Arch Scientific Journal of Rehabilitation Medicine

June, July 2021 Vol 10. Num 2

Research Paper

Effect of Exercise With Stationary Bike in Water With and Without Blood Flow Restriction on Step Frequency and Step Length Symmetry of Women With Multiple Sclerosis

Reza Habibi[1], *Amir Hosein Barati[2], Mahdieh Akoochakian[3], Masoud Sebyani[4], Elham Shirzad[4]

1. Department of Sport Coaching, Faculty of Physical Education and Sport Science, Kharazmi University, Tehran, Iran.
2. Department of Corrective Exercises and Sports Injuries, Faculty of Physical Educational and Sport Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
3. Department of Sport Science, Kish International Campus, University of Tehran, Kish, Iran.
4. Department of Corrective Exercises and Sports Injuries, Faculty of Sport Science, University of Tehran, Tehran, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Habibi R, Barati A, Akoochakian M, Sebyani M, Shirzad E. [Effect of Exercise With Stationary Bike in Water with and Without Blood Flow Restriction on Step Frequency and Step Length Symmetry of Women With Multiple Sclerosis (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2021; 10(2):320-331. https://doi.org/10.32598/sjrm.10.2.12

https://doi.org/10.32598/sjrm.10.2.12

CC BY NC

Received: 23 May 2020
Accepted: 04 Jul 2020
Available Online: 01 Jun 2021

Keywords:
Aerobic training, Blood occlusion, Kaatsu training, Training in water

ABSTRACT

Background and Aims Multiple Sclerosis (MS) is a neurological disease that cause damage to the myelin membrane of the central nervous system. The present study aims to investigate the effect of exercise with stationary bike in water with and without Blood Flow Restriction (BFR) on step frequency and step length symmetry of women with MS.

Methods Participants were 20 women with MS and a disability degree of 1-4 who were selected purposefully and randomly divided into two groups of exercise with BFR (n=10) and without BFR (n=10). Each group performed cycling in water for 6 weeks, 3 sessions per week (3 sets each for 6 minutes with 1-minute rest interval and HRmax of 60%-65%). A cuff was used on the upper part of both legs with a pressure of 96±10 mmHg for BFR. The step frequency and step length symmetry were measured using the Casio EXILIM EX-F1 camera at 300 Hz frequency and analyzed in KINOVEA software. Collected data were statistically analyzed in SPSS software using paired t-test and ANCOVA to compare the two groups.

Results There was no significant difference between the two groups in the study variables (P≥0.05).

Conclusion The two exercises with and without BFR have no effect on the gait parameters of women with MS, but these exercises are recommend for inactive MS patients.

Extended Abstract

1. Introduction

About 2.5 million people worldwide have multiple sclerosis (MS). The average age of developing MS is about 20 years old. The prevalence of this disease is 2-4 times more common in women. One of the biggest problems for MS patients is difficulty walking independently, which is caused by spasms, muscle weakness and fatigue, decreased vision, and decreased nerve stimulation of the body's organs. Compared to healthy individuals, these patients experience a decrease in stride length and cadence, decreased walking speed and distance, decreased pelvic, knee and ankle rotation, and increased torso flexion while walking. The most important consequence of such disorders in balance is the fall of patient.

Exercise is known as a method for maintaining health, preventing disease and rehabilitating MS. Evidence has

* *Corresponding Author:*
Amir Hosein Barati, PhD.
Address: Department of Corrective Exercises and Sports Injuries, Faculty of Physical Educational and Sport Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
Tel: +98 (21) 22431919
E-Mail: ahbarati20@gmail.com

www.SID.ir

Table 1. Results of paired t-test in measuring the difference in step frequency and step length symmetry

T	Sig.	Significance Level
Step frequency of right leg- aerobic group	0.54	0.958
Step frequency of left leg- aerobic group	-1.82	0.102
Step frequency of right leg- BFR group	1.01	0.341
Step frequency of left leg- BFR group	0.98	0.353
Step length symmetry- aerobic group	-0.21	0.832
Step length symmetry- BFR group	0.07	0.948

Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

shown that participating in exercise can increase leg muscle strength, increase gait speed, improve timing and balance control, and ultimately improve the gait kinematics. Blood Flow Restriction (BFR) training is a relatively new method that is performed for restricting blood flow to muscles. In this method, the blood flow to the active muscle during exercise is restricted or stopped by a flexible rubber cuff or elastic band around the upper portion of arm or thigh. Since MS patients are sensitive to heat and exercise increases the patient's body temperature, the aquatic environment seems to be a good place for them to exercise. Exercise in water is performed in a controlled aqueous environment and is recommended for neurological rehabilitation. The present study aims to investigate the effect of two stationary bike workouts in water with and without BFR on step frequency and step length symmetry of women with MS.

2. Methods

This is a quasi-experimental study with pre-test, post-test design. Twenty women with MS and a disability degree of 1-4 were purposefully selected and randomly divided into two groups of aerobic without BFR (n=10) and BFR (n=10). Both groups cycled on a water bike (Robimax, Iran) for 6 weeks, 3 sessions per week (three sets each for 6 minute with 1-min rest interval and HRmax of 60%-65%). To restrict blood flow in the BFR group, a cuff was used on the upper part of both legs with a pressure of 96±10 mm Hg. The training protocol lasted for 30 minutes, which included 5 minutes of warm-up, 18 minutes of cycling and 5 minutes of cooling down. The Casio Exilim EX-F camera at a frequency of 300 Hz was used to measure the parameters of step frequency and step length symmetry in KINOVEA motion analysis software. Descriptive (mean and standard deviation) and inferential statistics (paired t-test and ANCOVA) were used to analyze the collected data in SPSS. Shapiro-Wilk test was used to examine the normality of data distribution. The significance level was set at 0.05.

3. Results

The results of paired t-test in the two study groups in the pre- and post-test phases are shown in Table 1. As can be seen, none of the measured variables in the two groups are significantly different between the pre-test and post-test phases (P>0.05). ANCOVA was used to examine the differences

Table 2. Results of ANCOVA in measuring the effect of group on step frequency and step length symmetry

Dependent Variable	Source	Mean Square	df	F	Sig.	Eta Squared
Step frequency of right leg	Pre-test	1371.39	1	1.19	0.291	0.06
	Group	161.96	1	0.141	0.71	0.01
Step frequency of left leg	Pre-test	1597.91	1	3.82	0.067	0.18
	Group	35. 528	1	1.26	0.276	0.07
Step length symmetry	Pre-test	307.42	1	1.19	0.282	0.06
	Group	2.19	1	0.01	0.927	0.01

Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

www.SID.ir

between groups, the results of which are reported in Table 2. As can be seen, no significant difference was observed between the two groups in any of the variables (P>0.05).

4. Discussion and Conclusion

The results showed positive changes in the step frequency of both legs in both groups caused by aerobic and BFR training. However, no significant differences were found between the two groups. Also, there was no significant difference in each group between pre- and post-test scores. Possibly, both types of exercises in water have played a role in increasing the strength of lower extremity muscles, balance and flexibility by activating the molecular mechanisms associated with the neuromuscular system. Inadequate intensity and duration of exercises may be one of the reasons for the lack of significance in the gait parameters. The absence of a control group in the present study made us unable to show the positive effects of these exercises on inactive or inactive women. Another reason that made the results of the present study insignificant was that the exercises were not functional. One of the principles of exercise that should be considered in rehabilitation is the principle of similarity. According to this principle, the exercise that has the most similarity with the person's functional activities can have the best effect. It is recommended to do more research on the effectiveness of these exercises in people with MS. Increasing the number of subjects may improve the quality and generalizability of the results.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study was approved by the Ethics Committee of the Shahid Beheshti University (Code: IR.SBU.ICBS.97/1012).

Funding

The paper was extracted from the PhD. dissertation of the first author at the Department of Sport Science, Kish International Campus, University of Tehran, Kish.

Authors' contributions

Writing – review & editing: Amir Hosein Barati , Mahdieh Akoochakian; Methodology, data collection, investigation, writing – original draft: Reza Habibi; Methodology, data analysis, writing – original draft preparation: Masoud Sebyani, Elham Shirzad.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

www.SID.ir

مقاله پژوهشی

تأثیر دو برنامه آزمایشی دوچرخه ثابت در آب با و بدون محدودیت گردش خون بر پارامترهای فرکانس قدم و تقارن راه رفتن در زنان مبتلا به مولتیپل‌اسکلروزیس

رضا حبیبی[۱]، *امیرحسین براتی[۲]، مهدیه آکوچکیان[۳]، مسعود صبیانی[۴]، الهام شیرزاد[۴]

۱. گروه مربی‌گری ورزش، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
۲. گروه آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
۳. گروه آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی، پردیس بین‌المللی کیش، دانشگاه تهران، کیش، ایران.
۴. گروه آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۰۳ خرداد ۱۳۹۹
تاریخ پذیرش: ۱۴ خرداد ۱۳۹۹
تاریخ انتشار: ۱۱ خرداد ۱۴۰۰

کلیدواژه‌ها:
تمرین هوازی، انسداد جریان خون، تمرین کاتسو، تمرین در آب

چکیده

اهداف مولتیپل‌اسکلروزیس، یک بیماری نورولوژی است که باعث آسیب میلین سیستم عصبی مرکزی می‌شود. هدف از مطالعه حاضر، بررسی تأثیر دو برنامه آزمایشی دوچرخه ثابت در آب با و بدون محدودیت گردش خون فرکانس قدم و تقارن طول گام زنان مبتلا به مولتیپل‌اسکلروزیس‌بود.

مواد و روش‌ها بیست بیمار داوطلب با درجه ناتوانی بین ۴-۱ به صورت هدفمند انتخاب و به طور تصادفی به دو گروه آزمایش با محدودیت گردش خون (n=۱۰) و گروه آزمایش بدون محدودیت گردش خون (n=۱۰) تقسیم شدند. هر دو گروه به مدت شش هفته و سه جلسه در هفته به رکاب زدن روی دوچرخه آبی (سه نوبت ۶دقیقه‌ای با یک دقیقه استراحت بین نوبت‌ها و HRmax ۶۰-۶۵ درصد پرداختند. جهت ایجاد محدودیت جریان خون برای گروه با محدودیت جریان خون از کاف روی قسمت فوقانی هر دو پا با فشار ۱۰±۹۶ میلی‌متر جیوه استفاده شد. برای اندازه‌گیری پارامترهای فرکانس قدم و تقارن طول گام از دوربین Casio Exilim EX-F با فرکانس سیصد هرتز، نرم‌افزار آنالیز حرکت KINOVEA استفاده شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها، از نرم‌افزار SPSS و آزمون‌های آماری تی زوجی و تحلیل کوواریانس (ANCOVA) برای مقایسه دو گروه استفاده شد (P≥۰/۵۰).

یافته‌ها نتایج نشان داد تفاوت معناداری بین دو نوع آزمایش و اثر آن‌ها روی پارامترهای فرکانس قدم و تقارن طول گام وجود ندارد.

نتیجه‌گیری با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، هر دو نوع آزمایش با و بدون محدودیت گردش خون اثر معناداری بر پارامترهای مورد نظر در راه رفتن زنان مبتلا به MS نداشتند، اما اجرای این آزمایشات به بیماران MS در مقایسه با بی‌تحرکی به آن‌ها پیشنهاد می‌شود.

مقدمه

۲/۵ میلیون نفر در دنیا به بیماری مولتیپل‌اسکلروزیس[۱] مبتلا هستند. میانگین سن ابتلا به MS حدود ۲۰سالگی است. شیوع این بیماری دو تا چهار برابر در زنان شایع‌تر است [۱]. آکسون‌ها، میلین یا سلول‌های تولیدکننده میلین، الیگودندروسیت‌ها، اهداف اولیه حمله است که آسیب آن‌ها موجب اختلال در ارتباط بین پیام‌های داده‌شده توسط مغز و فعالیت عضله می‌شود [۲].

اختلال در عملکرد عصبی عضلانی، عملکرد و توانایی فیزیولوژیکی را محدود می‌کند و به کاهش فزاینده فعالیت‌های روزانه و کیفیت زندگی منجر می‌شود. یکی از بزرگ‌ترین مشکلات بیماران MS، اختلال در راه رفتن و گام برداشتن مستقل است که به دلیل اسپاسیتی، ضعف عضلانی و خستگی، کاهش دید و کاهش تحریکات عصبی اندام‌های بدن ایجاد می‌شود [۳].

این بیماران در مقایسه با افراد سالم با کاهش در طول و تواتر گام، کاهش سرعت و مسافت راه رفتن، کاهش چرخش لگن، زانو و مچ پا و افزایش فلکشن تنه هنگام راه رفتن مواجه هستند و

1. Multiple sclerosis

* نویسنده مسئول:
دکتر امیرحسین براتی
نشانی: تهران، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، گروه آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی.
تلفن: ۲۲۴۳۱۹۱۹ (۲۱) ۹۸+
رایانامه: ahbarati20@gmail.com

www.SID.ir

مهم‌ترین نتیجه حاصل از چنین اختلالاتی در تعادل، افتادن و سقوط بیمار است [۴]. مشکل سرعت حرکت در بیماران مبتلا به MS با صرف انرژی و تلاش زیاد هنگام راه رفتن، استقامت و تحمل‌پذیری ضعیف همراه است که این مصرف غیرطبیعی انرژی را می‌توان عامل مهمی در خستگی پاها، در هنگام فعالیت معرفی کرد [۵، ۶]. میزان اختلال در راه رفتن بستگی به شدت و پیشرفت بیماری، کاهش قدرت و استقامت عضلانی، سطح اسپاسم، درجه‌ای از بی‌ثباتی و میزان اختلالات حسی دارد [۷].

مطالعاتی به بررسی پارامترهای الگوی راه رفتن بیماران مبتلا به MS از طریق آزمون‌های بررسی زمان راه رفتن آنالیز سه‌بُعدی الگوی راه رفتن و آنالیز ویدئویی استفاده از حس‌گر کف پایی[۲] و آنالیز کینماتیکی و الکترومیوگرافی الگوی راه رفتن پرداخته‌اند [۸، ۹].

نتایج حاصل از این مطالعات، دامنه اختلال در الگوی راه رفتن این بیماران که شامل کاهش طول گام [۱۰]، کاهش طول یک سیکل گام‌برداری[۳] [۱۱]، کاهش تواتر گام‌برداری[۴]، کاهش دامنه حرکتی مفاصل و تغییرپذیری زیاد در بیشتر پارامترهای راه رفتن [۱۲] بود را در مقایسه با افراد سالم گزارش کرده‌اند.

این ناهنجاری‌ها باعث کاهش سرعت راه رفتن، کاهش استقامت راه رفتن و افزایش هزینه متابولیکی راه رفتن این بیماران می‌شود [۱۲، ۱۳]. راه رفتن سریع‌تر و سرعت بیشتر جهت انجام فعالیت‌های روزانه مهم هستند [۱۴].

گوتی ئرز و همکاران دریافتند که افراد مبتلا به MS دارای افزایش زمان فاز نوسان و کاهش در زمان سکون و فاز حمایت دوگانه بعد از هشت هفته آزمایش مقاومتی در پایین‌تنه بودند [۱۵]. نیومن و همکاران، کاهش در فاز استنس[۵] پای ضعیف‌تر و طول گام بلندتر پای قوی‌تر را بعد از دوازده جلسه آزمایش هوازی تردمیل گزارش کردند [۵].

تقارن در راه رفتن به هماهنگی کامل عملکرد بین اندام تحتانی در طی راه رفتن اشاره دارد [۱۶]. تقارن در راه رفتن و هماهنگی اندام‌ها جهت دست‌یابی به تعادل در حرکت بسیار ضروری است [۱۷].

به طور کلی، حضور و یا عدم حضور تقارن در راه رفتن فاکتوری کلیدی است که کماکان مسئله‌ای مورد بحث در حیطه بیومکانیک است. از دیدگاه کلینیکال، عدم تقارن، یک فاکتور پاتولوژی است [۱۸]. به علاوه، عدم تقارن در راه رفتن فاکتوری بسیار مهم در ارزیابی ناکارآمدی عملکردی، به‌خصوص در بیماران با مشکلات عصبی عضلانی مختلف است [۱۹].

آلون و همکاران در یک مطالعه گزارش دادند که افزایش عدم تقارن در راه رفتن باعث افزایش هزینه‌های متابولیک و مکانیکی در فرد می‌شود [۱۷]؛ بنابراین دست‌یابی به تقارن یا کاهش عدم تقارن در راه رفتن در افراد دارای مشکلات عصبی اسکلتی، از جمله MS می‌تواند گام مثبتی در بهبود وضعیت زندگی این جامعه باشد.

اگرچه دارودرمانی می‌تواند تعداد و شدت حمله‌های منجر به افتادن را کاهش دهد، اما همچنان حس خستگی، ضعف عضلانی و مشکلات تعادل و راه رفتن ادامه دارد. این وضعیت باعث کاهش فعالیت‌های روزانه و کیفیت زندگی بیمار می‌شود [۲].

تمرین ورزشی به عنوان مکانیسمی جهت حفظ سلامت، پیشگیری از بیماری و توان‌بخشی بیماری MS شناخته شده است. شواهد نشان داده‌اند که شرکت در تمرین ورزشی می‌تواند باعث افزایش قدرت عضلانی پاها، افزایش سرعت راه رفتن و بهبود زمان و کنترل تعادل شود [۲۰] و درنهایت باعث بهبود کینماتیک راه رفتن آن‌ها می‌شود [۱۵].

آزمایشات مقاومتی باعث توسعه سازگاری‌های عصبی، مانند بهبود فعالیت واحد حرکتی و هماهنگی عضلات می‌شود که برای بیماران MS مطلوب است [۱۵]. تمرینات هوازی نیز موجب افزایش آمادگی قلب و عروق و تغییرات فیزیولوژیکی مناسب در بدن می‌شود [۲۱].

روش آزمایشی محدودیت جریان خون[۶]، آزمایشات نسبتاً جدیدی هستند که در شرایط محدود کردن جریان خون به عضلات اجرا می‌شود. در این روش تمرین، جریان خون ورودی به عضله فعال هنگام تمرین از طریق بستن یک کاف یا کش لاستیکی انعطاف‌پذیر به دور قسمت فوقانی بازو و یا ران، محدود یا متوقف می‌شود [۲۲].

شدت این آزمایشات به طور معمول بین ۲۰ تا ۳۰ درصد یک تکرار بیشینه[۷] (تقریباً معادل شدت فعالیت روزانه افراد) در نظر گرفته می‌شود؛ بنابراین افراد با ویژگی‌های جسمانی متفاوت می‌توانند آن را تحمل کنند [۲۲].

پژوهش‌ها نشان داده که افزایش در قدرت عضلانی و توده عضلانی در این آزمایشات با شدت کم، شبیه به آنچه در آزمایشات با شدت بالا است، اتفاق می‌افتد [۲۳] و منجر به هایپرتروفی[۸] عضله اسکلتی [۲۴، ۲۵]، افزایش قدرت [۲۴، ۲۶] و افزایش استقامت [۲۷، ۲۸] می‌شود.

علاوه بر این، استفاده از محدودیت جریان خون به‌تنهایی، بدون ورزش، باعث کاهش آتروفی[۹] عضلانی می‌شود [۲۹]. همچنین آزمایش کم‌شدتی مثل راه رفتن همراه با انسداد می‌تواند سطح مقطع عضله ران و قدرت مفصل زانو را در آزمودنی‌های جوان و

2. Foot switches
3. Stride
4. Cadence
5. Stance phase

6. Blood Flow Restricted
7. One Repetition Maximum
8. Hypertrophy
9. Atrophy

www.SID.ir

جدول ۱. ویژگی‌های آزمودنی‌ها در دو گروه آزمایش دوچرخه در آب با و بدون محدودیت جریان

گروه	میانگین±انحراف‌معیار		
	سن (سال)	شاخص توده بدنی (وزن بر مجذور قد به متر)	مقیاس وضعیت ناتوانی (EDSS)
دوچرخه بدون محدودیت	۳۹/۲۵±۸/۴۱	۲۴/۱۲±۲/۹	۱/۸۷±۰/۸۳
دوچرخه با محدودیت	۳۶/۵±۶/۶۳	۲۳/۶۲±۳/۶۲	۱/۷۵±۰/۸۸

طب توانبخشی

مسن به طور معناداری بهبود ببخشد [۳۰]. از آنجا که بیماران MS به گرما حساسیت دارند و اجرای آزمایشات ورزشی باعث افزایش دمای بدن بیمار می‌شود، محیط آبی به نظر مکان مناسبی برای آزمایش است. آزمایش در آب، در یک محیط آبی کنترل‌شده انجام می‌شود و جهت توان‌بخشی نورولوژیکی پیشنهاد می‌شود [۲۰]. آب به بیمار اجازه می‌دهد تا آزمایشات درمانی خود را با ترس کمتر از افتادن اجرا کند [۳۱].

به علاوه، فشار هیدروستاتیک ایجادشده توسط محیط آبی باعث ایجاد نیروی حمایتی و کاهش تولید نیروی گرانشی می‌شود که می‌تواند کنترل پوسچر را تسهیل کند [۳۲]. به علاوه، فشار هیدروستاتیک و نیروهای مختلف، ادراک و بازخوردهای حسی مختلفی روی زمین فراهم می‌کند و سیستم کنترل پوسچر و تعادل را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۲۰].

از این رو، آزمایش در آب، محیط بهینه‌ای را برای برنامه‌های توان‌بخشی برای بیماران مبتلا به MS ایجاد می‌کند [۳۱]. در مطالعه‌ای به مقایسه اثرات آزمایش در آب و برنامه‌های آزمایشی در خانه پرداختند. کارایی بیشتری در تعادل، عمل راه رفتن، خستگی و قدرت عضلانی در گروه آزمایش در آب نسبت به آزمایشات در منزل مشاهده شد [۳۱].

با توجه به عوارض و مشکلات ناشی از بیماری MS و روند رو به افزایش آن در ایران و محدود بودن مطالعات در این زمینه و از آنجا که عموم این افراد توانایی قابل‌ملاحظه کمتری برای انجام فعالیت ورزشی نسبت به سایر افراد دارند و همچنین عدم افزایش

تصویر ۱. دوچرخه‌های ثابت استفاده‌شده جهت آزمایش طب توانبخشی

دمای بدن و سقوط در هنگام اجرای آزمایش، در مطالعه حاضر به بررسی اثر دو برنامه آزمایشی دوچرخه ثابت در آب با و بدون محدودیت گردش خون بر پارامترهای تقارن طول گام و فرکانس قدم زنان مبتلا به بیماری مولتیپل‌اسکلروزیس پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به دلیل استفاده از نمونه انسانی و عدم کنترل متغیرهای مزاحم توسط پژوهشگر به روش نیمه‌تجربی و طرح پژوهشی پیش‌آزمون پس‌آزمون با دو گروه آزمایش اجرا شد.

چهار هزار زن مبتلا به بیماری مولتیپل‌اسکلروزیس با مقیاس ناتوانی ۱-۴ و دامنه سنی ۲۰ تا ۵۰ سال که در سال ۱۳۹۷ در مرکز اماس شهر تهران تحت درمان بودند، جامعه آماری پژوهش را تشکیل دادند.

پس از حضور در مرکز تحقیقات اماس شهر تهران با همکاری مسئولین مرکز از بیماران با دامنه سنی بیست تا پنجاه سال برای شرکت در جلسات توجیهی دعوت به عمل آمد. در جلسات توجیهی به طور واضح در مورد هدف پژوهش، نوع آزمایش، زمان و نحوه اجرای تحقیق به بیماران اطلاعات لازم داده شد.

پس از تعیین میزان ناتوانی بیماران توسط نورولوژیست، سابقه ابتلا به سایر بیماری‌ها و اختلالات، سابقه بیماری‌های ارتوپدیک و شکستگی، جراحی‌های ستون فقرات و اندام تحتانی، سن فعلی و سن شروع بیماری، داروهای مصرفی، پیشینه ورزشی و آخرین زمان بازگشت بیماری در فرم مشخصات بیمار درج شد.

از این بین، بیست نفر از افرادی که سه ماه از آخرین بازگشت بیماری‌شان گذشته و طی این مدت نیز داروهایی از خانواده کورتون مصرف نکرده بودند و حداقل سه ماه پیش از این در برنامه‌های ورزشی منظم شرکت نداشتند، به صورت هدفمند انتخاب شدند.

آزمودنی‌ها به طور تصادفی به دو گروه دوچرخه در آب بدون محدودیت گردش خون با تعداد ده نفر و گروه دوچرخه در آب همراه با محدودیت گردش خون با تعداد ده نفر تقسیم شدند (تصویر شماره ۱). جهت بررسی مقیاس ناتوانی از مقیاس وضعیت

www.SID.ir

جدول ۲. داده‌های توصیفی اندازه‌گیری فرکانس قدم در هر دو پا و تقارن طول گام به تفکیک گروه

متغیر	زمان	میانگین±انحراف‌معیار	
		گروه هوازی	گروه انسدادی
فرکانس قدم پای راست	پیش‌آزمون	۱۲۹/۷۵±۳۰/۵۹	۱۲۶/۳۸±۲۱/۱۴
	پس‌آزمون	۱۳۰/۴۳±۴۰/۸۱	۱۳۷/۵۹±۲۵/۶۱
فرکانس قدم پای چپ	پیش‌آزمون	۱۲۳/۸۵±۱۶/۴۳	۱۳۳/۱۸±۳۶/۵۱
	پس‌آزمون	۱۳۷/۸۴±۱۹/۵۲	۱۴۲/۵۳±۲۴/۲۱
تقارن طول گام	پیش‌آزمون	۱۴/۰۸±۱۲/۰۶	۱۵/۴۷±۱۶/۷۷
	پس‌آزمون	۱۵/۳۲±۱۴/۴۷	۱۵/۰۵±۱۷/۵۷

طب توانبخشی

ناتوانی EDSS[10] استفاده شد. افرادی که نمره‌ای بین ۱-۴ کسب کرده‌اند، وارد تحقیق شدند. در جدول شماره ۱، مشخصات آزمودنی‌ها نشان داده شده است.

۴۸ ساعت قبل از شروع آزمایشات در مرحله پیش‌آزمون ابتدا فرکانس قدم[11] در طی راه رفتن بیست نفر آزمودنی ثبت شد که از یک دوربین سرعت بالا (Casio Exilim EX-F1) با فرکانس سیصد هرتز در نمای ساجیتال (جانبی) برای ثبت راه رفتن آزمودنی‌ها استفاده شد.

برای مشخص شدن نقاط مهم و نشان‌دهنده الگوی راه رفتن افراد از دو مارکر بازتابنده نور روی پاشنه هریک از دو پای آزمودنی‌ها استفاده شد. پس از قرار دادن مارکرها و آماده شدن آزمودنی برای انجام تست، آزمودنی به محل مشخص‌شده برای راه رفتن رفتند و شروع به راه رفتن کردند و هم‌زمان با آن، فیلم‌برداری نیز آغاز شد.

هر آزمودنی حداقل سه و حداکثر شش بار مسیر هشت متری مورد نظر برای راه رفتن را طی کرد که از این تعداد، دو سیکل کامل راه رفتن برای انجام تجزیه و تحلیل توسط نرم‌افزار آنالیز حرکت KINOVEA انتخاب شد و میانگین دو سیکل در محاسبات به کار گرفته شد. برای محاسبه فرکانس قدم برای هر پا، ابتدا زمان هر قدم[12] با استفاده از نرم‌افزار استخراج شد. سپس با تقسیم عدد شصت بر این مقدار، فرکانس قدم بر حسب تعداد قدم بر دقیقه محاسبه شد.

برای محاسبه شاخص عدم تقارن از فرمول شماره ۱ استفاده شد [۳۳].

۱.

$$\text{Asymmetry (\%)}=\text{abs}(\text{Left}-\text{Right})/[(\text{Left}+\text{Right})/2]$$

سپس ۲۴ ساعت قبل از شروع آزمایشات در مرحله پیش‌آزمون، فرکانس قدم بیست نفر آزمودنی اندازه‌گیری شد و سپس آزمودنی‌ها به طور تصادفی به دو گروه آزمایش دوچرخه ثابت در آب با محدودیت گردش خون (n=۱۰) و گروه آزمایش دوچرخه ثابت در آب بدون محدودیت گردش خون (n=۱۰) تقسیم شدند.

هر دو گروه آزمایشی به مدت شش هفته، سه جلسه در هفته تمرین کردند. پروتکل آزمایشی شامل ۳۰ دقیقه بود که ۵ دقیقه گرم کردن، ۱۸ دقیقه رکاب زدن روی دوچرخه آبی ساخت ایران مارک روبی مکس[13] (سه نوبت ۶دقیقه‌ای با شدت ۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه و یک دقیقه استراحت بین سِت‌ها در داخل آب) و ۵ دقیقه سرد کردن بود.

شدت آزمایش توسط ضربان‌سنج پلار[14] (ساخت فنلاند) هنگام اجرای آزمایش بعد از سه نوبت آزمایشی ۶دقیقه‌ای کنترل شد و در فرم مشخصات فردی بیمار تعداد ضربان قلب از طریق فرمول حداکثر ضربات قلب به دست آمد ((۲۱۰-۰/۷*Age)*۶۰).

همچنین دمای بدن نیز در ابتدا و انتهای آزمایشات اندازه‌گیری و ثبت شد. پروتکل آزمایش دوچرخه با محدودیت گردش خون مشابه با پروتکل آزمایش دوچرخه در آب بود، با این تفاوت که یک محدودیت جریان خون روی عروق خونی (توسط دستگاه فشارسنج ریستر[15]، ساخت آلمان) همراه بود.

فشار کاف در طول آزمایش ۱۰±۹۶ میلی‌متر جیوه در بالای پای راست و چپ بود. اندازه کاف سیزده سانتی‌متر بود. برای آشناسازی آزمودنی‌ها، میزان محدودیت جریان خون در جلسه اول با ۶۵ میلی‌متر جیوه شروع شد و هر جلسه ده میلی‌متر جیوه به فشار ران بندها اضافه شد تا جلسه چهارم که فشار به ۹۶ میلی‌متر جیوه رسید و تا پایان پروتکل ثابت باقی ماند. ۴۸ ساعت بعد از اتمام جلسات

10. Expanded Disability Status Scale
11. Cadence
12. Step Time
13. ROBIMAX
14. POLAR
15. RISTER

www.SID.ir

جدول ۳. نتایج آزمون تی وابسته در اندازه‌گیری فرکانس قدم در هر دو پا و تقارن طول گام به تفکیک گروه

مقدار تی	سطح معناداری	اندازه اثر
فرکانس قدم پای راست گروه هوازی	۰/۵۴	۰/۹۵۸
فرکانس قدم پای چپ گروه هوازی	-۱/۸۲	۰/۱۰۲
فرکانس قدم پای راست گروه انسدادی	۱/۰۱	۰/۳۴۱
فرکانس قدم پای چپ گروه انسدادی	۰/۹۸	۰/۳۵۳
تقارن طول گام گروه هوازی	-۰/۲۱	۰/۸۳۲
تقارن طول گام گروه انسدادی	۰/۰۷	۰/۹۴۸

طب‌توانبخشی

آزمایش پس‌آزمون فرکانس قدم هر دو پا اندازه‌گیری و ثبت شد.

از آمار توصیفی برای محاسبه میانگین و انحراف استاندارد داده‌ها و از آمار استنباطی برای مقایسه گروه‌ها با هم استفاده شد. همچنین از آزمون شاپیرو ویلک برای بررسی توزیع نرمال داده‌ها استفاده شد. جهت تعیین اثر محدودیت گردش خون بر پیامدهای مورد مطالعه از آزمون تحلیل کوواریانس تک‌متغیره (آنکووا) استفاده شد. در صورت مشاهده تفاوت معنادار، جهت تعیین محل تفاوت از آزمون پیگیری بنفرونی استفاده شد.

از آزمون تی زوجی جهت بررسی معناداری از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون استفاده شد. سطح معناداری برای تمام محاسبات $P<0/05$ در نظر گرفته شد. تمامی محاسبات با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ اجرا شد.

یافته‌ها

داده‌های توصیفی جمع‌آوری‌شده از اندازه‌گیری فرکانس قدم در هر دو پا و تقارن طول گام به تفکیک گروه در جدول شماره ۲ نشان داده شده است. در ادامه پژوهش، به بررسی تفاوت‌های درون‌گروهی در متغیرهای پژوهش پرداخته شد. نتایج آزمون تی زوجی در گروه هوازی و انسدادی از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون در جدول شماره ۳ مشاهده می‌شود. همان‌طور که در جدول نتایج آزمون تی‌وابسته نشان داده شده، هیچ‌کدام از متغیرهای اندازه‌گیری‌شده در دو گروه از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون تفاوت معناداری ندارند ($P\leq0/05$). برای بررسی تفاوت‌های بین‌گروهی در ادامه تحقیق از آزمون تحلیل کوواریانس تک‌متغیره استفاده شد که نتایج آن در جدول شماره ۴ گزارش شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، بین دو گروه در هیچ‌کدام از متغیرها تفاوت معناداری مشاهده نشد ($P\leq0/05$).

بحث

هدف از مطالعه حاضر، بررسی اثر دو برنامه آزمایشی دوچرخه ثابت در آب با و بدون محدودیت گردش خون بر پارامترهای تقارن راه رفتن و فرکانس قدم زنان مبتلا به بیماری مولتیپل‌اسکلروزیس بود.

همان‌طور که در بخش نتایج نشان داده شده، هیچ‌گونه تفاوت معناداری بین دو گروه یافت نشده است. همچنین در هر گروه نیز از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون تفاوت معناداری حاصل نشده، اما نتایج، تغییرات مثبتی را در جهت افزایش فرکانس قدم در دو پا را در هر دو گروه نشان داد.

ورزش در آب از ارزش فوق‌العاده‌ای برخوردار است. ورزش در آب بر مبنای تئوری هیدروستاتیک گسترش یافته است. فشار

جدول ٤. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس تک‌متغیره در اندازه‌گیری فرکانس قدم در هر دو پا و تقارن طول گام

متغیر وابسته	اثر	میانگین مجذورات	df	F	سطح معناداری	اندازه اثر
فرکانس قدم پای راست	پیش‌آزمون	۱۳۷۱/۳۹	۱	۱/۱۹	۰/۲۹۱	۰/۰۶
	گروه	۱۶۱/۹۶	۱	۰/۱۴۱	۰/۷۱	۰/۰۱
فرکانس قدم پای چپ	پیش‌آزمون	۱۵۹۷/۹۱	۱	۳/۸۲	۰/۰۶۷	۰/۱۸
	گروه	۵۲۸/۳۵	۱	۱/۲۶	۰/۲۷۶	۰/۰۷
تقارن طول گام	پیش‌آزمون	۳۰۷/۴۲	۱	۱/۱۹	۰/۲۸۲	۰/۰۶
	گروه	۲/۱۹	۱	۰/۰۱	۰/۹۲۷	۰/۰۱

طب‌توانبخشی

www.SID.ir

هیدروستاتیک ایجادشده ناشی از شناور شدن اندام‌ها یا کل بدن در آب باعث تولید پاسخ‌های فیزیولوژیک متمرکز بر سیستم گردش خون می‌شود، به گونه‌ای که فشار هیدروستاتیک ایجادشده باعث راندن خون از اندام‌های تحتانی به سمت شکم و تنه می‌شود و درنتیجه با افزایش بازگشت وریدی به قلب، حجم ضربه‌ای و میزان برون‌ده قلبی و خون‌رسانی به اندام‌ها را افزایش می‌دهد [۳۴].

ورزش در آب همچنین باعث افزایش نگهداری و قوی شدن عضلات، افزایش و تهیه اکسیژن مغز، افزایش و حفظ دامنه حرکتی، کاهش سفتی و سختی عضلات، افزایش کیفیت زندگی و خوب بودن، افزایش و توسعه تعادل، انرژی و سرزندگی بیشتر را سبب می‌شود [۳۵].

تحقیقات انجام‌شده نیز اثرات آب‌درمانی را بر سایر علائم مانند اسپاسم عضلانی، درد، قدرت و انعطاف‌پذیری عضلانی اسکلتی و مشکلات روحی و روانی مانند اضطراب، کاهش یا عدم اعتماد به نفس و اغلب در سایر بیماری‌ها بررسی کرده‌اند که تمام علائم ذکرشده به صورت مستقیم یا غیرمستقیم می‌تواند بر شدت خستگی و راه رفتن تأثیرگذار باشد [۳۴].

همچنین مطالعات از اثربخشی آزمایشات محدودیت جریان خون روی هایپرتروفی[16] عضلانی [۲۴، ۲۵]، افزایش قدرت [۲۴، ۲۶] و افزایش استقامت [۲۷، ۲۸] در افرادی که سالم بودند، حکایت دارد.

همچنین آزمایش کم‌شدتی مثل راه رفتن همراه با انسداد می‌تواند سطح مقطع عضله ران و قدرت مفصل زانو را در آزمودنی‌های جوان و مسن به طور معناداری بهبود ببخشد و برخلاف آزمایشات قدرتی با شدت بالا، کامپلیانس شریان و ورید کاروتید را نیز افزایش می‌دهد [۳۰].

با توجه به اینکه قدرت عضلات و حجم عضلات هر دو پا اندازه‌گیری و بررسی نشده است و همچنین عدم اندازه‌گیری زاویه مفصل مچ پا، زانو و ران در هنگام راه رفتن، این عدم بررسی از محدودیت‌های مطالعه حاضر است که نمی‌توان به‌درستی درباره عدم تغییر معنادار پارامترهای راه رفتن توضیح داد.

با توجه به اینکه مطالعات بسیار محدودی به بررسی تأثیر دو برنامه آزمایشی دوچرخه ثابت در آب با و بدون محدودیت گردش خون بر پارامترهای فضایی راه رفتن و تعادل زنان مبتلا به بیماری مولتیپل‌اسکلروزیس پرداخته‌اند، ما نتوانستیم مطالعه‌ای که مستقیماً این موارد را بررسی کرده باشد، بیابیم تا با نتایج آن‌ها مقایسه کنیم و نیاز به مطالعات بیشتر و دقیق‌تری است. از سویی دیگر، اجرای آزمایش با محدودیت گردش خون در آب، پژوهش تازه‌ای بوده و از نقاط قوت مطالعه حاضر است.

تغییرات مثبت ناشی از آزمایشات هوازی و محدودیت جریان خون در تحقیق حاضر در متغیرهای فرکانس قدم برای سمت راست و چپ نشان داده شده است، اما این دو نوع آزمایش تفاوت معناداری را چه در بین‌گروهی و چه از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون نشان ندادند.

احتمالاً، اجرای هر دو نوع آزمایش در آب از طریق فعال کردن مکانیسم‌های مولکولی مرتبط با سیستم عصبی و عضلانی در افزایش قدرت عضلات پایین‌تنه، تعادل و انعطاف‌پذیری نقش خود را اعمال کرده‌اند. همان‌طور که ذکر شد، آزمایش در آب باعث افزایش قدرت و استقامت عضلانی، انعطاف‌پذیری و بهبود پارامترهای حرکتی در طول راه رفتن می‌شود [۱۵].

شاید مناسب نبودن شدت و مدت آزمایش یکی از دلایل معنادار نشدن پارامترهای مورد نظر در راه رفتن باشد. همچنین عدم حضور گروه کنترل در تحقیق حاضر، باعث شده است تا محققین نتوانند اثرات مثبت این تمرینات را نسبت به افراد کم‌فعالیت و یا بدون فعالیت نشان دهند.

شاید بتوان یکی از دلایلی که باعث عدم معنادار شدن نتایج حاصل از تحقیق حاضر شد را عملکردی نبودن آزمایشات دانست. یکی از اصول آزمایشی که در توان‌بخشی باید مورد توجه قرار گیرد، اصل شباهت[17] است [۳۵]. با توجه به این اصل، آزمایشی دارای بهترین اثر خواهد بود که بیشترین شباهت را به اعمال عملکردی فرد با توجه به نیازهای روزانه بیمار داشته باشد.

برای مثال، جهت بهبود پارامترهای مربوط به راه رفتن، آزمایش باید از نوع آزمایشات راه رفتن انتخاب می‌شد که از آزمایشات دوچرخه ثابت استفاده کردیم که شباهت کمتری را نسبت به راه رفتن دارد و درواقع اثربخشی آن نیز کمتر شده است.

نتیجه‌گیری

این تحقیق، تنها پژوهشی است که اثر آزمایشات محدودیت جریان خون در آب را در افراد دارای MS بررسی کرده است. با توجه به نتایج تحقیق، بهتر است تا تحقیقات بیشتری روی اثربخشی این آزمایشات بر افراد دارای MS انجام گیرد. از دیگر محدودیت‌های تحقیق نیز می‌توان به کم بودن تعداد آزمودنی‌ها اشاره کرد. شاید افزایش تعداد آزمودنی‌ها باعث بهبود کیفیت نتایج و همچنین تعمیم‌پذیری نتایج حاصل از آن شود. همچنین بهتر است اثرات این نوع آزمایشات در مردان نیز بررسی شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این پژوهش در کمیته اخلاق دانشگاه شهید بهشتی تایید شده

16. Hypertrophy

17. Similarity

www.SID.ir

است (کد: IR.SBU.ICBS.97.1012).

حامی مالی

این مقاله از رساله‌ی دکتری نویسنده اول در گروه علوم ورزشی، پردیس بین المللی کیش، دانشگاه تهران، کیش استخراج شده است.

مشارکت‌نویسندگان

نگارش - مرور و ویرایش: امیر حسین براتی، مهدیه آکوچاکیان؛ روش‌شناسی، جمع آوری داده‌ها ، تحقیق، نگارش - پیش نویس اصلی: رضا حبیبی؛ روش‌شناسی، تجزیه و تحلیل داده‌ها، نگارش - تهیه پیش نویس اصلی: مسعود سبیانی، الهام شیرزاد.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

www.SID.ir

Reference

[1] Cameron MH, Wagner JM. Gait abnormalities in multiple sclerosis: Pathogenesis, evaluation, and advances in treatment. Current Neurology and Neuroscience Reports. 2011; 11(5):507-15. [DOI:10.1007/s11910-011-0214-y] [PMID]

[2] Filipi ML, Leuschen MP, Huisinga J, Schmaderer L, Vogel J, Kucera D, et al. Impact of resistance training on balance and gait in Multiple Sclerosis. International Journal of MS Care. 2010; 12(1):6-12. https://meridian.allenpress.com/ijmsc/article/12/1/6/32377/Impact-of-Resistance-Training-on-Balance-and-Gait

[3] Castro-Sánchez AM, Matarán-Peñarrocha GA, Lara-Palomo I, Saavedra-Hernández M, Arroyo-Morales M, Moreno-Lorenzo C. Hydrotherapy for the treatment of pain in people with multiple sclerosis: A randomized controlled trial. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2012; [DOI:10.1155/2012/473963] [PMID] [PMCID]

[4] Brown TR, Kraft GH. Exercise and rehabilitation for individuals with multiple sclerosis. Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America. 2005; 16(2):513-55. [DOI:10.1016/j.pmr.2005.01.005] [PMID]

[5] Newman M, Dawes H, Van den Berg M, Wade D, Burridge J, Izadi H. Can aerobic treadmill training reduce the effort of walking and fatigue in people with Multiple Sclerosis: A pilot study. Multiple Sclerosis Journal. 2007; 13(1):113-9. [DOI:10.1177/1352458506071169] [PMID]

[6] Rampello A, Franceschini M, Piepoli M, Antenucci R, et al. Effect of aerobic training on walking capacity and maximal exercise tolerance in patients with multiple sclerosis: A randomized crossover controlled study. Physical Therapy. 2007; 87(5):545-55. [DOI:10.2522/ptj.20060085] [PMID]

[7] Goldenberg MM. Multiple sclerosis review. Pharmacy and Therapeutics. 2012; 37(3):175-84. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3351877/

[8] Sosnoff JJ, Sandroff BM, Motl RW. Quantifying gait abnormalities in persons with Multiple Sclerosis with minimal disability. Gait and Posture. 2012; 36(1):154-6. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2011.11.027] [PMID]

[9] Kelleher KJ, Spence W, Solomonidis S, Apatsidis D. The characterisation of gait patterns of people with Multiple Sclerosis. Disability and Rehabilitation. 2010; 32(15):1242-50. [DOI:10.3109/09638280903464497] [PMID]

[10] Sacco R, Bussman R, Oesch P, Kesselring J, Beer S. Assessment of gait parameters and fatigue in MS patients during inpatient rehabilitation: A pilot trial. Journal of Neurology. 2011; 258(5):889-94. [DOI:10.1007/s00415-010-5821-z] [PMID]

[11] Givon U, Zeilig G, Achiron A. Gait analysis in multiple sclerosis: Characterization of temporal-spatial parameters using GAITRite functional ambulation system. Gait and Posture. 2009; 29(1):138-42. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2008.07.011] [PMID]

[12] Preiningerova JL, Novotna K, Rusz J, Sucha L, Ruzicka E, Havrdova E. Spatial and temporal characteristics of gait as outcome measures in Multiple Sclerosis (EDSS 0 to 6.5). Journal of Neuroengineering and Rehabilitation. 2015; 12(1):14. [DOI:10.1186/s12984-015-0001-0] [PMID] [PMCID]

[13] Savci S, Inal-Ince D, Arikan H, Guclu-Gunduz A, et al. Six-minute walk distance as a measure of functional exercise capacity in multiple sclerosis. Disability and Rehabilitation. 2005; 27(22):1365-71. [DOI:10.1080/09638280500164479] [PMID]

[14] Feys P, Severijns D, Vantenderloo S, Knuts K, et al. Spatio-temporal gait parameters change differently according to speed instructions and walking history in MS patients with different ambulatory dysfunction. Multiple Sclerosis and Related Disorders. 2013; 2(3):238-46. [DOI:10.1016/j.msard.2013.01.004] [PMID]

[15] Gutierrez GM, Chow JW, Tillman MD, McCoy SC, Castellano V, White LJ. Resistance training improves gait kinematics in persons with Multiple Sclerosis. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2005; 86(9):1824-9. [DOI:10.1016/j.apmr.2005.04.008] [PMID]

[16] Muratagic H, Ramakrishnan T, Reed KB. Combined effects of leg length discrepancy and the addition of distal mass on gait asymmetry. Gait and Posture. 2017; 58:487-92. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2017.09.012] [PMID]

[17] Kalron A, Achiron A, Dvir Z. Muscular and gait abnormalities in persons with early onset multiple sclerosis. Journal of Neurologic Physical Therapy. 2011; 35(4):164-9. [DOI:10.1097/NPT.0b013e31823801f4] [PMID]

[18] Comber L, Galvin R, Coote S. Gait deficits in people with multiple sclerosis: A systematic review and meta-analysis. Gait and Posture. 2017; 51:25-35. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2016.09.026] [PMID]

[19] Sandroff BM, Sosnoff JJ, Motl RW. Physical fitness, walking performance, and gait in multiple sclerosis. Journal of the Neurological Sciences. 2013; 328(1-2):70-6. [DOI:10.1016/j.jns.2013.02.021] [PMID]

[20] Methajarunon P, Eitivipart C, Diver CJ, Foongchomcheay A. Systematic review of published studies on aquatic exercise for balance in patients with multiple sclerosis, Parkinson's disease, and hemiplegia. Hong Kong Physiotherapy Journal. 2016;35:12-20. [DOI:10.1016/j.hkpj.2016.03.002] [PMID] [PMCID]

[21] Rodgers MM, Mulcare JA, King DL, Mathews T, Gupta SC, Glaser RM. Gait characteristics of individuals with multiple sclerosis before and after a 6-month aerobic training program. Journal of Rehabilitation Research and Development. 1999; 36(3):183-8. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10659801/

[22] Medicine ACoS. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2009; 41(3):687-78. [DOI:10.1249/MSS.0b013e3181915670] [PMID]

[23] Laurentino GC, Ugrinowitsch C, Roschel H, Aoki MS, et al. Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2012; 44(3):406-12. [DOI:10.1249/MSS.0b013e318233b4bc] [PMID]

[24] Abe T, Kearns CF, Sato Y. Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training. Journal of Applied Physiology. 2006; 100(5):1460-6. [DOI:10.1152/japplphysiol.01267.2005] [PMID]

www.SID.ir

[25] Yasuda T, Fujita S, Ogasawara R, Sato Y, Abe T. Effects of low-intensity bench press training with restricted arm muscle blood flow on chest muscle hypertrophy: A pilot study. Clinical Physiology and Functional Imaging. 2010; 30(5):338-43. [DOI:10.1111/j.1475-097X.2010.00949.x] [PMID]

[26] Karabulut M, Abe T, Sato Y, Bemben MG. The effects of low-intensity resistance training with vascular restriction on leg muscle strength in older men. European Journal of Applied Ahysiology. 2010; 108(1):147-55. [DOI:10.1007/s00421-009-1204-5] [PMID]

[27] Sumide T, Sakuraba K, Sawaki K, Ohmura H, Tamura Y. Effect of resistance exercise training combined with relatively low vascular occlusion. Journal of Science and Medicine in Sport. 2009; 12(1):107-12. [DOI:10.1016/j.jsams.2007.09.009] [PMID]

[28] Takarada Y, Sato Y, Ishii N. Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. European Journal of Applied Physiology. 2002; 86(4):308-14. [DOI:10.1007/s00421-001-0561-5] [PMID]

[29] Kubota A, Sakuraba K, Sawaki K, Sumide T, Tamura Y. Prevention of disuse muscular weakness by restriction of blood flow. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2008; 40(3):529-34. [DOI:10.1249/MSS.0b013e31815ddac6] [PMID]

[30] Fahs CA, Loenneke JP, Rossow LM, Thiebaud RS, Bemben MG. Methodological considerations for blood flow restricted resistance exercise. Journal of Trainology. 2012; 1(1):14-22. [DOI:10.17338/trainology.1.1_14]

[31] Roth AE, Miller MG, Ricard M, Ritenour D, Chapman BL. Comparisons of static and dynamic balance following training in aquatic and land environments. Journal of Sport Rehabilitation. 2006; 15(4):299-311. [DOI:10.1123/jsr.15.4.299]

[32] Koury J. Aquatic therapy programming: Guidelines for orthopedic rehabilitation. Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers; 1996. https://search.library.uq.edu.au/primo-explore/fulldisplay?vid=61UQ&search_scope=61UQ_All&tab=61uq_all&docid=61UQ_ALMA21103014990003131&lang=en_US&context=L

[33] Handžić I, Reed KB. Perception of gait patterns that deviate from normal and symmetric biped locomotion. Frontiers in Psychology. 2015; 6:199. [DOI:10.3389/fpsyg.2015.00199] [PMID] [PMCID]

[34] Corvillo I, Varela E, Armijo F, Alvarez-Badillo A, Armijo O, Maraver F. Efficacy of aquatic therapy for multiple sclerosis: A systematic review. European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine. 2017; 53(6):944-52. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28215060/

[35] Soltani M, Hejazi SM, Nouriyan A. Effects of aerobic training on improving the water balance in selected patients with multiple sclerosis. Journal of Islamic Azad University of Mashhad. 2001; 5(1-17):15-20. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=132799

www.SID.ir