

اثر کوتاه مدت ارتعاش بر حداکثر شنای شانه‌ای

افسون نودهی مقدم*، روشنک کشاورز، ابراهیم علی کوزه‌ای، هومن مینونژاد، مجتبی ابراهیمی و رکیانی^۵

چکیده

هدف: تمرینات ارتعاشی اخیراً به عنوان یک درمان جدید در حوزه فیزیوتراپی مورد توجه قرار گرفته است. به نظر می‌رسد این نوع تمرینات می‌توانند قدرت و توان عضلانی را افزایش داده باعث بهبود عملکرد عضلانی شوند. پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر کوتاه مدت ارتعاش بر حداکثر شنای شانه‌ای در دختران دانشجوی غیر ورزشکار انجام گرفت.

روش بررسی: در این تحقیق موردی - شاهدهی ۱۱۲ نفر از دانشجویان غیر ورزشکار دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی انتخاب شده و به طور تصادفی به دو گروه آزمون (۶۲ نفر) و کنترل (۵۰ نفر) تقسیم شدند. ابتدا از افراد گروه آزمون خواسته می‌شد تا جایی که می‌توانند حرکت شنا را انجام دهند و تعداد آن به عنوان تعداد شنای مرحله اول ثبت می‌شد. پس از ۳۰ دقیقه استراحت از افراد خواسته می‌شد طی ۳ مرحله ۶۰ ثانیه‌ای و در حال شنا، در معرض ارتعاش حاصله از دستگاه درمانی قرار گیرند. پس از ۳۰ دقیقه استراحت، افراد مجدداً آزمون شنا را تکرار می‌کردند (تعداد شنای مرحله دوم). افراد گروه کنترل نیز پس از انجام آزمون شنا (مرحله اول) ۶۰ دقیقه استراحت کرده و سپس مجدداً آزمون شنا را انجام می‌دادند (مرحله دوم). برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون t مستقل استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان دادند میانگین تعداد شنا در گروه آزمون، پس از اعمال ارتعاش بطور معنی‌داری افزایش یافته است ($p=0/01$). اما بین میانگین تعداد شنا در گروه کنترل در دو مرحله، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($p=0/61$).

نتیجه‌گیری: با توجه به اینکه اعمال ارتعاش می‌تواند باعث افزایش توانایی افراد حین انجام حرکت شنا گردد شاید بتوان در مواردی جهت افزایش عملکرد سیستم عصبی عضلانی از آن استفاده نمود.

کلید واژه‌ها: تمرینات ارتعاشی، سیستم عصبی عضلانی، آزمون شنا، کمر بند شانه‌ای

- ۱- استادیار گروه فیزیوتراپی دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی
- ۲- کارشناسی ارشد فیزیوتراپی دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی
- ۳- کارشناس فیزیوتراپی
- ۴- دانشجوی دکتری آسیب شناسی ورزش و حرکات اصلاحی دانشگاه تهران
- ۵- دانشجوی کارشناسی ارشد آسیب شناسی ورزش و حرکات اصلاحی دانشگاه تهران

دریافت مقاله: ۹۰/۱۰/۲۹

پذیرش مقاله: ۹۰/۱۱/۲۷

* آدرس نویسنده مسئول:

تهران، ولنجک، بلوار دانشجو، خیابان کودکان، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، گروه آموزشی فیزیوتراپی

* تلفن: ۰۲۱-۲۲۱۸۰۰۳۹

* رایانامه:

afsoonnodehi@yahoo.com



مقدمه

شانه شود (۱۱). گزارش شده است که ثبات دهنده‌های تحتانی کتف (سراتوس قدامی، رومبوتیدها، تراپزیوس میانی و تحتانی) بیشتر از همه دچار ضعف یا مهار می‌گردند (۱۲). عضلات روتیتور کاف و کتف در حین تمرینات شنا^۳ فعال هستند. امروزه استفاده از تمرینات همراه با تحمل وزن^۴، در توانبخشی شانه اهمیت ویژه‌ای یافته است. این تمرینات بدین علت که در آن دست در تماس با سطح با ثباتی قرار می‌گیرد به نام تمرینات زنجیره بسته نیز معروفند. برخی مطالعات نشان داده‌اند که این نوع تمرینات باعث بهبود حس عمقی، ثبات مفصلی و هم انقباضی عضلات اطراف شانه می‌شوند (۱۳). به نظر می‌رسد تاکنون پژوهشی در خصوص تأثیر تمرینات ارتعاشی روی توان افراد در حین انجام تمرینات شنا انجام نشده است. بنابراین با توجه به مطالب فوق و همچنین با توجه به نتایج مثبت استفاده از تمرینات ارتعاشی بر افزایش قدرت عضلانی در تحقیق حاضر سعی شده است که تأثیر کوتاه مدت ارتعاش روی حداکثر تعداد تمرین شای افراد بررسی شود.

روش بررسی

افراد پس از پیوستن به طرح پژوهشی، پرسشنامه‌های حاوی اطلاعات زمینه‌ای و موارد حذف نمونه‌ها را از طریق مصاحبه پر کرده و فرم رضایت نامه کتبی را پس از آگاهی کامل از روش تحقیق امضا می‌نمودند. معیارهای حذف نمونه‌ها عبارت بودند از: هر گونه درد شانه، درد ناشی از نقاط ماشه‌ای نواحی گردن و پشت، در رفتگی مفاصل گلهومرال و اکرومیوکلایوکلار، جراحی، شکستگی، بدخیمی و ناپایداری شانه، ابتلاء به سندرم‌های درد گردنی، بیماریهای نورولوژیکی، روماتیسمی، دیابت و افسردگی (۱۲، ۱۱).

در این تحقیق ۱۱۲ نفر از دانشجویان غیر ورزشکار دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی به طور تصادفی انتخاب شده و به دو گروه آزمون (۶۲ نفر) و کنترل (۵۰ نفر) تقسیم شدند. هر فرد در گروه آزمایش (میانگین قد $164/44 \pm 4/9$ سانتیمتر، وزن $71/8 \pm 11/73$ کیلوگرم و سن $22/24 \pm 3/3$ سال) تمرینات را با ۵ دقیقه گرم کردن و ۵ دقیقه حرکات کششی عضلات اندام فوقانی آغاز می‌کرد. سپس از فرد خواسته می‌شد تا آزمون شنا (خوابیده روی زمین) را انجام دهد (پیش آزمون) (۱۴). برای انجام این آزمون فرد به حالت دمر دراز می‌کشید، دو دست خود را به زیر شانه‌های خود گذاشته و کمی به سمت داخل می‌چرخاند. در این وضعیت برای انجام آزمون، فرد آرنج‌هایش صاف را می‌کرد بطوریکه لگن

یکی از تکنیک‌های نوین تمرینی و درمانی که طی چند سال اخیر معرفی گردیده و در فیزیوتراپی هم مورد توجه قرار گرفته ارتعاش درمانی یا تمرین ارتعاشی کلی بدن^۱ است (۱). این تکنیک نوعی تمرین درمانی می‌باشد که روی دستگاه ارتعاش درمانی انجام می‌گیرد. این روش با تأثیر بر سیستم‌های عصبی - عضلانی و مکانیسم‌های مکانیکی تأثیر مثبتی بر عضلات گذاشته بطوری که علاوه بر خوشایند بودن این تمرین برای افراد، اثرات مثبتی نیز روی جریان خون، تحرک، قوام عضلات، سیستم حسی عمقی و کاهش درد دارد (۲). پژوهش‌هایی درباره تأثیر تمرین ارتعاشی روی افزایش قدرت عضلانی، تغییرات هورمونی در افراد سالم و افزایش دانسیته استخوانی در خانم‌های یائسه^۲ انجام گرفته است (۱، ۳، ۴). از آن جایی که کاربرد ارتعاش چه به صورت موضعی و چه به صورت کل بدن، رفتار نوروفیزیولوژیک و بیومکانیکی عضله را تحت تأثیر قرار می‌دهد، از این تکنیک می‌توان به عنوان وسیله‌ای جهت افزایش قدرت عضلات استفاده کرد (۵، ۶). تاکنون تحقیقات متعددی مبنی بر افزایش قدرت عضلانی اندام تحتانی توسط تمرینات ارتعاشی انجام شده است. بطور مثال مشخص شده است که انجام تمرینات ارتعاشی به مدت ۲ دقیقه می‌تواند باعث افزایش قدرت عضلات اکستنسور زانو شود (۱). همچنین مشخص شده که تمرینات ارتعاشی ۱۰ هفته‌ای می‌تواند باعث افزایش تحمل وزنه در تمرین چمباتمه شود (۲). علاوه بر موارد فوق مشخص شده است تمرینات طولانی مدت ارتعاشی می‌تواند به طور معنی‌داری باعث افزایش ارتفاع پرش عمودی شوند (۳، ۴).

به علت نقش مهم عضلات شانه در ایجاد و کنترل حرکات شانه، اختلال در عملکرد این عضلات می‌تواند حرکت کتف، کلاویکل و یا استخوان بازو را تغییر دهند (۷). ضعف عضلات دلتوئید و روتیتور کاف می‌تواند موجب تغییر زوج نیروی بین این عضلات شود. دلتوئید سر بازو را به طرف اکرومیون می‌کشد و عضلات روتیتور کاف به عنوان ثبات دهنده‌های اصلی سر استخوان بازو را به طرف پایین می‌کشند. ضعف این عضلات می‌تواند با جابجایی سر استخوان بازو بسمت بالا از علت‌های التهاب یا پارگی روتیتور کاف باشد (۸، ۹، ۱۰). تغییر در عملکرد عضلات ثبات دهنده کتف نیز می‌تواند عامل مهمی در ایجاد بیومکانیک غیر طبیعی و ضایعات کمربند شانه‌ای باشد. ضعف عضلات اسکاپولو توراسیک می‌تواند منجر به وضعیت فرارگیری غیر طبیعی کتف شده با اختلال در ریتم اسکاپو لوهومرال مانع عملکرد طبیعی



از زمین کنده شده ولی زانوها از زمین جدا نمی‌شدند. سپس در این وضعیت لحظه‌ای مکث می‌کرد و دوباره آرنج‌ها را خم کرده و به حالت اول باز می‌گشت. فرد این کار را تا حدی که نتواند حرکت بعدی را انجام دهد، تکرار می‌کرد. به افراد گفته می‌شد تا حرکات آنها باید از یک ریتم منظم پیروی کند و فاصله بین حرکات به هم شبیه بوده و از یک ثانیه بیشتر نشود. حداکثر تعدادی که فرد می‌توانست عمل فوق را انجام دهد به عنوان نتیجه آزمون شنای روی زمین ثبت می‌گردید (پیش آزمون). بعد از انجام آزمون شنا، هر فرد ۳۰ دقیقه استراحت کرده و پس از آن تحت سه نوبت تمرین و بیریشن ۶۰ ثانیه‌ای بر روی دستگاه و بیریشن کلی بدن مدل "Best Vibe" با فرکانس و بیریشن ۳۰ هرتز و با الگوی مورب قرار می‌گرفت. برای انجام تمرینات و بیریشن هر فرد مجدداً تمرینات گرم کردن و حرکات کششی مرحله اول را انجام می‌داد. سپس از وی خواسته می‌شد تا دستان خود را به اندازه عرض شانه باز کرده و کمی به داخل بچرخاند، به گونه‌ای که بازو در راستای شانه قرار گیرد، مفصل آرنج ۹۰ درجه خم شود و کف دست‌ها بر روی صفحه دستگاه قرار گیرند. مفصل زانو و ران در حالت ۹۰ درجه بوده و تنه صاف و سر در راستای تنه قرار داشته باشد. به افراد توضیح داده می‌شد که در همین وضعیت و بدون هیچ حرکتی ثابت بمانند. سپس دستگاه و بیریشن کلی بدن روشن شده و فرد در مدت زمان و بیریشن (۶۰ ثانیه) این حالت را حفظ می‌کرد. بعد از هر بار تمرین و بیریشن

۶۰ ثانیه‌ای، فرد ۵ دقیقه استراحت می‌کرد. در مجموع هر فرد در گروه آزمون ۳ مرحله‌ای، ۱ دقیقه‌ای تحت تمرین و بیریشن قرار می‌گرفت. بعد از سومین نوبت تمرین و بیریشن هر فرد ۳۰ دقیقه استراحت کرده و پس از استراحت مجدداً آزمون شنا را انجام داده و حداکثر تعداد شنا ثبت می‌شد (پس آزمون). افراد گروه کنترل (میانگین قد $18/5 \pm 164/51$ سانتیمتر، وزن $62/22 \pm 9/3$ کیلوگرم و سن $22/1 \pm 22/86$ سال) نیز همانند افراد گروه آزمون پس از ۵ دقیقه گرم کردن و ۵ دقیقه تمرینات کششی آزمون شنا را انجام می‌دادند و رکورد آن بعنوان "پیش آزمون" ثبت می‌شد. سپس پس از ۶۰ دقیقه استراحت و بدون انجام تمرینات و بیریشن مجدداً آزمون شنا را انجام داده که رکورد آن بعنوان "پس آزمون" مورد محاسبه قرار می‌گرفت. از آزمون t مستقل^۱ برای بررسی اختلاف میان نتایج پیش و پس آزمون استفاده گردید. کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری توسط نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ و در سطح معنی‌داری $\alpha = 0/05$ انجام گرفتند.

یافته‌ها

نتایج تحقیق نشان داد در گروه آزمون پس از اعمال ارتعاش، میانگین حداکثر تعداد شنا در مرحله پس آزمون بطور معنی‌داری نسبت به مرحله پیش آزمون افزایش یافت ($p < 0/05$). در حالیکه میانگین تعداد شنا در گروه کنترل در دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون تفاوت معنی‌داری نداشت ($p > 0/05$) (جدول شماره ۱).

جدول ۱- نتایج آزمون t مستقل برای بررسی اختلاف میان نتایج آزمون شنا بین پیش آزمون و پس آزمون در گروه‌های آزمایش و کنترل

متغیر	گروه	مرحله	میانگین	انحراف معیار	مقدار احتمال	نتیجه آماری
تعداد حداکثر شنا	آزمون	مرحله اول	۲۸/۶۵	۱۱/۸۰	۰/۰۰	معنی‌دار
		مرحله دوم	۳۲/۷۷	۱۲/۸۴		
	کنترل	مرحله اول	۲۹/۵۸	۱۲/۴۵	۰/۶۱	
		مرحله دوم	۳۰/۱۵	۸/۳۲		

اعمال ارتعاش یک دقیقه‌ای منجر به افزایش معنی‌داری در قدرت عضلات اندام تحتانی و فلکسورهای بازو می‌گردد (۵). همچنین همین محقق در تحقیقی دیگر به این نتیجه رسید که تمرینات ارتعاشی ۱۰ روزه باعث افزایش توان عضلانی افراد فعال می‌گردد (۶). محقق دیگری با انجام مطالعاتی تمرینات ارتعاشی را با برنامه‌های تمرینی قدرتی مورد مقایسه قرار داده است. نتایج این مطالعات نشان داد که ارتعاش، همانند تمرینات قدرتی می‌تواند

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که اعمال سه دوره ۶۰ ثانیه‌ای ارتعاش روی شانه، بطور معنی‌داری باعث افزایش حداکثر دفعات شنا گردید ($p < 0/05$). در سالهای اخیر از تمرینات ارتعاشی به طرز قابل توجهی به عنوان یک وسیله تمرینی برای افراد ورزشکار، غیر ورزشکار، سالمند و بیمار استفاده می‌شود. مشابه نتایج تحقیق کنونی Bosco و همکارانش نشان دادند که



یکی دیگر از عوامل تولید نیرو افزایش میزان تماس پل‌های اکتین^۱ و میوزین^۲ می‌باشد و می‌توان گفت که هر اندازه پل‌های ارتباطی بیشتری در تماس باشند قدرت تولیدی نیز افزایش می‌یابد (۲۴). افزایش تماس پل‌های اکتین و میوزین و همچنین فراخوانی و دوباره فعال شدن بیشتر واحدهای حرکتی ناشی از تمرینات ویریشن، می‌تواند یکی از دلایل و توجیحات احتمالی بهبود عملکرد عضلانی باشد (۲۵). احتمالاً ارتعاش یک اثر تأخیری تسهیلی گذرا بر عملکرد عضلانی دینامیک و ایزومتریک دارد (۲۶). احتمالاً این اثر تسهیلی ارتعاش بر استقامت را می‌توان مربوط به افزایش تحریک‌پذیری حرکتی مرکزی برای دوباره بکارگیری واحدهای حرکتی بیشتر در طول انقباضات دینامیک و ایزومتریک دانست (۲۶، ۲۷).

مکانیسم‌های مهاری دستگاه عصبی عضلانی (مهاری خود به خودی)^۳ مانند عمل اندامهای گلژی برای جلوگیری از اعمال نیروی عضلانی بیش از حد تحمل استخوانها و بافت‌های همبند از اهمیت زیادی برخوردار هستند (۲۳، ۱). با استفاده از تمرینات ارتعاش و با تحریک بازتاب تونیک ارتعاش^۴، حساسیت دوکهای عضلانی افزایش یافته و در اثر بالا رفتن آستانه تحریک اندامهای وتری گلژی، مهاری خود به خودی کاهش می‌یابد و در نتیجه سبب فعال‌سازی بیشتر نورونهای حرکتی و متعاقباً افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی می‌شود که می‌تواند دلیل احتمالی بهبود عملکردهای عضلانی و افزایش استقامت از طریق کاهش مهاری عصبی پس از تمرینات ارتعاش باشد (۲۱، ۱).

همچنین مشخص شده است که تمرینات ارتعاش تقریباً با تأثیر بر ۱۰۰ درصد تارهای عضلانی (این مقدار در تمرینات معمولی نزدیک به ۴۰ درصد است) و ایجاد انقباض غیر ارادی در آنها، هم بر تارهای تند انقباض^۵ و هم بر تارهای کند انقباض^۶ اثر می‌گذارد و باعث بهبود عملکرد عضلانی می‌شود. ارتعاش با تأثیر بر تارهای تند انقباض باعث افزایش قدرت، توان، چابکی و سرعت می‌شود زیرا مسئولیت انجام اکثر این اعمال بر عهده تارهای تند انقباض می‌باشد. بعلاوه ارتعاش با تأثیر بر تارهای کند انقباض که یکی از عوامل اصلی انجام فعالیت‌های استقامتی می‌باشند می‌تواند باعث افزایش استقامت عضلانی شود (۲۲، ۱، ۲۷).

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه اعمال ارتعاش می‌تواند باعث افزایش توانایی افراد حین انجام حرکت شنا گردد شاید بتوان در مواردی جهت افزایش عملکرد سیستم عصبی عضلانی از آن استفاده نمود.

افزایش قدرت را به همراه داشته باشد (۳-۱۹، ۱۵). مکانیسم‌هایی که می‌توانند از عوامل احتمالی افزایش قدرت و عملکرد عضلانی تحت تأثیر ارتعاش درمانی باشند بشرح زیر می‌باشد:

ارتعاش قادر است علاوه بر گیرنده‌های پاچینی و مایسنر که عمدتاً در پوست و بافت‌های زیر آن قرار دارند، گیرنده‌های حسی دیگری که در عضلات قرار دارند (دوکهای عضلانی و اندامهای گلژی) را نیز تحریک کند و با توجه به این خصوصیت ارتعاش می‌توان اثرات پیچیده دیگری ناشی از اعمال ارتعاش به عضله را به صورت پاسخهای حرکتی انتظار داشت (۲۰).

در پی پژوهش‌های صورت گرفته مشخص شده است که تمرینات ارتعاشی نسبت به تمرینات با وزنه، با افزایش هماهنگی و فراخوانی بیشتر واحدهای حرکتی، افزایش تحریک منطقه حس‌های پیکری، جلوگیری از ایجاد اختلال در کار توسط عضلات مخالف و همچنین افزایش نرخ آتش بار^۱ واحدهای حرکتی باعث افزایش تواتر و بلندی امواج الکترومیوگرافی می‌شوند (۱، ۲۱).

از لحاظ تئوریک پایه و اساس عملکرد تمرینات ارتعاشی بر اساس فعال‌سازی دوکهای عضلانی واقع شده است (۲۲)؛ دوکهای عضلانی بازخوردی را از وضعیت و کشش عضله در نورونهای آوران گاما ایجاد می‌کنند. این پاسخ‌های ایجاد شده در نورونهای آوران گاما از طریق حلقه گاما و با فرستادن آن به جسم سلولی نورونهای آلفا، باعث برانگیختگی و افزایش نرخ آتش بار تارهای عضلانی می‌شود (۱). ارتعاش اعمال شده بر تاندونها و عضلات باعث تحریک دوکهای عضلانی و بازدارندگی اندامهای وتری گلژی و متعاقباً مهاری خود به خودی می‌شود (۱). افزایش حساسیت‌پذیری دوکهای عضلانی می‌تواند باعث بهبود پاسخ‌های عصبی - عضلانی شود (۱، ۲۱). آنچه حساسیت‌پذیری دوکهای عضلانی را کنترل می‌کند نورونهای حرکتی گاما می‌باشند؛ نورونهای حرکتی گاما پیام‌های عصبی را به داخل تارهای درون دوکی واقع در دوک‌های عضلانی انتقال می‌دهند و باعث افزایش نرخ آتش بار و تنش عضله می‌شوند که نهایتاً این عمل باعث می‌شود که حساسیت‌پذیری دوکهای عضلانی به تحریکات وارده افزایش یابد و واکنش‌های مکانیکی و فیزیولوژیکی در مدت کوتاه‌تری انجام پذیرد (۲۲، ۱). از آنجایی که افزایش استقامت اولیه ناشی از تمرینات استقامتی عمدتاً عصبی می‌باشد و بدون تغییر ساختاری در اندازه و حجم عضله روی می‌دهد، لذا می‌توان نتیجه گرفت این سازگاری عصبی عمدتاً به علت فراخوانی واحدهای حرکتی بیشتر بوده و هر اندازه واحدهای حرکتی بیشتری فراخوانده شوند استقامت نیز افزایش یابد (۲۳، ۱۸، ۱۷).

1- Firing rate
5- Tonic Vibration Reflex

2- Actin
6- Fast twitch

3- Myosin
7- Slow twitch

4- spontaneous Inhibition



منابع:

- 1- Delecluse C, Roelants M, Verschueren S. Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. *Med Sci Sports Exerc.* 2003; 35(6): 1033-41.
- 2- Rittweger J, Mustschelknauss M, Felsenberg D. Acute changes in neuromuscular excitability after exhaustive whole body vibration exercise as compared to exhaustion by squatting exercise. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2003; 23(2): 81-6.
- 3- Roelant M, Delecluse C, Verschueren S. Whole-body-vibration training increases knee-extension strength and speed of movement in older women. *J Am Geriatr Soc.* 2004; 52(6): 901-8.
- 4- Ronnestad BR. Comparing the performance-enhancing effects of squats on a vibration platform with conventional squats in recreationally resistance-trained men. *J Strength Cond Res.* 2004; 18(4): 839-45.
- 5- Bosco C, Cardinale M, Colli R, Introini E, Tsarpela A, Tihanyi J, et al. Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. *Clin Physiol.* 1999; 19(2): 183-7.
- 6- Bosco C, Cardinale M, O Colli, R Tihanyi, Von SP, Villard DU, et al. The influence of whole body vibration on jumping performance. *Biol Sport.* 1998; 157-164.
- 7- Ebaugh DD, McClure PW, Karduna AR. Effects of shoulder muscle fatigue caused by repetitive overhead activities on scapulothoracic and glenohumeral kinematics. *J Electromyogr Kinesiol.* 2006; 16(3): 224-35.
- 8- Wuelker N, Korell M, Thren K. Dynamic glenohumeral joint stability. *J Shoulder Elbow Surg.* 1998; 7(1): 43-52.
- 9- Sharkey NA, Marder RA. The Rotator Cuff Opposes Superior Translation of the Humeral Head. *The American Journal of Sports Medicine.* 1995; 23(3): 270.
- 10- Michener LA, McClure PW, Karduna AR. Anatomical and biomechanical mechanisms of subacromial impingement syndrome. *Clinical Biomechanics.* 2003; 18(5): 369-79.
- 11- Kamkar A, Irrgang JJ, Whitney SL. Non-operative management of secondary shoulder impingement syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1993; 17(5): 212-24.
- 12- Kibler WB. The Role of the Scapula in Athletic Shoulder Function. *The American Journal of Sports Medicine.* 1998; 26(2): 325.
- 13- Uhi TL, Carver TJ, Mattacola CG, Mair SD, Nitz AJ. Shoulder musculature activation during upper extremity weight-bearing exercise. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003; 33: 109-117.
- 14- Invergo JJ, Ball TE, Looney M. Relationship of push-ups and absolute muscular endurance to bench press strength. *J Strength Cond Res.* 1991; 5(3): 121-125.
- 15- Torvinen S, Kannus P, Sievänen H, et al. Effect of four-month vertical whole body vibration on performance and balance. *Med Sci Sports Exerc.* 2002; 34: 1523-1528.
- 16- Runge M, Rehfeld G, Resnick E. Balance training and exercise in geriatric patients. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2000; 1: 64-65.
- 17- Verschueren S, Roelants M, Delecluse C, 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. *J Bone Miner Res.* 2004; 19: 352-359.
- 18- Torvinen S, Kannu P, Sievänen H, Järvinen TA, Pasanen M, Kontulainen S, et al. Effect of vibration exposure on muscular performance and body balance. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2002; 22(2): 145-52.
- 19- Mahieu NN, Witvrouw E. Improving Strength and Postural Control in Young Skiers: Whole-Body Vibration versus Equivalent Resistance Training. *Journal of Athletic Training.* 2006; 41(3): 286-293.
- 20- Cardinale M, Rittweger J. Vibration exercise makes your muscles and bones stronger: fact or fiction?. *J Br Menopause Soc.* 2006; 12(1): 12-8.
- 21- De Ruiter CJ, Van Raak SM, Schilperoort JV, Hollander AP, de Haan A. The effects of 11 weeks whole body vibration training on jump height, contractile properties and activation of human knee extensors. *Eur J Appl Physiol.* 2003; 90(5-6): 595-600.
- 22- Cardinale M, Wakeling J. Whole body vibration exercise: Are vibrations good for you? *Br J Sports Med.* 2005; 39(9): 585-9.
- 23- Cardinal M, Bosco C. The Use of Vibration as an Exercise Intervention. *Exerc Sport Sci Rev.* 2003; 31(1): 3-7.
- 24- Luo J, McNamara B, Moran K. The Use of Vibration Training to Enhance Muscle Strength and Power. *Sports Med.* 2005; 35(1): 23-41.
- 25- Necking LE, Lundborg G, Friden J. Hand Muscle Weakness in Long-Term Vibration Exposure. *J Hand Surg Br.* 2002 Dec; 27(6): 520-5.
- 26- Torvinen S, Kannu P, Sievänen H, Järvinen TA, Pasanen M, Kontulainen S, et al. Randomized cross-over effect of a vibration exposure on muscular performance and study. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2002; 22(2): 145-52.
- 27- Rack PM, Westbury DR. The short range stiffness of active mammalian muscle and its effect on mechanical properties. *J Physiol.* 1974; 240(2): 331-50.