

Original Paper

Effect of training on stable and unstable surfaces on walking kinematic and timed-up-and go test variables in elderly wemon

Zohreh Afsharmand (M.Sc), Ph.D Candidate in Corrective Exercise, Kish Branch of Tehran University, Kish, Iran.

ORCID ID: 0000-0003-4480-9613

Hassan Daneshmandi, Professor, Department of Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.

ORCID ID: 0000-0003-1154-0531

***Mahdieh Akoochakian**, Corresponding Author, Assistant Professor, Sport Sciences Department, University of Tehran, Kish International Campus, Kish, Iran. E-mail: makoochakian@ut.ac.ir

ORCID ID: 0000-0003-2350-5506

Yahya Sokhanguei, Assistant Professor, Department of Physiotherapy, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran.

ORCID ID: 0000-0001-5442-7710

Abstract

Background and Objective: There are few studies that highlighted the effectiveness of exercise on unstable surfaces in elderly subjects. This study was done to evaluate the effect of training on stable and unstable surfaces on walking kinematic and timed-up-and go (TUG) test variables in elderly wemon.

Methods: In this quasi-experimental study, 75 elderly women were non-randomly assigned to exercises and control groups. Cadence, step length, stride length, step width, walking speed, and TUG were measured. Gait kinematics (cadence, stride length, walking speed, step width) was recorded by an image recording camera. Gait kinematics variables were measured. The average of three repetitions was recorded for analysis for each subject.

Results: Exercise training had a significant effect on the step length, stride length, step width, walking speed, and time of TUG ($P < 0.05$). Although, there was a significant difference in gait kinematics after exercise training, training on foam with (9cm height) created the highest mean difference in TUG, cadence, step length, and training on sand resulted in the greatest mean difference in step length and walking speed variables.

Conclusion: Training on stable and unstable surfaces improves walking kinematic and TUG time variables in elderly wemon.

Keywords: Walking kinematic, Timed-up-and go test, Exercise training, Elderly

Received 20 Jun 2018

Revised 22 Sep 2018

Accepted 1 Oct 2018

Cite this article as: Zohreh Afsharmand, Hasan Daneshmandi, Mahdieh Akoochakian, Yahya Sokhanguei. [Effect of training on stable and unstable surfaces on walking kinematic and timed-up-and go test variables in elderly wemon]. J Gorgan Univ Med Sci. 2020 Winter; 21(4): 60-67. [Article in Persian]

اثر تمرین روی سطوح پایدار و ناپایدار بر متغیرهای کینماتیکی راه رفتن و زمان برخاستن و رفتن (TUG) در زنان سالمند

ORCID ID: 0000-0003-4480-9613

زهرا افشارمند، دانشجوی دکتری رشته آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، پردیس بین الملل واحد کیش، دانشگاه تهران، کیش، ایران.

ORCID ID: 0000-0003-1154-0531

دکتر حسن دانشمندی، استاد، گروه تربیت بدنی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

ORCID ID: 0000-0003-2350-5506

* دکتر مهدیه آکوچکیان، استادیار، گروه تربیت بدنی، پردیس بین الملل واحد کیش، دانشگاه تهران، کیش، ایران.

ORCID ID: 0000-0001-5442-7710

دکتر یحیی سخنگویی، استاد، گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم بهزیستی و توانبخشی، دانشگاه توانبخشی، تهران، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: اکثر تحقیقات بر اثر مثبت تمرینات ورزشی روی متغیرهای راه رفتن سالمندان تأکید کرده اند. در مورد اثربخش بودن نوع خاصی از تمرین در جهت بهبود راه رفتن سالمندان تحقیقات اندکی انجام شده است. این مطالعه به منظور تعیین اثر تمرین روی سطوح پایدار و ناپایدار بر متغیرهای کینماتیکی راه رفتن و زمان برخاستن و رفتن (Timed-up-and go: TUG) در زنان سالمند انجام شد. **روش بررسی:** در این مطالعه شبه تجربی ۷۵ زن سالمند به صورت غیر تصادفی در ۵ گروه ۱۵ نفری شامل کنترل (عدم دریافت مداخله)، گروه دوم (سطح ناپایدار): گروه تمرینی روی فوم ۶ سانتی متری، گروه سوم (سطح ناپایدار): گروه تمرینی روی فوم ۹ سانتی متری، گروه چهارم (سطح ناپایدار): گروه تمرینی روی ماسه و گروه پنجم (سطح پایدار): گروه تمرینی روی سطح سفت قرار گرفتند. برای ثبت داده ها از دوربین مخصوص ثبت تصویر استفاده شد. متغیرهای کینماتیکی راه رفتن (شامل کادنس، طول گام، سرعت گام و طول قدم) با نرم افزار آنالیز حرکتی (Motion Analysis Kinovea) استخراج شد. میانگین سه تکرار متغیرها به عنوان نمره نهایی فرد ثبت گردید. **یافته ها:** تمرین اثر آماری معنی داری بر متغیر کادنس طول قدم، طول گام، عرض گام، سرعت راه رفتن و زمان برخاستن و رفتن داشت ($P < 0/05$). اگرچه بعد از برنامه تمرینی اختلاف آماری معنی داری در عامل تمرین مشاهده شد؛ اما تمرین بر فوم ۹ سانتی متری بیشترین اختلاف میانگین را در متغیرهای TUG، کادنس، طول گام ایجاد نمود و تمرین روی ماسه بیشترین اختلاف میانگین را در متغیرهای طول قدم و سرعت راه رفتن ایجاد کرد.

نتیجه گیری: تمرینات روی سطوح پایدار و ناپایدار باعث بهبود متغیرهای کادنس، طول قدم، طول گام، عرض گام، سرعت راه رفتن و زمان برخاستن و رفتن سالمندان گردید.

کلید واژه ها: راه رفتن، زمان برخاستن و رفتن، برنامه تمرینی، سالمند

* نویسنده مسؤول: دکتر مهدیه آکوچکیان، پست الکترونیکی makoochakian@ut.ac.ir

نشانی: کیش، بلوار میرمهنا، ابتدای خیابان نیایش، مجتمع پردیس بین المللی کیش دانشگاه تهران، کد پستی ۷۹۴۱۶-۳۹۹۸۲، تلفن ۰۷۶-۴۴۴۳۰۰۵۵-۵۶

وصول مقاله: ۱۳۹۷/۳/۳۰، اصلاح نهایی: ۱۳۹۷/۶/۳۱، پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۷/۹

مقدمه

دامنه حرکتی کمتری برخوردار بودند (۳). الگوی راه رفتن سالمندان تغییر می کند و تغییرات کینماتیکی و کینتیکی زیادی در راه رفتن سالمندان رخ می دهد. به طوری که سالمندان تمایل دارند با سرعت آهسته تر، طول گام کوتاه تر، عرض گام وسیع تر و افزایش زمان صرف شده نسبتاً بیشتری در فاز حمایت دو گانه حرکت کنند (۴). مطالعات متعدد اثرات مثبت ورزش را بر توانایی های بدنی سالمندان نشان داده اند که تمرینات مقاومتی منجر به بهبود قدرت (۵)، تمرین تناسب اندام منجر به افزایش استقامت (۶) و توان بخشی ویسٹیبولار می تواند منجر به افزایش تعادل و کاهش سرگیجه در سالمندان شود و در مجموع به بهبود توانایی عملکردی در سالمندان ختم می شود (۷).

در مطالعه Bird و همکاران که تمرینات روی سطح ناپایدار و

افزایش جمعیت سالمندان بالای سن ۶۰ به بیش از ۱۲ درصد کل جمعیت نشان از سالمند بودن جمعیت آن کشور است (۱). رشد جمعیت در کشورهای جهان سوم و در حال توسعه رو به افزایش است. با افزایش روند پیر شدن جمعیت جوان و کاهش زادوولد بر تعداد سالمندان کشور روز به روز افزوده می شود. با افزایش سن، مشکلات عضلانی - اسکلتی سالمندان را متأثر می سازد که در صورت عدم مدیریت، می تواند راه رفتن نیز تحت تأثیر قرار دهد. تغییرات در طول، سرعت گام و عرض گام از مواردی هستند که با افزایش سن رخ می دهند (۲). دامنه حرکتی نیز با افزایش سن کاهش می یابد و خود می تواند بر راه رفتن اثر گذار باشد. به طوری که در مقایسه با جوانان، سالمندان در فلکشن و اکستنشن ران و میج پا از

روی سطوح ناپایدار با استفاده از تشک های تعادلی امکان پذیر است و محیط امن برای حفظ ایمنی بیشتر سالمندان را فراهم می سازد.

با وجود تحقیقات فراوان در زمینه فعالیت افراد مسن، به نظر می رسد توجه کمتری به تمرینات منتخب اصلاحی در سطوح پایدار و ناپایدار بر راه رفتن سالمندان شده باشد و ممکن است در برخی مواقع تغییرات پاسچر با تغییرات تعادل و راه رفتن در جهت مثبت یا منفی همراه شود و توجه به این موضوع در تمرینات افراد سالمند ضروری به نظر می رسد. این مطالعه به منظور تعیین اثر تمرین روی سطوح پایدار و ناپایدار بر متغیرهای کینماتیکی راه رفتن و زمان برخاستن و رفتن (Timed-up-and go: TUG) در زنان سالمند انجام شد.

روش بررسی

این مطالعه شبه تجربی روی ۷۵ نفر زن سالمند در سال ۱۳۹۵ انجام شد.

برای انجام تحقیق، ابتدا با آموزش و پرورش نواحی چهارگانه استان البرز هماهنگی های لازم انجام شد و طی یک فراخوان، از بازنشستگان به منظور شرکت در تحقیق دعوت به عمل آمد و مجوزهای لازم اخذ گردید. سپس ۷۵ نفر از زنان سالمندان معلم بازنشسته استان البرز به صورت نمونه در دسترس انتخاب شدند.

مطالعه مورد تایید کمیته اخلاق (کد ۲۵۰۲۲۶۸) دانشگاه تهران قرار گرفت.

معیار ورود به مطالعه شامل دامنه سنی ۸۰-۶۰ سال (۱۷)، برخوردار بودن از سلامت نسبی، توانایی زندگی مستقل، توانایی شرکت در جلسات تمرینی به طور مرتب و نمره توانایی دنبال کردن دستورات ساده (Mini- Mental State Examination) بالاتر از ۲۴ بودند.

معیارهای عدم ورود به مطالعه شامل داشتن سابقه مشکلات قلبی تنفسی و شکستگی در شش ماه اخیر، استفاده از وسایل کمکی برای راه رفتن، داشتن سابقه ورزشی منظم، داشتن تاریخچه ای از استئوپروز، شکستگی های اخیر یا جراحی اندام تحتانی، داشتن تاریخچه ای از اختلالات پیش رونده عصبی عضلانی، داشتن تاریخچه ای از آسیب گردن یا شکایت از دردهای اخیر گردن، داشتن تاریخچه ای از آرتروز ناپایدار یا مشکلات قلبی تنفسی کنترل نشده و استفاده از داروهای اثرگذار بر تعادل نظیر بنزودیازپین ها، ضداسفردگی و یا هیپنوتیک ها بودند.

پس از انتخاب نمونه ها و تشریح مراحل تحقیق، از آزمودنی ها فرم رضایت نامه کتبی آگاهانه شرکت در مطالعه اخذ شد. زنان سالمند به صورت غیر تصادفی در گروه های ۱۵ نفری به شرح زیر قرار گرفتند.

گروه اول: کنترل (عدم دریافت مداخله).

تمرینات پیلاتس بر سالمندان بررسی شد؛ زمان برخاستن و رفتن و تعادل دینامیک به طور معنی داری در گروه مداخله بهبود یافت و در گروه کنترل هیچ گونه بهبودی معنی داری مشاهده نشد (۸). در مطالعه Hagedorn و Holm اثر تمرینات ورزشی سنتی و تمرینات بازخورد بصری کامپیوتری بر قدرت، استقامت و تعادل سالمندان بررسی شد و تمرینات سنتی تعادلی، تعادل استاتیک و تعادل ایستادن روی فوم را در سالمندان بهبود بخشید (۹).

اثر تمرینات انجام شده بر سطوح ناپایدار تمرینی روی سالمندان کمتر مورد تحقیق قرار گرفته است. از آنجایی که تمرینات بر سطوح ناپایدار منجر به تحریک سیستم های حسی عمقی در تاندن ها و عضلات می گردد؛ لذا از این طریق می تواند اطلاعات آوران های حس تاندن و عضله را افزایش داده و نسبت به انحرافات سریع تر واکنش دهد. از این رو با انقباض به موقع عضلات آگونیست و آنتاگونیست می تواند ثبات بیشتری در مفاصل ایجاد کند (۱۰).

همچنین تمرینات روی سطوح ناپایدار مانند راه رفتن روی سطح شن، باعث افزایش فشار بر عضلات و افزایش مصرف انرژی عضلات شده و منجر به تقویت عضلات می گردد (۱۱). در مطالعه Behm و Colado پتانسیل ایجاد قدرت و گشتاور در تمرین روی سطوح ناپایدار افزایش یافت که منجر به افزایش قدرت عضلات ناحیه مرکزی ستون فقرات و کاهش بار وارده به آن گردید و در نهایت تعادل را بهبود بخشید (۱۲). تمرینات روی سطوح ناپایدار از طریق افزایش در سطح مقطع عرضی عضله و افزایش هماهنگی عصبی عضلانی باعث افزایش قدرت عضلات می گردد که در مراحل اولیه تمرین، سازگاری های عصبی عضلانی بیشتری اتفاق می افتد. تمرینات اسکات در سطوح ناپایدار در درجات مختلف عضلات را با شدت بیشتری فعال نموده و باعث تقویت بیشتر عضلات می گردد که خود می تواند سبب افزایش تعادل گردد (۱۳). بنابراین از آنجایی که تمرین در شرایط ناپایدار شبیه سازی فعالیت های روزانه است؛ می تواند سازگاری های بیشتری را در پاسخ به تمرین ایجاد نموده و اثربخشی برنامه ورزشی را از این طریق افزایش دهد (۱۴).

انجام فعالیت های بدنی بر روی سطوح پایدار و ناپایدار می تواند باعث تقویت حس عمقی و به تبع آن بهبود ثبات قامت و راه رفتن شود. انجام فعالیت بدنی بر سطوح پایدار رایج است؛ ولی تحقیقات جدید استفاده از سطوح ناپایدار برای افزایش ثبات قامتی و تعادل را مورد استفاده قرار داده اند (۱۵). به طوری که تحقیقات انجام شده روی تخته ناپایدار توسط ورزشکاران، بهبودی را در این گروه افزایش داد (۱۶). گرچه انجام این نوع تمرینات در ورزشکاران امکان پذیر است؛ اما انجام این نوع تمرینات برای افراد با نقص تعادل همراه با خطرانی هست و بهره گیری توأم از محیط امن و تمرینات

تکیه دادن بودند. زمان این آزمون از لحظه بلند شدن از روی صندلی تا نشستن مجدد و تکیه دادن بر حسب ثانیه محاسبه شد. سرعت انتخاب شده تا اندازه‌ای بود که فرد می‌توانست به صورت ایمن و با گام‌های منظم و معمولی راه برود. ثبت زمان با جدا شدن فرد از پشتی صندلی آغاز و با تماس دوباره وی با پشتی صندلی صورت گرفت. این آزمون سه بار تکرار شد و میانگین سه اجرای آزمون به عنوان رکورد هر فرد ثبت گردید.

برنامه تمرینی: با توجه به این که ضعف تعادل ایستا و پویا و به دنبال آن اختلال در حفظ پاسچر صحیح و نیز راه رفتن، به عنوان یکی از پیامدهای دوره سالمندی محسوب می‌شود؛ تمرین طراحی شده برای بهبود یا پیشگیری از وخیم تر شدن ضعف تعادل عملکردی و سقوط بود و تمرکز تمرینات بر نیازهای تعادلی، حفظ پاسچر و فعالیت‌های پویا تمرکز داشت (۱۸). پروتکل تمرینی با رعایت احتیاط‌های لازم و در شرایط نداشتن هیچ‌گونه خطری برای سلامتی آزمودنی‌ها اجرا شد و شرکت کنندگان اجازه داشتند در صورت تمایل، برنامه تمرینی را ترک کنند. همه گروه‌های آزمودنی یک برنامه تمرینی انتخابی را به مدت ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته به مدت یک ساعت انجام دادند. برنامه تمرینی انتخابی شامل حرکت‌هایی برگرفته شده از سه دستورالعمل ورزشی توصیه شده برای بهبود تعادل سالمندان بود (۱۹).

برنامه ویژه جلسات تمرینی: تمرینات به مدت ۸ هفته سه جلسه ای و هر جلسه به مدت یک تا یک و نیم ساعت انجام شد. برنامه تمرینی در سه بخش گرم کردن، برنامه اصلی و سرد کردن به شرح زیر انجام شد. بخش اول شامل گرم کردن به مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه بود. در طول این مرحله آزمودنی‌ها با راه رفتن و حرکات کششی، بدن خود را برای اجرای برنامه اصلی تمرین آماده نمودند. بخش دوم شامل برنامه اصلی به مدت ۶۰-۴۵ دقیقه بود که در آن زمان تمرینات اصلی مربوط به هر جلسه داده شد (جدول یک).

گروه دوم (سطح ناپایدار): گروه تمرینی روی فوم ۶ سانتی متری.

گروه سوم (سطح ناپایدار): گروه تمرینی روی فوم ۹ سانتی متری.

گروه چهارم (سطح ناپایدار): گروه تمرینی روی ماسه.

گروه پنجم (سطح پایدار): گروه تمرینی روی سطح سفت.

TUG توانایی افراد را در حفظ تعادل در حین اجرای کار معمول در زندگی روزانه از قبیل نشستن روی صندلی و بلند شدن از روی آن اندازه‌گیری می‌کند. طول گام بر حسب سانتی متر از زمان برخورد یک پاشنه پا تا لحظه برخورد همان پاشنه پا به صورت متوالی لحاظ می‌گردد. عرض قدم بر حسب سانتی متر فاصله بین مارکر فوزک خارجی پای چپ و پای راست است. سرعت راه رفتن مسافت طی شده بر حسب متر بر ثانیه محاسبه می‌شود. تعداد قدم در یک دقیقه راه رفتن را کادنس گویند.

برای ارزیابی متغیرهای کینماتیکی راه رفتن از دوربین مخصوص ثبت تصویر استفاده شد. تصویر ثبت شده به نرم افزار آنالیز حرکتی (Motion Analysis Kinovea) انتقال داده شد و متغیرهای کینماتیک راه رفتن اندازه‌گیری شدند. ثبت تصویر راه رفتن در مسیر راهپیمایی صورت گرفت. هر آزمودنی سه بار مسیر راهپیمایی را طی نمود و مشخصات کینماتیک راه رفتن استخراج و معدل سه بار راه رفتن به عنوان نمره نهایی فرد ثبت شد. آزمون برخاستن و رفتن برای اندازه‌گیری عملکرد راه رفتن مورد استفاده قرار گرفت. در این آزمون فرد بر روی یک صندلی دسته‌دار معمولی با بلندی نشیمن‌گاه ۴۵ سانتی متر نشست و به پشت صندلی تکیه داد؛ درحالی که کف پاهای او بر روی زمین و پشت خط مشخص کننده قرار داشت. سپس از فرد خواسته شد به محض این که آزمونگر کلمه «برو» را گفت از روی صندلی بلند شده و آزمون را انجام دهد. مراحلی که فرد در طی این آزمون انجام داد؛ شامل بلند شدن از روی یک صندلی، طی کردن یک مسیر سه متری، دور زدن دور علامتی که در سه متری گذاشته شده بود و برگشتن مسیر سه متری، نشستن روی صندلی و

جدول ۱: برنامه تمرینی منتخب اصلاحی

هفته اول و دوم	هفته سوم تا پنجم	هفته ششم تا هشتم
زمان استراحت بین هر ست گرم کردن	سه دقیقه	یک دقیقه
حرکت پاشنه - پنجه در جا زدن	۱۰ دقیقه	۵ دقیقه
تربسیم حروف الفبا با پای راست و با پای چپ بلند شدن و نشستن روی صندلی	۸ تکرار	۱۵ تکرار
حرکت پای راست و چپ به جلو، عقب و طرفین در حالت صاف بالا کشیدن دست‌ها	۱۰ تکرار	۲۰ تکرار
ایستادن روی پای راست و چپ	تربسیم ۵ حرف بزرگ در فضا	تربسیم ۱۰ حرف بزرگ روی حوله
راه رفتن نرمال، در یک خط، اورلپ و تاندوم	۴ تکرار	۸ تکرار
سرد کردن	۸ تکرار، ۵ ثانیه	۱۵ تکرار، ۱۰ ثانیه
	۸ تکرار، ۵ ثانیه	۱۵ تکرار، ۱۰ ثانیه
	۱۰ متر راه رفتن نرمال مستقیم	۱۰ متر راه رفتن اورلپ
	۱۰ دقیقه	۵ دقیقه

جدول ۲: مشخصات دموگرافیک زنان سالمند در گروه‌های مختلف

SIG	F	میانگین و انحراف معیار				متغیرها
		گروه مداخله چهارم	گروه مداخله سوم	گروه مداخله دوم	گروه مداخله اول	
۰/۹۹	۰/۰۳۶	۶۳/۹۳±۳/۸۱	۶۳/۳۳±۵/۷۴	۶۳/۶۳±۲/۲۹	۶۳/۰۰±۵/۸۸	سن (سال)
۰/۲۶	۱/۳۳۷	۱۵۷/۶۰±۴/۶۴	۱۵۳/۶۱±۲/۱۶	۱۵۶/۵۵±۶/۳۵	۱۵۶/۴۲±۵/۹۹	قد (سانتی‌متر)
۰/۳۷	۱/۰۷۲	۶۹/۴۸±۱۰/۲۸	۶۷/۳۹±۷/۶۸	۷۳/۷۵±۱۲/۵۱	۶۶/۸۳±۹/۵۱	وزن (کیلوگرم)
۰/۴۶	۱۱/۸۹	۲۵/۳۷±۷/۰۷	۲۸/۵۱±۲/۹۰	۳۰/۲۲±۵/۶۷	۲۷/۳۵±۳/۸۲	BMI (kg/m2)
۰/۷۰	۰/۵۴	۲۵/۸۶±۱/۶۸	۲۶/۴۰±۱/۴۸	۲۶/۰۰±۱/۸۴	۲۶/۳۳±۲/۶۷	MMSE

گروه کنترل: بدون مداخله؛ گروه مداخله اول: تمرین روی فوم ۶ سانتی‌متری؛ گروه مداخله دوم: تمرین روی فوم ۹ سانتی‌متری؛ گروه مداخله سوم: تمرین روی ماسه؛ گروه مداخله چهارم: تمرین روی زمین سفت

جدول ۳: میانگین و انحراف معیار متغیرهای کینماتیکی راه‌رفتن قبل و بعد از آزمون زنان سالمند در گروه‌های مختلف

p-value	اختلاف میانگین‌ها	میانگین و انحراف معیار		گروه‌ها	متغیرها
		پیش آزمون	پس آزمون		
۰/۰۰۰۱	-۰/۵۰	۱۳/۶۰±۲/۵۳	۱۴/۱۰±۲/۲۰	کنترل	TUG (ثانیه)
	-۲/۳۲	۱۱/۷۵±۲/۶۰	۱۴/۰۶±۲/۳۸	آزمون با فوم ۶ سانتی‌متری	
	-۳/۵۴	۱۱/۲۶±۲/۳۸	۳/۷۸±۱۴/۸۰	آزمون با فوم ۹ سانتی‌متری	
	-۳/۴۷	۱۱/۲۸±۲/۰۸	۱۴/۷۵±۲/۲۹	آزمون روی ماسه	
	-۲/۰۵	۱۱/۹۱±۲/۷۲	۱۳/۹۶±۱/۶۰	آزمون روی زمین سخت	
۰/۰۰۰۱	۰/۳۶	۱۰۷۱۳/۱۳±۴/۴۴	۱۰۶/۷۸±۱۲/۹۳	کنترل	کادنس (گام بر دقیقه)
	۹/۳۳	۱۱۲/۴۰±۱۰/۶۱	۱۰۳/۰۸±۱۰/۵۳	آزمون با فوم ۶ سانتی‌متری	
	۱۸/۸۲	۱۲۳/۴۵±۳/۴۷	۱۰۴/۶۴±۷/۹۹	آزمون با فوم ۹ سانتی‌متری	
	۳/۴۷	۱۱۴/۴۰±۳۰/۹۵	۱۱۰/۹۳±۱۲/۰۳	آزمون روی ماسه	
	۶/۴۳	۱۱۱/۵۰±۹/۶۹	۱۰۵/۰۷±۹/۱۳	آزمون روی زمین سخت	
۰/۰۰۰۱	۰/۳۵	۴۶/۵۵±۶/۷۶	۴۶/۲۱±۶/۵۳	کنترل	طول قدم (سانتی‌متر)
	۴/۴۷	۷۹/۶۲±۷/۰۲	۴۵/۱۵±۸/۸۹	آزمون با فوم ۶ سانتی‌متری	
	۵/۴۷	۵۳/۵۳±۷/۰۰	۴۷/۸۸±۶/۷۹	آزمون با فوم ۹ سانتی‌متری	
	۶/۱۲	۵۱/۵۷±۵/۵۳	۴۵/۴۵±۶/۳۱	آزمون روی ماسه	
	۲/۵۱	۴۶/۶۴±۸/۲۵	۱۳/۴۴±۷/۶۵	آزمون روی زمین سخت	
۰/۰۰۰۱	۰/۰۵	۸۷/۳۷±۱۳/۲۵	۸۷/۳۲±۱۲/۳۰	کنترل	طول گام (سانتی‌متر)
	۴/۴۳	۹۳/۲۸±۱۱/۷۲	۸۸/۸۵±۱۸/۲۱	آزمون با فوم ۶ سانتی‌متری	
	۱۱/۸۲	۱۰۲/۷۱±۱۳/۳۵	۹۰/۸۸±۱۴/۷۱	آزمون با فوم ۹ سانتی‌متری	
	۹/۴۰	۱۰۱/۳۲±۱۲/۷۵	۹۱/۹۲±۱۵/۰۰	آزمون روی ماسه	
	۱۰/۶۸	۹۳/۴۲±۱۴/۳۳	۸۲/۷۴±۱۳/۸۸	آزمون روی زمین سخت	
۰/۰۰۰۱	-۰/۰۲	۱/۰۸±۰/۱۰	۱/۱۰±۰/۰۵	کنترل	سرعت (متر بر ثانیه)
	۰/۱۲	۱/۲۸±۰/۱۲	۱/۱۷±۰/۱۳	آزمون با فوم ۶ سانتی‌متری	
	۰/۱۷	۱/۲۰±۰/۰۸	۱/۰۴±۰/۰۶	آزمون با فوم ۹ سانتی‌متری	
	۰/۱۹	۱/۲۵±۰/۱۲	۱/۰۷±۰/۱۶	آزمون روی ماسه	
	۰/۱۶	۱/۲۹±۰/۳۶	۱/۱۴±۰/۰۷	آزمون روی زمین سخت	

جدول ۴: نتایج تحلیل واریانس متغیرهای کینماتیکی راه‌رفتن زنان سالمند

متغیرها	منابع	مجموع مربعات	درجه آزادی	F	p-value	Pa.Eta.Sq
TUG	تمرین	۱۱۵۴۶/۵۴	۱/۰۰	۲۳۲۸/۱۹	۰/۰۰۰۱	۰/۹۷
	تمرین*گروه	۹/۱۴	۴/۰۰	۰/۴۶	۰/۷۶۴	۰/۰۳
کادنس	تمرین	۷۹۷۲۴۴/۰۹	۱/۰۰	۵۴۶۰/۴۲	۰/۰۰۰۱	۰/۹۹
	تمرین*گروه	۵۳۹/۰۸	۴/۰۰	۰/۹۲	۰/۴۶	۰/۰۶
طول قدم	تمرین	۱۵۱۷۰۲/۳۶	۱/۰۰	۳۵۴۹/۳۳	۰/۰۰۰۱	۰/۹۸
	تمرین*گروه	۲۱۷/۶۲	۴/۰۰	۱/۲۷	۰/۲۹	۰/۰۷
طول گام	تمرین	۵۶۵۱۸۱/۱۶	۱/۰۰	۳۳۹۹/۷۱	۰/۰۰۰۱	۰/۹۸
	تمرین*گروه	۳۵۱۱۵۹	۴/۰۰	۱/۷۴	۰/۱۵	۰/۱۰
سرعت	تمرین	۰/۹۴۸	۱/۰۰	۲۲/۸۸	۰/۰۰۰۱	۰/۲۷
	تمرین*گروه	۰/۳۶۶	۴/۰۰	۲/۲۱	۰/۰۷۹	۰/۱۳

بخش سوم شامل سرد کردن به مدت ۱۰-۵ دقیقه بود که در طول این مرحله آزمودنی‌ها با راه رفتن و حرکات کششی به تمرینات هر جلسه خود خاتمه دادند.

متغیرهای اندازه‌گیری شده مطالعه شامل کادنس، طول گام، طول قدم، عرض گام، سرعت راه رفتن و زمان برخاستن و رفتن بودند.

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS-22 تجزیه و تحلیل شدند. نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف - اسمیرنوف انجام شد. پس از اطمینان از نرمال بودن توزیع داده‌ها، از روش آزمون اندازه‌گیری تکراری در سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ استفاده گردید.

یافته‌ها

متغیرهای کادنس طول قدم، طول گام، عرض گام، سرعت راه رفتن و زمان برخاستن و رفتن گروه‌های تمرینی در مقایسه با گروه کنترل بهبود آماری معنی‌داری داشتند ($P < 0/05$). تمرین بر فوم ۹ سانتی‌متری بیشترین اختلاف میانگین را در متغیرهای TUG، کادنس، طول گام ایجاد نمود و تمرین روی ماسه بیشترین اختلاف میانگین را در متغیرهای طول قدم و سرعت راه رفتن ایجاد کرد.

مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها در جدول ۲ آمده است. هیچگونه تفاوت آماری معنی‌داری در مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها در گروه‌های تمرین و گروه کنترل وجود نداشت.

تمرین سبب افزایش آماری معنی‌دار متغیرهای کادنس، طول قدم، طول گام، عرض گام و سرعت راه رفتن گردید ($P < 0/001$). در گروه کنترل اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳).

اگرچه بعد از برنامه تمرینی اختلاف آماری معنی‌داری در عامل تمرین مشاهده شد؛ اما هیچگونه تعامل معنی‌داری بین عامل تمرین و عامل گروه در متغیرهای کادنس، طول قدم، طول گام، عرض گام و سرعت راه رفتن مشاهده نشد. به طوری که تمرینات روی سطوح پایدار و ناپایدار تفاوت آماری معنی‌داری را در متغیرهای کینماتیک راه رفتن ایجاد نمودند. اگرچه تعاملات بین عامل تمرین و عامل گروه معنی‌دار نبود؛ اما بیشترین اختلافات مشاهده شده در قبل و پس از برنامه تمرینی مربوط به تمرینات روی فوم ۹ سانتی‌متری و روی ماسه بود. تمرین سبب کاهش آماری معنی‌دار متغیرهای زمان برخاستن و رفتن TUG گردید ($P < 0/001$) که نشانه بهبود مدت زمان برخاستن و رفتن است. در گروه کنترل اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد (جدول‌های ۳ و ۴).

بحث

با توجه به نتایج این مطالعه تمرینات روی سطوح پایدار و ناپایدار باعث بهبود متغیرهای کادنس، طول قدم، طول گام، عرض گام، سرعت راه رفتن و زمان برخاستن و رفتن سالمندان گردید و

تمرین بر روی فوم ۹ سانتی‌متری موثرتر بود.

تمرینات مختلف ورزشی شامل تمرینات مقاومتی (۲۰)، تمرینات تای چی (۲۱)، تمرینات تعادلی (۸)، تمرینات کششی (۲۲) و تمرینات لرزشی کل بدن (۲۳) باعث بهبود متغیرهای راه رفتن سالمندان می‌شود. نتایج تحقیق حاضر نیز نشان داد که تمرینات روی سطح پایدار (سطح سفت) و سطح ناپایدار (تشک و ماسه) باعث بهبود متغیرهای راه رفتن در سالمندان می‌گردد که با نتایج تحقیقات گذشته (۲۳۸-۲۰) همخوانی دارد.

عوامل بدنی شامل ضعف عضلات اندام تحتانی، کاهش توانایی راه رفتن، کاهش تعادل و کاهش کنترل حرکتی بر تعادل ایستادن و راه رفتن سالمندان اثرگذار است (۲۴). تقویت توان عضلانی از طریق تمرین، دارودرمانی امکان‌پذیر است. در این بین تقویت توان عضلات و تمرینات تعادلی، به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته است (۱۱ و ۱۲). تمرینات روی سطوح ناپایدار، تمریناتی پیچیده‌ای هستند که نیاز به اطلاعات حسی و پاسخ‌های قامتی مناسب دارند. اطلاعات بینایی و اطلاعات حسی عضلانی و مفصلی از طریق سیستم عصبی مرکزی یکپارچه می‌شود و همراه با اطلاعات سیستم بینایی و سیستم وستیبولار، منجر به حفظ تعادل فرد می‌شود (۲۴). به‌علاوه تقویت عضلات به همراه افزایش انعطاف‌پذیری مفاصل مختلف در سالمندان، این امکان را فراهم می‌آورد که این گونه تمرینات بهبودی بیشتری در متغیرهای تعادل استاتیک و دینامیک و راه رفتن سالمندان ایجاد کنند (۲۵). Hyun و همکاران با بررسی اثر تمرینات روی تشک پیلاتس به این نتیجه رسیدند که تمرینات روی تشک پیلاتس تعادل را بهبود می‌بخشد و اثربخشی این تمرینات از تمرینات روی تخته‌های ناپایدار بیشتر بود. شاید علت این که تمرینات روی تشک اثر بیشتری نسبت به تمرینات روی تخته‌های ناپایدار داشت؛ آن بود که تمرینات روی تخته‌های ناپایدار تعادل سالمندان را از طریق سیستم وستیبولار تقویت می‌کند و تمرینات روی تشک علاوه بر تقویت تعادل از طریق سیستم وستیبولار، سیستم پروپریوسپیتو را نیز فعال و تعادل استاتیک را از طریق تقویت عضلات عمقی تقویت می‌کند (۲۶). در مطالعه Hyun و همکاران تمرینات روی تشک پیلاتس کاهش معنی‌داری در زمان TUG داشت و گروه تمرینات پیلاتس بهبودی بیشتری را نسبت به تمرینات روی تخته‌های ناپایدار نشان دادند (۲۶).

در مطالعه Cebolla و همکاران پس از انجام تمرینات پیلاتس روی تشک، بهبودی در عملکردهای TUG و 8FUG مشاهده شد (۲۷). همچنین قدرت عضلانی هم در عضلات تنه (۲۸) و هم در عضلات اندام تحتانی (۲۷) در گروه تمرینات پیلاتس بهبود نشان داده است.

در مطالعه Johnson و همکاران تمرینات پیلاتس روی تشک

پایدار و ناپایدار معنی دار نبود؛ اما بیشترین اختلافات مشاهده شده در قبل و پس از برنامه تمرینی مربوط به تمرینات روی فوم ۹ سانتی متری و روی ماسه بود. از آنجایی که تمرینات روی سطوح ناپایدار مانند فوم و ماسه علاوه بر آن که سیستم پروپریوسپیتو را فراخوانی می کند؛ ایمن تر از تمرینات روی سطوح سخت برای سالمندان محسوب شده و بهبودی بیشتری را در متغیرهای راه رفتن ایجاد می کند. لذا پیشنهاد می شود برای بهره مندی حداکثری از تمرینات در جهت بهبود راه رفتن سالمندان و همچنین ایجاد یک محیط امن برای انجام فعالیت ورزشی سالمندان، تمرینات روی سطوح فومی یا ماسه ای صورت گیرد.

نتیجه گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که تمرینات روی سطوح پایدار و ناپایدار باعث بهبود متغیرهای کادنس، طول قدم، طول گام، عرض گام، سرعت راه رفتن و زمان برخاستن و رفتن سالمندان می گردد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان نامه (شماره ۲۲۱) خانم زهرة افشارمند برای اخذ مدرک دکتری تخصصی در رشته آسیب شناسی و حرکات اصلاحی از پردیس بین الملل واحد کیش دانشگاه تهران بود. هیچگونه تضاد منافع وجود ندارد. بدین وسیله از همه آزمودنی ها به خاطر همکاری در اجرای مطالعه صمیمانه تشکر می نمایم.

References

1. Coll-Black S, Bhushan A, Fritsch K. Integrating Poverty and Gender into Health Programs: A Sourcebook for Health Professionals. *Nurs Health Sci.* 2007 Dec; 9(4): 246-53. doi: 10.1111/j.1442-2018.2007.00340.x
2. Woo J, Ho SC, Lau J, Chan SG, Yuen YK. Age-associated gait changes in the elderly: pathological or physiological? *Neuroepidemiology.* 1995; 14(2): 65-71. doi: 10.1159/000109780
3. Murray MP, Kory RC, Clarkson BH. Walking patterns in healthy old men. *J Gerontol.* 1969 Apr; 24(2): 169-78.
4. Mills PM, Barrett RS. Swing phase mechanics of healthy young and elderly men. *Hum Mov Sci.* 2001 Nov; 20(4-5): 427-46.
5. Latham N, Anderson C, Bennett D, Stretton C. Progressive resistance strength training for physical disability in older people. *Cochrane Database Syst Rev.* 2003; (2): CD002759. 10.1002/14651858.CD002759
6. Albright A, Franz M, Hornsby G, Kriska A, Marrero D, Ullrich I, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and type 2 diabetes. *Med Sci Sports Exerc.* 2000 Jul; 32(7): 1345-60.
7. Ettinger WH Jr, Burns R, Messier SP, Applegate W, Rejeski WJ, Morgan T, et al. A randomized trial comparing aerobic exercise and resistance exercise with a health education program in older adults with knee osteoarthritis. The Fitness Arthritis and Seniors Trial (FAST). *JAMA.* 1997 Jan; 277(1): 25-31.
8. Bird ML, Hill KD, Fell JW. A randomized controlled study investigating static and dynamic balance in older adults after training with Pilates. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012 Jan; 93(1): 43-

باعث بهبود تست ۵ متر راه رفتن شد که نشان می دهد تحرک، تعادل دینامیکی و راه رفتن در سالمندان بهبود یافته است (۲۹). Irez و همکاران با بررسی اثر تمرینات پیلاتس بر قدرت اندام تحتانی در مقایسه با تمرینات قدرتی در خانه به این نتیجه رسیدند که تمرینات پیلاتس (۳۰) بهبودی بیشتری را در مقایسه با تمرینات قدرتی در خانه (۳۱) داشته است. تعداد سارکومرها با افزایش سن کاهش یافته که منجر به کوتاه شدن طول فیبر عضلانی و در نتیجه تغییرات در الگوی گام برداری می شود (۳۲). در مطالعه Irez و همکاران نشان داد شد که بهبودی دامنه حرکتی در تنه و کمر شاید باعث افزایش طول عضلات و بهبود الگوی گام برداری شده باشد (۳۰). افزایش دامنه حرکتی در مفاصل به خاطر افزایش طول عضلات است که شاید بتوان گفت تمرینات انعطاف پذیری در سالمندان از طریق افزایش تعداد سارکومرها منجر به افزایش دامنه حرکتی شده و به همراه تقویت عضلات اندام تحتانی بهبود عملکرد راه رفتن در سالمندان می گردد.

از محدودیت های مطالعه حاضر می توان به عدم اطلاع از میزان انگیزه آزمودنی ها حین اجرای آزمون اشاره نمود. همچنین عدم کنترل برخی متغیرها مانند وضعیت روحی روانی و تغذیه سالمندان از دیگر محدودیت های این مطالعه است که نیاز است در تحقیقات آینده مد نظر محققین قرار گیرد.

اگرچه اختلاف میانگین میزان بهبودی در متغیرهای راه رفتن و زمان برخاستن و رفتن بین گروه های مختلف تمرینی در سطوح

9. doi: 10.1016/j.apmr.2011.08.005

9. Hagedorn DK, Holm E. Effects of traditional physical training and visual computer feedback training in frail elderly patients. A randomized intervention study. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2010 Jun; 46(2): 159-68.

10. McBride JM, Cormie P, Deane R. Isometric squat force output and muscle activity in stable and unstable conditions. *J Strength Cond Res.* 2006 Nov; 20(4): 915-18. doi: 10.1519/R-19305.1

11. Zamparo P, Perini R, Orizio C, Sacher M, Ferretti G. The energy cost of walking or running on sand. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1992; 65(2): 183-87.

12. Behm D, Colado JC. The effectiveness of resistance training using unstable surfaces and devices for rehabilitation. *Int J Sports Phys Ther.* 2012 Apr; 7(2): 226-41.

13. Anderson K, Behm DG. Trunk muscle activity increases with unstable squat movements. *Can J Appl Physiol.* 2005 Feb; 30(1): 33-45.

14. Vera-Garcia FJ, Grenier SG, McGill SM. Abdominal muscle response during curl-ups on both stable and labile surfaces. *Phys Ther.* 2000 Jun; 80(6): 564-69.

15. Hrysomallis C. Relationship between balance ability, training and sports injury risk. *Sports Med.* 2007; 37(6): 547-56. doi: 10.2165/00007256-200737060-00007

16. Pollock AS, Durward BR, Rowe PJ, Paul JP. What is balance? *Clin Rehabil.* 2000 Aug; 14(4): 402-6. doi: 10.1191/0269215500cr342oa

17. Forman DE, Berman AD, McCabe CH, Baim DS, Wei JY. PTCA in the elderly: the "young-old" versus the "old-old". *J Am Geriatr Soc.* 1992 Jan; 40(1): 19-22. DOI: 10.1111/j.1532-5415.1992.tb01823.x
18. Cromwell RL, Meyers PM, Meyers PE, Newton RA. Tae Kwon Do: an effective exercise for improving balance and walking ability in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2007 Jun; 62(6): 641-46. doi: 10.1093/gerona/62.6.641
19. Sims J, Hill K, Hunt S, Haralambous B. Physical activity recommendations for older Australians. *Australas J Ageing.* 2010 Jun; 29(2): 81-87. doi: 10.1111/j.1741-6612.2009.00388.x
20. Pichierri G, Murer K, de Bruin ED. A cognitive-motor intervention using a dance video game to enhance foot placement accuracy and gait under dual task conditions in older adults: a randomized controlled trial. *BMC Geriatr.* 2012 Dec; 12: 74. doi: 10.1186/1471-2318-12-74
21. Manor B, Lough M, Gagnon MM, Cupples A, Wayne PM, Lipsitz LA. Functional benefits of tai chi training in senior housing facilities. *J Am Geriatr Soc.* 2014 Aug; 62(8): 1484-89. doi: 10.1111/jgs.12946
22. Raimundo AM, Gusi N, Tomas-Carus P. Fitness efficacy of vibratory exercise compared to walking in postmenopausal women. *Eur J Appl Physiol.* 2009 Jul; 106(5): 741-48. doi: 10.1007/s00421-009-1067-9
23. Bogaerts A, Delecluse C, Boonen S, Claessens AL, Milisen K, Verschueren SM. Changes in balance, functional performance and fall risk following whole body vibration training and vitamin D supplementation in institutionalized elderly women. A 6 month randomized controlled trial. *Gait Posture.* 2011 Mar; 33(3): 466-72. doi: 10.1016/j.gaitpost.2010.12.027
24. Akram SB, Frank JS, Patla AE, Allum JH. Balance control during continuous rotational perturbations of the support surface. *Gait Posture.* 2008 Apr; 27(3): 393-98. doi: 10.1016/j.gaitpost.2007.05.006
25. Rogers ME, Fernandez JE, Bohlken RM. Training to reduce postural sway and increase functional reach in the elderly. *J Occup Rehabil.* 2001 Dec; 11(4): 291-98.
26. Hyun J, Hwangbo K, Lee CW. The effects of pilates mat exercise on the balance ability of elderly females. *J Phys Ther Sci.* 2014 Feb; 26(2): 291-93. doi: 10.1589/jpts.26.291
27. Cebolla EC, Rodacki AL, Bento PC. Balance, gait, functionality and strength: comparison between elderly fallers and non-fallers. *Braz J Phys Ther.* 2015 Mar-Apr; 19(2): 146-51. doi: 10.1590/bjpt-rbf.2014.0085
28. Vieira ND, Testa D, Ruas PC, Salvini TF, Catai AM, de Melo RC. The effects of 12 weeks Pilates-inspired exercise training on functional performance in older women: A randomized clinical trial. *J Bodyw Mov Ther.* 2017 Apr; 21(2): 251-58. doi: 10.1016/j.jbmt.2016.06.010
29. Johnson L, Putrino D, James I, Rodrigues J, Stell R, Thickbroom G, et al. The effects of a supervised Pilates training program on balance in Parkinson's disease. *Advances in Parkinson's Disease.* 20013; 2(2): 58-61. doi: 10.4236/apd.2013.22011
30. Irez GB, Ozdemir RA, Evin R, Irez SG, Korkusuz F. Integrating pilates exercise into an exercise program for 65+ year-old women to reduce falls. *J Sports Sci Med.* 2011 Mar; 10(1): 105-11.
31. Thiebaud RS, Funk MD, Abe T. Home-based resistance training for older adults: a systematic review. *Geriatr Gerontol Int.* 2014 Oct; 14(4): 750-57. doi: 10.1111/ggi.12326
32. Baroni BM, Geremia JM, Rodrigues R, Borges MK, Jinha A, Herzog W, et al. Functional and morphological adaptations to aging in knee extensor muscles of physically active men. *J Appl Biomech.* 2013 Oct; 29(5): 535-42.