

علوم زیستی ورزشی \_ بهار ۱۳۸۹  
شماره ۴- ص: ۳۷ - ۲۱  
تاریخ دریافت: ۰۱ / ۰۳ / ۸۷  
تاریخ تصویب: ۲۶ / ۰۳ / ۸۸

## تأثیر مصرف امگا ۳ و شرکت در فعالیت‌های هوازی روی هورمون‌های تنظیم‌کننده متابولیسم کلسیم در زنان یائسه غیرورزشکار

بختیار ترتیبیان<sup>۱</sup> \_ بهزاد حاجی‌زاده \_ اصغر عباسی

استادیار دانشگاه ارومیه، کارشناس ارشد دانشگاه ارومیه، دکتری ایمونولوژی ورزشی دانشگاه توبینگن آلمان

### چکیده

هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر مصرف امگا ۳ و شرکت در فعالیت‌های هوازی روی هورمون‌های تنظیم‌کننده سوخت و ساز کلسیم در زنان یائسه غیرورزشکار بود. به همین منظور ۴۰ زن یائسه غیرورزشکار داوطلب سالم با میانگین سن  $57/72 \pm 3/53$  سال، قد  $157/75 \pm 9/24$  سانتیمتر، وزن  $58/08 \pm 12/76$  کیلوگرم، شاخص توده بدنی  $23/78 \pm 3/73$  کیلوگرم بر متر مربع و درصد چربی  $23/18 \pm 4/68$  انتخاب و به‌طور تصادفی در طرح دوسوکور به چهار گروه ۱۰ نفری مکمل و فعالیت، فعالیت، مکمل و گروه کنترل تقسیم شدند. آزمودنی‌ها در گروه مکمل و فعالیت و گروه فعالیت، ۳ جلسه در هفته و به مدت ۱۶ هفته در دامنه شدت فعالیت ۵۰ تا ۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه در برنامه تمرینات هوازی شرکت کردند. از آزمودنی‌ها خواسته شد تا در گروه مکمل و فعالیت و گروه مکمل روزانه هزار میلی‌گرم امگا ۳ (Viva Omega – 3 Fish Oil ساخت کشور کانادا) به مدت ۱۶ هفته مصرف کنند. در حالت پایه و در انتهای ۱۶ هفته برنامه تمرینات هوازی، نمونه‌های خونی جمع‌آوری و سطوح کلسیم یونیزه، کلسیتونین (با روش رادیو ایزوتوپ) و پاراتومون (با روش کمی لومینومینسنت) اندازه‌گیری شد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که مصرف روزانه یک گرم امگا ۳، طی ۱۶ هفته تمرینات هوازی، سطوح کلسیتونین ( $P=0/001$ ) و پاراتومون ( $P=0/001$ ) را به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد ولی تأثیر معنی‌داری روی کلسیم یونیزه ( $P=0/619$ ) نداشت. در مجموع نتایج تحقیق نشان داد که مصرف امگا ۳ و شرکت منظم در تمرینات هوازی، تغییرات معنی‌داری را روی سطوح سرمی کلسیتونین و پاراتومون زنان یائسه غیرورزشکار به وجود می‌آورد، این تغییرات ممکن است به حفظ، افزایش سلامتی، استحکام و توده‌سازی استخوان کمک کند. این در حالی است که این نوع یافته‌ها تاکنون گزارش نشده است.

### واژه‌های کلیدی

کلسیتونین، کلسیم یونیزه، پاراتومون، امگا ۳، زنان یائسه غیرورزشکار، فعالیت بدنی هوازی.

## مقدمه

کاهش تراکم املاح استخوان، یکی از دلایل اصلی پوکی استخوان در سنین سالمندی و به ویژه در خانم‌های یائسه است. نشان داده شده است که کاهش سطوح کلسیتونین به همراه افزایش مقادیر پاراتورمون سرمی، سرعت از دست دادن بافت استخوانی را افزایش می‌دهد (۹). تأثیرات سودمند فعالیت بدنی و به ویژه فعالیت‌های هوازی بر سلامت سیستم اسکلتی به‌خوبی پذیرفته شده است (۱۰، ۱۴، ۱۸). نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که کلسیتونین و پاراتورمون به‌عنوان شاخص‌های غیرمستقیم و معتبر برای سوخت و ساز و سلامت بافت استخوانی مطرح‌اند. بنابراین اندازه‌گیری سطوح سرمی کلسیتونین و پاراتورمون در ارزیابی تأثیر فعالیت بدنی بر سوخت و ساز استخوان ارزشمند است (۵، ۱۷). با وجود ارتباط بین سوخت و ساز استخوان و سطوح هورمون‌های تنظیم‌کننده، متابولیسم کلسیم، تأثیر فعالیت بدنی بر سطوح پلاسمایی این هورمون‌ها تا به حال مورد توجه جدی قرار نگرفته به‌طوری که مطالعات انجام گرفته در این زمینه با توجه به نوع، مدت زمان و شدت فعالیت‌های بدنی مورد بررسی، نتایج ضد و نقیضی دربرداشته است (۴، ۱۰، ۱۴، ۲۲، ۲۶، ۲۷). با وجود این ثابت شده است که فعالیت‌های بدنی با شدت متوسط در طولانی‌مدت تأثیرات سودمندی بر سوخت و ساز استخوان دارند (۳، ۱۰، ۲۲). در این زمینه، آکاموتو و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که ۶ تا ۱۱ هفته فعالیت بدنی همزمان با افزایش تراکم املاح استخوانی در رت‌های جوان، کاهش معنی‌داری در سطوح سرمی پاراتورمون به‌وجود آورد (۱۸). یافته‌های آلتو و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۳) نشان داد که شرکت در فعالیت‌های آبی همزمان با افزایش سطوح کلسیتونین، کاهش معنی‌داری در مقادیر سرمی پاراتورمون در زنان یائسه بی‌تحرك به وجود می‌آورد (۱). تاکادا و همکاران (۱۹۹۸) نیز کاهش مقادیر سرمی پاراتورمون را در بسکتبالیست‌های جوان متعاقب شرکت در فعالیت‌های بدنی شدت متوسط نشان دادند (۲۲). با این حال، اطلاعات کمی درباره بررسی پاسخ هورمون‌های تنظیم‌کننده سوخت‌وساز کلسیم نسبت به فعالیت‌های بدنی طولانی‌مدت وجود دارد. نشان داده شده است که تراکم املاح استخوانی در انسان علاوه بر فعالیت بدنی، تحت تأثیر عواملی چون سفیدپوست بودن، آسیایی بودن، فقدان برنامه غذایی مناسب، افزایش سن و یائسگی قرار می‌گیرد (۱۱، ۲۴). باتوجه به اینکه رژیم غذایی نقش مهمی در ابتلا به بیماری‌های مزمن دارد، به‌نظر می‌رسد که از این میان کنترل برنامه غذایی به‌عنوان بهترین و

قابل دسترس ترین عامل که حتی ممکن است دیگر عوامل را تحت تأثیر قرار دهد، مطرح باشد. نتایج تحقیقات به دست آمده در این زمینه بیانگر وجود ارتباط بین اسیدهای چرب موجود در رژیم غذایی و سلامت سیستم اسکلتی است که از این میان اسیدهای چرب خانواده امگا-۳ و امگا-۶ بیشتر از دیگر اسیدهای چرب مورد توجه محققان قرار گرفته اند. اسیدهای چرب امگا-۳ برعکس اسیدهای چرب امگا-۶ با افزایش فعالیت استئوبلاست ها و کاهش فعالیت استئوکلاست ها، جذب کلسیم را در بدن تحت تأثیر قرار می دهند (۸). با این حال به نظر می رسد که مقادیر مطلوب امگا-۳ روی تشکیل استخوان یا فرایند باز جذب استخوان تأثیر می گذارد. در تحقیقات متعددی اثر مثبت امگا-۳ بر تراکم املاح استخوانی گزارش شده، به طوری که کاهش در نشانگرهای باز جذب استخوان متعاقب ۶ هفته مصرف امگا-۳ در افراد مسن گزارش شده است (۸). در این زمینه ویس و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۵)، ارتباط معکوس و معنی داری بین نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ و تراکم املاح استخوانی را در سالمندان مسن گزارش دادند (۲۴). کروگر و همکاران<sup>۲</sup> (۱۹۹۸) نیز در مطالعه ۱۸ ماهه روی ۶۵ زن یائسه با تراکم املاح استخوانی کم دریافتند که استفاده از اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا-۶ با نسبت ۱۰ به ۱ در رژیم غذایی این افراد موجب حفظ تراکم املاح استخوانی در ناحیه ستون فقرات و افزایش تراکم املاح استخوانی در ناحیه گردن استخوان ران شد (۱۱). با این حال تمامی تحقیقاتی که به بررسی ارتباط بین مصرف اسیدهای چرب امگا-۳ و عوامل درگیر در پوکی استخوان پرداخته اند، بر روی تراکم املاح استخوانی تمرکز داشته اند و در پیشینه تحقیقات انجام شده در این زمینه، تحقیقی که به نوعی به بررسی تغییرات احتمالی هورمون های تنظیم کننده سوخت و ساز کلسیم متعاقب مصرف این گروه از اسیدهای چرب بپردازد یا تأثیر همزمان امگا-۳ و شرکت در فعالیت های بدنی بر هورمون های تنظیم کننده سوخت و ساز کلسیم را بررسی کند، گزارش نشده است. از سوی دیگر، باتوجه به اینکه افزایش سن به عنوان یکی از عوامل تشدید کننده پوکی استخوان شناخته شده است و باتوجه به تغییرات هورمونی ایجاد شده در زنان به ویژه بعد از سن یائسگی که این جمعیت را بیشتر از دیگر گروه های سنی، مستعد ابتلا به پوکی استخوان می سازد، مطالعه عواملی که به نوعی روند تخریب بافت استخوانی را در این جمعیت کاهش، متوقف سازد و حتی بهبود بخشد، ضروری می نماید. بنابراین هدف تحقیق حاضر

---

1 - Weiss et al

2 - Kruger et al

بررسی تأثیر مصرف مکمل امگا۳ و شرکت در فعالیت‌های هوازی تحمل وزن بر روی هورمون‌های تنظیم‌کننده سوخت‌وساز کلسیم (کلسیتونین و پاراتورمون) است.

## روش تحقیق

### الف) آزمودنی‌ها

در این پژوهش براساس اطلاعات به‌دست‌آمده از پرسشنامه تندرستی محقق ساخته و نظر پزشک متخصص از بین ۵۷ زن یائسه داوطلب، ۴۰ زن یائسه سالم غیرورزشکار که براساس گزارش‌های خودآزمودنی‌ها مبنی بر قطع کامل عادت ماهانه، حداقل مدت دو سال از شروع یائسگی آنها می‌گذشت و در دو سال اخیر از هیچ دارویی که به نوعی با سوخت و ساز کلسیم در ارتباط باشد، استفاده نکرده بودند انتخاب و با آگاهی کامل از هدف‌های پژوهش و پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه در پژوهش شرکت کردند (جدول ۱). آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی به ۴ گروه ۱۰ نفری مکمل و فعالیت، فعالیت، مکمل و کنترل تقسیم شدند. شرکت‌کنندگان فاقد هرگونه آسیب یا التهابات مزمن، حساسیت به ید و آسپرین، اختلال‌های انعقادی، دیابت، اختلال در سیستم ایمنی بدن، مشکلات گوارشی، تنفسی و قلبی - عروقی بودند.

### ب) برنامه تمرینی

آزمودنی‌ها در گروه‌های مکمل و فعالیت بدنی و فعالیت بدنی، ۳ جلسه در هفته بین ساعت ۶:۳۰ تا ۸ صبح به مدت ۱۶ هفته در برنامه تمرینات هوازی شامل پیاده‌روی و دویدن شرکت کردند. به‌منظور رعایت اصل اضافه‌بار، برنامه تمرینی ۱۶ هفته‌ای به دو مرحله زمانی ۸ هفته اول تمرینات و ۸ هفته دوم تمرینات تقسیم شد که با افزایش مدت زمان تمرین، شدت تمرین و تکرار تمرینات که به عنوان عوامل اساسی در اصل اضافه‌بار تدریجی مطرح‌اند، این امر حاصل شد. به این ترتیب که در ۸ هفته اول تمرینات، زمان جلسات تمرین از ۲۰ دقیقه شروع و در هفته هشتم به ۵۰ دقیقه رسید. در انتهای هفته شانزدهم، زمان جلسات به ۸۰ دقیقه رسید. شدت تمرینات در هر دو مرحله تا رسیدن به ۵۰ تا ۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه افزایش یافت. نشان داده شده که برنامه‌های فعالیت بدنی با شدت متوسط مانند پروتکل استفاده‌شده در این مطالعه، تحمل‌پذیر بوده و از

استقبال بیشتری در میان سالمندان برخوردار است. پروتکل استفاده شده در این مطالعه براساس اطلاعات موجود در پیشینه تحقیقات انتخاب و طرح ریزی شد (۳، ۱۰، ۲۰). به منظور تعیین و کنترل شدت های تمرینی پیش از موزن اولیه براساس حداکثر ضربان تمرین افراد با استفاده از ۱۵ آزمودنی محاسبه و درصد شدت تمرینات در مراحل مختلف دوره تمرینی تعیین شد. در این تحقیق در هر مرحله از برنامه تمرینی، محقق شدت تمرین را از طریق ضربان قلب برای هر کدام از آزمودنی ها کنترل می کرد و در صورت نیاز به افزایش یا کاهش شدت تمرین بازخورد لازم به آزمودنی ها داده می شد. در این تحقیق گروه های مکمل و کنترل در هیچ برنامه تمرینی شرکت نکردند.

#### ج) دارو و نحوه مصرف آن

بعد از تعیین گروه ها در طرح دوسوکور، هر هفته ۷ کپسول هر کدام حاوی هزار میلی گرم امگا ۳ با نشان تجاری Viva omega3 fish oil ساخت کشور کانادا به آزمودنی های گروه های مکمل و فعالیت بدنی و گروه مکمل داده شد. از آزمودنی ها خواسته شد تا روزانه ۱ عدد کپسول هزار میلی گرمی امگا ۳ طی ۱۶ هفته مصرف کنند. شایان یادآوری است که مقدار مصرفی مورد نظر براساس اطلاعات موجود در پیشینه تحقیقات (۶) نظر متخصصان تغذیه و بر پایه جامعه ایرانی انتخاب شد. رژیم غذایی آزمودنی ها براساس راهنمایی های اولیه و خودگزارشی آزمودنی ها و با استفاده از پرسشنامه ثبت ۳ روزه رژیم غذایی کنترل شد (۱۸). به این صورت که آزمودنی ها در روز اول پرسشنامه مذکور را تکمیل کردند و این روند در فواصل زمانی ۷۲ ساعت (هر ۳ روز یکبار) تکرار می شد. اطلاعات به دست آمده از پرسشنامه ها برای بررسی وضعیت تغذیه ای آزمودنی ها طی تحقیق مورد استفاده قرار گرفت.

#### د) اندازه گیری های خونی

نمونه گیری خونی به منظور تعیین سطوح سرمی کلسیم یونیزه (میلی مول بر لیتر)، کلسیتونین (پیکوگرم بر میلی لیتر) و پاراتورمون (پیکومول بر میلی لیتر) در حالت پایه (قبل از شروع برنامه تمرینی) و در انتهای هفته شانزدهم در حالت ناشتا از آزمودنی ها به عمل آمد. به منظور جلوگیری از تأثیرات حاد شرکت در برنامه تمرینی و مصرف مکمل بر نتایج تحقیق، تمامی اندازه گیری ها در مرحله پس از آزمون، در روز بعد از اتمام تمرینات (با فاصله

زمانی ۲۴ ساعت از آخرین وهله تمرین با مصرف مکمل) صورت گرفت. سطوح سرمی کلسیم یونیزه با استفاده از دستگاه کلسیم آنالایزر ۶۳۴ (Bayer, USA)، سطوح سرمی پاراتورمون با کمی لومینومینسنت لومینومتر (Immulate, Diagnostic Products Corporation) و با استفاده از کیت (Diagnostic Products Corporation, USA) و کلسیتونین سرمی با روش رادیو ایمنواسی و با استفاده از کیت (SI Bio international ORIS group, france) اندازه گیری شد.

#### ه) تجزیه و تحلیل یافته‌های تحقیق

به منظور تجزیه و تحلیل یافته‌های تحقیق از روش‌های آماری تحلیل واریانس یکطرفه، تی همبسته و آزمون تعقیبی LSD در سطح معنی داری  $p < 0/05$  استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS ویژه ویندوز با نسخه ۱۵ انجام گرفت.

#### نتایج و یافته‌های تحقیق

داده‌های جدول ۱ نشان می‌دهد که آزمودنی‌های چهار گروه تحقیق از لحاظ ویژگی‌های بدنی و فیزیولوژیک، در شرایط پایه همسان بودند و اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند ( $P > 0/05$ ). برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، ابتدا سطوح پلاسمایی کلسیتونین، پاراتورمون و کلسیم یونیزه به تفکیک گروه، در زمان‌های مختلف (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) از طریق تی همبسته با یکدیگر مقایسه شدند. نتایج تی همبسته نشان داد که سطوح پلاسمایی کلسیتونین در گروه‌های مکمل و فعالیت ( $P = 0/001$ )، فعالیت ( $P = 0/001$ ) و مکمل ( $P = 0/001$ ) در پس‌آزمون نسبت به وضعیت پایه از لحاظ آماری اختلاف معنی داری داشت. در گروه کنترل اختلاف معنی داری در سطوح پلاسمایی کلسیتونین در پس‌آزمون نسبت به وضعیت پایه مشاهده نشد ( $P = 0/591$ ) (نمودار ۲). همچنین در مرحله پس‌آزمون نسبت به وضعیت پایه اختلاف معنی داری در سطوح پلاسمایی پاراتورمون در گروه‌های مکمل و فعالیت ( $P = 0/001$ )، فعالیت ( $P = 0/016$ ) و مکمل ( $P = 0/002$ ) مشاهده شد، این در حالی بود که در گروه کنترل این مقادیر اختلاف معنی داری را نشان نداد ( $P = 0/684$ ) (نمودار ۱).

جدول ۱- ویژگی های فردی زنان باینس غیرورزشکار در چهار گروه تحقیق از نظر همسانی گروه ها

متغیر / گروه	سن (سال)	قد (سانتی متر)	وزن (کیلوگرم)	شاخص توده بدن (کیلوگرم/مترمربع)	درصد چربی (%)	حداکثر اکسیژن مصرفی (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )
مکمل و فعالیت	۵۸/۲ ± ۲/۳۵	۱۵۷/۳ ± ۷/۲۱	۵۷/۸۵ ± ۷/۳۵	۲۳/۴۷ ± ۶/۵۲	۲۲/۸۹ ± ۳/۲۸	۳۰/۹۴ ± ۳/۱۲
فعالیت	۵۷ ± ۷/۵	۱۵۸ ± ۶/۴۳	۵۹/۷۷ ± ۱۰/۶۶	۲۳/۹۲ ± ۵/۲۷	۲۳/۳۱ ± ۴/۲۱	۳۱/۱۷ ± ۴/۳۱
مکمل	۵۸/۵ ± ۲/۱	۱۵۸/۹ ± ۷/۸۱	۵۸/۳۹ ± ۹/۷۳	۲۳/۴۹ ± ۶/۳۹	۲۳/۶۴ ± ۳/۴۹	۳۰/۸۶ ± ۲/۹۹
کنترل	۵۷/۲ ± ۲/۱۷	۱۵۸/۹ ± ۶/۵۴	۵۸/۶۵ ± ۹/۹۱	۲۳/۵۸ ± ۴/۳۲	۲۳/۴۱ ± ۴/۵۳	۳۰/۵۲ ± ۳/۳۶
سطح معنی داری	۰/۱۲۷	۰/۰۹۸	۰/۰۷۹	۰/۰۹۱	۰/۰۸۷	۰/۰۸۶

\* P < ۰/۰۵

تغییرات کلسیم یونیزه در پس آزمون نسبت به وضعیت پایه در هیچ یک از گروه های چهارگانه اختلاف معین داری را نشان نداد ( $P > ۰/۰۵$ ) (جدول ۲ و نمودار ۳). به منظور مقایسه تغییرات کلسیتونین، پاراتورمون و کلسیم یونیزه در چهار گروه، به دلیل پیوسته بودن متغیرها از آزمون تحلیل واریانس یکطرفه استفاده شد. نتایج این آزمون نشان داد که در حالت پایه سطوح پلاسمایی کلسیتونین ( $p = ۰/۶۹۰$ )، پاراتورمون ( $p = ۰/۹۷۸$ ) و کلسیم یونیزه ( $p = ۰/۹۴۱$ ) اختلاف معنی داری بین گروه ها نداشت، اما در مرحله پس آزمون اختلاف معنی داری در سطوح پلاسمایی کلسیتونین ( $p = ۰/۰۰۱$ ) و پاراتورمون ( $p = ۰/۰۰۱$ ) بین گروه ها مشاهده شد. در این مرحله سطوح پلاسمایی کلسیم یونیزه ( $p = ۰/۶۱۹$ ) بین گروه ها اختلاف معنی داری نشان نداد (جدول ۳). باتوجه به اختلاف موجود در میانگین های سطوح پلاسمایی کلسیتونین و پاراتورمون در بین گروه ها در مرحله پس آزمون، به منظور تعیین محل اختلاف ها از آزمون تعقیبی LSD استفاده شد. نتایج این آزمون نشان داد که در مورد متغیر پاراتورمون اختلاف مشاهده شده در مرحله پس آزمون بین گروه مکمل و فعالیت با گروه های فعالیت ( $P = ۰/۳۳$ )، مکمل ( $P = ۰/۰۰۱$ ) و گروه کنترل ( $P = ۰/۰۰۱$ ) و نیز بین گروه فعالیت با گروه های مکمل ( $P = ۰/۰۴۲$ ) و کنترل ( $P = ۰/۰۰۱$ ) و همچنین بین گروه مکمل با گروه کنترل ( $P = ۰/۰۰۲$ ) است. در مورد

کلسیتونین نیز اختلاف مشاهده شده در این مرحله بین گروه مکمل و فعالیت با گروه‌های فعالیت ( $P=0/001$ )، مکمل ( $P=0/001$ ) و کنترل ( $P=0/001$ ) و نیز بین گروه فعالیت با گروه‌های مکمل ( $P=0/001$ ) و کنترل ( $P=0/001$ ) و همچنین بین گروه مکمل و کنترل ( $P=0/001$ ) است. در مورد سطوح پلاسمایی کلسیم یونیزه در مرحله پس‌آزمون بین گروه‌ها اختلافی مشاهده نشد که نتایج آزمون LSD نیز این امر را تأیید می‌کند.

جدول ۳ - مقایسه میانگین پاراتورمون، کلسیتونین و کلسیم یونیزه به تفکیک گروه در زمان‌های مختلف (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) در چهار گروه از زنان یائسه غیرورزشکار

سطح معنی داری	انحراف استاندارد		میانگین		گروه	**آماره
	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون		متغیر
*.0/001	۸/۴	۶/۴	۱۷/۳	۴۲/۱	مکمل و فعالیت	پاراتورمون (پیکومول بر میلی لیتر)
*.0/016	۹/۲	۵/۹	۲۷/۸	۳۷/۹	فعالیت	
.0/684	۷/۹	۸/۶	۳۵/۹	۴۳/۳	مکمل	
*.0/001	۴/۶	۶/۹	۴۹/۸	۳۹/۴	کنترل	
*.0/001	۷/۲	۰/۴۱	۲۰/۶	۱/۳۱	مکمل و فعالیت	کلسیتونین (پیکوگرم بر میلی لیتر)
*.0/001	۵/۹	۰/۶۱	۱۴/۸	۱/۲۷	فعالیت	
*.0/001	۶/۷	۰/۵۲	۹/۲	۱/۳۴	مکمل	
.0/591	۰/۸۲	۰/۷۱	۱/۲۴	۱/۴۰	کنترل	
.0/591	۰/۵۳	۰/۳۹	۱/۲۹	۱/۲۷	مکمل و فعالیت	کلسیم یونیزه (میلی مول بر لیتر)
.0/581	۰/۳۶	۰/۴۱	۱/۲۳	۱/۲۲	فعالیت	
۱/000	۰/۱۹	۰/۲۹	۱/۲۴	۱/۲۴	مکمل	
۱/001	۰/۱۹	۰/۴۹	۱/۲۵	۱/۳۰	کنترل	

\* P &lt; 0/05

\*\* تی همبسته



جدول ۳ - مقایسه میانگین تغییر سطح کلسیتونین، پاراتورمون و کلسیم یونیزه در چهار گروه از زنان یائسه غیرورزشکار در مرحله پس آزمون

متغیر	آماره**	واریانس	مجموع مجذورات	میانگین مجذورات	*سطح معنی داری
پاراتورمون (پیکومول بر میلی مول)	بین گروهی	۳۴۹۰/۴۷۵	۱۱۶۳/۴۹۲	۰/۰۰۱*	
	درون گروهی	۲۶۹/۳۰۰	۷/۴۸۱		
	مجموع	۳۷۵۹/۷۷۵			
کلسیتونین (پیکوگرم بر میلی مول)	بین گروهی	۲۰۵۵/۲۷۵	۶۸۵/۰۹۲	۰/۰۰۱*	
	درون گروهی	۸۲/۵۰۰	۲/۲۹۲		
	مجموع	۲۱۳۷/۷۷۵			
کلسیم یونیزه (میلی مول بر لیتر)	بین گروهی	۰/۲۷۵	۰/۰۹۲	۰/۶۱۹	
	درون گروهی	۵/۵۰۰	۰/۱۵۳		
	مجموع	۵/۷۷۵			

\*\* تحلیل واریانس یکطرفه

\*  $P < 0.05$

## بحث و نتیجه گیری

در پژوهش حاضر، تأثیر فعالیت های هوزای تحمل وزن با شدت متوسط و مصرف مکمل امگا ۳ بر روی هورمون های تنظیم کننده سوخت و ساز کلسیم در زنان یائسه غیرورزشکار بررسی شد. نتایج تحقیق نشان داد که سطوح سرمی کلسیم یونیزه در تمامی گروه ها در پس آزمون نسبت به حالت پایه تغییر معنی داری نداشت. با وجود این در انتهای هفته شانزدهم نسبت به حالت پایه سطوح سرمی کلسیتونین در گروه های مکمل و فعالیت،

فعالیت و مکمل به طور معنی داری افزایش یافت. همچنین سطوح سرمی پاراتورمون در پس آزمون نسبت به حالت پایه در گروه های مکمل و فعالیت و فعالیت به طور معنی داری کاهش یافت. با این حال کاهش مشاهده شده در مقادیر سرمی پاراتورمون در گروه مکمل از لحاظ آماری معنی دار نبود. نشان داده شده است که افزایش سطوح سرمی کلسیتونین همزمان با کاهش مقادیر پاراتورمون متعاقب فعالیت های بدنی ممکن است به کاهش سرعت از دست دادن بافت استخوان و در نهایت حفظ یا افزایش تراکم املاح استخوان منجر شود (۹). به طوری که ارتباط معنی دار بین کاهش سطوح سرمی پاراتورمون و افزایش تراکم املاح استخوان و نیز ارتباط مثبت و معنی دار بین مقادیر کلسیتونین و تراکم استخوانی ستون فقرات متعاقب برنامه فعالیت های بدنی شاید دلیلی بر این ادعا باشد (۹). باتوجه به تأثیر فعالیت بدنی بر هورمون های تنظیم کننده سوخت و ساز کلسیم، به نظر می رسد که شرکت در فعالیت های بدنی با ایجاد تعادل مثبت کلسیم موجب افزایش توده استخوانی می شود (۱۰). با این حال مطالعات موجود در این زمینه نتایج ضد و نقیضی ارائه داده اند (۱، ۱۲، ۱۶، ۱۷، ۲۰). به طوری که آلتو و همکاران (۲۰۰۳) با بررسی پاسخ های هورمونی به فعالیت های آبی در زنان یائسه بی تحرک، افزایش معنی داری (۴۵ درصدی) در مقادیر سرمی کلسیتونین گزارش کردند (۱). تورسن (۱۹۹۷) نشان داد که یک جلسه پیاپی تأثیر معنی داری بر مقادیر کلسیتونین در زنان یائسه نداشته است (۲۰). لین و همکاران (۲۰۰۵) نیز افزایش معنی داری در سطوح کلسیتونین متعاقب فعالیت های استقامتی و قدرتی در زنان میانسال گزارش کردند (۱۲). در مقابل مطالعات دیگری، تغییر معنی داری در مقادیر کلسیتونین سرمی متعاقب شرکت در برنامه فعالیت های بدنی گزارش نکردند (۱۶، ۱۷). عدم همخوانی نتایج این پژوهش با دیگر تحقیقات شاید به نوع و شدت برنامه تمرینی استفاده شده در این تحقیق نسبت داده شود. متأسفانه به دلیل فقدان مدارک علمی و مستند در این زمینه تاکنون هیچ ساز و کاری برای توجیه نتایج تحقیق حاضر گزارش نشده است. با این حال به نظر می رسد که مصرف مکمل امگا ۳ همزمان با شرکت در برنامه فعالیت های بدنی می تواند با افزایش سطوح پلاسمایی کلسیتونین در زنان یائسه، جذب استخوانی ناشی از فعالیت استئوکلاست ها را کاهش دهد و به ایجاد تعادل مثبت استخوانی کمک کند.

یافته های تحقیق حاضر مبنی بر کاهش مقادیر سرمی پاراتورمون متعاقب شرکت در برنامه تمرینی تا حدودی با نتایج تحقیقات انجام گرفته در این زمینه مغایر است. نشان داده شده که شرکت در برنامه فعالیت های

بدنی ممکن است افزایش (۴، ۵، ۱۴، ۱۷، ۲۶)، کاهش (۱، ۱۰، ۲۵) یا عدم تغییر (۲۰) سطوح پاراتورمون شود. در تحقیقات زیادی پاسخ پاراتورمون به فعالیت های بدنی به طور گسترده بررسی شده است. با این حال در پیشینه تحقیقات موجود در این زمینه به ندرت می توان تحقیقی یافت که پاسخ هورمون های تنظیم کننده سوخت و ساز کلسیم به تمرینات طولانی مدت به ویژه در زنان یائسه را مورد بررسی قرار داده باشد. در این تحقیق فعالیت بدنی با شدت متوسط همزمان با مصرف امگا۳ و بدون مصرف امگا۳ موجب کاهش مقادیر پاراتورمون در زنان یائسه شد. همسو با نتایج تحقیق حاضر، آئو و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که شرکت در فعالیت های آبی ممکن است کاهش معنی داری در سطوح سرمی پاراتورمون زنان یائسه بی تحرک ایجاد کند (۱). ایواموتو و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۴) نیز با بررسی تأثیر برنامه تمرینات ۷ تا ۱۱ هفته ای بر سطوح هورمون های تنظیم کننده کلسیم در رت های جوان، مقادیر پاراتورمون کمتری را برای گروه فعالیت در مقایسه با گروه کنترل گزارش دادند (۱۰). افزایش در سطوح پاراتورمون نیز در تحقیقات جداگانه ای گزارش شده است (۱۳، ۱۴، ۱۷، ۲۶). پاسخ متفاوت پاراتورمون به فعالیت بدنی را در مقایسه با تحقیقات دیگر می توان به نوع و شدت برنامه تمرینی استفاده شده در این تحقیقات نسبت داد. برنامه های تمرینی مورد استفاده در این پژوهش ها اغلب شدید و حاد (یک جلسه ای) بودند. این در حالی است که در تحقیق حاضر از برنامه تمرینی با شدت متوسط و به مدت ۱۶ هفته استفاده شد. در حال حاضر ساز و کاری که کاهش مقادیر سرمی پاراتورمون در پاسخ به فعالیت بدنی و مصرف اسیدهای چرب امگا۳ را توجیه کند، به درستی شناخته نشده است. با این حال ثابت شده است که ترشح پاراتورمون تحت تأثیر مقادیر کلسیم خارج سلولی قرار دارد و افزایش سطوح کلسیم یونیزه از افزایش مقادیر سرمی پاراتورمون جلوگیری می کند (۱۷). در این تحقیق، سطوح کلسیم یونیزه در پس آزمون نسبت به حالت پایه تغییری نشان نداد. با این حال مقادیر سرمی پاراتورمون در انتهای هفته شانزدهم نسبت به حالت پایه به استثنای گروه کنترل در دیگر گروه ها کاهش یافت. در تحقیق حاضر با توجه به اینکه سطوح کلسیم یونیزه تغییر معنی داری نداشته است و از سوی دیگر با توجه به شدت پایین برنامه تمرینی که احتمال دخالت عواملی مانند بروز اسیدوز و ترشح کاتکولامین ها در پاسخ پاراتورمون به برنامه تمرینی موجود را بسیار ضعیف می سازد. به نظر می رسد که فعالیت بدنی و مصرف مکمل امگا۳ در بروز چنین پاسخی نقش اساسی داشته باشند. نشان داده شده

که فعالیت بدنی بسته به نوع، شدت و مدت زمان انجام آن ممکن است به عنوان یکی از عوامل تعدیل‌کننده سطوح پاراتورمون مطرح باشد (۳، ۴، ۵).

ثابت شده که فعالیت بدنی ممکن است سطوح سرمی کلسیم یونیزه را تغییر دهد (۲۰، ۲۶). با این حال تأثیر مصرف همزمان مکمل امگا ۳ و فعالیت بدنی و حتی مصرف امگا ۳ به تنهایی روی سطوح سرمی کلسیم یونیزه بررسی نشده است. عدم تغییر در مقادیر سرمی کلسیم یونیزه در تحقیق حاضر نشان می‌دهد که سطوح سرمی کلسیم یونیزه در زنان یائسه تحت تأثیر فعالیت بدنی و مصرف امگا ۳ قرار نگرفته است. همسو با نتایج تحقیق حاضر، تورسن و همکاران (۱۹۹۷) تغییر معنی‌داری در مقادیر سرمی کلسیم یونیزه متعاقب شرکت در فعالیت‌های شدت متوسط در زنان یائسه گزارش نکردند (۲۰). با این حال، در پژوهش‌های دیگر نشان داده شده است که در پاسخ به فعالیت بدنی سطوح سرمی کلسیم یونیزه تغییر می‌یابد (۹، ۱۳، ۱۷، ۲۶). عدم تغییر مقادیر سرمی کلسیم یونیزه در تحقیق حاضر شاید به شدت کم برنامه‌تیمیزی استفاده‌شده مربوط است. نشان داده شده که بخشی از تغییرات ایجادشده در مقادیر کلسیم یونیزه متعاقب فعالیت‌های بدنی شدید به تغییرات pH خون مربوط است (۱۳). براساس نتایج تحقیقات انجام‌شده در این زمینه، اجرای برنامه‌های تیمیزی با شدت ثابت بدون افزایش سطوح اسید لاکتیک تأثیری بر سطوح کلسیم یونیزه نداشته است (۱۳). تحریک سیستم آدرنژیک که در پاسخ به فعالیت‌های بدنی شدید ایجاد می‌شود نیز ممکن است روی سطوح سرمی کلسیم یونیزه تأثیر بگذارد (۲۶). بنابراین عدم تغییر سطوح سرمی کلسیم یونیزه در تحقیق حاضر تا حدودی نیز می‌تواند شاید به دلیل عدم تحریک سیستم آدرنژیک تحت تأثیر شدت کم برنامه‌تیمیزی استفاده‌شده باشد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که میانگین تغییرات کلسیتونین و پاراتورمون در گروه مکمل و فعالیت بیشتر از گروه‌های فعالیت و مکمل بوده است. به نظر می‌رسد که افزایش معنی‌دار در مقادیر کلسیتونین و نیز کاهش معنی‌دار در سطوح پاراتورمون تحت تأثیر مصرف همزمان امگا ۳ و تمرینات بدنی بوده که این تغییرات ممکن است تأثیر معنی‌داری بر سلامت استخوان داشته باشد. همچنین بررسی میانگین تغییرات کلسیتونین و پاراتورمون در گروه‌های فعالیت، مکمل و کنترل نشان داد که این تغییرات در گروه فعالیت بیشتر از گروه مکمل و در گروه مکمل نیز بیشتر از گروه کنترل بوده است. این یافته‌ها نشان می‌دهد که هم فعالیت بدنی و هم امگا ۳

ممکن است مقادیر کلسیتونین و پاراتورمون را که نقش اساسی در سلامت استخوان دارند، به طور معنی داری تغییر دهند.

نتایج پژوهش های اخیر نشان دادند که ارتباط مثبت و معنی داری بین مصرف امگا-۳ و سلامت بافت استخوان وجود دارد (۶، ۸، ۱۵، ۲۲). این مسئله شاید به دلیل نقشی است که اسیدهای چرب خانواده امگا-۳ در مهار فعالیت استئوکلاست ها و نیز تحریک و افزایش فعالیت استئوپلاست ها دارند (۲۳). اطلاعات موجود در این زمینه نشان می دهد که تاکنون این گروه از اسیدهای چرب کمتر برای مقابله با کاهش تراکم استخوانی در انسان مورد توجه قرار گرفته اند و اطلاعات اندکی در این زمینه و بویژه درباره تأثیر این گروه از اسیدهای چرب بر بافت استخوانی در زنان یائسه وجود دارد (۱۹). با این حال اطلاعات موجود در این زمینه نشان می دهد که ۱۲ هفته مصرف مکمل ایکوزاپنتائونیک اسید (EPA) افزایش معنی داری در تراکم املاح استخوانی زنان یائسه ایجاد کرده است (۱۹). همچنین تراکم استخوانی بالایی برای زنان یائسه ای که در برنامه غذایی شان به اندازه کافی از روغن ماهی (به عنوان غنی ترین منبع امگا-۳) استفاده می کردند، در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شده است (۱۵، ۱۹، ۲۳). در تحقیق دیگری، ارتباط معکوس و معنی داری بین نسبت اسید چرب امگا-۶ به اسید چرب امگا-۳ موجود در رژیم غذایی (n6/n3) و تراکم استخوانی در استخوان ران گزارش شده، به طوری که با افزایش سهم اسید چرب امگا-۶ در برنامه غذایی، تراکم استخوانی در این افراد به طور معنی داری کاهش داشته است (۲۱). این در حالی است که در برخی تحقیقات تأثیرات سودمند اسیدهای چرب امگا-۳ بر روی تراکم استخوانی در زنان در دوره قبل و بعد از سن یائسگی مشاهده نشد (۲، ۷، ۲۱). مطالعات انجام گرفته بر روی موجودات آزمایشگاهی نیز تأثیرات سودمند مصرف اسیدهای چرب امگا-۳ بر تراکم املاح استخوانی را تأیید می کنند (۲۲). سان و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که استفاده از برنامه غذایی سرشار از روغن ماهی در مقایسه با رژیم های غذایی حاوی امگا-۶ به طور معنی داری از کاهش تراکم املاح استخوان در موش های ماده ای که تخمدان آنها خارج شده بود جلوگیری کرد (۱۵). در مجموع به نظر می رسد که استفاده از غذاهای سرشار از اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه و به ویژه امگا-۳ تأثیر معنی داری بر سلامتی بافت استخوانی در انسان دارد. متأسفانه تاکنون ساز و کاری برای توجیه نتایج چنین تحقیقاتی گزارش نشده است. با این حال به نظر می رسد که تغییرات ایجاد شده در پروستاگلندین ها، اکسیداسیون چربی ها، جذب کلسیم و فعالیت استئوپلاست ها و استوکلاست ها،

مسئول بخشی از این ساز و کار باشد (۸، ۱۵). نشان داده شده که مصرف اسید چرب امگا ۳ با کاهش نسبت اراشیدونیک اسید به ایکوزاپنتائونیک اسید (AA/EPA)، تولید پروستاگلندین E2 را که مهم‌ترین پروستاگلندین در گیر در سوخت و ساز استخوان است، کاهش می‌دهد و از این طریق موجب تحریک فرایندهای درگیر در استخوان‌سازی و در نتیجه افزایش تراکم املاح استخوانی می‌شود (۸). از سوی دیگر، افزایش تراکم املاح استخوانی همزمان با مصرف امگا ۳ ممکن است به دلیل کاهش یا مهار فعالیت استئوکلاست‌ها یا افزایش یا تحریک فعالیت استئوبلاست‌ها در بافت استخوانی باشد. این تغییرات شاید تا حدودی با تغییرات ایجاد شده در هورمون‌های تنظیم‌کننده سوخت و ساز کلسیم ارتباط داشته باشد.

نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که متعاقب ۱۶ هفته تمرینات هوازی با شدت متوسط و مصرف امگا ۳، سطوح سرمی کلسیتونین به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد و غلظت پاراتورمون کاهش معنی‌داری را نشان می‌دهد، این در حالی است که غلظت کلسیم یونیزه تغییر معنی‌داری نداشته است. این نتایج بر تأثیر احتمالی مصرف اسیدهای چرب خانواده امگا ۳ و انجام فعالیت‌های بدنی هوازی روی فرایند استخوان‌سازی در زنان یائسه تأکید دارد. با وجود این، ساز و کار این فرایند همچنان مبهم است و نیاز به تحقیقات بیشتری دارد.

## منابع و مآخذ

1. Alev. A and Yurtkuran, M. (2003). "Evaluation of hormonal response and ultrasonic changes in the heel bone by aquatic exercise in sedentary postmenopausal women". *Am J Phys Med Rehabil*, 82, PP:942-949.
2. Bassey, EJ., Littlewood, JJ. (2000). "Lack of effect of supplementation with essential fatty acids on bone mineral density in healthy pre – and postmenopausal women: two randomized controlled trials of effacal v. calcium alone". *Br J Nutr*. 83, PP: 629-635.
3. Bouxsein ML, Marcuse R. (1994). "Overview of exercise and Bone mass", *Reum Dis Clin N AM*. 1994. PP:787 – 802.

4. Brahm, H., Piehl- Aulin. K. (1997). "Bone metabolism during exercise and recovery: the influence of plasma volume and physical fitness calcify tissue Int". 61, PP:192-198.
5. Brahm, H., Piehl- Aulin, K. (1996). "Biochemical markers of bone metabolism during distance running in healthy, regularly exercising men and women", scand J Med Sci Sports. 6, PP:26-30.
6. Brouce, AW., Li, Yong. (2001). "Omega3 polyunsaturated fatty acids and skeletal health". Society for experimental biology and medicine, 6, PP:485-497.
7. Dodin, S., Lemay, A.(2005). "The effects of flaxseed dietary supplement on lipid profile, bone mineral density, and symptoms in menopausal women: a randomized, double – blind, wheat germ placebocontrolled clinical trial". J Clin Endocrinol Metab. 90, PP:1390-1397.
8. Griel, AE., Penny, MK.(2007). "An increase in dietary n3 fatty acids decreases a marker of bone resorption in humans". Nutrition Journal, 6, 2, PP:1175-1182.
9. Grimstone S, Tanguay K. (1993). "The calciotropic hormone response to changes in serum calume during exercise in female long distance runners". Journal on Clin endocrine Metab. Vol. 76, (4),PP: 426-32.
10. Iwamoto, J., Takeda, and T. (2001). "Effects of exercise training and detraining on bone mineral density in postmenopausal women with osteoporosis". Journal of Orthopedic science. 6, PP:128-132.
11. Kruger MC, Coetzer H. (1998). "Calcium, Gamma – linoleic acid and Eicosapentaenoic acid supplementation in senile osteoporosis". Journal of Aging. 10:PP:385-94.
12. Lin Linda, L. and Hsieh S. (2005). "Effects of strength and endurance exercise on calcium – regulating hormones between different levels of physical activity". Journals of Mechanics in Medicine and Biology. 5 (2),PP: 267-275.

13. Ljunghall, S., Joborn, H.(1998). "Increase in serum parathyroid hormones levels after prolonged physical exercise". *Med Sci Sports Exerc.* 20, PP:122-5.
14. Maimoun, L., Manetta, J. (2006). "The intensity level of physical exercise and the bone metabolism response". *Int J sports Med.* 27, PP:105-111.
15. Matsushita, H., Barrios, JA. (2008). "Dietary fish oil results in a greater bone mass and bone formation indices in aged ovariectomized rats". *J Bone Miner Metab.* 26, PP:241-247.
16. O' Neill, ME., Wilkison, M. (1990). "The effects of exercise on circulating immunoreactive calcitonin in men". *Horm Metab Res.* 22(10), PP:549-550.
17. Rong, H., Berg, U. (1997). "Effect of acute endurance and strength exercise on circulating calcium regulating hormones and bone markers in young healthy males". *Scand J Med Sci Spor.* 7(3), PP:152-9.
18. Tartibian B, Motab N. (2008). "Effect of 9-week high intensity aerobic exercise on hormones and markers of metabolism of bone formation in young women". *Research Jour of Biol Sci.* 3 (5): PP:519-524.
19. Terano, T. (2001). "Effect of omega3 polyunsaturated fatty acid ingestion on bone metabolism and osteoporosis". *World Rev Nutr Diet.* 88, PP:141-147.
20. Thorsen, K., Kristoffersson, R. (1996). "The effects of brisk walking on markers of bone and calcium metabolism in postmenopausal women". *Calcified Tissue Int.* 58, PP:221-225.
21. Tosun, A. Bolukbas, N. (2006). "Acute effects of a single session of aerobic exercise with or without weight – lifting on bone turnover in healthy young women". *Mod Rheumatol.* 16, PP:300-304.
22. Takada, H., washino, K. (1998). "Response of parathyroid hormone to anaerobic exercise in adolescent female athletes". *Acta paediatrica Japonica.* 40, PP:73-77.



23. Vanek Cand., and Connor, WE., (2007). "Do n3 fatty acids prevent osteoporosis"? *Am J Clin Nutr.* 85, PP:647-8.

24. Watkins, BA. (2003). "Modulatory effect of omega3 polyunsaturated fatty acids on osteoblast functions and bone metabolism". *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids.* 68, PP:387-398.

25. Weiss L, Barrett – Connor E, Von Muhlen D,(2005). "Ratio of n3 to n6 fatty acids and bone mineral density in older adults: the rancho bernardo study". *Am J Clin Nutr.* 81:PP:934-8.

26. Yeh, JK. And Aloia, JF. (1990). "Effect of physical activity on calciotropic hormone and calcium balance in rats". *Am J Physiol.* 258, PP:E263-268.

27. Zerath, E., Holy, X. (1997). "Effect of endurance training on post exercise parathyroid hormone levels in elderly men". *Med Sci Sports exerc.* 29(9), PP:1139-1145.