

Research Paper

**The Effect of Eight Weeks of Pilates Exercises and Myofascial Release on Balance, Trunk Muscle Endurance and Flexibility in People with Multiple Sclerosis**

**S. A. H. Hosseini<sup>1</sup>, P. Sedaghati<sup>2</sup>**

1. Msc Student of Sport Injuries and Corrective Exercise, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

2. PhD, Assistant Professor of Department of Sport Injuries and Corrective Exercise, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran (Corresponding Author)

Received Date: 2022/01/23

Accepted Date: 2022/02/16

---

---

**Abstract**

The purpose of this study was to determine the effect of Pilates exercises and myofascial release on balance, trunk muscle endurance and flexibility in people with multiple sclerosis, 24 patients with MS with expanded disability status scale (EDSS) between zero and three were selected and randomly divided into control and experimental groups. The experimental group participated in 24 training sessions, central stability, functional balance and hamstring flexibility were measured using McGill, timed up and go (TUG) test and seat and reach (SRT) before and after the exercise period in both groups. Paired t-test and analysis of covariance were used to analyze the data. Performing eight weeks of Pilates exercises and myofascial release made a significant difference in the functional balance of the experimental and control groups ( $P < 0.01$ ). While in the control group, no significant difference was observed. According to the findings of this study, it can be concluded that this exercise program will be effective in improving functional balance of MS patients. Therefore, this treatment plan is recommended for this group of patients.

**Keywords:** Multiple Sclerosis, Core Stability, Functional Balance, Flexibility

---

---

---

1. Email: amir1hossein123@gmail.com

2. Email: parisasedaghati@yahoo.com

## **Extended Abstract**

### **Background and Purpose**

Multiple sclerosis, or MS, is the most common progressive and debilitating neurological disease in young adults (1). It is an inflammatory and chronic autoimmune disease that appears as nerve or myelin lesions in the white matter of the brain, the spinal cord of oligodendrocytes, and to lesser extent axons, neurons and optic nerves (2). Balance disorders are one of the most common problems in patients with MS. The inability to keep balance through the simplest daily activities of patients with multiple sclerosis has affected their life to the extent that simple actions such as standing and walking are a challenge for these patients (11,13). Although several studies have been conducted on the effect of Pilates exercises on patients with MS, no research has been done on the effect of combining these exercises with myofascial release and its effect on central stability, flexibility, and functional balance. Considering the increased prevalence of this disease in Iran and also the significant effects of it on the performance and quality of life of patients with multiple sclerosis, this study aims to determine the effect of this type of exercise on central stability, functional balance, and flexibility of people with MS.

### **Materials and Methods**

This quasi-experimental study was performed as a pre-test, post-test with the participation of experimental and control groups. The statistical population of this study was people with MS in Amol city. Based on the inclusion criteria of the research, 24 available samples were selected to participate in the study. Subjects were randomly divided into an experimental group (n=12) and a control group (n=12). The degree of disability of Kurtzky patients or EDSS was less than 3(29). They can perform exercises alone and with complete independence, take medication of the same family group, be in the age range of 20 to 50 years, do not participate in regular exercise in the previous two months and the absence of diseases that may adversely affect motor function and quality of exercise, such as (cardiovascular, respiratory, osteoarthritis and cognitive disorders), all of which were approved by a specialist. McGill tests, standing and walking time, and muscle flexibility test of sitting and extending the arms were used to examine the mentioned variables.

The method of performing the training protocol was that at first the subjects of both experimental and control groups participated in the pre-test. The experimental group then performed a training protocol consisting of six warm-up exercises, fourteen basic Pilates exercises, three foam rolling exercises (28,30) for eight weeks, and three sessions each week for one and a half hours (two virtual sessions and one face-to-face session) at a fixed time and place. To hold virtual sessions, all the exercises were recorded in the form of video clips and presented

to the subjects, and the subjects played it at home and performed similar exercises at the same time. They shared their problems during or after practice through virtual communication with the instructor. There were also ongoing follow-ups by telephone. In the weekly calls, participants reported on a performance checklist. It is worth mentioning that the continuation of the program was followed during an in-class meeting per week. The control group did not have any exercise activities during this period. The (Shapiro-wilk) test was used to compare the mean and evaluate the effect of the exercise program, and the independent t-test and analysis of covariance were also used. Data analysis was done using SPSS software version 26 and at a significance level less than 0.01.

### Findings

The results of the independent t-test showed that there was no significant difference between the two groups in terms of height, weight, age, and body mass index ( $P > 0.05$ ), as the two groups are considered as homogeneous in all of the above factors. The results of analysis of covariance showed that after controlling the effect of pre-test (covariate), there is a significant difference in the results of sitting and reaching test, McGill test, and sitting and standing test (timed) in post-test between control and experimental groups ( $P < 0.01$ ), so that the results of scores obtained in all tests in the training group were significantly better than the control group. To examine the differences between pre-test and post-test in the two groups separately, a correlated t-test was used. The results of the correlated t-test show that the Pilates-myofascial release program had a significant effect on the sitting and reaching test, McGill test, and sitting-standing test (timed) of the subjects in the training group ( $P < 0.01$ ). Also, after 8 weeks in the control group, there was not a significant difference between the pre-test and post-test scores, McGill, sitting and reaching test, and sitting and standing test.

### Conclusion

The results of the present study showed that improving patients' balance increases their walking speed. As mentioned, the difference between this study and previous studies was that no study had yet examined the effect of a combination of Pilates and foam rolling exercises on the functional balance of MS patients. There was the view that facial release can not help improve the flexibility and balance of these patients. Previous research has focused more on increasing strength and endurance or combining strength training with balance. Overall, the results of this study showed that Pilates exercises and myofascial release using rolling foam is an effective program to increase hamstring flexibility, strengthen central body muscles and hence improve functional balance in MS patients. Thus, knowing the effects of this type of exercise on the mobility and balance of MS patients can be considered a valuable issue for patients' families, as well as the medical

community to prescribe this low-cost and non-drug method to their patients due to the current situation, the coronavirus pandemic in the world and the ease of performing exercises at home.

**Keywords:** Multiple Sclerosis, Core Stability, Functional Balance, Flexibility

### References

1. Brendon Skinner , Richard Moss , Lucy Hammond A systematic review and meta-analysis of the effects of foam rolling on range of motion, recovery and markers of athletic performance *J BodyM Ther* 2020 Jul;24(3):105-122
2. Dębski P, Białas E, Gnat R. The parameters of foam rolling, self-myofascial release treatment: a review of the literature Volume 11 (2019): Issue 1 (January 2019)
3. Eslami M, Khezri D, Hoseinnezhad M, The Effect of Two different Types of Shoes out Soles on the Frequency Content of the Ground Reaction Force Components 2015,20.1001.1.23221658.
4. Fleming, K, Coote S, Herring P, An eight-week randomised controlled trial of home-based pilates for symptoms of anxiety, depression, and fatigue among people with MS with minimal-to-mild mobility disability ,*MSJ 2021, Vol. 27(14) 2267–2279.*
5. Jung J, Choi W, Lee Y, Immediate effect of self-myofascial release on hamstring flexibility *Phys Ther Rehabil Sci* 2017. 6 (1). 45-51
6. Kalron A, Rosenblum U, Frid L and Achiron. A Pilates exercise training vs. physical therapy for improving walking and balance in people with multiple sclerosis: *CLIN REHABIL* 2017 Mar;31(3):319\_328.

## تأثیر هشت هفته تمرینات پیلاتس و آزادسازی مایوفاشیال بر تعادل، استقامت عضلات تنه و انعطاف پذیری افراد مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس

سید امیر حسن حسینی<sup>۱</sup>، پریسا صداقتی<sup>۲</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۲. استادیار، گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران (نویسنده مسئول)

تاریخ پذیرش ۱۴۰۰/۱۱/۲۷

تاریخ ارسال ۱۴۰۰/۱۱/۰۳

### چکیده

هدف این پژوهش بررسی تأثیر تمرینات پیلاتس و آزادسازی مایوفاشیال بر تعادل، استقامت عضلات تنه و انعطاف پذیری افراد مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس بود. ۲۴ فرد مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس با شدت بیماری صفر تا سه و دامنه سنی ۲۰ تا ۵۰ سال به صورت هدفمند انتخاب و به طور تصادفی به دو گروه تجربی و کنترل با تعداد مساوی تقسیم شدند. گروه تجربی تمرینات را طی ۲۴ جلسه انجام دادند. ثبات مرکزی با آزمون مک گیل، تعادل با آزمون برخاستن و راه رفتن زمان دار و انعطاف پذیری همسترینگ با آزمون نشستن و رساندن دستها در پیش و پس آزمون ارزیابی شد. تحلیل آماری دادهها با آزمون تی وابسته و تحلیل کوواریانس و با نرم افزار اس پی اس نسخه ۲۶ انجام شد. اجرای هشت هفته تمرینات پیلاتس و آزادسازی مایوفاشیال تفاوت معناداری در تعادل عملکردی گروه تجربی و کنترل ایجاد کرد ( $P < 0/01$ ). با توجه به یافته های پژوهش حاضر می توان نتیجه گرفت که این برنامه تمرینی در بهبود تعادل بیماران مبتلا به ام اس مؤثر خواهد بود و از این رو، برای این دسته از بیماران توصیه می شود.

**واژگان کلیدی:** مولتیپل اسکلروزیس، ثبات مرکزی، تعادل، انعطاف پذیری

1. Email: amir1hossein123@gmail.com

2. Email: parisasedaghati@yahoo.com

## مقدمه

مولتیپل اسکلروزیس<sup>۱</sup> یا ام اس شایع‌ترین بیماری عصبی پیش‌رونده و ناتوان‌کننده در جوانان بالغ است (۱). این بیماری، نوعی بیماری خودایمنی التهابی و مزمن است که به‌صورت ضایعات عصبی یا میلین تخریب‌شده در جسم سفید مغز، طناب نخاعی الیگودندروسیت‌ها<sup>۲</sup> و با وسعت کمتر آکسون‌ها، نورون‌ها (۲) و اعصاب بینایی بروز می‌کند (۳). این بیماری غیرقابل‌پیش‌بینی و یکی از مهم‌ترین بیماری‌های تغییردهنده زندگی فرد است؛ زیرا معمولاً به بهترین دوران زندگی فرد آسیب می‌زند و به تدریج بیمار را به سمت ناتوانی پیش می‌برد و تا کنون درمان قطعی برای آن یافت نشده است (۲). علت اصلی بیماری ناشناخته است. میزان شیوع آن در زنان دو برابر مردان (۴) و سن شروع بیماری معمولاً بین ۲۰ تا ۴۰ سالگی است (۵). گزارش‌های اخیر نشان می‌دهد تقریباً هر ساله ۱۰۰۰ مورد جدید در کانادا و ۱۰ هزار مورد در آمریکا به این بیماری مبتلا می‌شوند. این آمار حاکی از آن است که بیماری ام اس مشکلی جهانی است (۶). ایران نیز از این قاعده مستثنی نیست، به‌طوری‌که بر اساس آمار انجمن ام اس ایران، حدود ۴۰ هزار نفر در کشور به ام اس مبتلا هستند. بنابراین ایران نیز می‌تواند در دسته مناطقی شناخته شود که با خطر متوسط تا بالای ام اس مواجه‌اند (۷). تظاهرات بالینی این بیماری عبارت‌اند از: ضعف اندام‌ها، گرفتگی عضلانی، التهاب عصب بینایی، اختلال در بینایی، دوبینی، آتاکسی، اختلال در عملکرد مثانه، یبوست، اختلال‌های شناختی، افسردگی، ضعف عضلانی، خستگی، اختلال در عملکرد جنسی، بی‌حسی، لرزش، سرگیجه، فلج خفیف، درد، اشکال در راه رفتن، اشکال در تمرکز و اختلال در کنترل ثبات (۸). اختلال در ثبات باعث کاهش استقلال عملکردی، گسترش ناتوانی و همچنین خطر افتادن می‌شود (۹). سوسنوف<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۱) به بررسی اسپاسم، تحرک و تعادل در بیماران ام اس پرداختند و نشان دادند اسپاسم عضلات بزرگ روی تحرک و تعادل این افراد اثر منفی می‌گذارد و همچنین درمان با هدف کاهش اسپاسم موجب بهبود تعادل در این بیماران می‌شود (۱۰) اختلالات تعادل یکی از مشکلات شایع بیماران مبتلا به ام اس است. ناتوانی در حفظ تعادل ساده‌ترین فعالیت‌های روزانه بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس را تحت تأثیر قرار می‌دهد تا جایی که کارهای ساده‌ای نظیر ایستادن و راه رفتن نوعی چالش برای این بیماران محسوب می‌شود که موجب عدم‌استفاده از سیستم‌های حرکتی بدن و بروز عوارض زودرس آن نظیر از بین رفتن میلین اعصاب محیطی و کاهش سرعت پیشرفت آن خواهد شد (۱۲، ۱۱). این افراد توانایی حفظ تعادل با متغیرهای اسپاسم عضلانی و قدرت عضلانی در ارتباط است (۱۳). سرعت راه رفتن بیماران ام اس تحت تأثیر عوامل متعددی مانند قدرت عضلات، تعادل، تون عضلات

- 
1. Multiple Sclerosis
  2. Oligodendrocyte
  3. Sosnoff

و شرایط محیطی قرار دارد. همچنین بهبود قدرت عضلات و داشتن تعادل مناسب می‌تواند سبب بهبود سرعت راه رفتن در این بیماران شود (۱۴). از میان ورزش‌های متنوع، پیلاتس آثاری مثبت در جلوگیری از روند روبه‌رشد بیماری در این بیماران داشته است. این ورزش در سال ۱۹۲۰ توسط جوزس پیلاتس معرفی و به تدریج توسعه داده شد و در سال ۱۳۸۵ به ایران وارد شد (۱۵). پیلاتس مجموعه‌ای از تمرینات تخصصی است که بدن و مغز را به گونه‌ای درگیر می‌کند که قدرت، انعطاف‌پذیری و استقامت را تحت تأثیر قرار می‌دهند. ورزش پیلاتس روشی مناسب برای تمرین آگاهی ذهن، بدن و کنترل حرکات پوسچرال با درخواست‌های عصبی عضلانی زیاد است (۱۶). پژوهش‌های که در زمینه تأثیر تمرینات پیلاتس بر افراد مبتلا به ام اس انجام شده‌اند از بهبود معنادار تعادل در افراد مبتلا خبر داده‌اند. در این راستا می‌توان به پژوهش‌های فریمن<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۲) (۱۷)، گالکو<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۴) (۱۸)، کوچوک<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۵) اشاره کرد. کوچوک و همکاران (۲۰۱۵) روی ۲۰ بیمار مبتلا به ام اس پژوهشی انجام دادند و نتایج نشان داد تعادل عملکردی در گروه پیلاتس تفاوتی معناداری داشته است (۱۹). فاشیا بافت همبند نرمی است که پیرامون عضلات، استخوان‌ها، اندام‌ها و اعصاب بدن قرار گرفته و به مثابه حمایت‌کننده و ثبات‌دهنده عمل می‌کند. در عضلات، فاشیا در داخل و اطراف عضلات در اپی‌میوزیوم، پری‌میوزیوم و آندومیوزیوم وجود دارند. فاشیاهای سطحی در اطراف چربی و زیر پوست قرار دارند. آن‌ها وظیفه حفاظتی دارند و حاوی عروق خونی، اعصاب و عروق لنفاوی در اپی‌درم‌اند. فاشیای عمقی چربی کمتری دارد و تمام عضلات، اندام‌ها، اعصاب و غدد را می‌پوشاند. زمانی که فاشیا کوتاه شود، قابلیت انعطاف‌پذیری‌اش را از دست می‌دهد. دلیل چنین وضعیتی می‌تواند تروما، التهاب، وضعیت پاسچر ایستا به مدت طولانی و حتی فرایندهای کوتاه‌مدت باشد و به دلیل فشار اعمال‌شده بر عروق خونی و اعصاب درد ایجاد شود (۲۰). وجود محدودیت در فاشیاهای اطراف عضلات ممکن است راستای بدن را مختل کند و هماهنگی، تحرک، امکان انقباض، دامنه حرکتی و قدرت را کاهش دهد (۲۱). انعطاف‌پذیری کم موجب بروز مشکلات عدیده‌ای در راه رفتن بیماران می‌شود، به گونه‌ای که پژوهش‌ها نشان داده‌اند این گروه، در مقایسه با افراد سالم، طول گام کوتاه‌تر و سرعت کمتری در راه رفتن شود (۲۲).

آزادسازی مایوفاشیال یکی از تکنیک‌های مهم ماساژ است، با این حال روش نوپایی نیز به نام تکنیک آزادسازی مایوفاشیال توسط خود فرد (SMR<sup>۴</sup>) به وجود آمده که اجرای آن راحت‌تر است. تفاوت اصلی بین رهاسازی مایوفاشیال و تکنیک SMR این هست که به جای اینکه درمانگر روی بافت

- 
1. Freeman
  2. Guclu-Gunduz
  3. Küçük
  4. Self-Myofascial Release

عضلانی فشار ایجاد کند، بیمار با به کارگیری وزن بدن خود فشار لازم را روی بافت عضلانی اعمال می‌کند. یکی از روش‌های پرکاربرد برای SMR استفاده از فوم غلتان است. فوم‌های غلتان تنش عضله را افزایش می‌دهند و باعث می‌شوند اندام وتری-گلژی عضله را شل کند، درد را کاهش دهد، طول عضله تحت تنش را بازگرداند و عملکرد را بهبود بخشد (۲۳). در زمان استفاده از فوم غلتان از وزن بدن برای ایجاد کشش در عضلات استفاده می‌شود، به طوری که عضلات به آرامی به مدت یک الی دو دقیقه روی فوم غلتان قرار می‌گیرند و وقتی که عضلات مورد نظر روی فوم غلتان چرخانده شدند، عضلات بعدی تمرین داده می‌شوند (۲۴). از پژوهش‌هایی که در این خصوص انجام شده‌اند می‌توان به پژوهش‌های جانگ<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۷)، دسکی<sup>۲</sup> (۲۰۱۹) و بنیتو<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۹) اشاره کرد (۲۵-۲۷). از فوم‌های غلتان به طور گسترده استفاده شده، ولی پژوهش‌های زیادی در خصوص این ابزار و این تکنیک یافت نشده است (۲۸). اگرچه تا کنون پژوهش‌های متعددی در مورد اثر تمرینات پیلاتس بر بیماران مبتلا به ام اس انجام شده، در زمینه اثر ترکیب این تمرینات با آزادسازی مایوفاشیال و تأثیرش بر ثبات مرکزی، انعطاف‌پذیری و تعادل عملکردی پژوهشی انجام نشده است. با توجه به اینکه شیوع این بیماری در ایران رو به افزایش است و همچنین آثار چشمگیر این بیماری بر عملکرد و کیفیت زندگی مبتلایان، این پژوهش بر آن است تا اثر این نوع تمرینات را بر ثبات مرکزی، تعادل عملکردی و انعطاف‌پذیری افراد مبتلا به ام اس بررسی کند.

## روش پژوهش

این مطالعه از نوع نیمه‌تجربی به صورت پیش‌آزمون-پس‌آزمون با مشارکت دو گروه تجربی و کنترل انجام شد. جامعه آماری این پژوهش افراد مبتلا به ام اس در شهرستان آمل بودند. پس از اعلام فراخوان عمومی از طریق انجمن ام اس این شهرستان، و با بررسی‌های اولیه مشخص شد ۲۸ نفر واجد شرایط ورود به پژوهش‌اند. با استفاده از نرم‌افزار جی پاور با توان آزمون ۰/۵۰، آلفای ۰/۰۵ و اندازه اثر ۰/۸۵ تعداد ۲۴ نفر به صورت هدفمند و در دسترس به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند. آزمودنی‌ها پس از بررسی ویژگی‌های جمعیت‌شناختی (قد و وزن) و ثبت اطلاعات فردی، به صورت تصادفی به دو گروه تجربی (۱۲ نفر) و کنترل (۱۲ نفر) تقسیم شدند. پس از ارائه توضیحاتی در مورد طرح پژوهش، نوع تمرینات، شدت، مدت، تکرار و چگونگی اجرای آن، شرکت‌کنندگان فرم رضایت‌نامه شرکت در پژوهش را امضا کردند. سپس، گواهی مقیاس ناتوانی خود را که به تأیید پزشک متخصص مغز و اعصاب رسیده بود، ارائه دادند. معیارهای ورود به پژوهش شامل این موارد بود: درجه ناتوانی

- 
1. Jung
  2. Dębski
  3. Benito



بیماران کورتزکی<sup>۱</sup> یا EDSS<sup>۲</sup> کمتر از سه باشد (روایی آزمون ناتوانی جسمانی کروتز در ایران نیز هنجار شده است) (۲۹)؛ توانایی اجرای تمرینات را به تنهایی و با استقلال کامل داشته باشند، از یک خانواده دارویی مصرف کنند، در محدوده سنی ۳۰ تا ۵۰ سال باشند، طی دو ماه قبل از مطالعه حاضر در فعالیت‌های ورزشی منظم شرکت نکرده باشند و به بیماری‌هایی که ممکن است به نوعی روی عملکرد حرکتی و کیفیت تمرینات تأثیر منفی بگذارند (از قبیل مشکلات قلبی-عروقی، تنفسی، آرتروز و اختلالات شناختی) مبتلا نباشند که همگی این موارد به تأیید پزشک متخصص رسیدند.

روش اجرای پروتکل تمرینی به این ترتیب بود که ابتدا آزمودنی‌های هر دو گروه تجربی و کنترل در پیش‌آزمون شرکت کردند. سپس، گروه تجربی پروتکل تمرینی شامل شش تمرین گرم کردن، چهارده تمرین اصلی پيلاتس و سه تمرین با فوم غلتان را به مدت هشت هفته و هر هفته سه جلسه به مدت یک الی یک و نیم ساعت (دو جلسه به صورت مجازی و یک جلسه به صورت حضوری) در زمان و مکان ثابت انجام دادند. برای برگزاری جلسات مجازی تمامی تمرینات در قالب ویدیو کلیپ ضبط می‌شد و در اختیار آزمودنی‌ها قرار می‌گرفت. آزمودنی‌ها این ویدیوها را در منزل مشاهده و هم‌زمان تمرینات مشابه را اجرا می‌کردند. سپس، مشکلات خود را در حین یا پس از تمرین از طریق ارتباط مجازی با مربی در میان می‌گذاشتند. همچنین پیگیری‌های مستمر از طریق تماس تلفنی صورت می‌گرفت. در تماس‌های هفتگی، شرکت‌کنندگان چک‌لیست اجرای تمرین را گزارش می‌دادند. شایان ذکر است، تداوم اجرای برنامه حین جلسه حضوری (یک جلسه در هفته) پیگیری می‌شد. گروه کنترل در این مدت هیچ‌گونه فعالیت ورزشی و تمرینی نداشتند. در نهایت، پس از هشت هفته هر دو گروه در پس‌آزمون شرکت کردند. هر جلسه تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن بدن و ۱۰ دقیقه سرد کردن بود. اصل اضافه‌بار به صورت افزایش تکرارها (از ۴ به ۱۰)، استفاده از وسایل کمکی و تغییر در نوع حرکت اعمال شد. تمرینات پيلاتس توسط پژوهشگر اجرا و برای کنترل حرکات آزمودنی‌ها از همکار پژوهشی کمک گرفته شد. گفتنی است، جلسات پیش و پس‌آزمون از نظر روز و ساعت با جلسات تمرین هم‌خوانی داشت. پس از جلسه توجیهی و آشنایی با مراحل کار زیر نظر مربی، آزمودنی‌ها با نحوه انقباضات، تنفس و تمرینات آشنا شدند. در گرم کردن و سرد کردن از حرکات پایه پيلاتس استفاده شد. در تدوین برنامه تمرین از حرکات پيلاتس تعدیل‌شده با توجه به تمرینات توان‌بخشی بیماران ام اس و تمرینات پيلاتس برای بیماران ام اس استفاده شد که در پژوهش‌های پیشین نیز به کار برده شده است (۳۰). در طول هر جلسه نحوه صحیح ایستادن پيلاتس، اصول انقباضات و نحوه تنفس صحیح یادآوری می‌شد. برای کاهش خطر احتمالی سقوط، نحوه ایستادن آزمودنی‌ها در کلاس

- 
1. Kurtzke
  2. Expanded Disability Status Scale

توسط آزمونگر تعیین می‌شد، به صورتی که هر آزمودنی در کنار خود دیواری برای تکیه دادن در برخی حرکات داشته باشد. تکنیک (SMR) با استفاده فوم غلتان برای رهاسازی مایوفاشیال در عضلات هدف افراد آموزش داده شد. این پروتکل، ناحیه همسترینگ، دوسر رانی و ایلئوتیبال باند و عضله دوقلو را هدف قرار می‌دهد. مطابق با پژوهش دبسکی<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۹)، آزمودنی‌ها سه تمرین مختلف را به مدت ۳۰ ثانیه، زمان نورد به مدت سه ثانیه با شدت متوسط، به تعداد سه ست و با ۳۰ ثانیه استراحت بین هر ست انجام دادند. طبق این مطالعه بیماران معمولاً می‌توانند حداکثر فشار قابل تحمل را به مدت ۳۰-۱۲۰ ثانیه تحمل کنند، تعداد ست‌ها بین ۱-۳ بار تکرار شود و با ۳۰ ثانیه استراحت از هم جدا شود. شدت حرکت نورد باید متوسط باشد و حرکت باید حدود سه ثانیه طول بکشد. توصیه می‌شود غلتک را در نواحی حساس نگاه‌دارید تا تنش را کاهش بدهد (۲۸).

جدول ۱- برنامه تمرینی پيلاتس (۳۱)

سرد کردن (کشش) ۳۰ الی ۶۰ ثانیه یک مرتبه	حرکات اصلی پيلاتس	گرم کردن (کشش) ۳۰ الی ۶۰ ثانیه یک مرتبه
عضلات چهار سر	خمش شکم پيلاتس <sup>۲</sup>	چرخاندن سر
عضلات پایینی پشتی	انحنای C شکل <sup>۳</sup>	جابه‌جایی کشویی ران
عضلات همسترینگ	تک پا زانو صاف دورانی چرخاندن <sup>۴</sup>	خم و راست کردن زانو
عضلات سرینی	کشش تک پا <sup>۵</sup>	چرخاندن ران
عضلات نزدیک کننده ران	کشش دو پا <sup>۶</sup>	دور و نزدیک کردن کتف
عضلات پشت ساق	چالش‌های همسترینگ <sup>۷</sup>	چرخاندن شانه
عضلات شانه‌ها	اره <sup>۸</sup>	
عضلات سینه	دارت <sup>۹</sup>	
عضلات بالای پشتی	باز کردن ران به صورت دمر <sup>۱۰</sup>	
	کشش گربه <sup>۱۱</sup>	
	پل شانه <sup>۱۲</sup>	

1. Dębski
2. Ab Prep
3. C-Curve
4. Single Leg Circle
5. Single Leg Stretch
6. Double Leg Stretch
7. Hamstring Challenge
8. The Saw
9. The Dart
10. Prone Hip Extension
11. Cat Stretch
12. Shoulder Bridge

**فوم رول!** غلتک فومی ابزاری برای ریکاوری بدن و ماساژ عضلات است. تمرینات فوم رولر عموماً بسیار سبک‌اند و با هدف رفع گرفتگی و انقباض عضلات و ماساژ آن‌ها و همچنین ریکاوری و ریلکس کردن عضلات انجام می‌شوند. این وسیله می‌تواند در تسکین دردهای عضلانی، کاهش سفتی عضلات، بهبود انعطاف‌پذیری و غیره مفید باشد. این غلتک فومی قطعه‌ای استوانه‌ای شکل در ابعاد ۱۵×۳۰، وزن ۸۲۰ گرم و از جنس فوم سخت EVA-PVC است که تا ۱۱۰ کیلوگرم تحمل وزن دارد و می‌تواند روی پوست حرکت کند.



شکل ۱- تمرینات پیلاتس و آزادسازی مایوفاشیال

به‌منظور ارزیابی استقامت عضلات تنه از آزمون مک‌گیل استفاده شد که شامل پنج مرحله است. نتایج مطالعات پیشین نشان می‌دهد این آزمون‌ها دارای ضرایب روایی عالی شامل، فلکسور و اکستنسور تنه با ضریب روایی ۰/۹۷، پلانک‌ها با ضریب روایی ۰/۹۹ است.

## 1. Foam Roller

الف) آزمون پل زدن به پهلو برای ارزیابی استقامت عضلات جانبی قسمت مرکزی بدن به کار گرفته شد. آزمودنی در وضعیت جانبی درازکش به راست قرار می‌گرفت، به طوری که پای بالایی در جلوی پای پایینی قرار می‌گرفت و مفاصل ران نباید هیچ‌گونه فلکشنی می‌داشتند. سپس، از آزمودنی خواسته می‌شد ران‌ها را از تخت بلند کند، درحالی‌که تنها از پاها و آرنج راست خود برای حمایت استفاده می‌کرد. بازوی چپ فرد باید روی سینه قرار می‌گرفت، به طوری که دستش روی شانه راست باشد. زمان کلی که آزمودنی قادر بود ران از روی تخت بالا نگاه‌دارد، به وسیله کرومومتر ثبت می‌شد. برای سنجش پل زدن به بغل در سمت مخالف نیز از روش بالا استفاده می‌شد (۳۲).

ب) هدف آزمون فلکشن تنه در زاویه ۶۰ درجه ارزیابی ظرفیت استقامت عملکردی عضلات قدامی ناحیه مرکزی بدن راست شکمی بود. به منظور سنجش استقامت عملکردی عضلات قدامی ناحیه مرکزی بدن، ابتدا از آزمودنی خواسته شد در وضعیت تکیه، درحالی‌که پشتش روی تخت ۶۰ درجه قرار داشت، هر دو مفصل ران را از زاویه ۹۰ درجه خم کند و دست‌ها را به حالت ضربدری روی سینه قرار دهد. با استفاده از نواربندی روی مچ پا یا با ثابت کردن مچ پا به وسیله دست فرد کمکی، به ثبات بدن آزمودنی کمک می‌شد. برای شروع آزمون، در حالتی که آزمودنی در وضعیت تکیه به تخت ۶۰ درجه قرار داشت، تخت ۱۰ سانتی‌متر از قسمت پشت آزمودنی دور و از وی خواسته می‌شد تا حد امکان این وضعیت را حفظ کند. مدت‌زمانی که آزمودنی قادر بود این وضعیت را حفظ کند، به وسیله کرومومتر ثبت می‌شد. زمانی که پشت آزمودنی با تخت تماس حاصل می‌کرد، آزمون متوقف می‌شد (۳۳).

ج) توانایی عضلات خلفی ناحیه مرکزی بدن با استفاده از آزمون اصلاح‌شده سورنسن بایرینگ سنجیده می‌شد. آزمودنی به حالت دمر قرار می‌گرفت، طوری که لگن در لبه تخت درمانی قرار می‌گرفت. استرپ‌هایی برای تثبیت آزمودنی روی تخت در نواحی پا و لگن بکار گرفته می‌شدند. آزمودنی بالاتنه خود را با کمک قرار دادن دست‌هایش بر روی نیمکت در مقابل تخت حمایت می‌کرد تا بتواند توانایی قرار دادن دست‌ها به صورت ضربدری و کسب یک موقعیت افقی را یاد بگیرد. آزمودنی باید سعی می‌کرد، تا زمانی که ممکن است وضعیت افقی بدن را حفظ کند. زمان کلی که آزمودنی قادر بود وضعیت افقی را تا زمانی حفظ کند که دست‌هایش نیمکت مقابلش را در قسمت پایینی لمس نکند، استفاده از کرومومتر به عنوان رکورد او به ثانیه ثبت می‌شد (نیمکت برای جلوگیری از آسیب آزمودنی پس از پایان حفظ وضعیت افقی تعبیه شده بود) (۳۳).

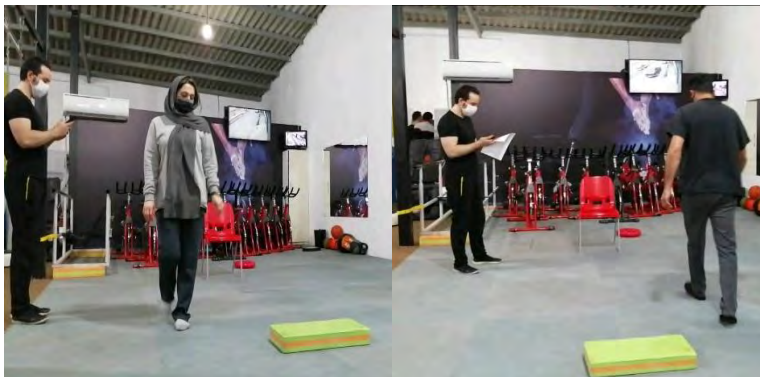
د) برای انجام آزمون پل زدن به شکم، آزمودنی در وضعیت دمر و در حالی که قسمت مرکزی را در وضعیت خنثی حفظ می‌کرد، بدن را توسط بازوها و انگشتان پا حمایت می‌کرد و سعی می‌کرد این وضعیت را حفظ کند. باید توجه داشت که بالاتنه، ران‌ها و پاها باید هم‌راستا بودند. مدت‌زمانی که

آزمودنی قادر بود این وضعیت را حفظ کند، با استفاده از کروномتر ثبت می‌شد. زمانی که بدن از وضعیت خنثی خارج می‌شد و انحنای بیش‌ازحد در ستون فقرات به وجود می‌آمد، آزمون متوقف می‌شد (۳۲).



شکل ۲- آزمون مک‌گیل

د) آزمون زمان برخاستن و راه رفتن: این آزمون شامل شش مرحله است که آزمودنی باید آن‌ها را پشت سر هم انجام دهد. در پژوهش حاضر، برای اجرای این آزمون ابتدا یک صندلی بدون دستگیره به فاصله سه متر از یک مانع (پایان مسیر) قرار می‌گرفت. سپس، از آزمودنی خواسته می‌شد بدون کمک دست‌هایش از روی صندلی برخیزد و پس از طی مسیر سه متری برگردد و روی صندلی بنشیند. این آزمون در سریع‌ترین حالت ممکن و بدون دویدن انجام می‌شود. برای آشنایی با نحوه اجرای آزمون، آزمودنی‌ها پیش از ثبت رکورد این عمل را سه بار تمرین می‌کردند. سپس، آزمون را سه مرتبه اجرا می‌کردند و میانگین آن‌ها به‌عنوان رکورد هر آزمودنی برحسب ثانیه ثبت می‌شد. مراحل شش‌گانه آزمون بدین شرح است: بلند شدن از روی صندلی، طی کردن مسیر سه متری مشخص‌شده، دور زدن مانع، برگشت مسیر سه متری در مرحله دوم، دور زدن صندلی، نشستن روی صندلی. فرد با شنیدن فرمان «رو» حرکت می‌کند و آزمونگر زمان را از آغاز تا پایان محاسبه می‌کند. مدت‌زمان انجام این آزمون توسط آزمودنی به‌عنوان امتیاز وی ثبت می‌شد. پایایی آزمون بین ۰/۸۶ تا ۰/۹۱ گزارش شده است (۳۴).



شکل ۳- آزمون برخاستن و راه رفتن

ه) آزمون انعطاف پذیری عضلانی نشستن و رساندن دست‌ها: این آزمون به دلیل اینکه تنها انعطاف عضلات پشت و لگن خاصره را اندازه‌گیری می‌کند، دارای روایی محتوای ۸۷ درصد است. برای اجرای این آزمون، آزمودنی روی زمین می‌نشست و کف پاهای جفت شده خود را به جعبه انعطاف‌پذیری یا جعبه‌ای که روی زمین قرار داشت می‌چسباند. آزمونگر از خم شدن زانوی آزمودنی جلوگیری می‌کند. دست‌ها باید روی یکدیگر قرار می‌گرفتند یا در امتداد هم می‌بودند. ملاک اندازه‌گیری، میزان ریش انگشت میانی بود و فاصله بین لبه جعبه با نوک انگشتان میانی که به سانتی‌متر بود، رکورد فرد محسوب می‌شد (۳۵).



شکل ۴- آزمون نشستن و رساندن دست‌ها

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها در سطح آمار توصیفی از شاخص‌های مرکزی و پراکندگی، فراوانی، میانگین، انحراف معیار و جدول توزیع فراوانی استفاده شد. در سطح آمار استنباطی نیز از آنجاکه تعداد نمونه‌ها

کمتر از ۵۰ بود، برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌های بین پیش و پس آزمون در گروه‌ها از آزمون تی وابسته و برای مقایسه پس‌آزمون بین دو گروه از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ و در سطح معناداری کمتر از ۰/۰۱ انجام شده است.

## یافته‌ها

جدول شماره ۲، ویژگی‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها از جمله قد، وزن، سن و شاخص توده بدنی و نتایج بررسی همگن بودن واریانس‌ها را نشان می‌دهد. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود، نتایج آزمون تی مستقل نشان داد میان دو گروه از نظر قد، وزن، سن و شاخص توده بدنی تفاوت معناداری وجود ندارد ( $P > 0/05$ ) و دو گروه در تمامی موارد فوق همگن به حساب می‌آیند. برای بررسی نرمال بودن و همگنی داده‌ها به ترتیب از آزمون شاپیرو-ویلک و لون استفاده شد. نتایج نشان داد شرط  $P > 0/05$  در تمامی داده‌ها برقرار است؛ در نتیجه تمامی داده‌ها توزیع همگن و نرمال دارند.

جدول ۲ - ویژگی‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها

متغیر	گروه	میانگین	انحراف استاندارد	حداکثر	حداقل	P-value*	P-value**
سن (سال)	تجربی	۴۱/۱۷	۶/۰۲۸	۵۰	۳۱	۰/۴۲۲	۰/۸۸۹
	کنترل	۴۰/۸۳	۵/۵۰۸	۴۹	۳۲	۰/۶۰۹	
وزن (kg)	تجربی	۷۰/۹۲	۱۲/۵۰۸	۸۶	۴۸	۰/۱۷۰	۰/۸۸۸
	کنترل	۷۱/۶۷	۱۳/۲۸۹	۸۸	۴۹	۰/۳۷۳	
قد (cm)	تجربی	۱۶۹/۵۸	۸/۷۲۳	۱۸۴	۱۵۹	۰/۲۶۷	۰/۸۳۴
	کنترل	۱۷۰/۳۳	۸/۶۱۶	۱۸۳	۱۵۹	۰/۲۳۰	
شاخص توده بدنی (BMI)	تجربی	۲۵/۰۸۱	۶/۰۶۱	۳۲/۷۷	۱۴/۷۹	۰/۳۲۵	۰/۹۸۲
	کنترل	۲۵/۱۴۰	۶/۴۰۶	۳۳/۵۶	۱۵/۴۷	۰/۱۶۳	

\*\*آزمون تی مستقل

\*آزمون شاپیرو-ویلک

همان‌طور که در جدول شماره ۳ مشاهده می‌شود، نتایج آزمون تحلیل کوواریانس نشان داد پس از کنترل اثر پیش‌آزمون (کووریت)، در نتایج آزمون نشست و رسیدن، آزمون مک‌گیل و آزمون برخاستن و رفتن (زمان‌دار) در پس‌آزمون بین دو گروه کنترل و تجربی اختلاف معناداری به وجود آمده است ( $P < 0/01$ )، به این صورت که نمرات به‌دست‌آمده در تمامی آزمون‌ها در گروه تمرینی به‌طور معناداری بهتر از گروه کنترل بود.

جدول ۳ - نتایج تحلیل کوواریانس برای مقایسه در پس آزمون بین گروه‌ها

متغیر	مرحله آزمون	گروه	میانگین *	F	df	P*	Eta squared
آزمون نشست و رسیدن	پس آزمون	تجربی	۳۰/۰۹	۸۶/۶۱	۱	* ۰/۰۰۱	۰/۸۰
	پس آزمون	کنترل	۲۷/۱۱				
آزمون برخاستن و رفتن (زمان دار)	پس آزمون	تجربی	۱۳/۱۰	۸۲/۷۳	۱	* ۰/۰۰۱	۰/۷۹
	پس آزمون	کنترل	۱۵/۰۸				
استقامت اکستنسور تنه	پس آزمون	تجربی	۱۸/۲۸	۶۹/۴۴	۱	* ۰/۰۰۱	۰/۷۶
	پس آزمون	کنترل	۱۴/۱۳				
استقامت فلکسور تنه	پس آزمون	تجربی	۱۵/۰۷	۴۷/۸۶	۱	* ۰/۰۰۱	۰/۶۹
	پس آزمون	کنترل	۱۱/۳۷				
پل زدن به شکم	پس آزمون	تجربی	۲۱/۷۵	۸۶/۴۰	۱	* ۰/۰۰۱	۰/۶۶
	پس آزمون	کنترل	۱۷/۹۰				
استقامت عضلات جانبی راست	پس آزمون	تجربی	۱۴/۳۱	۱۹/۳۲	۱	* ۰/۰۰۱	۰/۴۷
	پس آزمون	کنترل	۱۱/۱۵				
استقامت عضلات جانبی چپ	پس آزمون	تجربی	۱۴/۳۹	۲۹/۴۳	۱	* ۰/۰۰۱	۰/۵۸
	پس آزمون	کنترل	۱۰/۹۱				
نمره کل آزمون مک گیل	پس آزمون	تجربی	۸۳/۷۵	۱۰۷/۹۳	۱	* ۰/۰۰۱	۰/۸۳
	پس آزمون	کنترل	۶۵/۵۴				

\*تنظیم شده بر اساس مقادیر پیش آزمون

\*معناداری در سطح  $p < 0.01$ 

برای بررسی تفاوت دو گروه در پیش آزمون و پس آزمون، به صورت مجزا از آزمون تی همبسته استفاده شد که اطلاعات آن در جدول شماره ۴ گزارش شده است. بر اساس جدول شماره ۴، نتایج آزمون تی همبسته نشان می‌دهد برنامه تمرینی پیلاتس-آزادسازی مایوفاشیال بر آزمون نشست و رسیدن، آزمون مک گیل و آزمون برخاستن و رفتن (زمان دار) آزمودنی‌های گروه تمرینی تأثیری معنادار داشت ( $P < 0.01$ )، همچنین در گروه کنترل نیز پس از هشت هفته، بین نمرات پیش آزمون و پس آزمون در آزمون‌های مک گیل، آزمون نشست و رسیدن و آزمون برخاستن و رفتن تفاوت معناداری مشاهده نشد.



جدول ۴- تفاوت میانگین نمرات آزمودنی‌ها قبل و بعد از اعمال پروتکل تمرینی

گروه	کنترل (۱۲ نفر)				تجربی (۱۲ نفر)			
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	T	P	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	T	P
آزمون نشستن و رسیدن	±۵/۸۸	±۵/۹۳	-۱/۰۳	۰/۳۲	±۶/۰۳	±۶/۳۸	-۱۲/۲۴	۰/۰۰۱*
آزمون زمان برخاستن و رفتن	±۱۵/۱۹	±۱۵/۱۷	۰/۱۰	۰/۹۱	±۱۴/۹۶	±۱۳/۰۱	۳/۳۴	۰/۰۰۷*
پل زدن به شکم	±۱۸/۱۲	±۱۷/۷۷	۰/۸۹	۰/۳۹	±۱۸/۴۰	±۲۱/۸۹	-۷/۶۶	۰/۰۰۱*
استقامت اکستنسور تنه	±۱۴/۰۵	±۱۳/۹۱	۰/۴۹	۰/۶۳	±۱۴/۶۲	±۱۸/۵۰	-۸/۷۰	۰/۰۰۱*
استقامت فلکسور تنه	±۱۱/۳۳	±۱۱/۲۵	۰/۲۳	۰/۸۱	±۱۱/۵۳	±۱۵/۱۶	-۸/۶۶	۰/۰۰۱*
استقامت عضلات جانبی راست	±۱۱/۱۴	±۱۱/۴۹	-۰/۹۲	۰/۳۷	±۱۰/۴۷	±۱۳/۹۷	-۶/۰۱	۰/۰۰۱*
استقامت عضلات جانبی چپ	±۱۱/۱۹	±۱۰/۹۳	۱/۲۴	۰/۲۳	±۱۱/۱۴	±۱۴/۳۷	-۵/۱۰	۰/۰۰۱*
جمع کل استقامت عضلات تنه	±۶۵/۸۴	±۶۵/۳۷	۰/۵۶	۰/۵۸	±۶۶/۱۹	±۸۳/۹۱	-۱۱/۵۹	۰/۰۰۱*

\*معناداری در سطح  $p < 0.01$

### بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد هشت هفته تمرینات ترکیبی پیلاتس و آزادسازی مایوفاشیال با تکنیک SMR به‌وسیله فوم غلتان اثر معناداری بر انعطاف‌پذیری عضلات پشت، لگن خاصره و همسترینگ داشته است که با پژوهش‌های شرر<sup>۱</sup> (۲۰۱۳)، جانگ<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۷)، اسکینر<sup>۳</sup> (۲۰۱۹)،

1. Sherer
2. Jung
3. Skinner

اریکسون<sup>۱</sup> (۲۰۱۴)، چادویک<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۹)، موهر<sup>۳</sup> (۲۰۱۱)، کریل<sup>۴</sup> (۲۰۱۳)، سالیوان<sup>۵</sup> (۲۰۱۳) و همکاران که استفاده از فوم غلتان را بر انعطاف‌پذیری عضلات همسترینگ و عملکرد عضلانی مثبت و معنادار ارزیابی کردند (۴۲-۳۶،۲۷) و کیز<sup>۶</sup> (۲۰۱۴) که تأثیر خود-رها سازی مایوفاشیال و کشش استاتیک را بر دامنه حرکتی عضلات همسترینگ مثبت ارزیابی کرد (۴۳)، هم‌سوست. از طرف دیگر، نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش میلر<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۰۶) و ایوانس<sup>۸</sup> و همکاران (۲۰۱۴) ناهم‌سوست (۴۴،۴۵). نتایج این پژوهش‌ها نشان داد کاربرد فوم غلتان تأثیری در دامنه حرکتی عضلات همسترینگ ندارد. همچنین، شارپ<sup>۹</sup> (۲۰۱۲) دریافت که استفاده از روش SMR با استفاده از فوم غلتان تأثیر معناداری بر دامنه حرکتی فعال ران ندارد (۴۶). همچنین نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های پیکوک<sup>۱۰</sup> و همکاران (۲۰۱۴) که نشان دادند یک دوره کوتاه مدت SMR به وسیله فوم غلتان تأثیری در افزایش انعطاف‌پذیری نداشته است، در تناقض است (۴۷). علت ناهم‌خوانی پژوهش‌های پیشین و پژوهش حاضر را می‌توان به نوع فوم غلتان مورد استفاده نسبت داد. در پژوهش‌های پیشین، برخلاف پژوهش حاضر، بیشتر از فوم غلتان بدون آج استفاده شد. همچنین مدت‌زمان جلسه غلتاندن در پژوهش‌های پیشین معمولاً یک جلسه بود و پژوهشگران به دنبال اثر فوری تمرین بودند، اما در پژوهش حاضر ۲۴ جلسه از فوم غلتان استفاده شد. همچنین، تعداد ست‌ها در پژوهش حاضر سه ست بوده، ولی در پژوهش‌های پیشین معمولاً یک الی دو ست بوده است. مدت‌زمان نورد نیز در پژوهش حاضر ۳۰ ثانیه بود، اما در پژوهش‌های پیشین کمتر یا بیشتر از این عدد بوده است. در پژوهش‌های پیشین، معمولاً گروه عضلانی مورد بررسی گروه عضلات همسترینگ یا دوقلو بوده، ولی در پژوهش حاضر از هر دو گروه عضلانی استفاده شده است. به علاوه، میزان فشار اعمال شده و سن آزمودنی‌ها هم می‌تواند دلیل ناهم‌خوانی پژوهش حاضر با پژوهش‌های پیشین باشد. تصور می‌شود افزایش انعطاف‌پذیری به علت تغییرات مکانیکی عضله باشد. این تغییرات مکانیکی شامل تغییر شکل ویسکوالاستیک<sup>۱۱</sup>، پلاستیک<sup>۱۲</sup> (قابلیت سازندگی بافت)، افزایش طول سارکومر و

1. Ericson
2. Chadwick
3. Mohr
4. Krill
5. Sullivan
6. Keys
7. Miller
8. Evans
9. Sharp
10. Peacock
11. Viscoelastic
12. Plastic

ریلکسیشن عصبی عضلانی است (۴۸). ممکن است افزایش انعطاف‌پذیری حاصل از کاربرد فوم غلتان به دلیل افزایش درجه حرارت باشد. باین‌حال، اندازه‌گیری دمای سطحی یا عضلانی در طول عمل غلتاندن فوم ممکن نبود. این احتمال وجود دارد که حرکت پایدار فوم غلتان، درجه حرارت بافت درون عضلانی و جریان خون را افزایش می‌دهد که هردو می‌توانند خواص ویسکوالاستیک عضله را افزایش دهند (۴۹). وقتی فاشیا تحت تأثیر گرما و فشار قرار گیرد، نرم می‌شود و بیشتر حالت مایع‌مانند به خود می‌گیرد. در غیراین‌صورت ضخیم می‌شود و ویسکوزیته و حالت جامد آن بیشتر می‌شود (۵۰). تکرار استرس‌های پرفشار بر بافت نرم بدن به دلیل فعالیت بیش از حد یا بی‌حرکتی ممکن است باعث ایجاد پیوندهای عرضی غیرطبیعی و بافت زخم در فاشیا شود؛ در نتیجه، پیوندهای عرضی غیرطبیعی و بافت زخم ممکن است موجب مهار بیومکانیک صحیح و کاهش دامنه حرکتی مفصل شوند. SMR ممکن است به‌طور مکانیکی این پیوندهای عرضی را از بین ببرد و بافت زخم را درهم‌بشکند و فاشیا را به حالت ژل‌مانند برگرداند (۵۱). وقتی فاشیا در حالت ژل‌مانند باشد، بافت نرم اجازه دامنه حرکتی بیشتری را می‌دهد (۵۲). فوم غلتان عدم‌تعادل عضلانی را اصلاح می‌کند، درد عضلانی را کاهش می‌دهد، دامنه حرکتی و انعطاف‌پذیری را افزایش می‌دهد و سبب کاهش استرس وارد بر مفاصل می‌شود (۵۳).

از آنجاکه دو عامل اصلی ایجاد تعادل در وضعیت ایستاده راستای قرارگیری اجزای بدن نسبت به یکدیگر و تون عضلانی است، پژوهش‌ها نشان داده‌اند ثبات مرکزی یا ثبات تنه (توانایی نگه‌داشتن تنه به‌صورت ثابت در هنگام حرکت هر عضو بدن) باعث ایستایی بدن و اطمینان از تعادل بدن در هنگام حرکت اندام‌ها می‌شود. تقویت عضلات اصلی درگیر در این ثبات (عضلات عرضی شکم، مولتی‌فیدوس و کف لگنی) باعث حفظ بیشتر تعادل و ثبات تنه در فعالیت‌های روزمره زندگی می‌شود. از آنجاکه انقباض عضلات ناحیه مرکزی قبل از حرکت عضو واکنش پیش‌بینی پاسجری است که از اختلالات پاسچرال جلوگیری می‌کند و در سازمان‌دهی تعادل پویا مشارکت دارد، برنامه تمرینی ثبات مرکزی به بهبود پیش‌بینی فعالیت و در نتیجه کاهش اختلال در جابه‌جایی و نوسان مرکز ثقل منجر می‌شود (۵۴). انجام تمرینات ورزشی، به‌ویژه تمرینات پیلاتس می‌تواند باعث بهبود ثبات مرکزی و در نتیجه، بهبود تعادل این بیماران شود و به جلوگیری از زمین خوردن آن‌ها کمک کند (۵۵). در پژوهش حاضر با بهبود ثبات مرکزی روبه‌رو شدیم که این یافته‌ها با نتایج فریمن<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۲) که اثر هشت هفته تمرینات ثبات مرکزی را در تعادل و ظرفیت عملکردی راه رفتن بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس بررسی کردند، هم‌سوست. تغییرات با استفاده از آزمون زمان ده دقیقه راه رفتن، نمره ۱۲ آیتم راه رفتن، زمان برخاستن و راه رفتن، آزمون‌های عملکردی رسیدن زمان ایستادن

روی یک پا ارزیابی شد. نتایج نشان داد این تمرینات می‌تواند به بهبود تعادل، راه رفتن و افزایش ظرفیت عملکردی در این بیماران منجر شود (۱۷) همچنین فارسی و همکاران در پژوهشی اثر شش هفته تمرینات پيلاتس ثبات ناحیه مرکزی را بر تعادل و کارکرد عضلات منتخب زنان مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس<sup>۱</sup> را بررسی کردند. نتایج نشان داد شش هفته تمرین پيلاتس تعادل زنان مبتلا به او ای را بهتر می‌کند (۵۶). بدن زنجیره‌ای سینتیکی است و همه دستگاہ‌ها و گروه‌های عضلانی نقشی مهم در این زنجیره ایفا می‌کنند. با توجه به این زنجیره قدرت، ثبات مرکزی و تعادل همه باهم در ارتباط‌اند. قبل از انجام حرکات در اندام‌ها، عضلات ناحیه مرکزی فعال می‌شوند. عضلات ناحیه مرکزی مانند پلی بین اندام‌های فوقانی و تحتانی عمل می‌کنند و به این طریق نیرو در ناحیه مرکزی تولید و به اندام‌ها منتقل می‌شود (۵۷). همچنین از آنجاکه توانایی حفظ تعادل مبتنی بر اطلاعات حسی و متأثر از هماهنگی دامنه حرکتی مفصل و قدرت عضلانی است، در پژوهش حاضر به تقویت عضلات مربوط به حفظ تعادل و به‌طور کلی حفظ قامت بیشتر توجه شد و احتمالاً دلیل بهبود تعادل در بیماران افزایش قدرت این عضلات (۵۸) و افزایش دامنه حرکتی در عضلات اندام تحتانی به‌واسطه آزادسازی مایوفاشیال باشد که متعاقباً باعث کاهش زمان آزمون زمان برخاستن و راه رفتن و در واقع بهبود تعادل در بیماران ام اس شده است. این یافته با نتایج پژوهش‌های گاکلو<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۴)، کوچوک<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۵)، کالرون<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۶)، قیطاسی و همکاران (۲۰۲۰)، مانت<sup>۵</sup> (۲۰۰۷)، نیومن<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۰۶) هم‌سوست (۶۲-۵۹، ۱۹، ۱۸)، اما با پژوهش دبولت<sup>۷</sup> و کریست<sup>۸</sup> (۲۰۰۸) ناهم‌سوست (۶۳). اگرچه در این پژوهش مانند پژوهش حاضر از آزمون زمان برخاستن و راه رفتن برای ارزیابی تعادل استفاده شده، برخلاف این پژوهش به پیشرفتی معنادار دست نیافته‌اند که شاید دلیل آن نوع پروتکل تمرینی و تعداد متفاوت آزمودنی‌ها بوده است. نتایج پژوهش حاضر نشان داد بهبود تعادل بیماران باعث افزایش سرعت راه رفتنشان می‌شود. همان‌طور که ذکر شد، تفاوت این پژوهش با پژوهش‌هایی که در گذشته انجام شده این است که تا کنون هیچ پژوهشی به تأثیر ترکیب تمرینات پيلاتس و فوم غلتان بر تعادل عملکردی بیماران ام اس نپرداخته است و این نگرش که آزادسازی فاشیال چقدر به بهبود انعطاف‌پذیری و تعادل این بیماران کمک می‌کند، در این

- 
1. Multiple Sclerosis
  2. Guclu-Gunduz
  3. Küçük
  4. Kalron
  5. Mount
  6. Newman
  7. Debolt
  8. Crist

پژوهش‌ها وجود نداشت. پژوهش‌های گذشته بیشتر به افزایش قدرت و استقامت یا ترکیب تمرینات قدرتی با تعادلی پرداخته‌اند.

در مجموع، نتایج این پژوهش نشان داد تمرینات پیلاتس و آزادسازی مایوفاشیال با استفاده از فوم غلطان برنامه‌ای مؤثر در افزایش انعطاف‌پذیری همسترینگ، افزایش استقامت تنه و در نتیجه بهبود تعادل در بیماران ام اس است. افزایش استقامت تنه نوسان‌های احتمالی تنه را در حین راه رفتن بیماران ام اس کم می‌کند. همچنین، افزایش انعطاف‌پذیری همسترینگ و بهبود در دورسی فلکشن مچ پا موجب برداشتن گام‌های بلندتر و باثبات‌تر در این افراد می‌شود. همه این عوامل به کاهش ثبت زمان در آزمون TUG و بهبود تعادل عملکردی بیماران ام اس منجر می‌شود؛ بنابراین اطلاع و آگاهی از آثار این نوع تمرینات بر وضعیت حرکتی و تعادلی بیماران ام اس می‌تواند موضوعی ارزشمند برای خانواده بیماران و نیز جامعه پزشکی تلقی شود و سبب شود پزشکان این روش کم‌هزینه و غیردارویی را با توجه به شرایط فعلی پاندمی ویروس کرونا در جهان و سهولت اجرای تمرینات در منزل به بیماران خود تجویز کنند.

## تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد رشته تربیت‌بدنی، گرایش آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی با کد اخلاق شماره (IR.SSRC.REC.1400.96) از پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی است. از همه آموزدنی‌هایی که با وجود مشکلات فراوان و شرایط خاص خود در این پژوهش شرکت داشتند، تشکر می‌شود.

## منابع

1. Umphred, D.A. and C. Carlson, Neurorehabilitation for the physical therapist assistant. 2006: SLACK Incorporated. J Rehab Med. 2017; 6(2):150-159.
2. Holland, N.J. and M. Madonna, Nursing grand rounds: multiple sclerosis. Journal of Neurosciences Nursing, 2005. 37(1): p. 15-19.
3. Ashtari, F., V. Shayganzhad, F. Heidari, and M. Akbari, Estimating the prevalence of familial disease in Multiple sclerosis in Isfahan. Isfahan University of Medical Sciences, Iran J Neurol. 2017 Apr 4; 16(2): 90-95. (In Persian)
4. Jackson K, Fritz I, Rodgers M M. Home balance training intervention for people with multiple sclerosis. Int J ms care. 2007;( 9):111- 117.
5. Stephens J, DuShuttle D, Hatcher C, Shmunes J, Slaninka C. Use of awareness through movement improves balance and balance confidence in people with multiple sclerosis: a randomized controlled study. Journal of Neurologic Physical Therapy. 2001; 25(2):39-49

6. Dalgas U, Stenager E, Ingemann-Hansen T. Multiple sclerosis and physical exercise: recommendations for the application of resistance-, endurance-and combined training. *Multiple sclerosis*. 2008 Jan;14(1):35-53
7. Bahraini S, Naji SA, MananI R. The effect of aromatherapy massage on fatigue in patients with multiple sclerosis. *Journal of Sabzevar University of Medical Sciences*. 2011; 18( 3), 172-178 (In Persian)
8. Guinness MC, Peter S. "The diagnosis of multiple sclerosis: peplau's interpersonal relations model in practice". *Rehabil Nurs*. 1999;24(1):30-36.
9. Frzovic, D., M.E. Morris, and L. Vowels, Clinical tests of standing balance: performance of persons with multiple sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 2000. 81(2): p. 215-21.
10. Sosnoff JJ, Socie MJ, Boes MK, Sandroff BM, Pula JH, Mobility, Balance and Falls in Persons with Multiple Sclerosis. *PLoS ONE*. 2011;6(11): e28021.
11. Stephens J, DuShuttle D, Hatcher C, Shmunes J, Slaninka C. Use of awareness through movement improves balance and balance confidence in people with multiple sclerosis: a randomized controlled study. *J Neuro Phys Ther* 2001; 25(2):39-49.
12. Emami MH TH, Kohestani S, Chitsaz A, Etemadifar M, Karimi S, et al. How frequent is celiac disease among epileptic patients. *J Gastrointestin Liver Dis* 2008:379-382. (In Persian)
13. Soyuer F, Mirza M. [Relationship between lower extremity. muscle strength and balance in Multiple Sclerosis (Turkish)]. *Journal of Neurologica Sciences* 2006; 23(4):257-63.
14. Eslami M, Khezri D, Hoseinnezhad M, The Effect of Two different Types of Shoes out Soles on the Frequency Content of the Ground Reaction Force Components 2015,20.1001.1.23221658.
15. Asgari A, Haji N. Multiple sclerosis. *Razi J Med Sci*.2006; 18(5):24-32. [in Persian]
16. Zamani A, S., G.A. Ghasemi, A. Karimi, and H. Salehi, Pilates exercise effect on pain and general health of female patients with chronic low back pain. *Journal of Research in Rehabilitation Sciences*, 2011. 7(1.) (In Persian)
17. Freeman, Jennifer A., Fox, E., Gear, M., Hough, A. Pilates based core stability training in ambulant individuals with multiple sclerosis: Protocol for a multi-centre randomized controlled trial. *BMC Neurology*; (۲۰۱۲)6: 1-13.
18. Guclu-Gunduz A, Citaker S, Irkec C, Nazliel B. The effects of pilates on balance, mobility and strength in patients with multiple sclerosis. *NeuroRehabilitation* 34 (2014) 337–342
19. Küçük F, Kara B, Poyraz E, İdiman E, Improvements in cognition, quality of life, and physical performance with clinical Pilates in multiple sclerosis 2016 Mar;28(3): 761-8
20. Findley, T., Chaudhry, H., Stecco, A., & Roman, M. Fascia research - Anarrative review. *Journal of bodywork an movement therapies, J Bodyw Mov Ther*. 2012 Apr;16(2):270
21. Barnes, M. F. (1997). The Basic Science of Myofascial Release. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 1 (4), 231-238.

22. Dalgas U, Stenager E, Ingemann-Hansen T. Multiple sclerosis and physical exercise: recommendations for the application of resistance- endurance and combined training. *Mult Scler.* 2008;14(1):35-53.
23. Robertson, M. (2008). *Self-Myofascial Release: Purpose, Methods, and Techniques.* Indianapolis, Indiana: Mike Robertson and Robertson Training Systems
24. MacDonald, G. Z., Penney, M. D.H., Mullaley, M. E., Cuconato, A. L., Drake, C. D.J., Behm, D. G., & Button, D. C. An Acute Bout of Self-Myofascial Release Increases Range of Motion Without a Subsequent Decrease in Muscle Activation or Force. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2013 Mar;27(3):812-21
25. Jung J, Choi W, Lee Y, Immediate effect of self-myofascial release on hamstring flexibility *Phys Ther Rehabil Sci* 2017. 6 (1). 45-51
26. Dębski P, Białas E, Gnat R. The parameters of foam rolling, self-myofascial release treatment: a review of the literature Volume 11 (2019): Issue 1 (January 2019)
27. Benito A, Valdecabres R, Ceca D. Effect of vibration vs non-vibration foam rolling techniques on flexibility, dynamic balance and perceived joint stability after fatigue *Benito et al. PeerJ*, 2019 Nov 26;7: e8000
28. Depino, G. M. Webright, W. G. Arnold, B. L. Duration of Maintained Hamstring Flexibility After Cessation of an Acute Static Stretching Protocol. 2000 Jan;35(1): 56-9.
29. Kurtzke JF. Rating neurological impairment in multiple sclerosis: an expanded disability status Scale. *Neurology* 1983; 33: 1444-52.
30. Bullo, V., Bergamin, M., Gobbo, S., Sieverdes, J. C., Zaccaria, M., Neunhaeuserer, D., et al. The effects of Pilates exercise training on physical fitness and wellbeing in the elderly: A systematic review for future prescription. *PreV Med*, 2015 Jun;75: 1-11.
31. Fleming, K, Coote S, Herring P, an eight-week randomised controlled trial of home-based pilates for symptoms of anxiety, depression, and fatigue among people with MS with minimal-to-mild mobility disability, *MSJ 2021, Vol. 27(14) 2267-2279.*
32. Olmsted, L.C., Carcia, C.R., Hertel, J., Shultz, S.J. " Efficacy of the star excursion balance tests in detecting reach deficits in subjects with chronic ankle instability". *J Athl Train.* 2002 Oct-Dec; 37(4): 501-506.
33. McGill SM, Childs A, Liebenson C. Endurance times for low back stabilization exercises: clinical targets for testing and training from a normal database. *Archives of physical medicine and rehabilitation.* 1999 Aug 1;80(8):941-4.
34. Zarei H, Rajabi R, Minoonejad H The effect of 6- week training with ground balance ladder on postural control and risk of falls in elderly Vol 1, No 4, Spring 2017 (in persian)
35. Mostert S, Kesselring J. Effect of pulsed magneticfield therapy on the level of fatigue in patients with multiple sclerosis--a randomized controlled trial. *MultScler.* 2005;11(3):302-5. DOI: 10. 1191/ 1352 4585 ms1156oa PMID: 15957511
36. Sherer, E (2013). Effects of utilizing a myofascial foam roll on hamstring flexibility. [Thesis]: USA, Eastern Illinois University, Graduate school, Kinesiology and Sports Studies.
37. Brendon Skinner, Richard Moss, Lucy Hammond A systematic review and meta-analysis of the effects of foam rolling on range of motion, recovery and markers of athletic performance *J BodyM Ther* 2020 Jul;24(3):105-122

38. ericson M, Kennedy A, Rosentreter K. effect of deep heating and foam rolling vs. static stretching of the gastrocnemius and soleus complex in improving active ankle dorsiflexion range of motion. 2014.
39. Chadwick J , Brandi R , Frances M , Brown S ,Macgrego C Effects of Static Stretching and Foam Rolling on Ankle Dorsiflexion Range of Motion Med Sci Sports Exerc . 2019 Aug;51(8):1752-1758.
40. Mohr, A. R (2011). Effectiveness of foam rolling in combination with a static stretching protocol of the hamstrings. [Thesis]: Doctoral dissertation, Oklahoma State University.
41. Krill, M (2013). The Effects of The Stick™ on Hamstring Length. (Doctoral dissertation, Florida Gulf Coast University).
42. Sullivan, K. M., Silvey, D. B., Button, D. C., & Behm, D. G. Roller massager application to the hamstrings increases sit and reach range of motion within five to ten seconds without performance impairments. Int j sports phys ther 2013 Jun;8(3):228-36.
43. Keys, P. M (2014). The effect of myofascial release VS static stretching on hamstring range of motion. USA, Graduate School Southern Illinois University Carbondale, A Research Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Education in the field of Kinesiology.
44. Miller, J. K., & Rockey, A. M (2006). Foam rollers show no increase in the flexibility of the hamstring muscle group. UW-L Journal of Undergraduate Research, 9.
45. Evans, D. F (2014). Self Myofascial Release: Effects on Hamstring Range of Motion and Torque.
46. Sharp, V. A Comparative Study Between Self Myofascial Release and Emmett Technique Effectiveness in the Management of Fascial (Iliotibial band) Tightness. Kanada, Ontario, Kingston, Queen's University. 2012 Oct;20(5):291-8.
47. Peacock, C. A., Krein, D. D., Silver, T. A., Sanders, G. J., & von Carlowitz, K. P. A. An acute bout of self-myofascial release in the form of foam rolling improves performance testing. Int J of Exerc Sci, 2014; 7(3): 202–211
48. Wepler, C. H., & Magnusson, S. P. Increasing muscle extensibility: a matter of increasing length or modifying sensation. Phys ther, (2010) 90(3), 438-449.
49. Knight, C. A., Rutledge, C. R., Cox, M. E., Acosta, M., & Hall, S. J. Effect of superficial heat, deep heat, and active exercise warm-up on the extensibility of the plantar flexors. Phys Ther, (2001)81(6), 1206-1214.
50. Schleip, R Fascial plasticity—a new neurobiological explanation: Part 1. Journal of Bodywork and movement therapies, (2003). 7(1), 11-19.
51. Stone, JA (2000). Myofascial Release. Athletic Therapy Today. 5: 34-35.
52. Barnes, M. F. The basic science of myofascial release: morphologic change in connective tissue. Journal of Bodywork and Movement Therapies, (1997)1(4), 231-238.
53. Curran P F, Fiore R D, Crisco J J. A comparison of the pressure exerted on soft tissue by myofascial rollers. J sport rehabil, 2008, 17(4) ,432.
54. Silkwood-Sherer D, Warmbier H. Effects of hippotherapy on postural stability, in persons with multiple sclerosis a pilot study. J Neurol Phys Ther. 2007; 31(2): 77-84.



55. Seminary J, Doucett A. pilates adapted for parkinson's disease and multiple sclerosis. 2013۵۵.
56. Farsi A, Shahidian P, Mosavi M, Jamshidi A Effect of Pilates Training Based on Core Stability on Balance and Electromyography of Women with Multiple SclerosisJ Rehab Med.2017;6(3):165\_173(In Persian)
57. Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. Sports Med. 2006;36(3):189-198.
58. Blum L, Korner-Bitensky N. Usefulness of the Berg Balance Scale in stroke rehabilitation: a systematic review. Phys Ther. 2008; 88(5):559-66.
59. Kalron A, Rosenblum U, Frid L and Achiron .A Pilates exercise training vs. physical therapy for improving walking and balance in people with multiple sclerosis: CLIN REHABIL 2017 Mar;31(3):319\_328.
60. Gheitasi M, Bayattork M, Andersen L, Iman S. Effect of Twelve weeks Pilates training on functional balance of male patients with Multiple Sclerosis. J Bodyw Mov Ther 2021 Jan; 25:41-45
61. Mount J, Dacko S. Effects of dorsiflexor endurance exercises on foot drop secondary to multiple sclerosis: a pilot study. NeuroRehabilitation 2006; 21(1): 43-50.
62. Newman MA, Dawes H, van den Berg M, Wade DT, Burr ridge J, Izadi H. Can aerobic treadmill training reduce the effort of walking and fatigue in people with multiple sclerosis: a pilot study. Mult Scler 2007; 13(1): 113-9.
63. DeBolt L, Crist R. Long-term exercise, physical activity, and fitness in multiple sclerosis. Research Quarterly for Exercise and Sport 2008; 79(Suppl 1).

### ارجاع دهی

حسینی سیدامیرحسن، صداقتی پریسا. تأثیر هشت هفته تمرینات پیلاتس و آزادسازی مایوفاشیال بر تعادل، استقامت عضلات تنه و انعطاف پذیری افراد مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس. مطالعات طب ورزشی. پاییز و زمستان ۱۴۰۰؛ ۱۳(۳۰)، ۸۴-۱۵۹. شناسه دیجیتال: 10.22089/SMJ.2022.12160.1567

Hosseini S. A. H, Sedaghati P. The Effect of Eight Weeks of Pilates Exercises and Myofascial Release on Balance, Trunk Muscle Endurance and Flexibility in People with Multiple Sclerosis. Sport Medicine Studies. Fall & Winter 2022; 13 (30): 159-84. (Persian). Doi: 10.22089/SMJ.2022.12160.1567