Research Paper: The Effect of a Nine-Weeks Training Program on The Center of Pressure Indicators With Open and Closed Eyes Condition in the Elderly Male

Ahmad Gol Rafati[1], *Mansour Eslami[1], Shadmehr Mirdar[1]

1. Department of Physiology and Sport Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Mazandaran, Mazandaran, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation: Rafati AG, Eslami M, Mirdar Sh. [The Effect of a Nine-Weeks Training Program on The Center of Pressure Indicators With Open and Closed Eyes Condition in the Elderly Male (Persian)]. Archives of Rehabilitation. 2018; 19(1):44-53. https://doi.org/10.21859/JREHAB.19.1.44

doi: https://doi.org/10.21859/JREHAB.19.1.44

Received: 10 Jul. 2017
Accepted: 13 Oct. 2017

ABSTRACT

Objective Ageing is associated with some physiologic and functional declines that can increase disability, frailty, and falls in the elderly, so balance is used as a factor in determining the level of independence of the elderly. On the other hand, the mean velocity is considered as the most reliable indicator of the center of pressure to assess the balance and reduce the risk of falling. Because of significant effects of balance and muscle strength in the health of the more elderly population, the purpose this study was to investigate the effects of a nine- weeks training program on the center of pressure indicators with open and closed eyes condition in the elderly male.

Materials & Methods In this study, 27 elderly subjects with general health were participated voluntarily in this study. These were randomly divided into two training groups (n=15, mean age=61.5±08.59 years, weight=77.10±07.23 kg, height=167.6±6.4 cm) and control (n=12, mean age=62.6±08.44 years, weight=72.07±08.06 kg, height=167.9±01.08 cm). To assess the balance subjects were placed in a steady state on the foot scan at the beginning of the work, and the mean velocity of the center of pressure was first recorded in a static state with open eyes and then closed eyes. The kinetic data of the foot scan (mean velocity of the center of pressure) was calculated by RS-scan software, and the mean of the data was extracted from Excel software and evaluated. The training group then performed a nine-week program of lower limb muscle resistance training (on seven lower limb muscle groups including adductor and abductor of femurs, flexors, and extensor of femurs, flexors and extensor of knee, and plantar flexor of ankle) for 1.5 hour (15 minutes warm up, 1 hour of the main exercise, 15 minutes of cool down) and three sessions per week. During this period, the control group was requested to perform its daily activities. After completing the resistance training program, post-test was performed. Data were analyzed using independent and dependent T-analysis at a significant level (P≤0.05).

Results Lower limb muscle resistance training for nine weeks yielded a significant improvement in mean velocity of COP (P=0.005, t=3.07) and static balance with open eyes (P=0.004, t=3.46). In the training group, it has been pre-tested; however, no statistically significant effect was observed in static balance with closed eyes (P=0.15, t=1.49). Resistance training showed a significant difference between the control and the training group in the mean overall velocity of the center of pressure (P=0.04, t=2.43) and static balance with open eyes (P=0.01, t=2.39) as determined by independent t-test. This difference was not significant between two groups in static balance with closed eyes (P=0.22, t=1.25).

Conclusion The lower extremity muscle resistance training improves the center of pressure, static balance and reduces the fall risk. It is suggested that planning sufficient physical activities and training among all age groups is necessary. Appropriate resistance training program can prevent balance disorders and falling among the elderly population.

Keywords:
Resistance training, Center of pressure, Elderly, Static balance, Lower limbs

Corresponding Author:
Mansour Eslami, PhD
Address: Department of Physiology and Sport Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Mazandaran University, Mazandaran, Iran.
Tel: +98 (915) 2145860
E-Mail: mseslami@gmail.com

تأثیر یک دوره برنامه تمرین‌های نه‌هفته‌ای بر شاخص‌های مرکز فشار در حالت ایستای ساکن با چشمان باز و بسته در مردان سالمند

احمدگل رفعتی[۱]، *منصور اسلامی[۱]، شادمهر میردار[۱]

۱- گروه فیزیولوژی و بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، مازندران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۹ تیر ۱۳۹۶
تاریخ پذیرش: ۲۱ مهر ۱۳۹۶

چکیده

هدف سالمندی با کاهش ظرفیت‌های فیزیولوژیکی و عملکردی ارتباط دارد که می‌تواند باعث ناتوانی، کاهش تعادل و افزایش ریسک سقوط شود. بنابراین از تعادل به عنوان عاملی برای تعیین میزان استقلال سالمندان استفاده می‌شود. از طرفی میانگین سرعت به عنوان پایاترین شاخص مرکز فشار برای ارزیابی تعادل و کاهش ریسک سقوط محسوب می‌شود. با توجه به اهمیت تعادل و قدرت عضلات اندام تحتانی در دوران سالمندی، هدف اصلی پژوهش حاضر بررسی تأثیر یک دوره برنامه تمرین‌های نه‌هفته‌ای بر شاخص‌های مرکز فشار در حالت ایستای ساکن با چشمان باز و بسته در مردان سالمند است.

روش بررسی در این پژوهش، ۲۷ مرد سالمند که همگی از نظر عمومی سالم بودند، به صورت داوطلبانه شرکت کردند. شرکت‌کنندگان به صورت تصادفی به دو گروه تمرینی (۱۵ نفر با میانگین سنی ۵/۵۹±۶۱/۰۸ سال، وزن ۱۰/۲۳±۷۷/۰۷ کیلوگرم، قد ۶/۰۴±۱۶۷/۶ سانتی‌متر) و کنترل (۱۲ نفر با میانگین سنی ۶/۴۳±۶۲/۰۸ سال، وزن ۷/۰۶±۷۲/۰۸ کیلوگرم، قد ۹/۰۸±۱۶۷/۰۱ سانتی‌متر) تقسیم شدند. در ابتدای پژوهش، به منظور ارزیابی تعادل، آزمودنی‌ها به حالت ایستاده آرام روی فوت اسکن قرار گرفتند و میانگین سرعت مرکز فشار ابتدا در حالت ایستا با چشمان باز و سپس با چشمان بسته به وسیله دستگاه ثبت شد. داده‌های سینتیکی فوت اسکن (میانگین سرعت مرکز فشار) با نرم‌افزار بالانس آر اس اسکن محاسبه شد. میانگین داده‌ها به صورت فایل اکسل از نرم‌افزار گرفته و ارزیابی شد. سپس گروه تمرینی، برنامه نه‌هفته‌ای تمرین‌های مقاومتی عضلات منتخب اندام تحتانی را (۷ گروه عضلانی اندام تحتانی شامل: دورکننده و نزدیک‌کننده‌های ران، بازکننده‌ها و خم‌کننده‌های ران، بازکننده‌ها و خم‌کننده‌های زانو و بازکننده‌های مچ پا) به مدت یک و نیم ساعت (۱۵ دقیقه گرم‌کردن، ۱ ساعت انجام تمرین اصلی و ۱۵ دقیقه سردکردن) و سه جلسه در هفته انجام دادند. در این مدت از گروه کنترل خواسته شد تا فعالیت‌های روزانه خود را انجام دهند. پس از اتمام برنامه تمرینی مقاومتی از دو گروه پس‌آزمون گرفته شد. داده‌ها با استفاده از تحلیل آماری تی وابسته و مستقل در سطح معنی‌داری (P≤۰/۰۵) تجزیه‌وتحلیل شد.

یافته‌ها یافته‌ها نشان داد تمرین‌های مقاومتی عضلات اندام تحتانی به مدت ۹ هفته باعث بهبود معنادار میانگین سرعت مرکز فشار (t=۳/۰۷، P=۰/۰۰۵) و تعادل ایستا با چشمان باز (t=۳/۴۶، P=۰/۰۰۴) در گروه تمرینی نسبت به پیش‌آزمون شده است، اما در حالت تعادل ایستا با چشم‌بسته اثر معناداری یافت نشد (t=۱/۴۹، P=۰/۱۵). همچنین آزمون تی مستقل اختلاف معناداری بین گروه کنترل و تمرینی در میانگین سرعت کلی مرکز فشار (t=۲/۴۳، P=۰/۰۴) و تعادل ایستا با چشمان باز (t=۲/۳۹، P=۰/۰۱) قبل و بعد از تمرین مقاومتی نشان داد. این اختلاف بین دو گروه در حالت تعادل ایستا با چشم‌بسته معنادار نبود (t=۱/۲۵، P=۰/۲۲).

نتیجه‌گیری با توجه به اثر مناسب تمرین‌های مقاومتی عضلات اندام تحتانی بر بهبود شاخص مرکز فشار و به دنبال آن بهبود تعادل ایستا و کاهش ریسک سقوط پیشنهاد می‌شود برنامه‌ریزی برای تمرین‌ها و فعالیت‌های جسمانی در جامعه سالمند ضروری شود. با اجرای برنامه تمرین‌های مقاومتی مناسب می‌توان از ضعف تعادلی و ریسک سقوط در این افراد جلوگیری کرد.

کلیدواژه‌ها:
تمرین‌های مقاومتی، مرکز فشار، سالمند، تعادل ایستای ساکن، اندام تحتانی

مقدمه

هرم سنی کشور بر اساس آخرین آمارها در سال ۱۳۹۰ حاکی از رشد سریع سالمندان است؛ به‌طوری‌که ۸/۲ درصد یعنی ۶ میلیون و ۴۰۰ هزار نفر از جمعیت کشور را سالمندان تشکیل می‌دهند [۱]. پیش‌بینی می‌شود ظرف ۲۵ سال آینده نیز این درصد از دو برابر فراتر خواهد رفت [۲]. ازاین‌رو پیشگیری از بروز مشکلات در این قشر آسیب‌پذیر، اهمیت خاصی دارد.

نتایج تحقیقات نشان می‌دهد بعد از ۶۵ سالگی، بسیاری از سیستم‌ها و ارگان‌های بدن ازجمله سیستم عصبی‌عضلانی سالمندان دچار تغییرات پس‌رونده می‌شود [۳، ۴]. بر این اساس

* نویسنده مسئول:
دکتر منصور اسلامی
نشانی: مازندران، دانشگاه مازندران، گروه فیزیولوژی بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی.
تلفن: ۲۱۴۵۸۶۰ (۹۱۵) ۹۸+
رایانامه: mseslami@gmail.com

ریسک سقوط[1] یکی از مشکلات عمده سالمندی است [۵]؛ به‌نحوی‌که شیوع آن را حدود ۳۰ درصد از جمعیت بالای ۶۵ سال گزارش کرده‌اند [۶]. ۱۹ درصد از تمام شکستگی‌های ران درنتیجه زمین خوردن اتفاق می‌افتد [۷] و افتادن ششمین عامل مرگ‌ومیر در میان سالمندان به شمار می‌رود [۸].

محققان در مطالعات متعدد، علل زمین خوردن سالمندان را دو دسته خارجی (مانند سطوح لغزنده و بدون اصطکاک، نور ناکافی منازل و معابر، کفش نامناسب و پله‌های باریک و بدون حفاظ) و داخلی (مانند ضعف عضلانی اندام تحتانی، کندشدن پاسخ حرکتی و تعادل) تقسیم می‌کنند. بر این اساس ضعف و کاهش عضلانی اندام تحتانی و به دنبال آن کاهش تعادل از اصلی‌ترین عوامل زمین خوردن در سالمندان معرفی شده است [۹، ۱۰]. بنابراین استفاده از تمرینات ورزشی به عنوان راه حلی ارزان، قابل‌دسترس، غیرتهاجمی و کم‌خطر در حفظ سلامتی و تحرک و حفظ یا بازیابی تعادل و پیشگیری از افتادن امری پذیرفته‌شده و توصیه‌شده است [۱۱]. پژوهش‌های مختلف نشان داده‌اند انجام فعالیت‌های بدنی در سالمندان موجب بهبود تعادل می‌شود [۱۲، ۱۳].

با در نظر گرفتن این مداخلات، تمرین طراحی‌شده باید شامل تکالیفی باشد که بر نیازهای تعادلی تمرکز داشته باشد [۱۴]. در این برنامه تمرینی نیز سعی شد از تمرینات انتقال وزن (قیچی[2] و پرس مچ پا با وزنه روی صفحه‌ای با ارتفاع ۵ سانتی‌متر) و تحمل وزن (اسکات، دور و نزدیک کردن ران) استفاده شود که باعث افزایش هماهنگی عصبی‌عضلانی می‌شود [۱۵].

در مطالعات مشابه که اثر برنامه‌های قدرتی عضلات اندام تحتانی با شدت بالا (۷۵ تا ۷۷ درصد و یک تکرار بیشینه[3]) به مدت ۸ هفته [۱۶] و تأثیر اولیه تمرینات قدرتی عضلات چهارسر رانی[4]، سینه‌ای و پشتی بزرگ[5] با شدت کم (۴۲ تا ۶۲ درصد و یک تکرار بیشینه) به مدت ۱۲ هفته بر تعادل زنان و مردان سالمند بررسی شد [۱۷]، نتایج نشان داد تمرینات قدرتی به‌تنهایی (چه با شدت بالا و چه با شدت کم) نه‌تنها باعث بهبود تعادل ایستای سالمندان نمی‌شود، بلکه ممکن است تعادل در مردان سالمند را نیز کاهش دهد.

در پژوهشی دیگر هس و وولاکوت[6] (۲۰۰۵) با بررسی اثر تمرینات قدرتی با شدت بالا (۵۰ تا ۸۰ درصد و یک تکرار بیشینه) به مدت ۱۰ هفته بر تعادل سالمندان با تمرکز بر عضلات همسترینگ و چهارسر، بهبود تعادل در حالت ایستا (آزمون رومبرگ) و پویا (آزمون زمان برخاستن و رفتن[7]) را گزارش کردند [۱۸]. در پژوهشی مشابه، ۸ هفته تأثیر تمرینات قدرتی با شدت ۷۵ درصد و یک تکرار بیشینه بر عضلات پایین‌تنه بررسی شد و نتایج نشان داد این تمرینات بر تعادل ایستای چشم‌بسته (آزمون رومبرگ) و پویای (آزمون زمان برخاستن و رفتن) سالمندان تأثیر قابل‌توجهی نداشته است [۱۹]. استفاده از شدت تمرینی متفاوت، به‌کارگیری گروه عضلات عمل‌کننده در صفحه قدامی و خلفی به‌تنهایی و استفاده نکردن از ابزارهای ارزیابی تعادل با دقت بالا ممکن است نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق را تحت تأثیر قرار دهد و سبب تناقض یافته‌های پژوهش شود.

در مطالعه‌ای دیگر نجک[8] و همکاران (۲۰۱۳)، اثر ۹ هفته تمرین‌های مقاومتی را بر عضلات چهارسر و همسترینگ در بهبود تعادل ایستا با چشم‌باز در سالمندان معنی‌دار گزارش کردند [۲۰]. در این مطالعه متغیرهایی مانند دامنه و فرکانس[9]، مرکز فشار[10] را به صورت ایستا و با دستگاه صفحه نیروسنج ارزیابی شد. در پیشینه پژوهش، از میان متغییرهای مرتبط با مرکز فشار، مانند فرکانس و مساحت نمودار و میانگین سرعت[11] در حالت ایستاده ساکن، میانگین سرعت به عنوان دقیق‌ترین و پایاترین متغییر به شمار می‌آید [۲۱، ۲۲]. مرکز فشار نقطه‌ای در فضای دو پا در محدوده سطح اتکا است که برآیند نیروهای اعمالی از جانب بدن فرد در این نقطه متمرکز و به زمین وارد می‌شود که به عنوان پاسخ عصبی‌عضلانی، تلاش فرد را برای حفظ پایداری و نگه‌داشتن مرکز ثقل در محدوده سطح اتکا نشان می‌دهد [۲۳].

در پژوهشی اثر ۶ هفته تمرین‌های مقاومتی همسترینگ، چهارسر، راست‌کننده ستون مهره‌ها، بازکننده‌ها و خم‌کننده‌های مچ پا و تمرینات تعادلی بر تعادل ایستا در سالمندان بررسی شده است. پژوهشگران این مطالعه به این نتیجه رسیدند که هر دو برنامه تمرینی باعث کاهش معنادار دامنه و جابه‌جایی مرکز فشار در جهت قدامی و خلفی می‌شود و این کاهش موجب افزایش تعادل می‌شود [۲۴].

در برنامه تمرینی مطالعات یادشده، به عضلات مهم مانند دورکننده‌ها و نزدیک‌کننده‌های ران و تمرینات تحمل و انتقال وزن که باعث افزایش هماهنگی عصبی‌عضلانی می‌شود کمتر پرداخته شده است. علاوه بر این، یکی دیگر از خلأهای پژوهش‌های پیشین، شیوه ارزیابی تعادل و به‌کارگیری شاخص‌هایی چون میانگین سرعت مرکز فشار است که پایایی بالای دارد و بررسی نشده‌اند. بنابراین فرض پژوهش حاضر این است که میانگین سرعت مرکز فشار پس از اجرای برنامه تمرینی مقاومتی ممکن است بهبود یابد. پژوهش حاضر بر آن است به این

1. Fall risk
2. Lunge
3. One Repetition Maximum (1-RM)
4. Quadriceps femoris
5. Pectoralis major and Latissimus dorsi
6. Hess & Woollcott
7. Time to go
8. Nejc
9. Amplitude & frequency
10. Center of Pressure (COP)
11. Mean velocity

پرسش پاسخ دهد که برنامه تمرینی مقاومتی در حالت تحمل وزن (اسکات و پرس مچ پا روی صفحه) و انتقال وزن (قیچی) به دلیل افزایش هماهنگی عصبی‌عضلانی این تمرینات نسبت به دیگر برنامه‌ها، چه تأثیری بر میانگین سرعت مرکز فشار و به دنبال آن تعادل ایستای سالمندان دارد.

روش بررسی

این پژوهش ماهیت نیمه تجربی دارد. افراد سالمند مرد ۶۰ تا ۷۴ سال با مشخصات دموگرافی ارائه‌شده در جدول شماره ۱ که ازنظر جسمانی سالم بودند، به عنوان نمونه آماری پژوهش از جامعه سالمندان سطح شهر بابلسر تعیین شدند. ۲۷ نفر از آن‌ها برای ورود به آزمون به شیوه در دسترس (غیرتصادفی) انتخاب شدند. شرایط ورود به آزمون، داشتن توانایی راه رفتن بدون کمک دیگران و استفاده نکردن از عصا و وسایل کمکی دیگر، نداشتن هرگونه سابقه شکستگی و یا ناهنجاری در اندام تحتانی، نداشتن آسیب‌های عصبی‌عضلانی، نداشتن مشکل ارتوپدی، نداشتن عمل جراحی، نداشتن درد و مشکل مفصلی، نداشتن ناراحتی‌های قلبی‌عروقی و مصرف نکردن داروهای اعصاب در این آزمون بود. این اطلاعات از طریق پرسش‌نامه عمومی و نیز به صورت شفاهی از آزمودنی‌ها دریافت شد. طرح مطالعاتی و خطرات و منافع بالقوه آن قبل از شروع طرح برای هر آزمودنی تشریح شد و آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه آگاهانه را تکمیل و امضا کردند.

به‌منظور جمع‌آوری و ثبت اطلاعات میانگین سرعت مرکز فشار، آزمودنی‌ها در آزمایشگاه بیومکانیک ورزشی دانشکده تربیت بدنی دانشگاه مازندران حضور یافتند. پس از اعلام رضایت کتبی و اطلاع از روند ارزیابی، برای ارزیابی تعادل ایستا، آزمودنی‌ها به حالت ایستاده آرام روی فوت اسکن (آر اس اسکن)[12] ساخت کشور بلژیک با ابعاد ۱۰۰×۴۰ سانتی‌متر با تعداد ۸هزار و ۱۹۲ حسگر و سرعت نمونه‌برداری ۲۵۳ هرتز قرار می‌گرفتند تا نوسانات بدنی آن‌ها ثبت شود. روش اجرای این آزمون به این صورت بود که آزمودنی به صورت ایستاده روی دستگاه فوت اسکن قرار می‌گرفت، پاها به موازات پهنای لگن و سر به طرف جلو بود و فرد به شیئی در فاصله ۵ متری متمرکز می‌شود (تصویر شماره ۱) [۲۰].

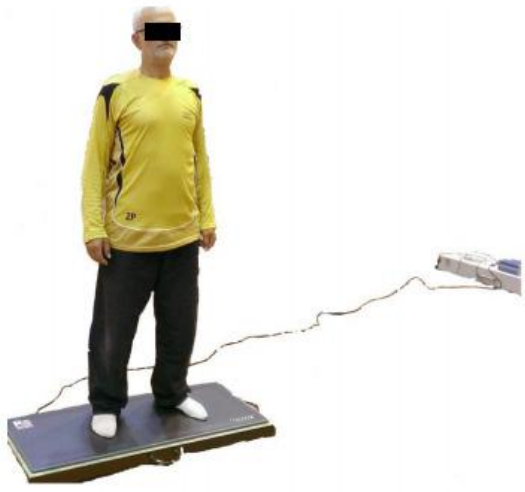
پس از قرارگرفتن آزمودنی‌ها به حالت ایستاده آرام روی فوت اسکن، میانگین سرعت مرکز فشار (سه کوشش) ابتدا در حالت ایستا با چشمان باز و سپس با چشمان بسته ثبت شد. داده‌های سینتیکی فوت اسکن (میانگین سرعت مرکز فشار) با نرم‌افزار بالانس آر اس اسکن محاسبه و میانگین داده‌ها به صورت اکسل از نرم‌افزار خارج و ارزیابی شد. پس از ارزیابی تعادل برای همسان‌سازی نمونه‌های آماری، سالمندانی که در ۶ ماه گذشته فعالیت بدنی مشابه داشتند، به صورت تصادفی به دو گروه تمرین مقاومتی و کنترل تقسیم شدند. گروه تمرینی، برنامه تمرین‌های مقاومتی را به مدت ۹ هفته اجرا کردند. این برنامه تمرینی در طول ۹ هفته و ۳ جلسه تمرین در هر هفته روی ۷ گروه عضلانی اندام تحتانی شامل دورکننده و نزدیک کننده‌های ران، بازکننده‌ها و خم کننده‌های ران، بازکننده‌ها و خم کننده‌های زانو و بازکننده‌های مچ پا اجرا شد. ۹ هفته دوره تمرینی به دو بخش مجزا شامل ۳ هفته اول با شدت تمرینی ۴۵ تا ۶۰ درصد و یک تکرار بیشینه و ۶ هفته آخر با شدت ۶۰ تا ۷۵ درصد و یک تکرار بیشینه تقسیم شد. مدت‌زمان تمرین یک و نیم ساعت (۱۵ دقیقه گرم کردن، ۱ ساعت اجرای تمرین اصلی و ۱۵ دقیقه سرد کردن) در نظر گرفته شد.

شدت تمرین از ۴۵ درصد و یک تکرار بیشینه در هفته‌های اولیه شروع شد و تا ۷۵ درصد افزایش یافت. برای یافتن یک تکرار بیشینه از هر آزمودنی در جلسه اول بعد از گرم کردن خواسته شد تا برای هر گروه عضلانی روی دستگاه مدنظر قرار گیرد و با توجه به احساس فردی نسبت به سنگینی وزنه، حرکت را یک‌بار انجام دهد. بعد از اجرای یک حرکت در صورت سبک بودن، ۵ کیلوگرم به وزنه اضافه شد تا فرد بعد از استراحت بار دیگر حرکت را انجام دهد. این عمل تا زمانی که آزمودنی‌ها توانستند فقط یک تکرار از آن وزنه را انجام دهند، ادامه یافت و آن وزنه به عنوان یک تکرار بیشینه در نظر گرفته شد [۲۵]. با توجه به افزایش قدرت آزمودنی‌ها همراه با برنامه تمرینی، هر دو هفته یک‌بار، یک تکرار بیشینه جدید از آزمودنی‌ها گرفته شد [۱۶]. بار تمرینی ۵ تا ۱۰ درصدی در صورت رعایت قانون ۲×۲ (توانایی ۲ تکرار بیش از حالت عادی در ۲ مرحله در طی ۲ جلسه) اجرا شد. برای ارتقای اثر تمرین و افزایش وزنه، از تشویقات کلامی در طول دوره استفاده شد. پس از اتمام دوره تمرینی از تمام آزمودنی‌ها در متغیرهای مدنظر پژوهش (میانگین سرعت مرکز فشار در حالت ایستا با چشمان باز و بسته و میانگین کل سرعت مرکز فشار)، در

12. RS-scan

جدول۱. اطلاعات دموگرافی آزمودنی‌ها (سن، وزن و قد)

گروه	تعداد	سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی‌متر)
تمرینی	۱۵	۶۱/۰۸±۵/۵۹	۷۷/۰۷±۱۰/۲۳	۱۶۷/۶±۶/۰۴
کنترل	۱۲	۶۲/۰۸±۶/۴۳	۷۲/۰۸±۷/۰۶	۱۶۷/۰۱±۹/۰۸



تصویر ۱. نحوه ارزیابی تعادل ایستا با دستگاه فوت اسکن توانبخشی

همان محیط و به همان روش پیش‌آزمون، پس‌آزمون گرفته شد.

به‌منظور استفاده از آزمون آماری مناسب با توجه به حجم نمونه در گروه‌ها، ابتدا طبیعی بودن توزیع متغیرهای مطالعه‌شده از طریق آزمون کلموگروف اسمیرنوف بررسی شد. با توجه به طبیعی بودن توزیع داده‌ها، برای مقایسه میانگین اختلاف درون‌گروهی و بین‌گروهی به ترتیب از آزمون تی وابسته و مستقل استفاده شد. محاسبات با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ انجام و سطح معناداری آزمون‌ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد (P≤۰/۰۵).

یافته‌ها

جدول شماره ۲ میانگین و انحراف استاندارد میانگین سرعت مرکز فشار را در دو گروه شرکت‌کننده در وضعیت‌های مختلف نشان می‌دهد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد دوره تمرین‌های مقاومتی بر میانگین کلی سرعت مرکز فشار در گروه تمرینی اثر دارد (t=۳/۰۷، P=۰/۰۰۵). این بدان معناست که میانگین سرعت مرکز فشار در گروه تمرینی بعد از برنامه تمرینی کاهش یافته و باعث بهبود تعادل شده است. علاوه بر این، نتایج آزمون تی همبسته در گروه تمرینی قبل و بعد از تمرینات نشان داد یک دوره تمرین‌های مقاومتی بر میانگین سرعت مرکز فشار در حالت ایستا با چشمان باز اثر دارد (t=۳/۴۶، P=۰/۰۰۴)؛ در حالی که در قسمت ایستا با چشمان بسته این بهبود مشاهده نشد (t=۱/۴۹، P=۰/۱۵). همچنین آزمون تی مستقل اختلاف معناداری بین گروه کنترل و تجربی در میانگین سرعت کلی مرکز فشار (t=۲/۴۳، P=۰/۰۴) و حالت ایستا با چشمان باز (t=۲/۳۹، P=۰/۰۱) قبل و بعد تمرین مقاومتی نشان داد. این اختلاف بین دو گروه در حالت ایستا با چشم‌بسته معنادار نبود (t=۱/۲۵، P=۰/۲۲).

بحث

هدف اصلی این پژوهش، بررسی تأثیر یک دوره برنامه تمرین‌های مقاومتی ۹ هفته‌ای بر شاخص‌های مرکز فشار در حالت ایستای ساکن با چشمان باز و بسته در سالمندان بود. نتایج بیانگر کاهش میانگین سرعت مرکز فشار و بهبود تعادل در حالت ایستا در شرایط چشم باز در مقایسه با تعادل ایستا در شرایط چشمان بسته در اثر برنامه تمرین‌های مقاومتی بود. تعادل افراد از طریق تعامل اجزای حسی ازجمله دستگاه دهلیزی، بینایی و سیستم حسی‌عمقی به وجود می‌آید که هماهنگ‌کننده انقباض‌های استوارکننده عضلات ضدجاذبه است. فرایند تعادل بر دو عامل حس خوب و عملکرد خود عضلات متکی است که عملکرد عضلانی با تقویت آن‌ها با تمرین بهبود می‌یابد [۲۶]. انوکا[13] و همکاران (۱۹۹۷) در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که افزایش قدرت عضلانی در اثر تمرینات

13. Enoka

جدول ۲. مقایسه میانگین و انحراف استاندارد درون‌گروهی تمرینی و کنترل در زمان قبل و بعد از دوره تمرینی

گروه‌ها	شاخص	قبل	بعد	درصد پیشرفت پیش‌آزمون و پس‌آزمون (درصد)	معنی‌داری (P≤۰/۰۵)
		میانگین و انحراف استاندارد (میلی‌متر بر میلی‌ثانیه)	میانگین و انحراف استاندارد (میلی‌متر بر میلی‌ثانیه)		
تمرینی	میانگین سرعت جابه‌جایی مرکز فشار	۷/۱±۶۲/۸۵	۶/۱±۳۹/۲۸	۱۹	۰/۰۰۵*
	تعادل در حالت ایستا با چشم باز	۷/۱±۱۱/۳۰	۵/۱±۶۹/۱۳	۲۴	۰/۰۰۴*
	تعادل در حالت ایستا با چشم بسته	۸/۲±۱۵/۱۹	۷/۱±۱۰/۰۳	۱۲	۰/۱۵
کنترل	میانگین سرعت جابه‌جایی مرکز فشار	۷/۱±۵۹/۱۷	۷/۱±۶۶/۱۵	-۰/۴۸	۰/۹۰
	تعادل در حالت ایستا با چشم باز	۷/۰±۱۵/۹۹	۷/۱±۱۹/۱۸	-۰/۴۶	۰/۹۴
	تعادل در حالت ایستا با چشم بسته	۸/۱±۰۸/۲۰	۸/۰±۱۳/۹۴	-۰/۵۳	۰/۹۲

علامت(*) معنی‌داری (P≤۰/۰۵) آنالیز آماری را در ارزیابی میانگین سرعت مرکز فشار در حالت ایستا در زمان قبل و بعد از تمرین نشان می‌دهد. توانبخشی

مرتبط، ممکن است درنتیجه سازوکارهای عصبی ازجمله افزایش خروجی مراکز فوق نخاعی، تغییر مسیر عصبی که باعث کاهش فعالیت‌های هم‌انقباضی عضلات مخالف می‌شود، فعالیت بیشتر عضلات مشترک یا ارتباطات مؤثر مسیرهای بین نورونی باشد [۲۷]. بنابراین در توجیه نتایج حاضر می‌توان گفت که تعادل ایستا در شرایط چشمان باز با توجه به عدم دست‌کاری دستگاه بینایی، درنتیجه تقویت عضلات اندام تحتانی است.

در بخش تعادل ایستا در شرایط چشمان بسته و حذف سیستم بینایی، پیام‌های دریافتی از سیستم بینایی و همچنین سیستم حسی‌عمقی تحت تأثیر قرار می‌گیرد و بهبود قدرت عضلانی به‌تنهایی نتوانسته است مشکل واردشده بر سیستم‌های تعادل را جبران و نتایج به‌دست‌آمده را معنادار کند. نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش در حالت تعادل ایستا در شرایط چشمان بسته حاکی از فشار بیشتر به دیگر سیستم‌های مرتبط با تعادل مانند سیستم دهلیزی و حسی‌عمقی است [۲۸]. ظاهراً تقویت عضلات مهم در اندام تحتانی به‌تنهایی نتوانسته است این نقص را مرتفع سازد.

همسو با نتایج پژوهش حاضر می‌توان به تحقیق هس و وولاکوت (۲۰۰۵) [۱۸]، نجک و همکاران (۲۰۱۳) [۲۰] و پنزر و همکاران (۲۰۱۵) [۲۴] اشاره کرد که بیان کردند تمرین‌های مقاومتی می‌تواند باعث بهبود تعادل ایستا در سالمندان شود. نتایج پژوهش اسچلیکت و همکاران (۲۰۰۱)، بلوو و همکاران (۲۰۰۳) و خواجه نعمت و همکاران (۲۰۱۴) با نتایج مطالعه حاضر هم‌سو نیست؛ شاید علت این امر نوع تمرینات، شدت، مدت دوره تمرینی، ابزارها و وسایل ارزیابی باشد.

نتایج پژوهش نشان می‌دهد تمرین‌های مقاومتی عضلات اندام تحتانی می‌تواند تأثیر مثبت و معناداری بر کاهش میانگین سرعت مرکز فشار و بهبود تعادل ایستا در شرایط چشمان باز داشته باشد. با توجه به اینکه در بخش تعادل ایستا در شرایط چشمان بسته نتایج معنادار نبوده است، می‌توان گفت که تمرین‌های مقاومتی ممکن است فقط بخش حرکتی کنترل تعادل یعنی عضلات را تحت تأثیر قرار دهد و به دنبال آن باعث بهبود تعادل شود. کیوانی و فرهپور (۲۰۱۵) طی پژوهشی گزارش کردند که حذف درون‌دادهای بینایی تأثیر قابل‌توجهی بر افزایش بی‌نظمی‌های تعادلی آزمودنی‌ها داشته است؛ به‌طوری‌که برای تمام آزمودنی‌ها، آشفتگی در سیستم بینایی بیشتر از دیگر دستگاه‌های درگیر در تعادل، باعث افزایش نوسانات قامتی شده است [۲۹]. همچنین فردریچ و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که در تکالیف تعادلی در حالت‌های ایستا و پویا، ۸۰ درصد از ادارک حسی فرد از طریق سیستم بینایی فراهم می‌شود که این اطلاعات پردازش و با اطلاعات دیگر دستگاه‌های تعادلی یکپارچه می‌شود و استراتژی تعادلی مناسب را فراهم می‌کند [۳۰].

لورد و منز[14] (۲۰۰۰) در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که سیستم بینایی در کنترل قامت و تعادل پویای افراد بزرگ‌سال نقش محوری و برجسته‌تری دارد [۳۱]. از طرفی، اید و همکاران (۲۰۰۰) در مطالعات خود بیان کردند که آسیب‌دیدگی سیستم بینایی باعث افزایش محسوس نوسانات قامتی می‌شود که این ضعف در سالمندان به عنوان عامل خطری برای سقوط محسوب می‌شود [۳۲].

محققان در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که با وجود ارائه بازخورد بینایی از مرکز فشار پا به آزمودنی‌ها، تأثیر چشمگیری بر میزان بی‌نظمی‌های تعادلی نداشته است. در حقیقت، یافته‌ها نشان می‌دهد که اطلاعات سیستم بینایی فقط با باز بودن چشم‌ها، تقریباً به‌طور کامل از محیط دریافت می‌شود و ارائه هم‌زمان بازخورد ویژه از مرکز فشار پا احتمالاً نمی‌تواند تأثیر چندانی بر کاهش نوسانات کلی قامتی مردان سالمند داشته باشد [۲۹].

به نظر می‌رسد سیستم بینایی در سازوکار تعادلی بدن و کنترل قامت مردان سالمند، سیستم برتری محسوب می‌شود و با افزایش سن و ورود به دهه ششم عمر، وابستگی افراد سالمند به اطلاعات این سیستم برای کنترل قامت بیشتر از قبل می‌شود و ازاین‌جهت، نقش سیستم حسی‌عمقی و سپس سیستم دهلیزی در درجات بعدی اهمیت دارد [۲۹]؛ این می‌تواند توضیحی بر نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق حاضر باشد. این نتایج با تحقیق پنزر و همکاران (۲۰۱۵) [۲۴] و خواجه نعمت و همکاران (۲۰۱۴) همسو است. کسلر و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که تمرینات پیلاتس باعث بهبود تعادل با چشمان بسته در جهت داخلی می‌شود. این نتیجه با نتایج مطالعه حاضر همسو نیست [۳۳]؛ مهم‌ترین دلیل آن می‌تواند تفاوت برنامه تمرینی باشد. بنابراین برای کسب نتایج بهتر باید از تمریناتی استفاده کرد که سیستم‌های تعادل را بیشتر درگیر کند.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج پژوهش، به نظر می‌رسد اجرای تمرین مقاومتی سبب بهبود میانگین سرعت مرکز فشار به عنوان پایاترین شاخص برای پیشگیری از ریسک سقوط سالمندان می‌شود. مربیان و مسئولان کاردرمانی می‌توانند در کنار برنامه‌های دیگر، با هدف بازتوانی و بهبود تعادل و کاهش ریسک سقوط در جامعه سالمندان از آن استفاده کنند.

محدودیت‌های تحقیق حاضر شامل کنترل نشدن شرایط روحی و روانی آزمودنی‌ها و میزان انگیزش آن‌ها در طی تمرینات، کنترل نشدن میزان مسئولیت‌پذیری آزمودنی‌ها طی دوره تمرینی، کنترل نشدن فعالیت‌های شبانه‌روزی و میزان خواب و

14. Lord and Menz

همچنین میزان اثر تفاوت‌های فردی و وراثتی بر نتایج آزمون بود. با توجه به اینکه تحقیق حاضر اثر یک دوره تمرین‌های مقاومتی عضلات منتخب اندام تحتانی را بر شاخص‌های پایداری در افراد سالمند بررسی کرده است، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده نکاتی مانند بررسی این یافته‌ها در جامعه زنان سالمند، استفاده از تمرینات چندمؤلفه‌ای با نگاهی ویژه بر مکانیسم‌های درگیر در انتقال تعادل و بررسی این یافته‌ها با شیوه‌های دیگر ارزیابی تعادل مانند حالت ایستادن تک‌پا رعایت شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد آقای احمدگل رفعتی در گروه فیزیولوژی و بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه مازندران گرفته شده است. این پژوهش با همکاری دانشکده تربیت بدنی دانشگاه مازندران انجام‌شده است. در اینجا از همه کارکنان به‌خصوص کارمندان واحد آزمایشگاه دانشکده و تمامی آزمودنی‌های شرکت‌کننده در این پژوهش سپاسگزاری می‌کنیم. این مقاله حامی مالی نداشته است.

References

[1] Statistical Center of Iran. [Sellect result of the general gensus of population and housing (Persian)]. Tehran: Statistical Center of Iran; 2011.

[2] Evans D, Hodgkinson B, Lambert L, Wood J. Falls risk factors in the hospital setting: A systematic review. International Journal of Nursing Practice. 2001; 7(1):38–45. doi: 10.1046/j.1440-172x.2001.00269.x

[3] Harada N, Chiu V, Damron Rodriguez J, Fowler E, Siu A, Reuben DB. Screening for balance and mobility impairment in elderly individuals living in residential care facilities. Physical Therapy. 1995; 75(6):462–9. doi: 10.1093/ptj/75.6.462

[4] Shumway Cook A, Baldwin M, Polissar NL, Gruber W. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults. Physical Therapy. 1997; 77(8):812–9. doi: 10.1093/ptj/77.8.812

[5] Woollacott M, Shumway Cook A. Attention and the control of posture and gait: A review of an emerging area of research. Gait & Posture. 2002; 16(1):1–14. doi: 10.1016/s0966-6362(01)00156-4

[6] Fallah Pour M, Joghataei MT, A'shayeri H, Salavati M, Hosseini S A. [Effects of mental practice on balance in the elderly (Persian)]. Archives of Rehabilitation. 2003; 4(3-4):34-9.

[7] Park H, Kim KJ, Komatsu T, Park SK, Mutoh Y. Effect of combined exercise training on bone, body balance, and gait ability: a randomized controlled study in community-dwelling elderly women. Journal of Bone and Mineral Metabolism. 2008; 26(3):254–9. doi: 10.1007/s00774-007-0819-z

[8] Sattin R. Falls among older persons: A public health perspective. Annual Review of Public Health. 1992; 13(1):489–508. doi: 10.1146/annurev.publhealth.13.1.489

[9] Berg KO, Wood Dauphinee SL, Williams JI, Maki B. Measuring balance in the elderly: Validation of an instrument. Canadian Journal of Public Health= Revue Canadienne De Sante Publique. 1992; 83:S7-11. PMID: 1468055

[10] Shumway Cook A, Patla AE, Stewart A, Ferrucci L, Ciol MA, Guralnik JM. Environmental demands associated with community mobility in older adults with and without mobility disabilities. Physical Therapy. 2002; 82(7):670-81. PMID: 12088464

[11] Sadeghi H, Alirezaei F. [The effect of water exercise program on static and dynamic balance in elderly women (Persian)]. Salmand. 2008; 2(4):402-9.

[12] Justine M, Hamid TA, Mohan V, Jagannathan M. Effects of multicomponent exercise training on physical functioning among institutionalized elderly. ISRN Rehabilitation. 2012; 2012:1–7. doi: 10.5402/2012/124916

[13] Nagai K, Yamada M, Tanaka B, Uemura K, Mori S, Aoyama T, et al. Effects of balance training on muscle coactivation during postural control in older adults: A randomized controlled Trial. The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences. 2012; 67(8):882–9. doi: 10.1093/gerona/glr252

[14] Cromwell RL, Meyers PM, Meyers PE, Newton RA. Tae kwon do: An effective exercise for improving balance and walking ability in older adults. The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences. 2007; 62(6):641–6. doi: 10.1093/gerona/62.6.641

[15] Aagaard P, Suetta C, Caserotti P, Magnusson SP, Kjaer M. Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a countermeasure. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 2010; 20(1):49–64. doi: 10.1111/j.1600-0838.2009.01084.x

[16] Schlicht J, Camaione DN, Owen SV. Effect of intense strength training on standing balance, walking speed, and sit-to-stand performance in older adults. The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences. 2001; 56(5):M281–M286. doi: 10.1093/gerona/56.5.m281

[17] Bellew JW, Yates JW, Gater DR. The initial effects of low-volume strength training on balance in untrained older men and women. Journal of Strength and Conditioning Research. 2003; 17(1):121–8. doi: 10.1519/00124278-200302000-00020

[18] Hess JA, Woollacott M. Effect of high-intensity strength-training on functional measures of balance ability in balance-impaired older adults. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. 2005; 28(8):582–90. doi: 10.1016/j.jmpt.2005.08.013

[19] Khaje NK, Sadeghi H, Sahebozamani M. [The effect of 8 weeks of strength training on static and dynamic balance in older men (Persian)]. Sport Medicine (Harakat). 2014; 6(1):45-55.

[20] Nejc S, Loefler S, Cvecka J, Sedliak M, Kern H. Strength training in elderly people improves static balance: A randomized controlled trial. European Journal of Translational Myology. 2013; 23(3):85. doi: 10.4081/bam.2013.3.85

[21] Moghadam M, Ashayeri H, Salavati M, Sarafzadeh J, Taghipoor KD, Saeedi A, et al. Reliability of center of pressure measures of postural stability in healthy older adults: Effects of postural task difficulty and cognitive load. Gait & Posture. 2011; 33(4):651–5. doi: 10.1016/j.gaitpost.2011.02.016

[22] Qiu H, Xiong S. Center-of-pressure based postural sway measures: Reliability and ability to distinguish between age, fear of falling and fall history. International Journal of Industrial Ergonomics. 2015; 47:37–44. doi: 10.1016/j.ergon.2015.02.004

[23] Winter DA. Biomechanics and motor control of human movement. New Jersey: John Wiley & Sons; 2009 Oct 12.

[24] Penzer F, Duchateau J, Baudry S. Effects of short-term training combining strength and balance exercises on maximal strength and upright standing steadiness in elderly adults. Experimental Gerontology. 2015; 61:38–46. doi: 10.1016/j.exger.2014.11.013

[25] Henwood TR, Riek S, Taaffe DR. Strength versus muscle power-specific resistance training in community-dwelling older adults. The Journals of Gerontology: Series A. 2008; 63(1):83–91. doi: 10.1093/gerona/63.1.83

[26] Butler AA, Lord SR, Rogers MW, Fitzpatrick RC. Muscle weakness impairs the proprioceptive control of human standing. Brain Research. 2008; 1242:244–51. doi: 10.1016/j.brainres.2008.03.094

[27] Enoka RM. Neural strategies in the control of muscle force. Muscle & Nerve. 1997; 20(S5):66-9. Available from: https://doi.org/10.1002/(sici)1097-4598(1997)5+<66::aid-mus16>3.3.co; 2-d

[28] Bellew JW, Fenter PC, Chelette B, Moore R, Loreno D. Effects of a short-term dynamic balance training program in healthy old-

er women. Journal of Geriatric Physical Therapy. 2005; 28(1):4–8. doi: 10.1519/00139143-200504000-00001

[29] Kiyani P, Farahpoor N. [Evaluation of performance of the vestibular proprioception and vision systems on postural control of old men (Persian)]. Iranian Journal of Ageing. 2015; 10(3):44-53.

[30] Friedrich M, Grein H-J, Wicher C, Schuetze J, Mueller A, Lauenroth A, et al. Influence of pathologic and simulated visual dysfunctions on the postural system. Experimental Brain Research. 2007; 186(2):305–14. doi: 10.1007/s00221-007-1233-4

[31] Lord SR, Menz HB. Visual contributions to postural stability in older adults. Gerontology. 2000; 46(6):306–10. doi: 10.1159/000022182

[32] Eid L, Ferrario V, Sforza C. Sensorial afferents and center of foot pressure in blind and sighted adults. Journal of Visual Impairment & Blindness (JVIB). 2000; 94(02).

[33] Kaesler DS, Mellifont RB, Kelly PS, Taaffe DR. A novel balance exercise program for postural stability in older adults: A pilot study. Journal of Bodywork and Movement Therapies. 2007; 11(1):37–43. doi: 10.1016/j.jbmt.2006.05.003