



The Effect and Persistence of Otago Exercise Program on Balance, Cardiovascular Endurance and Lower Limb Strength in Elderly Women with a History of Falls

Aliali L¹, Shojaedin S.S^{2*}, Soleymanfallah M.A³

1- Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

2- Department of Biomechanics and Sport Injuries, Kharazmi University, Tehran, Iran.

3- Department of Sport biomechanics, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

Corresponding Author: Shojaedin S.S, Department of Biomechanics and Sport Injuries, Kharazmi University, Tehran, Iran.

Email: sa_shojaedin@yahoo.com

Received: 13 Aug 2022

Accepted: 12 Sep 2022

Abstract

Introduction: Disturbance in maintaining balance is one of the consequences of aging, which causes functional impairment in the elderly and also causes these people to fall. All these cases increase the importance of preventing the risk of falling in the elderly. Therefore, the aim of the present study was to investigate the effect and durability of otago exercise program on balance, cardiovascular endurance and lower limb strength of elderly women with a history of falls

Methods: This study is a semi-experimental study with a pre-test-post-test design and retention phase, in which 30 elderly women between 60 and 70 years old were randomly divided into two equal experimental groups of 15 Otago exercises and a control group (15 people). The experimental group performed Otago exercises (8 weeks, 3 sessions per week and 45 minutes each session). Before and after 8 weeks of training and one month after training, in order to measure the balance, cardiovascular endurance and strength of the lower limbs of the subjects, Y test, 6 minutes walking test and 30 seconds standing up from a chair respectively The measurement was made. In the inferential statistics section, analysis of variance test with repeated measurement was used at a significance level of 95% ($P < 0.05$) to analyze the data.

Results: The results of the research showed that there is a significant difference in the scores obtained in the otago training group in the three time periods from pre-test to post-test - endurance in balance, cardiovascular endurance and lower limb strength ($p \geq 0.05$). This is despite the fact that in the control group, there was no significant difference in the variables in the three time periods from pre-test to post-test-permanence. ($p \geq 0.05$).

Conclusions: The results of the research showed that otago exercises, as a new and easy exercise method, significantly improve balance, cardiovascular endurance, and lower limb strength in elderly people with a history of falls.

Keywords: Elderly, Balance, Cardiovascular endurance, Lower limb strength, Otago.



تأثیر و ماندگاری برنامه تمرینی اتاگو بر تعادل، استقامت قلبی-عروقی و قدرت اندام تحتانی زنان سالمند دارای سابقه سقوط

لیلا علیایی^۱، سید صدرالدین شجاع‌الدین^{۲*}، محمدعلی سلیمان فلاح^۳

۱- گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران

۲- گروه بیومکانیک و آسیب شناسی ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

۳- گروه بیومکانیک ورزشی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران

نویسنده مسئول: سید صدرالدین شجاع‌الدین، گروه بیومکانیک و آسیب شناسی ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
ایمیل: sa_shojaedin@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۶/۲۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۵/۲۲

چکیده

مقدمه: اختلال در حفظ تعادل از جمله پیامدهای افزایش سن است که سبب اختلال عملکردی سالمندان و نیز باعث زمین خوردن این افراد می‌گردد. که همه این موارد اهمیت پیشگیری از خطر سقوط سالمندان را افزایش می‌دهد. لذا هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر و ماندگاری برنامه تمرینی اتاگو بر تعادل، استقامت قلبی-عروقی و قدرت اندام تحتانی زنان سالمند دارای سابقه سقوط بود.

روش کار: این مطالعه یک تحقیق نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون و مرحله ماندگاری است، که در آن ۳۰ زن سالمند ۶۰ تا ۷۰ سال به صورت تصادفی ساده به دو گروه مساوی تجربی ۱۵ نفره تمرینات اتاگو و گروه کنترل (۱۵ نفر) تقسیم شدند. گروه تجربی تمرینات اتاگو (۸ هفته، هر هفته ۳ جلسه و هر جلسه ۴۵ دقیقه) را اجرا نمودند. قبل و پس از ۸ هفته تمرینات و یک ماه پس از اتمام تمرینات، به منظور اندازه‌گیری تعادل، استقامت قلبی - عروقی و قدرت اندام تحتانی آزمودنی‌ها به ترتیب از آزمون Y، آزمون ۶دقیقه راه رفتن و آزمون ۳۰ ثانیه بلند شدن از روی صندلی اندازه‌گیری بعمل آمد. در بخش آمار استنباطی برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر در سطح معناداری ۹۵ درصد ($P < 0/05$) استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج تحقیق نشان داد که در گروه تمرینی اتاگو تفاوت معناداری در امتیازات کسب شده در سه بازه زمانی پیش‌آزمون به پس‌آزمون - ماندگاری در تعادل، استقامت قلبی - عروقی و قدرت اندام تحتانی وجود دارد، ($P \leq 0/05$). این در حالی است که در گروه کنترل در سه بازه زمانی پیش‌آزمون به پس‌آزمون - ماندگاری تفاوت معناداری در متغیرها مشاهده نگردید. ($p \leq 0/05$).

نتیجه‌گیری: نتایج تحقیق نشان داد تمرینات اتاگو به عنوان روش تمرینی جدید و آسان موجب بهبود معنادار در تعادل، استقامت قلبی - عروقی و قدرت اندام تحتانی سالمندان دارای سابقه سقوط می‌شود.

کلیدواژه‌ها: سالمندان، تعادل، استقامت قلبی عروقی، قدرت اندام تحتانی، اتاگو.

مقدمه

افزایش سن با کاهش عملکردهای فیزیکی و شناختی بدن انسان همراه است که احتمال بروز بیماری های مرتبط با افزایش سن را نیز شامل می شود. کاهش قدرت عضلانی و هماهنگی اندام های تحتانی همراه با کاهش اطمینان از راه رفتن و کنترل تعادل، نتیجه زوال فیزیکی در میان سالمندان است (۱). بنابراین اتخاذ راهکارهای سیاستی مناسب برای مقابله با تأثیرات نامطلوب تغییر هرم سنی برای پیشگیری از وقوع چالش سنی، ضروری به نظر می رسد (۲). زمین خوردن علت اصلی مرگ و میر و افزایش هزینه های خدمات بهداشت عمومی در سالمندان است و نتیجه تعاملات پیچیده بین عوامل خطر مختلف از جمله تغییرات در سیستم بینایی، دهلیزی، حس عمقی و کاهش فعال شدن عضلات است. گرچه اختلال در تعادل به تنهایی باعث زمین خوردن نمی شود اما محققین بر این باورند که کاهش تعادل عامل اصلی زمین خوردن در سالمندان است. در نتیجه بازبانی تعادل جزئی اساسی در بهبود کنترل پاسجر، کاهش میزان زمین خوردن و ترس از افتادن در سالمندان محسوب می شود (۳) از طرفی بهبود تعادل خود وابسته به بهبود عوامل دیگری همچون قدرت عضلانی، انعطاف پذیری و اصلاح الگوی راه رفتن است که در نتیجه ی سالمندی دستخوش تغییر می شوند. همچنین در نتیجه ی مطالعات مختلف ارتباط بین فاکتورهای تعادل، تحرک عملکردی، قدرت و انعطاف عضله، ترس از سقوط و کیفیت زندگی به خوبی ثابت شده است به طوری که احتمال می رود کاهش تعادل در اثر کاهش قدرت و انعطاف عضلات بوجود آمده و موجب ترس از افتادن در هنگام فعالیت های روزمره می شود و در ادامه ترس از پرداختن به فعالیت و سقوط منجر به کاهش فعالیت ها در سالمندی شده و باعث اتخاذ سبک زندگی غیرفعال و افت کیفیت زندگی سالمندان می گردد (۴). از طرفی سبک زندگی غیرفعال و تغذیه نامناسب در سالمندان سبب افزایش بیماری های قلبی عروقی و چاقی شده است و فعالیت جسمانی منظم سبب پیشگیری از بیماری های مزمنی نظیر بیماریهای قلبی و عروقی، فشارخون بالا شده و سبب کاهش افسردگی و افزایش خود پنداره و عوامل روانشناختی می شود (۵) درحالی که بی تحرکی و فقدان فعالیت عمده همراه با افزایش خطر چاقی است که این عامل با بیماریهای قلبی عروقی همراه است.

بر اساس تحقیق شاهانا و همکاران (۲۰۱۰) که بر روی ۶۰ زن میانسال انجام شد، ۱۲ هفته تمرین هوازی بر اجزای مرتبط با سلامت شامل: استقامت قلبی عروقی، انعطاف پذیری، استقامت عضلات شکم و چربی بدن تأثیر داشت که سبب بهبود استقامت قلبی عروقی، استقامت عضلات شکمی و انعطاف پذیری شد (۶). یک عامل خطر مهم برای کاهش تعادل در سالمندان، کاهش عملکرد عضلات اندام تحتانی است که با از دست دادن تحرک و استقلال عملکردی در فعالیت های روزمره مرتبط است (۷) عضلات خم کننده و بازکننده های ران برای فعالیت های عملکردی از جمله راه رفتن، ایستادن و بالا رفتن اهمیت دارند. به عنوان مثال، عضلات فلکسور ران مسئول تولید ۴۰ درصد از نیروی تولید شده در مرحله پیش از سیکل راه رفتن هستند که ضعف آنها با افزایش احتمال عدم تعادل در ارتباط می باشد (۸). فعالیت هایی مانند راه رفتن و بلند شدن از روی صندلی، گشتاورهای خارجی بالایی را در جهت خم شدن ایجاد می کند، بنابراین مهم است که عضلات باز کننده ران توانایی ایجاد گشتاورهای اکستانسوری کافی برای ایجاد حرکت را داشته باشند (۹). سالمندان برای بالا رفتن از پله ها نیاز به تولید ۸۹ درصد حداکثر گشتاور اکستانسور ایزومتریک عضلات ران دارند. برای راه رفتن این درصد کمتر است، اما همچنان درصد بالایی از حداکثر نیاز قدرت را در افراد مسن نشان می دهد (۱۰). بنابراین، به منظور پیشگیری از کاهش عملکرد سالمندان در فعالیت های روزانه لازم است با ایجاد شرایطی، عضلات و سیستم تعادلی بدن تحریک شود. یک از روش های بسیار مهم برای افزایش تحریک عضلات، تمرینات بدنی به شکل پویا می باشد. براساس شواهد موجود، بهبود تعادل و حفظ توده عضلانی موجب بهبود عملکرد حرکتی سالمندان می شود و از عامل سقوط در این قشر آسیب پذیر پیشگیری می کند (۱۱). در این بین، شیوع بالا و عواقب جدی خطر سقوط سالمندان، گروه تحقیقاتی پیشگیری در نیوزیلند را بر آن داشت که به طور ویژه برنامه های برای پیشگیری از سقوط طراحی کنند. نتیجه تحقیق آنها برنامه موفق تمرینی اتاگو بود که شامل قدرت عضلانی، و بازآموزی برنامه تعادل توسط یک مربی مجرب در خانه می باشد. دلیل عقلی آن این بود که متغیرهای قدرت عضلانی، انعطاف پذیری، تعادل و زمان واکنش جزء عوامل خطر مهم اصلاح شده خطر سقوط در نظر گرفته شده اند (۱۲). نتایج اولیه تحقیق چن

کنترل (۱۵ نفر) انجام گرفت. لازم به ذکر است برای تعیین حداقل تعداد نمونه برای این تحقیق با بررسی مطالعات گذشته تعداد ۳۰ نفر در دو گروه اتاگو و کنترل تعیین گردید. نحوه تخصیص تصادفی به این شکل انجام گرفت که تعداد ۱۵ برگه با شماره یک و ۱۵ برگه با شماره دو بدون مشخص بودن شماره روی آن داخل ظرفی قرار داده شد و با برداشتن آزادانه برگه‌ها توسط آزمودنی‌ها، آزمودنی‌ها به دو گروه مساوی اتاگو و کنترل تقسیم بندی شدند. دامنه سنی ۷۰-۶۰ سال؛ تجربه دوبار سقوط در ۶ ماه گذشته، داشتن استقلال فردی در انجام امور شخصی و بهداشتی؛ نداشتن سابقه جراحی در اندام تحتانی در طی ۲ سال گذشته؛ نداشتن سابقه بیماری‌های استحالیه مفصلی (بر اساس خود اظهاری و بررسی پرونده پزشکی)؛ نداشتن سابقه بیماری‌های قلبی-عروقی و مشکلات قلبی-تنفسی و عدم شرکت در دیگر فعالیت‌های ورزشی، معیارهای ورود به تحقیق حاضر بودند. همچنین معیارهای خروج شامل بیش از دو جلسه غیبت متوالی در تمرینات بود. همچنین، برای افراد شرح داده شد که در هر زمان از مراحل انجام تحقیق در صورت عدم تمایل به ادامه همکاری می‌توانند انصراف دهند. یک هفته قبل از انجام کار طی یک جلسه، خلاصه‌ای از اهداف و چگونگی انجام تحقیق و ملاحظات اخلاقی به طور کامل برای آزمودنی‌ها توضیح داده شد و تمام آزمودنی‌ها فرم رضایت نامه شرکت در تحقیق را مطالعه و امضا کردند. سپس بعد از اطمینان از رضایت کتبی آزمودنی‌ها ابتدا به اندازه گیری متغیرهای پیش‌آزمون (تعادل پویا، استقامت قلبی-عروقی و قدرت اندام تحتانی) پرداخته شد. بعد از آن برنامه تمرینی اتاگو به مدت هشت هفته (سه جلسه در هفته و هر جلسه ۴۵ دقیقه) به طول انجامید. قبل و بعد از انجام هشت هفته تمرینات و همچنین بعد از ۴ هفته بی‌تمرینی به عنوان دوران ماندگاری اثرات تمرین اتاگو، متغیرهای تعادل پویا، استقامت قلبی-عروقی و قدرت اندام تحتانی به عنوان متغیرهای وابسته به ترتیب با استفاده از آزمون Y، آزمون شش دقیقه راه رفتن و آزمون ۳۰ ثانیه برخاستن از روی صندلی اندازه‌گیری بعمل آمد. این در حالی بود که گروه کنترل در تمرینات شرکت نمی‌کردند و تنها در سه مرحله پیش‌آزمون - پس‌آزمون و مرحله ماندگاری شرکت داشتند. لازم به ذکر است نحوه سنجش مرحله ماندگاری اثرات تمرین به این شکل بود که بعد از اجرای هشت تمرینات، هر دو گروه تجربی و

و همکاران (۲۰۲۱) نشان می‌دهد که برنامه تمرینی اتاگو در کاهش خطر افتادن و صدمات سالمندانی که در خانه زندگی می‌کنند تأثیر می‌گذارد. دوم اینکه تمام جزئیات مورد نیاز برای اجرای یک برنامه تمرینی زود هنگام به فیزیوتراپیست و یا یک مربی مجرب ارائه می‌دهد (۱۳). فسنوس و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی خود که به بررسی تأثیر برنامه تمرینی اتاگو یک روش بازآموزی قدرت و تعادل در منزل انجام دادند گزارش کردند که برنامه تمرینی اتاگو در کاهش ۳۵ درصد سقوط و صدمات ناشی از افتادن مؤثر است (۱۴). همچنین سارنک و همکاران (۲۰۲۱) تحقیقی تحت عنوان تأثیر برنامه ورزش اتاگو بر سرعت راه رفتن و خطر سقوط در زنان سالمند انجام دادند. در پایان گزارش کردند که برنامه ورزشی اتاگو به مدت ۸ هفته باعث افزایش سرعت راه رفتن و کاهش خطر زمین خوردن در زنان سالمند شد (۱۲). اما هنوز بین محققان اینکه کدام روش تمرینی بر بهبود عملکردی و توانایی سالمندان تأثیر گذارتر است اتفاق نظر وجود ندارد (۱۰). همچنین در بیشتر تحقیقاتی که به بررسی تمرینات اتاگو بر روی سالمندان انجام شده است به شکل نظارت غیر مستقیم محقق بوده است و فرد سالمند بر اساس یک دستور العمل تمرینات اتاگو را در منزل بدون نظارت مستقیم و در زمان‌های مختلف روز انجام می‌دهد که این نمی‌تواند اثر واقعی تمرینات اتاگو را بسنجد. لذا با توجه به مطالب گفته شده محقق در پی پاسخگویی به این پرسش است که آیا برنامه تمرینی اتاگو بر تعادل، استقامت قلبی-عروقی و قدرت اندام تحتانی زنان سالمند دارای سابقه سقوط تأثیر و ماندگاری دارد یا خیر؟

روش کار

روش انجام تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی و با طرح اندازه‌گیری مکرر بود. قبل از اجرای طرح، این مطالعه با شناسه کد اخلاق IR.IAU.K.REC.1400.074 کمیته ملی اخلاق در پژوهش‌های زیست‌پزشکی به ثبت رسیده است. جامعه آماری این تحقیق شامل زنان سالمند مقیم در سرای سالمندان کهریزک کرج با دامنه سنی ۷۰-۶۰ سال بود. نمونه آماری تحقیق شامل زنان سالمند (با سابقه سقوط) مقیم سرای سالمندان کهریزک کرج بود. روش نمونه‌گیری ابتدا به صورت هدفمند و سپس به صورت تصادفی با توجه به معیارهای ورود و خروج تحقیق در دو گروه اتاگو (۱۵ نفر) و

سازنده این تمرینات که فارغ از ویژه بودن تمرینات برای نژاد و فرهنگ خاصی می باشد برای بومی سازی پروتکل تحقیق اقدامی صورت نگرفته است. تمرکز تمرینات قدرتی برنامه اتاگو روی عضلات بزرگ اندام تحتانی شامل تقویت عضلات بازکننده و خم کننده زانو، دور کننده ران، خم کننده ران، پلانتر و دورسی فلکسور مچ پا بود. تمرینات بازآموزی تعادل در این پروتکل شامل خم شدن های زانو، راه رفتن به عقب، راه رفتن به شکل ۸ انگلیسی، راه رفتن به پهلو، ایستادن در حالت تاندم، راه رفتن تاندم، ایستادن روی یک پا، راه رفتن روی پاشنه، راه رفتن روی پنجه، راه رفتن روی پاشنه به عقب، وضعیت نشستن به ایستادن و راه رفتن روی پله بود. همچنین آزمودنی ها حداقل دو بار در هفته به مدت ۳۰ دقیقه پیاده روی با سرعت معمولی داشتند که این آزادی عمل به آنها داده می شد تا بتوانند زمان آن را به ۳ قسمت ۱۰ دقیقه ای در روز تقسیم کنند. حجم تمرینات شامل تکرار و تعداد حرکات در جدول ۱ نشان داده شده است (جدول ۱).

کنترل به مدت چهار هفته به هیچ گونه فعالیت ورزشی مشغول نبودند و در پایان چهار هفته، همانند دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون اندازه گیری متغیرهای وابسته بعمل آمد. همچنین به گروه کنترل این قول داده شد که بعد از اتمام تحقیق در صورت اثر بخشی تمرینات، پروتکل به کار رفته در تحقیق را برای آنها معرفی و به کار گرفته شود. ابزار گردآوری تحقیق شامل ۱- فرم رضایت نامه ی کتبی و پرسشنامه ثبت اطلاعات فردی ۲- قد سنج دیواری جهت اندازه گیری قد آزمودنی ها. ۳-ترازوی دیجیتال جهت اندازه گیری وزن آزمودنی ها. ۴- صندلی و میله محافظ بود.

پروتکل تمرینی اتاگو

در این تحقیق از برنامه تمرینی اتاگوی سرانک و همکاران (۲۰۲۱) استفاده شد (۱۰) که شامل تمرینات بازآموزی قدرت، تعادل به همراه پیاده روی است که در تحقیق حاضر توسط گروه تجربی اتاگو به صورت هشت هفته، ۳ جلسه در هفته انجام شد. لازم به ذکر است با توجه به اینکه پروتکل به کار رفته شده در تحقیق حاضر از تمرینات عملکردی ساده روزانه نشأت گرفته است و با توجه به توضیحات

جدول ۱: تمرینات اتاگو

تمرینات قدرتی	
۱- بازکننده های زانو (قدرت جلوی زانو)	وزن کاف مچ پا برای مقاومت در برابر عضلات استفاده می شود و ۱۰ تکرار برای هر تمرین انجام می شود.
۲- خم کننده های زانو (قدرت جلوی زانو)	
۳- دور کننده ران (قدرت کنار)	
۴- خم کننده پلانتر مچ پا (روی پنجه ایستادن)	۱۰ تکرار، با پشتیبانی، تکرار
۵- خم کننده دورسی مچ پا (روی پاشنه ایستادن)	۱۰ تکرار، بدون پشتیبانی، تکرار
تمرینات باز توانی تعادل:	
۱- خم شدن های زانو	۱۰ تکرار ۱۰ تکرار، بدون پشتیبانی یا ۱۰ تکرار، با پشتیبانی، تکرار
۲- راه رفتن به عقب	۱۰ گام، ۴ مرتبه، با پشتیبانی
۳- راه رفتن و چرخیدن	راه رفتن و چرخش (شکل ۸) با کمک
۴- راه رفتن پهلو	۱۰ گام، ۴ مرتبه، با پشتیبانی
۵- حالت تاندم	۱۰ ثانیه، با پشتیبانی
۶- راه رفتن تاندم	۱۰ گام، با پشتیبانی، تکرار
۷- ایستادن روی یک پا	۱۰ ثانیه، با پشتیبانی بدون پشتیبانی، ۱۰ ثانیه،
۸- راه رفتن روی پاشنه	۱۰ گام، ۴ مرتبه، با پشتیبانی
۹- راه رفتن روی پنجه	۱۰ گام، ۴ مرتبه، بدون پشتیبانی
۱۰- راه رفتن روی پاشنه به عقب	۱۰ گام، بدون پشتیبانی، تکرار
۱۱- وضعیت نشستن به ایستادن	۵ بار با کمک دو دست ۵ بار با یک دست یا ۱۰-۲ بار با دو دست ۱-۱۰ بار بدون پشتیبانی یا ۲-۱۰ بار با ۱ دست دست و تکرار و تکرار
۱۲- راه رفتن روی پله	با حمایت یار کمکی

برای سنجش قدرت عضلانی از آزمون ۳۰ ثانیه برخاستن از روی صندلی استفاده شد (۱۷). این آزمون شاخصی پایا و معتبر با داشتن روایی ۷۸٪-۷۱٪ و پایایی ۹۲٪-۸۶٪ برای سنجش قدرت اندام تحتانی سالمندان می باشد (۱۵). به این صورت که فرد آزمودنی بر روی صندلی بدون دسته به ارتفاع ۴۴ سانتی متر می نشست. از او خواسته شد تا دست های خود را به صورت ضربدر بر روی سینه ی خود قرار داده و پس از شنیدن فرمان روز، از روی صندلی بدون استفاده از دستانش بایستد و سپس بنشیند. مدت این آزمون ۳۰ ثانیه بود که تعداد حرکت درست در این مدت، رکورد فرد آزمودنی محاسبه شد (۱۷). در این آزمون تعداد تکرار نشستن بر روی صندلی بدون دسته به ارتفاع ۴۴ سانتی متر در یک دوره زمانی ۳۰ ثانیه به عنوان امتیاز این تست در نظر گرفته می شود. شرکت کننده ها می توانستند در صورت خسته شدن بایستند و استراحت کنند. اگر فردی نمی توانست حتی یکبار بایستد نمره وی صفر در نظر گرفته می شد. اگر فردی بصورت قابل قبول می ایستاد، تعداد ایستادن ها در صفحه امتیاز دهی بر حسب امتیاز تست مورد قبول ثبت می گردید (۱۷).

روش تحلیل آماری

به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات از روش های آماری توصیفی و استنباطی استفاده شد. از آزمون شاپیرو ویلک و آزمون لون به ترتیب برای بررسی نرمال بودن توزیع داده ها و همگنی واریانس ها مورد استفاده قرار گرفت. از آمار توصیفی برای تعیین میانگین، انحراف معیار، جداول جهت آزمون فرضیه ها استفاده شد. در بخش آمار استنباطی برای بررسی تفاوت بین گروهی از آزمون آماری آنالیز واریانس با اندازه گیری مکرر و از آزمون تعقیبی توکی جهت بررسی تفاوت درون گروهی در سطح معناداری پنج درصد ($P \leq 0.05$) بوده و برای تمامی این آزمون ها از SPSS نسخه ۲۲ مورد استفاده قرار گرفت.

برای سنجش تعادل پویا، آزمون تعادلی Y مورد استفاده قرار گرفت (۱۵). در این آزمون سه جهت قدامی، خلفی - داخلی و خلفی - خارجی در یک صفحه مرکزی قرار می گرفت و زوایای این سه جهت توسط میله های درجه بندی شده مشخص و در بخش های جانبی، صفحه در سه جهت ثابت و روی هر یک از میله ها نیز یک نشانگر نصب می شد. قبل از شروع آزمون، پای برتر آزمودنی ها تعیین می شد تا در صورتی که پای راست اندام برتر بود، آزمون در خلاف جهت عقربه های ساعت انجام شود و اگر پای چپ برتر بود، آزمون در جهت عقربه های ساعت انجام شود. آزمودنی با پای برتر، به صورت تک پا در صفحه تلاقی سه جهتی می ایستاد و تا آنجا که مرتکب خطا نشود (یعنی پا از صفحه تلاقی سه جهت حرکت نکند و شخص روی پایایی که عمل دستیابی را انجام می دهد تکیه نکند یا نیافتد)، با پای دیگر در جهتی که آزمونگر به صورت تصادفی تعیین می کرد، عمل دستیابی را از طریق حرکت نشانگرها انجام می داد. سپس به حالت طبیعی روی دو پا باز می گشت. میزان فاصله ای که آزمودنی نشانگر را جابه جا می کرد، به عنوان فاصله دستیابی او ثبت می شد. آزمودنی ها هر یک از جهات را سه بار تکرار می کردند و در نهایت، میانگین آنها محاسبه و بر اندازه طول پا (بر حسب سانتی متر) تقسیم و سپس در عدد ۱۰۰ ضرب می شد تا فاصله دستیابی بر حسب درصدی از اندازه طول پا به دست آید. میانگین نمرات دسترسی فرد در سه جهت، به عنوان نمره کلی تعادل پویای او مدنظر قرار می گرفت. ثبات درونی این آزمون با استفاده از آزمون آلفای کرونباخ معادل ($\alpha = 0.9$) گزارش شده است (۱۵).

آزمون شش دقیقه راه رفتن

در این تحقیق برای اندازه گیری استقامت قلبی عروقی از آزمون ۶ دقیقه راه رفتن استفاده شد. مسافت طی شده به عنوان رکورد آزمودنی محاسبه گردید (۱۶).

یافته ها

جدول ۲: اطلاعات دموگرافیک نمونه های مورد مطالعه

گروه	تعداد	متغیر	میانگین ± انحراف استاندارد	(Pvalue)
اتاگو	۱۵	سن (سال)	۶۴/۳ ± ۳/۱۰	۰/۰۴۴
		قد (سانتی متر)	۱۶۶/۵ ± ۲/۱۵	۰/۱۶۳
		وزن (کیلوگرم)	۷۳/۴ ± ۱۰/۱۲	۰/۳۳۶
کنترل	۱۵	سن (سال)	۶۶/۲ ± ۴/۴	۰/۴۳۱
		قد (سانتی متر)	۱۶۴/۲ ± ۰/۴	۰/۴۳۵
		وزن (کیلوگرم)	۷۵/۴ ± ۱۲/۴۶	۰/۱۸۶۲

نتایج آزمون شاپیرو ویلک در جدول ۲ نشان داد توزیع داده ها در هر دو گروه اتاگو و کنترل نرمال می باشد ($p > 0/05$).

جدول ۳: مقایسه تاثیر تمرینات اوتاگو بر تعادل در دو گروه مداخله و کنترل

متغیر	مقیاس	منبع	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	مجذوراتا	توان آماری
تعادل	درون گروهی	زمان	۱۶۵/۲۲	۲	۵۲/۴	۳۳/۲	۰/۰۰۱	۰/۴۰	۰/۹۹
		زمان*گروه	۱۷۵/۱۱	۲	۵۶/۴۴	۲۱/۳۱	۰/۰۰۱	۰/۳۵	۰/۹۷
تعادل	بین گروهی	خطا	۱۵۶/۳	۵۶	۲/۳				
		گروه	۲۲۳/۳	۱	۱۹۴/۹۲	۱۴/۴	۰/۰۰۱	۰/۲۹	۰/۹۸
		خطا	۵۴۴/۴	۲۸	۱۸/۴				

نتایج آزمون آنالیز واریانس مکرر جدول ۳ نشان داد اختلاف معنی داری در تعادل بین گروه تمرینی اتاگو و کنترل و در زمان های مختلف وجود دارد ($P=0/001$). بر اساس نتایج جدول ۳ در گروه تمرینی اتاگو بین مراحل پیش آزمون - پس آزمون تا مرحله ماندگاری (۴ ماه پس از اتمام تمرینات) تأثیرات معناداری مشاهده می گردد. این در حالی است که در گروه کنترل در سه زمان پیش آزمون - پس آزمون تا مرحله ماندگاری تفاوت معناداری مشاهده نگردید ($p > 0/05$).

نتایج آزمون آنالیز واریانس مکرر جدول ۳ نشان داد اختلاف معنی داری در تعادل بین گروه تمرینی اتاگو و کنترل و در زمان های مختلف وجود دارد ($P=0/001$). بر اساس نتایج جدول ۳ در گروه تمرینی اتاگو بین مراحل پیش آزمون - پس آزمون تا مرحله ماندگاری (۴ ماه پس از اتمام تمرینات) تأثیرات معناداری مشاهده می گردد. این در حالی است که در گروه کنترل در سه زمان پیش آزمون - پس آزمون تا مرحله ماندگاری تفاوت معناداری مشاهده نگردید ($p > 0/05$).

جدول ۴: مقایسه تاثیر تمرینات اوتاگو بر استقامت قلبی-عروقی در دو گروه مداخله و کنترل

متغیر	مقیاس	منبع	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	مجذوراتا	توان آماری
استقامت قلبی عروقی	درون گروهی	زمان	۱۷۵/۱۲	۲	۴۹/۴	۳۳/۲	۰/۰۰۱	۰/۳۹	۰/۹۹
		زمان*گروه	۱۸۵/۳۱	۲	۵۷/۴۴	۲۲/۳۱	۰/۰۰۱	۰/۳۴	۰/۹۶
استقامت قلبی عروقی	بین گروهی	خطا	۱۵۲/۳	۵۶	۲/۱				
		گروه	۳۴۴/۳	۱	۱۹۳/۷۲	۱۳/۴	۰/۰۰۱	۰/۲۷	۰/۹۹
		خطا	۶۳۳/۴	۲۸	۱۸/۴				

نتایج آزمون آنالیز واریانس مکرر جدول ۴ نشان داد اختلاف معنی داری در استقامت قلبی-عروقی بین گروه تمرینی اتاگو و کنترل و در زمان های مختلف وجود دارد ($P=0/001$). بر اساس نتایج جدول ۴ در گروه تمرینی اتاگو بین مراحل پیش آزمون - پس آزمون تا مرحله ماندگاری (۴ ماه پس از اتمام تمرینات) تأثیرات معناداری مشاهده می گردد. این در حالی است که در گروه کنترل در سه زمان پیش آزمون - پس آزمون تا مرحله ماندگاری تفاوت معناداری مشاهده نگردید ($p > 0/05$).

نتایج آزمون آنالیز واریانس مکرر جدول ۴ نشان داد اختلاف معنی داری در استقامت قلبی-عروقی بین گروه تمرینی اتاگو و کنترل و در زمان های مختلف وجود دارد ($P=0/001$). بر اساس نتایج جدول ۴ در گروه تمرینی اتاگو بین مراحل پیش آزمون - پس آزمون تا مرحله ماندگاری (۴ ماه پس از اتمام تمرینات) تأثیرات معناداری مشاهده می گردد. این در حالی است که در گروه کنترل در سه زمان پیش آزمون - پس آزمون تا مرحله ماندگاری تفاوت معناداری مشاهده نگردید ($p > 0/05$).

جدول ۵: مقایسه تاثیر تمرینات اوتاگو بر قدرت اندام تحتانی در دو گروه مداخله و کنترل

متغیر	مقیاس	منبع	مجموع مجزورات	درجه آزادی	میلگین مجزورات	F	سطح معناداری	مجذور اتا	توان آماری
قدرت اندام تحتانی	درون گروهی	زمان	۱۷۷/۱۴	۲	۵۲/۴	۳۱/۲	۰/۰۰۱	۰/۳۷	۰/۹۹
		زمان*گروه	۱۷۱/۰۱	۲	۵۴/۴۱	۲۰/۳۱	۰/۰۰۱	۰/۳۳	۰/۹۷
	خطا	۱۵۲/۳	۵۶	۲/۲					
	بین گروهی	گروه	۲۱۱/۳	۱	۱۸۹/۹۲	۱۳/۲	۰/۰۰۱	۰/۲۷	۰/۹۸
		خطا	۵۳۲/۴	۲۸	۱۷/۴				

(۱۹). تکرار و عواقب جدی سقوط در سالمندان منجر شده تا گروه پژوهش نیوزلند برای پیشگیری از سقوط برنامه های آزمایشی را به طور ویژه ای طراحی و توسعه دهند. برنامه ورزشی اوتاگو یک مداخله موفقیت آمیز بود و مشخص شد که قدرت عضلانی، انعطاف پذیری، تعادل و زمان واکنش عوامل خطر سقوط را به راحتی می تواند کاهش دهد (۲۰). خامپاند و همکاران (۲۰۲۲) در مطالعه ای به بررسی اثرات یک برنامه تمرینی اوتاگو بر تعادل سالمندان سالم انجام دادند. یافته های این مطالعه نشان داد که برنامه تمرینی اوتاگو می تواند بر بهبود تعادل تاثیر معنادار داشته باشد. که این لحاظ با نتایج تحقیق حاضر همراستا می باشد. در تحقیق خامپاند و همکاران از سالمندان سالم استفاده شده بود که از این جهت با تحقیق حاضر که سالمندان با سابقه سقوط بودند تفاوت دارد (۲۱). یکی دیگر از تحقیقات مشابه با تحقیق حاضر، تحقیق چپو و همکاران (۲۰۲۱) می باشد. آنها در این مطالعه که به صورت فرا تحلیلی انجام داده بودند به بررسی اثر تمرینات اوتاگو بر تعادل و کاهش خطر سقوط سالمندان انجام داده بودند. نتایج تحقیق که همسو با نتایج تحقیق حاضر می باشد نشان دادند که تمرینات اوتاگو می تواند منجر به بهبود تعادل، افزایش اعتماد به نفس در کنترل تعادل و همچنین کاهش نرخ خطر سقوط در سالمندان شود (۲۰). در تحقیقی دیگر لیستون و همکاران (۲۰۱۴) مقایسه و اثرات دو نوع از تمرینات تعادلی اوتاگو در خانه را در سالمندان بررسی کردند (۲۲) در این مطالعه نیز از شاخص های راه رفتن عملکردی و شاخص اعتماد تعادلی فعالیت های خاص استفاده شد. در این مطالعه از دو گروه تجربی و کنترل که هر دو تمرینات اوتاگو را انجام میدادند استفاده شد. گروه تجربی علاوه بر تمرینات اوتاگو از تمرینات تعادلی چند حسی و گروه کنترل از تمرینات کشتی استفاده میکردند. در تحقیق لیستون و همکاران از سالمندان با سابقه سقوط استفاده شد که از این لحاظ

نتایج آزمون آنالیز واریانس مکرر جدول ۵ نشان داد اختلاف معنی داری در استقامت قلبی-عروقی بین گروه تمرینی اوتاگو و کنترل و در زمان های مختلف وجود دارد ($P=0/001$). بر اساس نتایج جدول ۵ در گروه تمرینی اوتاگو بین مراحل پیش آزمون - پس آزمون تا مرحله ماندگاری (۴ ماه پس از اتمام تمرینات) تأثیرات معناداری مشاهده می گردد. این در حالی است که در گروه کنترل در سه زمان پیش آزمون - پس آزمون تا مرحله ماندگاری تفاوت معناداری مشاهده نگردید ($P>0/05$).

بحث

مطالعه حاضر با هدف تاثیر و ماندگاری برنامه تمرینی اوتاگو بر تعادل، استقامت قلبی-عروقی و قدرت اندام تحتانی زنان سالمند دارای سابقه سقوط انجام شد. نتایج بدست آمده نشان داد اجرای هشت هفته تمرین اوتاگو با پیگیری یک ماه بعد از اتمام تمرینات، تاثیر قابل توجهی بر بهبود تعادل، استقامت قلبی-عروقی و قدرت اندام تحتانی زنان سالمند دارای سابقه سقوط داشته است، در حالیکه در گروه کنترل تفاوت معنی داری در هیچ یک از فاکتورهای مورد مطالعه پس از هشت هفته و پیگیری پس از یک ماه مشاهده نشد. حفظ تعادل یا کنترل پاسچر مهارت پیچیده ای است که نیازمند ادغام و هماهنگی سیستم های اسکلتی عضلانی (مانند بیومکانیکال، دامنه حرکتی و انعطاف پذیری) و سیستم های عصبی (مانند حسی - حرکتی) که به طور دائم در فعالیت های روزمره فرد به چالش کشیده می شوند دارد (۱۸). ضعف در تعادل در سالمندان می تواند منجر به کاهش کیفیت زندگی و مشکلات روانی مانند ترس از سقوط و متعاقب آن کاهش عملکرد حرکتی و اجتماعی شود. علاوه بر مشکلات عملکردی و روانی، نقص های کنترل پاسچر از لحاظ اقتصادی باعث هزینه های زیادی بر خانواده سالمند و سیستم بهداشتی کشورها می شود

با تحقیق حاضر همراستا می باشد. نتایج این مطالعه به مانند تحقیق حاضر نشان داد که تمرینات اتاگو می تواند کارکرد بهتری در راه رفتن و تعادل سالمندان داشته باشد. از طرف دیگر نتایج مطالعه حاضر با نتایج تحقیق فرا تحلیلی کیس و همکاران (۲۰۱۹) در تضاد است. آن ها گزارش کردند که تمرینات ورزشی در خانه نمیتواند بر نمرات آزمون تعادلی زمان برپا- رو تأثیر معناداری داشته باشد. از دلایل احتمالی همسو نبودن نتایج میتوان به تفاوت در نوع تمرینات ورزشی آن ها که مبتنی بر تمرینات ورزشی در خانه بدون نظارت می باشد اشاره کرد (۲۳). از دلایل احتمالی بهبود تعادل ناشی از تمرینات اتاگو می توان به این اشاره کرد که بهبود تعادل از طریق مداخله اوتاگو ممکن است مربوط به بهبود شناخت باشد. چرا که یافته ها در مطالعات از ارتباط بین عملکرد شناختی و توانایی تعادل در افراد حمایت می کند. این ارتباط ممکن است به دلیل گذرگاه مشترک شبکه های شناختی و تعادلی در مسیرهای عصبی باشد. همینطور مشخص شده است که حجم ماده خاکستری کمتر نه تنها با عملکرد شناختی ضعیف تر، بلکه با بی ثباتی وضعیتی نیز همراه است؛ گزارش شده است که ورزش های هوازی می تواند شناخت را بهبود بخشد، اما با این حال برخی مطالعات نشان داده اند که تمرینات مقاومتی و تعادلی نیز ممکن است زوال عملکرد شناختی مرتبط با سن را کاهش داده یا از آن جلوگیری کند (۲۰). بنابراین، برنامه تمرینی اوتاگو ممکن است از طریق تمرینات مقاومتی و تعادلی، عملکرد شناختی را تقویت کرده و در ادامه تعادل افراد را افزایش دهد.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که هشت هفته تمرینات اتاگو و با پیگیری یک ماه بعد از آن می تواند منجر به بهبود استقامت قلبی عروقی سالمندان شود. در مطالعه جهان پیما و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی اثر ترکیبی ۱۲ هفته تمرینات اتاگو به همراه یک برنامه پیاده روی بر بهبود استقامت قلبی عروقی سالمندان با سابقه سقوط ساکن در خانه سالمندان پرداخته شد که در پایان در راستای نتایج تحقیق حاضر گزارش کردند که تمرینات اتاگو به همراه برنامه پیاده روی می تواند منجر به بهبود استقامت قلبی عروقی سالمندان با سابقه سقوط شود (۲۴). از تفاوت های برنامه تمرینی تحقیق حاضر با تحقیق جهان پیما و همکاران این می باشد که در تحقیق حاضر صرفاً به بررسی اثر تمرینات

اتاگو پرداخته شد و همچنین در مرحله ماندگاری، نتایج نشان داد همچنان اثرات تمرینات اتاگو بر بهبود استقامت قلبی عروقی مثبت می باشد. از دلایل احتمالی بهبود استقامت قلبی عروقی ناشی از تمرینات اتاگو می توان به این اشاره کرد که بخش مهمی از تمرینات اتاگو اختصاص به انجام فعالیت پیاده روی منظم در طول هفته را دارد و از انجام که پیاده روی در دسته تمرینات هوازی قرار می گیرد موجب بهبود استقامت قلبی عروقی سالمندان می شود (۱۲). همچنین می توان به افزایش سازگاری های عصبی ناشی از تمرین، افزایش سطح آمادگی جسمانی، بهبود وضعیت روانی و بهبود کنترل عصبی-عضلانی شامل کاهش تغییرپذیری در به کارگیری واحدهای حرکتی اشاره کرد (۱۳). از طرفی نتایج تحقیق حاضر نشان داد که هشت هفته تمرینات اتاگو و با پیگیری یک ماه بعد از آن می تواند منجر به بهبود قدرت عضلانی اندام تحتانی سالمندان شود. زو و همکاران (۲۰۲۲) در تحقیقی به بررسی اثر تمرینات اتاگو بر قدرت عضلانی اندام تحتانی سالمندان انجام دادند که در راستای نتایج تحقیق حاضر گزارش کردند که تمرینات اتاگو می تواند منجر به بهبود قدرت عضلانی اندام تحتانی شود (۲۵). تعادل و قدرت عضلانی هر دو باید بالاتر از سطح آستانه مورد نیاز برای رسیدن به ثبات حفظ شود. حتی افراد تا ۹۹ سالگی می توانند قدرت و تعادل خود را به اندازه کافی برای جلوگیری از سقوط ها بهبود بخشند (۱۴). شواهد اخیر حاکی از آن است که یک برنامه ورزشی چند جزئی با تمرکز بر انعطافپذیری، قدرت، تعادل و استقامت میتواند به طور موثر تعادل، تحرک و عملکرد فیزیکی را بهبود بخشد و همچنین وقوع زمین خوردن و آسیب های مربوط به زمین خوردن را در افراد مسن تر و کم فعالیت جامعه کاهش دهد (۲۵). برنامه تمرینی اوتاگو تمام جنبه های فوق الذکر را در بر می گیرد و با توجه به اثربخشی تمرینات در عین سادگی آنها می تواند یک برنامه مناسب برای تمرین محسوب شود (۲۴). اکثر مطالعات برنامه تمرینی اوتاگو را به عنوان یک استراتژی موثر پیشگیری از سقوط گزارش کرده اند که به عملکرد تعادل کمک می کند و ترس از افتادن را کاهش می دهد، همچنین مشخص شده است مطابق آمار تعداد صدمات و آسیب های ناشی از سقوط را در بین شرکت کنندگان دارای ۶۵ تا ۷۹ سال تا ۳۵ درصد کاهش می دهد (۲۶). با توجه به مطالب فوق و ماهیت برنامه تمرینی اوتاگو که بر مبنای

بهینه و سودمندتری این افراد طراحی کرد.

نتیجه گیری

پروتکل تمرینی اتاگو یک روش جدید تمرینی و براساس ویژگی های عملکردی روزانه سالمندان طراحی گردیده است که نتایج تحقیق حاضر نشان داد برنامه تمرینی اتاگو منجر به بهبود تعادل، استقامت قلبی عروقی و قدرت عضلانی سالمندان با سابقه سقوط می شود. لذا به مربیانی و متخصصانی که در زمینه ورزش سالمندی فعالیت دارند پیشنهاد می گردد که از تمرینات مورد استفاده در این تحقیق برای بهبود تعادل، استقامت قلبی عروقی و قدرت عضلانی سالمندان استفاده کنند.

سیاسگزاری

بدینوسیله نویسندگان این مطالعه از کلیه سالمندان و کارکنان مرکز نگهداری سالمندان کهریزک که در این تحقیق با محقق همکاری داشتند تقدیر و تشکر بعمل می آید.

References

1. Gaspar, Andréa G. Martins, and Luís Velez Lapão. "eHealth for Addressing Balance Disorders in the Elderly: Systematic Review." *Journal of Medical Internet Research* 23.4 (2021): e22215. <https://doi.org/10.2196/22215>
2. Dorri, Safoura, et al. Concept of active aging in diabetics: A qualitative article. *Hayat Journal*, 2019, 25.3: 325-341. <https://doi.org/10.2174/1874325001610010522>
3. Tsonga, T., Michalopoulou, M., Kapetanakis, S., Giovannopoulou, E. Reduction of falls and factors affecting falls a year after total knee arthroplasty in elderly patients with severe knee osteoarthritis. *The Open Orthopaedics Journal*, 2016, 10: 522. <https://doi.org/10.2174/1874325001610010522>
4. Alshammari, Sulaiman A., et al. Falls among elderly and its relation with their health problems and surrounding environmental factors in Riyadh. *Journal of family & community medicine*, 2018, 25.1: 29. DOI: 10.4103/jfcm.JFCM_48_17
5. Venturelli, Massimo, et al. Effects of endurance, circuit, and relaxing training on cardiovascular risk factors in hypertensive elderly patients. *Age*, 2015, 37.5: 1-13. <https://doi.org/10.1007/s11357-015-9835-4>
6. Shahana, A., Usha S. Nair, and S. S. Hasrani. Effect of aerobic exercise programme on

افزایش قدرت عضلانی، انعطاف پذیری، تعادل، پیاده روی و تمرینات هوازی که از مهمترین عوامل خطر سقوط در بین سالمندان هستند، طراحی شده است و نظر به ارتباط بین قدرت و تعادل و تاثیر بهبود تعادل در کاهش میزان سقوط این گونه بنظر می رسد که برنامه ی تمرینی اتاگو از طریق تقویت عضلات اندام تحتانی و گیرنده های تعادلی و همچنین اصلاح الگوی راه رفتن باعث بهبود تعادل و در ادامه با بهتر شدن تعادل باعث کاهش ترس از افتادن در سالمندان و در پی آن افزایش کیفیت زندگی آنان گردیده است (۲۲). از محدودیتهای موجود در این تحقیق می توان به عدم کنترل کامل فاکتورهای مانند تغذیه و داروهای مصرفی فرد سالمند و محدودیت در برگزاری تعداد جلسات تمرینی بیشتر و همچنین مدت زمان بیشتر در پیگیری نتایج تحقیق ذکر کرد. پیشنهاد می شود قبل از ارائه و طراحی برنامه های تمرینی سالمندان محققان ارزیابی دقیقی از اختلالات تعادلی افراد داشته باشند تا بر اساس این ارزیابی ها بتوان پروتکل های

- health related physical fitness components of middle aged women. *British Journal of Sports Medicine* 44.Suppl 1 (2010): i19-i19. <https://doi.org/10.1136/bjism.2010.078725.60>
7. Morcelli, Mary Hellen, et al. "Neuromuscular performance in the hip joint of elderly fallers and non-fallers." *Aging clinical and experimental Research* 28.3 (2016): 443-450. <https://doi.org/10.1007/s40520-015-0448-7>
 8. Carda, S., Invernizzi, M., Cognolato, G., Piccoli, E., Baricich, A., & Cisari, C. Efficacy of a hip flexion assist orthosis in adults with hemiparesis after stroke. *Physical Therapy* 92.5 (2012): 734-739. <https://doi.org/10.2522/ptj.20110112>
 9. Nadeau, Sylvie, Bradford J. McFadyen, and Francine Malouin. Frontal and sagittal plane analyses of the stair climbing task in healthy adults aged over 40 years: what are the challenges compared to level walking?. *Clinical biomechanics* 18.10 (2003): 950-959. [https://doi.org/10.1016/S0268-0033\(03\)00179-7](https://doi.org/10.1016/S0268-0033(03)00179-7)
 10. Samuel, Dinesh, et al. The biomechanical functional demand placed on knee and hip muscles of older adults during stair ascent and descent. *Gait & posture*, 2011, 34.2: 239-244. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2011.05.005>
 11. Thomas, E., Battaglia, G., Patti, A., Brusa, J., Leonardi, V., Palma, A., & Bellafiore,

- M. Physical activity programs for balance and fall prevention in elderly: A systematic review. *Medicine*, 2019, 98:27. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000016218>
12. Saerang, Lady, et al. The Effect of Otago Exercise Program on Walking Speed and Fall Risk in Elderly Women. *The Effect of Otago Exercise Program on Walking Speed and Fall Risk in Elderly Women*, 2021, 90:1: 6-6. <https://doi.org/10.47119/IJRP1009011220212576>
 13. Chen, Xi, et al. Otago exercise programme for physical function and mental health among older adults with cognitive frailty during COVID-19: A randomised controlled trial. *Journal of Clinical Nursing*, 2021. <https://doi.org/10.1111/jocn.15964>
 14. Fthenos, Georgios. The Otago exercise program: a home-based, individually tailored strength and balance retraining program. In: *Casebook of Traumatic Injury Prevention*. Springer, Cham, 2020. p. 257-271. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2008.01931.x>
 15. Pasand F, maleki M, rostami R. Impact of Combined Training Program and Pilates Practice on Static and Dynamic Balance in Elderly Women. *jgn*. 2017; 3 (3) :9-25. <https://doi.org/10.47119/IJRP1009011220212576>
 16. Shaygan Nejad Alireza, Roshan Zamir Toraj, Pakzad Bahram, Jamshidi Hengeme. Comparison of 6-minute walk test results with spirometry parameters in patients requiring thoracotomy. *Journal of Isfahan Medical School*. 2022; 28(119):1367-1373.
 17. Karami S, Tadibi V. Effect of aquatic therapy exercises with and without the use of Jacuzzi on the lower limb strength and the quality of life in elderly women . *joge*. 2018; 3 (1) :22-35. <https://doi.org/10.29252/joge.2.4.22>
 18. Lanzino, D. J., Conner, M. N., Goodman, K. A., Kremer, K. H., Petkus, M. T., & Hollman, J. H.. Values for timed limb coordination tests in a sample of healthy older adults. *Age and ageing* 41.6 (2012): 803-807. <https://doi.org/10.1093/ageing/afs070>
 19. Zahedi, Hamid, Amini Najaf Abadi, Narges. Comparison of the effect of a pilates training course and central stability on dynamic balance and improving cognitive functions of elderly women. *Journal of sports management and movement behavior*, 2021; 17(33): 110-97.
 20. Chiu, Huei-Ling, et al. The effects of the Otago Exercise Programme on actual and perceived balance in older adults: A meta-analysis. *PLoS one*, 2021, 16.8: e0255780. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255780>
 21. Khumpaneid, Nichapa, Theerapat Phoka, and Surasa Khongprasert. Effects of Modified-Otago Exercise Program on Four Components of Actual Balance and Perceived Balance in Healthy Older Adults. *Geriatrics* 7.5 (2022): 88. <https://doi.org/10.3390/geriatrics7050088>
 22. Liston, M. B., Alushi, L., Bamiou, D. E., Martin, F. C. Feasibility and effect of supplementing a modified OTAGO intervention with multisensory balance exercises in older people who fall: a pilot randomized controlled trial.” *Clinical rehabilitation* 28.8 (2014): 784- <https://doi.org/10.1177/0269215514521042>
 23. Kis, O., Buch, A., Stern, N., & Moran, D. S. Minimally supervised home-based resistance training and muscle function in older adults: A meta-analysis.” *Archives of gerontology and geriatrics* 84 (2019): 103909. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2019.103909>
 24. Jahanpeyma, Parinaz, et al. Effects of the Otago exercise program on falls, balance, and physical performance in older nursing home residents with high fall risk: a randomized controlled trial. *Europeangeriatricmedicine* 12.1 (2021): 107-115. <https://doi.org/10.1007/s41999-020-00403-1>
 25. Zou, Zhijie, et al. The effect of group-based Otago exercise program on fear of falling and physical function among older adults living in nursing homes: A pilot trial. *Geriatric nursing*, 2022, 43: 288-292. <https://doi.org/10.1016/j.gerinurse.2021.12.011>
 26. Gardner, Melinda M., et al. Practical implementation of an exercise-based falls prevention programme. *Age and ageing*, 2001, 30.1: 77-83. <https://doi.org/10.1093/ageing/30.1.77>