Archive of SID

تأثیر یک دورهٔ دوازده هفته‌ای تمرینات منتخب هوازی و مقاومتی در آب بر تراکم استخوانی مهره‌های کمر و استخوان ران زنان چاق و یائسه

❖ **دکتر اصغر توفیقی**؛ عضو هیأت علمی دانشگاه ارومیه*
❖❖ **مهرداد حفظ السان**؛ عضو هیأت علمی دانشگاه سهند تبریز

تاریخ دریافت: ۸۷/۷/۸
تاریخ تصویب: ۸۸/۱۰/۲۷

چکیده: هدف از این پژوهش عبارت است از بررسی تأثیر یک دوره تمرین هوازی و مقاومتی در آب بر میزان تراکم مواد معدنی استخوان در زنان چاق و یائسه. بدین منظور از بین زنان چاق و یائسهٔ شهرستان ارومیه ۲۰ نفر داوطلب به شیوهٔ غیراحتمالی و در دسترس انتخاب شدند. سپس، آزمودنی‌ها به صورت تصادفی به دو گروه تجربی (سن: ۵۰±۳/۸۷ سال، قد: ۱۵۰±۷/۰۶ cm، تودهٔ بدنی: ۸۰±۲/۰۵ kg، BMI: ۳۰±۳/۵۱) و گروه کنترل (سن: ۵۰±۳/۸۳ سال، قد: ۱۵۰±۷/۶۱ cm، تودهٔ بدنی: ۸۰±۲/۷۵ kg، BMI: ۳۰±۳/۳۷) تقسیم شدند. گروه تجربی به مدت دوازده هفته و هر هفته سه جلسه در ماه اول، چهار جلسه در ماه دوم، و پنج جلسه در ماه سوم به اجرای فعالیت ورزشی پرداخت. مدت هر جلسهٔ تمرین ۴۵ دقیقه بود که به شکل یک دورهٔ تمرین منتخب هوازی و مقاومتی با شدت ۷۵٪MHR_۶۵ در استخر انجام شد، در حالی که گروه کنترل در طول دورهٔ پژوهش هیچ گونه فعالیت ورزشی نداشت. به منظور اندازه‌گیری سطوح پاراتورمون، کلسیم، و فسفر خون از آزمودنی‌ها نمونه خون گرفته شد و به منظور تعیین میزان تراکم استخوانی، قبل و بعد از دورهٔ تمرین دانسیتومتری به‌عمل آمد. با توجه به نتایج آزمون آماری، بین مقادیر پیش‌آزمون و پس‌آزمون تراکم استخوانی ران، و میزان پاراتورمون و غلظت کلسیم پلاسما در گروه تجربی تفاوت معناداری مشاهده شد ($p<۰/۰۵$)، در حالی که این تفاوت برای مقادیر پس و پیش‌آزمون این متغیرها در آزمودنی‌های گروه کنترل معنادار نبود ($p>۰/۰۵$). همچنین، نتایج تحلیل آماری نشان داد فعالیت ورزشی، میانگین تغییرات تراکم استخوانی ران، و سطح پاراتورمون و کلسیم پلاسما در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل به شکل معناداری افزایش یافت ($p <۰/۰۵$). طبق نتایج پژوهش حاضر، یک دوره تمرین منتخب هوازی و مقاومتی در آب به مدت دوازده هفته موجب بهبود تراکم استخوانی در استخوان ران زنان چاق و یائسه می‌شود.

واژگان کلیدی: پاراتورمون، تراکم استخوانی، تمرین در آب، زنان چاق یائسه، کلسیم.

* **E.mail: tofoghi@mail.urmia.ac.ir**

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

پوکی استخوان بیماری چند عاملی دستگاه اسکلتی و عامل اصلی کاهش کیفیت زندگی، بروز شکستگی‌ها، و مرگ در افراد سالمند و به ویژه زنان یائسه است (۲۲). بروز این عارضه در زنان بیشتر از مردان است و در دوران یائسگی و با کاهش سطوح استروژن به شدت افزایش می‌یابد. از سوی دیگر، جلوگیری از کاهش تراکم استخوانی[1] و تلاش در جهت حفظ آن بهترین راه پیشگیری از بروز پوکی استخوان در زنان سالمند و یائسه است. از این رو، روش‌های درمانی زیادی برای جلوگیری از کاهش تراکم استخوانی و حفظ آن بررسی شده‌اند، از آن جمله استروژن درمانی، استفاده از قرص‌های ضد بازجذب استخوانی، و فعالیت بدنی (۴). نتایج پژوهش‌های انجام شده روی روش‌های دارویی جهت درمان یا پیشگیری از بروز پوکی استخوان مشخص کرد این روش‌ها علاوه بر فوایدی که دارند در طولانی مدت موجب بروز بیماری‌های قلبی- عروقی، سرطان سینه، و افزایش خطر سکته می‌شوند، در حالی که فعالیت بدنی بدون داشتن هیچ‌گونه عارضه‌ای آثار 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 (۲۲).

تأثیر مثبت تمرینات هوازی تحمل‌کنندهٔ وزن (۱۹) و تمرینات مقاومتی (۲۳) در خشکی روی تراکم استخوانی در استخوان ران مشخص شده است. برای مثال، جورج و همکاران (۱۴) در پژوهش خود دربارهٔ زنان یائسه نشان دادند انجام تمرینات هوازی به صورت مداوم موجب افزایش تراکم استخوانی در استخوان ران می‌شود. همچنین، رودس و همکاران (۲۴) نیز گزارش کردند انجام تمرینات مقاومتی به مدت یک سال موجب افزایش تراکم استخوانی در استخوان ران می‌شود. اما اغلب پژوهش‌های انجام شده در زمینهٔ تأثیر فعالیت بدنی بر بهبود تراکم استخوانی در ورزش‌های هوازی و مقاومتی تحمل‌کنندهٔ وزن در خشکی متمرکز شده‌اند و تحقیقات کمی به بررسی تأثیر فعالیت‌های هوازی و مقاومتی در آب پرداخته‌اند (۲۹)؛ در صورتی که آب 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 می‌شود و در افزایش فشار مکانیکی روی استخوان‌ها و در نتیجه تحریک فرایند استخوان‌سازی بسیار مفید است (۳۰). همچنین، ورزش‌های آبی، بر خلاف سایر ورزش‌ها، موجب درگیری هر دوی اندام فوقانی و تحتانی با دامنهٔ حرکتی مناسب می‌شوند. به همین علت در این نوع فعالیت‌ها مفاصل کمترین فشار را تحمل می‌کنند.

از سوی دیگر، ورزش‌های آبی موجب افزایش توانایی افراد سالمند در حفظ تعادل می‌شوند و خطر زمین خوردن و شکستگی‌های ناشی از آن را در این افراد کاهش می‌دهند (۳۰). با این حال، شواهد پژوهشی اخیر آثار مثبت این رویکرد را به خوبی آشکار نکرده‌اند، چنانچه تانیا و همکاران (۳۰) در بررسی تأثیر دوازده ماه ورزش هوازی در آب کم‌عمق بر تراکم استخوانی ران در زنان یائسه نشان دادند این تمرینات موجب حفظ و بهبود تراکم

1. Bone Mineral Density (BMD)

www.SID.ir

Archive of SID

استخوانی در استخوان ران می‌شوند. در حالی که براوو و همکاران (۸) در بررسی تأثیر یک دورهٔ دوازده ماههٔ برنامهٔ تمرینات تحمل کنندهٔ 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.

با توجه به پیشرفت رویکردهای درمانی جهت جلوگیری از پوکی استخوان در جامعهٔ سالمندان و به ویژه زنان چاق و یائسه و توجه به نتایج ضد و نقیض پژوهش‌های اندکی که به بررسی تأثیر فعالیت‌های هوازی و مقاومتی در آب بر تراکم مواد معدنی استخوان پرداخته‌اند، پژوهشگر بر آن شد تا تأثیر یک دورهٔ دوازده هفته‌ای تمرینات منتخب هوازی و مقاومتی در آب را بر تراکم استخوانی مهره‌های کمر و استخوان ران زنان چاق و یائسه بررسی کند.

روش‌شناسی

آزمودنی‌ها. بیست زن چاق و یائسهٔ ۵۰-۵۵ سالهٔ شهرستان ارومیه با BMI≥۳۰ که برای اولین بار برای استفاده از استخر ثبت نام کرده بودند آزمودنی‌های این پژوهش انتخاب شدند. این نمونه به روش غیراحتمالی و آمادهٔ در دسترس و با بررسی وضعیت افراد به شکل همگن انتخاب شد. آزمودنی‌ها طی دو سال قبل هیچ گونه فعالیت ورزشی منظمی نداشتند و از هیچ گونه دارو یا مکملی استفاده نمی‌کردند. همچنین، غیر سیگاری و طبق پرسشنامهٔ سابقهٔ پزشکی سالم بودند. آزمودنی‌ها پس از تکمیل رضایت‌نامهٔ شرکت در طرح، طی اجرای پژوهش از مصرف هر گونه دارو و مکمل منع شدند. سپس، به صورت دوسویه کور در دو گروه تجربی (سن: ۵۰±۳/۸۷ سال، قد: ۱۵۰±۷/۰۶ cm، تودهٔ بدنی: ۸۰±۲/۰۵ kg/m² BMI: ۳۰±۳/۵۱)، و گروه کنترل (سن: ۵۰±۳/۸۳ سال، قد: ۱۵۰±۷/۶۱ cm، تودهٔ بدنی: ۸۰±۲/۷۵ kg/m² BMI: ۳۰±۳/۳۷) تقسیم شدند. گروه تجربی به مدت دوازده هفته تمرینات هوازی و مقاومتی منتخب در آب را انجام دادند، در حالی که گروه کنترل در طول دورهٔ پژوهش هیچ گونه فعالیت بدنی نداشتند.

وضعیت تغذیه. داده‌های لازم در زمینهٔ دریافت غذایی با استفاده از یادآمد ۲۴ ساعتهٔ خوراک (جهت تعیین میانگین مواد مغذی دریافتی) به دست آمد، بدین صورت که از تمامی افراد خواسته شد تمام خوردنی‌ها و آشامیدنی‌هایی را که طی ۲۴ ساعت گذشته مصرف کرده بودند ذکر کنند (۲). به منظور کمک به افراد در یادآوری دقیق‌تر مقادیر مواد غذایی خورده شده، از ظروف و پیمانه‌های خانگی استفاده شد. این پرسش‌نامه برای هر یک از آزمودنی‌ها در دوازده نوبت غیر متوالی (هفته‌ای یک بار در طول دوازده هفته) تکمیل شد. مقادیر ذکر شدهٔ غذاها با استفاده از راهنمای مقیاس‌های خانگی به گرم تبدیل شدند (۳). سپس، هر غذا طبق دستورالعمل برنامهٔ نرم‌افزار رایانه‌ای پردازش غذا[1] کدگذاری شد و کارشناس تغذیه انرژی و مواد مغذی آن‌ها را ارزیابی کرد (۱).

پروتکل تمرینی. در پژوهش حاضر، تمامی مراحل تمرین در استخر و در منطقهٔ کم‌عمق آب انجام گرفت. روند کار عبارت بود از گرم کردن، حرکات کششی، آیروبیک، تمرینات مقاومتی، انعطاف‌پذیری و سپس، سرد کردن و ریکاوری.

1. Food processor 2 (FP2)

www.SID.ir

Archive of SID

در طول تمرینات ضربان قلب از ۶۵ درصد حداکثر ضربان قلب برآوردی شروع و در پایان تمرینات به ۷۵ درصد افزایش یافت. مدت زمان برنامهٔ تمرینی در هر جلسه ۴۵ دقیقه بود. به منظور کنترل شدت تمرینات ضربان قلب سه 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. به منظور در نظر گرفتن اصل اضافه‌بار در طول دورهٔ تمرینی، ابتدا از افزایش تعداد حرکات، سپس کم کردن زمان استراحت، افزودن وزنه با استفاده از طناب متصل به مقاومتی که به شکل قرقره نیرو را اعمال می‌کرد و افزایش سرعت با موزیک استفاده شد. در انجام تمرینات اصل تنوع نیز رعایت شد. تعداد جلسات تمرین در ماه اول سه جلسه در هفته (یکشنبه، سه‌شنبه، پنج‌شنبه) بود که در ماه دوم به چهار جلسه در هفته (شنبه، دوشنبه، چهارشنبه، جمعه) و در ماه سوم به پنج جلسه (شنبه، یکشنبه، سه‌شنبه، چهارشنبه، جمعه) در هفته افزایش یافت (جدول ۱) (۳۰).

روش و ابزار گردآوری اطلاعات. در مرحلهٔ 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 در حالت استراحت، ۱۰ میلی‌لیتر خون گرفته شد. اندازه‌گیری پاراتورمون در آزمایشگاه و پس از تهیهٔ سرم با بهره‌گیری از کیت آزمایشگاهی[1] به روش ایمیونورادیومتری[2] و با استفاده از دستگاه مینینف ساخت کشور آمریکا صورت گرفت. مقادیر ۲۵ هیدروکسی ویتامین D ۳[3] سرم نیز با استفاده از روش ایمیونواسی[4] ارزیابی شد (۱۹). همچنین، مقادیر کلسیم و فسفر پلاسما نیز با دستگاه آنالیزر اتمی شیمیایی PX[5] اندازه‌گیری شد (۱۹). پس از سپری شدن دورهٔ تمرینی و گذشت ۲۴ ساعت بعد از آخرین جلسهٔ تمرین، گروه‌های آزمایشی و کنترل دوباره به آزمایشگاه آمدند و مانند مرحلهٔ اول از آن‌ها خون و نمونهٔ ادرار گرفته شد. 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 دورهٔ تمرینی در هر دو گروه به روش پرتوگرافی با حداکثر میزان اشعهٔ M REM ۳ و با استفاده از دستگاه DEXA در مرکز سنجش تراکم و تشخیص پوکی استخوان اندازه‌گیری شد (۴). برای جلوگیری از افزایش یا کاهش کاذب این شاخص‌ها بر اثر تغییرات حجم پلاسما، این تغییرات بر اساس فرمول دیل و کاستیل محاسبه و تصحیح شد (۱۰).

روش تجزیه و تحلیل آماری. برای تعیین تفاوت درون‌گروهی و بین‌گروهی موجود در توزیع متغیرهای اندازه‌گیری شده، پس از آزمون فرض طبیعی بودن توزیع متغیرها با آزمون کلموگرف-اسمیرنوف انجام شد؛ به ترتیب از آزمون پارامتری t همبسته و مستقل استفاده شد. سطح معناداری نیز در سطح خطای آلفای ۵ درصد ($p<۰/۰۵$) در نظر گرفته شد.

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)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. پروتکل تمرینی گروه تجربی

زمان	گرم کردن	تمرینات ایروبیک	بازیافت	تمرینات مقاومتی	سرد کردن
دو هفتهٔ اول (۳جلسه در هفته)	راه رفتن با پای صاف خم و دست خم، دور تا دور استخر (۵ دقیقه)	راه رفتن با پای صاف و دست صاف در داخل آب (۱۰دقیقه)	حرکات کششی و دراز کشیدن در آب (۱۰ دقیقه)	باز کردن و جمع کردن دست در جهات مختلف باز کردن و جمع کردن پا در جهات مختلف (۵ دقیقه)	حرکات کششی راه رفتن با پای صاف و خم؛ دراز کشیدن در آب (۱۵ دقیقه)
دو هفتهٔ دوم (۳جلسه در هفته)	ـ راه رفتن در آب با پای خم ـ دویدن در آب ـ (۵دقیقه)	ـ راه رفتن تند داخل آب با تی‌شرت و مایو- بلندجیب‌دار (۱۵دقیقه) ـ حداکثر ضربان قلب ۶۵% MHR	حرکات کششی و دراز کشیدن در آب (۵دقیقه)	باز کردن و جمع کردن دست در جهات مختلف باز کردن و جمع کردن پا در جهات مختلف (۱۰ دقیقه)	حرکات کششی راه رفتن با پای صاف و خم؛ دراز کشیدن در آب (۱۰ دقیقه)
دو هفتهٔ سوم (۴جلسه در هفته)	راه رفتن در آب با پای خم (۵ دقیقه)	ـ ایروبیک داخل آب (۱۵ دقیقه) ـ ضربان قلب ۶۵% MHR	راه رفتن در آب و انجام حرکات کششی (۵دقیقه)	تمرین مقاومتی راه‌رفتن در آب با طناب متصل به وزنهٔ Kg۵ در کنارهٔ استخر (۵ دقیقه)	حرکات کششی راه رفتن با پای صاف و خم؛ دراز کشیدن در آب (۱۵ دقیقه)
دوهفتهٔ چهارم (۴جلسه در هفته)	راه رفتن به پهلو در آب (۵ دقیقه)	ـ ایروبیک داخل آب (۱۵ دقیقه) ـ ضربان قلب ۶۵% MHR	راه رفتن در آب و انجام حرکات کششی (۵دقیقه)	تمرین مقاومتی راه‌رفتن در آب با طناب متصل به وزنهٔ Kg۵ در کنارهٔ استخر (۱۰ دقیقه)	حرکات کششی راه رفتن با پای صاف و خم؛ دراز کشیدن در آب (۱۰ دقیقه)
دوهفتهٔ پنجم (۵جلسه در هفته)	راه رفتن در آب با پای خم و راه رفتن به پهلو (۵ دقیقه)	ـ ایروبیک داخل آب (۱۵ دقیقه) ـ ضربان قلب ۷۵% MHR	راه رفتن در آب و انجام حرکات کششی (۵دقیقه)	تمرین مقاومتی راه‌رفتن درآب با طناب متصل به وزنهٔ Kg۱۰ در کنارهٔ استخر (۵ دقیقه)	حرکات کششی راه رفتن با پای صاف و خم؛ دراز کشیدن در آب (۱۵ دقیقه)
دوهفتهٔ ششم (۵ جلسه در هفته)	راه رفتن در آب با پای خم و راه رفتن به پهلو (۵ دقیقه)	ـ ایروبیک داخل آب (۱۵ دقیقه) ـ ضربان قلب ۷۵% MHR	راه رفتن در آب و انجام حرکات کششی (۵دقیقه)	تمرین مقاومتی راه‌رفتن در آب با طناب متصل به وزنهٔ Kg۱۰ در کنارهٔ استخر (۱۰ دقیقه)	حرکات کششی راه رفتن با پای صاف و خم؛ دراز کشیدن در آب (۱۰ دقیقه)

www.SID.ir

Archive of SID

یافته‌ها

نتایج آزمون t همبسته نشان داد اجرای پروتکل ورزشی میانگین توزیع تراکم استخوانی استخوان ران، میزان پاراتورمون، ۲۵ هیدروکسی ویتامین D_3 و کلسیم سرم را به شکل معناداری در گروه تجربی افزایش داد، به طوری که میانگین نتایج پس‌آزمون به شکل معناداری بیشتر از مقادیر مربوط به پیش‌آزمون بود ($p<۰/۰۵$). با این حال بین نتایج پس و پیش‌آزمون این مقادیر در گروه کنترل تفاوت معناداری دیده نشد ($p>۰/۰۵$) (جدول ۲). همچنین، نتایج آزمون t مستقل نشان داد که در میانگین توزیع تراکم استخوانی استخوان ران، میزان پاراتورمون و کلسیم سرم بین گروه‌ها اختلاف معناداری دارد ($p<۰/۰۵$). بدین شکل که میانگین تغییرات توزیع این شاخص‌ها در گروه تجربی به شکل معناداری پس از فعالیت ورزشی بیشتر از گروه کنترل بود (شکل ۱). نتایج تحلیل پردازش غذای مصرفی نیز نشان داد در طول اجرای طرح پژوهشی در هیچ کدام از درشت مغذی‌ها، مواد معدنی، و ویتامین‌های مصرفی بین آزمودنی‌های گروه کنترل و تجربی اختلاف معناداری وجود ندارد (جدول ۳)

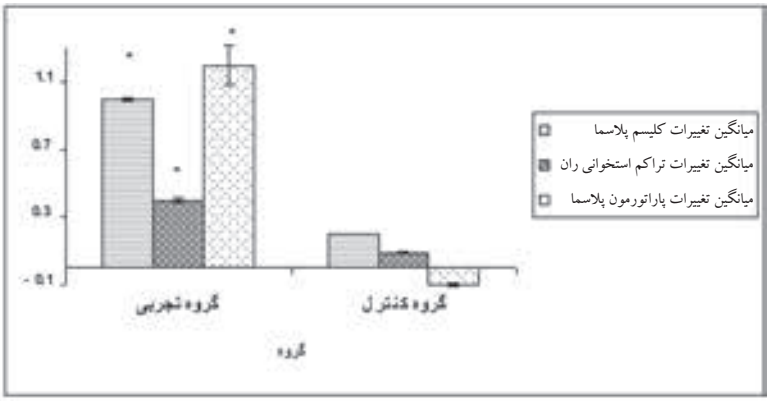
جدول ۲. مقادیر میانگین تغییرات متغیرهای تن‌سنجی و شاخص تراکم استخوان در هر دو گروه

متغیر	گروه کنترل		گروه تجربی	
	قبل	بعد	قبل	بعد
سن (سال)	۵۰±۳/۸۳	۵۰±۳/۸۳	۵۰±۳/۸۷	۵۰±۳/۸۷
قد (سانتی‌متر)	۱۵۰±۷/۶۱	۱۵۰±۷/۶۱	۱۵۰±۷/۰۶	۱۵۰±۷/۰۶
تودهٔ بدنی (کیلوگرم)	۸۰±۲/۷۵	۸۱±۰/۶۳	۸۰±۲/۰۵	۸۱±۱/۱۷
شاخص تودهٔ بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	۳۰±۳/۳۷	۳۰±۴/۲۲	۳۰±۳/۵۱	۳۰±۴/۴۶
تراکم استخوانی ران (گرم در سانتی‌مترمربع)	۰/۷۹۷۲±۰/۰۰۱	۰/۷۹۸۷±۰/۰۰۴	۰/۷۷۳±۰/۰۰۳	۰/۸۹۰۹±۰/۰۵*
تراکم استخوانی کمر (گرم در سانتی‌مترمربع)	۰/۷۹۷±۰/۰۰۲	۰/۷۹۹±۰/۰۰۳	۰/۷۷۳±۰/۰۰۱	۰/۷۷۰۹±۰/۰۰۱
پاراتورمون سرم (پیکوگرم در میلی‌لیتر خون)	۲۲/۳±۱/۱۳	۲۲/۲±۰/۶۹	۲۲/۵±۰/۸۲	۲۵/۷۲±۱/۱۶*
کلسیم (میلی‌مول در لیتر خون)	۱۰/۰۲±۰/۵۶	۹/۹۹±۰/۶۱	۹/۵۴±۱/۰۱	۱۰/۰۸±۰/۷۳*
فسفر (میلی‌مول در لیتر خون)	۳/۴۵±۰/۰۶	۳/۴۵±۰/۱۹	۳/۴۵±۰/۰۴	۳/۴۷±۰/۰۵
۲۵ OHD-۳ (نانومول در لیتر خون)	۸۱/۵±۱/۰۲	۸۱/۴±۰/۵۲	۸۱/۷±۰/۷۸	۸۲/۳±۰/۲۶*

* $p<۰/۰۵$

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. بافت‌نگار مربوط به اختلاف میانگین تغییرات متغیرهای اندازه‌گیری شده در گروه‌های پژوهشی (*p<۰/۰۵)

جدول ۳. مقایسهٔ میانگین میزان دریافت انرژی و مواد مغذی در دو گروه کنترل و تجربی در دوازده هفته

ماده مغذی	میزان دریافت		سطح معناداری
	گروه کنترل	گروه تجربی	
انرژی (کالری/ روز)	۱۸۹۶/۷۳±۵۶۹/۳۹	۱۹۰۶/۳۹±۶۱۷/۷۲	۰/۲۵
پروتئین (گرم/ روز)	۴۸/۶۹±۲۷/۳۵	۴۹/۴۴±۲۵/۶۹	۰/۴۱
کربوهیدرات (گرم/ روز)	۲۲۶/۸۶±۸۲/۵۵	۲۳۵/۰۰±۱۱۱/۶۸	۰/۰۷
فیبر (گرم/ روز)	۱۴/۸۰±۱۳/۰۸	۱۶/۴۰±۸/۳۵	۰/۱۲
چربی (گرم/ روز)	۳۹/۰۹±۲۸/۳۷	۳۶/۷۲±۲۷/۸۲	۰/۱۳
کلسترول (میلی‌گرم/ روز)	۹۳/۶۵±۱۵۱/۲۶	۹۱/۳۵±۱۴۶/۰۹	۰/۱۸۷
کلسیم (میلی‌گرم/ روز)	۳۴۱/۱۸±۲۷۰/۰۹	۳۴۰/۲۱±۲۶۳/۴۱	۰/۸۷
ویتامین D (میکروگرم/ روز)	۰/۷±۱/۰	۰/۷۶±۱/۱	۰/۵۶

پردازش با نرم‌افزار FP ۲ و SPSS

بحث

اگرچه پژوهش‌های اندکی به بررسی تأثیر تمرینات ورزشی در آب بر تراکم استخوانی پرداخته‌اند، اما نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های تانیا و همکاران (۳۰) همخوانی داشت. این پژوهشگران در بررسی تأثیر دوازده ماه ورزش هوازی در آب کم‌عمق بر تراکم استخوانی ران در زنان یائسه نشان دادند این تمرینات موجب حفظ و بهبود تراکم استخوانی در استخوان ران می‌شود. نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش‌هایی همخوانی دارد که

www.SID.ir

Archive of SID

تأثیر مثبت تمرینات هوازی تحمل‌کنندهٔ وزن (۹) و تمرینات مقاومتی (۲۹) در خشکی بر تراکم استخوانی در استخوان ران را نشان داده‌اند.

از سوی دیگر، نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های براوو و همکاران (۸) همخوانی نداشت. این پژوهشگران در بررسی تأثیر یک دورهٔ دوازده ماههٔ برنامهٔ تمرینات تحمل کنندهٔ 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 علت تفاوت یافته‌های براوو و نتایج پژوهش حاضر در مدت و شدت تمرینات انجام شده در دو پژوهش باشد (۲۳)، به طوری که در پژوهش براوو دورهٔ تمرینی به صورت سه جلسه در هفته و بدون کنترل شدت تمرینات انجام شد، در حالی که در پژوهش حاضر دورهٔ تمرینی به صورت فزاینده انجام شد و تعداد جلسات تمرینی از سه جلسه در هفته در ماه اول به پنج جلسه در هفته در ماه سوم افزایش یافت. شدت تمرینات نیز در پژوهش حاضر به شکل فزاینده‌ای افزایش می‌یافت. 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 است (۲۹، ۳۱).

برای مثال، اسنو و همکاران (۲۹) گزارش کردند تمرینات مقاومتی به صورت تکرار کم و وزنهٔ زیاد بیش از تمرین مقاومتی به صورت تکرار زیاد و وزنهٔ کم موجب بهبود تراکم استخوانی در استخوان ران می‌شود. همچنین، کرال و همکاران (۱۸) نیز با استفاده از پرسشنامهٔ ارزیابی سطوح فعالیت بدنی در زنان یائسه گزارش کردند تراکم استخوانی بخش‌های مختلف بدن در زنانی که بیش از ۷/۵ مایل در هفته پیاده‌روی می‌کردند به طور معناداری بیشتر از زنانی بود که کمتر از ۱ مایل در هفته تمرین داشتند.

شدت و مدت تمرینات باید به اندازه‌ای باشد که بتواند عوامل تشکی و بازسازی استخوانی را تحریک کند (۱۷). کمترین شدت و مدتی که این تأثیرات دارند به ترتیب عبارت‌اند از حداقل شدت مؤثر، و حداقل مدت مؤثر (۱۶). از سوی دیگر، فروست (۱۳) در نظریهٔ خود پیشنهاد می‌کند ساختار استخوانی از طریق سیستم بازخوردی حفظ می‌شود، به طوری که افزایش فشار مکانیکی یا دینامیکی موجب تحریک استخوان می‌شود و رشد و تشکیل استخوانی را به همراه دارد. این نظریه را نظریهٔ وضعیت مکانیکی می‌نامند. طبق این نظریه فشار مکانیکی باید در حدی باشد که بتواند موجب سبقت تشکیل یا بازسازی استخوان بر فرایند بازجذب استخوانی شود. این فشار مکانیکی را حداقل آستانهٔ فشار مؤثر می‌نامند (۱۳).

از این رو، به احتمال زیاد در پژوهش براوو شدت و بار تمرین در حداقل مقدار مؤثر قرار نداشت که بتواند موجب بهبود تراکم استخوانی در استخوان ران گردد. از سوی دیگر، نتایج پژوهش حاضر نشان داد تمرینات منتخب هوازی و مقاومتی در آب به مدت دوازده هفته تأثیر معناداری 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 دربارهٔ تأثیر ورزش در آب بر تراکم استخوانی به ویژه تراکم استخوانی مهره‌های کمر وجود دارد. هاروش و روتستین (۱۵)،

www.SID.ir

Archive of SID

و آی (۵) گـزارش کردند انجام تمرینات هوازی در آب موجب حفظ و حتی بهبود تراکم اسـتخوانی در زنان یائسـه می‌شود. ساتوشـی و همکاران (۲۷) نیز در بررسـی تأثیر ورزش پیاده‌روی بر سوخت‌وسـاز اسـتخوانی در زنان یائسـه گزارش کردند که انجام این تمرینات به مدت دوازده ماه موجب افزایش غیر معنادار تراکم اسـتخوانی در مهره‌های کمر می‌شود. همچنین، سـیناکی و همکاران (۲۸) نیز عدم تفاوت معنادار در تراکم اسـتخوانی مهره‌های کمر بعد از ۳ سال تمرین مقاومتی را گزارش کردند.

از سوی دیگر، نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های تسـاکاهارا و همکاران (۳۲) همخوانی نداشـت. این پژوهشـگران در بررسـی تأثیر ۳۲ ماه تمرین هوازی در آب افزایـش معنـاداری را در تراکم اسـتخوانی مهره‌هـای کمـر در گروه تجربی نسـبت بـه گروه کنتـرل گـزارش کردنـد. بـه احتمال زیـاد، علت تفـاوت یافته‌های تسـاکاهارا و همکارانـش با نتایج پژوهش حاضر به مدت و نوع فعالیت مربوط اسـت (۲۲). نتایج پژوهش‌های قبلـی تأثیر ناحیه‌ای تمرین بر اسـتخوان‌های بخش‌هـای مختلف بدن را نشـان داده اسـت (۷)، بـه طوری که انجـام ورزش زمانی بـر تراکم اسـتخوانی در نواحی مختلـف بدن مؤثر اسـت که بتواند موجب افزایش بار مکانیکی یا فشار دینامیکی در آن ناحیه از بدن گردد. از سـوی دیگر، باید توجه کـرد که اسـتخوان‌های مختلف، تفاوت زیادی در پاسخ‌های تشکیل یا بازسازی استخوانی به فشار مکانیکی یا دینامیکی دارند (۲۸)، به طوری که میزان تشکیل استخوانی در استخوان‌های کورتیکال نظیر اسـتخوان ران بیشـتر اسـت، در حالـی که در استخوان‌های بی‌شکل مانند مهره‌های کمر این میزان با سرعت کمتری دنبال می‌شود (۲۱).

نتایج پژوهش نشان می‌دهند پاسخ استخوان‌های دارای مغز همچون استخوان ران به فشارهای مکانیکی یا دینامیکی بیش از اسـتخوان‌های بی‌شکل همچون مهره‌هـای کمر اسـت (۲۱). از ایـن رو، مدت زمان بیشـتری نیاز است تا این نوع استخوان‌ها پاسخ مثبتی به فشـارهای مکانیکی یا دینامیکی حاصل از ورزش نشـان دهند (۱۲). در این بـاره، راک‌ول و همکاران (۲۵) گـزارش کردند تمرین مقاومتی به مدت نه ماه موجب کاهش تراکم اسـتخوانی در مهره‌های کمر می‌شود. در حالی‌که فریدلندر و همکاران (۱۲) نشان دادنـد انجام تمرینـات مقاومتی با پروتکل مشـابه با پژوهش راک‌ول به مدت دو سال تأثیر معناداری در افزایش تراکم استخوانی مهره‌های کمر دارد.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد انجام دوازده هفته تمریـن هوازی و مقاومتی در آب نتوانسـت سـطح فسـفر پلاسـما در گروه تجربی را به شکل معناداری تغییـر دهد. بین دو گروه تجربی و کنترل نیز اختلاف معناداری در این شاخص دیده نشد ($p>۰/۰۵$). آلیس و همکاران (۲۶) نیز عدم تغییر معنادار در سطوح فسفر را بعـد از انجام یک دوره تمرینـات هوازی در زنان یائسه گزارش کردند. با این حال سطوح کلسیم و ۲۵ هیدروکسی ویتامین D_3 پلاسما در پایان دورهٔ تمرینی در پژوهش حاضر در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل به شـکل معناداری افزایش داشـت. همچنین، اختلاف معناداری در سـطوح کلسـیم بین دو گروه تجربی و کنترل دیده شـد ($p<۰/۰۵$). پژوهشـگران معتقدنـد این تغییـرات بیشـتر به عوامـل هورمونی تنظیم‌کنندهٔ سـطوح کلسـیم مربوط است (۲۰، ۲۶). بـرای مثال، هورمون پاراتیروئیـد (پاراتورمون) یکی

www.SID.ir

Archive of SID

از عوامل مهم در تنظیم سوخت‌وساز استخوانی است (۱۱). مهم‌ترین عمل فیزیولوژیایی این هورمون حفظ هموستاز یون کلسیم / فسفات غیر آلی از طریق گیرندهٔ PTH/ PTH مرتبط با پروتئین در کلیه، استخوان، و روده است (۶). پاراتورمون از طریق تحریک بازجذب کلسیم در روده و افزایش بازجذب استخوانی موجب افزایش سطوح کلسیم پلاسما می‌گردد (۱۴، ۲۰). این هورمون با افزایش تولید ۲۵ هیدروکسی ویتامین D_3 در کلیه بازجذب کلسیم در کلیه‌ها را نیز افزایش می‌دهد (۱۴). فرایند بازسازی و افزایش موقتی نقل و انتقال استخوان بعد از یک دوره تمرین هوازی یا مقاومتی نشان داده شده است. طبق این فرایند فعالیت ورزشی منظم موجب افزایش سطوح ۲۵ هیدروکسی ویتامین D_3 و کلسیم پلاسما می‌شود و در طولانی‌مدت تراکم استخوانی و فرایند تشکیل استخوانی در استخوان‌های درگیر در فعالیت را افزایش می‌دهد (۱۲). این تغییرات در پژوهش حاضر نیز دیده شد.

طبق نتایج پژوهشی، انجام تمرینات منتخب هوازی و مقاومتی در آب سطوح پاراتورمون، کلسیم، و ۲۵ هیدروکسی ویتامین D_3 پلاسما را به شکل معناداری در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل افزایش داد ($p<0/05$). به نظر می‌رسد فعالیت منتخب هوازی و مقاومتی در پژوهش حاضر در مدت دوازده 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

طبق نتایج پژوهش حاضر، ورزش هوازی و مقاومتی در آب که با شدت متوسط اجرا می‌شود یکی از مناسب‌ترین و کم‌خطرترین ورزش‌ها در جلوگیری از پوکی استخوان و حفظ یا تعدیل سطوح مواد معدنی آن در افراد سالمند به ویژه زنان چاق و یائسه است.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱. اکبری، حمزه؛ بختیار ترتیبیان، رامین امیرساسان، ۱۳۸۸، تأثیر مکمل ال‌کارنتین بر IL-۶ و CRP طی یک دوره تمرینات شنا در شناگران مرد، المپیک، سال هفدهم، شمارهٔ ۴ (پیاپی ۴۸).

۲. شیرین‌زاده، مریم؛ راهبر شاکر حسینی، آناهیتا؛ هوشیارراد، آ. ، ۱۳۸۸ ارزش تغذیه‌ای و کفایت غذای مصرفی بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲، مجلهٔ غدد درون‌ریز و متابولیسم ایران، دورهٔ ۱۱، شمارهٔ ۱، ۳۲ ـ ۲۵

۳. غفارپور، م.؛ هوشیار راد، آ.؛ کیانفر، ه ، ۱۳۷۸، راهنمای مقیاس‌های خانگی، ضرایب تبدیل و درصد خوراکی مواد غذایی، تهران: نشر علوم کشاورزی.

۴. نظریان، علی‌باقر؛ خیام باشی، خلیل؛ رهنما، نادر؛ سلامت، محمدرضا، ۱۳۸۷،«مقایسهٔ تراکم موادمعدنی استخوان پای برتر و غیر برتر بازیکنان فوتبال با افراد غیر ورزشکار، المپیک، سال شانزدهم، شمارهٔ ۲ (پیاپی ۴۲).

5. **Ay, A.; Yurtkuran, M. (2005). "Influnce of aquatic and weight –bearing exercises on quantitative ultrasound variables in postmenopause women", Am J Phys Med Rehabil, 84 (1): 5261-.**
6. **Barrett, M.G.; Belinsky, G.S. and Tashjian, A.H. (1997). "A new action of paratiroid hormone, Receptor-mediated stimulation of extracellular acidification in human osteoblast - like SaOS2-cells", J. Biol. Chem., 272:2634626353-.**
7. **Brard, A.; Bravo, G. and Gauthier, P. (1997). "Meta-analysis of the Effectiveness of Physical Activity for the Prevention of Bone Loss in Postmenopausal Women", Osteoporos Int, 7:331337-.**
8. **Bravo, G.; Gauthier, P.; Roy, P.M.; Payette, H.; Gaulin, P. (1997). "A waight – bearing, water-based exercise program for osteopenic women: its impact on bone, functional fitness, and well-being", Arch Phys Med Rehabil, 78:1375–1380.**
9. **Chien, M.Y.; Y T Wu 1 A T Hsu; Yang, R.S.; Lai, J.S. (2000). "Efficacy of a 24-Week Aerobic Exercise Program for Osteopenic Postmenopausal Women", Calcif Tissue Int, 67:443–448.**
10. **Dill, D.B. & Costill, D.L. (1974). "Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration", Journal of Applied Physiology, 37, 247–248.**
11. **Eriksen, E.F.; and Charles, P. (1995). "New markers of bone metabolism: Clinical use in metabolic disease", Eur. J. Clin. Endocrinol. 132:251263-.**
12. **Friedlander, A.L.; Genant, H.K.; Sadowsky, A.; Byl, N.N. and Gluer, C.C. (1995). "A two-year program of aerobics and weight training enhances bone mineral density of young women", J Bone Miner Res, 10(4): 574585-.**
13. **Frost, H.M. (1992). "Perspectives: The role of changes in mechanical usage set points in the pathogenesis of osteoporosis", J Bone Miner Res, 7:253–261.**
14. **George, A.; Kelley FACSM (2002). Aerobic Exercise and Bone Density at the Hip in Postmenopausal Women: A Meta-Analysis, pp 6011518) .2854-).**
15. **Harush, D. and Rotstein, A. (2004). The Effect of a Water Exercise Program on Bone Density among Postmenopausal Women, 2(1): University of Haifa.**
16. **Iwamoto, Jun; Tsuyoshi, Takeda, and Ichimura, Shoichi (1998). "Effects of Exercise on Bone Mineral Density in Mature Osteopenic Rats", 13(8):13081317-.**

www.SID.ir

Archive of SID

17. Katsuta, S.; Shimegi, S. (1993). "Relationship between muscle and bone tissue", Bone, 17:61–69.
18. Krall, E.A.; Dawson-Hughes, B. (1994). "Walking is related to bone density and rates of bone loss", Am J Med, 96:20–6.
19. Kukuljan, S.; Nowson, A. and et al. (2008). "Effects of a multi-component exercise program and calcium-D3-fortified milk on bone mineral density in older men: a randomized controlled trail", Osteoporsos Int, 20(7): 1241-1251.
20. Linda, L.; Lin, S. and Hsieh, S. (2005). "Effects of strength and endurance exercise on calcium-regulating hormones between different levels of physical activity", J. Mechanics Med. Biol., 5:267275-.
21. Lohman, T.; Going, S.; Pamenter, R.; Hall, M.; Boyden, T.; Houtkooper, L.; Ritenbaugh, C.; Bare, M.; Hill, A. and Aickin, M. (1995). "Effects of resistance training on regional and total bone mineral density in premenopausal women: A randomized prospective study", J Bone Miner Res. 10(7): p. 10151024-.
22. Maimoum, L.; Manetta, J.; Couret, I.; Dupuy, A.M.; Mariano-Goulart, D.; Micallef, J.P.; Peruchon, E. and Rossi, M. (2006). "The intensity level of physical exercise and the bone metabolism response", Int. J. Med., 332: 305311-.
23. Maimoum, L.; Simar, D.; Malatesta, D.; Caillaud, C.; Peruchon, E.; Couret, I.; Rossi, M. and Mariano-Goulart, D. (2005). "Response to bone metabolism related hormones to single session of strenuous exercise in active elderly subjects", Br. J. Sports. Med., 39: 497502-.
24. Rhodes, E.C.; Martin, A.D.; Taunton, J.E.; Donnelly, M.; Warren, J.; Elliot, J. (2000). "Effects of one year of resistance training on the relation between muscular strength and bone density in elderly women", Br J Sports Med; 34:1822-.
25. Rockwell, J.C.; Sorensen, A.M.; Baker, S.; Leahey, D.; Stock, J.L.; Michaels, J. and Baran, D.T. (1990). "Weight training decreases vertebral bone density in premenopausal women: A prospective study", J. Clin. Endocr. Metab. 71: 988993-.
26. Ryan, Alice S.; Nicklas, Barbara J. and Dennos, Karen E. (1998). "Aerobic exercise maintains regional bone mineral density during weight loss in postmenopausal women", J Appl Physiol, 84: 13051310-.
27. Satoshi, Yamazaki; Ichimura, Shoichi; Iwamoto, Jun; Takeda, Tsuyoshi and Toyama, Yoshiaki (2004). "Effect of walking exercise on bone metabolism in postmenopausal women with osteopenia/osteoporosis", J Bone Miner Metab. 22:500–508.
28. Sinaki, M.; Wahner, H.W.; Bergstralh, E.J. et al. (1996). "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, 19:233–44.
29. Snow, C.M.; Shaw, J.M.; Winters, K.M.; Witzke, K.A. (2000). "Long-term Exercise Using Weighted Vests Prevents Hip Bone Loss in Postmenopausal Women", J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 55(9): M489491-.
30. Tanya, R. Littrell; Snow, Christine M. (2006). "Bone density and physical function in postmenopausal women after a 12-Month water exercise intervention", Orgon State University Bone Research Laboratory, Corvallis, OR 97331, (541) 7379524-.
31. Todd, J.A.; Robinson, R.J. (2003). "Osteoporosis and exercise", Postgrad Med J; 79:320–323.
32. Tskahara, N.; Toda, A.; Goto, J. and Ezawa, I. (1994). "Cross-sectional and longitudinal studies on the effect of water exercise in controlling bone loss in Japanese postmenopausal women", Journal of Nutritional Science and Vitaminology, Japan Womens University. 40(1): 37-47

www.SID.ir