SALMAND
IRANIAN JOURNAL OF AGEING

Autumn 2021. Vol 16. Issue 3

Research Paper

Comparing the Effects of Eight Weeks of Whole Body Vibration Exercise Combined With Rope Skipping at Two Different Intensities on Physical Performance of Older Men: A Randomized Single-Blind Clinical Trial

*Mehdi Pouyafar[1], Roya Askari[1], Seyyed Alireza Hoseini Kakhk[1], Mohsen Damavandi[2], Ali Maleki[3]

1. Department of Sports Physiology, Faculty of Sports Science, Hakim Sabzevari University University, Sabzevar, Iran.
2. Department of Sport Biomechanics, Faculty of Sports Science, Hakim Sabzevari University University, Sabzevar, Iran.
3. Department of Biomedical Engineering, Science Campus and New Technologies, Semnan University, Semnan, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation: Pouyafar M, Askari R, Hosseinai Kakhk SA, Damavand M, Maleki A. [Comparing the Effects of Eight Weeks of Whole Body Vibration Exercise Combined With Rope Skipping at Two Different Intensities on Physical Performance of Older Men: A Randomized Single-Blind Clinical Trial (Persian)]. Iranian Journal of Ageing. 2021; 16(3):376-395. http://dx.doi.org/10.32598/sija.2021.16.3.2885.2

http://dx.doi.org/10.32598/sija.2021.16.3.2885.2

CC BY NC

Received: 23 Apr 2020
Accepted: 21 Oct 2020
Available Online: 01 Oct 2021

Keywords:
Combined training, Intensity, Physical performance, Elderly

ABSTRACT

Objectives Whole-Body Vibration (WBV) exercise seems to be an effective alternative to improve physical performance in the elderly. This study aims to compare the effects of eight weeks of WBV exercise combined with rope skipping at two different intensities on physical performance of older men.

Methods & Materials This is a randomized single-blind clinical trial. Participants were 30 older men (Mean±SD age= 65.83±4.16 years; Mean±SD height= 169.26±3.90 cm; Mean±SD weight= 77.04±4.62 kg; Body Mass Index= 26.86±0.69 kg/m^2) living in Mashhad, Iran in 2019, who were selected by purposive and convenience sampling methods and randomly divided into three groups: high intensity (HI; n=12), low intensity (LI; n=12) and control (n=10). The WBV exercise was performed at a frequency of 25-40 Hz and amplitude of 3 mm. Rope skipping was performed based on the Borg scale at 13-14 level intensities with 30-35 jumps per minute. Physical performance indicators, body mass index, and fat percentage were measured before and after eight weeks of intervention. Repeated measures analysis of variance was used for data analysis in SPSS v. 20 software. The significance level was set at P≤0.05.

Results In HI and LI groups, body fat percentage (-4.50%, -5.99%), lower body flexibility (105%, 102%), upper limb muscle strength (42.43%, 42.93%), handgrip strength (43.38%, 39.45%), dynamic leg strength (36.47%, 26.43%), lower limb muscular endurance (27.20%, 26.10%), cardiorespiratory function (10.27%, 10.90%), and dynamic balance (-32.60%, -24.10%) showed a significant improvement compared to the control group (P<0.05). There was no significant difference in body mass index between exercise and control groups (P>0.05), and no significant difference between the two exercise groups in any of the study variables (P>0.05)

Conclusion It seems that low intensities of the WBV exercise + rope skipping is effective in improving body composition and physical performance in older men. The selection of intensity level depends on the physical condition of the elderly.

* *Corresponding Author:*
Mehdi Pouyafar, PhD.
Address: Department of Sports Physiology, Faculty of Sports Science, Hakim Sabzevari University University, Sabzevar, Iran.
Tel: +98 (51) 44012763
E-mail: r.askari@hsu.ac.ir

Extended Abstract

1. Introduction

Aging is an unavoidable stage of human life that is associated with a decrease in strength and the amount of physical activity and mobility. With aging, physical dysfunction especially movement limitation increases. This leads to dependence on others in daily tasks. These factors can have many negative effects on the quality of life of the elderly [1]. Therefore, the importance of muscle mass and strength, especially maximal muscular strength, has a significant effect on how older people perform daily activities [2]. One of the interventions for these people is While-Body Vibration (WBV) exercises which are for people who are less inclined to participate in sports classes or people who have difficulty walking. It can also increase skeletal muscle strength in both young and old people, similar to resistance training [7].

2. Methods

This is a quasi-experimental study, a clinical trial (Code= IRCT20200109046063N1) with an ethical approval from Hakim Sabzevari University (Code: IR.HSU.REC.1398.002). Participants were 34 older men (Mean ±SD age= 65.83±4.16 years; height= 169.26±3.90 cm; weight= 77.04±4.62 kg; Body Mass Index= 26.86±0.69 kg/m2). They were randomly divided into three groups: high intensity or HI (N=12), low intensity or LI (N=12), and control (N=10). Physical function tests including the tests of handgrip strength, upper limb muscle strength, dynamic leg strength, lower limb muscular endurance, dynamic balance, lower body flexibility, cardiorespiratory function, body composition, and body mass index were conducted at baseline and at the end of eight weeks of intervention. After becoming familiar with WBV machine and rope training, the two exercise groups performed WBV exercise program for 8 weeks, 3 sessions per week each 30 minutes (4 one-minute sets in the first four weeks and 5 one-minute sets in the second four weeks). The amplitude was equal to 3 millimeters for both groups. The frequency was 40 Hz in the first group (HI) and 25 Hz in the second group (LI). Rest between sets was 30-45 seconds and between movements was 90-120 seconds with specific positions of upper body (push-up position, and reverse wrist flexion) and lower body (squat and lunge positions) on the WBV machine. The control group performed their routine activities without any intervention. The rope training program combined with WBV exercises started with two sets of one minute increased to six sets of one minute in the last sessions, where there were a 30-s rest between sets and 30-35 jumps per minute. The rope intensity was measured and determined at 13 and14 levels by the Borg Scale of 6-20. Data analysis was performed in SPSS v. 20 software.

3. Results

The results of physical function tests and body composition are presented in Table 1. In HI and LI groups, body fat percentage (-4.50%, -5.99%), lower body flexibility (105%, 102%), upper limb muscle strength (42.43%, 42.93%), handgrip strength (43.38%, 39.45%), dynamic leg strength (36.47%, 26.43%), lower limb muscular endurance (27.20%, 26.10%), Cardiorespiratory function (10.27%, 10.90%), and dynamic balance (-32.60%, -24.10%) showed a significant improvement compared to the control group ($P<0.05$). There was no significant difference in body mass index between exercise and control groups ($P> 0.05$), and no significant difference between the two exercise groups in any of the study variables ($P> 0.05$), although, the HI exercise group had higher means than the LI exercise group.

4. Discussion and Conclusion

The WBV exercises at frequencies of 25 and 40 Hz and amplitude of 3 mm combined with rope exercises improve muscle function indicators of the elderly, but there is no significant difference between the groups that receives exercise with high and low intensities. The indicators was higher in the group received high intensity exercises which can be the recommended intensity in using the combination of WBV-rope exercises. Given that both intensity of exercises had a positive effect on muscle function indicators, older people aged 60-70 years are likely to be able to benefit from both types of exercises depending on their physical condition; however, HI exercises may provide a better level of physical fitness for them.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study was approved by the ethical committee of Hakim Sabzevari University (Code: IR.HSU.REC.1398.002). All ethical principles are considered in this article. The participants were informed about the purpose of the research and its implementation stages; they were also assured about the confidentiality of their information; moreover, they were free to leave the study whenever they wished, and if desired, the research results would be available to them.

Table 1. Mean scores of the physical function indicators

Variables		Mean±SD			Time#	Group	Time×Group*
		HI Group	LI Group	Control Group			
Body Mass Index (kg/m²)	Pre-test	26.69±0.56	27.11±0.52	26.78±1.00	0.001	0.480	0.001
	Post-test	26.48.±0.57	26.89±0.54	26.74±1.02			
	Mean difference	-0.78	-0.81	-0.14			
Fat percentage	Pre-test	25.30±1.17	25.53±0.90	26.24±1.23	0.001	0.019	0.001
	Post-test	24.16±1.14	24.00±0.88	26.15±1.26			
	Mean difference	-4.50	-5.99	-0.34			
Lower body flexibility (cm)	Pre-test	-7.89±1.96	-7.89±1.83	-6.62±1.99	0.001	0.018	0.001
	Post-test	0.44± 2.50	0.22±1.78	-6.75±3.24			
	Mean difference	105	102	1.96			
Upper limb muscle strength (number per 30 seconds)	Pre-test	19.11±2.61	18.89±3.01	19.12±1.72	0.001	0.016	0.001
	Post-test	27.11±3.15	27.00±3.20	19.75±2.43			
	Mean difference	42.43	42.93	3.29			
Handgrip strength (kg)	Pre-test	21.00±2.73	21.11±2.89	21.88±2.41	0.001	0.025	0.001
	Post-test	30.11±3.33	29.44±2.83	21.88±2.85			
	Mean difference	43.38	39.45	0.2			
dynamic leg strength (number per 30 seconds)	Pre-test	18.56±1.66	19.33±1.80	18.50±2.81	0.001	0.016	0.001
	Post-test	25.33±2.34	24.44±2.60	19.50±2.81			
	Mean difference	36.47	26.43	4.05			
lower limb muscular endurance (Number of steps	Pre-test	30.22±4.46	30.22±3.56	28.75±3.95	0.001	0.020	0.001
	Post-test	38.44±4.92	38.11±3.91	29.00±4.00			
	Mean difference	27.20	26.10	0.86			
cardiorespiratory function (cm)	Pre-test	353.38±8.36	351.46±9.58	352.88±17.50	0.001	0.018	0.001
	Post-test	389.68±10.50	398.77±11.80	356.13±17.44			
	Mean difference	10.27	10.90	0.92			
dynamic balance (sec)	Pre-test	8.25±0.38	7.80±0.65	7.70±0.82	0.001	0.019	0.001
	Post-test	5.56±0.40	5.92±0.56	7.67±0.80			
	Mean difference	-32.60	-24.10	-0.38			

*Significant between-group difference; #Significant within-group difference.

SALMAND
IRANIAN JOURNAL OF AGEING

Funding

The paper was extracted from the PhD. dissertation and extracted from a research project of the first author at the Department of Sports Physiology, Faculty of Sports Science, Hakim Sabzevari University, Sabzevar.

Authors' contributions

Conceptualization, writing – review & editing: All authors; Methodology: Roya Askari, Mohsen Damavandi; Investigation: Mehdi Pouyafar, Roya Askari, Ali Maleki; Supervision: Mehdi Pouyafar, Roya Askari; Supervision, funding acquisition: Mehdi Pouyafar.

Conflicts of interest

The authors declare no conflict of interest.

This Page Intentionally Left Blank

مقاله پژوهشی

مقایسه اثر هشت هفته تمرین ترکیبی ویبریشن طناب‌زنی با دو شدت مختلف بر عملکرد جسمانی مردان سالمند: یک کارآزمایی بالینی تصادفی، یک‌سوکور

*مهدی پویافر[۱]، رؤیا عسکری[۱]، سید علیرضا حسینی کاخک[۱]، محسن دماوندی[۲]، علی مالکی[۳]

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.
۲. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.
۳. گروه مهندسی پزشکی، پردیس علوم و فناوری‌های نوین، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

تاریخ دریافت: ۰۴ اردیبهشت ۱۳۹۹
تاریخ پذیرش: ۳۰ مهر ۱۳۹۹
تاریخ انتشار: ۰۹ مهر ۱۴۰۰

چکیده

اهداف تمرینات ویبریشن کل بدن (WBV) به عنوان یک جایگزین کارآمد برای بهبود عملکرد جسمانی در سالمندان به نظر می‌رسد. هدف از انجام این پژوهش مقایسه تأثیر هشت هفته تمرینات ویبریشن کل بدن و طناب‌زنی با دو شدت مختلف بر عملکرد جسمانی مردان سالمند بود.

مواد و روش‌ها ۳۴ مرد سالمند (با میانگین سنی ۴/۱۶±۶۵/۸۳ سال؛ قد ۳/۹۰±۱۶۹/۲۶ سانتیمتر؛ وزن ۴/۶۲±۷۷/۰۴ کیلوگرم؛ شاخص توده بدن ۰/۶۹±۲۶/۸۶ کیلوگرم بر مترمربع) ساکن مشهد در سال ۱۳۹۸ بودند که به روش نمونه‌گیری هدفمند و در دسترس انتخاب و به‌طور تصادفی به سه گروه: شدت زیاد (N=۱۲)، شدت کم (N=۱۲) و کنترل (N=۱۰) تقسیم شدند. تمرینات ویبریشن در دو گروه شدت زیاد و کم به ترتیب با فرکانس ۴۰-۲۵ هرتز و دامنه سه میلی‌متر انجام گرفت. در تمرین طناب‌زنی شدت بر اساس مقیاس بورگ در سطح ۱۴و ۱۳ با ۳۵-۳۰ پرش در دقیقه برای هر دو گروه اعمال شد. عوامل عملکرد جسمانی، شاخص توده بدن و درصد چربی در پیش‌آزمون و پایان هشت هفته اندازه‌گیری شد. از روش آماری آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ استفاده شد. سطح معناداری (P≤۰/۰۵) در نظر گرفته شد.

یافته‌ها انعطاف‌پذیری پایین‌تنه (۱۰۵ درصد)، قدرت عضلات اندام فوقانی (۴۲/۴۳ درصد)، قدرت ایستای دست (۴۳/۳۸ درصد)، قدرت پویای پا (۳۶/۴۷ درصد)، عملکرد استقامت عضلانی اندام‌های تحتانی (۲۷/۲۰ درصد)، عملکرد قلبی تنفسی (۱۰/۲۷ درصد)، عملکرد تعادل پویا (۳۲/۶۰- درصد) و درصد چربی بدن (۴/۵۰- درصد) در گروه‌های آزمایش بهبود معناداری داشت (P<۰/۰۵). نتایج نشان داد در گروه‌های آزمایش نسبت به کنترل، همه شاخص‌های عملکردی به غیر از شاخص توده بدن بهبود داشت (P<۰/۰۵)، اما بین دو گروه تمرینی در هیچ‌کدام از متغیرها تفاوت معناداری مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

نتیجه‌گیری به نظر می‌رسد شدت کم برنامه ترکیبی ویبریشن طناب‌زنی بتواند در بهبود ترکیب بدن و عملکرد جسمانی افراد سالمند مؤثر باشد. انتخاب هریک از برنامه‌ها به وضعیت جسمانی سالمندان بستگی دارد.

کلیدواژه‌ها:
تمرینات ترکیبی، شدت، عملکرد جسمانی، سالمندی

مقدمه

سالمندی، فرسایش تدریجی، پیش‌رونده و خودبه‌خودی در بیشتر عملکردهای فیزیولوژیک است. بر اساس تعریف سازمان بهداشت جهانی، سن سالمندی شصت سال و بالاتر تعریف شده است [۱]. این مرحله‌ای غیرقابل اجتناب از روند طبیعی زندگی انسان است که با تحلیل نیرو و کاهش میزان فعالیت‌های جسمانی و حرکتی همراه است. با افزایش سن، اختلال عملکرد جسمانی بیشتر می‌شود و به علت اختلالاتی که در سیستم‌های فیزیولوژیکی مختلف فرد صورت می‌گیرد، به‌خصوص افزایش محدودیت‌های حرکتی، باعث وابستگی فرد به دیگران در انجام کارهای روزانه شده و نیاز به کمک به این افراد افزایش می‌یابد. این عوامل می‌تواند بر کیفیت زندگی آنان اثرات منفی زیادی ایجاد کند [۱]؛ بنابراین اهمیت توده و قدرت عضله، به‌ویژه حداکثر توان عضله در نحوه عملکرد افراد مسن در فعالیت‌های روزمره مانند قدم زدن، بالا رفتن از پله و برخاستن از صندلی

* نویسنده مسئول:
دکتر مهدی پویافر
نشانی: سبزوار، دانشگاه حکیم سبزواری، دانشکده علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی.
تلفن: ۴۴۰۱۲۷۶۳ (۵۱) ۹۸+
پست الکترونیکی: r.askari@hsu.ac.ir

تأثیر بسزایی دارد [۲]. بدیهی است ضعف عضله و کاهش توانایی عضلات اندام تحتانی در سرعت فراهم آوردن نیرو از شایع‌ترین عوامل خطر سقوط در افراد مسن به حساب آید و می‌تواند عامل خطرزای مهمی در افتادن افراد سالمند باشد [۲].

به زمین افتادن یا سقوط یکی از شایع‌ترین و جدی‌ترین مشکلات دوران سالمندی است و عواقب و عوارض جسمانی (شکستگی لگن، ازکارافتادگی، از دست دادن توانایی فیزیکی و مرگ)، روانی (از دست دادن اعتماد به نفس، عزت نفس و کاهش امید به زندگی) و مادی زیادی دارد [۳].

طبق نظر محققان، سالمندان در فعالیت‌های عملکردی که نیاز به قدرت و مهارت دست است، دچار ضعف هستند. اغلب مهارت‌های روزمره زندگی که شاخص اصلی در استقلال فرد هستند نیز با مهارت دستی در ارتباط است. گفته می‌شود قدرت دست، شاخص خوبی برای پیش‌بینی کاهش عملکرد و تعیین استقلال فرد است [۴].

نویس و همکاران در مطالعه‌ای به بررسی عواقب ناشی از افتادن در سالمندان پرداختند و تحقیق آن‌ها نشان داد، خطر افتادن‌هایی که به صدمات کوچک منجر می‌شوند، در افرادی که نیروی گرفتن کمتر و زمان واکنش دستی آهسته‌تری دارند، بیشتر است [۵].

انجام تمرینات سنتی که روی زمین انجام می‌شوند، برای بسیاری از سالمندان سودمند است، ولی برخی شرایط طبی خاص سالمندان (مانند استئوپروز، آرتریت، سکته و چاقی) انجام چنین ورزش‌هایی را به واسطه درد یا کاهش تحرک‌پذیری مفاصل و سایر محدودیت‌های جسمانی، برای آنان مخاطره‌آمیز و با رغبت عمومی کمتری روبه‌رو کرده است یا مانع از انجام این تمرینات توسط آنان می‌شود [۶].

در حال حاضر، یکی از گزینه‌هایی که چنین ویژگی‌هایی دارد، تمرینات ویبریشن است. گفته می‌شود که شاید تمرینات ویبریشن تمام بدن شیوه‌ای از تمرینات را برای افرادی که تمایل کمتری برای شرکت در کلاس‌های ورزشی موجود در سالن‌های ورزشی دارند یا افرادی که در راه رفتن مشکل‌دارند، فراهم کند. همچنین می‌تواند قدرت عضله اسکلتی را هم در افراد جوان و هم در افراد مسن، مشابه با تمرین مقاومتی، در عضلاتی مانند بازکننده‌های زانو افزایش دهد [۷]. در حقیقت ویبریشن یک محرک مکانیکی است که تحریکات را به صورت حرکات نوسانی و به طور مداوم به کل بدن انتقال می‌دهد.

ویبریشن کل بدن[1] روش تمرینی نسبتاً نوینی است که از صفحه‌ای نوسان‌کننده به صورت عمودی یا الاکلنگی استفاده می‌کند؛ که ترکیب اندازه (مقدار جابه‌جایی) و سرعت (فرکانس جابه‌جایی) این نوسان‌ها تعیین‌کننده شدت (شتاب) بارگذاری مکانیکی اعمال شونده به وسیله این دستگاه بر سطح تماس بدن است و از اهداف تمرین با آن فعال کردن عضلات به صورت مکانیکی است [۸].

برنامه تمرینات ویبریشن در افراد مسن نسبت به افراد جوان و ورزشکار تفاوت قابل توجهی دارد. در افراد مسن شدت ارتعاشات ناشی از ویبریشن شامل لرزش عمودی بسیار سبک است که توسط روبین و همکاران استفاده شد [۹]. فرکانس ویبریشن مورد مطالعه در افراد مسن از ۱۲/۶ تا شصت هرتز متغیر است و دامنه‌های گزارش‌شده از ۵۵ میکرومتر تا هشت میلی‌متر متفاوت است [۱۰].

اگرچه فرکانس پایین‌تر از این محدوده، به ویژه با دامنه بیشتر از ۰/۵ میلی‌متر نیز گزارش شده است، اما باعث آسیب به اندام‌های مختلف بدن می‌شود [۱۱]. می‌توان با تغییر در پروتکل تمرینی و وضعیت‌های ایستادن روی پلتفرم دستگاه، بین آسیب‌ها و مزایای ناشی از ویبریشن تعادل ایجاد کرد [۱۲]. در مورد اثرات شدت‌های مختلف تمرین WBV بر شاخص‌های آمادگی جسمانی در سالمندان تحقیقات متعددی انجام شده است و یافته‌های کمابیش متناقضی وجود دارد.

به طور مثال، بروير و همکاران تمرینات ویبریشن را با فرکانس ۲۶-۱۰ هرتز و دامنه ۷-۳ میلی‌متر؛ بوگارتز و همکاران با فرکانس ۴۰-۳۰ هرتز و دامنه ۲/۲-۱/۶ میلی‌متر روی افراد سالمند مطالعه و نتایج مثبتی را در تعادل ایستا، بهبود عملکرد راه رفتن و برخی از جنبه‌های کنترل وضعیت بدنی گزارش کرده‌اند [۱۳، ۱۴].

همچنین چانگ و همکاران عنوان کردند که تمرینات WBV با فرکانس دوازده هرتز و دامنه سه میلی‌متر می‌تواند اثرات مفیدی بر تعادل پویا در سالمندان داشته باشد [۱۵]. قوی و همکاران تمرینات ویبریشن را با فرکانس ۳۵ هرتز و دامنه هشت میلی‌متر انجام داده و دریافتند تمرین ویبریشن ممکن است یک رویکرد درمانی بادوام برای کاهش خطر زمین خوردن در سالمندان از طریق بهبود قدرت عضلانی، توانایی تعادل و جابه‌جایی باشد [۱۶].

با وجود این، برخی پژوهش‌ها نیز در شدت‌های مختلف نزدیک به این تحقیق عدم تأثیر تمرینات ویبریشن بر برخی از عوامل آمادگی حرکتی و جسمانی افراد سالمند را گزارش کرده‌اند. یافته‌های میخائیل و همکاران پس از سه ماه تمرین WBV با فرکانس دوازده هرتز و دامنه یک میلی‌متر تغییری در نیروی عضلانی افراد سالمند نشان ندادند [۱۷].

در مطالعه دیگری، رحیمی و همکاران دریافتند که تمرین ویبریشن کل بدن به مدت ده روز با فرکانس ۳۵ هرتز و دامنه پنج میلی‌متر تأثیری بر قدرت پاها و تعادل ایستا و

1. Whole-body Vibration (WBV)

پویـای مردان سالمند نـــدارد، اما در زنـــان ســـالمند بهبود یافته بود [۱۸]. وان‌نس و همکاران نیز با مقایسه اثر تمرینات WBV را پس از دو و شش ماه با فرکانس سی هرتز و دامنه سه میلی‌متر، تأثیری بر عملکرد تعادل سالمندان مشاهده نکردند [۱۹]. تسنگ و همکاران با مقایسه اثر فرکانس‌های چهل و بیست هرتز و دامنه چهار میلی‌متر فقط در شدت بالاتر تمرینات ویبریشن، شاهد بهبود چشم‌گیری در انعطاف‌پذیری آزمودنی‌های سالمند بودند [۲۰].

از سوی دیگر، تمرینات هوازی نظیر طناب‌زنی بر اساس یک قاعده منظم، باعث به کار گیری بسیاری از عضلات هنگام فعالیت و همچنین توسعه استقامت قلبی عروقی می‌شود. به علاوه این قبیل تمرینات به هر دو بخش سلامت روانی و فیزیکی مرتبط هستند [۲۱]. تمرینات مقاومتی و هوازی می‌توانند حجم، قدرت و توان عضله را بهبود بخشند و از این رو، می‌توانند به عنوان یک ابزار درمانی سالم در افراد سالمند و چاق به کار گرفته شوند، زیرا کیفیت زندگی را بهبود می‌بخشد [۲۲].

گفته می‌شود که تمرین طناب‌زنی یک فعالیت ارزشمند است و به افزایش قدرت و استقامت عضلانی، سلامت قلبی عروقی، تعادل، چابکی، بهبود هماهنگی عصبی و عضلانی، بهبود ریتم حرکتی، افزایش سرعت عمل و عکس‌العمل، افزایش توانایی بدن، بهبود سلامت و کیفیت زندگی و تراکم استخوان منجر می‌شود [۲۳]. از طرفی تمرینات طناب‌زنی نیاز به ابزار خاصی ندارد و انجام این تمرین در طول یک هفته، باعث افزایش چابکی و سرعت عمل در فرد و افزایش توانایی در عضلات پشت پا، چهار سر رانی، عضلات شانه، پشت و بهبود تعادل بدن می‌شود [۲۴]. کافی و همکاران در تحقیقات خود انجام هر دو نوع تمرین مقاومتی و هوازی را برای بهبود عملکرد جسمانی و ترکیب بدن در سالمندان توصیه کرده‌اند [۲۵].

با توجه به کم‌خطر و کم‌هزینه بودن و نیاز کمتر به تجهیزات و فضا و به لحاظ ویژگی‌ها و مزیت‌هایی که این دو تمرین دارند، اطلاعات کمی از ترکیب تمرینات طناب‌زنی و WBV برای تولید بازتاب انقباضی عضلات بدن وجود دارد و هنوز فرکانس دامنه مطلوبی برای WBV معلوم نیست و آزمایشات تمرینی ممکن است ناکارآمد یا غیرضروری باشد و شواهد بیشتری در مورد خطرات و مزایای آن مورد نیاز است. با توجه به اختلاف نظر ادبیات تحقیق در زمینه شدت‌های مختلف، به نظر می‌رسد بررسی بیشتر در این رابطه اهمیت دارد؛ بنابراین هدف از تحقیق حاضر پاسخ به این سؤال بود که چه شدتی از تمرینات ترکیبی ویبریشن کل بدن همراه با طناب‌زنی بر بهبود شاخص‌های عملکرد جسمانی در مردان سالمند بهترین اثر را دارد؟ تا با مناسب‌ترین شدت مؤثر که کمترین آسیب را به دنبال داشته باشد، بتوان جهت پیشگیری و درمان ضعف‌های جسمانی دوران سالمندی، یک برنامه تمرینی مطلوب و ایمن را طراحی کرد.

روش مطالعه

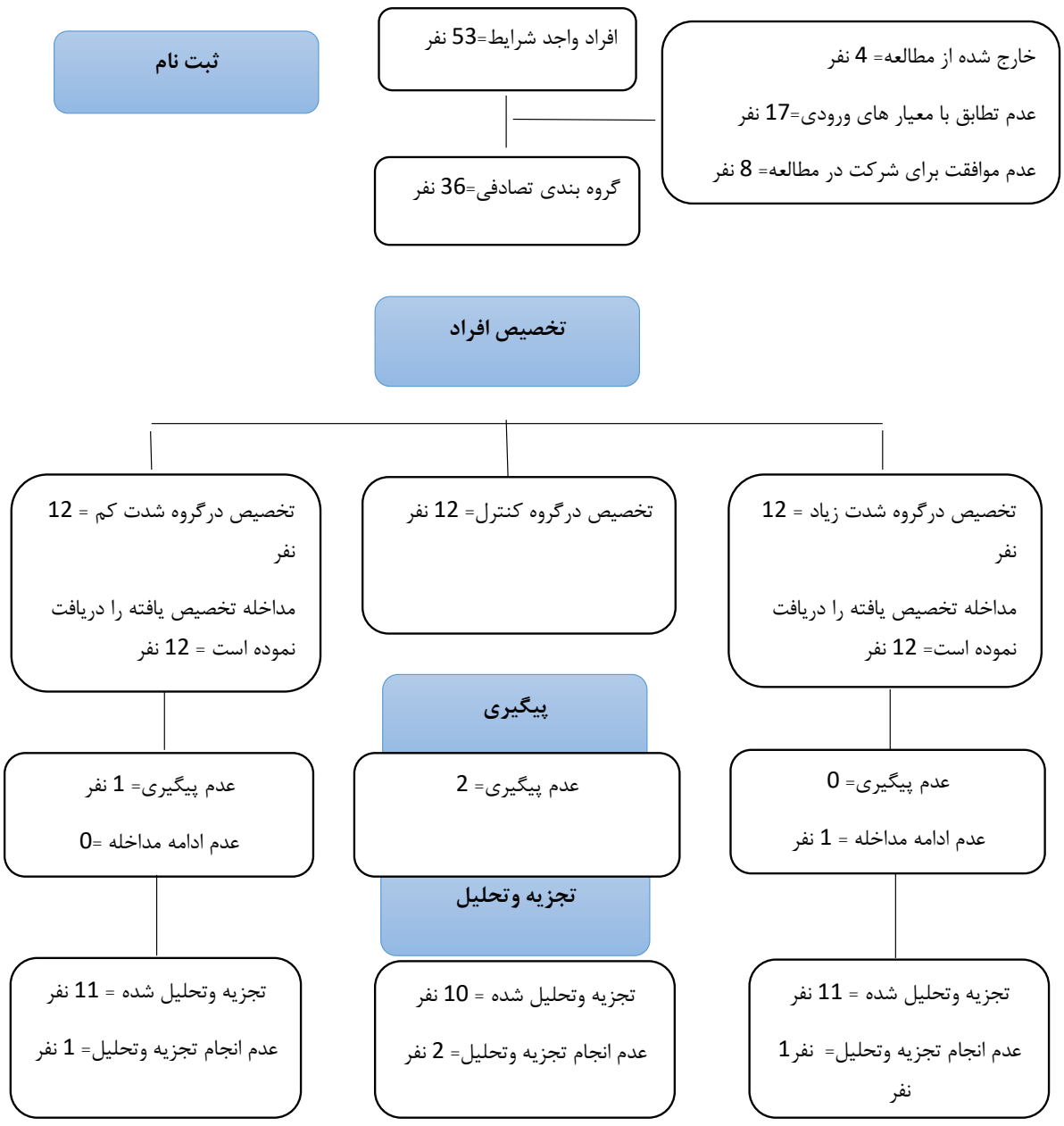
این تحقیق از نوع نیمه‌تجربی با طرح پیش و پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری شامل مردان سالمند بین ۷۰-۶۰ سال ساکن در مرکز سالمندان شهرستان مشهد در سال ۱۳۹۸ بودند. حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار G-POWER برای آزمون آنوا با اندازه‌گیری‌های تکراری با توان ۰/۹ و اندازه اثر ۰/۲۵ و سطح خطای آلفا برابر ۰/۰۵، ۳۶ نفر تعیین شد [۲۶، ۲۷]. با حضور در میان سالمندان هدف از انجام تحقیق و مزیت‌های روش تمرینی منتخب بیان شد و نحوه انجام کار با دستگاه ویبریشن و ورزش طناب‌زنی و گرفتن شاخص‌های عملکردی جسمانی و همچنین انجام معاینات پزشکی توضیح داده شد.

شرایط ورود: دارا بودن سطح سلامت عمومی با استفاده از پرسش‌نامه پزشکی و تأیید پزشک تیم تحقیقاتی، توانایی شرکت منظم در تمرینات ورزشی با استفاده از پرسش‌نامه بین‌المللی فعالیت جسمانی[۲] و عدم اختلالات قلبی عروقی و اختلال دریچه‌ای، آرتروز شدید، بیماری‌های مفصلی، دیابت ملیتوس وابسته به انسولین، مفاصل مصنوعی در پا، زانو و ران، مشکلات دیسک و مهره‌های کمری، آغازگر مصنوعی ضربان قلب، پروتز زانو یا لگن، ناتوانی عضلانی اسکلتی، التهاب و عفونت‌های شدید، معلولیت حرکتی و بیماری صرع بود و شرایط خروج: عدم شرکت منظم در جلسات تمرینی، مشکلات احتمالی جسمانی و دلایل شخصی بود.

سپس از بین ۵۳ سالمند مرد بعد از انجام معاینات پزشکی و تأیید پزشک سالمندان ۳۶ نفر سالم انتخاب شد و به روش تصادفی به سه گروه تمرینی یک: شدت زیاد (n=۱۲) تمرین ویبریشن با فرکانس چهل هرتز و دامنه سه میلی‌متر + تمرین طناب‌زنی، گروه تمرینی دو: شدت کم (n=۱۲) تمرین ویبریشن با فرکانس ۲۵ هرتز و دامنه ۳ + تمرین طناب‌زنی و گروه کنترل: (n=۱۰) بدون تمرین تقسیم شدند.

برای تعیین واحدهای پژوهش در سه گروه دوازده نفری از روش تصادفی‌سازی ساده (پرتاب تاس) استفاده شد. اعداد یک و دو برای گروه کنترل، اعداد سه و چهار برای گروه آزمایش با شدت کم و اعداد پنج و شش برای گروه آزمایش با شدت زیاد در نظر گرفته شد. با پرتاب تاس، گروه هر فرد مشخص شد و تا تکمیل حجم نمونه ادامه داشت. قبل از اجرای تحقیق پرسش‌نامه‌ای که شامل برخی اطلاعات فردی، سوابق پزشکی و ورزشی، پرسش‌نامه آمادگی برای فعالیت (PAR-Q) و برگه رضایت‌نامه بود، توسط آزمودنی‌ها تکمیل شد. سپس در یک جلسه توجیهی با جزئیات برنامه تمرینی و محل تمرین آشنا شدند و دوره‌های تمرینی انجام شد (تصویر شماره ۱).

2. The International Physical Activity Questionnaire (IPAQ)



سالمند

تصویر ۱. فلودیاگرام کانسورت

۴۸ ساعت قبل از شروع و بعد از پایان دوره تمرینی، آزمون‌های عملکرد جسمانی شامل آزمون قدرت ایستای دست (دستگاه دینامومتر دستی عقربه‌ای YAGAMI مدلDM-100N) [۲۸]، قدرت عضلات اندام فوقانی (حرکت جلو بازو توسط یک وزنه ۳/۶۳ کیلویی در مدت سی ثانیه) [۲۹]، قدرت پویای پا (بلند شدن و نشستن روی صندلی در مدت سی ثانیه) [۳۰]، عملکرد استقامت عضلانی اندام‌های تحتانی (آزمون دو دقیقه گام برداری) [۳۰]، عملکرد تعادل پویا (بلند شدن و رفتن) [۳۱]، انعطاف‌پذیری پایین‌تنه (آزمون نشستن روی صندلی و رساندن) [۲۹]، عملکرد قلبی تنفسی (آزمون شش دقیقه پیاده‌روی) [۳۲]، اندازه‌گیری ترکیب بدن (دستگاه Full Body Composition مدل BF511) [۳۳] و شاخص توده بدن با تقسیم وزن (کیلوگرم) به مجذور قد (به متر) انجام شد [۲۹].

همه آزمون‌های عملکرد جسمانی بر اساس آزمون‌های آمادگی جسمانی ریکلی و جونز برای سالمندان اجرا شد. ریکلی و جونز پایایی آزمون بلند شدن و نشستن سی ثانیه را با ضریب همبستگی ۸۴ درصد، آزمون دو دقیقه گام برداری ۹۴ درصد، آزمون بلند شدن و رفتن ۹۵ درصد، آزمون نشستن روی صندلی و رساندن ۹۵ درصد، آزمون شش دقیقه پیاده‌روی ۸۵ درصد، آزمون قدرت ایستای دست ۹۴ درصد، آزمون حرکت جلو بازو

جدول ۱. برنامه تمرینات ویبریشن (گروه یک و دو)

	گروه تمرینی	فرکانس (هرتز)	آمپلی تود (میلی‌متر)	دقیقه × تعداد ست		استراحت بین ست (ثانیه)	استراحت بین حرکات (ثانیه)	تعداد جلسات در هفته
				چهار هفته اول	چهار هفته دوم			
(یک) شدت زیاد	ویبریشن	۴۰	۳	۴×۱	۵×۱	۳۰-۴۵	۹۰-۱۲۰	۳
(دو) شدت کم	ویبریشن	۲۵						

گروه ۱ (شدت بالا) با فرکانس ۴۰ هرتز و دامنه ۳ میلی‌متر و گروه ۲ (شدت پایین) با فرکانس ۵۲ هرتز و دامنه ۳ میلی‌متر است.

توسط یک وزنه ۳/۶۳ کیلویی در مدت سی ثانیه ۹۵ درصد گزارش کرده‌اند [۲۹]. برنامه تمرینی با توجه به پیشینه مطالعات انجام‌شده و با رعایت اصول علم تمرین به صورت محقق‌ساخته بود. در شروع جلسات تمرینی ابتدا حرکات کششی، گرم کردن عمومی و گرم کردن اختصاصی اجرا و سپس تمرین ویبریشن به مدت هشت هفته و هر هفته سه جلسه و در هر جلسه سی دقیقه (چهار سِت یک‌دقیقه‌ای در چهار هفته اول و پنج سِت یک‌دقیقه‌ای در چهار هفته دوم) در گروه تمرینی یک (شدت زیاد) و گروه دو (شدت کم) اجرا شد.

دامنه برای هر دو گروه یکسان، برابر با سه میلی‌متر و فرکانس در گروه یک با فرکانس چهل هرتز و در گروه دو با فرکانس ۲۵ هرتز اعمال شد. استراحت بین سِت‌ها ۴۵-۳۰ ثانیه و استراحت بین حرکات ۱۲۰-۹۰ ثانیه بود که با وضعیت‌های مشخص روی دستگاه تمرینی ویبریشن تمام بدن مدل Excel Pro ساخت کمپانی FitVibe کشور آلمان انجام شد. فقط محقق از اختلاف شدت تمرینات آگاه بود و برای یکسان‌سازی مشاهده‌ای از لرزش دستگاه، تمرینات در روزهای جداگانه، اما زمان‌های مشابهی صورت گرفت. گروه کنترل بدون دخالت هیچ نوع برنامه تمرینی، فعالیت‌های خود را مطابق روال قبل انجام می‌دادند. برنامه تمرین ویبریشن در جدول‌های شماره ۱، ۲ و تصویر شماره ۲ ارائه شده است.

برنامه تمرینی طناب‌زنی برای سالمندان: عمل گرم کردن به مدت ۱۰-۵ دقیقه به شکل گرم کردن عمومی و سپس تخصصی شامل طناب زدن آرام و عمل سرد کردن به مدت پنج دقیقه راه رفتن و تمرینات کششی بود. تمرینات از جلسه اول به صورت ترکیبی با تمرین ویبریشن از دو سِت یک‌دقیقه‌ای شروع شد و در جلسات آخر به شش سِت یک‌دقیقه‌ای و سی ثانیه استراحت بین سِت‌ها و به تعداد ۳۵-۳۰ پرش در دقیقه اعمال شد [۳۴]. میزان شدت طناب‌زنی توسط مقیاس ۲۰-۶ امتیازی بورگ [۳۵] در شدت‌های سطح سیزده و چهارده اندازه‌گیری و مشخص شد. بین تمرین ویبریشن و طناب‌زنی پنج دقیقه استراحت فعال شامل حرکات کششی و راه رفتن آهسته صورت گرفت. برنامه تمرینی طناب‌زنی در جدول شماره ۳ ارائه شده است.

جهت تحلیل داده‌ها از روش آماری تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد. برای بررسی پذیره‌های زیربنایی از آزمون شاپیرو ویلک (لیلی فورس)، برای ارزیابی طبیعی بودن توزیع داده‌ها پیش و پس از تمرین، آزمون لون و برای بررسی همگنی گروه‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون و آزمون باکس (برای بررسی ثابت بودن ماتریس کوواریانس خطا) اجرا شد.

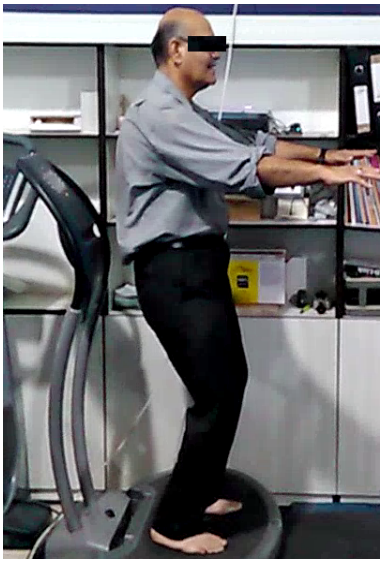
در متغیرهای انعطاف‌پذیری پایین‌تنه، قدرت پویای پا، عملکرد قلبی تنفسی، عملکرد تعادل پویا، شاخص توده بدن و درصد چربی بدن که مقدار بزرگ‌تر از پنج‌صدم بود، از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر به روش کمترین توان‌های دوم استفاده شد

جدول ۲. حرکات بالاتنه و پایین‌تنه

وضعیت‌های مختلف قرار گرفتن روی دستگاه ویبریشن	
بالاتنه	پایین‌تنه
۱- بدن به حالت شنای کامل و دست‌ها روی صفحه ویبریشن و به حالت ثابت، زانوها روی زمین قرار می‌گیرد. ۲- فلکشن معکوس ساعد روی صفحه (دست‌ها روی صفحه، پاها روی زمین در وضعیت پشت به صفحه ویبریشن)	۳- اسکات پا (حرکات خم و صاف شدن) روی صفحه ویبریشن ۴- حرکت لانج

وضعیت -۱

وضعیت -۲



وضعیت -۳

وضعیت -۴

تصویر ۲. وضعیت‌های مختلف قرار گرفتن روی دستگاه ویبریشن

و در متغیرهای قدرتِ عضلات اندام فوقانی، قدرت ایستای دست و عملکرد استقامت عضلانی اندام‌های تحتانی که پیش‌فرض‌های همگنی و طبیعی بودن وجود نداشت (P≤۰/۰۵)، از روش تحلیل واریانس با اندازه‌های مکرر وزن‌دار شده (وزنی) استفاده شده است.

در صورت معناداری برای تعیین محل اختلاف از آزمون تعقیبی بنفرونی استفاده شد. سطح معناداری نیز (P≤۰/۰۵) در نظر گرفته شد. در تجزیه و تحلیل همه داده‌ها از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۰) استفاده شد.

یافته‌ها

مشخصات آزمودنی‌ها در جدول شماره ۴ ارائه شده است. نتایج نشان داد در گروه‌های آزمایش یک و دو به ترتیب درصد چربی بدن (۴/۵۰- درصد؛ ۵/۹۹- درصد)، انعطاف‌پذیری پایین‌تنه (۱۰۵ درصد؛ ۱۰۲ درصد)، قدرت عضلات اندام فوقانی (۴۲/۴۳ درصد؛ ۴۲/۹۳ درصد)، قدرت ایستای دست (۴۳/۳۸ درصد؛ ۳۹/۴۵ درصد)، قدرت پویای پا (۳۶/۴۷ درصد؛ ۲۶/۴۳ درصد)، عملکرد استقامت عضلانی اندام‌های تحتانی (۲۷/۲۰ درصد؛ ۲۶/۱۰ درصد)، عملکرد قلبی تنفسی (۱۰/۲۷ درصد؛ ۱۰/۹۰ درصد) و عملکرد تعادل پویا (۳۲/۶۰- درصد؛ ۲۴/۱۰- درصد) در گروه‌های آزمایش نسبت به گروه کنترل بهبود معناداری مشاهده شد (P≤۰/۰۵). نتایج آماری و آزمون تعقیبی در گروه دو نشان داد، همه شاخص‌های عملکردی افزایش معناداری دارد (P≤۰/۰۵). در شاخص توده بدن بین گروه‌های آزمایش و کنترل تفاوت معناداری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). بین دو گروه تمرینی در هیچ‌کدام از متغیرها تفاوت معناداری مشاهده نشد (P>۰/۰۵)، ولی درمجموع با مقایسه میانگین‌ها گروه یک میانگین بالاتری نسبت به گروه دو داشت. همچنین اثرات تعاملی در همه شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده معنادار بود (P<۰/۰۰۱).

جدول ۳. برنامه تمرینی طناب‌زنی

هفته	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم
تعداد سِت	۲	۳	۴	۴	۵	۵	۶	۶
زمان سِت‌ها (دقیقه)	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
استراحت بین سِت‌ها (ثانیه)	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
تعداد پرش در دقیقه	۳۰–۳۵	۳۰–۳۵	۳۰–۳۵	۳۰–۳۵	۳۰–۳۵	۳۰–۳۵	۳۰–۳۵	۳۰–۳۵
تعداد جلسات در هفته	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳

سالمند

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد، گروه‌های آزمایش نسبت به گروه کنترل در شاخص توده بدن تفاوت معناداری ندارند. نتایج این تحقیق با مطالعه آوارز و همکاران هم‌خوانی دارد و با مطالعه ملینز و همکاران هم‌خوانی ندارد. آوارز و همکاران با اعمال تمرینات ویبریشن با فرکانس‌های ۳۵-۳۰ هرتز و دامنه چهار میلی‌متر تغییرات معناداری در شاخص توده بدنی افراد سالمند مشاهده نکردند [۳۶]. ملینز و همکاران با فرکانس ۶۰-۴۰ هرتز و دامنه ۵-۲ میلی‌متر کاهش معناداری در شاخص توده بدنی افراد سالمند مشاهده کردند [۳۷].

در شاخص درصد چربی نیز گروه آزمایش نسبت به کنترل کاهش معناداری داشته است. نتایج این تحقیق با مطالعه ملینز و همکاران هم‌خوانی دارد و با مطالعه آوارز و همکاران هم‌خوانی ندارد. ملینز و همکاران با اعمال تمرینات ویبریشن با فرکانس ۶۰-۴۰ هرتز و دامنه ۵-۲ میلی‌متر کاهش معناداری در شاخص درصدچربی افراد سالمند مشاهده کردند [۳۷]. آوارز و همکاران (۲۰۱۴) با فرکانس ۳۵-۳۰ هرتز و دامنه ۴ میلی‌متر؛ تغییرات معناداری در درصد چربی افراد سالمند مشاهده نکردند [۳۶].

یکی از اهداف تمرینات، کاهش توده چربی و افزایش وزن بدون چربی است. تمرینات مقاومتی همراه با تمرینات هوازی می‌تواند روشی مناسب جهت دست‌یابی به این اهداف در افراد غیر ورزشکار باشد [۳۸]. تمرینات هوازی به طور قابل‌ملاحظه‌ای آنزیم‌های اکسایشی موجود در میتوکندری‌ها را افزایش می‌دهد. این افزایش شرایطی ایجاد می‌کند که بافت‌های فعال مقدار بیشتری از اکسیژن در دسترس را استفاده کنند و در افزایش چربی‌سوزی و وزن بدون چربی بدن نقش داشته باشد [۳۹]. دلایل تناقض این یافته‌ها را شاید بتوان در سن، جنست، وضعیت جسمانی، رژیم غذایی آزمودنی‌ها و شدت و مدت تمرینات و همچنین روش اندازه‌گیری متغیرها ذکر کرد.

طبق جدول شماره ۵ نتایج مطالعه حاضر نشان داد، گروه‌های آزمایش نسبت به گروه کنترل در انعطاف‌پذیری پایین‌تنه افزایش معناداری دارند. این نتایج با دستاوردهای تحقیقات کاری و همکاران هم‌خوانی دارد و با تحقیقات تسنگ و همکاران هم‌خوانی ندارد. کاری و همکاران با اعمال تمرینات ویبریشن با فرکانس سی هرتز و دامنه ۲/۹ میلی‌متر افزایش معناداری در انعطاف‌پذیری افراد سالمند مشاهده کردند [۴۰].

تسنگ و همکاران با انجام تمرینات ویبریشن با فرکانس‌های چهل و بیست هرتز و دامنه چهار میلی‌متر افزایش معناداری در شدت پایین نشان دادند، ولی در شدت بالا افزایش چشمگیری در انعطاف‌پذیری روی افراد سالمند مشاهده نکردند [۲۰]. در تحقیق تسنگ علت معنادار نبودن در فرکانس مورد نظر را ناشی

جدول ۴. مشخصات آزمودنی‌ها در دو گروه قبل از انجام دوره تمرینی

شاخص	میانگین±انحراف‌معیار		
	گروه ۱	گروه ۲	گروه کنترل
سن (سال)	۶۵/۷۸±۳/۲۷۰	۶۶/۱۱±۴/۷۵	۶۵/۶۲±۴/۴۷۰
قد (سانتیمتر)	۱۷۱/۷۸±۳/۰۷۳	۱۶۷/۸۹±۳/۶۵	۱۶۸/۱۲±۴/۹۹۸
وزن (کیلوگرم)	۷۸/۸۳±۳/۸۹۵	۷۶/۴۶±۳/۶۵	۷۵/۸۴±۶/۳۴۳
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۶/۶۹±۰/۵۶۴	۲۷/۱۱±۰/۵۲۶	۲۶/۷۸±۱/۰۰۸

سالمند

جدول۵. داده‌های توصیفی شاخص‌های عملکرد جسمانی

گروه‌ها / متغیرها		میانگین±انحراف معیار			اثرعامل زمان #	اثرعامل گروه	اثرزمان × گروه *
		گروه تمرینی۱ شدت زیاد	گروه تمرینی۲ شدت کم	گروه کنترل			
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	پیش‌آزمون	۲۶/۶۹±۰/۵۶	۲۷/۱۱±۰/۵۲	۲۶/۷۸±۱/۰۰	۰/۰۰۱	۰/۴۸۰	۰/۰۰۱
	پس‌آزمون	۲۶/۴۸±۰/۵۷	۲۶/۸۹±۰/۵۴	۲۶/۷۴±۱/۰۲			
	درصد تغییرات	-۰/۷۸	-۰/۸۱	-۰/۱۴			
درصد چربی	پیش‌آزمون	۲۵/۳۰±۱/۱۷	۲۵/۵۳±۰/۹۰	۲۶/۲۴±۱/۲۳	۰/۰۰۱	۰/۰۱۹	۰/۰۰۱
	پس‌آزمون	۲۴/۱۶±۱/۱۴	۲۴/۰۰±۰/۸۸	۲۶/۱۵±۱/۲۶			
	درصد تغییرات	-۴/۵۰	-۵/۹۹	-۰/۳۴			
انعطاف‌پذیری پایین‌تنه (سانتی‌متر)	پیش‌آزمون	-۷/۸۹±۱/۹۶	-۷/۸۹±۱/۸۳	-۶/۶۲±۱/۹۹	۰/۰۰۱	۰/۰۱۸	۰/۰۰۱
	پس‌آزمون	۰/۴۴ ±۲/۵۰	۰/۲۲±۱/۷۸	-۶/۷۵±۳/۲۴			
	درصد تغییرات	۱۰۵	۱۰۲	۱/۹۶			
قدرت عضلات اندام فوقانی (تعداد در ۳۰ثانیه)	پیش‌آزمون	۱۹/۱۱±۲/۶۱	۱۸/۸۹±۳/۰۱	۱۹/۱۲±۱/۷۲	۰/۰۰۱	۰/۰۱۶	۰/۰۰۱
	پس‌آزمون	۲۷/۱۱±۳/۱۵	۲۷/۰۰±۳/۲۰	۱۹/۷۵±۲/۴۳			
	درصد تغییرات	۴۲/۴۳	۴۲/۹۳	۳/۲۹			
قدرت ایستای دست (کیلوگرم)	پیش‌آزمون	۲۱/۰۰±۲/۷۳	۲۱/۱۱±۲/۸۹	۲۱/۸۸±۲/۴۱	۰/۰۰۱	۰/۰۲۵	۰/۰۰۱
	پس‌آزمون	۳۰/۱۱±۳/۳۳	۲۹/۴۴±۲/۸۳	۲۱/۸۸±۲/۸۵			
	درصد تغییرات	۴۳/۳۸	۳۹/۴۵	۰/۲			
قدرت پویای پا (تعداد در ۳۰ ثانیه)	پیش‌آزمون	۱۸/۵۶±۱/۶۶	۱۹/۳۳±۱/۸۰	۱۸/۵۰±۲/۶۷	۰/۰۰۱	۰/۰۱۶	۰/۰۰۱
	پس‌آزمون	۲۵/۲۳±۲/۳۴	۲۴/۴۴±۲/۶۰	۱۹/۵۰±۲/۸۱			
	درصد تغییرات	۳۶/۴۷	۲۶/۴۳	۴/۰۵			
استقامت عضلانی اندام تحتانی (تعداد گام)	پیش‌آزمون	۳۰/۲۲±۴/۴۶	۳۰/۲۲±۳/۵۶	۲۸/۷۵±۳/۹۵	۰/۰۰۱	۰/۰۲۰	۰/۰۰۱
	پس‌آزمون	۳۸/۴۴±۴/۹۲	۳۸/۱۱±۳/۹۱	۲۹/۰۰±۴/۰۰			
	درصد تغییرات	۲۷/۲۰	۲۶/۱۰	۰/۸۶			
عملکرد قلبی- تنفسی (سانتی‌متر)	پیش‌آزمون	۳۵۳/۳۸±۸/۳۶	۳۵۱/۴۶±۹/۵۸	۳۵۲/۸۸±۱۷/۵۰	۰/۰۰۱	۰/۰۱۸	۰/۰۰۱
	پس‌آزمون	۳۸۹/۶۸±۱۰/۵۰	۳۹۸/۷۷±۱۱/۸۰	۳۵۶/۱۳±۱۷/۴۴			
	درصد تغییرات	۱۰/۲۷	۱۰/۹۰	۰/۹۲			
عملکرد تعادل پویا (ثانیه)	پیش‌آزمون	۸/۲۵±۰/۳۸	۷/۸۰±۰/۶۵	۷/۷۰±۰/۸۲	۰/۰۰۱	۰/۰۱۹	۰/۰۰۱
	پس‌آزمون	۵/۵۶±۰/۴۰	۵/۹۲±۰/۵۶	۷/۶۷±۰/۸۰			
	درصد تغییرات	-۳۲/۶۰	-۲۴/۱۰	-۰/۳۸			

*معنی‌داری بین گروهی و# معنی‌داری درون گروهی؛ سطح معناداری P<۰/۰۵است.

سالمند

از اختلاف در پاسخ تطبیقی عصبی عضلانی در افراد مسن زن و مرد عنوان کرده‌اند [۲۰].

در مطالعه حاضر شدت تمرین در هر دو فرکانس در دامنه سه میلی‌متر احتمالا می‌تواند ناشی از اختلاف در دامنه و میزان تمرین‌پذیری آزمودنی‌ها باشد. درتمرینات ویبریشن با فعال‌سازی انتهای اولیه دوک عضلانی، سبب افزایش حلقه بازتاب کششی می‌شود که منجر به انقباض عضلات موافق و بازدارندگی عضلات مخالف می‌شود، درنهایت سبب تغییر در هماهنگی درون عضلانی و کاهش نیروی بازدارنده پیرامون مفاصل می‌شود [۴۱]. از سوی دیگر به واسطه کشش اولیه، انقباض عضلانی کانسنتریک افزایش‌یافته و پاسخ‌های تحریکی دوک عضلانی اثرات بازدارنده اندام وتری گلژی را افزایش می‌دهد [۴۱].

اخیراً بیان‌شده است که ویبریشن اعمال‌شده به عضله سبب افزایش جریان خون عضله می‌شود و این افزایش جریان خون اثر گرمایی ایجاد کرده و سبب گشاد شدن رگ‌های پوستی و رگ‌های عمقی تارهای عضلانی می‌شود. این گرمای تولیدشده، تارهای عضلانی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و این تسهیل مرتبط با گرما در انعطاف‌پذیری بسیار اهمیت دارد [۴۲]. در این زمینه نتایج متناقضی نیز وجود دارد که می‌تواند به دلیل تفاوت در ویژگی‌های تمرین، دامنه، فرکانس برنامه تمرینی، حجم و نوع تمرین یا سطح عملکردی افراد سالمند باشد.

نتایج مطالعه حاضر همچنین نشان داد شاخص‌های قدرت عضلانی اندام فوقانی، قدرت ایستای دست و قدرت پویای پا در گروه‌های آزمایش نسبت به گروه کنترل افزایش معناداری داشته است. نتایج این مطالعه با تحقیقات لیم و همکاران همخوانی دارد و با تحقیق گودارزیان و همکاران هم‌خوانی ندارد. لیم و همکاران با اعمال تمرینات ویبریشن با فرکانس سی هرتز و دامنه سه میلی‌متر افزایش معناداری در قدرت عضلانی اندام تحتانی افراد سالمند مشاهده کردند [۴۳]. گودارزیان و همکاران با فرکانس ۳۵-۳۰ هرتز و دامنه پنج میلی‌متر تغییرات معناداری در قدرت عضلانی اندام تحتانی افراد سالمند مشاهده نکردند [۴۴].

تمرین ویبریشن در افزایش توان و قدرت مؤثر است و مکانیسم آن مانند تمرین‌های قدرتی و پلایومتریک باعث افزایش بار جاذبه بر دستگاه عصبی عضلانی می‌شود. ویبریشن باعث افزایش جاذبه شده که این امر با افزایش سطح مقطع و نیروی عضله همراه است و سبب سازگاری عصبی و ظاهری عضله می‌شود [۴۵].

افزایش حساسیت‌پذیری دوک‌های عضلانی و فراخوانی بیشتر واحدهای حرکتی و کاهش سازوکارهای مهاری، دلیل آثار مثبت ویبریشن است [۴۶]. در مورد بهبود قدرت ایستای دست می‌توان بیان کرد که در بیشتر امور روزمره، پاها وزن بدن را تحمل می‌کنند و بر اساس اصل تمرین‌پذیری دست‌ها ظرفیت بیشتری را برای پاسخ به تمرین دارند، به طوری که حتی با انجام تمرینات ساده‌ی تحمل وزن، بهبود زیادی در عملکرد و ظرفیت دست‌ها مشاهده می‌شود [۴۶]. احتمالاً استفاده از وزن بدن هنگام انقباض عضلات فوقانی بدن، عامل بهبود انتقال محرک WBV به اندام فوقانی باشد که به افزایش عملکرد عضلات منجر می‌شود [۴۸، ۴۷]. مکانیسم‌های فیزیولوژیکی این تغییرات ممکن است ناشی از شدت فرکانس، دامنه، مدت و تعداد جلسات تمرینی باشد [۴۹].

شاخص استقامت عضلانی اندام تحتانی نیز در گروه‌های آزمایش افزایش معناداری نسبت به گروه کنترل داشت. نتایج این تحقیق با تحقیق بوکائیان و همکاران هم‌خوانی دارد و با تحقیق بروکمنز و همکاران هم‌خوانی ندارد. بوکائیان و همکاران با اعمال تمرینات ویبریشن با فرکانس ۳۰-۲۵ هرتز و دامنه دو میلی‌متر افزایش معناداری در استقامت عضلانی افراد سالمند مشاهده کردند [۵۰].

بروکمنز و همکاران با اعمال تمرینات ویبریشن با فرکانس ۴۵-۲۰ هرتز و دامنه ۲/۵ میلی‌متر تغییرات معناداری در استقامت عضلانی افراد سالمند مشاهده نکردند [۵۱، ۱۸]. یکی از دلایل اصلی بهبود استقامت، افزایش قدرت عضلانی است. به نظر می‌رسد این بهبود با افزایش قدرت ایجادشده بر اثر تمرین ویبریشن و طناب‌زنی مرتبط باشد [۵۲].

ویبریشن اعمال‌شده بر تاندون‌ها و عضلات باعث تحریک شدید دوک‌های عضلانی و بازدارندگی اندام‌های وتری گلژی و به دنبال آن مهار خود به خودی می‌شود. افزایش حساسیت‌پذیری دوک‌های عضلانی می‌تواند باعث بهبود پاسخ‌های عضلانی شود. آنچه حساسیت‌پذیری دوک‌های عضلانی را کنترل می‌کند؛ نورون‌های حرکتی گاما است. نورون‌های حرکتی گاما پیام‌های عصبی را به داخل تارهای درون دوکی واقع در دوک‌های عضلانی انتقال می‌دهد و باعث افزایش نرخ آتش‌بار و سفتی عضله می‌شود که نهایتاً این عمل باعث می‌شود حساسیت‌پذیری‌های عضلانی به تحریکات وارده افزایش یابد و در مدت‌زمان کوتاه‌تری واکنش‌های مکانیکی و فیزیولوژیکی انجام پذیرد [۵۲].

همین‌طور شاخص عملکرد قلبی تنفسی در گروه‌های آزمایش افزایش معناداری نسبت به گروه کنترل نشان داد. نتایج این تحقیق با نتایج مطالعه وان و همکاران هم‌خوانی دارد و با تحقیق اسپیلمنز و همکاران هم‌خوانی ندارد. وان و همکاران با فرکانس ۳۵ هرتز و دامنه ۶-۴ میلی‌متر افزایش معناداری در عملکرد قلبی تنفسی افراد سالمند مشاهده کردند [۵۳].

اسپیلمنز و همکاران با اعمال تمرینات ویبریشن با فرکانس ۲۶-۲۴ هرتز و دامنه سه میلی‌متر تغییرات معناداری در عملکرد قلبی تنفسی افراد سالمند مشاهده نکردند [۵۴]. تمرینات هوازی، ظرفیت استقامتی را از راه افزایش آنزیم‌های اکسیداتیو، چگالی مویرگی و محتوای گلیکوژن در عضله و افزایش در حجم ضربه‌ای

و کاهش در ضربان قلب بهبود می‌دهد و تمرینات مقاومتی نیز از طریق افزایش زمان رسیدن به خستگی باعث بهبود استقامت می‌شود [۵۵]؛ بنابراین این احتمال وجود دارد که با افزایش قدرت مشاهده‌شده در آزمودنی‌های این تحقیق، قابلیت تمرین‌پذیری نیز افزایش‌یافته و بهبود استقامت قلبی تنفسی را نیز به همراه داشته است [۱۷].

عملکرد تعادل نیز در گروه‌های آزمایش نسبت به گروه کنترل افزایش معناداری داشت. نتایج این تحقیق با تحقیق لیم و همکاران هم‌خوانی دارد و با تحقیق وی و همکاران هم‌خوانی ندارد. لیم و همکاران با اعمال تمرینات ویبریشن فرکانس سی هرتز و دامنه سه میلی‌متر افزایش معناداری در عملکرد تعادل پویای اندام تحتانی افراد سالمند مشاهده کردند [۴۴]. وی و همکاران با اعمال تمرینات ویبریشن با فرکانس ۶۰-۴۰-۲۰ هرتز و دامنه چهار میلی‌متر تغییر معناداری در عملکرد تعادل پویای اندام تحتانی افراد سالمند مشاهده نکردند [۵۶].

اولین عامل در یکپارچگی حسی حرکتی برای حفظ تعادل، رفلکس میوتاتیک است که توسط دوک‌های عضلانی صورت می‌گیرد [۷]. تمرینات ویبریشن سبب افزایش حساسیت‌پذیری دوک‌های عضلانی‌شده و با بهبود عملکرد عصبی عضلانی، سرعت پاسخ‌های مکانیکی و فیزیولوژیکی را افزایش می‌دهند و سبب هم فعالی نورون‌های حرکتی آلفا و گاما می‌شوند و درنهایت منجر به تسهیل انقباض عضلانی می‌شوند. افزایش حساسیت دوک‌های عضلانی و بهبود کنترل عصبی عضلانی پس از تمرینات ویبریشن و طناب‌زنی یکی از دلایل بهبود تعادل پس از این تمرینات گزارش شده است [۷، ۵۶].

علاوه بر این، از دیگر دلایل بهبود تعادل، تحریک سیستم عصبی مرکزی توسط ویبریشن است. سیستم عصبی مرکزی سبب هماهنگی انقباضات عضلات موافق و مخالف می‌شود و این هماهنگی در عضلات اندام تحتانی، حول مفصل پا و تثبیت آن از اهمیت بالایی برخوردار است [۷].

همچنین در اجرای تمرینات طناب‌زنی، دستگاه عصبی عضلانی در حفظ تعادل درگیر است و این می‌تواند عاملی برای افزایش تعادل فرد باشد. حرکات طناب‌زنی شامل انقباض اکسنتریک و انقباض کانسنتریک متعاقب آن است؛ بنابراین هماهنگی در این نوع تمرینات می‌تواند در انجام اعمال تعادلی نیز خود را نشان داده و باعث بهبود تعادل شود. با توجه به فعال‌سازی گیرنده‌های حسی به دنبال تمرینات جهشی، روشن است که این تمرینات، می‌تواند به طور مستقیم بر فعالیت مغز اثر بگذارند [۵۷].

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این مطالعه نشان داد که تمرینات ویبریشن کل بدن با فرکانس‌های ۴۰ و ۲۵ هرتز و دامنه سه میلی‌متر به همراه تمرینات طناب‌زنی در هر دو گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل سبب بهبود شاخص‌های عملکردی عضلانی شدند، اما تفاوت معناداری بین دو گروه مشاهده نشد. تفاوت میانگین‌ها در شاخص‌های مورد بررسی در گروه شدت بالا، بیشتر بود و ممکن است بتواند به عنوان یک شدت مؤثر در استفاده از ترکیب تمرینات ویبریشن طناب‌زنی توصیه شود.

با توجه به اینکه هر دو شدت تمرینی آثار مثبتی بر شاخص‌های عملکردی عضلانی داشتند و تفاوت معناداری را در نوع اثرگذاری مشاهده نکردیم، سالمندانی که در دامنه سنی ۷۰-۶۰ سال هستند، احتمالاً بتوانند از هر دو نوع تمرین با توجه به شرایط جسمانی خود بهره ببرند، گرچه در مقایسه میانگین‌ها، با توجه به میانگین‌های بالاتر برای تمرینات با شدت بالا، ممکن است انجام تمرینات در این شدت، سطح بهتری از آمادگی جسمانی را برای سالمندان فراهم کند.

از لحاظ کاربردی مردان سالمندی که از سلامت جسمانی و شناختی مشابه آزمودنی‌های تحقیق حاضر برخوردارند، برای بهبود عملکرد جسمانی و سازگاری‌های عصبی عضلانی خود بهتر است از تمرینات ویبریشن و طناب‌زنی و ترکیب آن‌ها با هم استفاده کنند و برای سالمندان دچار ضعف‌های جسمی و حرکتی که شدت بالای تمرینات ورزشی ویبریشن برای آن‌ها سبب آسیب و ناراحتی‌های مزمن می‌شود، تمرینات با شدت کم هم اثر مفیدی به همراه خواهد داشت و احتمالاً بتوان برای حفظ و بهبود تعادل، قدرت و استقامت عضلانی و کاهش درصد چربی و وضعیت قلبی تنفسی افراد سالمند انجام تمرینات ویبریشن را در دامنه مدنظر این تحقیق در کنار تمرینات طناب‌زنی توصیه کرد.

همچنین یکی از مزایای این مطالعه استفاده از طناب‌زنی در کنار انجام تمرینات ویبریشن بود که دسترسی آسان و بدون هزینه‌ای را برای تمام افراد ایجاد می‌کند؛ بنابراین توصیه می‌شود طراحان برنامه‌های ورزشی ویژه سالمندان و مربیانی که با این جامعه کار می‌کنند، این تمرینات را به عنوان بخشی از برنامه تمرینی آن‌ها قرار دهند.

عدم نظارت و کنترل بر تغذیه آزمودنی‌ها و همچنین عدم دسترسی به تعداد کافی دستگاه ویبریشن که سبب اختلاف زمانی در انجام تمرینات شد، از محدودیت‌های این تحقیق بود که ممکن است نتایج را تحت تأثیر قرار داده باشد.

پیشنهادات برای پژوهش‌های آینده

۱. با توجه به اینکه افزایش قدرت و سازگاری اولیه و بهبود

عملکردهای جسمانی پس از تمرینات ویبریشن اغلب عصبی است؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود با به‌کارگیری طولانی‌مدت تمرینات ویبریشن ایجاد سازگاری‌های ساختاری در سیستم عصبی عضلانی بررسی شود.

۲. پیشنهاد می‌شود در تحقیقی، مدت زمان ماندگاری تأثیر مثبت چنین برنامه منتخب تمرینی پس از قطع تمرینات ویبریشن بررسی شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مقاله مورد تأیید کمیته اخلاق دانشگاه حکیم سبزواری قرار گرفته است (کد: IR.HSU.REC.1398.002). تمامی اصول اخلاقی در این مقاله در نظر گرفته شده‌است. شرکت‌کنندگان در مورد هدف تحقیق و مراحل اجرای آن مطلع شدند. آن‌ها همچنین در مورد محرمانه بودن اطلاعات خود اطمینان یافتند. علاوه بر این، آن‌ها آزاد بودند تا هر زمان که مایل باشند مطالعه را ترک کنند و در صورت تمایل، نتایج تحقیق در دسترس آن‌ها قرار گیرد.

حامی مالی

این مقاله از پایان‌نامه مقطع دکتری استخراج شده است و برگرفته از پروژه تحقیقاتی نویسنده اول در گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری است.

مشارکت نویسندگان

مفهوم سازی، نگارش – بررسی و ویرایش: همه نویسندگان. روش: رویا عسکری، محسن دماوندی؛ تحقیق: مهدی پویافر، رویا عسکری، علی ملکی. سرپرست: مهدی پویافر، رویا عسکری؛ نظارت، تامین مالی: مهدی پویافر.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

References

[1] Madureira MM, Takayama L, Gallinaro AL, Caparbo VF, Costa RA, Pereira RM. Balance training program is highly effective in improving functional status and reducing the risk of falls in elderly women with osteoporosis: A randomized controlled trial. Osteoporosis International. 2007; 18(4):419-25. [DOI:10.1007/s00198-006-0252-5] [PMID] [PMCID]

[2] Niewiadomski W, Cardinale M, Gasiorowska A, Cybulski G, Karuss B, Strasz A. Could vibration training be an alternative to resistance training in reversing sarcopenia? Journal of Human Kinetics. 2005; 14:3-20. http://www.johk.pl/files/01niewiadomski.pdf

[3] Lopes K, Costa D, Santos L, Castro D, Bastone A. Prevalence of fear of falling among a population of older adults and its correlation with mobility, dynamic balance, risk and history of falls. Brazilian Journal of Physical Therapy. 2009; 13(3):223-9. [DOI:10.1590/S1413-35552009005000026]

[4] Gilasi HR, Soori H, Yazdani Sh, Taheri Tanjani P. [Fall-related injuries in older people in Kashan (Persian)]. Journal of Paramedical Sciences and Rehabilitation. 2015; 4(3):74-82. [DOI:10.22038/JPSR.2015.4610]

[5] Nevitt MC, Cummings SR, Hudes ES. Risk factors for injurious falls: A prospective study. Journal of Gerontology.1991; 46(5):M164-70. [DOI:10.1093/geronj/46.5.M164] [PMID]

[6] Booth C E. Water exercise and its effect on balance and gait to reduce the risk of falling in older adults. Activities, Adaptation & Aging. 2004; 28(4):45-57. [DOI:10.1300/J016v28n04_04]

[7] Delecluse C, Roelants M, Verschueren S. Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2003; 35(6):1033-41. [DOI:10.1249/01.MSS.0000069752.96438.B0] [PMID]

[8] Fratini A, Cesarelli M, Bifulco P, LaGatta A, Pasquariello G. Analysis of muscle motion during whole body vibration training. Gait & Posture. 2009; 30(Suppl 1):S67-8. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2009.07.067]

[9] Rubin C, Recker R, Cullen D, Ryaby J, McCabe J, McLeod K. Prevention of postmenopausal bone loss by a low-magnitude, high-frequency mechanical stimuli: A clinical trial assessing compliance, efficacy and safety. Journal of Bone and Mineral Research. 2004; 19(3):343-51. [DOI:10.1359/JBMR.0301251] [PMID]

[10] Prisby RD, Lafage-Proust MH, Malaval L, Belli A, Vico L. Effects of whole body vibration on the skeleton and other organ systems in man and animal models: what we know and what we need to know. Ageing Research Reviews. 2008; 7(4):319-29. [DOI:10.1016/j.arr.2008.07.004] [PMID]

[11] Kiiski J, Heinonen A, Jaervinen TL, Kannus P, Sievanen H. Transmission of vertical whole body vibration to the human body. Journal of Bone and Mineral Research. 2008; 23(8):1318-25. [DOI:10.1359/jbmr.080315] [PMID]

[12] Brooke-Wavell K, Mansfield NJ. Risks and benefits of whole body vibration training in older people. Age and Ageing. 2009; 38(3): 254-5. [DOI:10.1093/ageing/afp036] [PMID]

[13] Bruyere O, Wuidart MA, Di Palma E, Gourlay M, Ethgen O, Richy F, et al. Controlled whole body vibration to decrease fall risk and improve health-related quality of life of nursing home residents. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2005; 86(2):303-7. [DOI:10.1016/j.apmr.2004.05.019] [PMID]

[14] Bogaerts A, Delecluse Ch, Boonen S, Claessens AL, Milisen K, Verschueren SMP. Changes in balance, functional performance and fall risk following whole body vibration training and vitamin D supplementation in institutionalized elderly women. A 6 month randomized controlled trial. Gait & Posture. 2011; 33(3):466-72. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2010.12.027] [PMID]

[15] Chang SF, Lin PC, Yang RS, Yang RJ. The preliminary effect of whole-body vibration intervention on improving the skeletal muscle mass index, physical fitness, and quality of life among older people with sarcopenia. BMC Geriatrics. 2018; 18:17. [DOI:10.1186/s12877-018-0712-8] [PMID] [PMCID]

[16] Ghavi S, Golmohamadi B, Sohrabi M, Karimi N, Rahimi M, Sahaf R. [The effect of whole body vibration exercise, mental practice on balance of elderly men (Persian)]. Salmand: Iranian Journal of Ageing. 2015; 9(4):306-15. http://salmandj.uswr.ac.ir/article-1-770-fa.html

[17] Mikhael M, Orr R, Amsen F, Greene D, Singh MA. Effect of standing posture during whole body vibration training on muscle morphology and function in older adults: A randomised controlled trial. BMC Geriatrics. 2010; 10:74. [DOI:10.1186/1471-2318-10-74] [PMID] [PMCID]

[18] Rahimi M, Kordi M, Karimi N, Gaeini A, Samadi A, Alimoradi N. [The effects of whole body vibration training and creatine supplementation on lower extremity performance and balance in elderly males (Persian)]. Salmand: Iranian Journal of Ageing. 2011; 6(1):38-46. http://salmandj.uswr.ac.ir/article-1-375-fa.html

[19] van Nes IJ, Latour H, Schils F, Meijer R, van Kuijk A, Geurts AC. Long-term effects of 6-week whole-body vibration on balance recovery and activities of daily living in the postacute phase of stroke: A randomized, controlled trial. Stroke. 2006; 37(9):2331-5. [DOI:10.1161/01.STR.0000236494.62957.f3] [PMID]

[20] Tseng SY, Hsu PS, Lai CL, Liao WC, Lee MC, Wang CH. Effect of two frequencies of whole-body vibration training on balance and flexibility of the elderly: A randomized controlled trial. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation. 2016; 95(10):730-7. [DOI:10.1097/PHM.0000000000000477] [PMID]

[21] Goodwin RD. Association between physical activity and mental disorders among adults in the United States. Preventive Medicine. 2003; 36(6):698-703. [DOI:10.1016/S0091-7435(03)00042-2]

[22] Stewart KJ. Exercise training: Can it improve cardiovascular health in patients with type 2 diabetes? British Journal of Sports Medicine. 2004; 38(3):250-2. [DOI:10.1016/S0091-7435(03)00042-2]

[23] Moran J, Ramirez-Campillo R, Granacher U. Effects of jumping exercise on muscular power in older adults: A meta analysis. Sports Medicine. 2018; 48(12):2843-57. [DOI:10.1007/s40279-018-1002-5] [PMID]

[24] Lee B. Jump rope training. New York: Human Kinetics; 2010. https://www.google.com/books/edition/Jump_Rope_Training/4rTinQEACAAJ?hl=en

[25] Coffey VG, Hawley JA. The molecular bases of training adaptation. Sports Medicine. 2007; 37(9):737-63. [DOI:10.2165/00007256-200737090-00001] [PMID]

[26] Miller RM, Heishman AD, Freitas EDS, Bemben MG. Comparing the acute effects of intermittent and continuous whole-

body vibration exposure on neuromuscular and functional measures in sarcopenia and nonsarcopenic elderly women. Dose-Response. 2018; 16(3). [DOI:10.1177/1559325818797009] [PMID] [PMCID]

[27] Ko MC, Wu LS, Lee S, Wang CC, Lee PF, Tseng CY, et al. Whole-body vibration training improves balance control and sit-to-stand performance among middle-aged and older adults: A pilot randomized controlled trial. European Review of Aging and Physical Activity. 2017; 14:11. [DOI:10.1186/s11556-017-0180-8] [PMID] [PMCID]

[28] Gotshalk LA, Kraemer WJ, Mendonca MA, Vingren JL, Kenny AM, Spiering BA, et al. Creatine supplementation improves muscular performance in older women. European Journal of Applied Physiology. 2008; 102(2):223-31. [DOI:10.1007/s00421-007-0580-y] [PMID]

[29] Jones CJ, Rikli RE. Measuring functional: Fitness of older adults. The Journal of Active Ageing. 2002; March April:24-30. https://www.dnbm.univr.it/documenti/OccorrenzaIns/matdid/matdid182478.pdf

[30] Rikli RE, Jones CJ. Functional fitness normative scores for community-residing older adults, ages 60-94. Journal of Aging and Physical Activity. 1999; 7(2):162-81. [DOI:10.1123/japa.7.2.162]

[31] Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studenski S. Functional reach: A new clinical measure of balance. Journal of Gerontology. 1990; 45(6):M192-7. [DOI:10.1093/geronj/45.6.M192] [PMID]

[32] Beamis JF, Becker HD, Cavaliere S, Colt H, Diaz-Jimenez JP, Dumon JF, et al. ERS/ATS statement on interventional pulmonology. European Respiratory Journal. 2002; 19(2):356-73. [DOI:10.1183/09031936.02.00204602] [PMID]

[33] Liang X, Chen X, Li J, Yan M, Yang Y. Study on body composition and its correlation with obesity: A cohort study in 5121 Chinese Han participants. Medicine. 2018; 97(21):e10722. [DOI:10.1097/MD.0000000000010722] [PMID] [PMCID]

[34] Mofidi Sadr N, Askari R, Haghighi AH. [The effect of combined training (resistance – aerobic) on BMD and some of blood markers in obese and overweight postmenopausal women (Persian)]. Journal of Sabzevar University of Medical Sciences. 2019; 26(2):203-11. http://jsums.medsab.ac.ir/article_1173.html?lang=fa

[35] Karavatas SG, Tavakol K. Concurrent validity of Borg's rating of perceived exertion in African-American young adults, employing heart rate as the standard. The Internet Journal of Allied Health Sciences and Practice. 2005; 3(1):1-5. [DOI:10.46743/1540-580X/2005.1062]

[36] Álvarez-Barbosa F, del Pozo-Cruz J, del Pozo-Cruz B, Alfonso-Rosa RM, Rogers ME, Zhang Y. Effects of supervised whole body vibration exercise on fall risk factors, functional dependence and health-related quality of life in nursing home residents aged 80+. Maturitas. 2014; 79(4):456-63. [DOI:10.1016/j.maturitas.2014.09.010] [PMID]

[37] Milanese Ch, Piscitelli F, Zenti MG, Moghetti P, Sandri M, Zancanaro C. Ten-week whole-body vibration training improves body composition and muscle strength in obese women. International Journal of Medical Sciences. 2013; 10(3):307-11. [DOI:10.7150/ijms.5161] [PMID] [PMCID]

[38] Maikala RV, King S, Bhambhani YN. Acute physiological responses in healthy men during whole-body vibration. International Archives of Occupational and Environmental Health. 2006; 79(2):103-14. [DOI:10.1007/s00420-005-0029-8] [PMID]

[39] Seif P, Dehkhoda MR, Rajabi H. [Effects of short term vibration training on some of physical fitness factors in elderly women (Persian)]. Research in Sport Medicine and Technology. 2011; 9(1):29-38. http://jsmt.khu.ac.ir/article-1-115-en.html

[40] Corrie H, Brooke-Wavell K, Mansfield NJ, Cowley A, Morris R, Masud T. Effects of vertical and side-alternating vibration training on fall risk factors and bone turnover in older people at risk of falls. Age and Ageing. 2015; 44(1):115-22. [DOI:10.1093/ageing/afu136] [PMID]

[41] Burns P, Beekhuizen K, Jacobs P. Acute effects of whole-body vibration on lower body flexibility and strength. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2004; 36(5):S350-1. [DOI:10.1249/00005768-200405001-01680]

[42] Rønnestad BR. Comparing the performance-enhancing effects of squats on a vibration platform with conventional squats in recreationally resistance-trained men. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2004; 18(4):839-45. [DOI:10.1519/00124278-200411000-00027] [PMID]

[43] Lim JH, Park CB, Kim BG. The effects of vibration foam roller applied to hamstring on the quadriceps electromyography activity and hamstring flexibility. Journal of Exercise Rehabilitation. 2019; 15(4):560-5. [DOI:10.12965/jer.1938238.119] [PMID] [PMCID]

[44] Goudarzian M, Ghavi S, Shariat A, Shirvani H, Rahimi M. Effects of whole body vibration training and mental training on mobility, neuromuscular performance, and muscle strength in older men. Journal of Exercise Rehabilitation. 2017; 13(5):573-80. [DOI:10.12965/jer.1735024.512] [PMID] [PMCID]

[45] Fagnani F, Giombini A, Di Cesare A, Pigozzi F, Di Salvo V. The effects of a whole-body vibration program on muscle performance and flexibility in female athletes. American Journal o Physical Medicine & Rehabilitation. 2006; 85(12):956-62. [DOI:10.1097/01.phm.0000247652.94486.92] [PMID]

[46] Allison SJ, Brooke-Wavell K, Folland J. High and odd impact exercise training improved physical function and fall risk factors in community-dwelling older men. Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions. 2018; 18(1):100-7. [PMID] [PMCID]

[47] Mester J, Spitzenpfeil P, Yue Z. Vibration loads: Potential for strength and power development. In: Komi PV, editor. Strength and Power in Sport. Oxford: Blackwell Science Ltd; 2003. pp. 488-501. [DOI:10.1002/9780470757215.ch24]

[48] Burke D, Hagbarth KE, Löfstedt L, Wallin BG. The responses of human muscle spindle endings to vibration during isometric contraction.The Journal of Physiology. 1976; 261(3):695-711.[DOI:10.1113/jphysiol.1976.sp011581] [PMID] [PMCID]

[49] Karatrantou K, Bilios P, Bogdanis GC, Ioakimidis P, Soulas E, Gerodimos V. Effects of whole-body vibration training frequency on neuromuscular performance: A randomized controlled study. Biology of Sport. 2019; 36(3):273-82. [DOI:10.5114/biolsport.2019.87049] [PMID] [PMCID]

[50] Bokaeian HR, Bakhtiary AH, Mirmohammadkhani M, Moghimi J. The effect of adding whole body vibration training to strengthening training in the treatment of knee osteoarthritis: A randomized clinical trial. Journal of Bodywork

and Movement Therapies. 2016; 20(2):334-40. [DOI:10.1016/j.jbmt.2015.08.005] [PMID]

[51] Broekmans T, Roelants M, Alders G, Feys P, Thijs H, Eijnde BO. Exploring the effects of a 20-week whole-body vibration training programme on leg muscle performance and function in persons with multiple sclerosis. Journal of Rehabilitation Medicine. 2010; 42(9):866-72. [DOI:10.2340/16501977-0609] [PMID]

[52] Arabasadi M, Kordi MR, Gaeini AA. [The effect of vibration training on skill related fitness of trained and untrained student girls (Persian)]. Journal of Movement Science & Sports. 2010; 8(15):13-23. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=159645

[53] Wang P, Yang L, Liu C, Wei X, Yang X, Zhou Y, et al. Effects of whole body vibration exercise associated with quadriceps resistance exercise on functioning and quality of life in patients with knee osteoarthritis: A randomized controlled trial. Clinical Rehabilitation. 2016; 30(11):1074-87. [DOI:10.1177/0269215515607970] [PMID]

[54] Spielmanns M, Gloeckl R, Gropp JM, Nell Ch, Koczulla AR, Boeselt T, et al. Whole-body vibration training during a low frequency outpatient exercise training program in chronic obstructive pulmonary disease patients: A randomized, controlled trial. Journal of Clinical Medicine Research. 2017; 9(5):396-402. [DOI:10.14740/jocmr2763w] [PMID] [PMCID]

[55] Chen CC, Lin YC. Jumping rope intervention on health-related physical fitness in students with intellectual impairment. The Journal of Human Resource and Adult Learning. 2012; 8(1):56-62. http://www.hraljournal.com/Page/6%20Chen,%20Chao-Chien.pdf

[56] Wei N, Pang MY, Ng SS, Ng GY. Optimal frequency/time combination of whole body vibration training for developing physical performance of people with sarcopenia: A randomized controlled trial. Clinical Rehabilitation. 2017; 31(10):1313-21. [DOI:10.1177/0269215517698835] [PMID]

[57] Verschueren SMP, Roelants M, Delecluse Ch, Swinnen S, Vanderschueren D, Boonen S. Effect of 6-month whole body vibration training on hip density, muscle strength, and postural control in postmenopausal women: A randomized controlled pilot study. Journal of Bone and Mineral Research. 2004; 19(3):352-9. [DOI:10.1359/JBMR.0301245] [PMID]

This Page Intentionally Left Blank