



The effect of Suspension Resistance Training on the Center of Pressure velocity and Sway range in Women with Multiple Sclerosis: A Non-Randomized Controlled Trial

Moghadasi, Afshin^{1*}; Ghasemi, GholamAli²; Sadeghi-Demneh, Ebrahim³; Abbasi, Maryam⁴

1. Assistant professor, Department of Sports Injury and Corrective Exercises, Payame Noor University, Tehran, Iran.
2. Professor, Department of Sports Injury and Corrective Exercises, Faculty of Sports Sciences, University of Isfahan, Iran.
3. Associate professor, Department of Orthotics and Prosthetics, Musculoskeletal Research Center, Faculty of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.
4. Assistant professor, Department of Sports Sciences, Ilam Branch, Islamic Azad University, Ilam, Iran.

Received: May 2022; Accepted: February 2023

Keywords

Multiple sclerosis
Center of pressure
Suspension
resistance training

Abstract

Background and Aim: Multiple sclerosis (MS) is a neurological disease that can lead to poor balance control and increased sway rate. This study aimed to determine the effect of suspension resistance training on the center of pressure (COP) velocity and sway range of in people with MS.

Methods: Twenty-seven women with MS in the 20-50 age range, with an extended disability scale score of less than 4, were selected and randomly divided into control (n = 11) and exercise (n = 16) groups. Kistler force plates were used to measure COP excursion and velocity. The data were analyzed using analysis of covariance at a 95% confidence level.

Results: The results showed that in the closed-eyed conditions, suspension resistance training leads to a significant decrease in the sum path length (P = 0.039) and COP velocity (P = 0.038) in the anterior-posterior plane and COP excursion (P = 0.043) in the mediolateral plane was observed in the exercise group compared to the control group. In the open-eyed conditions, there was no significant difference between the two groups (P > 0.05).

Conclusion: In open-eyed conditions, suspension resistance training does not affect reducing COP sway rate, and velocity in people with MS. Therefore, suspension resistance training does not have the necessary components to sway rate in people with MS.

* Corresponding Author: Tel: 09189432264

✉ Email: moghadasi@pnu.ac.ir

Orcid Code: 0000-0002-8500.1613

Extended Abstract

Introduction

Stability is the ability to keep an upright posture which is defined by the location of center of pressure (COP) for the base of support (24). Impairment of balance and postural control is one of the most common disabling symptoms in people with MS, which may affect about three-quarters of patients (7). It has been found that people with MS face an increased range of COP sway, increased path length and COP velocity in the mediolateral (ML) and anteroposterior (AP) directions (9, 10).

One type of exercise useful for improving balance and posture control is exercise on unstable surfaces (19). Suspension resistance exercises are a type of exercise on unstable surfaces that is performed under dynamic conditions, using a sling and based on body weight and balance (20, 21). In these exercises, two resistant forces always available, i.e. gravity and body weight, are used in an unstable condition with a variety of combined, multi-planar and multi-joint movements (20, 22). This study aimed to determine the effect of suspension resistance training on the sum path length, COP velocity and COP excursion with open and closed eyes conditions in people with MS.

Method

The research design of this study is a non-randomized controlled clinical trial in the form of pre-test - post-test. Twenty-seven women with MS in the age range of 20–50 years, with an extended disability scale score of less than 4, were selected and randomly divided into control (n = 11) and exercise (n = 16) groups.

The training program consisted of eight TRX suspension resistance exercises including: 1. TRX 45° Rowing, 2. TRX hamstring curl 3. TRX squat 4. TRX hip abduction in supine position 5. TRX lateral flexion 6. TRX quadruped stance 7. TRX backward Lunge 8. TRX suspended plank (On forearms). Each of these exercises had four difficulty levels, from simple to difficult, which were designed according to the FITT principle. The training group performed this program for 8 weeks, 3 sessions per week and each session

lasted about 30 minutes. Each of the designed training levels was continued at 5, 7 and 10 repetitions/s and in 3 sets, and the ratio of rest to exercise was considered 3:1 (20, 22).

Kistler force plates were used to measure COP excursion, sum path length and COP sway velocity. First, the force plate device was calibrated. After entering the basic characteristics of each subject in the QTM software, the device was prepared for testing at a frequency of 100 Hz. Then the subject stands on the force plate for 60 seconds without shoes. This test was performed in two sensory conditions, first with eyes open and then with eyes closed. Also, subjects rested for 60 seconds between each repetition (12, 24, 25).

Analysis of covariance was used to analyze the data at a 95% confidence level.

Results

The results showed that in the closed-eyed conditions, suspension resistance training leads to a significant decrease in the sum path length ($F_{1,25} = 4.73$, $P = 0.039$, $\eta^2 = 0.159$) and COP sway velocity ($F_{1,25} = 4.70$, $P = 0.038$, $\eta^2 = 0.161$) in the anterior-posterior plane and COP excursion ($F_{1,25} = 4.55$, $P = 0.043$, $\eta^2 = 0.154$) in the mediolateral plane was observed in the exercise group compared to the control group. In the open-eyed conditions, there was no significant difference between the two groups ($P > 0.05$) (Table 1).

Discussion

Suspension resistance exercises were used in this study. These exercises are performed on an unstable surface and challenge balance. However, they were ineffective in improving the sway of COP in the sensory condition with eyes open. In neuromuscular rehabilitation programs, to restore the patient's lost movement patterns, according to the "similarity and transfer principle", the exercise should be similar and in the context of the target task. It is possible that the suspended resistance exercises were dissimilar and outside the context of the target task (30). Resistance exercises in this study were not balance exercises. Also, four exercises of hamstring curl, thigh abduction, quadrupeds and suspension plank on the forearm have been performed in the lying position, which

are not in the context of the target task (standing). That is why these exercises did not affect reducing the amplitude and speed of the oscillations of the center of pressure while standing with eyes open. In addition, to maintain balance and postural control, patients with MS use more afferent information from the visual system as the dominant sensory source when their eyes are open (6).

The results of this study showed that in sensory conditions with eyes closed, the COP excursion, sum path length, and COP sway velocity in the training group were significantly reduced. It is possible that suspension resistance exercises, in the absence of the visual system, have effective effects on other systems related to balance, such as the somatosensory system (21). Therefore, it is suggested to investigate the effect of suspension exercises on other systems related to balance and postural control in people with MS and other people with nerve damage in future studies.

Clinical application

Using suspension resistance training does not affect reducing sum path length, COP velocity

and COP excursion in eye-open conditions of people with MS.

Compliance with ethical guidelines

This study was ethically approved by the ethics committee of the University of Isfahan (IR.UI.REC.1396.014).

Funding

No financial support was received.

Author's Contribution

In the current research, Afshin Moghadsai and Gholam Ali Ghasemi contributed to the study's conception and design. Data preparation, data collection, and analysis were done by Afshin Moghdisi, Ebrahim Sadeghi Demeneh and Maryam Abbasi.

Conflict of interest

The authors declare that they have no competing interests.

Acknowledgments

We express our gratitude to Dr. Masoud Etemadifar, President of the Isfahan MS Society.

Table 1. The mean value and standard deviation of the COP sway excursion, sum path length and COP velocity in the subjects

Group	Sensory condition	Test	COP variables					
			COP sway excursion _{AP} (mm)	COP sway excursion _{ML} (mm)	Sum path length _{AP} (mm)	Sum path length _{ML} (mm)	COP velocity _{AP} (mm/s)	COP velocity _{ML} (mm/s)
Control	OE	Pre	36.67±18.32	40.24±15.25	369.18±137.53	326.84±91.93	12.31±4.56	10.92±3.03
		Pos	29.29±14.39	42.70±18.02	367.10±146.33	357.01±119.28	12.22±4.87	12.09±4.29
	CE	Pre	31.12±10.34	36.05±12.68	368.15±131.06	424.16±167.96	12.29±4.36	14.13±5.59
		Pos	28.87±14.77	43.54±14.40	425.39±196.77	419.27±141.14	14.17±6.56	13.96±4.70
Exercise	OE	Pre	23.73±10.80	26.89±11.21	347.27±119.11	305.39±98.27	11.50±3.90	10.16±3.27
		Pos	21.53±9.58	27.98±10.61	335.01±109.91	318.03±79.19	11.15±3.66	10.78±2.65
	CE	Pre	25.70±10.41	33.64±15.34	390.93±118.18	404.18±138.94	13.02±3.94	13.46±4.63
		Pos	21.16±8.61	32.11±11.49	350.12±114.27	400.24±96.97	11.66±3.80	13.33±3.23

COP: Center of pressure; OE: open eyes; CE: closed eyes; AP: anterior-posterior plane; ML: mediolateral plane.



تأثیر تمرینات مقاومتی تعلیقی بر سرعت و دامنه نوسانات مرکز فشار در زنان مبتلا به مالتیپل اسکلروزیس: کار آزمایی بالینی غیر تصادفی کنترل شده

افشین مقدسی^{۱*}، غلامعلی قاسمی^۲، ابراهیم صادقی دمنه^۳، مریم عباسی^۴

- ۱- استادیار گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.
- ۲- استاد گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.
- ۳- دانشیار گروه ارتوپدی فنی، مرکز تحقیقات اسکلتی - عضلانی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی، اصفهان، ایران.
- ۴- استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد ایلام، دانشگاه آزاد اسلامی، ایلام، ایران.

مقاله پژوهشی

دریافت: اردیبهشت ۱۴۰۱؛ پذیرش: اسفند ۱۴۰۱

واژگان کلیدی

مالتیپل اسکلروزیس

مرکز فشار

تمرینات مقاومتی تعلیقی

چکیده

زمینه و هدف: مالتیپل اسکلروزیس (MS) یک بیماری عصبی است که می‌تواند کاهش تعادل و افزایش نوسانات بدن را به همراه داشته باشد. هدف از این مطالعه تعیین تأثیر تمرینات مقاومتی تعلیقی بر سرعت و دامنه نوسانات مرکز فشار در افراد مبتلا به MS بود.

روش بررسی: تعداد ۲۷ نفر از زنان مبتلا به MS در دامنه سنی ۵۰-۲۰ سال، با نمره مقیاس ناتوانی گسترش یافته کمتر از ۴ به عنوان نمونه آماری انتخاب و به صورت غیر تصادفی در دو گروه کنترل (۱۱ نفر) و تمرین (۱۶ نفر) قرار گرفتند. از صفحه نیروی کیستلر برای بررسی دامنه و سرعت نوسانات مرکز فشار و از آزمون تحلیل کواریانس در سطح اطمینان ۹۵٪ ($P < 0.05$) برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد.

نتایج: در وضعیت حسی با چشمان بسته، تمرینات مقاومتی تعلیقی منجر به کاهش معناداری در جمع طول حرکت ($P = 0.039$) و سرعت نوسانات مرکز فشار ($P = 0.038$) در صفحه قدامی - خلفی و دامنه نوسانات مرکز فشار ($P = 0.043$) در صفحه جانبی در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل شده است. در وضعیت حسی با چشمان باز تفاوت معناداری بین دو گروه مشاهده نشد ($P > 0.05$).

نتیجه‌گیری: با توجه به عدم تأثیرگذاری تمرینات مقاومتی تعلیقی، بر کاهش دامنه و سرعت نوسانات مرکز فشار در وضعیت حسی با چشمان باز در افراد مبتلا به MS به نظر می‌رسد این تمرینات، مؤلفه‌های لازم برای کاهش نوسانات بدن در حالت ایستاده در افراد مبتلا به MS را نداشته باشد.

مقدمه

مرکز توده بدن^۶ (COM) را کنترل کنند (۱۲). به دلیل این مشکل، بیماران مبتلا به MS توانایی کمی در حفظ تعادل و موقعیت خود دارند، به طرف محدوده‌ی باثبات به آهستگی حرکت می‌کنند، در پاسخ به اغتشاشات پاسچرال تأخیر دارند (۱۳). از طرفی، تغییر در مکانیسم‌های کنترل پاسچر، افزایش تعداد زمین خوردن‌ها را در افراد مبتلا به MS در پی دارد (۱۷-۱۴). بر اساس مطالعه ساندراف و همکاران (۲۰۱۳)، دامنه نوسانات و سرعت نوسانات مرکز فشار در صفحات AP و ML با چشمان بسته و سرعت نوسانات مرکز فشار در صفحه ML با چشمان باز در افراد مبتلا به MS با سابقه زمین خوردن (در طی ۱۲ ماه قبل) نسبت به افراد مبتلا به MS بدون سابقه زمین خوردن بیشتر است (۱۷). بنابراین، اختلال در تعادل و کنترل پاسچر خطر سقوط را افزایش می‌دهد و در نهایت منجر به افزایش میزان مرگ و میر و هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی می‌شود. علاوه بر این، افزایش سقوط و زمین خوردن نیز با کاهش اعتماد به نفس در حرکت و تعادل همراه هست (۵، ۱۶). از دست رفتن اعتماد به نفس یا ترس از سقوط اغلب منجر به کاهش فعالیت‌بدنی می‌شود که این مسئله خود با کاهش بیشتر در پایداری فرد همراه است (۱۷). در نتیجه به دنبال ضعف در حفظ تعادل و کنترل مرکز ثقل در محدوده سطح اتکا، حضور در فعالیت‌های روزمره زندگی و توانایی برای جابجایی فرد در خانه و اجتماع تحت تأثیر و استقلال و توانایی وی برای مشارکت مؤثر در خانواده و جامعه مورد تهدید قرار می‌گیرد (۱۴، ۱۵). رفته‌رفته بیمار به سوی احساس فقدان شایستگی و اطمینان از خود سوق پیدا می‌کند که در نهایت به بروز افسردگی و کاهش کیفیت زندگی فرد منجر خواهد شد (۱۸). بر این اساس، لزوم انجام مداخله‌های توانبخشی لازم و ضروری به نظر می‌رسد.

برای بهبود تعادل و کنترل پاسچر، تمرین بر روی سطوح ناپایدار یکی از مهم‌ترین موضوعات در تمرینات عملکردی است (۱۹). تمرینات مقاومتی تعلیقی، نمونه‌ای از تمرینات بر روی سطوح ناپایدارند که تحت شرایط پویا، با استفاده از اسلینگ و بر پایه‌ی وزن بدن و تعادل اجرا می‌شوند (۲۰). در حقیقت در این تمرینات، از دو نیروی مقاوم همیشه در دسترس یعنی جاذبه و وزن بدن در یک شرایط ناپایدار با تنوعی از حرکات ترکیبی، چند صفحه‌ای و چند

مالتیپل اسکلروزیس^۱ (MS)، یک بیماری مزمن است که در آن غلاف‌های میلین احاطه کننده‌ی سلول‌های عصبی، در اثر پاسخ خود ایمنی بدن آسیب می‌بینند و به دنبال آن عملکرد سیستم حسی و حرکتی مختل می‌شود (۱). اختلال در سیستم بینایی به دلیل وجود پلاک‌ها در اعصاب بینایی، درگیری سیستم وستیبولار همراه با سرگیجه و نیستاگموس (۲، ۳)، در کنار اختلالات حس عمقی، اسپاستیک و ضعف عضلانی با کاهش تعادل و افزایش نوسانات بدن در افراد مبتلا همراه است (۴-۶).

اختلال در تعادل و کنترل پاسچر یکی از شایع‌ترین علائم ناتوانی در افراد مبتلا به MS است که ممکن است حدود سه چهارم از بیماران مبتلا را در طول دوره بیماری تحت تأثیر قرار دهد (۷). کنترل تعادل، ناشی از جریان بی وقفه سیگنال‌های رسیده به سیستم عصبی مرکزی از عضلات، تاندون‌ها، گیرنده‌های عمقی مفصلی، تحریکات پوست، سیستم وستیبولار و بینایی است. انسجام و یک-پارچگی ناکارآمد این مسیرها در افراد مبتلا به MS افزایش نوسانات در وضعیت‌های ایستاده و پویا را به همراه دارد و پاسخ پاسچر در حفظ تعادل مناسب را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۸).

مطالعات گذشته نشان داده‌اند که در افراد مبتلا به MS افزایش نوسانات مرکز فشار^۲ هم در صفحه قدامی - خلفی^۳ (AP) و هم در صفحه داخلی - جانبی^۴ (ML) در حالت ایستاده ساکن وجود دارد (۹، ۱۰). کالرون و آپیرون (۲۰۱۳)، نشان دادند که طول حرکت^۵ مرکز فشار، سرعت نوسان و به طور کلی ناحیه نوسان در افراد مبتلا به MS افزایش می‌یابد (۱۰). کانکار و همکاران (۲۰۱۳)، نیز در مطالعه خود نشان دادند که میانگین سرعت نوسانات مرکز فشار در بیماران مبتلا به MS نسبت به افراد سالم بالاتر است (۱۱). نتایج مطالعه دیگری نشان می‌دهد که افراد مبتلا به MS در پارامترهای ثباتی از جمله جمع طول حرکت مرکز فشار در صفحه AP و ML با اختلال و ناتوانی مواجه هستند؛ چرا که نمی‌توانند حرکت مؤثر و کارآمد

1. Multiple sclerosis

2. Center of Pressure (COP)

3. Anterior-Posterior

4. Medio-Lateral

5. Path length

6. Centre of body mass (COM)

ورود به مطالعه را داشتند به صورت غیر تصادفی و به طور داوطلبانه به دو گروه تمرین (۱۹ نفر) و کنترل (۱۵ نفر) تقسیم شدند. معیارهای خروج از مطالعه هم شامل عود کردن بیماری در طول هفته‌های مطالعه، باردار شدن، بیماری یا آسیب‌دیدگی، عدم تمایل به ادامه شرکت در مطالعه بود. در پس آزمون در گروه تمرین ۳ نفر و در گروه کنترل ۴ نفر ریزش آماری وجود داشت. بر این اساس، در گروه تمرین ۱۶ نفر و در گروه کنترل ۱۱ نفر مطالعه را به پایان رساندند و در نهایت اطلاعات این افراد مورد بررسی قرار گرفت.

برنامه تمرینات مقاومتی تعلیقی

پروتکل تمرینی از ۸ تمرین مقاومتی تعلیقی TRX شامل: ۱. پارویی 45° ، ۲. همسترینگ کرل^۳، ۳. اسکوات^۴، ۴. آبداکشن ران در وضعیت طاق‌باز^۵، ۵. فلکشن جانبی^۶، چهار دست و پا^۷، لانچ رو به عقب^۸ و ۸. پلانک تعلیقی بر روی ساعد^۹ تشکیل شد. هر یک از این تمرینات دارای چهار سطح از ساده تا مشکل بود که با توجه به اصل FITT^{۱۰} طراحی شد. نمونه‌های گروه تمرین، این برنامه را به مدت ۸ هفته، هر هفته ۳ جلسه و هر جلسه حدود ۳۰ دقیقه اجرا کردند (جدول ۱). هر یک از سطوح تمرینات طراحی شده در ۵، ۷ و ۱۰ تکرار/ثانیه و در ۳ ست ادامه یافت و نسبت استراحت به تمرین نیز ۳ به ۱ در نظر گرفته شد (۲۲، ۲۰). لازم به ذکر است که در طول مطالعه هیچ تغییری در روند زندگی، مراقبت‌های پزشکی و درمان‌های روزمره آزمودنی‌ها در دو گروه تمرین و کنترل من جمله مصرف داروها ایجاد نشد. تنها اطمینان حاصل شد که هیچ یک از نمونه‌های دو گروه در طول دوره‌ی مطالعه، در برنامه‌های تمرینات مقاومتی شرکت ندارند.

آزمون‌های اندازه‌گیری

برای اندازه‌گیری میزان نوسانات مرکز فشار در صفحات AP و ML از صفحه نیروی Kistler (شرکت Kistler کشور سوئیس؛ ۶۰۰×۵۰۰ میلی‌متر، مدل SA960) در مرکز

مفصلی استفاده می‌شود (۲۰، ۲۲). تحقیقات نشان داده‌اند که تمرینات تعلیقی نسبت به تمرینات مقاومتی سنتی که تحت شرایط ایستا انجام می‌شوند، مؤثرترند (۱۹). مقدسی و همکاران (۲۰۱۹)، اثر تمرینات مقاومتی تعلیقی بر سرعت راه رفتن، زمان برخاستن و راه رفتن و دسترسی عملکردی جانبی را در زنان مبتلا به MS مؤثر گزارش کرده‌اند (۲۳). بنابراین، با توجه به مطالعات محدود صورت گرفته و از آنجایی که ضعف در کنترل تعادل و افزایش نوسانات مرکز فشار در افراد مبتلا به MS از جمله اصلی‌ترین موارد مرتبط با ناتوانی و افزایش خطر زمین خوردن در آنها به شمار می‌رود و از طرفی، با توجه به این که سیستم بینایی از اصلی‌ترین سیستم‌های حفظ تعادل در بدن به شمار می‌رود و بر اساس مطالعات انجام شده، افراد مبتلا به MS برای حفظ وضعیت قائم بدن تمایل بیشتری به استفاده از اطلاعات بینایی دارند (۶، ۷)؛ هدف از تحقیق حاضر تعیین تأثیر تمرینات مقاومتی تعلیقی بر دامنه و سرعت نوسانات مرکز فشار در حالت‌های چشم باز و بسته در افراد مبتلا به MS بود، تا تأثیر این تمرینات را در دو شرایط مختلف حسی پس از ۸ هفته کمی کنیم. ما فرض کردیم که تمرینات مقاومتی تعلیقی می‌تواند بر کاهش سرعت و دامنه نوسانات مرکز فشار در دو وضعیت حسی با چشمان باز و بسته در زنان مبتلا به MS تأثیر گذار باشند.

روش تحقیق

طرح تحقیق این مطالعه، کارآزمایی بالینی کنترل شده غیر تصادفی به صورت پیش آزمون - پس آزمون با کورسازی یک سویه (آزمون گیرنده از گروه‌بندی نمونه‌های آماری بی‌اطلاع بود) است.

شرکت‌کننده‌ها

از بین بیماران مبتلا به MS (۹۳ نفر) مراجعه کننده به انجمن MS اصفهان، تعداد ۳۴ نفر به صورت هدفمند و بر اساس معیارهای ورود به مطالعه، به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل جنسیت زنانه، عدم باردار بودن، دامنه سنی بین ۵۰-۲۰ سال، نمره مقیاس وضعیت ناتوانی گسترش یافته^۱ (EDSS) کمتر از ۴، عدم منع پزشک متخصص جهت شرکت فرد در مطالعه و تکمیل فرم رضایت‌نامه آگاهانه بود. نمونه‌های که شرایط

2. TRX 45° rowing

3. TRX hamstring curl

4. TRX squat

5. TRX hip abduction

6. TRX lateral flexion

7. TRX quadruped stance

8. TRX backward lunge

9. TRX suspended plank (on forearms)

10. Frequency, Intensity, Time, Type

1. Expanded disability status scale

طول حرکت کل مرکز فشار و سرعت نوسانات کل مرکز فشار در هر دو صفحه AP و ML مورد بررسی قرار گرفت. لازم به ذکر است که برای محاسبه هر یک از پارامترهای مذکور، فرمول هر شاخص در نرم افزار اکسل وارد (شکل ۱) و در نهایت از میانگین ۳ تکرار به عنوان نتیجه هر پارامتر برای تجزیه و تحلیل استفاده شد (۱۲، ۲۴، ۲۵).

روش‌های آماری

برای مقایسه خصوصیات دموگرافیک آزمودنی‌ها دو گروه از آزمون تی دو گروه مستقل و برای تعیین اثر متغیر مستقل (تمرین مقاومتی تعلیقی) بر متغیرهای وابسته اندازه‌گیری شده (دامنه نوسانات، جمع طول حرکت و سرعت نوسانات مرکز فشار) از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد. هنگام استفاده از این آزمون، داده‌های مربوط به پیش آزمون به عنوان متغیر مداخله‌گر کوریت شد. لازم به ذکر است که پیش از انجام آزمون تحلیل کوواریانس، همگنی شیب‌های رگرسیون ($P > 0.05$) در رابطه با هر متغیر، همگنی واریانس‌ها (آزمون لوین) و توزیع طبیعی داده‌ها (آزمون شاپیرو ویلک^۲) ($P > 0.05$) مورد تایید قرار گرفت. همچنین با استفاده از ضریب اتا (η^2) اندازه اثر ($0.01 =$ کوچک، $0.06 =$ متوسط، $0.14 =$ بزرگ) متغیر مستقل بر متغیرهای وابسته گزارش شد (۲۶). معناداری در سطح اطمینان ۹۵٪ پذیرفته ($P < 0.05$) و داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS (نسخه ۱۹) تجزیه و تحلیل شد.

تحقیقات اسکلتی - عضلانی دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان استفاده شد (شکل ۱). برای این منظور ابتدا دستگاه صفحه نیرو به صورت اتوماتیک کالیبره شد. پس از وارد کردن مشخصات اولیه هر یک از آزمودنی‌ها در نرم افزار QTM^۱، دستگاه برای آزمون گرفتن با فرکانس ۱۰۰Hz آماده شد. سپس از آزمودنی‌ها خواسته شد که با علامت آزمون‌گر به مدت ۶۰ ثانیه و بدون کفش، بر روی صفحه نیرو بایستند. در این مرحله از آزمودنی‌ها خواسته شد که در حالت آرام بایستند و به علامتی که بر روی دیوار در روبروی آنها تعبیه شده بود، تمرکز نمایند و از صحبت کردن در حین آزمون، چرخاندن سر به اطراف، حرکت دادن دست‌ها و به طور کلی هرگونه حرکت اضافی اجتناب کنند. این آزمون در دو وضعیت حسی، ابتدا با چشمان باز (۳ بار) و سپس با چشمان بسته (۳ بار) انجام شد. همچنین بین هر تکرار به آزمودنی‌ها به مدت ۶۰ ثانیه استراحت داده شد. پس از تست‌گیری اولیه، مرحله بعد تبدیل فایل‌های QTM به TXT، برای خوانده شدن این فایل‌ها در نرم افزار اکسل، بود. لازم به ذکر است که بر اساس مطالعات انجام شده (۲۴) سیگنال‌های صفحه نیرو با فرکانس پایین‌گذر 10Hz فیلتر شدند تا نویزهای احتمالی آنها گرفته شوند. در مرحله بعد با بازکردن فایل TXT در نرم افزار اکسل از ۳۰ ثانیه وسط به عنوان نتیجه آزمون جهت بررسی کنترل پاسچر استفاده شد. در حقیقت، با توجه به این که در شروع ایستادن بر روی صفحه نیرو، شخص نوسانات بیشتری دارد و مدتی طول می‌کشد تا مرکز فشار پایدار شود و همچنین با توجه به این که ممکن است نوسانات مرکز فشار شخص در زمان‌های پایانی تست، به علت خستگی یا انتظار اتمام آزمون، افزایش یابد؛ برای حذف این اثرات احتمالی فریم‌های مربوط به ۱۵ ثانیه اول و ۱۵ ثانیه آخر آزمون حذف و از فریم‌های مربوط به ۳۰ ثانیه وسط به عنوان نتیجه آزمون استفاده شد. بنابراین برای تجزیه و تحلیل مرکز فشار از فریم ۱۵۰۰ (۱۵s×۱۰۰Hz=۱۵۰۰) تا فریم ۴۵۰۰ (۴۵s×۱۰۰Hz=۴۵۰۰) استفاده شد. بر این اساس، تعداد ۳۰۰۰ فریم (۳۰s×۱۰۰Hz=۳۰۰۰) در هر تکرار مورد بررسی قرار گرفت. سپس پارامترهای دامنه نوسانات مرکز فشار، جمع طول حرکت مرکز فشار، سرعت نوسانات مرکز فشار،

² Shapiro-Wilk

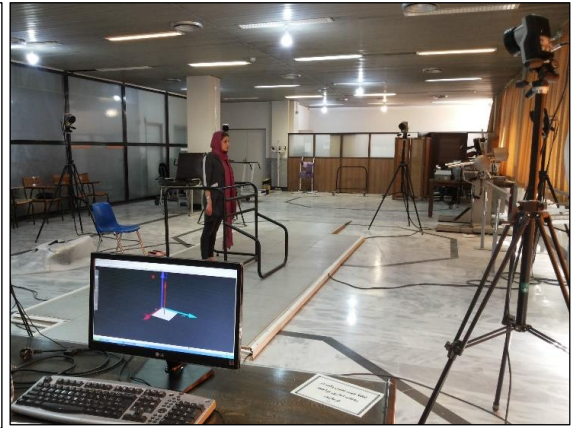
¹ Qualisys Track Manager

جدول ۱. برنامه‌ی تمرینات مقاومتی تعلیقی

جلسات						هفته ۱ و ۲
۶	۵	۴	۳	۲	۱	تمرینات: سطح اول
تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۵	تکرار ۳×۵	پارویی ۴۵° در موقعیت گام برداشتن
تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۵	تکرار ۳×۵	همسترینگ کرل با قرار داشتن دست‌ها و لگن بر روی تشک
تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۵	تکرار ۳×۵	اسکات با پاهای موازی به اندازه عرض شانه‌ها باز
تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۵	تکرار ۳×۵	ابداکشن ران با قرار داشتن کفل‌ها و بازوها بر روی تشک
تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۵	تکرار ۳×۵	فلکشن جانبی با پاهای موازی و به اندازه عرض شانه‌ها باز
تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۵	تکرار ۳×۵	چهار دست و پا با قرار دادن یک دست در رکاب‌ها و سر دادن پای مخالف به سمت عقب بر روی تشک
تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۵	تکرار ۳×۵	لانچ رو به عقب به صورت مستقیم
تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۵	تکرار ۳×۵	پلانک تعلیقی بر روی ساعدها
جلسات						هفته ۳ و ۴
۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	تمرینات: سطح دوم
تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۵	تکرار ۳×۵	پارویی ۴۵° با پاهای موازی و به اندازه عرض شانه باز
تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۵	تکرار ۳×۵	همسترینگ کرل با بالا آوردن دست‌ها و پایین بودن لگن بر روی تشک
تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۵	تکرار ۳×۵	اسکات تک پا با قرار دادن پاشنه پای جلو بر روی زمین
تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۵	تکرار ۳×۵	ابداکشن ران با بلند کردن کفل‌ها از روی تشک و قرار داشتن بازوها بر روی تشک
تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۵	تکرار ۳×۵	فلکشن جانبی با پاهای جفت و به هم چسبید
تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۵	تکرار ۳×۵	چهار دست و پا با قرار دادن یک دست در رکاب‌ها و بالا و عقب بردن پای مخالف
تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۵	تکرار ۳×۵	لانچ رو به عقب به طرف بیرون
تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۵	تکرار ۳×۵	پلانک تعلیقی بر روی ساعدها همراه با ابداکشن ران-ها
جلسات						هفته ۵ و ۶

۱۸	۱۷	۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	تمرینات: سطح سوم
تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۵	تکرار ۳×۵	پارویی ۴۵° با پاهای جفت و بهم چسبیده
تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۵	تکرار ۳×۵	همسترینگ کرل با قرار داشتن دستها بر روی تشک و جدا کردن لگن از روی تشک
تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۵	تکرار ۳×۵	اسکات تک پا
تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۵	تکرار ۳×۵	ابداکشن ران با بلند کردن کفلها از روی تشک و کشش بازوها به طرف بالا
تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۵	تکرار ۳×۵	فلکشن جانبی در موقعیت گام برداشتن
تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۵	تکرار ۳×۵	چهاردست و پا با قرار دادن هر دو دست در رکابها و سر دادن پای مخالف به سمت عقب بر روی تشک
تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۵	تکرار ۳×۵	لانچ رو به عقب به طرف داخل
تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۵	تکرار ۳×۵	پلانک تعلیقی بر روی ساعدها همراه با نوسان بدن به جلو و عقب
جلسات						هفته ۷ و ۸
۲۴	۲۳	۲۲	۲۱	۲۰	۱۹	تمرینات: سطح چهارم
تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۵	تکرار ۳×۵	پارویی ۴۵° با ایستادن بر روی یک پا
تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۵	تکرار ۳×۵	همسترینگ کرل با بالا آوردن دستها و جدا کردن لگن از روی تشک
تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۵	تکرار ۳×۵	اسکات با یک پا بر روی فوم ۱۰ سانتی متری
تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۵	تکرار ۳×۵	ابداکشن یک ران با بلند کردن کفلها از روی تشک و قرار داشتن بازوها بر روی تشک
تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۵	تکرار ۳×۵	فلکشن جانبی با پاهای پشت سرهم (وضعیت تاندوم)
تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۵	تکرار ۳×۵	چهاردست و پا با قرار دادن هر دو دست در رکابها و بالا و عقب بردن پای مخالف
تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۵	تکرار ۳×۵	لانچ رو به عقب به طرف بیرون و داخل
تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۱۰	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۷	تکرار ۳×۵	تکرار ۳×۵	پلانک تعلیقی بر روی ساعدها به صورت تک پا

$$\begin{aligned} \text{COPEAP (mm)} &= X_{\max} - X_{\min}, & (1) \\ \text{COP EML (mm)} &= Y_{\max} - Y_{\min}, & (2) \\ \text{PLAP (mm)} &= \sum_{i=1}^{n-1} \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2}, & (3) \\ \text{PLML (mm)} &= \sum_{i=1}^{n-1} \sqrt{(y_{i+1} - y_i)^2}, & (4) \\ \text{VAP (mm/min)} &= \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2}}{t}, & (5) \\ \text{VML (mm/min)} &= \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \sqrt{(y_{i+1} - y_i)^2}}{t}, & (6) \end{aligned}$$



شکل ۱. اندازه‌گیری دامنه نوسانات مرکز فشار با استفاده از صفحه نیرو و نرم افزار QTM و فرمول‌های محاسبه پارامترهای خطی دامنه نوسانات مرکز فشار

نتایج مطالعه

نتایج نشان داد که بین دو گروه تفاوت معناداری وجود ندارد ($P > 0.05$).

مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها در جدول ۲ آمد است.

جدول ۲. مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها (تعداد ۲۷ نفر؛ میانگین و انحراف معیار)

مقدار P	مقدار t	تمرین (۱۶ نفر)	کنترل (۱۱ نفر)	
۰/۱۲۳	۱/۵۵	۳۷/۶۲±۴/۵۸	۳۴/۷۲±۵/۰۱	سن (سال)
۰/۴۲۱	۰/۸۱	۱۶۱/۰۱±۴/۶۲	۱۶۲/۷۱±۶/۲۵	قد (سانتی‌متر)
۰/۴۹۴	۰/۶۹	۶۵/۳۲±۱۳/۶۷	۶۹/۱۴±۱۴/۵۹	وزن (کیلوگرم)
۰/۴۲۰	۰/۸۱	۸/۲۸±۳/۹۰	۷/۰۹±۳/۳۸	سابقه بیماری (سال)
۰/۲۸۶	۱/۰۸	۲/۱۸±۰/۸۵	۲/۵۹±۱/۰۱	EDSS (نمره)

نسبت به گروه کنترل شده است (جدول ۳). اما در وضعیت حسی با چشمان باز، این تمرینات تأثیر معناداری بر کاهش دامنه نوسانات، جمع طول حرکت و سرعت نوسانات مرکز فشار در صفحات AP و ML ندارد (جدول ۴).

نتایج نشان داد که در وضعیت حسی با چشمان بسته، تمرینات مقاومتی تعلیقی منجر به کاهش معناداری در دامنه نوسانات مرکز فشار در صفحه ML، جمع طول حرکت و سرعت نوسانات مرکز فشار در صفحه AP در گروه تمرین

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل کواریانس در رابطه با دامنه، طول حرکت و سرعت نوسانات COP با چشمان بسته در گروه‌های تحقیق

متغیرهای وابسته	پیش آزمون Mean±SD	پس آزمون Mean±SD	Δ (95%CI)	F _{۱,۲۵}	P	η ²
دامنه نوسانات مرکز فشار (mm)						
صفحه حرکتی AP	کنترل	۳۱/۱۲±۱۰/۳۴	۲۸/۸۷±۱۴/۷۷	-۲/۲۴(-۷/۹۴ تا ۳/۴۵)	۰/۵۶	۰/۲۲
	تمرین	۲۵/۷۰±۱۰/۴۱	۲۱/۱۶±۸/۶۱	-۴/۵۹(-۸/۶۹ تا -۰/۵۰)		
صفحه حرکتی ML	کنترل	۳۶/۰۵±۱۲/۶۸	۴۳/۵۴±۱۴/۴۰	۷/۴۸(۳/۱۸ تا ۱۱/۷۷)	۴/۵۵	۰/۱۵۴
	تمرین	۳۳/۶۴±۱۵/۳۴	۳۲/۱۱±۱۱/۴۹	-۱/۵۲(-۸/۳۸ تا ۵/۳۴)		
دامنه کلی نوسانات	کنترل	۳۵/۱۹±۱۱/۴۵	۳۸/۳۷±۱۵/۴۸	۳/۱۷(-۲/۱۰ تا ۸/۴۵)	۰/۶۸	۰/۲۷
	تمرین	۲۹/۴۴±۱۲/۱۸	۲۹/۸۷±۸/۹۵	۰/۴۲(-۴/۳۰ تا ۵/۱۶)		
جمع طول حرکت مرکز فشار (mm)						

سرعت نوسانات مرکز فشار (mm/s)						صفحه حرکتی AP
۰/۱۵۹	۰/۰۳۹	۴/۷۳	۵۶/۲۴(-۱۳/۰۸ تا ۱۲۵/۵۶)	۴۲۵/۳۹±۱۹۶/۷۷	۳۶۸/۱۵±۱۳۱/۰۶	کنترل
			-۴۰/۸۰(-۱۰۵/۰۴ تا ۲۳/۴۲)	۳۵۰/۱۲±۱۱۴/۲۷	۳۹۰/۹۳±۱۱۸/۱۸	تمرین
سرعت نوسانات مرکز فشار (mm/s)						صفحه حرکتی ML
۰/۰۰۱	۰/۹۸۲	۰/۰۰۱	-۴/۸۸(-۴۹/۳۱ تا ۳۹/۵۴)	۴۱۹/۲۷±۱۴۱/۱۴	۴۲۴/۱۶±۱۶۷/۹۶	کنترل
			-۳/۹۳(-۶۹/۸۸ تا ۶۲/۰۲)	۴۰۰/۲۴±۹۶/۹۷	۴۰۴/۱۸±۱۳۸/۹۴	تمرین
سرعت نوسانات مرکز فشار (mm/s)						جمع کلی طول حرکت
۰/۰۳۷	۰/۳۳۴	۰/۹۷	۲۴/۸۷(-۱۷/۲۵ تا ۶۷/۰۱)	۴۳۱/۷۳±۱۶۰/۴۷	۴۰۶/۸۵±۱۲۱/۷۰	کنترل
			-۱۲/۳۸(-۷۲/۹۴ تا ۴۸/۱۸)	۳۹۹/۰۲±۹۴/۵۷	۴۱۱/۴۰±۱۲۵/۷۱	تمرین
سرعت نوسانات مرکز فشار (mm/s)						صفحه حرکتی AP
۰/۱۶۱	۰/۰۳۸	۴/۷۰	۱/۸۷(-۲/۶۰ تا ۲/۴۲)	۱۴/۱۷±۶/۵۶	۱۲/۲۹±۴/۳۶	کنترل
			-۱/۳۶(-۳/۵۰ تا ۰/۷۷)	۱۱/۶۶±۳/۸۰	۱۳/۰۲±۳/۹۴	تمرین
سرعت نوسانات مرکز فشار (mm/s)						صفحه حرکتی ML
۰/۰۰۱	۰/۹۸۴	۰/۰۰۱	-۰/۱۶(-۱/۶۴ تا ۱/۳۱)	۱۳/۹۶±۴/۷۰	۱۴/۱۳±۵/۵۹	کنترل
			-۰/۱۳(-۲/۳۲ تا ۲/۰۶)	۱۳/۳۳±۳/۲۳	۱۳/۴۶±۴/۶۳	تمرین
سرعت کلی نوسانات						کنترل
۰/۰۲۸	۰/۴۰۲	۰/۷۲۸	-۰/۶۷(-۰/۸۳ تا ۲/۱۸)	۱۴/۲۳±۵/۵۳	۱۳/۴±۵۵/۰۵	تمرین
			-۰/۴۱(-۲/۴۳ تا ۱/۶۰)	۱۳/۲۹±۳/۱۵	۱۳/۴±۷۰/۱۹	تمرین

جدول ۴. نتایج آزمون تحلیل کواریانس در رابطه با دامنه، طول حرکت و سرعت نوسانات مرکز فشار با چشمان باز در گروه‌های تحقیق

متغیرهای وابسته	پیش آزمون Mean±SD	پس آزمون Mean±SD	Δ (95% CI)	F _{۱,۲۴}	P	η ²
دامنه نوسانات مرکز فشار (mm)						
صفحه حرکتی AP						
کنترل	۳۶/۶۷±۱۸/۳۲	۲۹/۲۹±۱۴/۳۹	-۷/۳۸(-۱۵/۴۹ تا ۰/۷۱)	۰/۰۱۷	۰/۸۹۶	۰/۰۰۱
تمرین	۲۳/۷۳±۱۰/۸۰	۲۱/۵۳±۹/۵۸	-۲/۲۰(-۷/۶۱ تا ۳/۲۰)			
صفحه حرکتی ML						
کنترل	۴۰/۲۴±۱۵/۲۵	۴۲/۷۰±۱۸/۰۲	۲/۴۵(-۶/۳۶ تا ۱۱/۲۷)	۱/۵۲	۰/۲۲۸	۰/۰۶۰
تمرین	۲۶/۸۹±۱۱/۲۱	۲۷/۹۸±۱۰/۶۱	۱/۰۸(-۵/۴۳ تا ۷/۵۹)			
دامنه کلی نوسانات						
کنترل	۳۸/۳۴±۱۲/۸۰	۳۴/۸۹±۱۴/۶۴	-۳/۴۵(-۱۰/۹۲ تا ۴/۰۲)	۱/۸۸	۰/۱۸۳	۰/۰۷۳
تمرین	۲۷/۹۱±۱۴/۱۹	۲۴/۸۰±۸/۸۵	-۳/۱۱(-۱۰/۷۶ تا ۴/۵۳)			
جمع طول حرکت مرکز فشار (mm)						
صفحه حرکتی AP						
کنترل	۳۶۹/۱۸±۱۳۷/۵۳	۳۶۷/۱۰±۱۴۶/۳۳	-۲/۰۸(-۷۷/۴۵ تا ۷۳/۲۹)	۰/۲۲	۰/۶۳۹	۰/۰۰۹
تمرین	۳۴۷/۲۷±۱۱۹/۱۱	۳۳۵/۰۱±۱۰۹/۹۱	-۱۲/۲۶(-۷۵/۶۳ تا ۵۱/۱۱)			
صفحه حرکتی ML						
کنترل	۳۲۶/۸۴±۹۱/۹۳	۳۵۷/۰۱±۱۱۹/۲۸	۳۰/۱۶(-۳۸/۴۶ تا ۹۸/۸۰)	۰/۶۹	۰/۴۱۴	۰/۰۲۸
تمرین	۳۰۵/۳۹±۹۸/۲۷	۳۱۸/۰۳±۷۹/۱۹	۱۲/۶۴(-۳۹/۲۵ تا ۶۴/۵۵)			
جمع کلی طول حرکت						
کنترل	۳۴۸/۵۵±۱۱۴/۱۴	۳۵۴/۹۸±۱۱۷/۶۱	۶/۴۳(-۵۱/۱۹ تا ۶۴/۰۵)	۰/۵۴	۰/۸۱۸	۰/۰۰۲
تمرین	۳۱۶/۴۳±۸۲/۵۵	۳۲۶/۵۱±۹۳/۵۸	۱۰/۰۸(-۳۹/۵۵ تا ۵۹/۷۱)			
سرعت نوسانات مرکز فشار (mm/s)						
صفحه حرکتی AP						
کنترل	۱۲/۳۱±۴/۵۶	۱۲/۲۲±۴/۸۷	-۰/۰۹۱(-۲/۶۰ تا ۲/۴۲)	۰/۱۸	۰/۶۶۹	۰/۰۰۸
تمرین	۱۱/۵۰±۳/۹۰	۱۱/۱۵±۳/۶۶	-۰/۳۴(-۲/۴۲ تا ۱/۷۴)			

			صفحه حرکتی ML	
کنترل	۱۰/۹۲±۳/۰۳	۱۲/۰۹±۴/۲۹	۱/۱۷ تا ۳/۶۱ (-۱/۲۷)	۰/۵۹
تمرین	۱۰/۱۶±۳/۲۷	۱۰/۷۸±۲/۶۵	۰/۶۱ تا ۲/۳۷ (-۱/۱۴)	۰/۴۴۷
سرعت کلی نوسانات				
کنترل	۱۱/۶۱±۳/۸۰	۱۲/۲۶±۴/۲۶	۰/۶۵ تا ۲/۶۷ (-۱/۳۶)	۰/۳۲۱
تمرین	۱۰/۵۴±۲/۷۵	۱۰/۸۷±۳/۱۲	۰/۳۳ تا ۱/۹۹ (-۱/۳۱)	۰/۵۷۶

بحث

تحقیق حاضر نشان داد که در وضعیت حسی با چشمان بسته، تمرینات مقاومتی تعلیقی بر کاهش دامنه نوسانات مرکز فشار در صفحه ML، جمع طول حرکت و سرعت نوسانات مرکز فشار در صفحه AP در زنان مبتلا به MS تأثیر گذارند؛ اما در وضعیت حسی با چشمان باز، بر دامنه و سرعت نوسانات مرکز فشار این افراد تأثیری ندارند. دی بولت و همکاران (۲۰۰۴)، اثر ۸ هفته تمرینات مقاومتی سنتی در منزل را بر میزان نوسانات و سرعت نوسانات مرکز فشار در صفحات AP و ML در بیماران مبتلا به MS غیر معنادار گزارش کرده‌اند (۲۷). نتایج یک مطالعه دیگر نشان داد که انجام ۱۲ هفته تمرینات پيلاتس تأثیری بر کاهش طول حرکت مرکز فشار و کاهش میزان نوسانات مرکز فشار در وضعیت حسی با چشمان بسته در افراد مبتلا به MS را ندارد (۲۸). آندریو-کاراواکا و همکاران (۲۰۲۲)، نیز اثر ۱۰ هفته تمرینات مقاومتی سنتی (پرس پا، بازکردن زانو، بازکردن ران و بلند کردن پاشنه در حالت نشسته) را بر دامنه جابجایی و سرعت نوسانات مرکز فشار در هر دو صفحه AP و ML و در دو وضعیت حسی با چشمان باز و بسته، در افراد مبتلا به MS غیر معنادار گزارش کرده‌اند (۲۹). از طرفی، کالرون و همکاران (۲۰۱۶)، تأثیر تمرینات تعادلی شامل کنترل پاسچر در حالت ایستا، شیفت وزن و حرکات اغتشاشی را بر طول حرکت و میزان نوسانات مرکز فشار با چشمان باز در بیماران مبتلا به MS مؤثر گزارش کرده‌اند (۲۵). در مطالعه حاضر، از تمرینات مقاومتی تعلیقی استفاده شد؛ علی‌رغم اینکه تمرینات مقاومتی تعلیقی بر روی یک سطح ناپایدار انجام می‌شوند و به چالش کشیدن تعادل جز لاینفک این تمرینات به شمار می‌رود؛ اما بر اساس نتایج تحقیق حاضر مبنی بر عدم تأثیرگذاری این تمرینات بر بهبود نوسانات مرکز فشار در وضعیت حسی با چشمان باز، به نظر می‌رسد با توجه به "اصل تشابه و انتقال" در توانبخشی عصبی-عضلانی؛ برای بهبود الگوهای

حرکتی از دست رفته بیماران، تمرین باید هم مشابه و هم در زمینه تکلیف مورد نظر باشد. در نتیجه استفاده از تمرینات مقاومتی تعلیقی برای کاهش دامنه و سرعت نوسانات مرکز فشار در حالت ایستاده، نامشابه و خارج از زمینه این تکلیف بوده‌اند (۳۰)؛ چرا که هشت تمرین استفاده شده در مطالعه حاضر، همگی از نوع تمرینات مقاومتی و نامشابه با تمرینات تعادلی هستند. همچنین، از بین تمرینات استفاده شده، چهار تمرین همسترینگ کرل، آبداکشن ران، چهار دست و پا و پلانک تعلیقی بر روی ساعد، چون در حالت خوابیده و درازکش انجام شده‌اند، خارج از زمینه تکلیف هدف (ایستادن) نیز بوده‌اند و شاید به همین دلیل است که این تمرینات تأثیری بر کاهش دامنه و سرعت نوسانات مرکز فشار در حالت ایستاده با چشمان باز نداشته‌اند. علاوه بر این، با توجه به تمایل بیشتر بیماران مبتلا به MS به استفاده از اطلاعات بینایی برای حفظ تعادل (۶)، ممکن است این افراد ترجیح دهند در شرایطی که چشم‌ها باز است، برای حفظ تعادل و کنترل نوسانات بدن، همچنان از اطلاعات آوران دستگاه بینایی به عنوان منبع حسی غالب بهره ببرند و به همین دلیل تمرینات مورد استفاده تأثیری بر کاهش نوسانات مرکز فشار در پس آزمون، در این حالت نشان نداده است. از طرفی، بهبود دامنه و سرعت نوسانات مرکز فشار در وضعیت حسی با چشمان بسته در گروه تمرین، ممکن است بیان‌گر آن باشد که تمرینات مقاومتی تعلیقی، در غیاب سیستم بینایی بر روی سایر سیستم‌های مرتبط با تعادل، از جمله سیستم حسی پیکری اثرات مثبتی را به همراه دارند (۲۱) و از این طریق کاهش نوسانات مرکز فشار را در گروه تمرین به دنبال داشته‌اند. بنابراین، پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده اثرات این تمرینات بر سایر سیستم‌های مرتبط با تعادل در افراد مبتلا به MS و سایر افراد با ضایعات عصبی که با اختلال در تعادل مواجه هستند، مورد بررسی قرار گیرد.

نقش نویسندگان

در تحقیق همه نویسندگان مشارکت‌های قابل توجهی داشته‌اند. افشین مقدسی و غلامعلی قاسمی در ایده‌پردازی و طراحی این مطالعه مشارکت داشته‌اند. تهیه، گردآوری و تحلیل داده‌ها توسط افشین مقدسی، ابراهیم صادقی دمنه و مریم عباسی انجام شد. مداخله برنامه تمرین توسط مریم عباسی اجرا شد. اولین پیش‌نویس این نسخه توسط افشین مقدسی و غلامعلی قاسمی نوشته و تصحیح شده است.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از همکاری پروفسور مسعود اعتمادی‌فر، رئیس محترم انجمن MS اصفهان و همه بانوان ارجمندی که به عنوان نمونه آماری ما را در انجام این مطالعه یاری کردند، صمیمانه سپاس‌گزاری می‌نمایم.

تضاد منافع

نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند که هیچ تضاد منافی ندارند.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر، می‌توان گفت که تمرینات مقاومتی تعلیقی، بر کاهش دامنه و نوسانات مرکز فشار در وضعیت حسی با چشمان بسته در افراد مبتلا به MS دارد؛ اما در وضعیت حسی با چشمان باز تأثیری را به دنبال ندارد. بنابراین، ممکن است تمرینات مقاومتی تعلیقی، مؤلفه‌های لازم برای کاهش نوسانات بدن در حالت ایستاده در افراد مبتلا به MS با سطح ناتوانی کمتر از ۴ را نداشته باشد و نیاز هست در این خصوص مطالعات بیشتری صورت گیرد.

ملاحظات اخلاقی

این مطالعه زیر نظر کمیته اخلاق دانشگاه اصفهان (IR.UI.REC.1396.014) انجام و در مرکز کارآزمایی بالینی ایران (IRCT20180521039762N1) ثبت شد.

حمایت مالی

این تحقیق از حمایت مالی برخوردار نبوده است.

References

- Mahad DH, Trapp BD, Lassmann H. Pathological mechanisms in progressive multiple sclerosis. *The Lancet Neurology*. 2015; 14(2): 183-193.
- Hoff JM, Dhayalan M, Midelfart A, Tharaldsen AR, Bø L. Visual dysfunction in multiple sclerosis. *Tidsskr Nor Laegeforen*. 2019; 139(11).
- Marsden J, Pavlou M, Dennett R, Gibbon A, Knight-Lozano R, Jeu L, Flavell C, Freeman J, Bamiou DE, Harris C, Hawton A, Goodwin E, Jones B, Creanor S. Vestibular rehabilitation in multiple sclerosis: study protocol for a randomised controlled trial and cost-effectiveness analysis comparing customised with booklet based vestibular rehabilitation for vestibulopathy and a 12 month observational cohort study of the symptom reduction and recurrence rate following treatment for benign paroxysmal positional vertigo. *BMC Neurol*. 2020; 20(1):430.
- Halabchi F, Alizadeh Z, Sahraian MA, Abolhasani M. Exercise prescription for patients with multiple sclerosis; potential benefits and practical recommendations. *BMC Neurol*. 2017; 17(1):185.
- Comber L, Sosnoff JJ, Galvin R, Coote S. Postural control deficits in people with Multiple Sclerosis: a systematic review and meta-analysis. *Gait Posture*. 2018; 61:445-452.
- Cattaneo D, Ferrarin M, Jonsdottir J, Montesano A, Bove M. The virtual time to contact in the evaluation of balance disorders and prediction of falls in people with multiple sclerosis. *Disabil Rehabil*. 2012; 34(6):470-7.
- Frzovic D, Morris ME, Vowels L. Clinical tests of standing balance: performance of persons with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2000; 81(2):215-21.
- Fling BW, Dutta GG, Schlueter H, Cameron MH, Horak FB. Associations between proprioceptive neural pathway structural connectivity and balance in people with multiple sclerosis. *Front Hum Neurosci*. 2014; 8:814.
- Findling O, Sellner J, Meier N, Allum JH, Vibert D, Lienert C, Mattle HP. Trunk sway in mildly disabled multiple sclerosis patients with and without balance impairment. *Exp Brain Res*. 2011; 213(4):363-70.
- Kalron A, Achiron A. Postural control, falls and fear of falling in people with multiple sclerosis without mobility aids. *J Neurol Sci*. 2013; 335(1-2):186-90.

11. Kanekar N, Lee YJ, Aruin AS. Frequency analysis approach to study balance control in individuals with multiple sclerosis. *J Neurosci Methods*. 2014; 222:91-6.
12. Anbarian M, Marvi-Esfahani M, Karimi MT, Etemadifar M, Marandi SM, Kamali M. A comparison of linear and nonlinear stability parameters in different clinical forms of multiple sclerosis. *Eur Rev Aging Phys Act*. 2015; 12:9.
13. Cameron MH, Lord S. Postural control in multiple sclerosis: implications for fall prevention. *Curr Neurol Neurosci Rep*. 2010; 10(5):407-12.
14. Porosińska A, Pierzchała K, Mentel M, Karpe J. Evaluation of postural balance control in patients with multiple sclerosis - effect of different sensory conditions and arithmetic task execution. A pilot study. *Neurol Neurochir Pol*. 2010; 44(1):35-42.
15. Chung LH, Remelius JG, Van Emmerik RE, Kent-Braun JA. Leg power asymmetry and postural control in women with multiple sclerosis. *Med Sci Sports Exerc*. 2008; 40(10):1717-24.
16. Van Emmerik RE, Remelius JG, Johnson MB, Chung LH, Kent-Braun JA. Postural control in women with multiple sclerosis: effects of task, vision and symptomatic fatigue. *Gait Posture*. 2010; 32(4):608-14.
17. Sandroff BM, Sosnoff JJ, Motl RW. Physical fitness, walking performance, and gait in multiple sclerosis. *J Neurol Sci*. 2013; 328(1-2):70-6.
18. Finlayson ML, Peterson EW, Cho CC. Risk factors for falling among people aged 45 to 90 years with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2006; 87(9):1274-9; quiz 1287.
19. Behm DG, Drinkwater EJ, Willardson JM, Cowley PM. The role of instability rehabilitative resistance training for the core musculature. *Strength & Conditioning Journal*, 2011; 33(3), 72-81.
20. Gaedtke A, Morat T. TRX suspension training: a new functional training approach for older adults - development, training control and feasibility. *Int J Exerc Sci*. 2015; 8(3):224-233.
21. Moghadasi A, Ghasemi G, Sadeghi-Demneh E, Etemadifar M. The Effect of Total Body Resistance Exercise on Mobility, Proprioception, and Muscle Strength of the Knee in People With Multiple Sclerosis. *J Sport Rehabil*. 2020; 29(2):192-199.
22. Mok NW, Yeung EW, Cho JC, Hui SC, Liu KC, Pang CH. Core muscle activity during suspension exercises. *J Sci Med Sport*. 2015; 18(2):189-94.
23. Moghadasi A, Ghasemi G, Sadeghi-Demneh E, Etemadifar M. Effect of TRX suspension training on functional balance in patients with multiple sclerosis. *Journal of Ilam University of Medical Sciences*. 2019; 27(2), 51-63.
24. Karimi M, Sadeghisani M, Omar AHH, Kouchaki E, Mirahmadi M, Fatoye F. Stability analysis in patients with neurological and musculoskeletal disorders using linear and non-linear approaches. *Journal of Mechanics in Medicine and Biology*. 2015; 15(04), 1530004.
25. Kalron A, Fonkatz I, Frid L, Baransi H, Achiron A. The effect of balance training on postural control in people with multiple sclerosis using the CAREN virtual reality system: a pilot randomized controlled trial. *J Neuroeng Rehabil*. 2016; 13:13.
26. Julie P. SPSS survival manual-a step by step guide to data analysis using SPSS. Allen & Unwin, 4th edition. 2011; p: 210.
27. DeBolt LS, McCubbin JA. The effects of home-based resistance exercise on balance, power, and mobility in adults with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004; 85(2): 290-7.
28. Kalron A, Rosenblum U, Frid L, Achiron A. Pilates exercise training vs. physical therapy for improving walking and balance in people with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2017 Mar;31(3):319-328.
29. Andreu-Caravaca L, Ramos-Campo DJ, Manonelles P, Chung LH, Ramallo S, Rubio-Arias JÁ. The impact of resistance training program on static balance in multiple sclerosis population: A randomized controlled trial study. *J Clin Med*. 2022; 11(9):2405.
30. Lederman, E. Neuromuscular rehabilitation in manual and physical therapies principles to practice. 1st ed. Edinburgh: Churchill Livingstone. 2010; p:5-65.