

## Effect of 12 months of strength training in water on bone mineral density of the lumbar spine and femoral neck in postmenopausal women with osteoporosis

Barzanjeh S.P., MSc<sup>1</sup>, Ghal'e Nouie F., MSc<sup>2</sup>, Mirzaei S., MSc<sup>3</sup>

1. Department of Exercise Physiology, University of Mazandaran, Sari, Iran.

2. Shariati Vocational Branch, Tehran, Iran.

3. Department of Physical Education, West Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. (Corresponding Author),  
Tel:+98-21-66830884. s.mirzaee62@gmail.com

### ABSTRACT

**Background and Aim:** The aim of this study was to investigate the effect of 12 months of strength training in water on bone mineral density of the lumbar spine and femoral neck in postmenopausal women with osteoporosis.

**Material and Methods:** In this study, 30 postmenopausal women with osteoporosis (age range: 50 - 65 years), were divided into two experimental and control groups. The experimental group performed 12-month strength training program in water, 3 times a week (Monday, Wednesday and Friday), for 50 minutes. Using energy X-ray absorptiometry, we performed bone densitometry of L2 and L3 vertebrae and femoral neck by standard methods. Data were analyzed by independent t test.  $P \leq 0.05$  was considered significant.

**Results:** The results showed that 12 months of strength training in the water had significant effect on bone mineral density of L2-L3 vertebra ( $P=0/000$ ) and bone mineral density of the femur ( $P=0/000$ ) in postmenopausal women. Also we found significant effects on the percentages of T scores of L2-L3 vertebra ( $P=0/000$ ) and the femur ( $P=0/000$ ) after 12 months of strength training in water in postmenopausal women.

**Conclusion:** Based on these findings, possibly strength training in the water can lead to increased bone density in postmenopausal women with osteoporosis.

**Keywords:** Strength training, Bone mineral density, Menopause, Osteoporosis.

**Received:** Apr 3, 2016    **Accepted:** Jun 21, 2016

## تاثیر ۱۲ ماه تمرین قدرتی در آب بر تراکم استخوان مهره‌های کمری و استخوان ران زنان یائسه مبتلا به پوکی استخوان

سیده پریا بر زنجه<sup>۱</sup>، فرشته قلعه نویی<sup>۲</sup>، سعید میرزایی<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه مازندران، ساری، ایران.

۲. کارشناس ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی، عضو هیات علمی دانشکده فنی و حرفه ای شریعتی، تهران، ایران.

۳. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران غرب، گروه تربیت بدنی، تهران، ایران، (مولف مسوول)، تلفن ثابت: ۰۲۱-۶۶۸۳۰۸۸۴، s.mirzaee62@gmail.com

### چکیده

**هدف:** هدف از این پژوهش، بررسی تاثیر ۱۲ ماه تمرین قدرتی در آب بر تراکم استخوان مهره‌های کمری و استخوان ران زنان یائسه مبتلا به پوکی استخوان بود.

**روش بررسی:** بدین منظور، ۳۰ زن یائسه مبتلا به پوکی استخوان با میانگین سن ۵۰ تا ۶۵ سال، به دو گروه تجربی و کنترل تقسیم شدند. گروه تجربی، ۱۲ ماه برنامه تمرین قدرتی در آب، ۳ جلسه در هفته (دوشنبه، چهارشنبه و جمعه)، و به طور متوسط به مدت ۵۰ دقیقه را انجام دادند. چگالی سنجی استخوان از طریق جذب سنجی انرژی اشعه ایکس و به روش استاندارد در مهره‌های L2 و L3 ستون فقرات کمری و گردن استخوان ران انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون t مستقل در سطح معنی داری  $P \leq 0/05$  انجام شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد ۱۲ ماه تمرین قدرتی در آب بر تراکم استخوان دومین و سومین مهره کمری زنان یائسه تاثیر معنی داری دارد ( $P=0/000$ ). همچنین نتایج نشان داد ۱۲ ماه تمرین قدرتی در آب بر تراکم استخوان ران زنان یائسه تاثیر معنی داری دارد ( $P=0/000$ ). ۱۲ ماه تمرین قدرتی در آب بر درصد نمره T دومین و سومین مهره کمری زنان یائسه تاثیر معنی داری داشت ( $P=0/000$ ). همچنین، ۱۲ ماه تمرین قدرتی در آب بر درصد نمره T ران زنان یائسه تاثیر معنی داری دارد ( $P=0/000$ ).  
**نتیجه گیری:** بر اساس یافته‌های تحقیق حاضر، احتمالاً تمرین قدرتی در آب بتواند منجر به افزایش تراکم استخوانی در زنان یائسه مبتلا به پوکی استخوان گردد.

**کلمات کلیدی:** تمرین قدرتی، تراکم استخوان، یائسگی، پوکی استخوان

وصول مقاله: ۹۵/۱/۱۵ اصلاحیه نهایی: ۹۵/۳/۲۴ پذیرش: ۹۵/۴/۱

## مقدمه

از مشخصه های بالا رفتن سن، برخی از تغییرات از جمله کمبود استروژن و افزایش بازجذب آن است که عوامل تعیین کننده کاهش استخوانی در زنان هستند. پس از یائسگی، زنان با کمبود استروژن متحمل از دست دادن توده استخوانی، به ویژه استخوان تراپکولار (۵ تا ۶ درصد در هر سال) با سرعت بیشتری می شوند و این فرایند در حدود ۵ تا ۱۰ سال پس از یائسگی ادامه می یابد (۱). کاهش توده استخوانی ممکن است به سطوح پاتولوژیک برسد و به عنوان پوکی استخوان (یک اختلال اسکلتی که با کاهش توده استخوانی مشخص می شود) طبقه بندی شود، همچنین ممکن است مقاومت استخوان را کاهش داده و افراد را در معرض خطر بالاتر شکستگی قرار دهد، که پیامد آن پوکی استخوان است (۲).

اندازه گیری دانسیته توده استخوانی اساس تشخیص استئوپوروز شده است. کاهش در تی اسکور و بیشتر از دو انحراف معیار در شاخص توده بدن<sup>۱</sup> (BMI) بعنوان یک معیار تشخیصی برای استئوپوروز مطرح می شود که در واقع در این شرایط آستانه شکستگی نامیده می شود (۳). هر دو مردان و زنان همزمان با شروع سنین میانسالی دچار کاهش در چگالی معدنی استخوان<sup>۲</sup> (BMD) می شوند. در زنان سرعت از دست دادن استخوان در سال های اول پس از یائسگی بیشتر است، که آنها را در معرض خطر شکستگی بیشتری قرار می دهد (۲). شکستگی های ناشی از پوکی استخوان بر ستون فقرات تاثیر گذار است، به ویژه ستون فقرات سینه ای، مفصل ران (گردن استخوان ران) و ساعد (مچ دست) را تحت تاثیر قرار می دهد (۴و۵). از دست دادن توده استخوان و قدرت عضلانی منجر به کاهش در قدرت، نیرو و مقاومت عضلانی می شود، و افراد را در معرض خطرات بیشتر افتادن ها و شکستگی ها و همچنین سختی

بیشتر در انجام فعالیت های روزانه اساسی و یا پیچیده قرار می دهد (۶).

تحقیقات نشان داده اند که همه فعالیت های ورزشی استخوان ساز نیستند و انواع مختلف فعالیت های ورزشی روی استخوان ها و عضلات به طور متفاوتی تاثیر می گذارند (۷). شکل گیری استخوان به نوع، شدت و مدت زمان ورزش انجام شده بستگی دارد. مطالعاتی که نقش تمرینات مقاومتی روی BMD در زنان یائسه را ارزیابی کرده اند، نتایج متناقضی را گزارش نموده اند. برخی تحقیقات افزایش چگالی معدنی استخوان پس از دوره تمرینات را گزارش کرده اند (۸و۹)، در برخی تحقیقات نیز کاهش چگالی معدنی استخوان گزارش شده است (۱۰)، همچنین، برخی تحقیقات نشان داده اند که تمرینات ورزشی تاثیری روی تراکم استخوان ندارد (۱۱و۱۲). با این وجود، تمرینات مقاومتی هنوز هم یکی از مهمترین انواع ورزش مورد استفاده در جهت بهبود توده استخوانی در افراد مسن، به ویژه در جلوگیری از کاهش استخوان در میان زنان یائسه است (۱۳). مطالعات نشان داده اند که تمرینات مقاومتی قادر به پیشگیری از کاهش مواد معدنی استخوان در زنان مسن است (۱۴و۱۵). به عنوان مثال، مطالعه انجام شده توسط دی ماتئوس و همکاران نشان داد که ۱۲ هفته تمرین با وزنه، در زنان یائسه با پوکی استخوان، BMD ستون فقرات کمتری در گروه تمرین را به طور معنی داری بهبود نمی بخشد (افزایش به میزان ۱/۱۷ درصد در تراکم استخوان مهره های کمتری) با این وجود در گروه کنترل سطوح BMD ستون فقرات کمتری به میزان ۲/۲۶ درصد کاهش یافت (۱۴). بوسولینی و همکاران نیز به ارزیابی اثرات تمرینات مقاومتی بر روی تراکم استخوانی زنان یائسه پرداختند. در این تحقیق پس از ۲۴ هفته تمرین، زنان تمرین نکرده کاهش معنی داری در BMD در ستون فقرات کم و گردن استخوان ران را نشان دادند، در مقابل BMD در زنان تمرین کرده حفظ شد ( $P < 0.05$ ) (۱۵).

<sup>1</sup> - Body Mass Index

<sup>2</sup> - Bone Mineral Density

مهره‌های کمری و استخوان ران زنان یائسه مبتلا به پوکی استخوان پردازیم.

### روش بررسی

این تحقیق به صورت نیمه تجربی کنترل شده و شامل ۳۰ زن یائسه مبتلا به پوکی استخوان با سن ۵۰ تا ۶۵ سال بود که به طور منظم در استخر بانوان مجموعه ورزشی انقلاب تهران سال ۹۵-۱۳۹۴ ویزیت می‌شدند. در ابتدا آزمودنی‌ها فرم شناسنامه ورزشی را پر کرده و تست سنجش تراکم استخوان گرفته و سپس بعد از ۱۲ ماه مجدداً تست سنجش تراکم استخوان انجام شد. معیارهای شرکت در تحقیق شامل: (۱) زنان یائسه مبتلا به پوکی استخوان که طی حداقل ۵ سال قاعده نشده بودند، (۲) غیر فعال بودن طبق فرم کوتاه پرسشنامه بین‌المللی فعالیت بدنی. این تحقیق با ۳۰ شرکت کننده آغاز شد و با ۲۸ آزمودنی به پایان رسید. آزمودنی‌ها به طور تصادفی به دو گروه مداخله (۱۵ نفر)، و گروه کنترل (۱۵ نفر) تقسیم شدند.

### پروتکل تمرین

برنامه فعالیت قدرتی در آب به مدت ۱۲ ماه، ۳ جلسه در هفته (دوشنبه، چهارشنبه و جمعه)، و به طور متوسط هر جلسه ۹۰ دقیقه انجام شد. جلسات فعالیت قدرتی در آب به سه بخش تقسیم شدند: (۱) گرم کردن، که حدود ۵ الی ۱۵ دقیقه به طول انجامید و به طور کلی شامل گرم کردن مفاصل و تمرکز بر روی عضلاتی بود که تحت قدرت کار پویا بودند و شامل راه رفتن و دویدن در آب بود (۲) بخش اصلی شامل تمرینات قدرتی تنه (بالا آوردن زانو به طرفین، حرکت قیچی و کرانچ)، بالا تنه (بالا بردن دمبل از پهلو با آرنج خمیده، جلو بازو با دمبل، جلو بازو با دمبل معکوس، جلو بازو با دمبل چکشی، حرکت چرخشی با دمبل، پرس سینه پروانه)، حرکت تناوبی با دمبل به سمت داخل و حرکت ضربه مشت با دمبل) و پایین تنه با دمبل و کفش مقاومتی مخصوص (تکرار \* ست = ۱۲ \* ۳) به مدت ۶۰ دقیقه بود (۳) و بخش نهایی، که ۱۵ دقیقه به طول انجامید و

همچنین، پس از برنامه‌های بلند مدت تمرینات مقاومتی (بیش از یکسال) اثرات معنی‌داری روی BMD در زنان یائسه گزارش شده است. در همین راستا، نلسون و همکاران نشان دادند که یک سال تمرینات مقاومتی با شدت بالا قادر به افزایش BMD در گردن استخوان ران و ستون فقرات کمری بود در حالی که در گروه شاهد، کاهش BMD در این محل‌ها مشاهده شد (۸). در مطالعه دیگری نیز یک سال انجام تمرینات مقاومتی در زنان یائسه در گروه ورزش افزایش معنی‌دار BMD در استخوان ران گزارش گردید (۱۶). در نهایت، اثر معنی‌دار تمرینات مقاومتی پس از ۲ سال روی BMD در زنان یائسه گزارش شده است (۱۳).

از سوی دیگر، از بین انواع ورزش‌ها، تاثیر ورزش‌های آبی بر تراکم استخوان کم‌تر مورد بررسی قرار گرفته است. مطالعات اخیر اهمیت ورزش در آب برای حفظ افزایش در شکل‌گیری و بازسازی نشانه‌های استخوان را نشان داده‌اند (۱۹-۱۷). آب به عنوان محیطی است که مقاومت لازم را متناسب با نیاز هر فرد بر بدن او وارد می‌کند از این رو موجب درگیری گروه‌های عضلانی بزرگتر جهت غلبه بر مقاومت شده و می‌تواند در افزایش فشار مکانیکی روی استخوان‌ها و در نتیجه تحریک استخوان‌سازی بسیار مفید باشد (۱۷). همچنین ورزش‌های آبی بر خلاف سایر ورزش‌ها موجب درگیری هر دوی اندام فوقانی و تحتانی با دامنه حرکتی مناسب می‌گردد به همین علت در این نوع فعالیت‌ها مفاصل کمترین فشار را تحمل می‌کند. از سوی دیگر ورزش‌های آبی موجب افزایش توانایی افراد سالمند در حفظ تعادل شده و خطر زمین خوردن و شکستگی‌های ناشی از آن را در این افراد کاهش می‌دهد (۱۷). با توجه به پیشرفت رویکردهای درمانی جهت جلوگیری از پوکی استخوان در جامعه سالمندان و همچنین اهمیت ورزش‌های آبی به عنوان یکی از مناسب‌ترین و کم‌خطرترین رویکردهای درمانی بر آن شدیم تا در این پژوهش، به بررسی تاثیر ۱۲ ماه تمرین قدرتی در آب بر تراکم استخوان

## یافته‌ها

جدول ۱ مقایسه سن، قد، وزن و BMI را بین گروه تجربی و کنترل قبل و بعد از دوره مداخله را نشان می‌دهد. در دوره قبل از مداخله، تفاوتی بین دو گروه وجود نداشت. بعد از برنامه فعالیت ورزشی آبی، تغییر معنی‌داری در وزن و مقادیر BMI گروه‌ها وجود نداشت. جدول ۲ مقایسه نمره T و محتوای چگالی استخوان بین گروه تجربی و کنترل را نشان می‌دهد. در دوره قبل از مداخله، هیچ تفاوتی بین دو گروه تجربی و کنترل در محتوای چگالی استخوان مشاهده نشد. نتایج نشان داد ۱۲ ماه تمرین قدرتی در آب بر تراکم استخوان (گرم بر سانتی‌متر مربع) دومین و سومین مهره کمری زنان یائسه تاثیر معنی‌داری دارد ( $P=0/000$ ). همچنین نتایج نشان داد ۱۲ ماه تمرین قدرتی در آب بر تراکم استخوان (گرم بر سانتی‌متر مربع) ران زنان یائسه تاثیر معنی‌داری دارد ( $P=0/000$ ). ۱۲ ماه تمرین قدرتی در آب بر درصد نمره T دومین و سومین مهره کمری زنان یائسه تاثیر معنی‌داری دارد ( $P=0/000$ ). ۱۲ ماه تمرین قدرتی در آب بر درصد نمره T ران زنان یائسه تاثیر معنی‌داری دارد ( $P=0/000$ ). در تمام متغیرها میانگین گروه تجربی بیشتر بود.

برای آرامش، با تمرینات برای تحرک مفاصل، و به طور کلی کشش طراحی شد و شامل ۱۰ دقیقه حرکات انعطاف پذیری و ۵ دقیقه نیز سرد کردن (راه رفتن و جکوزی) بود. ارزیابی انجام شده در دوره اولیه و پس از ۱۲ ماه مداخله عبارت بود از: اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریک (سن، قد، وزن و توده بدن). چگالی سنجی استخوان از طریق جذب سنجی انرژی اشعه ایکس (DEXA) و به روش استاندارد در مهره‌های L2 و L3 ستون فقرات کمری و گردن استخوان ران انجام شد (۲۰).

روش آماری

برای نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد و فرض صفر از ارزش P بزرگتر از ۰/۰۵ پذیرفته شد. برای توصیف نمونه‌ها از آمار توصیفی استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها به روش استنباطی جهت تعیین تغییرات بین گروهی از آزمون t مستقل در سطح معنی‌داری  $P \leq 0/05$  استفاده شد. تجزیه و تحلیل‌ها با SPSS نسخه ۲۲ انجام شد.

جدول ۱. مقایسه سن، قد، وزن، BMI و شاخص‌های تراکم استخوانی در گروه تجربی و کنترل قبل و بعد از دوره مداخله

متغیرها	گروه	قبل از تمرین	بعد از تمرین
سن	کنترل	۵۷/۶۰ ± ۴/۵۳	-
(سال)	تمرین	۵۷/۲۶ ± ۵/۱۳	-
قد	کنترل	۱۵۷/۷۳ ± ۴/۳۵	-
(سانتی‌متر)	تمرین	۱۵۶/۳۳ ± ۴/۸۵	-
وزن بدن	کنترل	۶۸/۱۳ ± ۱۱/۵۱	۶۹/۴۶ ± ۱۲/۸۳
(کیلوگرم)	تمرین	۷۴/۶۰ ± ۱۵/۵۹	۷۲/۶۶ ± ۱۴/۲۴
BMI	کنترل	۲۸/۷۶ ± ۷/۵	۲۸/۰۷ ± ۶/۵
(کیلوگرم بر متر مربع)	تمرین	۲۸/۴ ± ۷	۲۸/۰۶ ± ۷/۵

جدول ۲ مقایسه محتوای چگالی استخوان مهره های کمری و ران بین گروه تجربی و کنترل پس از دوره مداخله

گروه	شاخص آماری	میانگین	انحراف معیار	درجه آزادی	ارزش t	سطح معنی داری
نمره T گروه کنترل (L2-L3)	-۰/۴۳	۰/۵۹	۲۸	-۶/۱۵	*۰/۰۰۰	
نمره T گروه تجربی (L2-L3)	۰/۷۰	۰/۶۷				
BMD گروه کنترل (L2-L3)	-۰/۱۰	۰/۰۸	۲۸	-۶/۶۹	*۰/۰۰۰	
BMD گروه تجربی (L2-L3)	۰/۱۱	۰/۰۹				
نمره T گروه کنترل (ران)	-۰/۸۷	۰/۹۵	۲۱/۱۰	-۵/۱۲	*۰/۰۰۰	
نمره T گروه تجربی (ران)	۰/۵۵	۰/۵۰				
BMD گروه کنترل (ران)	-۰/۱۳	۰/۱۲	۱۸/۹۸	-۵/۵۴	*۰/۰۰۰	
BMD گروه تجربی (ران)	۰/۰۶	۰/۰۵				

\* نشانه تفاوت معنادار در سطح  $P \leq 0/05$ 

### بحث

استخوان، و همچنین عملکرد بهتر گروه تجربی در زنان یائسه شد همخوان می باشد. این موضوع نشان می دهد که پروتکل های ورزش آبی به لحاظ فیزیولوژیکی در افزایش BMD سر استخوان ران و مهره های کمری زنان یائسه موثر بود، به طوری که تحت این شرایط ستون فقرات، نتایج بهتری برای BMD نسبت به زنانی که فعالیت ورزشی انجام نمی دادند، حاصل شده است. فعالیت ورزشی، علاوه بر کاهش تغییرات وابسته به سن طبیعی در ساختار استخوانی در زنان یائسه، می تواند در افزایش BMD در استخوان های دراز مانند استخوان ران، و همچنین کاهش از دست دادن استخوان تراکولار در مهره ها نقش داشته باشد (۲۱).

در رابطه با تاثیر تمرینات در آب بر تراکم استخوانی برخی تحقیقات تاثیر تمرینات هوازی در آب بر نشانگرهای استخوانی را مورد بررسی قرار داده اند. در این رابطه، ونکی و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که یک دوره تمرینات هوازی با اعمال وزن در آب بر میزان تراکم استخوانی چهار مهره اول کمری زنان ۵۰ تا ۷۰ ساله دارای اضافه وزن تاثیر گذار است ( $P < 0/05$ ) (۲۲). همچنین در پژوهش لیترال و اسنو (۲۰۰۴) نیز تاثیر ۱۲ ماه ورزش هوازی در آب کم عمق بر تراکم استخوانی ران زنان یائسه مورد بررسی قرار گرفت و نشان دادند که تمرینات باعث حفظ و بهبود

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که ۱۲ ماه تمرین قدرتی در آب موجب افزایش BMD و همچنین نمره T بالاتری در سر استخوان ران و دومین و سومین مهره کمری زنان یائسه مبتلا به پوکی استخوان شد. همخوان با نتایج تحقیق حاضر، آی و یورکر (۲۰۰۵) بیان کردند که در صورت تکرار بارهای مکانیکی در طولانی مدت در استخوان های دراز، فعالیت ورزشی آبی انجام شده در خارج از محدوده فیزیولوژیکی طبیعی، قادر به افزایش معنادار کیفیت استخوان است (۱۹). تولومو و همکاران (۲۰۱۰) نیز بهبود معنادار چگالی معدنی گردن استخوان ران را در زنان تمرین کرده در هر دو محیط های خاکی و آبی در مقایسه با گروه کنترل نشان دادند (۲۰). همچنین، فورنزا و همکاران (۲۰۱۳) به دنبال اجرای پروتکل ورزش آبی با شدت بالا در گروه تجربی بدون شکستگی، انعطاف پذیری، قدرت باز کردن ستون فقرات، قدرت خم کردن ران و ارزش های قدرت گرفتن دست راست و چپ بالاتر از سطح اولیه و کاهش تعداد افتادن و درک درد را نشان دادند ( $P < 0/05$ ) (۱۸). نتایج تحقیق حاضر با یافته های آی و یورکر (۲۰۰۵)، تولومو و همکاران (۲۰۱۰) و فورنزا و همکاران (۲۰۱۳) که نشان دادند فعالیت ورزشی آبی منجر به افزایش تراکم

۲۹). در تحقیق حاضر فعالیت مقاومتی در آب منجر به بهبود تراکم استخوان زنان یائسه مبتلا به پوکی استخوان طی یک دوره طولانی مدت گردید. با این وجود برخی از تحقیقات نیز گزارش کرده اند که تمرین مقاومتی تأثیری بر تراکم استخوانی زنان یائسه ندارد (۳۴ و ۳۵). در همین راستا براوو و همکاران نشان دادند برنامه فعالیت در آب طی یک دوره یکساله تأثیری بر تراکم استخوان زنان دارای استئوپنی ندارد (۳۶). آنها از پرش در آب و تمرینات عضلانی طی دوره مداخله استفاده کردند با این وجود در تحقیق حاضر از تمرینات با وزنه استفاده شد. به طور کلی، تفاوت ها در نتایج به نوع ورزش، مدت مداخله، شدت فعالیت ورزشی و همچنین سن افراد که به طور بالقوه می تواند سوخت و ساز استخوان را تحت تأثیر بگذارد مربوط می باشد. نتیجه به دست آمده در تحقیق حاضر توسط گروه تجربی از اهمیت ورزش برای زنان یائسه حمایت می کند. افراد مبتلا به پوکی استخوان مستعد ابتلا به شکستگی مهره هستند و جنبه های اسکلتی عضلانی آنها نشان داده که دارای عضلات بازکننده ستون فقرات ضعیف - تر، کاهش قدرت در اندام های تحتانی (پایین تنه)، راه رفتن آهسته، تغییر تعادل بدن با نوسان بیشتر و استعداد ابتلا به افتادن هستند. این یافته بر اهمیت فعالیت بدنی به عنوان یک عامل محافظتی برای بروز و درمان پوکی استخوان، که در آن افزایش قدرت در عضلات ستون فقرات، در حالی که عضلات قوی می شوند، خطر شکستگی را به حداقل می - رساند. مزایای پروتکل مداخله برای زنان یائسه که تمرینات قدرتی را انجام می دهند، اجتناب از عواقب اصلی پوکی استخوان یعنی کیفیت سینه ای، شکستگی مهره، کاهش قد، و درد در قسمت قدامی قفسه سینه می باشد. بنابراین، افراد که از لحاظ بدنی فعال هستند، درد کمتری نسبت به افراد غیرفعال دارند.

تراکم استخوانی در استخوان ران می شود (۲۳). شجاعی (۱۹۹۸) نیز تأثیر سه نوع برنامه تمرینی ویژه همراه با مصرف دارو را بر میزان تراکم مواد معدنی استخوان زنان یائسه مبتلا به پوکی استخوان بررسی کرد. در این تحقیق برنامه تمرینی تحمل وزن در آب به مدت شش ماه همراه با مصرف دارو پیگیری شد. نتایج آنها نشان داد که تفاوت معناداری بین میزان تراکم مواد معدنی چهار مهره اول کمری آزمودنی های این گروه قبل و بعد از تمرینات تحمل وزن در آب همراه با مصرف دارو وجود ندارد. با این وجود، تراکم مواد معدنی گردن استخوان ران آزمودنی های این گروه بعد از تمرینات نسبت به قبل از تمرینات افزایش معنی داری داشت. در پژوهش شجاعی آزمودنی ها به همراه دوره تمرینات دارو مصرف می - کردند (۲۴). هاروش (۲۰۰۴) نیز تأثیر برنامه ورزش در آب را به مدت هفت ماه بر تراکم استخوانی زنان یائسه مورد بررسی قرار داد و نشان داد ورزش در آب برای چند بار در هفته یک پایه ریزی مناسب متوسطی را برای حفظ تراکم استخوانی زنان یائسه ای ایجاد می کند که سالانه مقداری از تراکم استخوانی خود را از دست می دهند (۲۵). نتایج تحقیق حاضر با یافته های هاروش، شجاعی و بالسامو و همکاران (۲۰۱۳) همخوان می باشد (۲۶-۲۴). بالسامو و همکاران (۲۰۱۳) تأثیر مثبت ورزش در آب بر افزایش تراکم استخوانی نواحی کمر و ران را نشان دادند ( $P < 0.05$ ) (۲۶). تسوکاهارا و همکاران (۱۹۹۴) و روتستین و همکاران (۲۰۰۸) نیز نشان دادند گروه تمرین در آب BMD بالاتری در ستون فقرات و لگن در مقایسه با گروه کنترل دارد ( $P < 0.05$ ) (۲۷ و ۲۸). علاوه بر این، لیترال و اسنو (۲۰۰۴) طی یک مطالعه کوتاه مدت (شش ماه) پروتکل ورزش در آب گزارش دادند BMD در زنان یائسه حفظ شد، که نشان می دهد این نوع تمرین برای حفظ تراکم استخوان مفید می باشد در حالی که BMD در گروه کنترل کاهش یافت (۲۳). به طور کلی، بسیاری از مطالعات اثر مثبت ورزش بر تراکم استخوان را تایید کرده اند (۳۳) -

## نتیجه گیری

با توجه به یافته های تحقیق حاضر، به نظر می رسد تمرینات قدرتی در آب طی یک دوره طولانی مدت احتمالاً بتواند منجر به افزایش تراکم استخوانی در افراد مبتلا به پوکی استخوان گردد.

## تشکر و قدردانی

این تحقیق در استخر بانوان مجموعه ورزشی انقلاب تهران انجام شد. بدینوسیله نویسندگان تشکر و قدردانی خود را از عوامل این مجموعه ورزشی و آزمودنی های این تحقیق اعلام می دارند.

## Reference

1. Pfeifer M, Sinaki M, Geusens P, Boonen S, Preisinger E, Minne HW. Musculoskeletal Rehabilitation in Osteoporosis: A Review. *J Bone Miner Res* 2004; 19:1208-14.
2. National Institute of Health Consensus Statement Online. Osteoporosis Prevention, Diagnosis, and Therapy 2009; 17: 1-36.
3. Cummings SR. Epidemiology of osteoporotic fractures. In: Genant HK. Osteoporosis update. San Francisco: Radiology Research and Education Foundation. 1987. p.124-132.
4. Brown JP, Josse RG. Clinical practice guidelines for the diagnosis and management of osteoporosis in Canada. *Canadian Medical Association Journal* 2002; 167:12.
5. Smits-Engelsman BCM, Bekkering GE, Hendriks HJM. Clinical practice guidelines for physical therapy in patients with osteoporosis. *Osteoporosis international* 2003; 5: 1-34.
6. Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. Effects of resistance training on older adults. *Sports Medicine* 2004; 34:329-348.
7. Sinaki, M. The role of physical activity in bone health: a new hypothesis to reduce risk of vertebral fracture. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America* 2007; 18:593-608.
8. Nelson ME, Fiatarone MA, Morganti CM, Trice I, Greenberg RA, Evans WJ. Effects of high-intensity strength training on multiple risk factors for osteoporotic fractures. A randomized controlled trial. *JAMA* 1994; 272: 426-533.
9. Notelovitz M, Martin D, Tesar R, Khan FY, Probart C, Fields C et al. Estrogen therapy and variable-resistance weight training increase bone mineral in surgically menopausal women. *J Bone Miner Res* 1991; 6: 583-590.
10. Ryan AS, Treuth MS, Hunter GR, Elahi D. Resistive training maintains bone mineral density in postmenopausal women. *Calcif Tissue Int* 1998; 62: 295-299.
11. McCartney N, Hicks AL, Martin J, Webber CE. Long-term resistance training in the elderly: effects on dynamic strength, exercise capacity, muscle, and bone. *J Gerontol Biol Sci Med Sci* 1995; 50: 97-104.
12. Pruitt LA, Jackson RD, Bartels RL, Lehnhard HJ. Weight training effects on bone mineral density in early postmenopausal women. *J Bone Miner Res* 1992; 7: 179-185.
13. Kerr D, Ackland T, Maslen B, Morton A, Prince R. Resistance training over 2 years increases bone mass in calcium-replete postmenopausal women. *J Bone Miner Res* 2001; 16:175-181.
14. De Matos O, Lopes da Silva DJ, Martinez de Oliveira J, Castelo-Branco C. Effect of specific exercise training on bone mineral density in women with postmenopausal osteopenia or osteoporosis. *Gynecol Endocrinol* 2009; 25: 616-620.
15. Bocalini DS, Serra AJ, dos Santos L, Murad N, Levy RF. Strength training preserves the bone mineral density of postmenopausal women without hormone replacement therapy. *J Aging Health* 2009; 21: 519-527.

16. Kerr D, Morton A, Dick I, Prince R. Exercise effects on bone mass in postmenopausal women is site-specific and load-dependent. *J Bone Miner Res* 1996;11: 218-225.
17. Tanya RL, Christine M. Bone density and physical function in postmenopausal women after a 12-month water exercise intervention. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2006;8:241-250.
18. Fronza F, Fernandes L, Santos R, Teixeira L, Silva DA, Petroski ÉL. Effects of high-intensity aquatic exercises on bone mineral density in postmenopausal women with and without vertebral fractures. *American Journal of Sports Science* 2013;1: 1-6.
19. Ay A, Yurtkuran M. Influence of aquatic and weight-bearing exercises on quantitative ultrasound variables in postmenopausal women. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* 2005;84:52-61.
20. Tolomio S, Ermolao A, Lalli A, Zaccaria M. The Effect of a multicomponent dual-modality exercise program targeting osteoporosis on bone health status and physical function capacity of postmenopausal women. *Journal of Women & Aging* 2010; 22: 241-254.
21. Hamilton CJ, Swan VJ, Jamal SA. The effects of exercise and physical activity participation on bone mass and geometry in postmenopausal women: a systematic review of pQCT studies. *Osteoporosis International* 2010; 21:11-23.
22. Vanaky B, Sadeghi H, Ramezani N. The effect of 12 weeks weight bearing water training on the bone density of middle age sedentary women. *Biosciences Biotechnology Research Asia* 2014;11:931-936.
23. Littrell TR, Snow CM. Bone density and physical function in postmenopausal women after a 12-month water exercise intervention. *Abstract conference of Med Sci Sports Exerc* 2004; 5:289-90.
24. Shojaee M. The effect of three kind of special exercise with medicine on the bone mineral density of post-menopausal women. [PhD thesis]. Tehran. Tehran University 1998. [In Persian].
25. Harush D, Rotstein A. The effect of water exercise program on bone density among postmenopausal woman. *Strength & Conditioning J* 2004;23:30-35.
26. Balsamo S, Motaa L, Santana F, Nascimento D, Aguiar B, Balsamoc D. Resistance training versus weight-bearing aquatic exercise: a cross sectional analysis of bone mineral density in postmenopausal women. *Rev Bras Reumatol* 2013; 53: 193-198.
27. Tsukahara N, Toda A, Goto J, Ezawa I. Cross-sectional and longitudinal studies on the effect of water exercise in controlling bone loss in Japanese postmenopausal women. *J Nutr Sci Vitaminol* 1994;40:37-47.
28. Rotstein A, Harush M, Vaisman N. The effect of a water exercise program on bone density of postmenopausal women. *J Sports Med Phys Fitness* 2008; 48:352-59.
29. Banparvari M, Khayambashi K, Marandi SM, Moshtagian SJ, Salehikiya A. Effect of endurance and resistance training on the improvement of bone: A densitometric and histomorphometric study in male osteoprotic rats. *Journal of Ilam University of Medical Sciences* 2016; 23:90-100.
30. Sheikhan SH, Jaromi MK, Kardeh E, Mehrabani D. The effect of aerobic exercise on bone mineral density and bone mineral content in female athlete patients following kidney transplantation in Shiraz, Southern Iran. *World Applied Sciences* 2013;27: 23-27.
31. Marhasiyah R, Ooi FK, Zuraida W, Abdul Hamid W. Changes of bone metabolism markers and muscular performance with combined aerobic dance exercise and honey supplementation in adult women. *Sport Exerc Med Open J* 2016; 1: 186-197.

32. Astorino TA, Harness ET, Witzke KA. Effect of chronic activity-based therapy on bone mineral density and bone turnover in persons with spinal cord injury. *Eur J Appl Physiol* 2013;113:3027-37 .
33. Monemi Amiri A, Hosseini SR, Rahmaninia F, Nooreddini H, Bijani A. Relationship between bone mineral density and physical activity level in the elderly. *Annals of Applied Sport Science* 2015;3: 23-32.
34. McCartney N, Hicks AL, Martin J, Webber CE. Long-term resistance training in the elderly: effects on dynamic strength, exercise capacity, muscle, and bone. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1995; 50: B97-B104.
35. Pruitt LA, Jackson RD, Bartels RL, Lehnhard HJ. Weight training effects on bone mineral density in early postmenopausal women. *J Bone Miner Res* 1992;7: 179-185.
36. Bravo G, Gauthier PM, Payette H, Gaulin PA. Weight-bearing, water- based exercise program for osteoporotic woman: Its impact on bone functional fitness, and well-being. *Arch Phys Med Rehabil* 1997; 78:1375-1380.