

Effect of whole body vibration training program on strength, flexibility and mobility in inactive elderly men

Hosseini SH^{*1}, Samami N², Heshmati S³, Mohamadi A⁴

Abstract

Introduction and purpose: Physical fitness is important for health promotion, functional independence and falling prevention in elderly. Due to the unwillingness or inability of the elderly to do conventional exercises, designing the simple, safe and tolerable exercises for this population is essential. The purpose of this study was to examine the effect of whole body vibration training - in comparison with non-vibration training - on strength, flexibility and mobility in the inactive elderly.

Materials & Methods: In this Quasi-experimental research, 45 inactive male elderly (60-80 years old) were selected by available method and were divided randomly into 3 groups: control, whole body vibration exercise and non-vibration exercise. The protocol of both exercises included 6 weeks of knee dynamics squats - 3 sessions per week and 50 minutes each session. The vibration exercise group performed exercises on a vibratory platform with a frequency of 30-35 Hz and an amplitude of 5-8 mm. The no-vibration exercise group, did similar exercises but without using vibration. Strength, flexibility and mobility of participants were evaluated before and after the study period. Data analysis was done by ANOVA and paired t-test.

Findings: At the beginning of the study, there were no significant differences between the three groups in physical fitness indices ($P>0.05$). After interventions, significant differences were found in the elderly's physical fitness indices (with the exception of hand grip strength). The strength and flexibility of upper limb and explosive power were significantly higher in both training groups (without significant difference) compared to the control group ($P<0.05$). However, the strength and flexibility of the lower extremity and mobility in the vibration exercise group were significantly higher than the control group, but also compared to the non-vibration group ($P<0.05$).

Conclusion: Based on the findings of this study, whole body vibration training can be recommended with regard to the possibility of improving functional fitness parameters, as an alternative exercise practice for the elderly who are not able to perform common resistance exercises due to motor constraints.

Key words: Inactive elderly, whole body vibration training, strength, flexibility, mobility

Received: 2017/09/15

Accepted: 2017/12/06

Copyright © 2018 Quarterly Journal of Geriatric Nursing. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution international 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) which permits copy and redistribute the material, in any medium or format, provided the original work is properly cited.

1 - Assistant professor in sport biomechanics, Faculty of sport sciences, University of Guilan, Guilan, Iran.

(Corresponding Author): E-mail: hoseini.papers@gmail.com

2 - Assistant professor in sport medicine, Faculty of sport sciences, University of Guilan, Guilan, Iran

3 - MSc student in corrective exercises, Faculty of sport sciences, University of Guilan, Guilan, Iran

4 - MSc in corrective exercises, Faculty of sport sciences, Islamic Azad University of Karaj, Guilan, Iran

اثر برنامه تمرین ارتعاش کل بدن بر قدرت، انعطاف‌بدنی و تحرک‌پذیری در مردان سالمند غیرفعال

سید حسین حسینی*^۱، نادر سمایی^۲، صفورا حشمتی^۳، آریتا محمدی^۴

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۶/۲۴

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۹/۱۵

چکیده

مقدمه و هدف: آمادگی جسمانی، برای ارتقای سلامت، استقلال عملکرد و پیشگیری از زمین خوردن سالمندان، حائز اهمیت است. بدلیل عدم تمایل یا توانایی سالمندان برای انجام تمرینات مرسوم، طراحی تمریناتی ساده، ایمن و قابل تحمل توسط این جمعیت، ضروری است. هدف پژوهش حاضر، تعیین تاثیر تمرینات ارتعاش کلی بدن - درمقایسه با تمرینات فاقد ارتعاش - بر قدرت، انعطاف بدنی و تحرک‌پذیری در سالمندان غیرفعال بود.

مواد و روش‌ها: در پژوهش نیمه تجربی حاضر، ۴۵ مرد سالمند غیرفعال (۶۰ تا ۸۰ ساله) به صورت در دسترس انتخاب و به صورت تصادفی به ۳ گروه کنترل، تمرین ارتعاش کل بدن و تمرین بدون ارتعاش، طبقه‌بندی شدند. پروتکل هر دو گروه تمرینی، شامل ۶ هفته اجرای اسکات‌های دینامیک زانو - هر هفته ۳ جلسه و هر جلسه ۵۰ دقیقه - بود. گروه تمرین ارتعاش، تمرینات خود را روی یک پلت‌فورم ویبریشن با فرکانس ۳۰-۳۵ هرتز و دامنه ۵-۸ میلی‌متر اجرا کردند. گروه تمرین فاقد ارتعاش، تمرینات مشابهی را اما بدون استفاده از ویبریشن انجام دادند. قدرت، انعطاف‌پذیری و تحرک‌پذیری شرکت‌کنندگان قبل و پس از دوره مطالعه، به وسیله آزمون‌های عملکردی آمادگی جسمانی ارزیابی شد. تحلیل داده‌ها بوسیله آزمون‌های ANOVA و t همبسته صورت گرفت.

یافته‌ها: در آغاز مطالعه، بین شاخص‌های آمادگی جسمانی سه گروه تفاوت‌های معنی‌داری وجود نداشت ($P > 0.05$). پس از مداخلات، تفاوت‌های معنی‌داری در شاخص‌های آمادگی جسمانی سالمندان (به استثنای قدرت چنگش دست) مشاهده شد ($P < 0.05$). قدرت و انعطاف اندام فوقانی و توان انفجاری در هر دو گروه تمرینی (بدون تفاوت معنی‌دار باهم) در مقایسه با گروه کنترل، به طور معنی‌داری بیشتر بود ($P < 0.05$). با این وجود، قدرت و انعطاف اندام تحتانی و تحرک‌پذیری در گروه تمرین با ارتعاش نه تنها نسبت به گروه کنترل، بلکه همچنین درمقایسه با گروه فاقد ارتعاش، به طور معنی‌داری بیشتر بود ($P < 0.05$).

نتیجه‌گیری: بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، تمرین ارتعاش کل بدن را می‌توان با توجه به امکان بهبود پارامترهای آمادگی عملکردی، به عنوان یک شیوه تمرینی جایگزین برای سالمندانی که بدلیل محدودیت‌های حرکتی قادر به اجرای تمرینات مقاومتی رایج نیستند، توصیه نمود.

کلیدواژه‌ها: سالمندان غیرفعال، تمرین ارتعاش کل بدن، قدرت، انعطاف‌پذیری، تحرک‌پذیری

۱- استادیار بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران
(نویسنده مسؤول). پست الکترونیکی: hoseini.papers@gmail.com

۲- استادیار طب ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه گیلان

۴- کارشناس ارشد حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

مقدمه

افزایش امید به زندگی و کاهش میزان باروری در دنیا، باعث به وجود آمدن پدیده سالمندی در جهان و ایران شده است. بر اساس آمارهای سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۰۰ حدود ۶۰۰ میلیون سالمند در جهان زندگی می‌کردند و این میزان در سال ۲۰۲۵ به ۱/۲ میلیارد نفر و در سال ۲۰۵۰ به ۲ میلیارد نفر خواهد رسید (۱). براساس سرشماری سال ۱۳۹۰ بیش از ۸/۲ درصد جمعیت ایران را افراد ۶۰ ساله و بالاتر تشکیل می‌دهند و لازم است پدیده سالمندی به عنوان یکی از مهمترین چالشهای ایران آینده در نظر گرفته شود (۱). یکی از مسائل مهم در حفظ و ارتقای سلامت و کیفیت زندگی سالمندان، حفظ استقلال در فعالیت‌های روزمره و فراهم کردن شرایطی است که آن‌ها بتوانند به صورت فعال و غیر وابسته ادامه‌ی زندگی دهند (۲). ضعف عضلانی و کاهش توانایی تولید نیرو، از مهمترین عوامل خطر مرتبط با زمین خوردن و از دست دادن استقلال عملکردی در سالمندان هستند (۳). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که شرکت منظم در فعالیت‌های بدنی و ورزش به افراد مسن کمک می‌کند تا استقلال عمل و تحرک خود را حفظ کنند، تکرار آسیب‌های ناشی از سقوط و افتادن را کاهش دهند، تعادل و هماهنگی شان را بهبود بخشند، بتوانند قدرت و استقامت عضلانی را در این سنین حفظ کنند و سرانجام از کیفیت زندگی مطلوبی بهره‌مند گردند (۴). آمادگی جسمانی را می‌توان به عنوان توانایی کلی بدن برای انجام امور روزمره به طور کارآمد و بدون خستگی بی‌مورد تعریف کرد. توانایی حرکتی و آمادگی جسمانی شامل قدرت، استقامت، انعطاف و چابکی، برای زندگی سالم لازم است. با توجه به این که بخش اعظمی از جمعیت سالمندان، مایل و یا قادر به انجام برنامه‌های تمرینی مرسوم نیستند (۵، ۶)، بنابراین به نظر می‌رسد جایگزین کردن تمرینات نیاز به توجه جدی دارد که با توجه به محدودیت‌های حرکتی و عملکردی سالمند، استفاده از تمرین‌های ساده، با ایمنی بالا و خستگی کم مورد توجه قرار گرفته است. در بررسی‌های سیستماتیک نتیجه‌گیری شده است که تمرینات ارتعاش کل بدن^۱

(WBVT) در مقایسه با بیشتر مداخلات تمرینی شدیدتر، شاید نوعی تمرین ایمن تر و با خستگی کمتر همراه با اثرات مفید بر مهارت‌های حرکتی می‌باشد (۷). استفاده از WBVT در بین سالمندانی که سکون و کم‌ تحرکی بیشتری نسبت به سایر اقشار جامعه دارند، گامی مثبت تلقی می‌شود (۸). انجام تمرین روی سیستم ارتعاش کل بدن به گونه‌ایست که در آن افراد تمرینات مختلف را در یک وضعیت ایستاده بر روی یک صفحه ارتعاش انجام می‌دهند (۹). این نوع تمرینات می‌تواند در بهبود عملکرد عصبی-عضلانی و در نتیجه افزایش تعادل سالمندان و کاهش احتمال به زمین افتادن آنها موثر باشد. به علاوه WBVT یک نوع تمرین ایمن و قابل تحمل برای افراد سالمند محسوب می‌شود (۱۰). محققان در سال ۲۰۱۵ نشان دادند که WBVT می‌تواند به عنوان یک شیوه تمرینی در شرکت کنندگانی که قادر نیستند ورزش‌های استاندارد را انجام دهند به کار برده شود (۱۱). ریحیمی و همکاران در پژوهشی نشان دادند که تمرینات ارتعاش با مکمل کراتین در کوتاه مدت باعث بهبود قدرت دست شده اما بر سایر عوامل آمادگی جسمانی مردان سالمند اثر معنی داری ندارد (۱۲). سیف و همکاران در پژوهشی نشان دادند که با انجام دوره‌های کوتاه مدت تمرین ویبریشن می‌توان به تقویت قدرت دست، پا و تعادل سالمندانی که امکان شرکت در دوره‌های طولانی مدت تمرینات را ندارند پرداخت (۱۳). پارک، سون و کو^۲ در مطالعه‌ای تاثیرات تمرینات ارتعاش کل بدن را بر سلامت قلب و عروق و ساز و کارهای آن در رابطه با بهبود قدرت عضلانی و ترکیب بدن در جمعیت‌های مختلف نشان دادند (۱۴). توفیقی و همکاران در پژوهشی نشان دادند که تمرینات ارتعاش کل بدن، می‌تواند با بهبود عملکرد عصبی عضلانی افراد سالمند، خطر زمین خوردگی را در آنها کاهش دهد (۱۰). گومز-کابلو و همکاران^۳ نیز تاثیر تمرینات کوتاه مدت ارتعاش را در بهبود آمادگی جسمانی افراد سالمند مثبت نشان دادند (۱۵). در مطالعه‌ای نشان داده شده است که فعالیت اکثر عضلات ساق پا، در تمرینات

2. Park SY, Son WM, Kwo OS

3. Gómez-Cabello et al

1. Whole Body Vibration Training

مخدر، اختلالات عضلانی اسکلتی (قطع عضو، آرتروز) بر اساس تشخیص و گزارش پزشک متخصص.

پروتکل‌های تمرینی:

پروتکل تمرینی هر دو گروه تمرینی شامل ۶ هفته اجرای اسکات های دینامیک زانو به صورت هر هفته ۳ جلسه (با حداقل یک روز استراحت بین جلسات) و هر جلسه ۳ تکرار ۳۰ ثانیه ای بود. تمرینات هر دو گروه تمرینی در وضعیت بدنی مشابهی به صورت ایستادن با پاشنه های جدا شده از کف صفحه دستگاه و باز کردن مفصل هیپ تا زاویه ۱۷۰ درجه، اجرا شدند. گروه WBVT تمرینات خود را بر روی یک سیستم ویبریشن (مدل NEMES-LB Bosco System) ساخت کشور ایرلند با فرکانس ۳۰-۳۵ هرتز و دامنه ۵-۸ میلیمتر اجرا کردند. با توجه به پروتکل استاندارد Bautmans و همکاران، تمرینات ویبریشن طبق اصل اضافه بار و اصل پیشرونده تمرین در هشت وضعیت بدنی شامل «حرکت لانج»، «اسکات ایستاده»، «اسکات به حالت نشسته»، «اسکات با زانوی کمی خم»، «اسکات با پای باز»، «ایستادن بر روی پنجه پا با زانوی کمی خم»، «اسکات بر روی پنجه پا»، و «قرار گرفتن بر روی کف دست در حالی که زانو بر روی زمین است»، صورت گرفت. قبل از شروع تمرین WBVT، جهت آشنایی با وضعیت صحیح بدنی بر روی دستگاه ویبریشن، محقق همه وضعیت‌های بدنی را روی دستگاه اجرا نمود و از آزمودنی‌ها خواست تا قبل از تمرین، ۴ وضعیت بدنی را بر روی دستگاه خاموش انجام دهند (شکل ۱). به منظور گرم کردن عمومی بدن، قبل از شروع هر جلسه تمرینی، علاوه بر اجرای حرکات کششی و جنبشی، حرکت لانج نیز بر روی دستگاه ویبریشن با فرکانس ۳۶ Hz و در دو ست ۳۶ ثانیه‌ای با هر کدام از پاها انجام شد. گروه NVE تمرینات مشابهی را اما بدون استفاده از دستگاه ویبریشن انجام دادند. کل زمان هر جلسه تمرینی برای هر دو گروه تمرینی، با احتساب دوره گرم کردن عمومی، ۵۰ دقیقه به طول انجامید.

WBVT به طور معناداری بالاتر از تمرینات بدون WBVT بود (۱۶). مطالعات دیگر نشان داده‌اند که خطر سقوط و افتادن در سالمندانی که قدرت گریپ کمتر و زمان واکنش دستی آهسته‌تری دارند، بیشتر است (۱۳). به علاوه، سالمندانی که در انجام فعالیت‌های روزمره وابسته هستند، قدرت گریپ کمتر و نیز توان کمتری نسبت به افرادی که در این مهارت‌ها مستقل می‌باشند، دارند (۱۷). از طرفی، به نظر می‌رسد آثار WBVT به دامنه، فرکانس، شدت، حجم و نوع فعالیت بستگی داشته باشد. مرور ادبیات پیشینه حاکی از ضرورت مسلم اجرای تحقیقات گسترده بر روی تمرینات WBVT و به طور خاص آثار آن در سالمندان می‌باشد. بنابراین در پژوهش حاضر بر آیم تا اثر WBVT را بر شاخص‌های آمادگی جسمانی سالمندان شامل قدرت گریپ دست، قدرت اندام‌های فوقانی و تحتانی، انعطاف‌پذیری عضلات خلفی ران و پشت، تحرک‌پذیری و توان مورد بررسی قرار دهیم.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی و از پژوهش‌های کاربردی می‌باشد. تعداد ۴۵ داوطلب سالم و غیرفعال (۶۰ تا ۸۰ ساله) از جامعه آماری سالمندان مرد ساکن آسایشگاه به صورت در دسترس، انتخاب و سپس به طور تصادفی به ۳ گروه کنترل، WBVT و تمرین بدون ارتعاش^۱ (NVT) (هر گروه ۱۵ آزمودنی) طبقه بندی شدند. از کلیه شرکت کنندگان، رضایت‌نامه کتبی اخذ شد. معیار انتخاب غیرفعال بودن شرکت کننده‌ها، عدم استقلال عمل در اجرای فعالیت‌های روزانه زندگی بود. معیارهای ورود به تحقیق عبارتند بودند از: جنسیت مرد، سن بین ۶۰ تا ۸۰ سال، توانایی مشارکت در حداقل ۸۰ درصد جلسات تمرینی، شاخص توده بدن بین ۲۵ تا ۲۹/۹ (دارای اضافه وزن). معیارهای خروج از مطالعه عبارت بودند از: ابتلا به بیماری‌هایی از قبیل اختلالات عصبی، پارکینسون، سکته مغزی، اختلالات دهلیزی، روانی و شناختی، مصرف کردن دارو (داروهای روان گردان، آرام بخشها و ...) و مواد

1. non-vibration training

آزمون تعداد پرس بازو در ۳۰ ثانیه: جهت بررسی قدرت اندام فوقانی از این آزمون استفاده شد. وضعیت شروع آزمون به این صورت بود که آزمودنی روی صندلی با ارتفاع ۴۴ سانتی متر می نشست، پاهایش را روی زمین می گذاشت. از آزمودنی خواسته می شد ضمن نگه داشتن یک میله ۲ کیلوگرمی در دست، بیشترین تعداد ممکن خم کردن آرنج را در ۳۰ ثانیه انجام دهد، تعداد تکرار فلکشن کامل آرنج در ۳۰ ثانیه رکورد آزمودنی در نظر گرفته می شد (۱۹).

آزمون تعداد برخاستن از روی صندلی و ایستادن در ۳۰ ثانیه: این آزمون، برای اندازه گیری قدرت اندام تحتانی، مورد استفاده قرار گرفت که سطح پیچیدگی پایین و ایمنی بالایی دارد. این آزمون شامل برخاستن از صندلی و نشستن روی آن بود. وضعیت شروع آزمون به این صورت بود که آزمودنی روی صندلی (با ارتفاع ۴۴ سانتی متر) می نشست، پاهایش را روی زمین می گذاشت و دست ها را به صورت ضربدری روی سینه قرار می داد. از آزمودنی خواسته می شد بیشترین تعداد ممکن برخاستن و نشستن روی صندلی را در ۳۰ ثانیه انجام دهد. زمان از وضعیت ایستاده با زانو و بالاتنه صاف محاسبه می گشت و تعداد چرخه های نشستن و برخاستن از روی صندلی به طور کامل در ۳۰ ثانیه، شمارش شده و به عنوان رکورد آزمودنی در نظر گرفته می شد (۱۹).

آزمون رساندن دستها به نوک انگشتان پاها در حالت نشسته: برای اندازه گیری انعطاف عضلات خلفی اندام تحتانی از این آزمون استفاده شد که از پیچیدگی پایینی برخوردار بوده و آزمون مناسبی برای سالمندان می باشد. از فرد خواسته می شد یک نفس عمیق بکشد و تنه خود را خم کند و با آرنج صاف، دست هایش را (برای جلوگیری از چرخش تنه روی هم بگذارد) به سمت نوک انگشتان اندام تحتانی مورد آزمون تا حداکثر دامنه مفصل به جلو ببرد. اندام تحتانی مورد بررسی در کل زمان اجرای آزمون باید صاف باشد. میزان انعطاف توسط خط کش به سانتیمتر اندازه گیری گردید. بیشترین میزان انعطاف هر اندام در سه تلاش به عنوان رکورد فرد ثبت گردید (۱۹).



شکل ۱. نحوه قرارگیری آزمودنی روی صفحه دستگاه ویریشن در حین اجرای حرکت "اسکات با زانوی کمی خم"

روش های اندازه گیری:

پارامترهای قدرت، انعطاف پذیری و تحرک شرکت کنندگان قبل و پس از دوره مطالعه، به وسیله آزمون های عملکردی آمادگی جسمانی به شرح ذیل ارزیابی شد:

آزمون قدرت گریپ بیشینه دست: جهت اندازه گیری قدرت گریپ دست از دینامومتر ویژه انگشتان، استفاده شد. روش کار به این شکل بود که انگشتان روی دستگیره دینامومتر که برای همین کار تعبیه شده است قرار می گیرد و در حالی که بازو و ساعد در زاویه ۹۰ درجه ثابت است دستگیره را فشار می دهد. میزان قدرت عضلانی دست همان مقدار خواهد بود که عقربه دینامومتر آن را نشان می دهد. به منظور اطمینان بیشتر، این عمل سه بار تکرار شد و میانگین این سه بار به عنوان رکورد فرد در نظر گرفته شد (۱۸). اعتبار و پایایی این تست مورد تایید است (۷).

کشیده، به سمت بالا علامتی بر روی دیوار ثبت می‌کرد تا ارتفاع اولیه مشخص شود. پس از آن با حداکثر تلاش می‌پريد و علامت دیگری را بر روی دیوار ثبت می‌کرد. سپس فاصله بین این دو علامت در هر پرش، اندازه گیری می‌شد و به عنوان مقدار ارتفاع پرش عمودی آزمودنی ثبت می‌گردید (۲۱ و ۲۲).
اعتبار همه این آزمونها برای ارزیابی آمادگی جسمانی سالمندان مورد تایید است (۷).

آنالیز آماری:

در ابتدا برای بررسی نرمال بودن توزیع داده ها از آزمون کلموگوروف-اسمیرنوف^۲ استفاده شد. جهت مقایسه بین سه گروه، از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر، برای مقایسه‌های جفت‌گروهی از آزمون بونفرونی و برای مقایسه تفاوت ها بین قبل و پس از هر برنامه تمرینی، از آزمون t همبسته، استفاده شد. میزان آلفا کوچکتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. آنالیز داده‌ها در نرم افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام شد.

یافته های تحقیق

مشخصات دموگرافیک شرکت کنندگان در جدول شماره ۱، گزارش شده است. مطابق این جدول، بین مشخصات دموگرافیک شرکت کنندگان تفاوت معنی‌داری دیده نمی‌شود؛ به بیان دیگر، آزمودنی‌ها به لحاظ ویژگی‌های دموگرافیک با هم همگن بودند. همچنین نتایج تحلیل داده‌ها، مطابق جدول شماره ۲، نشان داد که در آغاز مطالعه (قبل از مداخلات تمرینی)، بین شاخص‌های آمادگی جسمانی سه گروه تفاوت‌های معنی‌داری وجود ندارد ($P > 0/05$).

آزمون رساندن دستها به هم از پشت: برای اندازه‌گیری انعطاف پذیری اندام فوقانی، از آزمون رساندن دستها از پشت استفاده شد. این آزمون در وضعیت ایستاده صورت پذیرفت و دست برتر بالای شانه همان طرف قرار می‌گرفت و انگشتان، تا جایی که امکان داشت، به سمت پایین کشیده می‌شد و دست دیگر پشت کمر طوری قرار می‌گرفت که کف دست به سمت بیرون و انگشتان این دست به سمت بالا کشیده شده باشد و روی انگشتان دست دیگر قرار داده شود. برای اجرای آزمون از خط کش استفاده شد. فاصله اندازه گیری شده بین انگشتان وسط دو دست به عنوان نتیجه آزمون گزارش می‌شد. اگر انگشتان، یکدیگر را هم پوشانی می‌کردند، عدد به صورت مثبت ثبت می‌شد، در غیر این صورت علامت منفی ثبت می‌گشت. نتایج با دقت ۰/۵ سانتیمتر گزارش گردید (۲۰).

آزمون زمان برخاستن و راه رفتن^۱ (TUG): این آزمون برای بررسی قابلیت و ظرفیت انجام اعمال حرکتی پایه و به عبارتی دیگر، ارزیابی قابلیت تحرک‌پذیری، در سالمندان استفاده شده است. روش اجرای آزمون به این صورت بود که آزمودنی بر روی صندلی (با ارتفاع ۴۴ سانتی متر) می‌نشست. با دستور آزمونگر، از صندلی بلند شده با حداکثر سرعت ممکن سه متر راه می‌رفت (مجاز به دویدن نبود) و پس از دور زدن یک مخروط کوچک در فاصله ۳ متری، بازگشته و روی صندلی می‌نشست. لحظه جدا شدن پشت از صندلی به عنوان لحظه شروع آزمون و لحظه اولین تماس مجدد با صندلی به عنوان زمان خاتمه آزمون در نظر گرفته شد. بهترین زمان اجرای آزمون به ثانیه در سه تلاش به عنوان رکورد فرد ثبت می‌شد (۱۹).

آزمون پرش عمودی: تست پرش عمودی برای ارزیابی توان انفجاری مورد استفاده قرار گرفت. به آزمودنی‌ها آموزش داده شد تا با تاب دادن دست‌ها عمل پرش عمودی را آغاز نمایند. آزمودنی‌ها دو پرش انجام می‌دادند و بهترین پرش به عنوان رکورد آنها ثبت می‌شد. نحوه اجرای آزمون پرش عمودی بدین ترتیب بود که ابتدا آزمودنی از سمت پای برتر کنار دیوار می‌ایستاد. سپس با دست

². Kolmogorov-Smirnov

¹. Timed Up & Go

جدول ۱- مشخصات دموگرافیک شرکت کنندگان

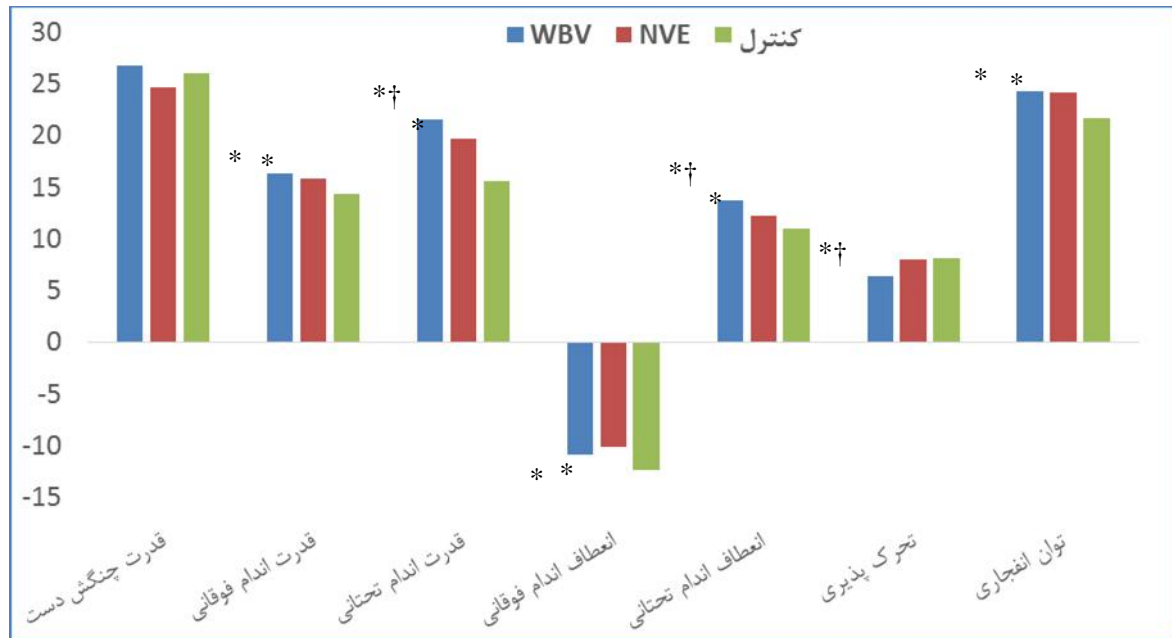
متغیر	گروه کنترل (n = ۱۵)	گروه WBVT (n = ۱۵)	گروه NVE (n = ۱۵)	P value
سن (سال)	۷۰/۲۵±۶/۳	۶۹/۸±۵/۷۵	۷۲/۱±۶/۶	۰/۱۴۷
وزن (کیلوگرم)	۷۲/۳±۵/۷	۷۴/۱۵±۶/۴	۷۵/۷±۵/۲	۰/۱۱۹
قد (سانتیمتر)	۱۷۴/۵±۱۱/۸	۱۷۱/۶±۱۱/۳	۱۷۳/۵±۱۲/۴	۰/۲۸۳
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مجذور متر)	۲۸/۳±۶/۵	۲۷/۴±۵/۷	۲۷/۲۵±۶/۲	۰/۲۰۲

جدول ۲- میانگین و انحراف استاندارد متغیرها قبل از مداخلات تمرینی

متغیر	WBVT	NVE	کنترل	P value
قدرت چنگش دست (kg)	۲۶/۳±۵/۸	۲۴/۹±۵/۲	۲۵/۷±۵/۶	۰/۱۹۲
قدرت اندام فوقانی (تعداد)	۱۵/۳±۳/۷	۱۵/۱±۳/۶	۱۴/۸±۳/۲	۰/۱۲۵
قدرت اندام تحتانی (تعداد)	۱۶/۳±۲/۱۵	۱۶/۵±۲/۴	۱۵/۷±۲/۹	۰/۱۳۹
انعطاف پذیری اندام فوقانی (cm)	-۱۳/۴±۳/۱	-۱۲/۸±۲/۳	-۱۲/۲±۲/۵	۰/۱۱۶
انعطاف پذیری اندام تحتانی (cm)	۱۰/۴۵±۲/۳	۱۰/۷±۲/۴	۱۱/۲±۲/۸۵	۰/۱۰۷
تحرك پذیری (ثانیه)	۸/۳۵±۱/۶۵	۸/۷±۱/۶	۸/۲±۱/۴۴	۰/۰۹۴
ارتفاع توان انفجاری (cm)	۲۱/۵۵±۴/۷	۲۲/۱۴±۴/۷	۲۱/۳±۴/۴	۰/۱۷۶

پس از مداخلات تمرینی، براساس نتایج شکل ۱، بین سه گروه، تفاوت‌های معنی‌داری در شاخص‌های آمادگی جسمانی سالمندان (به استثنای قدرت چنگش دست) مشاهده شد ($P < 0/05$). نتایج مقایسه‌های جفتی آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که شاخص‌های قدرت اندام فوقانی، انعطاف اندام فوقانی و توان انفجاری در

هر دو گروه تمرینی (بدون تفاوت معنی‌دار نسبت به هم) در مقایسه با گروه کنترل، به طور معنی‌داری بیشتر بود ($P < 0/05$). با این وجود، قدرت اندام تحتانی، انعطاف اندام تحتانی، و تحرک پذیری در گروه WBVT نه تنها در مقایسه با گروه کنترل، بلکه همچنین در مقایسه با گروه NVE، به طور معنی‌داری بیشتر بود ($P < 0/05$).



شکل ۱- مقایسه متغیرها بین سه گروه پس از مداخلات تمرینی

* تفاوت معنی دار نسبت به گروه کنترل؛ † تفاوت معنی دار نسبت به گروه NVE

($P < 0.05$). همچنین در گروه تمرینی NVE، به استثنای متغیرهای قدرت گریپ دست و قابلیت تحرک ($P > 0.05$)، همه شاخص‌ها بهبود نشان داده‌اند ($P < 0.05$).

نتایج آزمون t همبسته برای مقایسه‌های بین قبل و بعد از مداخلات تمرینی، در جدول شماره ۳ گزارش شده است. این جدول نشان می‌دهد بعد از مداخله تمرینی WBVT، همه شاخص‌های آمادگی جسمانی (به استثنای قدرت چنگش دست)، بهبود یافته‌اند

جدول ۳- مقایسه مقادیر متغیرها بین قبل و بعد از مداخلات تمرینی

Sig. (2-tailed)	درجه آزادی	t	تفاوت‌های جفتی		گروه	متغیر
			انحراف معیار	میانگین (Post-Pre)		
0.174	14	4.37	0.08	0.4	WBVT	قدرت چنگش دست
0.193	14	5.11	-0.85	0.3	NVE	
0.035	14	9.85	0.3	1.8	WBVT	قدرت اندام فوقانی
0.035	14	6.18	0.29	1.7	NVE	
0.01	14	17.45	1.23	5.3	WBVT	قدرت اندام تحتانی
0.02	14	10.7	0.61	3.2	NVE	
0.031	14	8.55	0.41	2.2	WBVT	انعطاف اندام فوقانی
0.04	14	7.25	0.27	1.7	NVE	
0.015	14	12.45	0.58	3.35	WBVT	انعطاف اندام تحتانی
0.04	14	5.2	0.22	1.5	NVE	
0.035	14	-12.55	0.35	-1.85	WBVT	تحرك پذیری
0.072	14	-5.8	0.19	-1.1	NVE	
0.025	14	9.34	0.56	2.75	WBVT	توان
0.03	14	7.76	0.4	2.01	NVE	

بحث و نتیجه گیری

هدف کلی پژوهش حاضر اثر برنامه تمرین ارتعاش کل بدن بر شاخص های آمادگی جسمانی در سالمندان بود. با توجه به تجزیه و تحلیل آماری صورت گرفته مشخص شد که اجرای یک برنامه مداخله ای ارتعاش کل بدن به مدت ۶ هفته بر شاخص های آمادگی جسمانی مردان سالمند اثر گذار است. فرضیه اصلی ما این بود که افراد سالمندی که در تمرینات ویبریشن کل بدن به مدت ۶ هفته شرکت داشته باشند، در مقایسه با گروه تمرین بدون ارتعاش، بهبود معنی دار در شاخص های آمادگی جسمانی خواهند داشت. این پژوهش در قدرت چنگش دست بهبودی نشان نداد که با پژوهش Bautmans و همکاران (۲۳) همخوانی دارد، اما با پژوهش رحیمی (۱۲) و سیف (۱۳)، همخوانی ندارد. این تفاوت ممکن است ناشی از تفاوت های روش شناختی در این پژوهش ها باشد. برای نمونه، ابزار ارزیابی قدرت گریپ دست در پژوهش حاضر متفاوت از پژوهش مذکور بود.

همچنین در این پژوهش، شاخص های قدرت اندام فوقانی، انعطاف پذیری اندام فوقانی، تحرک پذیری و توان انفجاری در هر دو گروه تمرینی نسبت به گروه کنترل بهبود داشتند اما این بهبود در گروه تمرین ارتعاش نسبت به گروه تمرین بدون ارتعاش، معنادار نبود. عدم تفاوت معنی دار قدرت اندام فوقانی بین دو گروه تمرینی در این پژوهش، با مطالعه Walton و همکاران (۲۴) همخوانی دارد اما با مطالعه ملکی و همکاران (۲۵) و نیکزاد و افضل پور (۲۶) همخوانی ندارد. همچنین عدم تفاوت معنی دار انعطاف پذیری اندام فوقانی بین دو گروه تمرینی، با مطالعات مقدم و حمیدی (۲۷) و یوسف نژاد و همکاران (۲۸) همخوانی ندارد. شاید علت عدم تاثیر این تمرینات بر اندام فوقانی این باشد که تمرینات به صورت ایستاده انجام شدند و دست ها نسبت به پاها در تمرینات کمتر مداخله داشتند. این پژوهش همچنین بین دو گروه تمرینی در شاخص توان انفجاری اختلاف معناداری نشان نداد که با مطالعه Gerodimos و همکاران (۲۹) همخوانی دارد اما با پژوهش توفیقی و طلوعی آذر (۳۰) همخوانی ندارد. این تفاوت ممکن است ناشی از تفاوت های روش شناختی، سطح فعالیت بدنی آزمودنی ها و

پروتکل تمرینی در این پژوهش ها باشد. به عنوان مثال، آزمودنی های مطالعات مذکور شامل افراد ورزشکار بودند در حالی که آزمودنی های پژوهش حاضر را سالمندان غیرفعال و کم تحرک تشکیل می دادند.

این پژوهش در شاخص انعطاف پذیری اندام تحتانی در گروه تمرین ارتعاش نسبت به گروه تمرین بدون ارتعاش، بهبود معنی داری نشان داد. بهبود انعطاف پذیری در پژوهش حاضر با نتایج مطالعات یوسفی نژاد و همکاران (۲۸) و Gómez-Cabello و همکاران (۱۵) همخوانی دارد. اما با نتایج مطالعه Bautmans و همکاران (۲۳) ناهمخوان است. بهبود انعطاف پذیری به دنبال تمرینات ارتعاش احتمالاً بدین دلیل است که این تمرینات با فعال سازی انتهای اولیه دوک های عضلانی و با انقباض عضلات موافق و بازدارندگی عضلات مخالف، سبب افزایش حلقه بازتاب کششی می شود که در نهایت با تغییر در هماهنگی درون عضلانی و کاهش نیروهای بازدارنده پیرامون مفصل، منجر به افزایش انعطاف پذیری می گردد (۳۱). از سویی افزایش جریان خون عضله حین تمرینات ارتعاش سبب اثر گرمایی می شود و با گشاد شدن رگ های پوستی و عمقی تارهای عضلانی، سبب بهبود انعطاف پذیری بلافاصله پس از تمرینات می گردد (۳۲)؛ که ممکن است در طولانی مدت باعث سازگاری شود. همچنین بیان شده است که تمرینات ارتعاش باعث مهار فعالیت عضلات آنتاگونیست از طریق نرون های مهاری Ia می شود (۳۳).

در این پژوهش همچنین در شاخص تحرک پذیری در گروه تمرین ارتعاش نسبت به گروه تمرین بدون ارتعاش بهبود معناداری مشاهده شد. احتمالاً تمرینات ارتعاش از طریق دو مکانیسم بر بهبود تحرک پذیری نقش دارند: ۱- افزایش فعالیت عضلات آگونیست هنگام انقباض بیشینه عضله و ۲- کاهش فعالیت عضلات آنتاگونیست. در واقع به هنگام اعمال ارتعاش کل بدن، افزایش فعالیت عصبی-عضلانی عضلات پا باعث ایجاد یک استراتژی کنترل پوسچر می شود که طی اعمال تمرین ارتعاش به خوبی دیده می شود. ارتعاش پا با اثرگذاری بر گیرنده های دوک عضلانی و گیرنده های سطحی نمی گذارد که این گیرنده ها

ارتعاش کل بدن، بر فعال سازی دوک های عضلانی استوار است، که با افزایش برانگیختگی و سرعت شلیک نرون های حرکتی همراه است. این چرخه هم فعالی آلفا و گاما شناخته می شود (۳۹) تمرین ویبریشن، واحدهای حرکتی بیشتری در حین تمرین را تحریک می کند که می تواند پس از یک دوره تمرین، تغییرات سازگار گونه را در به کارگیری واحدهای حرکتی ایجاد کند. این افزایش در الگوی فراخوانی واحدهای حرکتی می تواند ناشی از کاهش یا توقف تکانه های بازدارنده باشد، که سبب فعال شدن همزمان واحدهای حرکتی بیشتری می شود. از سویی افزایش حساسیت پذیری دوک های عضلانی، یکی از عوامل بهبود پاسخ-های عصبی عضلانی محسوب می شود. درحقیقت ویبریشن اعمال شده بر عضله سبب تحریک دوک های عضلانی و به دنبال آن فعال شدن نرون های حرکتی آلفا می شود که به انقباض عضله منجر می شود (۳۵). همچنین بخشی از این تحریکات به مراکز عصبی فوقانی می رود و با فعالیت همزمان نرونهای حرکتی آلفا و گاما سبب انقباض بیشتر عضله می شود (۳۶). از طرف دیگر، این تمرینات با کاهش مهار خودبه خودی در اندام وتری گلژی، موجب کاهش تکانش های بازدارنده و مهارعصبی می شوند که در نتیجه فراخوانی واحدهای حرکتی افزایش می یابد و بیانگر افزایش قدرت- با وجود فقدان هایپرتروفی- و در اثر سازگاریهای عصبی در شروع تمرین است (۳۹). بنابراین در مجموع به نظر می رسد تغییرات ایجادشده در قدرت و توان سالمندان، نتیجه سازگاریهای عصبی است که می تواند در افراد کم تحرک حتی در دوره های کوتاه مدت تمرین نیز رخ دهد. درحقیقت سطح آمادگی جسمانی کمتر سالمندان نسبت به جوانان باعث می شود طبق اصل کاهش سرعت پیشرفت، سالمندان با سرعت بیشتری به تمرینات پاسخ دهند (۳).

یافته های تحقیق حاضر نشان می دهند که برنامه تمرینی ارتعاش کل بدن می تواند سبب بهبود قابل توجه فاکتورهای منتخب آمادگی جسمانی در مردان سالمند غیرفعال شود. با توجه به محدودیت های حرکتی و مشکلاتی که سالمندان با آن مواجه هستند، و نیز به دلیل سهولت استفاده و نیازهای هوایی اندک، این تمرین به عنوان یک شیوه تمرینی جایگزین برای سالمندانی که

اطلاعات حس عمقی درست و دقیقی به دستگاه عصبی مرکزی مخاطره کنند. از سویی کاهش اطلاعات حس عمقی و از سوی دیگر آشفتنگی ایجاد شده به دنبال اعمال تمرینات ارتعاش کل بدن باعث ایجاد یک استراتژی جایگزین به نام « استراتژی کنترل پوسچر » می شود که در نهایت باعث بهبود حفظ تعادل و تحرک فرد می گردد (۳۴). یکی دیگر از دلایل بهبود تحرک پذیری در پژوهش هایی که تمرین ارتعاش را موثر دانسته اند تحریک سیستم عصبی مرکزی توسط این نوع تمرین می باشد. سیستم عصبی مرکزی سبب بهبود هماهنگی انقباضات عضلات مخالف و موافق می گردد و این هماهنگی در عضلات اندام تحتانی حول مفصل مچ پا و تثبیت آن از اهمیت بالایی برخوردار است (۳۵). همچنین شاید یکی از دلایل بهبود تحرک پذیری، افزایش قدرت پس از تمرینات ویبریشن باشد که می تواند سبب پایداری بیشتر مفاصل و به دنبال آن افزایش تعادل شود. در مطالعات متعدد بهبود تحرک افراد سالمند بر اثر تمرینات ارتعاش کل بدن با مدت زمان و فرکانس و دامنه مختلف گزارش شده است (۲۳). با این حال در چندین مطالعه بهبود مشاهده نشد (۳۶). از جمله دلایل اختلاف در پژوهش های مختلف تفاوت در شدت تمرین، نوع تمرین، وضعیت قرارگیری آزمودنی ها بر روی دستگاه و نوع دستگاه مورد استفاده است.

در این پژوهش در شاخص قدرت اندام تحتانی در گروه تمرین ارتعاش نسبت به گروه تمرین بدون ارتعاش بهبود بیشتری نشان داده شد. این نتیجه با یافته های تحقیقات Machado و همکاران (۳)، Rogan و همکاران (۱۱)، Park و همکاران (۱۴)، Kang و همکاران (۱۷)، Delecluse و همکاران (۳۵) همخوانی داشت. درخصوص توان انفجاری، نتایج پژوهش حاضر حاکی از تاثیر معنی دار تمرینات ارتعاش کل بدن در مقایسه با تمرین بدون ارتعاش بود. این نتیجه با یافته های Dallas و همکاران (۳۱)، Giorgos و Elias (۳۷) و Fort و همکاران (۳۸) همخوانی داشت.

با وجود فقدان اطلاعات کافی در مورد سازوکارهای فیزیولوژیکی و نورولوژیکی تمرینات ارتعاش، از لحاظ نظری، اساس تمرین

قادر به اجرای تمرینات مقاومتی رایج نیستند، توصیه می‌شود. بنابراین، در مقایسه با پروتکل‌های گذشته، پروتکل تمرینی این تحقیق می‌تواند در مدت زمان کمتر، با تلاش کمتر و با ایمنی بیشتر، آمادگی جسمانی سالمندان را بهبود بخشد. به علاوه، این شیوه تمرینی را می‌توان در کنار سایر روشهای تمرینی در خانه سالمندان، باشگاه‌های ورزشی و مراکز درمانی مورد استفاده قرار داد. همانند سایر پژوهش‌های نیمه‌تجربی، این پژوهش نیز با محدودیت‌هایی همراه بود. از جمله این محدودیت‌ها می‌توان به تک جنسیتی بودن جمعیت مورد مطالعه و عدم کنترل فعالیت‌های بدنی احتمالی سالمندان در اوقات فراغت و خارج از ساعات مطالعه، اشاره کرد.

■ *References*

- 1) Rashedi V, Gharib M, Yazdani AA. Social participation and mental health among older adults in Iran. *Iranian Rehabilitation*. 2014; 12(19):9-13.
- 2) Arslantas D, Ünsal A, Metintas S, Koc F, Arslantas A. Life quality and daily life activities of elderly people in rural areas, Eski ehir (Turkey). *Arch Gerontol Geriatr*. 2009; 48(2):127-31.
- 3) Machado A, García-López D, González-Gallego J, Garatachea N. Whole-body vibration training increases muscle strength and mass in older women: a randomized-controlled trial. *Scand J Med Sci Sports*. 2010; 20(2):200-7.
- 4) MacRae PG, Asplund LA, Schnelle JF, Ouslander JG, Abrahamse A, Morris C. A walking program for nursing home residents: effects on walk endurance, physical activity, mobility and quality of life. *Am Geriatr Soc*. 1996; 44(2):175-80.
- 5) Koohboomi M, Norasteh A, Samami N. Effect of Yoga Training on Physical Fitness and Balance in Elderly Females. *Iranian Journal of Aging*. 2015; 10(3):26-35.
- 6) Rogan S, Hilfiker R, Herren K, Radlinger L, de Bruin ED. Effects of whole-body vibration on postural control in elderly: a systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatrics*. 2011; 11(1):72.
- 7) Rogan S, Hilfiker R. Training methods - increase muscle strength due to whole-body vibration - force with Hz. *Sportverletz Sportschaden*. 2012; 26(4):185-7.

- 8) Mikhael M, Orr R, Fiatarone MA. The effect of whole body vibration exposure on muscle or bone morphology and function in older adults: a systematic review of the literature. *Maturitas*. 2010;66(2):150-157
- 9) Sitjà-Rabert M, Martínez-Zapata MJ, Fort Vanmeerhaeghe A, Rey Abella F, Romero-Rodríguez D, Bonfill X. Effects of a Whole Body Vibration Exercise Intervention for Institutionalized Older People. *J Am Med Dir Assoc*. 2015; 16(3): 125-131
- 10) Tofighi A, Saedmocheshi S, Ghafari G. Evaluation of neuromuscular response to chronic whole body vibration training in elderly women. *Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences*. 2013; 18(3): 64-70.
- 11) Rogan S, Eling D, de Bruin, Radlinger L, Joehr C, Wyss C, Stuck NJ, et al. Effects of whole-body vibration on proxies of muscle strength in old adults: a systematic review. *Eur Rev Aging Phys Act*. 2015; 8(12):12-19.
- 12) Rahimi M, Samadi A, Karimi N, Gaeini A. Whole Body vibration training and nutritional supplement creatine on the fitness of elderly men. *Specific physical therapy Journal*. 2012; 1(1): 38-46.
- 13) Seif P, Dehkhodam R., Rajabih. Effects of Short Term Vibration Training on some of Physical Fitness Factors in Elderly. *jsmt*. 2011; 9 (1):29-38.
- 14) Park SY, Son WM, Kwo OS. Effects of whole body vibration on body composition, muscle strength, and cardiovascular health. *Exercise Rehabilitation*. 2015; 11(6):289-95.
- 15) Gómez-Cabello A, González-Agüero A, Ara JI, Casajús A, Vicente-Rodríguez G. Effects of a short-term whole body vibration intervention on physical fitness in elderly people. *Maturitas* 74 (2013) 276–8.
- 16) Lam FM, Liao LR, Kwok TC, Pang MY. The effect of vertical whole-body vibration on lower limb muscle activation in elderly adults: Influence of vibration frequency, amplitude and exercise. *Maturitas*. 2016; 88: 59-64.
- 17) Sonn U. Longitudinal Studies of dependence in daily life activities among elderly persons, *Scan. J. Rehab. Med. Supp*, 1996; 34: 28-35.
- 18) Hemayat Talab R. *Measure in physical education (second edition)*. Tehran: Science and Motion Press, 2012.

- 19) de Santana FS, Nascimento Dda C, de Freitas JP, Miranda RF, Muniz LF, Santos Neto L, et al. Assessment of functional capacity in patients with rheumatoid arthritis: implications for recommending exercise. *Rev Bras Reumatol*. 2014; 54(5):378-85.
- 20) Ró a ska-Kirschke A, Kocur P, Wilk M, Piotr D. The Fullerton Fitness Test as an index of fitness in the elderly. *Medical Rehabilitation*. 2006; 10(2):9-16.
- 21) Kimura M, Mizuta C, Yamada Y, Okayama Y, Nakamura E. Constructing an index of physical fitness age for Japanese elderly based on 7-year longitudinal data: sex differences in estimated physical fitness age. *Age*. 2012; 34(1), 203–214.
- 22) Araki K, Ikezoe T, Malinowska K, Masaki M, Okita Y, Fukumoto Y. et al. Association between physical function and the load pattern during stepping-up motion in community-dwelling elderly women. *Arch Gerontol Geriatr*. 2016; 66:205-10
- 23) Bautmans I, Van Hees E, Lemper J, Mets T The feasibility of whole body vibration in institutionalized elderly persons and its influence on muscle performance, balance and mobility: a randomised controlled trial. *BMC Geriatr*. 2005; 5(1): 17-21.
- 24) Walton N, Amick R, Winklepleck B, Patterson J. Response to Acute Whole-Body Vibration on Upper Extremity Strength in College-Aged Individuals. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2011; 43(5):882.
- 25) Maleki F, Naimi S, Khademi-Kalantari K, Shadmehr A, Akbarzadeh Baghban A. The Immediate Effects of Whole Body Vibration on Maximum Isometric Strength of Elbow Flexor Muscles in non-athletes and young Individuals. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2013;2(1):22-30
- 26) Nikzad MB, Afzalpour ME. The effects of combined resistance and vibration training on metabolic syndrome, cardiovascular risk factors, and muscular strength in type II diabetics. *Modern Care Journal*. 2012; 9 (4): 317-326
- 27) Moghadam S, Hamidi E. The effect of whole body vibration exercise on balance, walking speed and ready to function in elderly women. The first national conference on developments in sports science. Qazvin International University of Imam Khomeini. 2016.
- 28) Kordi Yousefi Nejad A, Shadmehr A, Olyaei GR. Effects of Whole-Body Vibration on blood profiles in patients with diabetic peripheral neuropathy. *mrj*. 2013; 7 (1):40-47.

- 29) Gerodimos V, Zafeiridis A, Karatrantou K, Vasilopoulou T, Chanoua K, Pispirikou E. The acute effects of different whole-body vibration amplitudes and frequencies on flexibility and vertical jumping performance. *J Sci Med Sport*. 2010; 13(4):438-43.
- 30) Tofighi A, Tolouei Azar J. A comparison of two methods of whole body vibration and plyometric training on jumping in young volleyball players. *Sport in Biomotor Sciences*. 2012; 5(1): 14-19.
- 31) Dallas G, Kirialanis P, and Mellos V. The Acute Effect of Whole Body Vibration Training on Flexibility and Explosive Strength of Young Gymnasts. *Biol Sport*. 2014; 31(3): 233–237.
- 32) Gerodimos V, Zafeiridis A, Chanou K, Karatrantou K, Dipla K. Whole-body vibration training in middle-aged females: improving muscle flexibility and the power of lower limbs. *Sport Sciences for Health*. 2015; 11(3): 287–94.
- 33) van den Tillaar R. Will whole-body vibration training help increase the range of motion of the hamstrings? *J Strength Cond Res*. 2006; 20(1):192-6
- 34) Shadmehr A. The effects of whole body vibration on balance disorders. *Bimonthly Audiology*. 2013; 22(1):1-9.
- 35) Delecluse C, Roelants M, Verschueren S. Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. *Medicine and science in sports and exercise*. 2003; 35(6):1033-1041.
- 36) Torvinen S1, Sievänen H, Järvinen TA, Pasanen M, Kontulainen S, Kannus P Effect of 4-min vertical whole body vibration on muscle performance and body balance: a randomized cross-over study. *Int J Sports Med*. 2002;23(5):374-9.
- 37) Giorgos P, and Elias Z. Effects of Whole-body Vibration Training on Sprint Running Kinematics and Explosive Strength Performance. *J Sports Sci Med*. 2007; 6(1): 44–49.
- 38) Fort A1, Romero D, Bagur C, Guerra M. Effects of whole-body vibration training on explosive strength and postural control in young female athletes. *J Strength Cond Res*. 2012; 26(4):926-36.
- 39) Mester J, Spitzenfeil P, Schwarzer J, Seifriz F. Biological reaction to vibration-implications for sport. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 1999; 2(3): 211-226.