

## The effect of balance training on hip, knee, and ankle joints Kinematic compatibility of older women during walking

Alireza Farsi<sup>1</sup>, Hasan Ashayeri<sup>2</sup>, Sahar Mohammadzadeh<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Associate Professor of Motor Behavior, University of Shahid Beheshti, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Professor of College of Rehabilitation Sciences, University of Iran Medical sciences, Tehran, Iran

<sup>3</sup> PhD Student of Motor Behavior, University of Shahid Beheshti, Tehran, Iran

**Received: 2015.July.8**

**Revised: 2015.October.20**

**Accepted: 2015.October.29**

### ABSTRACT

**Background and Aim:** One of the main causes of death in the elderly is related to the injuries from falls during walking. The aim of the present study was to examine the effect of 6 weeks of balance training on kinematic compatibility of hips, knees, and ankles joints during walking in elderly women.

**Materials and Methods:** In the current semi-experimental study, 20 elderly women with the age range of 60-75 ( $67.72 \pm 4.48$  ages) were selected based on convenience sampling procedure to participate in the present study. The participants were randomly divided into control and experiment groups. Participants in each group took a walking test in a pre-test session followed by a post-test after 6 weeks. Participants in the experimental group performed the balance training systematically for 3 sessions in a week. Overall, they were trained for 18 sessions of balance training (including various modes of standing and walking) based on the decided protocol. Making use of motion analysis system, Kinematic features of the walking such as range of motion of hip, knee and ankle joints were collected and analyzed using the Cortex software. Repetitive ANOVA ( $2 \times 2$ ) was run for the purpose of data analysis.

**Results:** The results of the present study showed significant improvement in range of motion of hip joint ( $p=0.03$ ) in elderly women of the experiment group compared with that in the control group. Although the variables range of motion of knee ( $p=0.12$ ) and ankle ( $p=0.28$ ) joints increased in the experiment group, these increases were not significant in comparison with that in the control group.

**Conclusion:** The results revealed that kinematic compatibility of hip joint in older women is affected by 6 weeks of balance training. Therefore, it can be suggested that this balance training intervention could be an effective approach to ameliorate the risk factors for falls and to promote safer locomotion in elderly community-dwelling women.

**Key words:** Walking; Elderly woman; Balances training; Range of motion of joints

**Cite this article as:** Alireza Farsi, Hasan Ashayeri, Sahar Mohammadzadeh. The effect of balance training on hip, knee and ankle joints Kinematic compatibility of older women during walking. *J Rehab Med.* 2016; 5(1):135-144.

\* Corresponding Author: Sahar Mohammadzadeyh. PhD Student of Motor Behavior, University of Shahid Beheshti, Tehran, Iran

E-mail address: sahar Mohammadzadeh@gmail.com

## تأثیر تمرینات تعادلی بر سازگاری کینماتیک مفاصل ران، زانو و مچ پای زنان سالمند در حین راه رفتن

علیرضا فارسی<sup>۱</sup>، حسن عشایری<sup>۲</sup>، سحر محمدزاده<sup>۳\*</sup>

<sup>۱</sup> دانشیار رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

<sup>۲</sup> استاد دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

<sup>۳</sup> دانشجوی دکتری رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

پذیرش مقاله ۱۳۹۴/۹/۸ \*

\* دریافت مقاله ۱۳۹۴/۴/۱۷

### چکیده

#### مقدمه و اهداف

یکی از آسیب‌های دوران سالمندی، آسیب‌های ناشی از افتادن حین راه رفتن است هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر شش هفته تمرینات تعادلی بر سازگاری کینماتیک مفاصل ران، زانو و مچ پا در راه رفتن زنان سالمند بود.

#### مواد و روش‌ها

تحقیق به روش نیمه تجربی انجام شد. بدین منظور ۲۰ زن سالمند با دامنه سنی ۶۰-۷۵ (۶۷/۷۲±۴/۸۴ سال) به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب و از طریق گمارش تصادفی ساده به دو گروه ده نفری کنترل و تمرین تقسیم شدند. سپس از آزمودنی‌های هر دو گروه یک آزمون مشابه پیاده‌روی در یک مسیر هفت متری با سرعت گام برداری مورد دلخواه طی دو جلسه پیش و پس از آزمون به فاصله شش هفته از هم گرفته شد. گروه تمرین به طور منظم هفته‌ای ۳ جلسه و در مجموع ۱۸ جلسه تمرینات تعادلی (شامل انواع ایستادن‌ها و راه رفتن‌ها) را بر اساس پروتکل تعیین شده انجام دادند. با استفاده از دستگاه تحلیل حرکتی ویژگی‌های کینماتیک راه رفتن شامل دامنه حرکت مفاصل ران، زانو و مچ پا جمع‌آوری و از طریق نرم افزار کرتکس تحلیل شد. داده‌ها با استفاده از تحلیل واریانس مرکب (۲ گروه × ۲ زمان) تحلیل شدند.

#### یافته‌ها

نتایج تحقیق بهبود معنی‌دار در دامنه حرکت مفاصل ران ( $P=0/03$ ) در گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل نشان داد. دامنه حرکتی مفاصل زانو ( $P=0/12$ ) در گروه تمرین، نسبت به گروه کنترل معنی‌دار نبود. تفاوت معنی‌داری در دامنه حرکتی مچ پا در دو گروه تمرین تعادلی و کنترل مشاهده نشد ( $P=0/28$ ).

#### نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که سازگاری‌های کینماتیک مفاصل ران در زنان سالمند زیر تأثیر شش هفته تمرینات تعادلی قرار می‌گیرند. بنابراین، مداخله تمرینات تعادلی می‌تواند رویکرد موثری در بهبود فاکتورهای خطرزا در افتادن و توسعه جابجایی ایمن در جمعیت افراد سالمند باشد.

#### واژه‌های کلیدی

راه رفتن، زنان سالمند، تمرینات تعادلی، دامنه حرکتی مفاصل

نویسنده مسئول: سحر محمدزاده. دانشجوی دکتری رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

آدرس الکترونیکی: [saharmohammadzadeh@gmail.com](mailto:saharmohammadzadeh@gmail.com)

## مقدمه و اهداف

سالمندی بخشی از فرآیند زیستی است که تمام موجودات زنده از جمله انسان را در برمی‌گیرد. این تغییرات زیستی با کاهش نیروی حیاتی و تطابقی یعنی کاهش ظرفیت انطباق فرد با شرایط ناگهانی و ناتوانی در ایجاد تعادل مجدد همراه بوده و به تدریج دگرگونی‌هایی را در ساختار و عملکرد اعضای مختلف بدن فرد به وجود می‌آورد<sup>[۱]</sup>. با پیشرفت بهداشت و آرایه مراقبت‌های پیشگیرانه و کنترل بیماری‌های واگیردار، طول عمر انسان بیشتر شده بطوریکه شمار سالمندان به خصوص در کشورهای پیشرفته و در حال توسعه به شدت افزایش یافته است. پیش بینی‌ها نشان می‌دهند که تا سال ۲۰۲۵، افراد سالمند ۲۶ درصد از کل جمعیت جهان را تشکیل خواهند داد<sup>[۲]</sup>. در ایران نیز تعداد افراد سالمند به سرعت در حال افزایش است. به طوریکه، طی ۵۰ سال آینده ۲۰ درصد افراد جامعه را سالمندان تشکیل خواهند داد و ۲۶ میلیون نفر سالمند بالای ۶۰ سال خواهیم داشت<sup>[۳]</sup>. یکی از مهمترین عواملی که سلامتی سالمندان را به خطر می‌اندازد، تغییرات بوجود آمده در راه رفتن آن‌ها می‌باشد<sup>[۴]</sup>.

راه رفتن به عنوان مهارت پایه‌ای، بیشترین بخش فعالیت حرکتی روزمره انسان را به خود اختصاص داده و ممکن است برای سنجش کیفیت زندگی، وضعیت سلامتی و عملکرد جسمانی افراد سالمند مورد استفاده قرارگیرد؛ به طوریکه پارامترهای مشخص نظیر طول گام، سرعت راه رفتن ممکن است برای سنجش خطر زوال عقل، خطر افتادن و حتی مرگ سالمند مورد استفاده قرارگیرد<sup>[۵]</sup>.

زمین خوردن در جمعیت سالمندان، مشکل شایعی است. تقریباً ۳۰ درصد از افراد سالمند یک بار در سال زمین خوردن را تجربه می‌کنند<sup>[۶]</sup>. شواهد نشان می‌دهد که یکی از دلایل اصلی مرگ و میر سالمندان به آسیب‌های ناشی از افتادن مربوط می‌شود. بر اساس آمار ۷۰٪ افتادن افراد مسن در حین راه رفتن اتفاق می‌افتد<sup>[۷،۸]</sup>. عوامل چندگانه‌ای در افتادن دخیل هستند، به گونه‌ای که محققین عوامل موثر بر افتادن را به دو دسته عوامل درونی شامل کمبود تعادل، بیماری‌های نورولوژیکی، اختلال در عملکرد سیستم‌های فیزیولوژیک بدن، اختلالات حسی (کاهش فعالیت حس بینایی، حسی-پیکری و دهلیزی) اختلالات اسکلتی-عضلانی و غیره و نیز عوامل بیرونی شامل استفاده از کفش نامناسب و ناهمواری زمین تقسیم بندی کرده اند<sup>[۹]</sup>.

هدف بیشتر تحقیقات انجام شده در زمینه راه رفتن در دوران سالمندی، کاهش تعداد افتادن‌ها و پیش بینی عوامل موثر در افتادن افراد سالمند در حین راه رفتن می‌باشد<sup>[۱۰]</sup>. سه اصلی که بر الگوی راه رفتن اثر گذار است عبارتند از تغییرات مربوط به کاهش قدرت، تغییراتی که باعث تخریب کنترل تعادل می‌شود و تغییراتی که باعث محدود کردن دامنه حرکتی می‌شود<sup>[۱]</sup>.

مطالعات گوناگون نشان داده است که به علت اختلالاتی که با افزایش سن در نتیجه محدودیت‌های حرکتی و جسمانی در سیستم‌های مختلف بدن انسان بوجود می‌آید، توانایی افراد مسن در حفظ تعادل و راه رفتن کاهش یافته و با سالمندی راه رفتن فرد آرام‌تر و گام‌های کوتاه‌تر می‌شود به طوری که هر دو مولفه برای بهبود ثبات در مقابل تهدیدهای تعادل مهم و ضروری هستند<sup>[۱۱]</sup>. در تحلیل کینماتیک راه رفتن افراد سالمند، سالمندان با سابقه افتادن دامنه حرکت کمتری در مچ پا و یک تاخیر در حداکثر دورسی فلکشن مچ پا در مرحله ایستا دارند، که محققان فکر می‌کنند ممکن است افتادن را پیش‌بینی کند<sup>[۱۲]</sup>. کاهش سازگاری<sup>۱</sup> در حداکثر اکستنشن مفصل ران و افزایش جبرانی در تیلت قدامی مفصل ران در طول هر دو سرعت آرام و سریع، شیوع انقباض‌های فلکشن ران را در جمعیت افراد سالمند بیان می‌کند<sup>[۱۳]</sup>.

یک راهکار بسیار مهم برای گسترش و افزایش تحریک عضلات ضد جاذبه، تمرین یا فعالیت‌های بدنی است<sup>[۱۴]</sup>. فعالیت بدنی و ورزش از جمله روش‌هایی است که برای پیشگیری و به تاخیر انداختن یا درمان مشکلات ناشی از فرایند پیری به کار می‌رود و تاثیر مثبت آن بر روی کیفیت زندگی افراد از جمله سالمندان مستند شده است. نزدیک به نیمی از تغییراتی که در عملکردهای فیزیکی در دوران سالمندی به وجود می‌آید، در نتیجه عدم فعالیت و بی‌حرکی است. استفاده از تمرین بدنی به عنوان یک وسیله ارزان قیمت، قابل دسترس، غیرتهاجمی و کم‌خطر در حفظ سلامتی، تحرک و حفظ یا بازیابی تعادل و پیشگیری از افتادن امری پذیرفته و توصیه شده است. تعداد بسیاری از مطالعات موجود در زمینه الگوهای حرکتی افراد مسن بر الگوی راه رفتن متمرکز است و از مداخلات مختلفی برای بهبود متغیرهای مرتبط با الگوی راه رفتن سالمندان استفاده شده است. Salmela و همکاران (۲۰۰۸) تاثیر تمرینات هوازی و قدرتی را بر متغیرهای کینماتیک و کینتیک راه رفتن تایید

می‌کنند<sup>[۱۵]</sup>. DiBenedetto و همکاران (۲۰۰۵) تاثیر مداخله‌ای تمرینات را بر کینماتیک مفاصل در حین راه رفتن، شامل زاویه و دامنه حرکتی مفاصل بررسی کردند. اگرچه طول، آهنگ گام و سرعت راه رفتن تمایل به کاهش داشتند، زاویه مفصل ران در مراحل تماس پاشنه<sup>۲</sup>، بلند شدن پنجه<sup>۳</sup> و حمایت میانی<sup>۴</sup> در یک چرخه راه رفتن افزایش و زاویه زانو و پلانتر فلکشن میچ<sup>۵</sup> پا در مرحله نوسان راه رفتن افزایش یافته است<sup>[۱۶]</sup>. Vickers و همکاران (۲۰۰۸) تاثیر تمرینات ترکیبی را بر بهبود عملکرد جسمانی و کینماتیک مفاصل حین راه رفتن شامل زاویه مفاصل و دامنه حرکتی آنها مفید دانستند<sup>[۱۷]</sup>. Cao و همکاران (۲۰۰۷) اثر یک برنامه تمرینی را بر عملکرد بدنی و کینماتیک راه رفتن (شامل زاویه مفاصل و دامنه حرکتی مفصل) زنان سالمند را ارزیابی کرده و دریافتند که در مرحله حمایت دوگانه<sup>۵</sup> زاویه مفصل زانو و ران به سمت فلکشن تغییر می‌کند. این تغییرات همراه با افزایش دامنه حرکتی مفصل میچ<sup>۵</sup> پا و زاویه پلانتر فلکشن آن در مرحله جدا شدن پنجه پا همراه بوده است<sup>[۱۸]</sup>. صادقی و همکاران در مطالعه‌ای تاثیر هشت هفته تمرین استقامتی را بر برخی پارامترهای کینماتیک راه رفتن سالمندان غیرفعال بررسی کردند و نتیجه گرفتند که تمرین استقامتی با تقویت عضلات فلکسور و اکستنسور موجب افزایش دامنه حرکتی مفصل ران و به تبع آن افزایش درصد استقرار در مرحله نوسان راه رفتن افراد سالمند غیر فعال می‌شود<sup>[۱۹]</sup>. حرکت در سالمندان ممکن است تحت اثر معکوس کاهش انعطاف‌پذیری و دامنه حرکتی قرار گیرد. Kerrigan (۲۰۰۱) دریافت که حداکثر باز شدن<sup>۶</sup> ران، در سالمندان سالم در مقایسه با افراد جوانتر محدودتر است<sup>[۲۰]</sup>. حتی در سالمندانی که مستعد افتادن هستند نیز محدودتر است<sup>[۲۰]</sup>. بنابراین برنامه‌های تمرینی که باعث افزایش دامنه حرکتی اکستنشن ران می‌شود، سرعت راه رفتن را افزایش می‌دهد<sup>[۲۱]</sup>. با توجه به تاثیر افزایش سن و تغییرات منفی مرتبط با آن در تعادل و متغیرهای کینماتیک راه رفتن، فعالیت بدنی بخصوص تمرینات تعادلی می‌تواند بر بهبود تعادل و تعدیل یا کاهش تغییرات زیستی که در طول زمان ظاهر می‌شود، موثر واقع شود<sup>[۱۹]</sup>. به دلیل تفاوت در روش تحقیق و پرسش‌های بسیار در مورد نوع و شدت تمرین برای سالمندان و از آنجائیکه در مطالعات قبلی تمرینات قدرتی، استقامتی و ترکیبی بیشتر مورد توجه قرار گرفته و تمرینات تعادلی که بر اساس تعادل ایستا و پویا باشد کمتر مورد توجه قرار گرفته است. هدف از اجرای تحقیق بررسی تاثیر شش هفته تمرینات تعادلی بر سازگاری کینماتیک دامنه‌ی حرکت مفاصل زنان سالمند در حین راه رفتن بود.

## مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون با گروه کنترل است. جامعه مورد مطالعه تحقیق شامل زنان سالمند بین ۶۰-۷۵ سال شهر تهران بودند. جامعه آماری تحقیق شامل ۲۰۰ سالمند زن عضو کانون جهانگردان سرای محله ولنجک بود که از این جامعه ۲۵ نفر به صورت در دسترس به عنوان نمونه انتخاب شدند و به صورت داوطلبانه در تحقیق شرکت نمودند. معیارهای ورود به مطالعه شامل نداشتن بینایی اصلاح نشده، شکستگی استخوان، سابقه گرفتاری به بیماری‌هایی مانند پارکینسون و ام‌اس، بیماری‌های قلبی- عروقی، داشتن حس شنوایی سالم، نداشتن مصرف داروی خاص و نداشتن نیاز به وسایل کمکی نظیر عصا و واکر بودند. علاوه بر اظهارات شرکت‌کننده‌ها، محقق نیز به طور تجربی (منظور از مشاهده تجربی محقق بررسی این موضوع بود که آیا سالمندان قادرند مسافت ۹ متری را به شکل مستقل و بدون کمک دیگران اجرا کنند) از وجود آنها اطمینان حاصل کرد. در ضمن هیچ یک از آزمودنی‌های تحقیق توسط پزشک از انجام فعالیت ورزشی منع نشده بودند. در صورت شرکت نکردن منظم شرکت‌کنندگان در تمرین و یا بیماری و اتفاق خاصی که مانع از انجام تمرین می‌شد معیار خروج از تحقیق محسوب می‌گردید، این شاخص‌ها با پرسشنامه ثبت اطلاعات فردی (محقق ساخته) گردآوری شدند. این تحقیق مورد تایید کمیته اخلاق گروه رفتار حرکتی دانشگاه شهید بهشتی است و پروتکل تمرین در این گروه مورد تایید قرار گرفته است و همچنین دارای کد ثبت از مرکز کارآزمایی بالینی ایران به شماره کد IRCT2013061513672N1 می‌باشد. آزمودنی‌ها طی یک جلسه در آزمایشگاه حضور یافتند و بعد از آشنایی با محیط آزمایشگاه و ابزارهای مورد استفاده در تحقیق، فرم‌های رضایت

- 2 Heel Contact
- 3 Toe off
- 4 Mid Stance
- 5 Double support
- 6 Extension

نامه شرکت در تحقیق، فرم پرسشنامه سلامت و سطح فعالیت بدنی (با استفاده از پرسشنامه محقق ساخته) و آزمون معاینه مختصر وضعیت شناختی<sup>۷</sup> [۲۲]، (پایایی ۰/۸۱) (این به چه معنی است؟ اگر در مورد آزمون کوتاه است باید توضیح دهید. این گونه مطرح کردن صحیح نیست (چون تعداد سوالات پرسشنامه کوتاه است از این ورژن استفاده می شود و ترجمه عنوان پرسشنامه، بررسی وضعیت هوشیاری و ذهنی سالمندان است) [۲۳]، برای بررسی وضعیت شناختی آزمودنی ها و اطمینان از گرفتار نبودن آنها به دمانس<sup>۸</sup> سالمندی گرفته شد. معیار ورود افراد به تحقیق کسب حداقل نمره ۲۴ از ۳۰ در پرسشنامه معاینه مختصر وضعیت شناختی (MMSE) بود که توسط سالمندان تکمیل گردید. تعداد ۲۵ نفر به صورت نمونه گیری دردسترس با داشتن تمام شرایط لازم (به دلیل گروه خاص بودن، افت آزمودنی به خاطر شرکت نکردن آزمودنی ها به دلیل مشکلات شخصی و موارد پیش بینی نشده در تمرین به مدت شش هفته و تمایل کمتر آنها به شرکت در تحقیق به مدت شش هفته)، انتخاب شدند (چرا ۲۵ نفر؟ با توجه به کتاب آمار و روش تحقیق دکتر دلوار تحقیق تجربی را می توان با ۲۵ نفر انجام داد). ۱۳ نفر در گروه کنترل و ۱۲ نفر در گروه تمرین تعادلی، بصورت تصادفی قرار گرفتند که در طول پروتکل تحقیق از گروه کنترل سه نفر و از گروه تمرین تعادلی دو نفر از ادامه و شرکت در آزمون انصراف دادند. بنابراین پروتکل تحقیق با ۱۰ نفر گروه کنترل و ۱۰ نفر گروه تمرین تعادلی به پایان رسید. بطوریکه پس از جلسه اول آشنایی با محیط آزمایشگاه و تکمیل پرسشنامه ها، از آزمودنی های هر دو گروه یک تست مشابه پیاده روی، در جلسات دوم (پیش آزمون) و سوم (پس آزمون) به فاصله شش هفته از هم گرفته شد. پس از نصب مارکرها به روش هلن هایز [۲۴] بر روی نقاط مورد نظر: وسط پیشانی (مارکر سر)، برجستگی استخوان فوق خاصره، برجستگی بزرگ استخوان ران و کندیل خارجی استخوان درشت نی (خارج زانو)، قوزک پا (مچ)، پاشنه پا و پنجمین استخوان کف پای بدن آزمودنی های هر دو گروه، از آنها خواسته شد تا مسیر ۷ متری مشخص شده ای را با سرعت گام برداری دلخواه و با پای برهنه (برای به حداقل رساندن اثر نوع کفش) به صورت رفت و برگشت از مقابل دوربین هایی که از راست به چپ چیده شده بودند راه بروند، تا پارامترهای کینماتیکی منتخب راه رفتن شامل: دامنه حرکتی مفاصل ران، زانو و مچ پا از طریق ۸ دوربین تحلیل حرکتی نصب شده در آزمایشگاه رفتار حرکتی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه شهید بهشتی ثبت شود. در فاصله شش هفته بین پیش آزمون و پس آزمون گروه کنترل هیچ فعالیت منظم یا تمرین خاصی را نداشتند در صورتیکه گروه تمرین، هفته ای ۳ جلسه، به مدت حداقل ۴۵ دقیقه تا یک ساعت و به طور منظم در مجموع ۱۸ جلسه به مدت شش هفته برنامه تمرینات تعادلی با تاکید بر روی تعادل ایستا و پویا، توانایی راه رفتن در مدل های مختلف شامل: راه رفتن پاشنه به پنجه، پنجه به پاشنه، راه رفتن به شکل گردو شکسته، راه رفتن با نگاه کردن به یک تصویر بر روی دیوار روبرو (در یک مسیر ۱۰ متری)، راه رفتن مسیر ۱۰ متری همراه با عبور از استپ هایی که در مسیر قرار گرفته بودند، راه رفتن به شکل هشت انگلیسی، نشستن و برخاستن از صندلی و پیمودن مسیر ۱۰ متری، همه تمرینات با چهار بار تکرار رفت و برگشتی را زیر نظر محقق همراه با ۵ دقیقه گرم کردن ابتدایی و سرد کردن انتهایی برای جلوگیری از هر گونه آسیب احتمالی انجام دادند. لازم به ذکر است کلیه مراحل پیش آزمون و پس آزمون بطور مشابه و در ساعات بین ۸ صبح الی ۱۲ ظهر گرفته می شد. همچنین همه ی برنامه های تمرینی از اصول تمرین، مانند اصل اختصاصی بودن تمرین و اصل اضافه بار تدریجی پیروی می کردند [۲۵].

دستگاه تحلیل حرکتی<sup>۹</sup> ساخت کشور آمریکا از ۸ دوربین مادون قرمز با قابلیت ۲۴۰ فریم در ثانیه طراحی شده است. پیش از خروجی داده ها در نرم افزار کرتکس به منظور حذف نویزهای موجود از فیلتر زیرگذر با ترتیب چهارم باترورت<sup>۱۰</sup> ۶/۸ هرگز استفاده شد و سپس داده های عددی آماده شده در فرمت اکسل به برنامه SPSS انتقال داده شدند.

داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۶ تحلیل شدند. برای تعیین طبیعی بودن داده ها از آزمون شاپیروویلیک<sup>۱۱</sup> و با توجه به طبیعی بودن توزیع داده ها از آزمون های پارامتریک استفاده شد. از آزمون t مستقل برای بررسی همگن بودن داده های پیش آزمون دو گروه و برای بررسی برابری واریانس ها از آزمون لوین<sup>۱۲</sup> استفاده شد. در نهایت برای مقایسه داده ها و بررسی تأثیر شش هفته تمرین تعادلی بر سازگاری

7 Mini Mental Status Examination

8 Senile Dementia

9 Motion analysis

10 Butterworth

11 Shapiro wilk

12 Levin

کینماتیک مفاصل ران، زانو و مچ پا در حین راه رفتن زنان سالمند از تحلیل واریانس مرکب (پیش و پس آزمون ۲×۲ گروه) استفاده شد. سطح معنی داری برای تمام تحلیل های آماری  $P < 0.05$  در نظر گرفته شد.

## یافته ها

مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش آزمون و پس آزمون همراه با گروه کنترل بود، شرکت کنندگان تحقیق ۲۰ سالمند زن که با استفاده از نمونه گیری در دسترس انتخاب شدند. در جدول شماره یک ویژگی های آنترپومتریکی آزمودنی ها ارائه شده است.

جدول ۱: ویژگی های عمومی و آنترپومتریکی آزمودنی ها (میانگین ± انحراف معیار) (n=۲۰)

| سالمندان | سن (سال)   | وزن (کیلوگرم) | قد (سانتی متر) | شاخص توده بدنی (کیلوگرم/متر <sup>۲</sup> ) |
|----------|------------|---------------|----------------|--|
| کنترل    | ۶۸/۸±۶/۰۶  | ۶۶/۷۶±۵/۳۵۷   | ۱/۵۴±۰/۰۳۹     | ۲۸/۴۸±۴/۸۴                                 |
| تمرین    | ۶۶/۶۴±۳/۴۲ | ۶۷/۷۹±۷/۹۲    | ۱/۵۷±۰/۰۵۶     | ۲۷/۸۶±۴/۰۱۶                                |

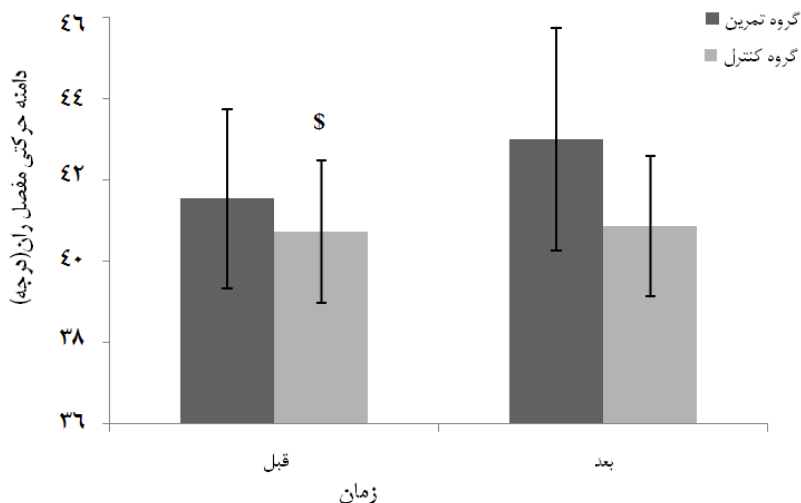
بر پایه جدول ۲ تحلیل آماری داده ها نشان داد که به طور کلی بین تغییرات دامنه حرکتی مفصل ران دو گروه تمرین تعادلی و کنترل اختلاف معنی داری وجود دارد ( $F_{(1,18)} = 5.33, P = 0.03$ ).

جدول ۲: داده های مربوط به دامنه های حرکتی مفاصل در راه رفتن (میانگین ± انحراف معیار) هر دو گروه در پیش و پس آزمون (n=۲۰)

| متغیرها                | گروه تمرین                               |   | گروه کنترل                               |   | سطح معنی داری |
|------------------------|--|---|--|---|---------------|
|                        | پیش آزمون<br>(میانگین ±<br>انحراف معیار) | پس آزمون<br>(میانگین ±<br>انحراف معیار) | پیش آزمون<br>(میانگین ±<br>انحراف معیار) | پس آزمون<br>(میانگین ±<br>انحراف معیار) |               |
| دامنه حرکتی مفصل ران   | ۴۱/۵۵±۲/۲۱                               | ۴۳/۰۱±۲/۷۴                              | ۴۰/۷۴±۱/۶۸                               | ۴۰/۸۷±۱/۷۲                              | $P = 0.03$ \$ |
| دامنه حرکتی مفصل زانو  | ۵۳/۵۷±۳/۳۹                               | *۵۴/۵۳±۲/۸۴                             | ۵۲/۲۴±۳/۰۷                               | ۵۲/۴۸±۲/۷۰                              | $P = 0.01$ *  |
| دامنه حرکتی مفصل مچ پا | ۲۱/۸۶±۲/۳۴                               | ۲۲/۳۶±۱/۹۷                              | ۲۰/۶۵±۱/۸۲                               | ۲۰/۶۷±۱/۷۲                              | $P = 0.28$ \$ |
|                        |  |   |  |   | $P = 0.23$ *  |

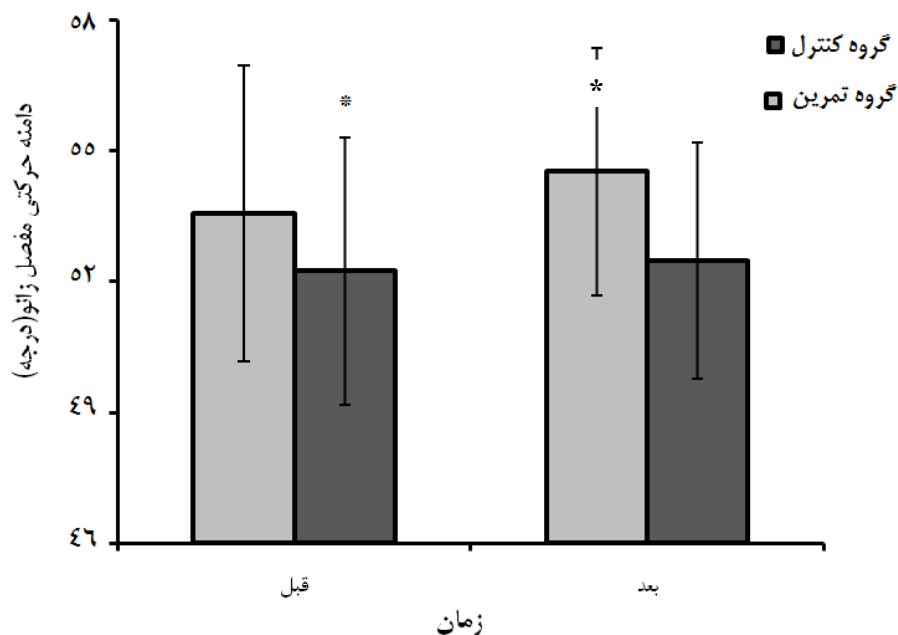
(علامت \$ نشان دهنده تفاوت معنی داری بین گروهی با مرحله قبل - علامت \* نشان دهنده تفاوت معنی داری در درون گروهی با مرحله قبل)

بطوریکه شش هفته تمرینات تعادلی در زنان سالمند باعث افزایش معنی دار ۳/۵ درصدی دامنه حرکتی مفصل ران، نسبت به قبل در گروه تمرین شده است و این تغییرات در مقایسه با تغییرات دامنه حرکتی مفصل ران گروه کنترل که افزایش ۰/۵۶ درصدی داشتند معنی دار بود (نمودار ۱). همچنین مقایسه درون گروهی داده ها نشان داد بین داده های پیش آزمون و پس آزمون، تفاوت معنی داری وجود دارد ( $P = 0.01$ ). بطوریکه دامنه حرکتی مفصل ران در گروه تمرین تعادلی نسبت به پیش آزمون افزایش معنی داری یافته بود ( $P < 0.05$ ).



نمودار ۱: (میانگین  $\pm$  انحراف معیار) دامنه حرکتی مفصل ران، قبل و بعد در دو گروه تمرین تعادلی و کنترل. علامت \* نشان دهنده تفاوت معنی داری با مرحله قبل در درون گروه و علامت S معنی داری بین گروهی ( $n=20$ )

همچنین تحلیل آماری داده‌ها نشان داد که به طور کلی بین تغییرات دامنه حرکتی مفصل زانو در دو گروه تمرین تعادلی و کنترل اختلاف معنی داری وجود ندارد ( $F_{(1,18)}=2/61, P=0/12$ ). با وجود این، مقایسه درون گروهی داده‌ها نشان داد بین داده‌های پیش آزمون و پس آزمون، تفاوت معناداری وجود دارد ( $F_{(1,18)}=7/08, P=0/01$ ). بطوریکه دامنه حرکتی مفصل زانوی پای برتر، در گروه تمرین تعادلی بطور معنی دار افزایش ۱/۸۶ درصدی، نسبت به پیش آزمون یافته بود ( $P<0/05$ ) (نمودار ۲).



نمودار ۲: (میانگین  $\pm$  انحراف معیار) دامنه حرکتی مفصل زانو، قبل و بعد در دو گروه تمرین تعادلی و کنترل. علامت \* نشان دهنده تفاوت معنی داری با مرحله قبل در درون گروه ( $n=20$ )

تحلیل آماری داده‌ها نشان داد که به طور کلی بین تغییرات دامنه حرکتی مچ پا در دو گروه تمرین تعادلی و کنترل اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ( $F_{(1,18)} = 1/23, P = 0/28$ ). همچنین مقایسه درون‌گروهی داده‌ها نشان داد بین داده‌های قبل و بعد، برای زمان یک چرخه راه رفتن تفاوت معنی‌داری در هیچ یک از دو گروه وجود ندارد ( $F_{(1,18)} = 1/51, P = 0/23$ ).

## بحث

هدف از انجام این تحقیق بررسی تاثیر یک دوره برنامه تمرینات تعادلی بر دامنه حرکت مفاصل ران، زانو و مچ پا در حین راه رفتن در زنان سالمند بین سنین ۶۰-۷۵ سال بود. نتایج تحقیق حاضر نشان داد، شش هفته تمرینات تعادلی در زنان سالمند بطور معنی‌داری باعث افزایش دامنه حرکتی مفصل ران پای برتر گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل شد. بطوریکه اندازه تغییرات دامنه حرکتی مفصل ران پای برتر در گروه تمرین با تغییرات دامنه حرکتی مفصل ران پای برتر گروه کنترل بعد از شش هفته تمرینات تفاوت معنی‌داری داشت و مقایسه درون‌گروهی داده‌ها نشان داد در گروه تمرین دامنه حرکتی مفصل ران بعد از شش هفته تمرین تعادلی افزایش معنی‌داری نسبت به پیش داشته است. این در حالی است که در گروه کنترل، دامنه حرکتی مفصل ران نسبت به قبل تغییر نکرده بود. نتایج این تحقیق با تحقیقات دیگر Kerrigan و همکاران، که به بررسی دامنه‌ی حرکت سالمندان پرداخته و مشاهده کردند، حداکثر باز شدن<sup>۱۳</sup> مفصل ران، در سالمندان سالم در مقایسه با افراد جوانتر تحت اثر مخالف کاهش انعطاف‌پذیری قرار گرفته و محدودتر است<sup>[۱۳]</sup>، Salmela و همکاران، تاثیر تمرینات هوازی و قدرتی را بر متغیرهای کینماتیک راه رفتن تایید می‌کنند<sup>[۱۴]</sup>، Dibenedetto و همکاران، به بررسی مداخله‌ای تمرینات بر کینماتیک مفاصل در حین راه رفتن، شامل زاویه و دامنه حرکتی مفاصل پرداخته و مشاهده کردند زاویه مفصل ران در مراحل تماس پاشنه<sup>۱۴</sup>، بلند شدن پنجه<sup>۱۵</sup> و نیم نوسان<sup>۱۶</sup> در یک سیکل راه رفتن افزایش یافته است<sup>[۱۶]</sup>، Vickers و همکاران، تاثیر تمرینات ترکیبی را بر بهبود کینماتیک مفاصل حین راه رفتن شامل زاویه مفاصل و دامنه حرکتی آنها مفید دانستند<sup>[۱۷]</sup>، صادقی و همکاران تاثیر تمرین استقامتی را بر برخی پارامترهای کینماتیک راه رفتن افراد سالمند غیر فعال بررسی و مشاهده کردند که تقویت عضلات فلکسور و اکستنسور موجب افزایش دامنه حرکتی مفصل ران و در نتیجه افزایش درصد استقرار در مرحله نوسان راه رفتن افراد سالمند غیر فعال می‌شود، در واقع معتقدند تمرین بر افزایش دامنه حرکتی در مفصل ران تاثیر مثبت می‌گذارد همخوانی دارد<sup>[۱۸]</sup>. با این وجود شش هفته تمرینات تعادلی بر تغییرات دامنه حرکتی مفصل زانو و مچ پا برتر زنان سالمند در مقایسه بین‌گروهی دو گروه تمرین و کنترل بی‌تاثیر بوده است و مقایسه درون‌گروهی داده‌ها نشان داد، در گروه تمرین دامنه حرکتی مفصل زانوی پای برتر بعد از شش هفته تمرین تعادلی کاهش معنی‌داری نسبت به قبل یافته است و دامنه حرکتی مفصل مچ پا نسبت به پیش تغییر نکرده است. این در حالی است که در گروه کنترل دامنه حرکتی مفصل زانو و مچ پا برتر نسبت به پیش بدون تغییر مانده است. با توجه به اینکه تمرین بر دامنه‌ی حرکت مفصل زانو بین دو گروه تاثیر معنی‌داری نداشت، نتایج حاضر با نتایج تحقیق دبور و صادقی و همکاران در رابطه با عدم تغییر قابل توجه در دامنه حرکتی مفصل زانو بر اثر تمرین همخوانی دارد. محققان زیادی از جمله Salmela و همکاران<sup>[۱۵]</sup>، Vickers و همکاران<sup>[۱۷]</sup>، Dibenedetto و همکاران و در بررسی تمرینات مداخله بر کینماتیک مفاصل در حین راه رفتن مشاهده کرد که زاویه زانو و پلاننار فلکشن مچ پا در فاز نوسان راه رفتن افزایش یافته است<sup>[۱۶]</sup>، Cao و همکاران در بررسی تاثیر یک برنامه تمرینی بر زاویه مفاصل و دامنه حرکتی مفصل زنان سالمند به این نتیجه دست یافتند که در مرحله حمایت دوگانه<sup>۱۷</sup>، زاویه مفصل زانو و ران گرایش به فلکشن بیشتری دارند. این تغییرات همراه با افزایش دامنه حرکتی مفصل مچ پا و زاویه پلاننار فلکشن آن در مرحله جدا شدن پنجه پا همراه بوده است<sup>[۱۸]</sup>، این نتایج با نتیجه تحقیق حاضر در رابطه با عدم تاثیرگذاری این نوع از تمرینات همخوانی ندارد که دلیل آن احتمالاً مدت جلسه‌ها، دوره و نوع تمرینات می‌باشد. نوع تمرینات مربوط به بهبود آگاهی‌های حس عمقی، بهبود طول گام، بزرگتر کردن گام‌ها و دامنه حرکتی، بهبود کنترل قامت و تعادل می‌باشد.

- 13 Extension
- 14 Heel Contact
- 15 Toe off
- 16 Mid Stance
- 17 Double support



سالمندان ممکن است با افزایش سن دچار کاهش انعطاف‌پذیری و کاهش دامنه حرکتی مفصل‌ها قرار گیرند. حرکت‌های مفصل احتمال دارد بیشتر به سفتی عصبی عضلانی<sup>۱۸</sup> یا بیماری مفصلی شامل حداکثر دورسی فلکشن مچ پا، حداکثر اکستنشن زانو، و حداکثر اکستنشن مفصل ران محدود می‌شود<sup>۱۶</sup>. تغییرات مربوط به سالمندی که بطور منفی تعادل و راه رفتن را تحت تأثیر قرار می‌دهد شامل کاهش قدرت، توده عضلانی، و تراکم استخوان، توزیع دوباره توده بدن، آسیب توانایی تنفسی، آتروفی انتخابی مولفه‌های سیستم عصبی مرکزی که تعادل و راه رفتن را کنترل می‌کند؛ و زوال در عملکرد حسی محیطی را در برمی‌گیرد<sup>۱۷</sup>! با توجه به مطالب ارائه شده می‌توان نقش و تأثیر شش هفته تمرینات تعادلی در بهبود یا افزایش دامنه حرکتی مفصل ران را توجیه کرد در واقع برنامه‌های تمرینی خوب طراحی شده برای هر گروه سنی بزرگسال، قدرت و استقامت عضلانی را افزایش داده<sup>۱۹</sup> و انعطاف‌پذیری مفاصل را بهبود می‌بخشد<sup>۲۰</sup>. علاوه بر بهبود عوامل جسمانی، افزایش انعطاف‌پذیری و قدرت عضلات درگیر در راه رفتن با شش هفته تمرینات تعادلی احتمال دارد به دنبال این سازگاری‌های جسمانی میزان ترس از افتادن را در سالمندان کاهش داده و از طریق افزایش اعتماد به خود می‌تواند مفصل خود را هرچه بیشتر درگیر حرکت کنند که این عوامل روی هم رفته می‌توانند باعث افزایش دامنه حرکتی مفاصل شوند. با این حال با توجه به یافته‌های تحقیق حاضر و نتایج تحقیقات گذشته<sup>۲۸</sup> به نظر می‌رسد تمرین و برنامه‌های تمرینی خوب طراحی شده برای سالمندان، می‌تواند از طریق افزایش قدرت و استقامت عضلانی، افزایش تراکم استخوان و بهبود انعطاف‌پذیری مفاصل روی سرعت راه رفتن تأثیر به‌سزایی داشته باشد<sup>۲۸</sup>. طی مطالعات انجام شده، محققان دریافته‌اند که تمرینات تعادلی یکی از مهمترین فاکتورها در پیشگیری از افتادن است و برنامه‌های مداخله‌ای که نسبت به تمرینات مقاومتی و هوازی بر تمرینات تعادلی تأکید داشتند، بیشتر باعث کاهش خطر افتادن در سالمندان شده است. برای مثال می‌توان به مطالعات Cromwell و همکاران، اشاره کرد که نشان دادند تمرینات تعادلی عملکردی موجب بهبود توانایی راه رفتن می‌شود<sup>۲۹،۳۰</sup>.

### نتیجه‌گیری

بطور کلی براساس یافته‌های تحقیق حاضر می‌توان نتیجه‌گیری نمود که شش هفته تمرینات تعادلی باعث بهبود سازگاری کینماتیک مفاصل ران، زانو و مچ پا در حین راه رفتن می‌شود. طوریکه دامنه حرکت مفصل ران به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. شش هفته تمرینات تعادلی زنان سالمند از طریق سازگاری‌های فیزیولوژیکی و جسمانی موثر بر راه رفتن، بهبود انعطاف‌پذیری و قدرت عضلات درگیر در راه رفتن و افزایش اعتماد به خود می‌تواند در راستای بهبود وضعیت تعادل و افزایش درجابه‌جایی ایمن و مطمئن‌تر در سالمندان مورد استفاده قرار گیرد.

### تشکر و قدردانی

مقاله حاضر با حمایت معاونت پژوهشی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه شهید بهشتی انجام شده است. در پایان از سالمندان شرکت‌کننده در تحقیق و تمام دوستانی که به نوعی ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند کمال سپاسگزاری را داریم.

### منابع

1. Imms F, Edholm O. Studies of gait and mobility in the elderly. *Age and Ageing*; 1981;10(3):147.
2. Shigematsu R, Chang M, Yabushita N, Sakai T, Nakagaichi M, Nho H, et al. Dance-based aerobic exercise may improve indices of falling risk in older women. *Age Ageing*; 2002 Jul;31(4):261-6.
3. President, vice president, strategic planning and oversight of Iran's Statistics Center Selected Population and Housing Census Results printing. Tehran: Statistical Center of Iran printer;1391; p:20-35. [In Persian]
4. Kovacs CR. Age-related changes in gait and obstacle avoidance capabilities in older adults: a review. *Journal of applied gerontology*; 2005;24(1):21-34
5. Robertson DGE. *Research methods in biomechanics: Human Kinetics Publishers*; 2004.p.67-92.
6. Buchner DM, Cress ME, De Lateur BJ, Esselman PC, Margherita AJ, Price R, et al. The effect of strength and endurance training on gait, balance, fall risk, and health services use in community-living older adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 1997;52(4):M218-M24.
7. Menz HB, Lord SR, Fitzpatrick RC. Age-related differences in walking stability. *Age and Ageing*; 2003;32 (2): 42-137.
8. Rogers HL, Cromwell RL, Grady JL. Adaptive Changes in Gait in Older and Younger Adults as Responses to Challenges to Dynamic Balance. *Journal of aging and physical activity*; 2008;16(1):85.

9. Howe T, Rochester L, Jackson A, Banks P, Blair V. Exercise for improving balance in older people (Review). 2008.
10. Winter DA. Biomechanics and motor control of human gait: normal, elderly and pathological;1991P.95-151.
11. Reelick MF, Van Iersel MB, Kessels RPC, Rikkert MGMO. The influence of fear of falling on gait and balance in older people. *Age and Ageing*. 2009;38(4):435-40.
12. Kemoun G, Thoumie P, Boisson D, Guieu JD. Ankle dorsiflexion delay can predict falls in the elderly. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2002;34(6):278-83.
13. Kerrigan DC, Todd MK, Della Croce U, Lipsitz LA, Collins JJ. Biomechanical gait alterations independent of speed in the healthy elderly: evidence for specific limiting impairments. *Archives of physical medicine and Rehabilitation* ;1998;79(3):317
14. Province MA, Hadley EC, Hornbrook MC, Lipsitz LA, Miller JP, Mulrow CD, et al. The Effects of Exercise on Falls in Elderly Patients A Preplanned Meta-analysis of the FICSIT Trials. *JAMA: the journal of the American Medical Association*; 1995; 273(17):1341-7.
15. Teixeira-Salmela LF, Nadeau S, Milot M-H, Gravel D, Requião LF. Effects of cadence on energy generation and absorption at lower extremity joints during gait. *Clinical biomechanics*; 2008; 23(6):769-78.
16. DiBenedetto M, Innes KE, Taylor AG, Rodeheaver PF, Boxer JA, Wright HJ, et al. Effect of a gentle Iyengar yoga program on gait in the elderly: an exploratory study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*; 2005; 86(9):1830-7.
17. Vickers DR, Palk C, McIntosh A, Beatty K. Elderly unilateral transtibial amputee gait on an inclined walkway: a biomechanical analysis. *Gait & posture*; 2008;27(3):518-29.
18. Cao Z-B, Maeda A, Shima N, Kurata H, Nishizono H. The effect of a 12-week combined exercise intervention program on physical performance and gait kinematics in community-dwelling elderly women. *Journal of physiological anthropology*; 2007; 26(3): 325-32.
19. Sadeghi H, Hemati Nezhad MA, Baghban M. The effect of endurance training on a few kinematics parameters in gait of non-active elderly people. *Iranian Journal of Ageing*; 2009;4(11): 62-9. [In Persian]
20. Kerrigan DC, Lee LW, Collins JJ, Riley PO, Lipsitz LA. Reduced hip extension during walking: healthy elderly and fallers versus young adults. *Archives of physical medicine and Rehabilitation*; 2001;82(1):26-30.
21. Kerrigan DC, Xenopoulos-Oddsson A, Sullivan MJ, Lelas JJ, Riley PO. Effect of a hip flexor-stretching program on gait in the elderly. *Archives of physical medicine and Rehabilitation*; 2003;84(1):1.
22. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-mental state": a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of psychiatric research*; 1975;12(3):189-98.
23. Seyedian M, Nejat S, Delavar A, Gasemzadeh H.[validity of the farsi version of Mini Mental State Examination (MMSE)]. *Journal of Medical Council of Islamic Republic of IRAN*; 1997;4(25): 408-414. [In Persian]
24. Sutherland, D.H., The evolution of clinical gait analysis: Part II Kinematics. *Gait & posture*, 2002. 16(2): p. 159-179.
25. Scott S. *ABLE bodies balance training: Human Kinetics Publishers*; 2008.p:200-330.
26. Judge JO, Ounpuu S, Davis 3rd R. Effects of age on the biomechanics and physiology of gait. *Clinics in geriatric medicine*; 1996;12(4):659.
27. McGraw B, McClenaghan BA, Williams HG, Dickerson J, Ward DS. Gait and postural stability in obese and nonobese prepubertal boys. *Archives of physical medicine and rehabilitation*; 2000;81(4):484-9.
28. Chakravarthy MV, Joyner MJ, Booth FW, editors. An obligation for primary care physicians to prescribe physical activity to sedentary patients to reduce the risk of chronic health conditions. *Mayo clinic proceedings*; 2002: Elsevier.p:165-17
29. 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.
30. Lin MR, Hwang HF, Wang YW, Chang SH, Wolf SL. Community-based tai chi and its effect on injurious falls, balance, gait, and fear of falling in older people. *Physical therapy*. 2006;86(9):1189-201.