

# تأثیر یک دوره تمرین مقاومتی به همراه مصرف مکمل ویتامین D بر مارکرهای جذب استخوان در دختران

نازنین روزیانی، دکتر محمد فتحی<sup>۱</sup>، دکتر مسعود رحمتی<sup>۱</sup>گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران

تاریخ وصول: ۱۴۰۰/۱۰/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۲۸

## چکیده

**زمینه و هدف:** کاهش چگالی استخوان به خصوص در زنان از عوامل خطرزای سلامتی محسوب می‌شود، بنابراین هدف از این پژوهش تعیین و بررسی تأثیر یک دوره تمرین مقاومتی به همراه مصرف مکمل ویتامین D بر مارکرهای جذب استخوان در دختران بود.

**روش بررسی:** در این مطالعه نیمه‌تجربی که در سال ۱۴۰۰ به صورت پیش‌آزمون پس‌آزمون با گروه‌های تجربی و کنترل انجام شد، ۲۴ نفر از دختران غیرورزشکار شهرستان بروجرد (با میانگین سن  $21/6 \pm 2/04$  سال، میانگین قد  $155/5 \pm 5/6$  سانتی‌متر و میانگین وزن  $4/9 \pm 64/12$  کیلوگرم)، به طور داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند. شرکت‌کنندگان به طور تصادفی به چهار گروه شش نفره (تمرین مقاومتی، مصرف ویتامین D، تمرین مقاومتی- مصرف ویتامین D و گروه کنترل) تقسیم شدند. تمرین مقاومتی شامل ۸ هفته (سه جلسه در هفته و یک ساعت در هر جلسه) تمرین مقاومتی با رعایت اصل اضافه بار انجام بود. بارگیری مکمل ویتامین D به مدت هشت هفته (یک دوز در هفته) با استفاده از قرص ویتامین D (۸ پرل IU50000) به همراه ۳۰۰ میلی‌لیتر آب انجام شد. ۴۸ ساعت قبل از شروع پروتکل و ۴۸ ساعت پس از اتمام آخرین جلسه، خون‌گیری به منظور سنجش غلظت سرمی پاراتورمون و کلسی‌تونین آزمودنی‌ها انجام شد. داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از آزمون‌های تحلیل کواریانس، شاپیرو-ویلک و آزمون تعقیبی بن‌فرونی تجزیه و تحلیل شدند.

**یافته‌ها:** یافته‌ها نشان داد میزان کلسی‌تونین و پاراتورمون در بین گروه‌های پژوهش به طور معنی‌داری متفاوت بود که این تفاوت با افزایش معنی‌دار در غلظت سرمی کلسی‌تونین ( $p=0/001$ ) و کاهش معنی‌دار در غلظت سرمی پاراتورمون ( $p=0/001$ ) در گروه تمرینی و گروه تمرین- ویتامین D همراه بود.

**نتیجه‌گیری:** به نظر می‌رسد فعالیت مقاومتی و مصرف ویتامین D موجب افزایش کلسی‌تونین و کاهش پاراتورمون در دختران کم‌تحرك می‌شود که احتمالاً تأثیر مثبتی بر توده استخوان می‌گذارد.

**واژه‌های کلیدی:** تمرین مقاومتی، ویتامین D، کلسی‌تونین، پاراتورمون

**نویسنده مسئول:** محمد فتحی، خرم‌آباد، دانشگاه لرستان، گروه فیزیولوژی ورزشی

Email: Fathi.m@lu.ac.ir

## مقدمه

شناسایی و پیشگیری از بروز این عارضه در زنان در سنین پایین‌تر الزامی به نظر می‌رسد.

یکی از هورمون‌هایی که باعث تحریک روند استخوان‌سازی در بدن می‌شود، پاراتورمون است. از جمله عملکردهای این هورمون می‌توان به تنظیم اصلی سوخت و ساز و متابولیسم استخوانی و تنظیم غلظت کلسیم مایع خارج سلولی، تحریک فعالیت استئوکلاست‌ها، حفظ یون‌های کلسیم، هومئوستاز فسفات غیرآلی، باز جذب کلسیم در سلول‌های کلیه، تحریک افزایش جذب کلسیم از روده‌ها و نیز تحریک تولید فرم فعال ویتامین D، نام برد (۵). هورمون پاراتومون، اثر دوگانه‌ای بر متابولیسم استخوانی دارد، به این شکل که افزایش سطح پایه این هورمون (هایپرپاراتیروئیدسم)، باعث بروز اثرات کاتابولیک بر بافت استخوانی و در مقابل سطح متوسط آن، اثرات آنابولیکی روی بافت مذکور دارد (۶).

یکی دیگر از مارکرهای استخوانی که میزان ترشح آن در نتیجه فعالیت بدنی دستخوش تغییر می‌شود، کلسی‌تونین است. کلسی‌تونین، هورمونی پپتیدی است که از سلول‌های پارافولیکولار مربوط به غده تیروئید ترشح شده و از هورمون‌های مؤثر بر تنظیم و تعادل کلسیم مورد نیاز استخوان است. مادامی که غلظت کلسیم خون بیشتر از حد طبیعی می‌شود، این هورمون برخلاف پاراتورمون در خون افزایش یافته و با اثر بر روده و کاهش جذب کلسیم، اثر بر استخوان و مهار فعالیت استئوکلاست و فعال کردن استئوبلاست و نیز با اثر بر کلیه‌ها و کاهش

پوکی استخوان (استئوپروز) به عنوان یکی از معضلات بهداشتی که از آن به عنوان اپیدمی خاموش یاد می‌شود، تأثیر نامطلوبی بر سلامتی افراد به خصوص در بین جامعه زنان (به دنبال رسیدن به سن یائسگی) دارد. خطر شکستگی استخوان در زنان یائسه بالای ۵۰ سال به دنبال افتادن‌های پیاپی، حدود ۵۰ درصد افزایش می‌یابد که تأثیر نامطلوبی بر زندگی آنان دارد (۱). اولین نشانه‌های استئوپروز در سنین بالای ۳۰ سال نمایان می‌شود که در نتیجه آن ساختار و استحکام استخوان ضعیف و مستعد شکستگی می‌شود که این امر موجب رهایی برخی مارکرهای زیستی جذب استخوان به داخل خون می‌شوند که نشانه غلبه فرآیند جذب استخوانی در برابر روند استخوان‌سازی است (۲). پژوهش‌ها نشان داده است که خطر شکستگی ناشی از پوکی استخوان ۴۰ درصد از کل دوره زندگی زنان جوان را تهدید می‌کند. این میزان در زنان جوان از سن ۲۰ تا ۳۵ سالگی با شدت ۱ تا ۵ درصد در سال شروع شده و بعد از سن یائسگی چندین برابر افزایش می‌یابد (۳). در یک مطالعه جامع پیشگیری، تشخیص و درمان استئوپروز در ایران مشخص شد که حداکثر توده استخوانی در بالغین ایرانی از ژاپنی‌ها بیشتر و از آمریکایی‌ها کمتر است. همچنین کمترین و بیشترین شیوع پوکی استخوان در زنان ایرانی در ناحیه ران به ترتیب ۱/۵ درصد و ۴۳ درصد کمترین و بیشترین شیوع برای ناحیه ستون فقرات به ترتیب ۲/۳ درصد و ۵۱/۳ درصد است (۴)، لذا

باز جذب آن باعث دفع کلسیم می‌شود و در نتیجه سطح کلسیم خون را کاهش می‌دهد (۳). از طرفی، نقش ویتامین D و متابولیت‌های آن در حفظ سلامتی استخوان از دیرباز شناخته شده است. گزارش‌ها حاکی از آن است که کمبود ویتامین D در ایران یکی از مشکلات عمده بهداشتی درمانی بوده، به طوری که میانگین سطح سرمی ویتامین D کمتر از ۲۰ نانوگرم بر میلی‌لیتر گزارش شده که این مسئله در زنان جوان و میان‌سال بیشتر از مردان است (۷). علاوه بر ویتامین D پژوهش‌های متعدد تأثیر مطلوب فعالیت‌های ورزشی به خصوص نوع مقاومتی را بر چگالی استخوان تأیید کرده‌اند.

فعالیت‌های مقاومتی به عنوان یک برنامه آماده‌سازی بدنی تعریف می‌شود که با استفاده از انواع روش‌های تمرینی مانند وزنه‌های آزاد، وسایل مقاومتی، توپ‌های پزشکی، باندهای الاستیک و سرعت‌های حرکتی مختلف، تناسب اندام، سلامتی و عملکرد ورزشی را افزایش می‌دهد (۸)، مشخص شده که این نوع فعالیت‌ها تأثیر مطلوبی بر کیفیت زندگی افراد از جمله افزایش چگالی استخوان‌ها دارند (۸). که با افزایش مارکرهای جذب استخوان همراه است، به عنوان مثال در پژوهشی مشخص شد که سه ماه فعالیت مقاومتی با افزایش معنی‌دار سطوح پاراتورمون مردان چاق همراه است (۹). تأثیر فعالیت مقاومتی بر افزایش یا حفظ چگالی مواد معدنی در کودکان و بزرگسالان نیز تایید شده است (۱۰)، اما نتایج تحقیقات در ارتباط با تأثیر فعالیت بدنی بر کلسی‌تونین متناقض

است. به عنوان مثال نتایج تحقیق ترتیبیان و همکاران نشان داد سطوح پاراتورنید در ورزشکاران استقامتی نسبت به افراد کم‌تحرك کمتر است که این امر منجر به بهبود باز جذب کلسیم خواهد شد (۱۱). آلويا و همکاران در پژوهشی به این نتیجه رسیدند که فعالیت بدنی کوتاه مدت روی دوچرخه کارسنج باعث افزایش غلظت کلسی‌تونین در مردان سالم می‌شود (۱۲)، اما پژوهش تورسن و همکاران این یافته را به دنبال یک جلسه ورزش پیاده روی با شدت متوسط در زنان یائسه کم‌تحرك تأیید نکرد (۱۳).

از سوی دیگر، نقش ویتامین D و متابولیت‌های آن در حفظ سلامتی استخوان از دیرباز شناخته شده است (۱۴). کلسیم با تحریک‌پذیری و هدایت اعصاب، عضلات اسکلتی و صاف رابطه معکوس و با تحریک‌پذیری عضلات قلبی رابطه مستقیم دارد (۱۵). ویتامین D و کلسیم در متابولیسم استخوان نقش عمده‌ای دارند. البته عوامل متفاوتی از جمله تحریک بدنی، اسیدوز مزمن، دریافت پروتئین و کالری، بلوغ دیررس و سوءجذب ویتامین و مواد معدنی بر روی مینرالیزه شدن استخوان مؤثر می‌باشد. پژوهش‌ها همچنین نشان می‌دهد به دنبال، کاهش توده استخوان، جهت حفظ توده استخوانی در زنان به مقادیر بالاتری از کلسیم و ویتامین D مورد نیاز است (۱۶). با توجه به نتایج پژوهش‌ها در مورد نقش فعالیت بدنی بر غلظت مارکرهای مانند پاراتورمون و کلسی‌تونین و همچنین وضعیت نامطلوب ویتامین D در گروه مورد هدف، این پژوهش به دنبال بررسی و

متغیرهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گروه‌های مورد مطالعه در مراحل قبل و پس از تمرینات اندازه‌گیری شد. وزن و قد آزمودنی‌ها با استفاده از ترازو و قدسنج LAICA (ساخت کشور ایتالیا) ارزیابی شد. برای اندازه‌گیری متغیرهای بیوشیمیایی پس از ۱۲ ساعت ناشتایی، قبل از شروع تمرینات و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، به وسیله کارشناس آزمایشگاه از سیاهرگ آنتی کوبیتال دست چپ آزمودنی‌ها در حالت استراحتی و در وضعیت نشسته ۵ میلی‌لیتر خون گرفته شد. نمونه‌های خون ۱۸ تا ۲۲ روز بعد از قاعدگی (فاز لوتئال، بین دو دوره قاعدگی) گرفته شد. پس از سانتریفیوژ و جدا کردن سرم، نمونه‌ها تا زمان آزمایش در دمای ۷۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

سطح هورمون کلسی‌تونین سرم با استفاده از کیت شرکت تروند سینا (در واحد یک نانوگرم)، به عنوان یکی از شاخص‌های بازجذب استخوان با ضریب تغییرات درون گروهی ۱/۷ و بین گروهی ۹/۷ درصد به روش الایزا منطبق با روش انجمن بیوشیمیایی آلمان اندازه‌گیری شد. سطح هورمون پاراتومون با استفاده از کیت تهیه شده از شرکت پارس آزمون (بر حسب پیکوگرم بر میلی‌لیتر)، به عنوان یکی دیگر از شاخص‌های بازجذب استخوان با ضریب تغییرات درون گروهی ۱/۵ و بین گروهی ۱/۶ درصد به روش الکتروکمی لومینانس به وسیله دستگاه الیس (Elecsys)، ارزیابی شد. لازم به یادآوری است که از آزمودنی‌ها درخواست شد ۴۸

مقایسه تأثیر هم‌زمان فعالیت بدنی و مصرف ویتامین D بر دختران جوان است، که در معرض فقر حرکتی و دریافت ویتامین D هستند. بنابراین هدف از این پژوهش تعیین و بررسی تأثیر یک دوره تمرین مقاومتی به همراه مصرف مکمل ویتامین D بر مارکرهای جذب استخوان در دختران بود.

### روش بررسی

در این مطالعه نیمه‌تجربی که در سال ۱۴۰۰ به صورت پیش‌آزمون - پس‌آزمون با گروه‌های تجربی و کنترل انجام شد، ۲۴ دختر کم‌تحرك (با میانگین سن  $21/6 \pm 2/04$  سال) شرکت کردند. معیارهای ورود به مطالعه عبارت بود از کم‌تحركی و نداشتن سابقه شرکت در فعالیت‌های ورزشی منظم، نداشتن هرگونه بیماری خاص مانند؛ بیماری‌های قلبی - عروقی، متابولیکی، کلیوی و ارتوپدی و عدم مصرف سیگار بود.

پس از بررسی سابقه پزشکی و تکمیل پرسشنامه آمادگی برای فعالیت بدنی (PAR-Q)، آزمودنی‌ها در چهار گروه شش نفری تمرینات مقاومتی، تمرینات مقاومتی همراه با مصرف مکمل ویتامین D، مصرف مکمل ویتامین D و گروه کنترل قرار گرفتند. گروه‌های تمرین مقاومتی به مدت ۸ هفته در یک برنامه تمرینات مقاومتی شرکت نمودند، در حالی که دو گروه کنترل و مصرف ویتامین D، در این مدت فعالیت‌های عادی و روزمره خود را انجام می‌دادند.

ساعت قبل از خون‌گیری از انجام فعالیت ورزشی و یا هرگونه فعالیت بدنی شدید خودداری کنند.

در دو گروه بارگیری مکمل، قرص ویتامین D (۸ پرل ۱۰۰۰۰ IU) ساخت شرکت داروسازی زهراوی ایران، به همراه ۳۰۰ میلی‌لیتر آب، هفته‌ای یک بار به آزمودنی‌ها خورانده شد (۱۷). در گروه دارونما با همین شرایط فقط از کپسول حاوی آرد استفاده شد. یادآور می‌شود قرص ویتامین D و آرد در پوشش‌های کپسولی جاسازی شد، به این ترتیب که تا اتمام دوره مکمل دهی، هیچ‌یک از آزمودنی‌ها از محتوای کپسول‌های مکمل و دارونما اطلاعی نداشتند.

آزمودنی‌های دو گروه تمرینات مقاومتی، به مدت ۸ هفته در یک برنامه تمرین منتخب مقاومتی شرکت کردند. ابتدا مقدار حداکثر وزنه‌ای که فرد می‌توانست با یک حرکت بلند کند، یعنی یک تکرار بیشینه با استفاده از روش برزیسکی (۱۹۹۳) محاسبه شد. تمرینات مقاومتی با شدت ۶۵-۶۰ درصد یک تکرار بیشینه برای هر آزمودنی در هفته اول شروع شد. به

منظور رعایت اصل اضافه‌بار، هر سه هفته قدرت عضلات با استفاده از آزمون یک تکرار بیشینه آزمودنی‌ها مشخص، سپس شدت برنامه تمرینی بعدی بر اساس یک تکرار بیشینه جدید به شکلی اعمال شد که ۱۰ درصد به شدت تمرین (میزان وزنه در هر تکرار) اضافه شد. برنامه تمرینات مقاومتی طبق جدول ۱، هر حرکت در سه ست، با ده تکرار، به فاصله استراحت ۳۰ ثانیه بین تکرارها و ۳ دقیقه بین ست‌ها انجام شد (۱۸).

شرایط تمرین برای همه آزمودنی‌ها یکسان بود. برنامه تمرینی در سالن ورزشی و در روزهای یکشنبه، سه شنبه و پنجشنبه هر هفته تحت نظر محقق اجرا گردید.

داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون‌های آماری شاپیرو-ویلک، تحلیل کوواریانس و تعقیبی توکی تجزیه و تحلیل شدند.

جدول ۱: برنامه تمرین مقاومتی

ست‌ها و تکرارها	استراحت بین تکرارها	پروتکل تمرین مقاومتی	تکرارها
۱۰ × ۳	۳۰ ثانیه	پرس سینه با دستگاه	۴
۱۰ × ۳	۳۰ ثانیه	زیر بغل سیم‌کش از جلو با دستگیره V (قایقی)	۴
۱۰ × ۳	۳۰ ثانیه	جلو بازو با هالتر ایستاده	۴
۱۰ × ۳	۳۰ ثانیه	پروانه نشسته با دمبل	۴
۱۰ × ۳	۳۰ ثانیه	پرس پا با دستگاه	۴
۱۰ × ۳	۳ دقیقه	جلو پا با دستگاه	۴
۱۰ × ۳	۳ دقیقه	پشت پا با دستگاه	۴
۱۰ × ۳	۳ دقیقه	ساق پا ایستاده با دستگاه	۴
۸	۷	۶	۵
۴	۳	۲	۱
هفته	شروع تمرین مقاومتی با ۶۰ تا ۷۵ درصد قدرت بیشینه	افزایش ۱۰ درصد به بار تمرینی قبل	در هفته ۳ تا ۵
شدت	افزایش ۱۰ درصد نهایی طی هفته ۶ تا ۸		

## یافته‌ها

داده‌های مربوط به ویژگی‌های فردی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها به تفکیک گروه در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج نشان داد قبل از شروع مطالعه، در متغیرهای سن، قد، وزن و مارکرهای جذب استخوان، تفاوت معنی‌داری بین دو گروه وجود نداشت ( $p \leq 0/05$ ) که نشان‌دهنده همگنی گروه‌ها از نظر ویژگی‌های فردی و فیزیولوژیکی بود.

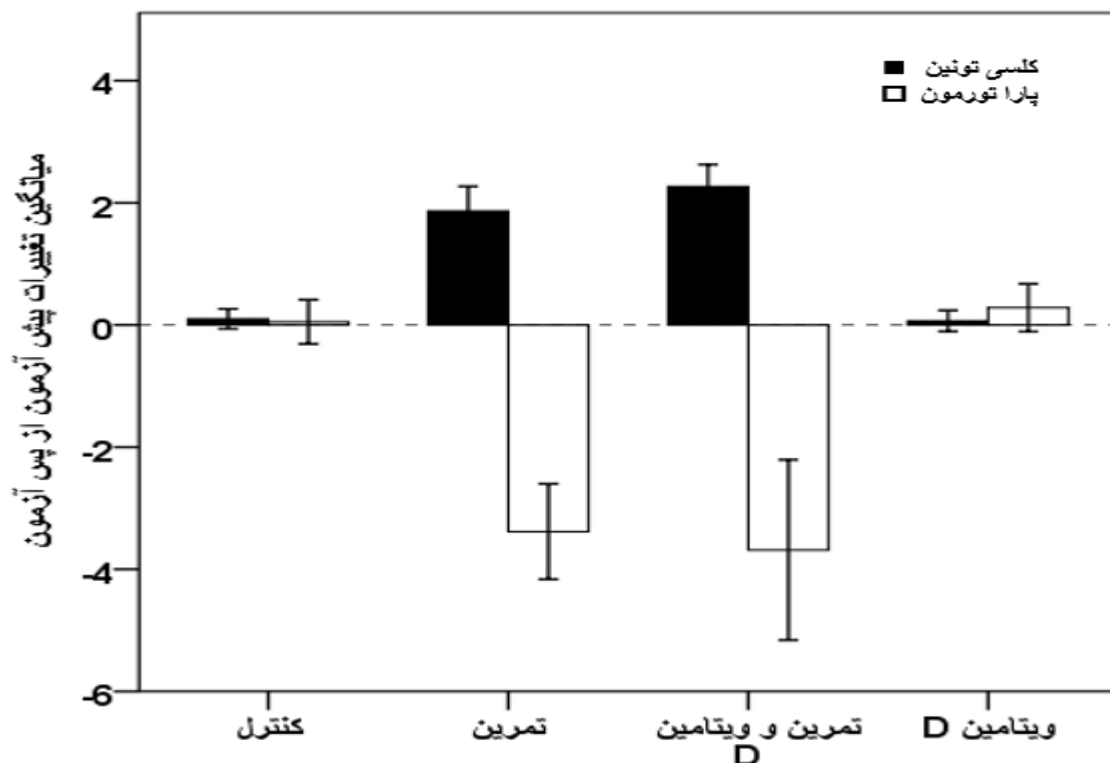
بر اساس یافته‌های آزمون کوواریانس، به دنبال هشت هفته تمرین مقاومتی و با توجه با در نظر گرفتن مقادیر پیش‌آزمون، آزمون  $f=96/5$  برای کلسی‌تونین در سطح ( $p=0/0001$ ) معنی‌دار شد به این معنی که فعالیت مقاومتی موجب تفاوت معنی‌داری در میزان کلسی‌تونین پس‌آزمون در بین گروه‌ها شده بود که اندازه اثر آن  $0/938$  بود. نتایج آزمون تعقیبی بن‌فرونی نشان داد که تفاوت معنی‌دار کلسی‌تونین در بین گروه کنترل با تمرین کرده ( $p=0/0001$ )، گروه تمرین - ویتامین D ( $p=0/0001$ ) و هم‌چنین گروه تمرین کرده با گروه ویتامین D و گروه تمرینی - ویتامین D با گروه کنترل ( $p=0/0001$ ) و گروه ویتامین D به طور معنی‌داری متفاوت بود، در بقیه موارد تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. در نمودار ۱ مقادیر پیش‌آزمون کلسی‌تونین و پاراتورمون هر آزمودنی از مقادیر پس‌آزمون آن کسر شد و تفاضل آنها در نمودار ۱ ترسیم گردید که تفاوت آنها منطبق بر آزمون تعقیبی بن‌فرونی است که در بالا شرح داده شده است.

بود و در بقیه موارد تفاوت معنی‌داری مشاهده نبود.

هم‌چنین بر اساس یافته‌های آزمون کوواریانس، به دنبال هشت هفته تمرین مقاومتی و با توجه با در نظر گرفتن مقادیر پیش‌آزمون، آزمون  $f=40$  برای پاراتورمون در سطح ( $p=0/0001$ ) نیز معنی‌دار شد به این معنی که فعالیت مقاومتی موجب تفاوت معنی‌داری در میزان پاراتورمون پس‌آزمون در بین گروه‌ها شده بود که اندازه اثر آن با عدد  $0/864$  برابر بود. نتایج آزمون تعقیبی بن‌فرونی نشان داد که میزان پاراتورمون در بین گروه کنترل با تمرین کرده ( $p=0/0001$ )، گروه تمرین - ویتامین D ( $p=0/0001$ ) و هم‌چنین گروه تمرین کرده با گروه ویتامین D و گروه تمرینی - ویتامین D با گروه کنترل ( $p=0/0001$ ) و گروه ویتامین D به طور معنی‌داری متفاوت بود، در بقیه موارد تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. در نمودار ۱ مقادیر پیش‌آزمون کلسی‌تونین و پاراتورمون هر آزمودنی از مقادیر پس‌آزمون آن کسر شد و تفاضل آنها در نمودار ۱ ترسیم گردید که تفاوت آنها منطبق بر آزمون تعقیبی بن‌فرونی است که در بالا شرح داده شده است.

جدول ۲: ویژگی‌های فردی و فیزیولوژیکی گروه‌های در پیش‌آزمون

متغیر (واحد)	گروه تمرین مقاومتی	گروه تمرین/ویتامین	گروه	گروه ویتامین D	گروه کنترل	سطح معنی‌داری
سن (به سال)	$20/17 \pm 2/34$	$21/33 \pm 1/97$	$21/33 \pm 1/97$	$22 \pm 1/09$	$22 \pm 1/41$	$0/09$
قد (به سانتیمتر)	$155/7 \pm 5/99$	$156/2 \pm 7/25$	$156/2 \pm 7/25$	$155/8 \pm 5/08$	$154/5 \pm 5/13$	$0/97$
وزن (به کیلوگرم)	$61/67 \pm 5/65$	$64 \pm 2/63$	$64 \pm 2/63$	$68 \pm 2/89$	$62/83 \pm 5/49$	$0/12$
کلسی‌تونین (۱ نانوگرم)	$3/43 \pm 0/51$	$3/58 \pm 0/52$	$3/58 \pm 0/52$	$3/28 \pm 0/32$	$3/68 \pm 0/504$	$0/49$
پاراتورمون (پیکوگرم بر میلی لیتر)	$22/98 \pm 1/01$	$22/67 \pm 2/05$	$22/67 \pm 2/05$	$23/6 \pm 1/86$	$23/1 \pm 0/91$	$0/77$



نمودار ۱: تغییرات پیش‌آزمون از پس‌آزمون غلظت سرمی پارا‌تورمون و کلسی‌تونین در گروه‌ها

#### بحث

ویتامین D و همچنین فعالیت مقاومتی تأثیر مطلوبی بر چگالی استخوان و مارکرهای آن دارد (۵ و ۱۰). لذا هدف از این مطالعه تعیین و بررسی تأثیر یک دوره تمرین مقاومتی به همراه مصرف مکمل ویتامین D بر مارکرهای جذب استخوان در دختران بود.

نتایج این پژوهش نشان داد که نسبت به گروه کنترل تمرینات مقاومتی موجب افزایش معنی‌دار غلظت سرمی کلسی‌تونین در گروه تمرین مقاومتی می‌شود، که با نتایج مطالعه اسلامی و همکاران همخوانی دارد، او و همکاران نشان دادند یک دوره تمرین قدرتی باعث

افزایش میزان پپتید مرتبط با ژن کلسی‌تونین در عضلات تند و کند موش‌های صحرایی نر شده است (۱۹). نتایج این پژوهش در مورد تأثیر فعالیت مقاومتی بر میزان کلسی‌تونین سرم هم‌چنین با نتایج پژوهش عباس‌زاده و فرزادنگی، در یک راستا بود زیرا در پژوهشی با عنوان "تأثیر یک دوره بی‌تمرینی پس از شانزده هفته تمرینات هوازی بر سطوح سرمی کلسی‌تونین و پارا‌تورمون زنان میانسال مبتلا به استئوپنی"، افزایش هورمون کلسی‌تونین پس از ۱۶ هفته تمرین هوازی مشاهده شد هرچند کاهش هورمون کلسی‌تونین پس از یک دوره بی‌تمرینی را نیز گزارش کرد (۲۰). که در حقیقت تأثیر فعالیت مقاومتی بر سطح

تمرین مقاومتی در افزایش تشکیل استخوان واسطه شده با استئوبلاست در غلظت‌های فیزیولوژیکی سهیم شده و در تعادل استخوانی مشارکت بسیار مثبتی داشته باشد (۲۳). در افزایش کلسیم خون و استئوپروز، کلسی‌تونین با مهار مستقیم تحلیل استخوانی غلظت کلسیم سرم را کاهش می‌دهد. در ضمن ممکن است تعداد و فعالیت استئوسیت‌ها کاهش یابد. کلسی‌تونین همچنین با اثر مستقیم بر کلیه و با واسطه cAMP بازجذب توبولی کلسیم، فسفات و سدیم را مهار نموده و موجب افزایش دفع این عناصر می‌گردد. با توجه به اثر تمرین روی هورمون‌های کلسیوتروپیک، این موضوع پذیرفته شده که تمرین یک تعادل کلسیمی مثبتی را افزایش می‌دهد و توده اسکلتی را زیاد می‌کند، مخصوصاً به عنوان یک نتیجه از افزایش سطوح کلسی‌تونین و کاهش هورمون پاراتیروئید سرمی (۲۲). همچنین از نظر فیزیولوژیک ثابت شده است که فعالیت بدنی و ورزش بر غدد درون ریز اثر می‌گذارد. در مورد استروژن (استرادیول) می‌توان گفت که آزاد شدن این هورمون از تخمدان‌ها تحت تأثیر هورمون محرک فولیکولی (LH) که خود از آندو-هیپوفیز (هیپوفیز قدامی) ترشح می‌شود و رشد فولیکول‌های تخمدان را در زنان و تولید اسپرم را در مردان تشدید می‌کند، قرار دارد. هورمون محرک فولیکولی با فعالیت بدنی افزایش می‌یابد (۲۴). مشخص شده که تمرین با شدت متوسط، افزایش یا عدم تغییر مقادیر کلسی‌تونین را که در ارتباط با افزایش یا کاهش کلسیم سرم باشد، نشان داده‌اند (۲۵)، یک دلیل احتمالی برای

هورمون کلسی‌تونین را تأیید می‌کند. هر چند در این ارتباط نتایج متناقضی دیده شد که نشان داد که فعالیت مقاومتی تأثیر معنی‌داری بر سطوح هورمون کلسی‌تونین ندارد. به عنوان مثال در پژوهش تیپر و همکاران، مشاهده کردند که غلظت سرمی کلسی‌تونین با ورزش مقاومتی تغییر معنی‌دار نمی‌کند که شاید علت تناقض در یافته‌ها به شدت فعالیت اجرا شده برگردد (۲۱).

یافته‌های این پژوهش همچنین نشان داد بین تأثیرات هشت هفته تمرین مقاومتی با تمرین مقاومتی به همراه مصرف مکمل ویتامین D بر غلظت سرمی کلسی‌تونین در دختران دانشجوی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. با توجه به عدم تغییر در سطوح سرمی کلسی‌تونین به دنبال مصرف ویتامین D و نیز تشابه در نتایج دو گروه تمرین مقاومتی با تمرین مقاومتی به همراه مصرف مکمل ویتامین D، می‌توان گفت که احتمالاً کاهش در میزان کلسی‌تونین در نتیجه تمرینات مقاومتی بوده و ویتامین D تأثیری در این روند نداشته است زیرا به نظر می‌رسد که تغییرات حاصل از تمرین ممکن است یک نتیجه از افزایش استروژن با تمرین باشد، چون پژوهش‌های قبلی نشان دادند که استروژن سنتز کلسی‌تونین را تحریک می‌کند. به علاوه، سطوح کلسی‌تونین، یک مهارکننده تمایز سازی و فعالیت استئوکلاست می‌باشد (۲۲). با این وجود، مکانیسم‌های اساسی برای این که چگونه تمرین ورزشی سطوح کلسی‌تونین را افزایش می‌دهد، ناشناخته هستند، اما به نظر می‌رسد این افزایش‌ها در کلسی‌تونین با ۸ هفته



افزایش سطح کلسی‌تونین در مطالعه حاضر، شرکت آزمودنی‌ها در برنامه ۸ هفته‌ای تمرین مقاومتی می‌باشد.

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد هشت هفته تمرین مقاومتی موجب کاهش میزان سرمی پاراتورمون دختران دانشجو به طور معنی‌داری می‌شود. که با نتایج پژوهش شارما و همکاران همخوانی داشت آنها گزارش کردند که لرزش حاد کل بدن و ورزش مقاومتی در زنان جوان، موجب کاهش معنی‌دار سطوح هورمون پاراتیروئید می‌شود (۲۶). هرچند در این ارتباط نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش خواجه‌لندی و همکاران (۲۷)، هاشم‌ورزی و فلاح‌محمدی (۲۸)، تحقیقات اسمیت و همکاران (۲۹) متناقض بود که احتمالاً به دلیل نوع تمرینات و شدت تمریناتی است که بین این پژوهش‌ها متفاوت است. نتایج پژوهش نشان داد بین تأثیرات هشت هفته تمرین مقاومتی با تمرین مقاومتی به همراه مصرف مکمل ویتامین D بر غلظت سرمی پاراتورمون در دختران دانشجو تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. با توجه به عدم تغییر در سطوح سرمی پاراتومون به دنبال مصرف ویتامین D و نیز تشابه در نتایج دو گروه تمرین مقاومتی با تمرین مقاومتی به همراه مصرف مکمل ویتامین D، می‌توان گفت که احتمالاً کاهش در میزان پاراتورمون در نتیجه تمرینات مقاومتی بوده و ویتامین D تأثیری در این روند نداشته است.

در برخی پژوهش‌ها دیده شده که مهار هورمون پاراتیروئید موجب پاسخ‌های استئوسیت‌ها در

طی تمرین می‌شود (۳۰). در پژوهش حاضر کاهش پاراتورمون احتمالاً ناشی از کاهش کلسیم خون و افزایش کلسی‌تونین می‌باشد. در مقابل در برخی پژوهش‌ها افزایش هورمون پاراتیروئید گزارش شده است. عوامل مهمی مانند شدت، نوع و مدت فعالیت‌های ورزشی اثر مهمی بر غلظت یون کلسیم و به دنبال آن پاراتورمون خون دارند (۲۴). بررسی‌ها نشان دادند که در شدت‌های بالا و در مدت کمتر میزان هورمون پاراتیروئید افزایش می‌یابد. آنها مکانیسم‌های مستقل از کلسیم را عامل افزایش هورمون پاراتیروئید دانسته‌اند که شامل؛ آزاد شدن کاتکولامین‌ها، اسیدوز و افزایش آلدوسترون می‌باشد. برخی پژوهش‌ها نیز تفاوتی در بین شرایط تمرین و بی‌تمرینی مشاهده نکردند و علت را استفاده از تمرینات مقاومتی دانسته‌اند که ممکن است تحریکات استئوژنیک مؤثری برای تشکیل استخوان فراهم نکند (۳۱). بنابراین افزایش کلسی‌تونین و کاهش هورمون پاراتیروئید در پژوهش حاضر را می‌توان به علت شدت و مدت تمرینات مقاومتی دانست (۲۴). در این پژوهش ما نتوانستیم دانسیته استخوان و سطوح ویتامین D آزمودنی‌ها را ارزیابی کنیم، بنابراین پیشنهاد می‌شود که در پژوهش‌های مرتبط با موضوع، همراه با ارزیابی تغییرات ویتامین D در قبل و بعد از پژوهش، میزان دانسیته استخوان‌ها هم بررسی شود.

## نتیجه گیری

بر اساس نتایج حاصل از پژوهش حاضر، به نظر می‌رسد انجام فعالیت‌های مقاومتی که با تحمل وزن بدن همراه است، می‌تواند در افزایش سطح استروژن خون و متعاقب آن جلوگیری از بروز پوکی استخوان مؤثر باشد. از سوی دیگر فعالیت ورزشی افزایش غلظت کلسی‌تونین و کاهش پاراتورمون را به دنبال دارد و می‌تواند در حفظ توده استخوانی اثرگذار باشد.

## تقدیر و تشکر

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد رشته تربیت بدنی با کد اخلاق IR.LUMS.REC.1399.356 از دانشگاه لرستان می‌باشد. بدین وسیله از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه لرستان که در انجام این تحقیق ما را یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

## REFERENCES

1. Watts NB. Postmenopausal osteoporosis: a clinical review. *Journal of Women's Health* 2018; 27(9): 1093-6.
2. Gates BJ, Sonnett TE, DuVall CA, Dobbins EKJT. Review of osteoporosis pharmacotherapy for geriatric patients. *Am J Geriatr Pharmacother*. 2009; 7(6): 293-323.
3. Braun M, Weaver CMJNT. A call to evaluate the impact of calcium-fortified foods and beverages. *Nutrition Today*. 2006; 41(1): 40-7.
4. Larijani B, Moayyeri A, Keshtkar AA, Hossein-Nezhad A, Soltani A, Bahrami A, et al. Peak bone mass of Iranian population: The Iranian multicenter osteoporosis study. *Journal of Clinical Densitometry* 2006; 9(3): 367-74.
5. Siegrist M. Was bringt Sport bei Osteoporose? Role of physical activity in the prevention of osteoporosis. *Med Monatsschr Pharm* 2008 Jul; 31(7): 259-64.
6. Askari A, Askari B, Fallah Z, Samavati Sharif MAJlJoh, activity P. Comparing the biological markers of bone metabolism in female athletes engaged in weight bearing sports, and non-athletes. *Iranian Journal of Health and Physical Activity* 2013; 4(2): 31-40.
7. Larijani B, Tehrani MM, Hamidi Z, Soltani A, Pajouhi MJlJoPH. Osteoporosis, global and Iranian aspects. *Iranian Journal of Public Health* 2004; 33(Supple 1): 1-17.
8. Maimoun L, Guillaume S, Lefebvre P, Philibert P, Bertet H, Picot M-C, et al. Evidence of a link between resting energy expenditure and bone remodelling, glucose homeostasis and adipokine variations in adolescent girls with anorexia nervosa. *Osteoporos Int* 2016; 27(1): 135-46.
9. Zargar T, Banaeifar A, Arshadi S, Eslami R. Effect of a three-month aerobic exercise on markers of bone metabolism in obese men. *J Ebnesima* 2016; 18(2): 32-9.
10. Nordström A, Tervo T, Högström MJTobj. The effect of physical activity on bone accrual, osteoporosis and fracture prevention. *Endorsements J* 2011; 3(1): 21-32
11. Tartibian B, Maleki BH, Abbasi AJJoss, medicine. The calcitropic hormone response to omega-3 supplementation during long-term weight-bearing exercise training in post menopausal women. *J Sports Sci Med* 2010; 9(2): 245.
12. Aloia JF, Rasulo P, Deftos LJ, Vaswani A, Yeh JJKJTR. Exercise-induced hypercalcemia and the calcitropic hormones. *J Lab Clin Med* 1985; 106(3): 229-32.
13. Thorsen K, Kristoffersson A, Hultdin J, Lorentzon RJCTi. Effects of moderate endurance exercise on calcium, parathyroid hormone, and markers of bone metabolism in young women. *Calcif Tissue Int* 1997; 60(1): 16-20.
14. Nichols JF, Nelson KP, Peterson KK, Sartoris DJJJoA, activity p. Bone mineral density responses to high-intensity strength training in active older women. *Journal of Aging and Physical Activity* 1995; 3(1): 26-38.
15. Working Group of the Australian and New Zealand Bone and Mineral Society; Endocrine Society of Australia; Osteoporosis Australia. Vitamin D and adult bone health in Australia and New Zealand: a position statement. *Med J Aust* 2005; 21(6): 281-5
16. Park H, Kim KJ, Komatsu T, Park SK, Mutoh YJJob, Metabolism M. Effect of combined exercise training on bone, body balance, and gait ability: a randomized controlled study in community-dwelling elderly women. *J Bone Miner Metab* 2008; 26(3): 254-9.
17. Behradmanesh S, Roudini K, Baradaran AJJoIMS. Effect of supplementary Vitamin D on improvement of glycemic parameters in patients with Type 2 Diabetic. *Journal of Isfahan Medical School* 2011; 29(151): 12-21.
18. Abe T, Sakamaki M, Fujita S, Ozaki H, Sugaya M, Sato Y, et al. Effects of low-intensity walk training with restricted leg blood flow on muscle strength and aerobic capacity in older adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy* 2010; 33(1): 34-40.
19. Eslami MR, Parnow DAH, Gharakhanlou DR. The effect of strength training on calcitonin gene-related peptide content in slow and fast muscles of wistar rats. *J Quarterly of Horizon of Medical Sciences* 2010; 16(3): 25.
20. Sorati HA, Farzanegi P. Detraining effects after sixteen weeks aerobic exercise on serum levels of Calcitonin and Parathyroid hormones in middle-aged women with osteopenia. *J Medical Journal of Mashhad University of Medical Sciences* 2018; 61(3): 997-1006.
21. Tarperi C, Sanchis-Gomar F, Montagnana M, Danese E, Salvagno GL, Gelati M, Skroce K, Schena F, Lippi G. Effects of endurance exercise on serum concentration of calcitonin gene-related peptide (CGRP): a potential link between exercise intensity and headache. *Clin Chem Lab Med*. 2020; 58(10): 1707-1712.

22. Li L, Chen X, Lv S, Dong M, Zhang L, Tu J, et al. Influence of exercise on bone remodeling-related hormones and cytokines in ovariectomized rats. *A Model of Postmenopausal Osteoporosis* 2014; 9(11): e112845.
23. Tartibian B, Maleki BH, Kanaley J, Sadeghi KJN, metabolism. Long-term aerobic exercise and omega-3 supplementation modulate osteoporosis through inflammatory mechanisms in postmenopausal women: a randomized, repeated measures study. *Nutrition & Metabolism* 2011; 8(1): 71.
24. Ebrahim K, Rezaei Sahraei AE. Effect of eight weeks of aerobic and progressive exercises on changes of estrogen hormone and effective factors on bone mass in menopausal sedentary women. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism* 2010; 12(4): 401-8.
25. Vora NM, Kukreja SC, York PA, Bowser EN, Hargis GK, Williams GAJ, et al. Effect of exercise on serum calcium and parathyroid hormone. *Eur J Clin Invest* 1983; 57(5): 1067-9.
26. Sharma-Ghimire P, Chen Z, Sherk V, Bembem M, Bembem D. Sclerostin and parathyroid hormone responses to acute whole-body vibration and resistance exercise in young women. *J Bone Miner Metab* 2019; 37(2): 358-367.
27. Khajehlandi M, Mohammadi R. Investigation of the effect of 12-weeks of Pilates training on serum levels of some adipokines in inactive women with overweight. *Journal of Tabriz University of Medical Science & Health Service* 2020; 42(4): 402-9.
28. Hashemvarzi SA, Fallahmohammadi Z. Determination of Parathyroid Hormone and Marker of Bone Formation Changes After One Session of Acute Endurance Activity in Untrained Young Girls. *Journal of Applied Exercise Physiology* 2014; 8(16): 29-40.
29. Smith L, Gallagher JJ. Effect of vitamin D supplementation on total and free 25 hydroxyvitamin D and parathyroid hormone. *An Analysis of Two Randomized Controlled Trials. J Intern Med* 2019; 286(6): 651-9.
30. Gardinier JD, Al-Omaishi S, Morris MD, Kohn DH. PTH signaling mediates perilacunar remodeling during exercise. *Matrix Biol* 2016; 52(54): 162-175.
31. Ju Y-I, Choi H-J, Ohnaru K, Sone T. Differential effects of jump versus running exercise on trabecular bone architecture and strength in rats. *Phys Act Nutr.* 2020; 24(1): 1-8.

# The Effect of a Resistance Training Course with Vitamin D Supplementation on Bone Absorption Markers in Girls

Rouzbayani N, Fathi M\*, Rahmati M

Department of Physical Education and Sport Sciences, Lorestan University, khorramabad, Iran

Received: 29 Des 2021 Accepted: 18 Jun 2022

## Abstract

**Background & aim:** Decreased bone density, especially in women, is a health risk factor; therefore, the aim of the present study was to investigate the effect of a resistance training course with vitamin D supplementation on bone absorption markers in girls.

**Methods:** The participants of the present semi experimental study were 24 non-athlete girls in Boroujerd (mean age  $21.6 \pm 2.04$  years, mean height  $155 \pm 5.5$  cm and average weight  $64.13 \pm 4.9$  kg) who participated voluntarily and were randomly divided into four groups of six (resistance training, vitamin D intake, resistance training with vitamin D intake and control group). Resistance training consisting of eight weeks (three one-hour sessions per week) was performed in accordance with the principle of overload. The participants were given Vitamin D supplementation for eight weeks (once a week) using vitamin D tablets (8 pearl IU50000) with 300 ml of water. Blood samples were taken 48 hours before the beginning of the protocol and 48 hours after the end of the last session to measure the serum concentrations of parathyroid hormone and calcitonin. ANCOVA and Bonferroni post hoc test were used to analyze the hypotheses.

**Results:** The results indicated that after eight weeks of resistance training, as well as eight weeks of resistance training with vitamin D, a significant increase in serum calcitonin concentration ( $p=0.001$ ) and a decrease in serum parathyroid hormone concentration ( $p=0.001$ ) Occurred.

**Conclusion:** It seems that resistance activity and vitamin D consumption increases calcitonin and decreases Parathormone in sedentary girls, which probably has a positive effect on bone mass.

**Keywords:** Resistance training, Vitamin D, Calcitonin, Parathormone.

---

**Corresponding author:** Fathi M, Fathi M, Department of Physical Education and sport sciences, Lorestan University, khorramabad, Iran  
**Email:** Fathi.m@lu.ac.ir

**Please cite this article as follows:** Rouzbayani N, Fathi M, Rahmati M. The Effect of a Resistance Training Course with Vitamin D Supplementation on Bone Absorption Markers in Girls. *Armaghane-danesh* 2022; 27(4): 442-454.