ابزار به‌منظور ارزیابی طرح‌ریزی حرکتی پیش‌بینانه در کودکان سالم رشدی و بزرگسالان استفاده شده است که شامل یک استوانه چهل‌سانتی‌متری با قطر دو سانتی‌متر می‌شود که به دو نیم مساوی با دو انتهای سیاه و سفید تقسیم شده است و همچنین بر دو پایه به‌صورت افقی قرار گرفته است که به اندازه بیست سانتی‌متر از هم فاصله دارند. دو هدف نیز در دو سمت ابزار با طول و عرض ده و ارتفاع پنج سانتی‌متر به‌منظور قرارگیری انتهای استوانه تعبیه شده است. برای انجام دادن دودستی تکلیف نیز از دو ابزار کاملاً مشابه استفاده شد. این ابزارها مطابق با ابزارهایی است که ونش کاترین و همکاران برای اندازه‌گیری طرح‌ریزی پیش‌بینانه معرفی کرده‌اند و محقق ساخته است.

پرسشنامه کارکردهای اجرایی: این پرسشنامه دارای ۳۰ سؤال است که هفت زیرمقیاس دارد. نمره‌گذاری پرسشنامه به‌صورت لیکرت است که به هر سؤال نمره‌ای بین یک تا پنج تعلق می‌گیرد. مقیاس‌های آن شامل حافظه، کنترل مهارتی، توجه انتخابی، تصمیم‌گیری، برنامه‌ریزی، توجه پایدار، شناخت اجتماعی و انعطاف‌پذیری شناختی است که هر عامل حداقل سه گویه مختص به خود دارد. عامل اول، حافظه (۱-۶)، عامل دوم، کنترل مهارتی و توجه انتخابی (۷-۱۲)، عامل سوم، تصمیم‌گیری (۱۳-۱۷)، عامل چهارم، برنامه‌ریزی (۱۸-۲۰)، عامل پنجم، توجه پایدار (۲۱-۲۳)، عامل ششم، شناخت اجتماعی (۲۴-۲۶) و عامل

1. Expanded Disability Status Scale

هفتم، انعطاف‌پذیری شناختی (۲۷-۳۰) را می‌سنجد. آلفای کرونباخ پرسشنامه ۰/۸۳۴ و همبستگی پیرسون دو نوبت آزمون در سطح ۰/۰۱ معنادار بود (۲۷).

ریدلی استروپ^۱ در سال ۱۹۳۵ آزمون استروپ را برای اندازه‌گیری توجه انتخابی، بازداری و انعطاف‌پذیری شناختی تهیه کردند. در آزمون استروپ به آزمودنی سه کارت ارائه می‌شود. در اولین کارت نقاط متعددی به رنگ‌های سبز، قرمز، آبی و زرد گذاشته شده است و از شرکت‌کننده خواسته می‌شود تا رنگ‌ها را نام ببرد. در کارت دوم کلمات متعددی به رنگ‌های سبز، قرمز، آبی و زرد چاپ شده است و آزمودنی باید رنگ کلمات را بدون توجه به خود کلمه نام ببرد. در کارت سوم کلمات سبز، قرمز، آبی و زرد با رنگ‌هایی غیر از رنگ خود کلمه چاپ شده است و آزمودنی باید نام رنگ‌ها را بدون توجه به مفهوم کلمات بیان کند. خطا و زمان لازم برای خواندن هریک از کارت‌ها ثبت می‌شود. از تفاوت زمان صرف‌شده برای خواندن کارت‌های اول و سوم به‌عنوان شاخص تمایز استفاده می‌شود. در این آزمون از نرم‌افزار استروپ استفاده شد. از این آزمون به‌منظور سنجش توانایی توجه انتخابی به روش بینایی استفاده می‌شود. نرم‌افزار فارسی استروپ را مؤسسه سینا (روان‌تجهیز) از روی آزمون کارتی استروپ طراحی کرده است. برای بررسی پایایی این نرم‌افزار، ضریب همبستگی پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل محاسبه شد که در پاسخ صحیح همخوان ۰/۷۶۸ و در پاسخ صحیح ناهمخوان ۰/۹۰۴ به دست آمده است. از آزمون فراخنای ارقام برای ارزیابی حافظه کوتاه‌مدت و توجه به کار می‌رود. آزمایش‌کننده فهرستی از ارقام سه‌تایی تا نه‌تایی را با آرامش و با صدای بلند می‌خواند و آزمودنی پس از گوش‌دادن به هر فهرست باید به همان ترتیب آن‌ها را بازگو کند. این آزمون که یکی از متداول‌ترین شاخص‌های هوش است، مستلزم آن است که آزمودنی بعضی از فهرست‌های ارقام خوانده‌شده را به همان ترتیب و بعضی دیگر را به‌صورت وارونه بازگو کند. در حالت اول، حافظه برای ارقام مستقیم و در حالت دوم حافظه برای ارقام وارونه اندازه‌گیری می‌شود (۲۷).

مراحل اجرای پژوهش به این صورت بود که ابتدا کد اخلاق به شماره IR.SSRI.REC.1397.260 از پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی دریافت شد. بعد از اینکه شرکت‌کنندگان فرم رضایت‌نامه کتبی و فرم اطلاعات شخصی را تکمیل کردند، پرسشنامه کارکردهای اجرایی را تکمیل کردند و سپس از آن‌ها آزمون استروپ گرفته شد. بعد از آزمون استروپ، آزمون فراخنای ارقام از آن‌ها گرفته شد. بعد از اینکه از طریق پرسشنامه ادینبورگ دست برتر آن‌ها مشخص شد، تکلیف انتقال استوانه به شرح زیر اجرا شد:

قراردادن استوانه در هدف به‌صورت یک‌دستی (دست برتر و غیربرتر) و دودستی (به‌صورت هم‌زمان) بود. به‌منظور تکلیف جابه‌جایی یک‌دستی استوانه، استوانه چوبی به‌صورت افقی در هدف قرار داشت. در ابتدای هر کوشش شرکت‌کننده، درحالی‌که دست‌هایش در دو سمت بدن قرار داشت، پشت خط شروع (۹۰ سانتی‌متر دور از میز) ایستاده بود. پس از آنکه طبق دستورالعمل مشخص شد که کدام انتهای استوانه (سفید یا سیاه) باید به‌عنوان هدف قرارداده شود، شرکت‌کننده رو به جلو حرکت کرد، استوانه را با دست برتر خود برداشت و در منفذی که هدف است قرار داد. پس از قراردادن استوانه در محل هدف، شرکت‌کننده به‌مدت سه ثانیه با چشمان بسته منتظر دستورالعمل بعدی شد و آزمونگر به‌منظور جلوگیری از اثرات یادگیری مشاهده‌ای، استوانه را به محل شروع برگرداند. درتمامی کوشش‌ها به شرکت‌کنندگان گفته شد دقت از اهمیت بیشتری

1. Stroop

برخوردار است و حرکت را با سرعت دلخواه انجام دهند و دستورالعملی مبنی بر چگونگی گرفتن استوانه به افراد داده نشد (به‌عنوان مثال، بالای دست در مقابل پایین یا جهت انگشت شست).

در شرایط دودستی، شرکت‌کنندگان با استفاده از دست چپ و راست خود بررسی شدند. در شرایط دودستی با توجه به اینکه دو ابزار انتقال استوانه وجود داشت، از شرکت‌کنندگان درخواست شد تا به‌طور هم‌زمان با دو دست استوانه‌ها را درون هدف قرار دهند (شکل‌های شماره یک و شماره دو). شرکت‌کنندگان در سه کوشش با جهت‌گیری‌های یکسان آزمایش شدند؛ به‌عنوان مثال، هر دو انتهای سیاه به یک سمت (تکلیف دودستی یکسان) یا جهت‌گیری‌های مختلف؛ برای مثال، یک انتهای سیاه در سمت چپ و انتهای سفید در سمت راست (تکلیف دودستی متفاوت-شکل‌های شماره یک و شماره دو). در مجموع، شرکت‌کنندگان نه آزمایش انجام دادند که شامل سه جهت متفاوت بود: هر دو جهت سیاه به سمت راست، هر دو جهت سیاه به سمت چپ، یک انتهای سیاه به سمت چپ و یکی به سمت راست و برعکس. تمامی دستورالعمل‌ها به‌طور تصادفی ارائه شد. یک دوربین نیز در کنار میز قرار داشت و به‌صورت دقیق کل آزمایش را برای تجزیه و تحلیل بعد از انتخاب حرکت ضبط کرد. درصد کوشش‌هایی که در نتیجه وضعیت حرکت کف دست به بالا (وضعیت بحرانی) بود، به‌عنوان معیاری برای طرح‌ریزی حرکتی پیش‌بینانه استفاده شد. معیار امتیازدهی داشتن یا نداشتن اثر حالت راحت پایانی (ESC¹) در انجام دادن تکلیف بود. نحوه امتیازدهی به‌گونه‌ای بود که برای کوشش‌هایی که ESC رعایت می‌شد، امتیاز یک و در غیر این صورت امتیاز صفر در نظر گرفته می‌شد.



شکل ۱- شروع اجرای تکلیف دودستی متفاوت در یکی از شرکت‌کنندگان

Figure 1- Beginning of Performing a Different Two-Handed Task in One of the Participants

1. End State Comfort



شکل ۲- مرحله پایانی اجرای تکلیف دودستی متفاوت در یکی از شرکت‌کنندگان

Figure 2- The final Step of Performing a Different Two-handed (Bimanual) Task in One of the Participants

اجرای تمامی شرکت‌کنندگان در مرکز انجمن ام‌اس استان تهران انجام شد. شرایط برای تمامی شرکت‌کنندگان یکسان بود و آزمون برای همه شرکت‌کنندگان توسط آزمونگر و ابزار مشترک انجام شد. در هر زمان از یک نفر آزمون گرفته شد. پیش از شروع اجرای تکلیف، همه مراحل آزمون برای هر شرکت‌کننده توضیح داده شد، اما در حین اجرا هیچ توضیح یا دستورالعملی به شرکت‌کنندگان داده نشد. مراحل اجرای تکلیف به این شرح بود که بعد از توضیح و ارائه دستورالعمل، شرکت‌کنندگان به صورت تمرینی تکلیف را انجام دادند و پس از آماده شدن شرکت‌کننده و روشن شدن دوربین برای ثبت، اجرای تکلیف را آغاز کردند. بعد از چند دقیقه استراحت و توضیح درباره چگونگی تکلیف به صورت دودستی، شرکت‌کنندگان به صورت تمرینی تکلیف را انجام دادند و آماده شروع برای اجرای تکلیف اصلی شدند. تمامی شرکت‌کنندگان به صورت ایستاده تکلیف را اجرا کردند. پس از بررسی اولیه، طرح‌ریزی حرکتی پیش‌بینانه افراد با استفاده از تکلیف انتقال استوانه، به منظور مقایسه اینکه آیا توجه درونی یا بیرونی بر طرح‌ریزی حرکتی پیش‌بینانه تأثیرگذار است، شرکت‌کنندگان در مداخله کانون توجه شرکت کردند. به منظور پیشگیری از اثرات ترتیب بر یادگیری، شرکت‌کنندگان در غالب یک گروه در سه شرایط مداخله متفاوت قرار گرفتند؛ به این صورت که ترتیب ارائه برای یک گروه شامل توجه بیرونی، بدون دستورالعمل و توجه درونی، برای گروه دیگر شامل توجه درونی، توجه بیرونی و بدون دستورالعمل و برای گروه آخر تحت مداخله شامل بدون دستورالعمل، توجه درونی و توجه بیرونی بود. نحوه اعمال مداخله به این صورت بود که در توجه بیرونی، توجه فرد به استوانه افقی جلب می‌شد و در کانون توجه درونی، به فرد دستورالعملی مبنی بر اینکه «در طول انتقال استوانه توجه خود را به شست دست متمرکز کن» اعمال شد. برای تمامی شرکت‌کنندگان در دست برتر و تکلیف دودستی دو نمره به دست آمد: یکی به میانگین حالت در وضعیت بحرانی مربوط بود و دیگری به میانگین وضعیت کنترل مربوط بود. نحوه امتیازدهی نیز برای کوشش‌هایی که ESC رعایت شد، امتیاز صفر و در غیر این صورت امتیاز صفر در نظر گرفته شد.

شرکت‌کنندگان در سه کوشش به‌صورت تک‌دستی و سپس در شش کوشش به‌صورت دودستی، استوانه را از محل مدنظر برداشتند و داخل هدف قرار دادند. به‌منظور بررسی تأثیر کانون توجه بیرونی و درونی و جلوگیری از اثرات ترتیب، شرکت‌کنندگان به یک گروه در سه شرایط متفاوت تقسیم شدند؛ به این صورت که گروه اول در شرایط کانون توجه درونی، بیرونی و بدون دستورالعمل، گروه دوم در شرایط کانون توجه بیرونی، درونی و بدون دستورالعمل و گروه سوم در شرایط بدون کانون توجه، توجه بیرونی و درونی آزمایش شدند. نحوه اعمال مداخله در کانون توجه درونی، متمرکز کردن حواس بر شست دست شرکت‌کنندگان و در کانون توجه بیرونی بر استوانه ابزار بود. تمام مراحل اجرای پژوهش توسط دوربینی که دقیقاً کنار میز شرکت‌کنندگان قرار داشت ضبط شد و برای ثبت نتایج توسط پژوهشگر بازبینی شد. با توجه به فرضیه‌های موجود و نتایج پژوهش‌های پیشین انتظار می‌رفت که برنامه‌ریزی برای ESC با اعمال کانون توجه بیشتر و بهتر شود.

به‌منظور توصیف اطلاعات از جدول و شاخص‌های مرکزی و پراکندگی آمار توصیفی استفاده شد. از آزمون شاپیرو-ویلک برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها و از آماره لون برای اطمینان از همگنی واریانس‌ها استفاده شد. به‌منظور بررسی تأثیر انواع کانون توجه بر طرح‌ریزی حرکتی پیش‌بینانه از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های مکرر و برای بررسی ارتباط بین طرح‌ریزی حرکتی و نقص در کارکردهای اجرایی از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. از آزمون تعقیبی بنفرونی برای تعیین جایگاه تفاوت معناداری استفاده شد. داده‌ها در نرم‌افزار اسپاس نسخه ۱۶ در سطح معناداری $P \leq 0.05$ تحلیل شد.

نتایج

در جدول شماره یک میانگین و انحراف معیار نمرات اجرای آزمون‌های تکالیف یک‌دستی، دودستی یکسان و دودستی متفاوت در شرایط مختلف کانون توجه نشان داده شده است.

جدول ۱- توصیف نمرات به‌دست‌آمده در شرایط مختلف کانون توجه

Table 1- Explaining the Obtained Scores In Different Focus of Attention Circumstances

بدون کانونی کردن توجه Wighout Focusing of Attention Mean $\pm$ SD	کانون توجه بیرونی External Focus of Attention Mean $\pm$ SD	کانون توجه درونی internal Focus of Attention Mean $\pm$ SD	آزمون Test
0.31 $\pm$ 0.90	0.18 $\pm$ 0.97	0.35 $\pm$ 0.87	یک‌دستی One-handed
0.50 $\pm$ 1.43	0.49 $\pm$ 1.63	0.50 $\pm$ 1.43	دودستی یکسان Same Two-handed
0.50 $\pm$ 1.43	0.56 $\pm$ 1.60	0.52 $\pm$ 1.27	دودستی متفاوت Different Two-handed

در جدول شماره دو توصیف نمرات آزمون‌های استروپ، کارکردهای اجرایی و فراخنای اعداد آورده شده است.

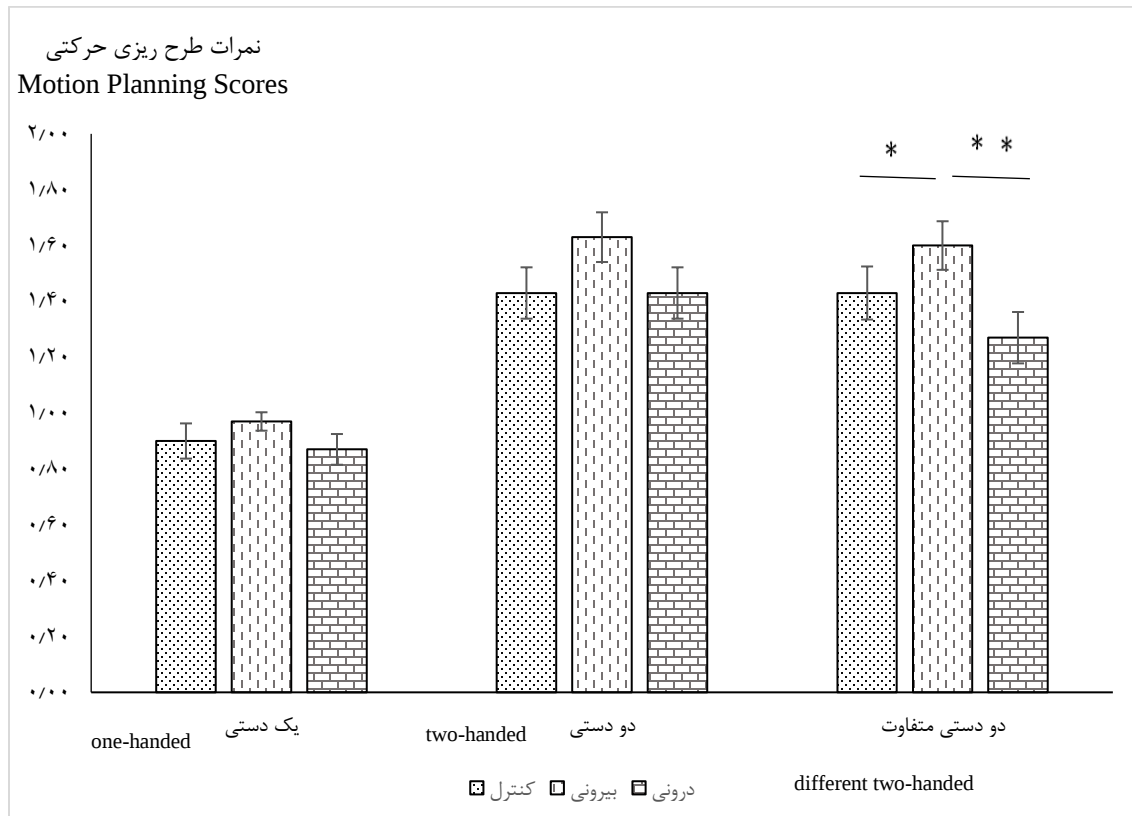
جدول ۲- توصیف نمرات آزمون‌های استروپ، کارکردهای اجرایی و فراخنای اعداد

The Explanation of Stroop, Executive Functions and Digit Span Tests Scores

Mean $\pm$ SD	آزمون Test	Mean $\pm$ SD	آزمون Test	Mean $\pm$ SD	آزمون Test
8.33 $\pm$ 3.01	فراخنای اعداد Digit Span	83.50 $\pm$ 24.08	کارکردهای اجرایی Executive Functions	75.67 $\pm$ 29.40	استروپ Stroop

قبل از تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک برای اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده‌ها استفاده شد که نتایج نشان داد داده‌های تمامی متغیرهای پژوهش نرمال بودند ($P \leq 0.05$).

در بررسی مقایسه نمرات تکلیف یک‌دستی در سه شرایط کانون توجهی، نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های مکرر نشان داد که تفاوتی بین سه شرایط کانون توجهی اجرای تکلیف یک‌دستی وجود نداشت ($\eta^2 = 0.043$, $P = 0.306$, $F_{(2, 58)} = 1.212$). در نمرات تکلیف دودستی یکسان با تأیید کرویت موخلی، نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌های مکرر برای مقایسه نمرات تکلیف دودستی یکسان نشان داد تفاوتی بین سه شرایط کانون توجهی اجرای تکلیف دودستی وجود نداشت ($\eta^2 = 0.94$, $F_{(2, 58)} = 2.793$, $P = 0.070$). در بررسی مقایسه طرح‌ریزی حرکتی پیش‌بینانه تکلیف دودستی متفاوت در شرایط مختلف کانون توجه، نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های مکرر نشان داد که تفاوت کلی بین سه شرایط کانون توجهی اجرای تکلیف دودستی متفاوت وجود داشت ($\eta^2 = 0.234$, $P = 0.001$, $F_{(2, 58)} = 8.244$). برای مشخص شدن وضعیت مداخله‌ها نسبت به هم از آزمون تعقیبی بنفرونی استفاده شد. نتایج نشان داد (شکل شماره یک) تنها تفاوت معنادار بین نمرات تکلیف دودستی متفاوت بین وضعیت توجه بیرونی و توجه درونی ($P = 0.002$) و بدون کانون توجه ($P = 0.012$) وجود داشت؛ به‌طوری‌که کانون توجه بیرونی امتیاز بهتری را به خود اختصاص داد، اما بین وضعیت توجه درونی و کنترل تفاوت معنادار مشاهده نشد ($P = 0.441$).



شکل ۱- نمرات طرح‌ریزی حرکتی پیش‌بینانه در شرایط تکالیف یک‌دستی، دودستی یکسان و دودستی متفاوت در کانون توجه درونی، بیرونی و بدون کانون توجه

$0.05 \leq P \leq 0.01$

Figure 1- Anticipatory Motor Planning Scores in Circumstances of On-handed, Same Two-handed and Different Two-handed under Internal, External and without Focus of Attention

* $P \leq 0.05$, ** $P \leq 0.01$

نتایج آزمون ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که بین نمره آزمون استروپ و کارکردهای اجرایی با طرح‌ریزی پیش‌بینانه در تکالیف دودستی و دودستی متفاوت، در تمام شرایط کانون توجهی ارتباط منفی و معنادار وجود داشت. همچنین بین نمرات آزمون فراخنای اعداد با طرح‌ریزی پیش‌بینانه در تکالیف دودستی و دودستی متفاوت در تمام شرایط کانون توجهی ارتباط مثبت و معنادار مشاهده شد. با توجه به ضریب همبستگی‌های مشاهده‌شده، به نظر نمی‌رسد نوع کانون توجه در این ارتباط تأثیرگذار باشد؛ بنابراین می‌توان گفت نمره آزمون استروپ و کارکردهای اجرایی و فراخنای اعداد، ارتباط معناداری با طرح‌ریزی پیش‌بینانه در تکالیف نسبتاً دشوار (دودستی) و دشوار دارند، اما با توجه به اینکه هنگام اجرای تکالیف یک‌دستی در طرح‌ریزی پیش‌بینانه در برخی شرایط ارتباطها معنادار بود و در برخی دیگر از شرایط ارتباط غیرمعنادار مشاهده شد، نمی‌توان در این باره تصمیم گرفت. به نظر می‌رسد نمی‌توان ارتباط معنادار منطقی بین طرح‌ریزی پیش‌بینانه هنگام اجرای تکالیف ساده پیدا کرد. نتایج این آزمون در جدول شماره ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- نتایج آزمون ضریب همبستگی پیرسون
Table 3- Pearson Correlation Coefficient Test Results

فراخوانی اعداد Digit Span		کارکردهای اجرایی Executive Functions		آزمون استروپ Stroop Test		متغیر Variable
Sig	r	Sig	R	Sig	R	
0.041	0.378	0.028	-0.402	0.173	-0.256	تکلیف یک‌دستی-توجه درونی One-handed Task – Internal Focus
0.913	0.021	0.550	-0.114	0.491	-0.131	تکلیف یک‌دستی-توجه بیرونی One-handed Task – External Focus
0.012	0.451	0.013	-0.448	0.245	-0.219	تکلیف یک‌دستی-بدون کانون توجه One-handed Task – without Focus of Attention
<0.001	0.606	0.001	-0.564	0.004	-0.504	تکلیف دودستی-توجه درونی Two-handed Task – Internal Focus
<0.001	0.717	0.001	-0.562	0.015	-0.440	تکلیف دودستی-توجه بیرونی Two-handed Task – External Focus
<0.001	0.606	<0.001	-0.592	0.001>	-0.679	تکلیف دودستی-بدون کانون توجه Two-handed Task – without Focus of Attention
<0.001	0.623	<0.001	-0.575	0.001	-0.636	تکلیف دودستی متفاوت-توجه درونی Different Two-handed Task– Internal Focus
<0.001	0.590	0.001	-0.770	0.005	-0.498	تکلیف دودستی متفاوت-توجه بیرونی Different Two-handed Task– External Focus
<0.001	0.697	<0.001	-0.638	0.037	-0.309	تکلیف دودستی متفاوت-بدون کانون توجه Different Two-handed Task– without Focus of Attention

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر انواع کانون توجه بر طرح‌ریزی حرکتی پیش‌بینانه و ارتباط آن با نقص کارکردهای اجرایی در افراد مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس انجام شد. نتایج نشان داد که تفاوتی بین سه شرایط کانون توجهی تکالیف یک‌دستی و دودستی یکسان وجود ندارد، اما نمرات طرح‌ریزی حرکتی پیش‌بینانه در وضعیت کانون توجه بیرونی به‌طور معناداری بیشتر از وضعیت کانون توجه درونی و کنترل در اجرای تکلیف دودستی متفاوت بود؛ درحالی‌که بین وضعیت کانون توجه درونی و کنترل در اجرای تکلیف دودستی متفاوت تفاوت معنادار وجود نداشت. بین نمره آزمون استروپ و کارکردهای اجرایی با طرح‌ریزی پیش‌بینانه در تکالیف دودستی یکسان و دودستی متفاوت در تمام شرایط کانون توجهی ارتباط منفی و معنادار

وجود داشت. همچنین بین نمرات آزمون فراخوانی اعداد با طرح‌ریزی پیش‌بینانه در تکالیف دودستی یکسان و دودستی متفاوت در تمام شرایط کانون توجهی ارتباط مثبت و معنادار مشاهده شد.

به نظر می‌رسد نبود تفاوت در شرایط مختلف در تکالیف یک‌دستی و دودستی به دلیل راحت‌بودن این تکالیف در مقایسه با تکالیف دودستی متفاوت، است. به‌منظور اندازه‌گیری ESC در این پژوهش از ابزار متفاوتی با پژوهش‌های پیشین استفاده شد که دارای سطوح مختلف دشواری است. در پژوهش‌های پیشین برای حالت راحت پایانی از تکالیف متفاوتی از جمله تکالیف لیوان واژگون و تکالیف چرخاندن دستگیره استفاده شد. زمانی که تکالیف با هم مقایسه می‌شوند، تکالیف لیوان واژگون خیلی انتزاعی‌تر و تکالیف انتقال میله پیچیده‌تر است. تکالیف برگرداندن لیوان، تکلیفی نسبتاً ساده است که گزینه‌های اندکی برای آغاز و پایان حرکت دارد و عملکرد شرکت‌کنندگان به حد انتظار رسیده است؛ چراکه تکالیف در پایان حرکت به دقت زیادی نیاز ندارد، اما چرخش دستگیره دشوارتر است و در پایان حرکت به دقت زیادی نیاز دارد؛ برای مثال، در پژوهش ویجنت و اسکچ که دربارهٔ در دو تکالیف لیوان واژگون و چرخش دستگیره صورت گرفت، ۶۷ درصد از شرکت‌کنندگان در تکالیف لیوان واژگون الگوی حالت راحت پایانی را نشان دادند، ولی در تکالیف چرخش دستگیره تنها ۳۲ درصد از شرکت‌کنندگان پدیدهٔ حالت راحت پایانی را به نمایش گذاشتند (۲). به‌علت پیچیدگی کم تکالیف انتظار می‌رود کودکان و حتی بیماران با مشکلات متنوع، اثر ESC را به‌راحتی نشان دهند. براساس مطالعات گذشته، افراد با اختلالات شناختی و کارکردهای اجرایی نه‌تنها در حرکات، بلکه در برنامه‌ریزی عمل نیز مشکلات فراوانی را نشان داده‌اند؛ به‌عنوان مثال، مطالعات اخیر گوردن^۱ و همکاران دربارهٔ افراد مبتلا به فلج مغزی نشان داد نقص حرکت در برنامه‌ریزی حرکتی نیز نمایان است (۲۸). مطالعات متنوع در حوزهٔ برنامه‌ریزی حرکتی نشان داده‌اند که طرح‌ریزی حرکتی در طیف وسیعی از اختلالات شناختی مانند بیش‌فعالی (۱۸)، اتیسم (۲۹) و همچنین در اختلال هماهنگی رشدی (۳۰) مشاهده می‌شود؛ بنابراین نتایج مطالعات گذشته حاکی از آن است که افراد با اختلالات شناختی مختلف نقص در طرح‌ریزی حرکتی را نشان می‌دهند. شرایط برای اجرای تکالیف نیز می‌تواند یکی از عوامل مهم در نظر گرفته شود. به نظر می‌رسد نبود تفاوت بین شرایط مختلف کانون توجه در تکالیف یک‌دستی و دودستی به‌خاطر محدودیت کمتر عملکرد شرکت‌کنندگان باشد. در بعضی از پژوهش‌ها شرکت‌کنندگان تکالیف را به‌صورت نشسته انجام داده‌اند که باعث محدودیت حرکتی بیشتری برای دست‌ها می‌شود، اما در پژوهش حاضر تکالیف به‌صورت ایستاده انجام شد که ممکن است بر عملکرد شرکت‌کنندگان تأثیر بگذارد. نتایج مطالعه مروری نشان می‌دهد در ۴۱ درصد شرکت‌کنندگانی که به‌صورت نشسته تکالیف را انجام دادند، در ۶۴ درصد که به‌صورت ایستاده تکالیف را انجام دادند، پدیدهٔ حالت راحت پایانی مشاهده شد (۲۶).

ازجمله عوامل مؤثر دیگر که بر طرح‌ریزی حرکتی افراد تأثیرگذار است، میزان آشنایی شرکت‌کنندگان با تکالیف مدنظر است؛ برای مثال، در تکالیفی که در مطالعات آدالبجورسن و همکاران (۲۰۰۸)، کرژ آرتس (۲۰۱۰) و شارون و برایدن^۲ (۲۰۱۳) صورت گرفت، تکالیف شامل اشیاء زندگی روزمره بود که موجب افزایش استفاده از حالت راحت پایانی شد (۲۶). بنابراین شرکت‌کنندگان با تکالیف یک‌دستی و دودستی در مقایسه با تکالیف دودستی متفاوت آشنایی بیشتری دارند و احتمالاً با تکالیف مشابه با آن‌ها در زندگی روزمره سروکار داشته‌اند.

1. Gordun
2. Scharoun & Bryden

در مقایسه نمرات تکلیف دودستی متفاوت، شرایط مختلف کانون توجهی نتایج نشان داد تفاوتی کلی بین شرایط کانون توجهی بیرونی با شرایط کانون توجه درونی و کنترل در اجرای تکلیف دودستی متفاوت وجود دارد و کانون توجه بیرونی به اتخاذ حالت راحت پایانی بیشتری منجر می‌شود. این نتایج با یافته‌های مطالعات کامرون^۱ و همکاران^{۱۶}، چیاکوفسکی^۲ و همکاران^{۳۱}، دوستی و همکاران^{۳۲} و زاچری^۳ و همکاران^{۳۳}. همسوست. براساس نتایج پژوهش زاچری و همکاران، تمرکز بر نتیجه حرکت (توجه بیرونی) موجب ایجاد فرایند کنترل ناهشیارانه شده و در نتیجه یادگیری تسهیل می‌شود و اجرا بهبود می‌یابد؛ در صورتی که توجه درونی موجب می‌شود افراد برای کنترل حرکاتشان تلاش آگاهانه کنند که این امر موجب کاهش عملکرد می‌شود^{۳۳}. همچنین ولف و همکاران بیان کردند که توجه بیرونی موجب می‌شود آزمودنی به ظرفیت توجه کمتری برای اجرای تکلیف نیاز داشته باشد و به همین دلیل، آزمودنی به مقدار بیشتری از فرایند کنترل خودکار بهره می‌گیرد^{۳۴} که نتیجه این پژوهش را می‌توان براساس فرضیه عمل محدود شده تبیین کرد. براساس این فرضیه، تلاش برای کنترل آگاهانه حرکت به شکل توجه درونی سیستم حرکتی را محدود می‌کند و مانع از فرایندهای خودکاری می‌شود که حرکت را کنترل می‌کنند؛ در نتیجه نیاز فراگیر را به درگیری مراکز بالاتر عصبی برای کنترل اندام کاهش می‌دهد و به این دلیل اجرا و یادگیری افزایش می‌یابد. برعکس، دور کردن توجه از حرکت و معطوف کردن آن به سمت اثرهای حرکت شرایط توجه بیرونی به سیستم اجازه می‌دهد به طور طبیعی خود را سازماندهی کند. همچنین یافته‌های پژوهش حاضر با فرضیه پردازش آشکار توجه‌پذیر است. مکسول و مسترز براساس مفاهیم یادگیری حرکتی آشکار و پنهان تفسیر دیگری از اثربخشی کانون توجه بیرونی پیشنهاد کردند. آن‌ها مطابق با فرضیه پردازش آشکار استدلال کردند که در توجه بیرونی، اجراکننده فقط یک منبع از اطلاعات را پردازش می‌کند؛ در حالی که در توجه درونی، ضمن اینکه توجه به اطلاعات درونی معطوف می‌شود، اطلاعات برجسته بیرونی نیز پردازش می‌شوند، در نتیجه کانون توجه درونی بار بیشتری را بر منابع توجهی یا حافظه کاری اعمال می‌کند^{۳۵}. مطالعات مبتنی بر اجرای تکلیف نشان داده‌اند که در مراحل اولیه بیماری که آسیب ساختارها جزئی است، اصلاحات عملکرد مغز برای هدایت مکانیسم‌های جبرانی از قبیل به‌کارگیری قشر، احتمالاً به حفظ سطح عادی عملکرد شناختی کمک می‌کند. در مراحل پیشرفته‌تر بیماری این تغییرات از بین می‌رود یا در اثر اختلال عملکرد شناختی به خستگی ذهنی منجر می‌شود؛ بنابراین می‌توان استدلال کرد که توجه درونی با افزایش بار شناختی بیشتر باعث خستگی ذهنی و از بین رفتن مکانیسم‌های جبرانی مربوط به سازماندهی مجدد مغز می‌شود^{۳۶}. مقایسه معیارهای نظری نمودار حاصل از شبکه‌های ساختاری ماده سفید مغز و لبه‌های آن بین بیماران مبتلا به ام‌اس و افراد سالم (و همبستگی آن‌ها با تکالیف شناختی) نشان می‌دهد که بیماران کاهش‌پذیری شبکه و کارایی کلی دارند که به افزایش طول مسیرها منجر می‌شود. همچنین گره یا غده‌های عصبی، در ۲۶ منطقه از ۸۴ منطقه خاکستری مغز بیماران مبتلا به ام‌اس در مقایسه با افراد سالم کاهش یافته است. سازماندهی مجدد مغز مکانیسم جبرانی مغز برای حفظ عملکردهای شناختی و اجرایی است و عمدتاً از راه تصویربرداری کارکردی مغز در حین انجام دادن تکالیف و در حین استراحت بررسی می‌شود. اتصالات کارکردی هنگام استراحت و در طول انجام دادن تکالیف می‌تواند همبستگی و هم‌افزایی را در شبکه مغزی تشخیص دهد. در مطالعه‌ای نشان داده شد که تقویت ویژگی‌های شبکه‌ای تنها در قشر بیماران و مستقل از فعالیت بیماری (دوره عود و...) تشخیص‌دانی بود. پژوهشگران این تغییرات را به‌عنوان

-
1. Cameron
 2. Chiviacowsky
 3. Zachry

مکانیسم تطبیقی مهم برای حفظ عملکرد مغز در پاسخ به التهاب عصبی می‌شناسند؛ اما همان‌طور که بیان شد، مکانیسم‌هایی که موجب افزایش بار شناختی و خستگی ذهنی می‌شوند (مانند کانون توجه درونی)، ممکن است به از بین رفتن این مکانیسم تطبیقی (سازماندهی مجدد مغز) و در نتیجه کاهش عملکردهای شناختی و اجرایی منجر شوند.

تاکنون مطالعه‌ای درباره‌ی طرح‌ریزی حرکتی پیش‌بینانه در افراد مبتلا به ام‌اس انجام نشده است، ولی اتخاذ کانون توجه در بیشتر مطالعات، به‌طور میانگین باعث پیشرفت و بهبود مشکلات روزمره‌ی این بیماران شده است. در برخی از مطالعات با استفاده از وضعیت روانی^۱ مطرح شده است که در این بیماران اختلالات سرعت پردازش اطلاعات و توجه با مشکل روبه‌روست. راثو^۲ و همکاران نیز نشان دادند که در این بیماران فراوانی اختلال در توجه و حافظه مشاهده شده است (۳۷). گریسی^۳ و همکاران در بخش پیش‌پیشانی این بیماران نقایصی را مشاهده کردند. از نظر آن‌ها نقص در این ناحیه وجه اساسی کاهش عملکرد شناختی، به‌ویژه در بیماران نوع پیش‌رونده است (۳۸). راثو و همکاران (۳۷)، عامل اصلی نقص بدکارکردی شناختی را ضعف توجه و پردازش اطلاعات مطرح کردند. به‌طور کلی با توجه به آنچه مطرح شد، توجه انتخابی و سرعت پردازش اطلاعات در بیماران مبتلا به ام‌اس در مقایسه با افراد عادی نقص دارد. این بیماری به‌دلیل مزمن بودن و مشکلاتی که در زندگی روزمره این افراد به وجود می‌آورد، مشکلات فراوانی دارد و بر سطح کیفیت مطلوب این افراد تأثیر می‌گذارد. نتایج پژوهش حاضر نیز نشان داد نمره آزمون استروپ و کارکردهای اجرایی و فراخوانی اعداد ارتباط معناداری با طرح‌ریزی پیش‌بینانه در تکالیف نسبتاً دشوار (دودستی) و دشوار دارد. از آنجاکه پژوهش‌هایی در حوزه کارکردهای اجرایی افراد مبتلا به ام‌اس و مقایسه آن با افراد سالم انجام شده است، می‌توان نتایج این پژوهش را با سایر مطالعات در این زمینه بررسی کرد. در مطالعه‌ای که مرادی و همکاران به منظور بررسی کارکردهای اجرایی انجام دادند، نتایج نشان داد افراد مبتلا به ام‌اس در مقایسه با گروه بهنجار با ضعف در کارکردهای اجرایی روبه‌رو هستند؛ مانند سوگیری توجه، برنامه‌ریزی، حافظه کاری، بازداری پاسخ و انعطاف‌پذیری شناختی (۳۹). نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش‌های کاتز^۴ و همکاران (۴۰)، سندروف^۵ و همکاران (۴۱) همسو بود، اما با نتایج پژوهش‌های ارنست و هیگنسون^۶ (۴۲)، راندولف، لگفلدر، بریان، دیاموند، کالمار و مور^۷ (۴۳) ناهمسو بود؛ برای مثال لگفلدر و همکاران بیان کردند افراد مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس و غیرمبتلا در حافظه بازشناسی و کاری و فراخوانی ارقام تفاوت ندارند (۴۳). با وجود مطالعات مختلف مبنی بر صحت چنین تفاوتی، کاربرد آزمون‌های نوروسایکولوژیک می‌تواند دلیل تفاوت در نتیجه باشد. همچنین روگرس و پانجریس^۸ (۴۴) گزارش کردند که توجه بیماران مبتلا به ام‌اس هیچ تفاوتی با افراد طبیعی ندارد. آن‌ها دریافتند که بیماران در مقایسه با گروه طبیعی، در توجه، سرعت پردازش اطلاعات، حافظه کاری و کلامی هیچ تفاوتی ندارند. پژوهشگران در تبیین چنین تفاوت‌هایی معتقدند تغییرات عمده شناختی بیماران مبتلا به ام‌اس باید در دوره طولانی مدت‌تر و با روش‌های نوروسایکولوژیک دقیق‌تر بررسی شود. احتمالاً دشواری سطح تکلیف، سطح تبحر فراگیران

-
1. Mini-Mental State
 2. Rao
 3. Grigsby
 4. Katz
 5. Sandroff
 6. Erneste & Hingson
 7. Lengsfelder
 8. Rogers & Paneqyres

و نوع ابزار اندازه‌گیری، همچنین افراد شرکت‌کننده در آزمون دلیل این تفاوت است. همچنین ولف و همکاران استدلال کردند که احتمالاً تفسیر دستورالعمل‌های آموزشی بیرونی و درونی برای شرکت‌کنندگان در پژوهش‌های مذکور مبهم بوده است (۳۴).

در مطالعه حاضر، تأثیر انواع کانون توجه بر طرح‌ریزی حرکتی افراد مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس بررسی شد. این پدیده از سنین سه تا ده‌سالگی با افزایش سن به‌طور پیوسته توسعه می‌یابد و کودکان بزرگ‌تر در مقایسه با کودکان کم‌سن‌تر عملکرد بهتری از خود نشان می‌دهند. همچنین طرح‌ریزی حرکتی در بین تکالیف مختلف متفاوت است. در ارتباط با فرضیه‌های این پژوهش مشخص شد کانون توجه بیرونی می‌تواند طرح‌ریزی حرکتی افراد مبتلا به ام‌اس را در تکلیف دودستی متفاوت بهبود بخشد. همچنین با توجه به نقص کارکردهای اجرایی در این افراد و تأثیر آن بر طرح‌ریزی، یافته‌ها نشان داد که این افراد حرکات را کمتر برنامه‌ریزی می‌کنند و همین امر باعث می‌شود که در ابتدای حرکت وضعیتی خوشایند و در پایان حرکت وضعیتی ناخوشایند را تجربه کنند؛ با این حال به‌طور کلی با تقویت کارکردهای اجرایی، الگوی گرفتن که نشان‌دهنده برنامه‌ریزی حرکات است، به الگوی صحیح‌تر تبدیل می‌شود. همچنین کانونی کردن توجه می‌تواند باعث بهبود نقایص توجه بیماران مبتلا به ام‌اس شود و در مطالعات آینده می‌توان این موضوع را با گستردگی بیشتری بررسی کرد. با توجه به نقش مؤثر کارکردهای اجرایی از جمله توجه در برنامه‌ریزی، تعادل و کیفیت زندگی روزمره این افراد، در مطالعات آینده پیشنهاد می‌شود برنامه‌های مداخله‌ای، ورزشی، رایانه‌ای و... که بتوانند باعث بهبود نقایص شناختی و تأثیر معنادار مشارکت فعال‌تر این افراد در جامعه شوند، در اولویت قرار گیرند. همچنین پیشنهاد می‌شود با افزایش طول درمان و انجام دادن تمرینات، بر سایر مؤلفه‌ها و نقایص شناختی این افراد، اثربخشی بیشتری در راستای کمک به این بیماران داشته باشند.

منابع

1. Breslin CM, Fischman M. The End-State Comfort Effect in the Overturned Glass Task: Does Height Change the Influence of Reach Extent and Balance? *J Mot Learn Dev*. 2015 May;3(1):23–38.
2. Adalbjornsson CF, Fischman MG, Rudisill ME. The end-state comfort effect in young children. *Res Q Exerc Sport*. 2008;79(1):36–41.
3. Herbot O, Butz M V. The continuous end-state comfort effect: Weighted integration of multiple biases. *Psychological Research*. 2012; 76: p. 345–63.
4. Adams ILJ, Ferguson GD, Lust JM, Steenbergen B, Smits-Engelsman BCM. Action planning and position sense in children with Developmental Coordination Disorder. *Hum Mov Sci*. 2016 Apr;46:196–208.
5. Crajé C, Aarts P, Nijhuis-van der Sanden M, Steenbergen B. Action planning in typically and atypically developing children (unilateral cerebral palsy). Vol. 31, *Research in Developmental Disabilities*. Crajé, Céline: Radboud University Nijmegen, Behavioural Science Institute, Montessorilaan 3, Nijmegen, Netherlands, 6525 HR, c.craje@donders.ru.nl: Elsevier Science; 2010. p. 1039–46.
6. Rosenbaum DA, van Heugten CM, Caldwell GE. From cognition to biomechanics and back: The end-state comfort effect and the middle-is-faster effect. *Acta Psychol (Amst) [Internet]*. 1996;94(1):59–85.
7. Gonzalez CLR, Mills KJ, Genée I, Li F, Piquette N, Rosen N, et al. Getting the right grasp on executive function. *Front Psychol [Internet]*. 2014;5.
8. Wolpert DM, Ghahramani Z, Jordan MI. An internal model for sensorimotor integration. *Science*. 1995 Sep;269(5232):1880–2.
9. Sharifi Razavi A. Tumefactive: A Rare First presentation of Multiple Sclerosis. *Int Electron J Med*. 2018;7:35–7.

10. Aldrete Cortez VR, Duriez-Sotelo E, Carrillo-Mora P, Pérez-Zuno JA. [Correlation between demyelinating lesions and executive function decline in a sample of Mexican patients with multiple sclerosis]. *Neurologia*. 2013 Sep;28(7):394–9.
11. Štecková T, Hlušík P, Sládková V, Odstrčil F, Mareš J, Kaňovský P. Thalamic atrophy and cognitive impairment in clinically isolated syndrome and multiple sclerosis. *J Neurol Sci* [Internet]. 2014;342(1):62–8.
12. Nasios G, Messinis L, Dardiotis E, Papathanasopoulos P. Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation, Cognition, and Multiple Sclerosis: An Overview. *Behav Neurol*. 2018;2018:8584653.
13. Preziosa P, Rocca MA, Pagani E, Stromillo ML, Enzinger C, Gallo A, et al. Structural MRI correlates of cognitive impairment in patients with multiple sclerosis: A Multicenter Study. *Hum Brain Mapp*. 2016 Apr;37(4):1627–44.
14. Messinis L, Papathanasopoulos P, Kosmidis MH, Nasios G, Kambanaros M. Neuropsychological Features of Multiple Sclerosis: Impact and Rehabilitation. *Behav Neurol* [Internet]. 2018;2018:4831647.
15. Nasios G, Bakirtzis C, Messinis L. Cognitive Impairment and Brain Reorganization in MS: Underlying Mechanisms and the Role of Neurorehabilitation. *Front Neurol*. 2020;11(March):1–8.
16. Cameron MH, Poel AJ, Haselkorn JK, Linke A, Bourdette D. Falls requiring medical attention among veterans with multiple sclerosis: a cohort study. *J Rehabil Res Dev*. 2011;48(1):13–20.
17. Mattioli F, Stampatori C, Zanotti D, Parrinello G, Capra R. Efficacy and specificity of intensive cognitive rehabilitation of attention and executive functions in multiple sclerosis. *J Neurol Sci*. 2010 Jan;288(1–2):101–5.
18. Alpua M, Turkel Y, Hn G, Oguzturk O. Attention Deficit / Hyperactivity Disorder in Adults with Multiple Sclerosis. *Int J Ment Heal Psychiatry*. 2017;3(3):6–8.
19. Rao SM. Neuropsychology of multiple sclerosis: a critical review. *J Clin Exp Neuropsychol*. 1986 Oct;8(5):503–42.
20. Sotudenia F, Abdollahi MH, Shahgholian M. Comparison of cognitive fatigue in multiple sclerosis sufferers and non-sufferers according to attributional style. *J Cogn Psychol* [Internet]. 2014;2(2):59–68.
21. Parvizi N, Shojaei M, Khalaji H, Daneshfar A. Effect of attention direction variation by instructional self-talk on performance and learning of Basketball free throw in young female students. *Res Sport Manag Mot Behav* [Internet]. 2011;1(1):41–51.
22. Wulf G, Töllner T, Shea CH. Attentional focus effects as a function of task difficulty. *Res Q Exerc Sport*. 2007 Jun;78(3):257–64.
23. Ford P, Hodges NJ, Williams AM. Online attentional-focus manipulations in a soccer-dribbling task: implications for the proceduralization of motor skills. *J Mot Behav*. 2005 Sep;37(5):386–94.
24. Perkins-Ceccato N, Passmore SR, Lee TD. Effects of focus of attention depend on golfers' skill. *J Sports Sci*. 2003 Aug;21(8):593–600.
25. Alipour A, Agah M. Reliability and validity of Edinburg Handedness Inventory in Iran. *J Psychol Sci*. 2007;22:117–33.
26. Wunsch K, Henning A, Aschersleben G, Weigelt M. A Systematic Review of the End-State Comfort Effect in Normally Developing Children and in Children With Developmental Disorders. *J Mot Learn Dev*. 2013 Sep;1(3).
27. Nejati V. Cognitive Abilities Questionnaire: Development and Evaluation of Psychometric Properties. *Adv Cogn Sci* [Internet]. 2013;15(2):11–9.
28. Gordon AM, Charles J, Steenbergen B. Fingertip force planning during grasp is disrupted by impaired sensorimotor integration in children with hemiplegic cerebral palsy. *Pediatr Res*. 2006;60(5):587–91.
29. Simermeyer JL. Motor planning and End-state Comfort in Children with Autism Spectrum Disorders. *Autism Open Access*. 2015;05(01):1–4.
30. Smyth MM, Mason UC. Planning and Execution of Action in Children with and without Developmental Coordination Disorder. *J Child Psychol Psychiatry* [Internet]. 1997 Nov;38(8):1023–37.

31. Chiviacowsky S, Wulf G, Wally R. An external focus of attention enhances balance learning in older adults. *Gait Posture*. 2010 Oct;32(4):572–5.
32. Dusti F, Frughi pur M, Sohrabi M, Taheri H reza, Saeidi M, Tymuri S. Effect of Instructions for Internal and Far and Near External Focus of Attention on Balance of Multiple Sclerosis Patients. *Med J mashhad Univ Med Sci* [Internet]. 2013;56(1):15–20.
33. Zachry T, Wulf G, Mercer J, Bezodis N. Increased movement accuracy and reduced EMG activity as the result of adopting an external focus of attention. *Brain Res Bull*. 2005;67(4):304–9.
34. Wulf G, Landers M, Lewthwaite R, Töllner T. External focus instructions reduce postural instability in individuals with Parkinson disease. *Phys Ther*. 2009 Feb;89(2):162–8.
35. Masters R, Maxwell J. The theory of reinvestment. *Int Rev Sport Exerc Psychol* [Internet]. 2008;1(2):160–83.
36. Rocca MA, Valsasina P, Meani A, Falini A, Comi G, Filippi M. Impaired functional integration in multiple sclerosis: a graph theory study. *Brain Struct Funct*. 2016 Jan;221(1):115–31.
37. Rao SM, Leo GJ, Bernardin L, Unverzagt F. Cognitive dysfunction in multiple sclerosis. I. Frequency, patterns, and prediction. *Neurology*. 1991 May;41(5):685–91.
38. Grigsby J, Ayarbe SD, Kravcisin N, Busenbark D. Working memory impairment among persons with chronic progressive multiple sclerosis. *J Neurol*. 1994;241(3):125–31.
39. Bodaghi E, Moradi A, Hasani J, Alipour F, Shahsavandbaghdadi T. Comparison of Executive function in Women with MS Comorbid with and without Depression and Normal women. 2016;(Series 5).
40. Katz R, De Sanctis P, Mahoney JR, Sehatpour P, Murphy CF, Gomez-Ramirez M, et al. Cognitive control in late-life depression: response inhibition deficits and dysfunction of the anterior cingulate cortex. *Am J Geriatr Psychiatry*. 2010 Nov;18(11):1017–25.
41. Sandroff BM, Hillman CH, Benedict RHB, Motl RW. Acute effects of varying intensities of treadmill walking exercise on inhibitory control in persons with multiple sclerosis: A pilot investigation. *Physiol Behav*. 2016 Feb;154:20–7.
42. Arnett PA, Higginson CI, Randolph JJ. Depression in multiple sclerosis: relationship to planning ability. *J Int Neuropsychol Soc*. 2001 Sep;7(6):665–74.
43. Lengenfelder J, Bryant D, Diamond BJ, Kalmar JH, Moore NB, DeLuca J. Processing speed interacts with working memory efficiency in multiple sclerosis. *Arch Clin Neuropsychol*. 2006 Apr;21(3):229–38.
44. Rogers JM, Panegyres PK. Cognitive impairment in multiple sclerosis: evidence-based analysis and recommendations. *J Clin Neurosci Off J Neurosurg Soc Australas*. 2007 Oct;14(10):919–27.