Medical Journal of Tabriz University of Medical Sciences and Health Services
Vol. 36, No. 5, Dec. – Jan. 2014, Pages: 34-39

Effect of Whole Body Vibration on Muscle Performance in Elderly Men

Saber Saedmocheshi*, Asghar Tofighi

Department of Exercise Physiology, Uremia University, Uremia, Iran

Received: 9 Jan, 2013 Accepted: 5 Aug, 2013

Abstract

Background and Objectives: Exercise whole-body vibration by affecting the muscular system, increases the strength of the muscular system. This study was designed to investigate the effects of vibration on muscle performance in healthy, untrained, oldery men.

Materials and Methods: in this randomized controlled trial semi experimental study seventy-two retired elderly men with a mean age of 67/2 ± 73 years were participated. The subjects were divided into three groups based on BOSCOO training plan and training was 6 weeks. Muscular function after training protocol with the test standard sit-to-stand and 5m fast walk was evaluated.

Results: Test sts after three sessions a week whole body vibration exercise as a significantly muscle was better than the other groups ($p < 0.05$). The whole body vibration training three sessions a 5m fast walking performance significantly was better ($p < 0.05$).

Conclusion: The whole body vibration training can affect the nerve – muscle system especially in elderly population and have Reduce the possibility of falling.

Keywords: Elderly, Whole-Body Vibration, Performance

*Corresponding author:
E-mail: physical2012@yahoo.com

مقاله پژوهشی

تاثیر ارتعاش کل بدن برعملکرد ماهیچه ای مردان سالمند

صابر ساعدموچشی*، اصغر توفیقی

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه ،ایران

دریافت: ۹۲/۳/۱۹ پذیرش: ۹۲/۵/۱۴

چکیده

زمینه و اهداف: تمرین ارتعاش کل بدن از طریق متاثر ساختن عملکرد و نیز ساز و کارهای مکانیکی باعث ازدیاد قدرت عضلانی می‌گردد. هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر تمرین ارتعاش کل بدن بر عملکرد عضلانی و حرکت مردان سالمند می‌باشد.

مواد و روش‌ها: بر اساس طرح آزمایشی هدفمند کنترل شده نیمه تجربی ۷۲ نفر از افراد سالمند بازنشسته مرد با میانگین سنی ۲/۶۷ ± ۷۳ سال با رضایت کامل در این مطالعه شرکت کردند. آزمودنی‌ها بر اساس طرح تمرینی بوسکو در سه گروه تصادفی تقسیم شدند و به مدت ۶ هفته تمرین می کردند. پس از پایان پروتکل تمرینی عملکرد عضلانی افراد با تست نشستن و برخواستن و راه رفتن سریع ۵ متر ارزیابی شدند. به منظور تحلیل داده‌ها از بسته نرم-افزاری *SPSS* نسخه ۱۸ در سطح معناداری آلفای ۵ درصد استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج روش‌های آماری تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و تحلیل واریانس یک طرفه نشان داد که تمرین ارتعاش کل بدن به طور معنی داری بهبودی در نشستن و برخواستن و تست سریع راه رفتن ۵ متر دیده شد ($P <$ ۰/۰۵) کاهش می دهد. برای تست سه جلسه تمرین در هفته تمرین ارتعاش کل بدن به طور معنی دارتری عملکرد عضلانی بهتری نسبت به دو گروه دیگر داشت ($P <$ ۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج بدست آمده تمرینات ویبریشن تمام بدن می‌توانند تاثیر معنی‌داری بر عملکرد عصبی-عضلانی افراد سالمند داشته باشند و احتمال افتادن و به زمین خوردن سالمندان را کاهش دهند.

کلید واژه‌ها: سالمندی، ارتعاش کل بدن، عملکرد

*ایمیل نویسنده رابط: physical2012@yahoo.com

مقدمه

زمین خوردن, استوپروزیس, شکستگی‌های مرتبط با آن مشکل اصلی سلامت عمومی و جمعیت سالمند می باشد (۱). که این مشکل سبب عوارض جانی و روانی در بین این افراد می شود. در مطالعات قبلی ثابت شده است که علت زمین خوردن در افراد سالمند می‌تواند با فاکتور های درونی افراد (ضعف ماهیچه ها , کاهش تعادل و..) و فاکتورهای بیرونی مانند شرایط محیطی، داروها و..) ربط داشته باشد (۲). در مطالعات قبلی ثابت شده است که کاهش تعادل عامل خطر اصلی موثر در زمین خوردن افراد سالمند می باشد. تعادل جزء نیازهای اساسی جهت انجام فعالیت-های روزمره می‌باشد که در فعالیت‌های ایستا و پویا نقش مهمی را ایفا می‌کند. سیستم کنترل وضعیت و تعادل یک مکانیزم ترکیبی و پیچیده است که هماهنگی سه سیستم تعادلی شامل سیستم بینایی، سیستم وستیبولار (دهلیزی) و سیستم حس عمقی (حسی-پیکری) در آن نقش بسزایی دارد (۴-۳). یافته‌های اخیر محققان بر این نکته تاکید می‌کنند که تمرینات ویبریشن "تمام بدن" ممکن است شیوه‌ای از تمرینات را برای افرادی که تمایل کمتری برای شرکت در کلاسهای ورزشی موجود در سالن‌های ورزشی دارند و یا افرادی که در راه رفتن مشکل دارند، فراهم کند (۵). سازگاری

عصبی- عضلانی ویژه به رژیم تمرینی بستگی به برنامه تمرینی بکار برده می باشد. ورزش های ارتعاشی نوع جدیدی ورزش است که برای تحریک ماهیچه‌ها از طریق رفلکس های دوکی طراحی شده‌اند. ارتعاش کل بدن نوعی از تمرینات عصبی- ماهیچه‌ای می باشد که از تحریکات ارتعاشی کم تا متوسط در جهت بهبود توان و قدرت ماهیچه‌ها استفاده می‌شود. دستگاه ارتعاش کل بدن به عنوان ارسال کننده تحریکات مکانیکی بصورت نوسانی به کل بدن است که این به عنوان یک دستاورد جامعه مدرن در جهت مقابله با کم تحرکی استفاده می شود (۶). مطالعات زیادی بهبود عملکرد در قدرت وتوان ماهیچه های اندام تحتانی را نشان داده است (۷). این بهبودی در سازگاری نورون زایی و بهبود در کارایی عصبی ماهیچه ای مشارکت داشته است. همچنین مسیر عصبی انقباض عضلانی بدنبال این نوع تمرینات بهبودی معنادار عملکردی را نشان داده است. در یک مطالعه هم سطح معناداری از تفاوت در خستگی عصبی ماهیچه‌ای در بین گروه کنترل و گروه تمرینی مشاهده شد. تحقیقات مختلفی نشان دادند که افزایش یافتن قدرت و توان بعد از ارتعاش کل بدن ناشی از افزایش فعالیت عصبی-عضلانی می باشد که این سازگاری های بوجود آمده شبیه به تمرینات قدرتی می باشد (۱۰-۸). بهرحال اگر دوک های عضلانی بوسیله ارتعاشات طولانی مدت برانگیخته شوند، ماهیچه‌ها دیرتر خسته می‌شوند (۱۲و۱۱). این بهبودی ناشی از ارتعاش کل بدن سبب سازگاری نوروژنیک و بهبود در کارایی عصبی-ماهیچه ای می‌شود. مسیرهای تحریک ماهیچه ای بوسیله ارتعاش کل بدن به طور معناداری در بهبودی اجرا اثر دارند (۱۳). داده های مربوط به emg نشان داد که سیستم عصبی مرکزی واحد های حرکتی بزرگتر را در طی ارتعاش کل بدن فراخوانی می‌کند (۱۴). تغییرات عصبی در ماهیچه همزمان با شروع تمرین قدرتی رخ می‌دهد ارتعاش کل بدن نیز می‌تواند همین مکانیسم را در ماهیچه‌ها ایجاد کند و جایگزین خوبی برای آن باشد (۱۵). ارتعاش کل بدن سبب همزمان سازی بزرگتر واحدهای حرکتی می‌شود. بنابراین این بهبودی احتمالا بعلت افزایش دادن حساسیت رفلکس کشش باشد (۱۶). در بیشتر موارد ارتعاش کل بدن بر عملکرد عصبی-عضلانی موثر واقع می‌باشد. بهبودی در توان وقدرت عضلانی ناشی از سازگاری عصبی-ماهیچه ای به این نوع تمرینات می باشد قدرت و توان عضلانی از نشانگرهای عملکرد عصبی-عضلانی بهینه می باشند (۱۷). بر طبق یافته‌های بدست آمده پاسخ‌های متابولیکی تمرین ارتعاش کل بدن با پاسخ های ایجاد شده در ورزش مشابه بوده است (۱۸). این نوع تمرینات سبب افزایش سازگاری عصبی ماهیچه‌ای و هماهنگی همچنین تحریک هیجان پذیری واحدهای حرکتی مرکزی، انقباض ریتمیک عضلانی و پاسخ های عمقی می‌شوند (۱۹). لذا اولین افزایش و جهش قدرت در عضله ناشی از سازگاری‌های عصبی و بهبود عملکرد آن سیستم است (۲۰). تغییرات سازگاری عصبی ظرف چند روز پس از تمرین به دست می‌آید و باعث ازدیاد توان عضله می‌گردد. ارتعاش از طریق تحریک بازتاب‌های متعددی باعث یادگیری نسبتاً سریع سیستم عصبی و افزایش سریع قدرت عضلانی می‌گردد. ارتعاش موجب تغییر طول و تنشن عضلانی گشته و نحوه فعال شدن و فراخوانی واحدهای حرکتی را نیز تغییر می‌دهد (۲۱). بررسی های قبلی مشخص نموده است که ارتعاش موجب تسهیل تحریک‌پذیری بازتاب‌های نخاعی می‌شود (۲۲). بروز واکنش مزبور افزایش فعال شدن واحدهای حرکتی را از طریق تحریک دوک های عضلانی و مسیرهای چندسیناپسی به همراه دارد (۲۱). نتایج تحقیقات نشان داده است که ارتعاش در بهبود کارایی گیرنده‌های حس عمقی و گیرنده‌های مکانیکی مفصلی موثر است (۲۳). از آن جایی که اختلال در عملکرد گیرنده‌های حس عمقی زانو در بروز ضعف عضلانی نقش دارد، بدیهی است که با افزایش کارایی گیرنده‌های مزبور ضعف عضلانی نیز به تدریج بهبود می‌یابد

مواد و روش‌ها

روشهای تمرینی ویبریشن بر دو نوع می باشد و نوع طولانی مدت و کوتاه مدت دارد که در این تمرینات فرکانس و طول موج آنها فرق می‌کند. نوع کوتاه مدت این تمرینات در افزایش نیروی عضلانی و توان و سرعت حرکات پاها تاثیر داشته است. سازگاری طولانی مدت ارتعاش کل بدن باعث تغییر در وضعیت مکانیکی ماهیچه اسکلتی انسان می شود (۱۵). در کل نتایج مختلف نشان داده که هردو روش تمرینی سبب سازگاری عضلانی می شود.

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش آزمون-پس آزمون با یک گروه کنترل و سه گروه آزمایشی بود. ۷۲ مرد سالمند به صورت نمونه در دسترس و بر اساس معیارهای ارزیابی سلامت از میان مردان سالمند مرکز سالمندان شهرستان ارومیه (دامنه سنی: ۲/۶۷±۷۳, قد: ۵±۱۶۰, وزن: ۵±۷۰) با رضایت کامل در چهار گروه به صورت تصادفی طبقه‌بندی شدند. از همه شرکت کنندگان خواسته شد که ویژگیهای جسمانی خود را تشریح کنند و تمام موارد پزشکی و دارویی آنها را در پرونده پزشکی آنها مطالعه کردیم تا از تاثیر وتداخل این داروها با آزمایش جلوگیری شود. در این تحقیق از ۴گروه استفاده شد: گروه کنترل، گروه یک جلسه تمرین ویبریشن در هفته، گروه دوجلسه تمرین ویبریشن در هفته و گروه آخر در جریان تحقیق دارای ۳ جلسه تمرین در هفته بودند گروه کنترل در هیچ یک از تمرینات ویبریشن شرکت نکردند. **برنامه تمرینی:** گروههای تمرینی نیز در سه دوره متفاوت شرکت کردند که گروه اول در ۶ جلسه برای شش هفته کار انجام دادند وگروه دوم در ۱۲جلسه در سه هفته کار خود را انجام دادند وگروه آخر نیز در ۱۸ جلسه در شش هفته فعالیت خودرا به اتمام رساند. معیار خروج از تحقیق، ضمن درخواست از شرکت کنندگان جهت تشریح ویژگی‌های جسمانی خود، تمام موارد پزشکی و دارویی آنها در پرونده پزشکی نیز مطالعه شد تا از تأثیر و تداخل این داروها با آزمایش جلوگیری شود. از مشخصاتی که از ورود به تحقیق جلوگیری شد عبارت بودند از: عدم بیماری‌های قلبی- عروقی، ناراحتی‌های تنفسی، بیماری های اسکلتی و ماهیچه ای یا سابقه شکستگی و ناهنجاری‌های اسکلتی. همچنین سن افراد شرکت‌کننده ۷۰ سال به بالا و جنسیت مرد بودن لحاظ شد. تست

نشستن و برخواستن (sts) به این گونه انجام می‌شود که زمان گرفته شده برای فردی که برای ۵ بار از روی صندلی به صورت سریع و ایمن بلند می‌شود (۱۵). این تست بروی صندلی بدون دسته و با ارتفاع ۴۳/۲ سانتی‌متری انجام می شود. که سه بار با استراحت ۲ دقیقه ای انجام می‌شود. روایی این تست حدود ۹۶٪ می باشد (۱۵). تست سریع راه رفتن نیازمند محیطی به اندازه ده متر برای سریع راه رفتن در حدد ۵ متر می باشد. روایی این تست هم در حدود ۹۵٪ می باشد (۱۵). تست بازآوری در حدود سه هفته بعد از اخرین تمرین انجام شد. فرکانس ویبریش از ۱۵هرتز در هفته اول شروع و به ۲۵ در هفته ششم رسید. هرحالت تست با هر یک دقیقه تمرین یک دقیقه استراحت همراه بود.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از *manova* و آنالیز *post hoc* برای محاسبه داده ها استفاده شد و *anova* یک طرفه بای مقایسه بین داده‌های بین پس و بعد از آزمونها استفاده شد. و از *spss18* در تجزیه وتحلیل داده ها استفاده شد.

یافته‌ها

گروه کنترل به طور معناداری آهسته‌تر از دو گروه دیگر تمرین ویبریشن در زمان انجام تست بودند. اما بیشترین تغییر در گروه با سه جلسه تمرین در هفته بود دیده شد. تفاوت معناداری بین دو گروه تمرینی نیز دیده شد که، زمان متوسط تمرین تست در ۲/۱۲ ± ۱۲/۵۷ ثانیه می‌باشد (جدول ۱). تست *sts* بطور معناداری نیز در گروه پیش تست نسبت به پس تست آنها کاهش یافته بود ($P<$ ۰/۰۵ ، $f(۱/۶۹)=۱۶/۳۱$). که بعد از سه هفته بی تمرینی زمان انجام تست افزایش یافته بود (میانگین زمانی تست یادآوری =۸.۶۵ ثانیه) (جدول۲). گروه کنترل به طور معناداری آهسته تر از دو گروه دیگر تمرین ویبریشن در زمان انجام تست بودند. اما بیشترین تغییر در گروه با سه جلسه تمرین در هفته بود دیده شد.

بحث

ویبریشن درمانی در افراد با دامنه و فرکانس‌های متفاوتی به کار برده می شود. و تاثیر این نوع تمرینات هم بر توان بخشی و هم بر عملکرد اندازه گیری شده است. که بهبود در قدرت وتوان ماهیچه ها, تعادل، گام برداری، جریان خون و هورمون رشد در افراد سالم مورد تحقیق قرار گرفته است. این نوع تحقیقات بیشتر بر روی افراد جوان انجام شده اما در افراد سالمند بازنشسته کمتر مورد استفاده قرار گرفته است وچون تعداد افراد سالمند در جامعه در حال پیشرفت می باشد، علم ورزش نیز باید تمرکز خود را بر این جامعه بیشتر کند. اجرای عصبی ماهیچه‌ای در این افراد که تحت ویبریشن درمانی قراری گرفته‌اند به وضوح مشخص می-باشد. هدف اولیه از این مطالعه تحقیق بروی تاثیر ارتعاش درمانی بروی عملکرد سالمندان بود. نتایج نشان داد که این تمرینات سبب بهبودی در افرادی که در تست مورد ارتعاش درمانی قرار گرفته بودند. کاهش در قدرت سالمندان متناسب با بی‌تحرکی آنها می باشد. در تحقیقات زیادی تغییر معناداری بوسیله ارتعاش درمانی در نشستن و برخاستن و تست راه رفتن سریع مشاهده شده است (۱۸و۱۵و۱۲).

جدول ۱: نتایج بین دو گروه پس از انجام آزمون‌ها

گروه‌های نمونه	میانگین و انحراف معیار پیش آزمون	میانگین و انحراف معیار پس آزمون	اختلاف میانگین (ثانیه)	P- value	میانگین و انحراف معیار یادآوری
گروه شاهد (n = ۱۸)	۱۲/۸۵ ± ۲/۴۵	۱۲/۵۳ ± ۱/۱۲	۰/۳۴	۰/۳۶	۱۲/۵۷ ± ۲/۱۲
گروه اول (n = ۱۸)	۱۲/۳۳ ± ۱/۷۹	۱۲/۰۴ ± ۳/۰۱	۰/۳۱	۰/۴۱	
گروه دوم (n = ۱۸)	۱۳/۲۹ ± ۳/۱۳	۱۱/۷۷ ± ۲/۹۲	۱/۷۲	*۰/۰۴	
گروه سوم (n = ۱۸)	۱۳/۵۱ ± ۱/۴۷	۱۰/۸۸ ± ۱/۹۵	۲/۴۱	*۰/۰۳	

جدول ۲: مقایسه بین گروه‌های شرکت کننده در آزمون

گروه نمونه	میانگین و انحراف معیار پیش آزمون (ثانیه)	میانگین و انحراف معیار پس آزمون (ثانیه)	اختلاف میانگین (ثانیه)	P-value	آزمون یادآوری
شاهد (n = ۱۸)	۹/۴۱ ± ۲/۶۰	۹/۵۷ ± ۱/۹۸	۰/۱۶	۰/۸۱	۸/۶۵ ± ۱/۶۶
گروه اول (n = ۱۸)	۱۰/۱۰ ± ۲/۵۰	۹/۴۹ ± ۲/۸۳	۰/۲۰	۰/۱۶	
گروه دوم (n = ۱۸)	۱۰/۶۸ ± ۳/۹۵	۹/۵۵ ± ۳/۵۲	۱/۱۳	۰/۰۱	
گروه سوم (n = ۱۸)	۹/۱۲ ± ۲/۴۳	۸/۵۷ ± ۱/۹۲	۰/۱۵	۰/۰۳	

نتیجه‌گیری

شش هفته تمرین ویبریش بهبودی معناداری را در عملکرد عضلانی افراد را ایجاد کرد. که این مطالعه اثبات کرد که برای تغییر در عملکرد عضلانی در افراد حتما باید سه جلسه در هفته افراد تمرین ببینند. و همچنین دامنه امواج کاربردی نباید زیاد تغییر کند. شرکت کنندگان فعالیت‌های معمولی خود با بهبودی معناداری در سرعت انجام کارهای روزانه داشته‌اند. تداخل تمرینات با ویبریشن به بهبودی عملکرد عضلانی با تست ذکر شده در بالا در گروه های ترکیبی با ویبریشن می شود. بویژه در جامعه سالمندان حداقل سه جلسه در هفته به بهبودی عملکرد عصبی عضلانی با روشهای استفاده شده در این مطالعه شده است. حتی در بعضی مدارک و گزارش ها یافته شده که این تمرینات از سارکوپنیا جلوگیری می کند. بطور کلی این تمرینات بعنوان یک ابزار در بهبود عملکرد عصبی عضلانی در جامعه سالمند می‌شود. و همچنین این تمرینات می تواند بعنوان برنامه‌های تمرینی توان و قدرت عضلانی جزء اهداف تمرینی به شمار آید. این بهبودی ناشی از ارتعاش کل بدن سبب سازگاری نوروژنیک و بهبود در کارایی عصبی–ماهیچه ای می شود. مسیرهای تحریک ماهیچه‌ای بوسیله ارتعاش کل بدن به طور معناداری در بهبودی اجرا اثر دارند.

تقدیر و تشکر

باتشکر از تمامی سالمندان عزیز شهرستان ارومیه که در این کار پژوهشی ما را یاری نمودند.

References

1. Bautmans I, Van Hees E, Lemper JC, Mets T. The feasibility of whole body vibration in institutionalized elderly persons and its influence on muscle performance, balance and mobility: A randomized controlled trial. *BMC Geriatrics* 2005; **5**(1): 17. www.biomedcentral.com/content/pdf/1471-2318-5-17.pdf.
2. Bean JF, Kiely DK, Herman S, Leveille SG, Mizer K, Frontera WR, et.al. The relationship between leg power and physical performance in mobility-limited older people. *Journal of the American Geriatrics Society* 2002; **50**(3): 461- 467
3. Frändin K, Sonn U, Svantesson U, Grimby G. Functional balance tests in 76-year-olds in relation to performance, activities of daily living and platform tests. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine* 1995; **27**(4): 231.
4. Bernier JN, Perrin DH. Effect of coordination training on proprioception of the functionally unstable ankle. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*1998; **27**(4): 264-275.
5. Roelants M, Delecluse C, Verschueren SM. Whole-body-vibration training increases knee-extension strength and speed of movement in older women. *Journal of the American Geriatrics Society* 2004; **52**(6): 901-908.
6. Abbasi A, Sadeghi H, Berejeian H, Bagheri K, Ghasemizad A et al . Effect of whole body vibration, aquatic balance and combined training on neuromuscular performance, balance and walking ability in male elder able-bodied individual. *World Applied Sciences Journal* 2011: **15**(1); 84-91.
7. Torvinen S, Kannus P, SievaÈnen H, JaÈrvinen T, Pasanen M, Kontulainen S, et.al. Effect of a vibration exposure on muscular performance and body balance. Randomized cross over study. *Clinical Physiology and Functional Imaging* 2002; **22**(2): 145-152.
8. Rittweger J. Vibration as an exercise modality: how it may work and what its potential might be. *European J Appl Physiol* 2010; **108**(5): 877-904.
9. Hollins M, Roy EA. Perceived intensity of vibrotactile stimuli: the role of mechanoceptors channels. *Somatosens Mot Res* 1996; **13**: 273-286.
10. Runge M, Rehfeld G, Resnicek, E. Balance training and exercise in geriatric patients. *Journal of Musculoskeletal and Neuron Interaction* 2000; **1**: 61-65.
11. Russo CR, Lauretani F, Bandinelli S, Bartali B, Cavazzini C, Guralnik JM, et.al. High-frequency vibration training increases muscle power in postmenopausal women. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2003; **84**(12): 1854-1857.
12. Banerjee P, Caulfield B, Crowe L, Clark A. Prolonged electrical muscle stimulation exercise improves strength and aerobic capacity in healthy sedentary adults. *J Appl Physiol* 2005; **99(6)**: 2307-2311.
13. Kerschan-Schindl K, Grampp S, Henk C, Resch H, Preisinger E, Fialka-Moser V et al. Whole-body vibration exercise leads to alterations in muscle blood volume. *Clin Physiol* 2001; **21**(3): 377-382.
14. Cochrane DJ, Stannard SR, Sargeant AJ, Rittweger J. The rate of muscle temperature increase during acute whole-body vibration exercise. *Eur J Appl Physiol* 2008; **103**(4) : 441-448.
15. Rittweger J, Mustschelknauss Mfelsenberg D. Acute change in neuromuscular excitability after exhaustive WBV exercise as compared to exhaustion by squatting exercise. *Clinical Physio & Functional Imaging* 2003; **23**: 81-86
16. Haykowsky M, McGavock J, Vonder Muhll I. Effect of exercise training on peak aerobic power, left ventricular morphology, and muscle strength in healthy older women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2005; **60**: 307-311.
17. Fleg JL, Lakatta EG. Role of muscle loss in the age-associated reduction in VO2 max. *J Appl Physiol* 1988; **65**: 1147-1151.
18. Da Silva ME, Fernandez JM, Castillo E. Influence of vibration training on energy expenditure in active men. *J Strength Cond Res* 2007; **21**: 470-475.

19. Cardinale M, Bosco C. Use of vibration as an exercise intervention. *Exercise Sport Sci Rev* 2003; **31**(1): 3-7.
20. Torvinen S, Kannus P, Sievanen H, Jarvinen TA, Pasanen M, Kontulainen S, et.al. Effect of four-month vertical whole body vibration on performance and balance. *Med Sci Sports Exerc* 2002; **34**(9): 1523-1528.
21. Burke JR, Schutten MC, Koceja DM, Kamen G. Age-dependent effects of muscle vibration and the Jendrassik maneuver on patellar tendon reflex response. *Arch Phys Med Rehabil* 1996; **77**: 600-604.
22. Richardson Ms, Cramer JT, Bemben DA, Schehab RL Effect of age and Acl reconstruction on quadriceps Ganma loop Function. *Journal of Geriatric Physical Therapy* 2006; **29**: 26-32.