تاثیر یک دوره‌ی ۱۲ هفته‌ای تمرینات منتخب هوازی در آب بر تراکم استخوانی مهره‌های کمر و استخوان ران زنان چاق یائسه

ملیحه موثق بهستانی[۱]، اصغر توفیقی[۲]

تاریخ دریافت۸۸/٤/۲۸ تاریخ پذیرش: ۸۸/۷/۲۹

چکیده

پیش زمینه و هدف: هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر یک دوره‌تمرین هوازی در آب بر میزان تراکم موادمعدنی استخوان در زنان چاق‌یائسه بود.

مواد و روش کار: جامعه آماری پژوهش ۲۰ نفر از زنان چاق یائسه بودکه به صورت تصادفی به دو گروه تجربی و گروه کنترل تقسیم شدند. گروه تجربی به مدت ۱۲ هفته به اجرای فعالیت‌ورزشی پرداختند. مدت هر جلسه تمرینی۹۰ دقیقه بود که به شکل یک دوره‌ی تمرین منتخب هوازی و با شدت ۶۵ـ۷۵MHRدرصد در استخر انجام می‌شد، در حالی‌که گروه‌کنترل در طول دوره‌ی پژوهش هیچ‌گونه فعالیت ورزشی نداشت. نمونه‌های خونی جهت اندازه‌گیری سطوح پاراتورمون،کلسیم و فسفر خون از آزمودنی‌ها گرفته‌شد و به منظور تعیین میزان تراکم استخوانی، قبل و بعد دوره‌ی تمرین برای هر دو گروه آزمودنی عمل دانستیومتری به‌عمل آمد. برای توصیف اطلاعات جمع‌آوری شده از روش آماری t همبسته و t مستقل به ترتیب برای وجود اختلافات درون‌گروهی و بین‌گروهی استفاده شد.

یافته‌ها: با توجه به نتایج؛ تفاوت معنی‌داری بین مقادیر پیش‌آزمون و پس‌آزمون تراکم استخوانی ران، میزان پاراتورمون و غلظت کلسیم پلاسما در گروه تجربی مشاهده شد (P<۰/۰۵) در حالی‌که این تفاوت برای مقادیر پس و پیش‌آزمون این متغیرها در آزمودنی‌های گروه کنترل معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). همچنین نتایج پژوهش حاضر نشان داد که فعالیت ورزشی؛ میانگین تغییرات تراکم استخوانی ران، سطح پاراتورمون و کلسیم پلاسما در گروه تجربی را در مقایسه با گروه کنترل به شکل معنی‌داری افزایش می‌دهد (P<۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری: بر طبق نتایج پژوهش حاضر یک دوره تمرین منتخب هوازی در آب به مدت ۱۲ هفته موجب بهبود تراکم استخوانی در استخوان ران زنان چاق یائسه می‌شود.

واژگان‌کلیدی: تراکم استخوانی ران، تراکم استخوانی مهره‌های کمر، ورزش منتخب هوازی در آب، زنان چاق یائسه

مجله پزشکی ارومیه، دوره بیست و یکم، شماره اول، ص ۹۰-۸۲، بهار ۱۳۸۹

آدرس مکاتبه: ارومیه، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، تلفن: ۰۹۱۴۴۴۱۴۳۷۵

Email: m.movassag@gmail.com

مقدمه

پوکی استخوان[۳] به عنوان یک بیماری چند عاملی دستگاه اسکلتی، عامل اصلی کاهش کیفیت زندگی، بروز شکستگی‌ها و مرگ و میر در افراد سالمند و به ویژه زنان یائسه می‌باشد(۱۹). بروز این عارضه در زنان بیشتر از مردان بوده و در دوران یائسگی و با کاهش سطوح استروژن به شدت افزایش می‌یابد. از سوی دیگر جلوگیری از کاهش تراکم استخوانی[۴] و یا تلاش در جهت حفظ آن بهترین راه پیشگیری از بروز پوکی استخوان در زنان سالمند و یائسه می‌باشد. از این رو روش‌های درمانی زیادی در جهت جلوگیری از کاهش تراکم استخوانی و حفظ آن مورد بررسی قرار گرفته است که از آن جمله می توان به استروژن درمانی، استفاده از قرص‌های ضد بازجذب استخوانی و فعالیت بدنی اشاره کرد (۱). اما نتایج پژوهش‌های انجام شده بر روی روش‌های دارویی جهت درمان یا پیشگیری از بروز پوکی استخوان مشخص کرده است که این روش‌ها علاوه بر فوایدی

[۱] کارشناس ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه علوم پزشکی ارومیه (نویسنده مسئول)

[۲] استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه ارومیه

[3] Osteoporosis

[4] Bone Mineral Density (BMD)

که دارد علاوه بر فوایدی که دارد در طولانی مدت می تواند موجب بروز بیماری‌های قلبی عروقی، سرطان سینه و افزایش خطر سکته گرد در حالی که فعالیت بدنی بدون داشتن هیچ‌گونه عارضه‌ای اثرات مثبت خود را در جلوگیری از کاهش تراکم استخوانی نشان داده است. از این رو در سال‌های اخیر استفاده از ورزش درمانی برای درمان یا پیشگیری از بروز پوکی استخوان مورد توجه بسیاری از پژوهشگران بوده است (۱۹). اما از بین انواع ورزش‌ها تاثیر ورزش‌های آبی بر تراکم استخوانی کم‌تر مورد بررسی قرار گرفته است. در صورتی که آب به عنوان محیطی است که مقاومت لازم را متناسب با نیاز هر فرد بر بدن او وارد می‌کند از این‌رو موجب فعالیت عضلانی و 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 (۲۶). همچنین ورزش‌های آبی بر خلاف سایر ورزش‌ها موجب درگیری هر دوی اندام فوقانی و تحتانی با دامنه‌ی 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 (۲۶). با توجه به پیشرفت رویکردهای درمانی جهت جلوگیری از پوکی استخوان در جامعه‌ی سالمندان و به ویژه زنان چاق یائسه و همچنین اهمیت ورزش‌های آبی به عنوان یکی از مناسب‌ترین و کم خطرترین رویکردهای درمانی پژوهشگر بر آن شد تا تاثیر یک دوره‌ی ۱۲ هفته‌ای تمرینات منتخب هوازی در آب را بر تراکم استخوانی مهره‌های کمر و استخوان ران زنان چاق یائسه بررسی کند.

مواد و روش کار

آزمودنی‌ها: شامل ۲۰ نفر از بین زنان چاق یائسه‌ی ۵۵ـ۵۰ ساله‌ی شهرستان ارومیه با $BMI \geq 30$ بودند که برای اولین بار جهت استفاده از استخر ثبت نام کرده بودند و بر اساس پرسش‌نامه تندرستی محقق ساخته و نظر پزشک متخصص شرایط لازم را برای شرکت در پژوهش داشتند. آزمودنی‌ها هیچ گونه سابقه‌ی فعالیت ورزشی قبلی نداشتند. این افراد به صورت تصادفی به دو گروه تجربی و کنترل تقسیم شدند. گروه تجربی به مدت ۱۲ هفته تمرینات هوازی منتخب در آب را انجام داد؛ در حالی که گروه کنترل در طول پژوهش هیچ گونه فعالیت بدنی نداشت.

پروتکل تمرینی: در پژوهش حاضر تمامی مراحل تمرینی در استخر آب شیرین به عمق ۱۲۰ سانتی‌متر به‌طوری که حداقل سر و گردن گزینه‌ها روی آب قرار بگیرد، انجام گرفت. روند کار شامل: گرم کردن، حرکات کششی، تمرینات جهشی، هوازی، انعطاف‌پذیری و سپس سرد کردن و بازگشت به حالت اولیه بود. در طول تمرینات ضربان قلب از ۶۵ درصد حداکثر ضربان قلب برآوردی شروع و تا پایان جلسات به ۷۵ درصد افزایش یافت. به‌طوری که آزمودنی‌ها در دامنه‌ی ضربان قلب ۱۳۰ـ۱۱۰ ضربه در دقیقه به فعالیت می‌پرداختند. مدت زمان برنامه‌ی تمرینات در هر جلسه ۹۰ دقیقه بود. جهت کنترل شدت تمرینات ضربان قلب ۳ بار در هر جلسه و به ترتیب: قبل و بعد از تمرینات آیروبیک و یک‌بار نیز در زمان سردکردن با استفاده از پلارضربان‌سنج اندازه‌گیری می‌شد. جهت در نظر گرفتن اصل اضافه‌بار در طول دوره‌ی تمرینی ابتدا از افزایش تعداد حرکات سپس کم کردن زمان استراحت، افزودن وزنه با استفاده از بطری آب و افزایش سرعت با موزیک استفاده شد. در انجام تمرینات اصل تنوع نیز رعایت گردید. تعداد جلسات تمرین در ماه اول ۳ جلسه در هفته بود که در ماه دوم به ۴ جلسه در هفته و در ماه سوم به ۵ جلسه در هفته افزایش یافت (۲۶).

روش و ابزار گردآوری اطلاعات: در مرحله اول از آزمودنی‌ها خواسته شد تا دو روز قبل از آزمون هیچ گونه فعالیت ورزشی انجام ندهند. برای اندازه‌گیری متغیرهای پژوهشی عمل خون‌گیری ساعت ۸ تا ۱۰ صبح، ۱۲ ساعت ناشتا و یک روز قبل از شروع دوره انجام شد. بدین منظور از سیاه‌رگ دست چپ هر آزمودنی در وضعیت نشسته و درحالت استراحت، ۱۰ میلی لیتر خون‌گرفته شد. اندازه‌گیری پاراتورمون در آزمایشگاه و پس از تهیه سرم با بهره‌گیری از کیت آزمایشگاهی[1] به روش ایمیونورادیومتریک[2] و با استفاده از دستگاه مینینف ساخت کشور آمریکا صورت گرفت. مقادیر ۲۵ هیدروکسی ویتامین D_3 [3] سرم نیز با استفاده از روش ایمیونواسی[4] مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین مقادیر کلسیم و فسفر پلاسما نیز توسط دستگاه آنالیزر اتمی شیمیایی PX [5] اندازه‌گیری شد. پس از سپری شدن دوره‌ی تمرینی و گذشت ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه‌ی تمرین، گروه‌های آزمایشی و کنترل دوباره به آزمایشگاه آمدند و مانند مرحله اول از آن‌ها خون‌گیری و نمونه ادرار به عمل آمد.

تمامی آزمایش‌ها در آزمایشگاه بیوشیمی دانشگاه ارومیه انجام شد. مقادیر تراکم مواد معدنی استخوان در مهره‌های کمر و استخوان ران قبل و بعد از پایان دوره‌ی تمرینی در هر دو گروه

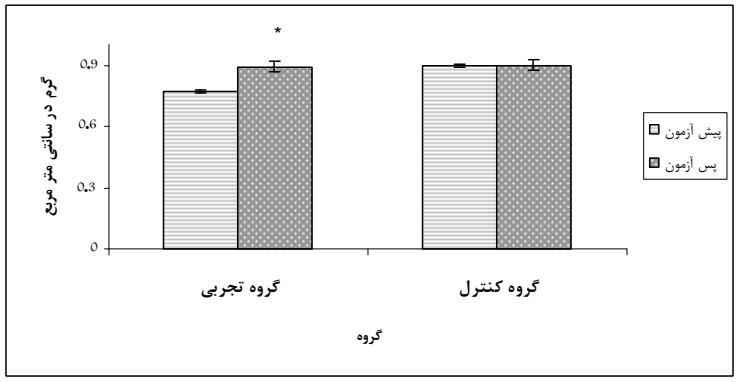
[1]. Dia Sorin Inc N-tact PTH IRMA kit
[2] . Immunoradiometric Assay (IRMA)
[3] . 25 hydroxy vitamine D (25-OHD3)
[4]. Immunoassay (RIA; Stillwater,MN,USA)
[5] . PX Daytona automated chemistry analyzer(Furuno Electronic CO. Ltd, japan)

توسط روش پرتوگرافی با حداکثر میزان اشعه‌ی 3 M REM و با استفاده از دستگاه DEXA در مرکز سنجش تراکم و تشخیص پوکی استخوان اندازه‌گیری شد.

روش تجزیه و تحلیل آماری: برای تعیین مقادیر متغیرهای اندازه‌گیری شده در گروه‌ها از روش‌های آمار توصیفی و برای تعیین تفاوت درون گروهی و بین گروه‌ها به ترتیب از آزمون t همبسته و مستقل استفاده شد. سطح معنی‌داری نیز در سطح خطای آلفای ۵ درصد ($p< ۰/۰۵$) در نظر گرفته شد.

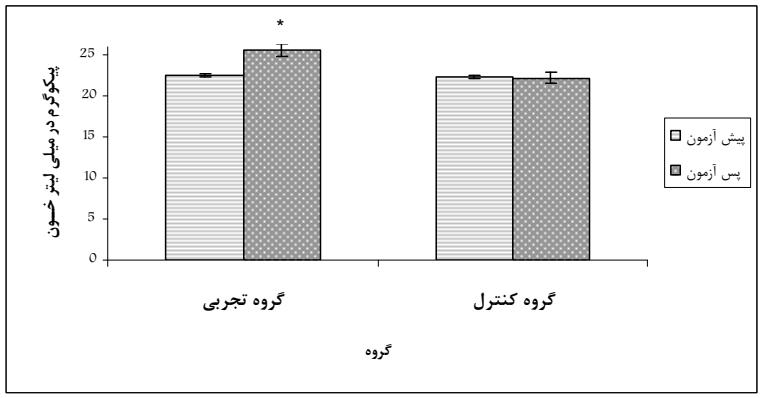
یافته‌ها

نتایج آزمون t همبسته برای مقایسه مقادیر قبل و بعد از دوره‌ی تمرین در گروه‌ها نشان داد که اجرای پروتکل ورزشی میانگین توزیع تراکم استخوانی استخوان ران، میزان پاراتورمون ، ۲۵ هیدروکسی ویتامین D_3 و کلسیم سرم را به شکل معنی‌داری در گروه تجربی افزایش داد به طوری که میانگین نتایج پس آزمون به شکل معنی‌داری بیشتر از مقادیر مربوط به پیش آزمون بود($p< ۰/۰۵$). با این حال بین نتایج پس و پیش آزمون گروه کنترل تفاوت معنی‌داری در این متغیرها دیده نشد ($p> ۰/۰۵$) (اشکال ۵ و ۱،۲،۳،۴).

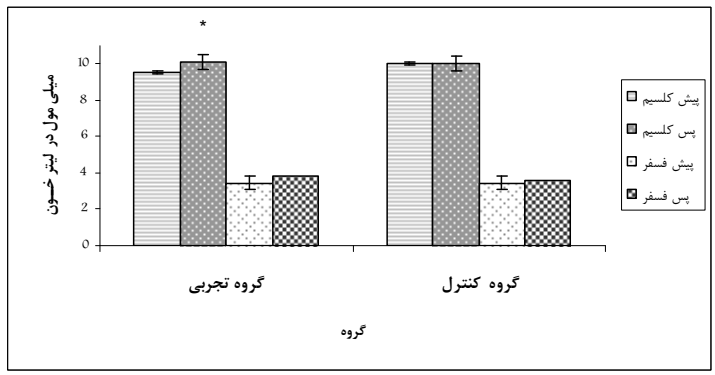


شکل شماره (۱): بافت‌نگار مربوط به میانگین تغییرات پیش و پس آزمون تراکم استخوانی ران در گروه‌های پژوهشی
*معنی‌داری در سطح خطای آلفای ۵ درصد

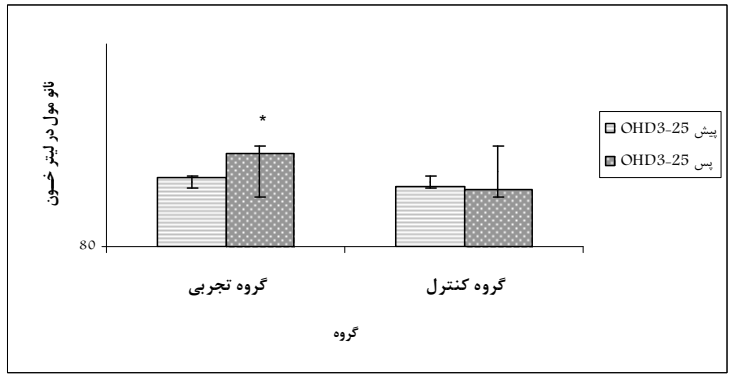
همچنین، نتایج آزمون t مستقل نشان داد که در میانگین توزیع تراکم استخوانی استخوان ران، میزان پاراتورمون و کلسیم سرم بین گروه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($p< ۰/۰۵$). بدین شکل که میانگین تغییرات توزیع این شاخص‌ها در گروه تجربی به شکل معنی‌داری پس از فعالیت ورزشی بیشتر از گروه کنترل بود (شکل ۵).



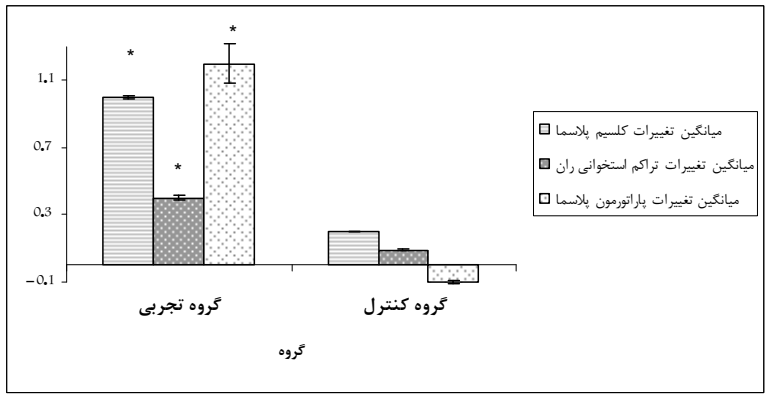
شکل شماره (۲): بافت‌نگار مربوط به میانگین تغییرات پیش و پس آزمون پاراتورمون سرم در گروه‌های پژوهشی
*معنی‌داری در سطح خطای آلفای ۵ درصد



شکل شماره (۳): بافت‌نگار مربوط به میانگین تغییرات پیش و پس آزمون کلسیم و فسفر سرم در گروه‌های پژوهشی
*معنی‌داری در سطح خطای آلفای ۵ درصد

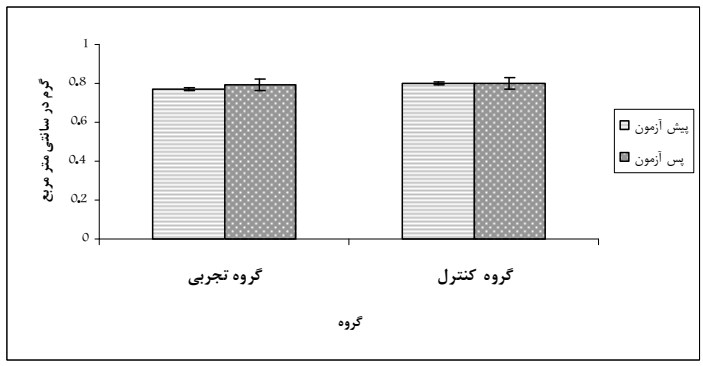


شکل شماره (۴): بافت‌نگار مربوط به میانگین تغییرات پیش و پس آزمون 25-OHD3 سرم در گروه‌های پژوهشی
*معنی‌داری در سطح خطای آلفای ۵ درصد



شکل شماره (۵): بافت‌نگار مربوط به اختلاف میانگین تغییرات متغیرهای اندازه‌گیری شده در گروه‌های پژوهشی
*معنی‌داری در سطح خطای آلفای ۵ درصد

از سوی دیگر، نتایج آزمون t همبسته برای مقایسه مقادیر قبل و بعد از دوره تمرین در گروه ها نشان داد که اجرای پروتکل ورزشی نتوانست تغییر معنی‌داری در تراکم استخوانی مهره‌های کمر درهردو گروه تجربی و کنترل ایجاد کند ($p> ۰/۰۵$) (شکل ۶).



شکل شماره (۶): بافت‌نگار مربوط به میانگین تغییرات پیش و پس آزمون تراکم استخوانی کمر در گروه‌های پژوهشی

جدول شماره (۱): میانگین تغییرات پیش آزمون و پس آزمون سطوح کلسیم پلاسما در دو گروه تجربی و کنترل

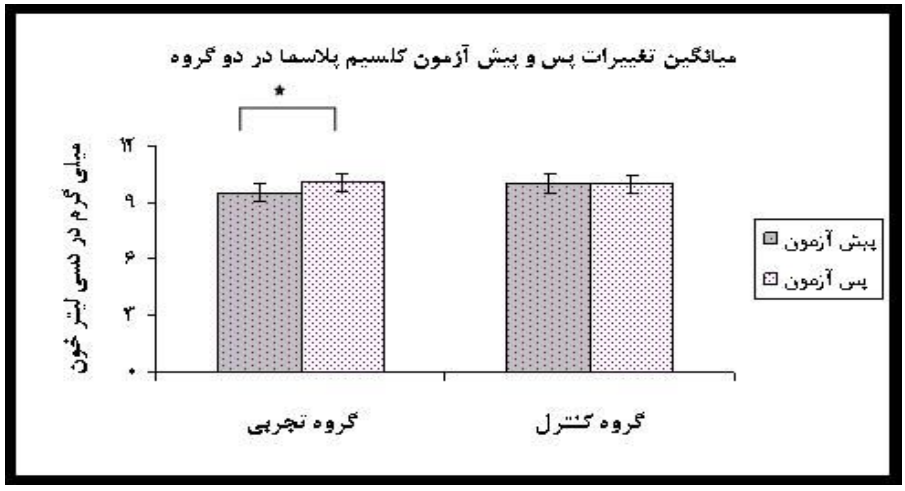
گروه‌ها	متغیرها	اختلاف میانگین	انحراف معیار	مقادیرپس آزمون	مقادیرپیش آزمون	سطح معنی داری×
گروه تجربی	پس آزمون و پیش آزمون	۰/۱۱۷	۰/۱۰۸	۹/۵۴	۱۰/۰۸	۰/۰۴
گروه کنترل	پس آزمون& پیش آزمون	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۱۰/۰۲	۹/۹۹	۰/۱۱

×ـ آزمون t همبسته

جدول شماره (۲): میانگین تغییرات پیش آزمون و پس آزمون سطوح فسفر پلاسما در دو گروه تجربی و کنترل

گروه‌ها	متغیرها	اختلاف میانگین	انحراف معیار	مقادیرپس آزمون	مقادیرپیش	سطح معنی داری×
گروه تجربی	پس آزمون و پیش آزمون	ـ۰/۱۱۷	۰/۱۰۸	۳/۴۵	۳/۱۸	۰/۰۹
گروه کنترل	پس آزمون و پیش آزمون	ـ۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۳/۴۵	۳/۶	۰/۵۳۱۷

آزمون T همبسته



بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که انجام یک دوره تمرین هوازی در آب به مدت ۱۲ هفته تاثیر معنی‌داری روی تراکم استخوانی استخوان ران داشت و انجام این تمرینات توانست موجب افزایش تراکم استخوانی در استخوان ران در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل گردد (P< ۰/۰۵). اگرچه پژوهش‌های اندکی به بررسی تاثیر تمرینات ورزشی در آب بر تراکم استخوانی پرداخته است اما نتایج پژوهش حاضر با یافته های تانیا[1] و همکاران هم‌خوانی داشت (۲۶). این پژوهشگران در بررسی تاثیر ۱۲ ماه ورزش هوازی در آب کم عمق بر تراکم استخوانی ران در زنان یائسه نشان دادند که این تمرینات موجب حفظ و بهبود تراکم استخوانی در استخوان ران می‌شود. نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش‌هایی هم‌خوانی دارد که تاثیر مثبت تمرینات هوازی تحمل کننده‌ی وزن (۲۱) و تمرینات مقاومتی (۲۵) در خشکی روی تراکم استخوانی در استخوان ران را نشان داده است. به عنوان مثال: گئورگ[2] و همکاران نیز در پژوهش خود بر روی زنان یائسه نشان دادند که انجام تمرینات هوازی به صورت مداوم موجب افزایش تراکم استخوانی در استخوان ران می‌شود (۱۱). همچنین، رودس[3] و همکاران نیز گزارش کردند که انجام تمرینات مقاومتی به مدت یک سال موجب افزایش تراکم استخوانی در استخوان ران می‌شود (۷). از سوی دیگر نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های براوو[4] و همکاران هم‌خوانی نداشت (۶). این پژوهشگران در بررسی تاثیر یک دوره ۱۲ ماهه‌ی برنامه‌ی تمرینات تحمل کننده‌ی وزن در آب بر تراکم استخوانی استخوان ران و مهره‌های کمر در زنان یائسه، کاهش تراکم استخوانی مهره‌های کمر و عدم تغییر تراکم استخوانی در استخوان ران را گزارش کردند. به نظر می‌رسد که علت تفاوت یافته‌های براوو و نتایج پژوهش حاضر در مدت و شدت تمرینات انجام شده در دو پژوهش باشد (۲۰). به طوری که در پژوهش براوو دوره‌ی تمرینی به صورت ۳ جلسه در هفته و بدون کنترل شدت تمرینات انجام شده بود، در حالی که در پژوهش حاضر دوره تمرینی به صورت فزاینده انجام شد و تعداد جلسات تمرینی از ۳ جلسه در هفته در ماه اول به ۵ جلسه درهفته در ماه سوم افزایش یافت. شدت تمرینات نیز در پژوهش حاضر در تمام طول دوره‌ی تمرین ۶۵ تا ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه بود. توجه به این نکته ضروری است که تعداد جلسات تمرین در هفته و مدت و شدت تمرینات از عوامل اساسی در پاسخ استخوان‌ها به فشارهای مکانیکی یا دینامیکی می‌باشد (۱۳،۲۵). برای مثال: اسنو[5] و همکاران گزارش کردند که تمرینات مقاومتی به صورت تکرار کم و وزنه‌ی زیاد بیش از تمرین مقاومتی به صورت تکرار زیاد و وزنه‌ی کم موجب بهبود تراکم استخوانی در استخوان ران می‌شود (۲۵). همچنین، کرال[6] و همکاران نیز با استفاده از پرسش‌نامه‌ی ارزیابی سطوح فعالیت بدنی در زنان یائسه گزارش کردند که تراکم استخوانی بخش‌های مختلف بدن در زنانی که بیش از ۷/۵ مایل در هفته پیاده‌روی می‌کردند به طور معنی‌داری بیشتر از زنانی بود که کم‌تر از ۱ مایل در هفته تمرین داشتند (۱۶). شدت و مدت تمرینات باید به اندازه‌ای باشد که بتواند عوامل تشکی و بازسازی[7] استخوانی را تحریک کند (۱۵). کم‌ترین شدت و مدتی که بتواند این تاثیرات را داشته باشد به ترتیب حداقل شدت موثر[8] و حداقل مدت موثر[9] نامیده می شود(۱۴). از سوی دیگر فروست[10] در نظریه نظریه خود پیشنهاد می کند که ساختار استخوانی از طریق یک سیستم بازخوردی حفظ می شود به طوری که افزایش فشار مکانیکی یا دینامیکی موجب تحریک استخوان شده و رشد و تشکیل استخوانی را به همراه دارد. این نظریه به عنوان نظریه وضعیت مکانیکی[11] شناخته می شود. طبق این نظریه فشار مکانیکی باید در حدی باشد که بتواند موجب سبقت تشکیل یا بازسازی استخوان بر فرایند باز جذب استخوانی شود. این فشار مکانیکی حداقل آستانه فشار موثر[12] نامیده می‌شود (۱۰). از این رو به احتمال زیاد در پژوهش براوو شدت و بار تمرین در حداقل مقدار موثر قرار نداشته است که بتواند موجب بهبود تراکم استخوانی در استخوان ران گردد. از سوی دیگر نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تمرینات منتخب هوازی در آب به مدت ۱۲ هفته تاثیر معنی‌داری بر تراکم استخوانی مهره‌های کمر نداشت و تنها موجب افزایش جزئی تراکم استخوانی مهره‌های کمر در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل گردید (p>۰/۰۵). پژوهش‌های اندکی در رابطه با تاثیر ورزش در آب بر تراکم استخوانی به ویژه تراکم استخوانی مهره‌های کمر وجود دارد. هاروش[13] و آی[14] گزارش کردند که انجام تمرینات هوازی در آب موجب حفظ و حتی بهبود تراکم استخوانی در زنان یائسه می‌شود (۴،۱۲). ساتوشی[15] و همکاران نیز در بررسی تاثیر ورزش پیاده‌روی بر

[1]. Tanya et al 2006
[2]. George et al 2002
[3]. Rhodes et al 2000
[4]. Bravo et al 1997
[5]. Snow et al 1989
[6]. Krall et al 1994
[7]. Modeling
[8]. Minimum effective exercise intensity
[9]. Minimum effective exercise duration
[10]. Frost et al 1987 ,1990
[11]. Mechanostate Theory
[12]. Minimum effective strain threshold
[13]. Harush et al 2004
[14]. Ay et al 2005
[15]. Satoshi et al 2004

متابولیسم استخوانی در زنان یائسه گزارش کردند که انجام این تمرینات به مدت ۱۲ ماه موجب افزایش غیرمعنی‌دار تراکم استخوانی در مهره‌های کمر می‌شود (۲۳). همچنین سیناکی[1] و همکاران نیز عدم تفاوت معنی‌دار را در تراکم استخوانی مهره‌های کمر بعد از ۳ سال تمرین مقاومتی گزارش کردند (۲۴). از سوی دیگر نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های تساکاهارا[2] و همکاران هم-خوانی نداشت (۲۷). این پژوهشگران در بررسی تاثیر ۳۲ ماه تمرین هوازی در آب افزایش معنی‌داری را در تراکم استخوانی مهره‌های کمر در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل گزارش کردند. به احتمال زیاد علت تفاوت یافته‌های تساکاهارا و نتایج پژوهش حاضر به مدت و نوع فعالیت مربوط باشد (۱۹). نتایج پژوهش‌های قبلی تاثیر ناحیه‌ای تمرین[3] بر استخوان‌های بخش-های مختلف بدن را نشان داده‌است (۲). به طوری که انجام ورزش زمانی بر تراکم استخوانی در نواحی مختلف بدن موثر می‌باشد که بتواند موجب افزایش بار مکانیکی یا فشار دینامیکی در آن ناحیه از بدن گردد. از سوی دیگر باید توجه کرد که استخوان‌های مختلف؛ تفاوت زیادی در پاسخ‌های تشکیل یا بازسازی استخوانی به فشار مکانیکی یا دینامیکی دارند (۲۴). به طوری که میزان تشکیل استخوانی در استخوان‌های کورتیکال نظیر استخوان ران بیشتر است در حالی که در استخوان‌های بی شکل مانند مهره‌های کمر این میزان با سرعت کم‌تری دنبال می‌شود (۱۸). نتایج پژوهشی نشان می‌دهد که پاسخ استخوان‌های دارای مغز[4] همچون استخوان استخوان ران به فشارهای مکانیکی یا دینامیکی بیش از استخوان-های بی‌شکل[5] همچون مهره‌های کمر می‌باشد (۱۸). از این رو مدت زمان بیشتری نیاز است تا این نوع استخوان‌ها پاسخ مثبتی به فشارهای مکانیکی یا دینامیکی حاصل از ورزش نشان دهد (۹). در این رابطه راکول[6] و همکاران گزارش کردند که تمرین مقاومتی به مدت ۹ ماه موجب کاهش تراکم استخوانی در مهره‌های کمر می‌شود (۲۲). در حالی‌که فریدلندر[7] و همکاران نشان دادند که انجام تمرینات مقاومتی با پروتکل مشابه با پژوهش راک ول به مدت ۲ سال تاثیر معنی‌داری در افزایش تراکم استخوانی مهره‌های کمر دارد (۹).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که انجام ۱۲ هفته تمرین هوازی در آب نتوانست سطح فسفر پلاسما در گروه تجربی را به شکل معنی‌داری تغییر دهد. بین دو گروه تجربی و کنترل نیز اختلاف معنی‌داری در این شاخص دیده نشد ($p>0/05$). آلیس[8] و و همکاران نیز عدم تغییر معنی‌دار در سطوح فسفر را بعد از انجام یک دوره تمرینات هوازی در زنان یائسه گزارش کرده بودند (۳). با این حال سطوح کلسیم و ۲۵ هیدروکسی ویتامین D_3 پلاسما در پایان دوره‌ی تمرینی در پژوهش حاضر در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل به شکل معنی‌داری افزایش داشت. همچنین اختلاف معنی‌داری در سطوح کلسیم بین دو گروه تجربی و کنترل دیده شد($p<0/05$). پژوهشگران معتقدند که این تغییرات بیشتر به عوامل هورمونی تنظیم کننده‌ی سطوح کلسیم مربوط می‌باشد (۳،۱۷). به عنوان مثال هورمون پاراتیروئید (پاراتورمون) یکی از عوامل مهم در تنظیم متابولیسم استخوانی است (۸). مهم‌ترین عمل فیزیولوژیکی این هورمون حفظ سازگاری یون کلسیم/ فسفات غیر آلی از طریق گیرنده PTH /PTH مرتبط با پروتئین در کلیه ، استخوان و روده می باشد (۵). پاراتورمون از طریق تحریک بازجذب کلسیم در روده و افزایش بازجذب استخوانی موجب افزایش سطوح کلسیم پلاسما می‌گردد (۱۱،۱۷). این هورمون با افزایش تولید ۲۵ هیدروکسی ویتامین D_3 در کلیه بازجذب کلسیم در کلیه‌ها را نیز افزایش می‌دهد (۱۱) فرایند بازسازی و افزایش موقتی نقل و انتقال استخوان بعد از یک دوره تمرین هوازی یا مقاومتی نشان داده شده است. بر طبق این فرایند فعالیت ورزشی منظم موجب افزایش سطوح ۲۵ هیدروکسی ویتامین D_3 و کلسیم پلاسما شده و در طولانی مدت می‌تواند موجب افزایش تراکم استخوانی و فرایند تشکیل استخوانی در استخوان‌های درگیر در فعالیت گردد (۹).

این تغییرات در پژوهش حاضر نیز دیده شد؛ بر طبق نتایج پژوهشی انجام تمرینات منتخب هوازی در آب سطوح پاراتورمون، کلسیم و ۲۵ هیدروکسی ویتامین D_3 پلاسما را به شکل معنی‌داری در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل افزایش داد($p<0/05$). به نظر می‌رسد که فعالیت منتخب هوازی در پژوهش حاضر در مدت ۱۲ هفته موجب تغییر هموستاز کلسیم و ترشح پاراتورمون در جهتی شده است که افزایش تراکم مواد معدنی و تشکیل استخوانی را در پی داشته است.

نتیجه‌گیری

بر طبق نتایج پژوهش حاضر ورزش‌های آبی می‌تواند به عنوان یکی از مناسب‌ترین و کم خطرترین ورزش‌ها جهت جلوگیری از پوکی استخوان و حفظ یا تعدیل سطوح مواد معدنی آن در افراد سالمند به ویژه زنان چاق یائسه مورد استفاده قرار گیرد.

[1]. Sinaki et al 1996
[2]. Tskahara et al 1994
[3]. Site-Specific effects of exercise
[4]. Cortical bone
[5]. Cancellous bone
[6]. Rochwell et al 1990
[7]. Frindlander et al 1995
[8]. Alice et al 1998

References:

1. Nazarian BA, Khayambashi KH, Rahnama N, Salamat M. The comparison of bone mineral density in lumbar spines and femoral bone between professional soccer players and non-athlete subjects. Olympics Q 2009:2;42.
2. Brard A, Bravo G, Gauthie P. Met-analysis of the effectiveness of physical activity for the prevention of bone loss in postmenopausal women. Osteoporos Int 1997; 7:33-7.
3. Alice S, Ryan R, Barbara J, Nicklas, Karen E. Aerobic exercise maintains regional bone mineral density during weight loss in postmenopausal women. Appl Physiol 1998; 84: 1305-10.
4. Ay A, Yurtkuran M. Influnce of aquatic and weight-bearing exercises on quantitative ultrasound variables in postmenopause women. Am J Phys Med Rehabil 2005;84 (1): 52_61.
5. Barrett MG, Belinsky GS, Tashjian AH. A new action of paratiroid hormone. Receptor_mediated stimulation of extracellular acidification in human osteoblas-like SaOS 2cells. J Biol Chem 1997; 272:26346-53.
6. Bravo G, Gauthier P, Roy PM, Payette H, Gaulin P. A waight-bearing, water-based exercise program for osteopenic women: its impact on bone, functional fitness, and well_being. Arch Phys Med Rehabil 1997; 78:1375-80.
7. Rhodes EC, Martin AD, Taunton JE, Donnelly M, Warren J, Elliot J. Effects of one year of resistance training on the relation between muscular strength and bone density in elderly women. Br J Sports Med 2000; 34:18-22.
8. Eriksen EF, Charles P. New markers of bone metabolism: clinical use in metabolic disease. Eur J Clin Endocrinol 1995; 132:251-63.
9. Friedlander AL, Genant HK, Sadowsky A, By NN, Gluer CC. A two-year program of aerobics and weight training enhances bone mineral density of young women. J Bone Miner Res 1995; 10(4): 574-85.
10. Frost HM. The role of changes in mechanical usage set points in the pathogenesis of osteoporosis. J Bone Miner Res 1992; 7:253-61.
11. George A, Kelley F. Aerobic exercise and bone density at the hip in postmenopausal women: a meta-analysis. J Appl Physiol 2000; 88: 1730-6.
12. Harush D, Rotstein A. The effect of a water exercise program on bone density among postmenopausal women. Netanya: Wingate Institute; 2004.
13. Todd JA, Robinson RJ. Osteoporosis and exercise. Postgrad Med J 2003;79:320-3.
14. Iwamoto J, Takeda T, Ichimura S. Effects of exercise on bone mineral density in mature Osteopenic rats. J Bone Miner Res 1998; 13(8):1308-17.
15. Katsuta S, Shimegi S. Relationship between muscle and bone tissue. Bone 1993; 17:61-9.
16. Krall EA, Dawson Hughes B. Walking is related to bone density and rates of bone loss. Am J Med 1994; 96:20-6.
17. Linda L, Lin S, Hsieh S. Effects of strength and endurance exercise on calcium regulating hormones between different levels of physical activity. J Mechanics Med Bio 2005; 5:267-75.
18. Lohman T, Going S, Pamente R, Hall L, Boyden T, Houtkooper L, et al. Effects of resistance training on regional and total bone mineral density in premenopausal women: a randomized prospective study. J Bone Miner Res 1995; 10(7): 1015-24.
19. Maimoum L, Manetta J, Couret I, Dupuy AM, Marian-Goular D, Micallef JP, et al. The intensity level of physical exercise and the bone metabolism response. Int J Med 2006;332:305-11.
20. Maimoum L, Simar D, Malatesta D, Caillaud C, Peruchon E, Couret I, et al. Response to bone metabolism related hormones to single session of

strenuous exercise in active elderly subjects. Br J Sports Med 2005; 39: 497-502.

21. Chie MY, Wu YT, Hsu AT, Yang RS, Lai GS. Efficacy of a 24-week aerobic exercise program for osteopenic postmenopausal women. Calcif Tissue Int 2000; 67:443-8.
22. Rockwell JC, Sorensen AM, Baker S, Leahey D, Stock JL, Michaels J, et al. Weight training decreases vertebral bone density in premenopausal women: a prospective study. J Clin Endocr Metab 1990; 71: 988-93.
23. Yamazaki S, Ichimura S, Iwamoto J, Takeda T, Toyama Y. Effect of walking exercise on bone metabolism in postmenopausal women with osteopenia/osteoporosis. J Bone Miner Metab 2004; 22:500-8.
24. Sinaki M, Wahner HW, Bergstralh EJ. Three-year controlled randomized trial of the effect of dose-specified loading and strengthening exercises on bone mineral density of spine and femur in nonathletic, physically active women. Bone 1996; 19:233-44.
25. Snow CM, Shaw JM, Winters KM, Witzke KA. Long-term exercise using weighted vests prevents hip bone loss in postmenopausal women. J Gerontol Biol Sci Med Sci 2000; 55(9):M489-91.
26. Tanya RL, Christine M. Bone density and physical function in postmenopausal women after a 12-month water exercise intervention. Corvallis: Orgon State University; 2006.
27. Tskahara N, Toda, A, Goto, J, Ezawa, I. Cros-sectional and longitudinal studies on the effect of water exercise in controlling bone loss in Japanese postmenopausal women. J Nutr Sci Vitaminol 1994;40(1):37-47.