

تغییرات هورمون پاراتیروئید و نشانگر تشکیل استخوان به دنبال یک جلسه**فعالیت استقامتی حاد در دختران جوان غیرفعال**سید عبدالله هاشم‌ورزی^۱، دکتر ضیاء فلاح محمدی^۲**چکیده:**

زمینه و هدف: هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر یک جلسه فعالیت استقامتی حاد بر غلظت هورمون پاراتیروئید (PTH) و نشانگر تشکیل استخوان آلکالین فسفات (ALP) دختران جوان غیرفعال با میانگین سنی $21/95 \pm 1/22$ سال، قد $161/65 \pm 3/1$ سانتی‌متر و وزن $63/07 \pm 2/2$ کیلوگرم بود.

مواد و روش‌ها: بدین منظور ۲۰ نفر دانشجوی دختر ۲۵-۲۰ سال به طور تصادفی به دو گروه استقامتی و کنترل (هر گروه ۱۰ نفر) تقسیم شدند. برنامه تمرینی در گروه استقامتی شامل ۴۵ دقیقه دویدن روی نوارگردان با Vo_2Max ۴۵٪ بود. خون‌گیری پایه ۲۴ ساعت قبل از فعالیت و در حالت ناشتا، و سپس در دو مرحله (۱۵ دقیقه و ۲۴ ساعت) پس از انجام فعالیت، انجام شد. داده‌ها با استفاده از آزمون اندازه‌گیری‌های مکرر، آزمون تعقیبی LSD و T مستقل در سطح معناداری $P \leq 0/05$ تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد، با انجام یک جلسه فعالیت ورزشی حاد، مقادیر هورمون پاراتیروئید و آلکالین فسفات در گروه استقامتی در مراحل مختلف ($P=0/001$) افزایش می‌یابد که این افزایش معنادار است.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج پژوهش حاضر، می‌توان گفت که اجرای یک جلسه فعالیت استقامتی حاد در دختران جوان غیرفعال، مقادیر PTH و ALP را افزایش می‌دهد و می‌تواند به عنوان یک رهیافت غیردارویی و کاربردی برای افزایش تراکم استخوانی و پیشگیری از پوکی استخوان در سال‌های بعدی زندگی مد نظر قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: فعالیت بدنی حاد، هورمون پاراتیروئید، آلکالین فسفات، دختران غیرفعال

۱. هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ساری

۲. دانشیار دانشگاه مازندران

Determination of Parathyroid Hormone and Marker of Bone Formation Changes After One Session of Acute Endurance Activity in Untrained Young Girls

Hashemvarzi. S. A (MS)

FallahMohammadi. Z (Ph. D)

Abstract

Introduction: The aim of this study was investigate the effect of one session endurance activity on Parathyroid Hormone (PTH) and Marker of Bone Formation Alkaline Phosphatase (ALP) in untrained young girls with the averages of age 21.95 ± 1.22 yrs, height 161.65 ± 3.1 cm and weight 63.07 ± 2.2 kg.

Method: 20 young girls students (20-25 years old) were divided randomly in two groups of endurance and control. Exercise protocols in endurance group included running on a treadmill and for 45 minutes with $45\% V_{O_2}$ max. Blood sample were collected in three stages (in base, 15 minutes and 24 hours after the activity). Data was analyzed via repeated measures, post hoc least significant difference (LSD) and independent t-test in level $P \leq 0.05$.

Results: Results showed that the concentration of PTH and ALP increased significantly in endurance group in different stages after one session of acute endurance activity ($P=0/001$).

Conclusion: The present research showed one session of endurance activity in untrained young girls increase PTH and ALP and so these activities can be used as an unmedical treatment and increase bone density and prevent of osteoporosis during past of years.

Key words: Acute physical activity, Parathyroid hormone, Alkaline phosphatase, Untrained girls.

مقدمه

امروزه فعالیت بدنی به عنوان یک عامل قابل اصلاح و مهم نقش عمده‌ای در رسیدن به اوج توده استخوانی در طول سال‌های اول زندگی و کاهش ضایعات استخوانی در سال‌های آتی دارد (۱). توده استخوانی یک فرد مسن بستگی به میزان توده استخوانی وی در دهه سوم زندگی دارد و این امر نیز به عوامل ژنتیکی، مادرزادی، تغذیه، هورمون‌ها، روش زندگی، داروها، بیماری‌ها و فعالیت بدنی بستگی دارد (۲)، لذا بررسی این عوامل جهت رفع یکی از مشکلات اصلی سلامت عمومی افراد جامعه که کاهش تراکم معدنی استخوان و به دنبال آن پوکی استخوان (استئوپروز)^۱ می‌باشد، ضروری به نظر می‌رسد. در بین عوامل یاد شده، هورمون پاراتیروئید^۲ (PTH) که مهمترین عامل هموستاز کلسیم در بدن است، نقش بارزی در متابولیسم استخوان دارد (۳). این هورمون توسط غدد پاراتیروئید ترشح شده و پلی پپتیدی است که از ۸۴ اسیدآمینو ساخته شده است و وظیفه آن افزایش کلسیم خون می‌باشد. نیمه عمر PTH حدود ۴ دقیقه است و جرم مولکولی آن ۹/۴ کیلو دالتون می‌باشد.

این هورمون از مؤلفه‌های اصلی جرم استخوان در بزرگسالان بوده و ارتباط تنگاتنگی با روند کاهش توده استخوانی و در نهایت پوکی استخوان و شکستگی‌ها دارد. ترشح این هورمون به طور عمده تحت کنترل میزان یون کلسیم سرم است (۴). هنگامی که سطح یون کلسیم سرم پایین می‌آید ترشح PTH تحریک می‌شود و هنگامی که میزان آن به بالاتر از حد طبیعی (۱۰/۵-۸/۵ ml/dl) می‌رسد ترشح PTH مهار می‌شود (۲،۴،۵). در این سازوکار، کلسیم از طریق تعامل با گیرنده‌های حساس به کلسیم در غشای سلول‌های غدد پاراتیروئید ترشح این هورمون را تنظیم می‌کند، به طوری که سطح این هورمون به دقت توسط یک چرخه بازخورد منفی در یک دامنه بسیار باریک تنظیم می‌شود (۶،۷،۸). از طرفی دیگر، به دلیل اثر PTH در افزایش تحول استخوان، معمولاً سطح آلکالین فسفات^۳ (ALP) سرم که یک نشانگر تشکیل استخوان است، افزایش می‌یابد. آلکالین

1 Osteoporosis

2 Parathyroid hormone

3 Alkaline Phosphatase

فسفات یک آنزیم هیدرولاز است که وظیفه آن جدا سازی گروه‌های فسفات از انواع مولکولها است. در انسانها در همه بافتهای بدن وجود دارد اما در کبد، مجرای صفرا، کلیه و استخوان غلظت بیشتری دارد. افزایش سطح ALP از مقدار طبیعی (۲۰ تا ۱۴۰ IU/L) نشانه تشکیل فعال استخوان می باشد زیرا ALP فرآورده جانبی فعالیت استئوبلاست می باشد (۹). از آنجایی که آلکالین فسفات برای رسوب معدنی طبیعی ضروری است، لذا به منظور درک اثر آنابولیکی PTH بر میزان فعالیت استئوبلاستیک^۱، می‌توان با اندازه‌گیری سطح سرمی آلکالین فسفات آن را ارزیابی کرد (۱۰،۶).

تحقیقات نشان می‌دهند، کاربرد متناوب پاراترومون، از طریق افزایش بازجذب استخوان، می‌تواند از کاهش تراکم استخوان مهره‌های کمری در زنان جوانی که کمبود استروژن دارند جلوگیری کند. درحالی که کاربرد مداوم آن، توده استخوان را کاهش می‌دهد (۱۰). علاوه بر این، هورمون پاراتیروئید با مقدار پایین در کوتاه مدت در افراد مبتلا به کمبود استروژن از پوکی استخوان پیشگیری می‌کند و نیز موجب افزایش چشمگیری در میزان PTH پلاسما بعد از فعالیت استقامتی در افراد تمرین‌نکرده نسبت به افراد تمرین‌کرده و فعال می‌شود (۱۱). از آنجایی که غلظت هورمون پاراتیروئید تحت تأثیر فعالیت‌های بدنی قرار می‌گیرد، چنین به نظر می‌رسد که تفاوت در غلظت پاراتیروئید با شدت و مدت تمرین در ارتباط بوده و برای تغییر در میزان این هورمون، به فعالیت بدنی با شدت و مدت معین نیاز می‌باشد (۳،۱۲). در مطالعه‌ای که توسط مایمون^۲ و همکاران (۲۰۰۶) بر روی دوچرخه‌سواران زن انجام شد، افزایش قابل توجهی در مقادیر هورمون پاراتیروئید در پایان ورزش و در طول مدت بازگشت به حالت اولیه گزارش شد (۱۳).

اگرچه در اکثر پژوهش‌ها، میزان هورمون پاراتیروئید هم در طول تمرین و هم بلافاصله پس از تمرین افزایش پیدا کرده (۳،۱۴،۱۵،۱۶،۱۷) اما ظهور نشانگرهای متابولیکی استخوان یا مشاهده نشده (۴،۱۸،۱۹) یا ۲۴ و ۷۲ ساعت پس از انجام فعالیت بدنی افزایش نشان داده است (۹،۱۶). تورستن و همکاران (۱۹۹۷) در مطالعه خود روی زنان جوان دریافتند که نشانگرهای بیوشیمیایی نوسازی کلاژن استخوان افزایش یافت و هموستاز کلسیم و PTH به دنبال یک جلسه تمرین استقامتی متوسط تغییر کرد (۲۰). رودبرگ^۳ و همکاران (۲۰۰۰) نیز عنوان کردند، یک جلسه

1 Osteoblastic

2 Maimoun

3 Rudberg

فعالیت بدنی حاد در زنان غیر فعال موجب می شود که آکالین فسفات یک اثر آنابولیکی بر متابولیسم استخوان داشته باشد (۱۷).

بنابراین به دلیل این که آکالین فسفات اولین نشانگری است که در روند تشکیل استخوان ظهور پیدا می کند (۱۸)، و از سویی دیگر در پژوهش ها کمتر به آن اشاره شده است، در پژوهش حاضر این نشانگر مورد بررسی قرار گرفته است. شاکلفورد^۱ و همکاران (۲۰۰۴) اثر تمرینات مقاومتی را روی ۵ مرد و ۴ زن که در فضا اقامت داشته و دچار کاهش تراکم استخوانی شده بودند را مورد مطالعه قرار دادند. این محققین دریافتند، پس از ۱۷ هفته انجام این تمرینات، آکالین فسفات ۶۴٪ و PTH ۱۸٪ افزایش داشته است. آنان اثر درمانی این تمرینات به عنوان عاملی جهت پیشگیری از کاهش تراکم استخوانی را مورد تأیید قرار دادند (۵). به طور کلی، پژوهش ها نشان می دهند که فعالیت بدنی یکی از تغییر دهنده های مهم غلظت PTH است که به عواملی مانند شدت، مدت و نوع تمرین وابسته است (۳،۱۲،۲۱). یکی از ویژگی های مهم پژوهش حاضر که آن را از سایر پژوهش های انجام شده متمایز می سازد بررسی تغییرات پاراتورمون و آکالین فسفات در ۱۵ دقیقه و ۲۴ ساعت پس از انجام فعالیت استقامتی می باشد که محقق تاکنون به پژوهشی که چنین ویژگی ای را داشته باشد، دست نیافته است. بنابراین با توجه به فقر حرکتی و افزایش هزینه های درمانی ناشی از آن در کشور ما و همچنین عدم توجه کافی به اندک زمان آموزشی اختصاص داده شده به فعالیت بدنی در دبیرستان ها (یک جلسه در هفته) و دانشگاه ها (تربیت بدنی ۱ و ۲) در سنینی که بدن قادر به است به اوج تراکم استخوانی خود دست یابد، محقق به دنبال یافتن پاسخ این پرسش است که یک جلسه فعالیت بدنی استقامتی حاد چه تأثیری بر هورمون پاراتیروئید و آکالین فسفات دختران جوان غیرفعال ۲۵-۲۰ سال دارد؟

مواد و روش ها

الف) آزمودنی های پژوهش و نحوه انتخاب آنها

نمونه آماری پژوهش، ۲۰ نفر از دانشجویان دختر غیر فعال ۲۵-۲۰ سال بودند که به صورت داوطلبانه و بر اساس مصاحبه و پرسش نامه از بین ۶۰ دانشجوی مستقر در خوابگاه، حائز شرکت در پژوهش شدند. بر اساس اطلاعات بدست آمده، هیچ یک از آنها سابقه ورزشی، بیماری و

اختلالات هورمونی اثرگذار بر متابولیسم استخوان نداشته و در زمان پژوهش تحت درمان دارویی نبودند. آزمودنی‌ها به صورت تصادفی به دو گروه کنترل و استقامتی (هر گروه ۱۰ نفر) تقسیم شدند. در مرحله مقدماتی، قد و وزن آزمودنی‌ها با استفاده از قدسنج و ترازوی دیجیتال سکا^۱ (ساخت آلمان) اندازه‌گیری و سپس BMI هر فرد نیز محاسبه شد. سپس حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها از طریق آزمون نوارگردان بروس بر حسب میلی‌لیتر بر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه محاسبه شد (۲۲). به منظور تعیین ضربان قلب تمرین آزمودنی‌ها نیز از آزمون کارونن^۲ استفاده گردید (۲۳). جدول ۱ ویژگی‌های فردی آزمودنی‌های دو گروه را نشان می‌دهد.

جدول ۱. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها به تفکیک دو گروه استقامتی و کنترل*

ویژگی	سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی متر)	BMI (کیلوگرم/متر مربع)	حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر بر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه)
استقامتی	۲۲/۵ ± ۱/۵۵	۶۲/۹۰ ± ۸/۲	۱۶۱/۲۰ ± ۲/۰	۲۴/۱۴ ± ۲/۷۲	۳۲/۹۶ ± ۸/۰۱
کنترل	۲۱/۴ ± ۰/۹	۶۳/۲۵ ± ۵/۰	۱۶۲/۱۰ ± ۴/۲	۲۴/۲۴ ± ۲/۷۷	۳۲/۷۸ ± ۹/۸۸

* اطلاعات بر اساس میانگین و انحراف معیار ارائه شده است.

ب) برنامه تمرینی

پس از انجام مطالعات مقدماتی، در روز آزمون جهت تعیین مقادیر پایه هر یک از شاخص‌های مورد نظر در پژوهش (هورمون پاراتیروئید و آلکالین فسفات) خون‌گیری پایه انجام شد. به منظور جلوگیری از هرگونه تغییرپذیری درون گروهی، به آزمودنی‌ها توصیه شد که رعایت شرایط اولیه شرکت در تحقیق از جمله پیروی از غذای سلف سرویس دانشگاه، عدم مصرف مکمل‌ها و خودداری از انجام هرگونه فعالیت بدنی را مدنظر داشته باشند. آزمودنی‌های گروه استقامتی، پس از ۳ تا ۵ دقیقه گرم کردن روی نوارگردان Power jack 100 با سرعت ۳ کیلومتر در ساعت و شیب صفر، با افزایش تدریجی سرعت نوارگردان، سرعت خود را نیز افزایش می‌دادند تا به ضربان قلب از پیش تعیین شده خود در دامنه ۴۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی برسند. سپس این شدت

¹ Seca

² Karvonen

به مدت ۴۵ دقیقه حفظ می‌شد، تا جایی که ۵ تا ۱۰ دقیقه آخر به تدریج کاهش می‌یافت تا سرانجام به صفر برسد (۱۸).

ج) خون‌گیری و آنالیز آزمایشگاهی

خون‌گیری در سه مرحله از هر دو گروه در شرایط کاملاً مشابه به عمل آمد. یک مرحله قبل از انجام برنامه تمرینی، جهت تعیین مقادیر پایه در وضعیت ناشتا، و سپس دو مرحله پس از اجرای برنامه تمرینی، یک بار ۱۵ دقیقه، و بار دیگر ۲۴ ساعت پس از اتمام فعالیت، از ورید بازویی دست غیربرتر آزمودنی‌ها، توسط متخصص آزمایشگاهی انجام شد. نمونه‌های خونی بلافاصله به آزمایشگاه انتقال داده شد و پس از سانتریفیوژ و تهیه سرم و پلاسما برای آزمایش‌های مربوطه مورد استفاده قرار گرفت. PTH سرمی به روش رادیو ایمنونواسی توسط دستگاه السیس^۱ (بر حسب پیکوگرم بر میلی‌لیتر) و آلکالین فسفات سرم به روش کینتیک فتومتر، توسط دستگاه سلکترا ای^۲ (بر حسب واحد بین‌المللی بر لیتر (IU/L)) سنجیده شد.

د) روش‌های آماری

برای توصیف و تجزیه و تحلیل آماری از آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد. داده‌ها بوسیله برنامه کامپیوتری SPSS، نسخه ۱۶، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. با توجه به این که نتایج آزمون کلموگروف - اسمیرنوف نشان داد، داده‌ها از توزیع طبیعی برخوردارند، بنابراین برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون‌های پارامتریک، استفاده شد. به منظور بررسی تغییرات درون گروهی در مراحل مختلف از آزمون اندازه‌گیری‌های مکرر^۳، و برای بررسی تغییرات بین گروهی از آزمون T مستقل استفاده شد. سپس از آزمون تعقیبی LSD برای بررسی این موضوع که اختلاف تغییرات کدام مرحله معنادار است، استفاده شد. اختلاف معنادار آماری نیز در سطح $P \leq 0.05$ تعیین شد.

یافته‌ها

جدول ۳ میانگین و انحراف معیار متغیرهای پژوهش دو گروه را در مراحل مختلف پژوهش نشان می‌دهد. همان‌طور که در جدول نشان داده شده است، مقادیر PTH و ALP در گروه استقامتی، در

1 Elecsys

2 Selectra E

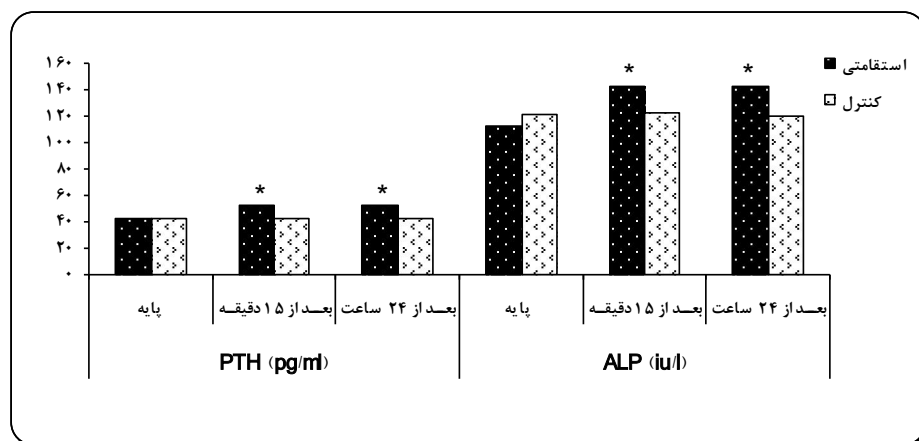
3 Repeated Measures

مراحل مختلف فعالیت، نسبت به مقادیر پایه افزایش معناداری یافته است. به عبارت دیگر، افزایش PTH از لحاظ آماری در گروه استقامتی ($P = 0/001$) در ۱۵ دقیقه و ۲۴ ساعت پس از اجرای فعالیت معنادار بود. افزایش ALP نیز به لحاظ آماری در گروه استقامتی به ترتیب در ۱۵ دقیقه و ۲۴ ساعت پس از انجام فعالیت ($P = 0/001$ و $P = 0/003$) معنادار بود. از طرفی دیگر، با توجه به داده‌های جدول، مقادیر PTH و ALP در ۱۵ دقیقه و ۲۴ ساعت بعد از فعالیت در گروه استقامتی، نسبت به گروه کنترل افزایش معناداری پیدا کرده است ($P \leq 0/05$). این تغییرات در نمودار ۱ نیز به وضوح نشان داده شده است.

جدول ۳. میانگین و انحراف معیار متغیرهای پژوهش در دو گروه، در مراحل مختلف

گروه	متغیر / مرحله	پایه	۱۵ دقیقه بعد از فعالیت	۲۴ ساعت بعد از فعالیت
استقامتی	PTH (pg/ml)	۴۲/۲۳ ± ۴/۵۲	۵۳/۰۰ ± ۳/۸۴ Φ †	۵۲/۶۲ ± ۳/۷۵ Φ †
	ALP (iu/l)	۱۲۲/۸۰ ± ۱۴/۲۶	۱۴۲/۱۰ ± ۱۲/۹۹ Φ †	۱۴۳/۱۰ ± ۱۲/۱۶ Φ †
کنترل	PTH (pg/ml)	۴۲/۵۶ ± ۴/۴۹	۴۲/۵۰ ± ۳/۸۳	۴۲/۳۴ ± ۴/۴۱
	ALP (iu/l)	۱۲۱/۴۰ ± ۱۴/۰۱	۱۲۲/۱۰ ± ۱۳/۴۶	۱۲۰/۵۰ ± ۱۴/۵۲

(Φ): نشانه اختلاف معناداری نسبت به مقدار پایه (\dagger): نشانه اختلاف معناداری نسبت به گروه کنترل



(*) نشانه اختلاف معناداری نسبت به گروه کنترل

نمودار ۱. تغییرات PTH و ALP در دو گروه کنترل و استقامتی در مراحل مختلف

بحث و نتیجه گیری

هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر یک جلسه فعالیت استقامتی حاد بر غلظت هورمون پاراتیروئید و آلکالین فسفات دختران جوان غیرفعال بود. نتایج نشان داد، انجام یک جلسه فعالیت استقامتی با ۴۵٪ Vo₂Max در مدت ۴۵ دقیقه باعث افزایش معنادار مقادیر PTH و ALP در مراحل مختلف پس از فعالیت می شود. میانگین درصد تغییرات هورمون PTH قبل و بعد از ۱۵ دقیقه از انجام فعالیت در گروه استقامتی ۲۵ درصد و قبل و بعد از ۲۴ ساعت از انجام فعالیت، ۲۴ درصد بود. این نتایج با یافته های اسکات^۱ (۲۰۱۰)، مرکریس^۲ (۲۰۰۶)، مایمون (۲۰۰۵)، بوسیدا (۲۰۰۳)، آلی توسون (۲۰۰۶) و ترتیبیان (۱۳۸۷) مبنی بر این که غلظت هورمون PTH بعد از فعالیت بدنی نسبت به قبل از آن افزایش معناداری می یابد، همسو می باشد. این محققین اذعان داشتند، فعالیت بدنی از عوامل مؤثر بر تغییرات PTH است که تفاوت در غلظت آن بستگی به مدت، شدت و نوع فعالیت دارد. آنان سن را نیز از عوامل اثرگذار بر مقادیر PTH ذکر کرده اند، به طوری که با افزایش سن، به دلیل کاهش تراکم استخوانی، میزان این هورمون بالا می رود (۹،۱۴،۲۳،۲۴،۲۵).

افزایش سطوح PTH سرمی شاید مستقیماً انعکاسی از اثر کاهش سطوح سرمی یون های کلسیم به عنوان عامل تنظیم گر عمده در ترشح PTH باشد ولی سازوکاری که با آن ورزش ترشح این هورمون را تحریک کند هنوز در پرده ابهام باقی مانده است (۳،۲۵). با وجود این، یافته های محققان ارتباط قوی بین غلظت یون های کلسیم خارج سلولی و ترشح PTH را گزارش کرده اند. به گونه ای که کاهش یون کلسیم منجر به افزایش این هورمون و افزایش یون کلسیم موجب کاهش ترشح آن می شود (۳). فعالیت بدنی به افزایش جذب روده ای یون کلسیم، کاهش دفع ادراری آن و در نتیجه به افزایش سطوح PTH می انجامد (۲۶). با این حال، محققین بیان کرده اند که اثر فعالیت بدنی بر درجه ای از تغییر ترشح PTH و مقادیر یون های کلسیم که رابطه معکوس با هم دارند، شاید منعکس کننده تفاوت هایی در شدت و مدت ورزش باشد (۲۰،۲۴،۲۷).

تغییرات PTH در پژوهش حاضر با یافته‌های باری (۲۰۰۷) همخوانی ندارد. وی در مطالعه‌ای کاهش مقادیر PTH پس از ۲ ساعت دوچرخه سواری با شدت متوسط را گزارش کرد که با پژوهش حاضر در تضاد می‌باشد. وی علت این کاهش را سطح آمادگی افراد ذکر کرد که می‌تواند به عنوان یک عامل اثرگذار بر غلظت این هورمون مورد توجه قرار گیرد (۲۸). بنابراین، به نظر می‌رسد این تضاد می‌تواند ناشی از همین عامل (میزان آمادگی آزمودنی‌ها) باشد. از نظر جان و همکاران (۲۰۰۵)، یکی دیگر از عوامل مؤثر بر هورمون PTH جنس آزمودنی‌ها می‌باشد. وی در مطالعه‌ای که بر روی مردان ۲۹-۲۰ ساله انجام داد، مشاهده کرد مقادیر این هورمون به دنبال تمرین هوازی کاهش می‌یابد که با تحقیق حاضر که (بر روی دختران ۲۵-۲۰ ساله انجام شده) افزایش مقادیر PTH را در گروه استقامتی (هوازی) نشان داد، مغایرت دارد (۲۶). بدین ترتیب، احتمالاً علت این تناقض را می‌توان در جنس آزمودنی‌ها جستجو کرد.

در خصوص آلکالین فسفات (ALP)، میانگین درصد تغییرات این متغیر قبل و بعد از ۱۵ دقیقه از انجام فعالیت در گروه استقامتی، ۱۵ درصد و قبل و بعد از ۲۴ ساعت از انجام فعالیت، به ترتیب ۱۶ درصد بود. این نتایج نشان دهنده آن است که مقادیر آلکالین فسفات در گروه استقامتی، بعد از فعالیت نسبت به قبل از آن افزایش معناداری یافته است، ولی در گروه کنترل چنین تغییراتی مشاهده نمی‌شود. این نتایج با یافته‌های آلبی توسون (۲۰۰۶) و ترتیبیان (۱۳۸۷) همخوانی دارد (۱۴،۲۳). همچنین نتایج رودبرگ و همکاران (۲۰۰۰) در این زمینه نشان داد، ۲۰ دقیقه دویدن با شدت متوسط به مدت ۳۰ تا ۴۰ دقیقه موجب افزایش آلکالین فسفات می‌شود (۱۷). مارتا^۱ نیز در سال ۲۰۰۷ گزارش کرد، آلکالین فسفات در پاسخ به ۲ ساعت دوچرخه سواری با شدت ۸۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی افزایش می‌یابد (۲۷). در پژوهش حاضر به نظر می‌رسد شدت تمرین با سطوح آلکالین فسفات گردش خون همبستگی مثبت دارد، به گونه‌ای که افزایش آلکالین فسفات در این مطالعه باعث انتقال فشارهای مکانیکی به درون سیگنال‌های بیوشیمیایی می‌شود و تشکیل یا معدنی شدن استخوان را افزایش می‌دهد (فرضیه انتقال فشارهای مکانیکی) (۱۱،۱۰).

بم بن^۲ و همکاران (۲۰۰۶) در پژوهشی متعاقب یک جلسه تمرین مقاومتی با شدت کم در مردان (۱۸) و بوش جیل^۳ و همکاران (۲۰۰۵) به دنبال سه پروتکل ورزشی جهشی متفاوت (۱۶)

1 Martha

2 Bemben

3 Bush Jill

هیچ تغییری در میزان غلظت آلکالین فسفات مشاهده نکردند که با یافته‌های پژوهش حاضر مغایرت دارد و به نظر می‌رسد علت این تناقض، ناشی از نوع، شدت و مدت فعالیت و نیز جنس آزمودنی‌های تحقیق باشد.

با نگاه کلی به تحقیقات انجام شده می‌توان پاسخ‌های متفاوت PTH و ALP در یافته‌های پژوهشی را به نوع برنامه تمرینی یا آزمون‌گیری، شدت و مدت آن، زمان بازگشت به حالت اولیه، سن، جنس و توان جسمی آزمودنی‌ها که در پاسخ به فعالیت می‌تواند متفاوت باشد، نسبت داد. این تفاوت در بین افراد می‌تواند ناشی از فاکتورهای محیطی (تغذیه و سطح آمادگی افراد) و یا ژنتیکی باشد (۱۴). نکته‌ای که اکثر پژوهش‌ها بر آن تأکید دارند، اثر مثبت ورزش و فعالیت بدنی بر تراکم استخوان است که از عوامل مهم تعیین‌کننده غلظت هورمون پاراتیروئید می‌باشد و این امر نیز عامل مهمی در مهار پوکی استخوان به شمار می‌رود (۱۲، ۲۱، ۲۹). از سویی دیگر برخی مطالعات اذعان دارند که فعالیت بدنی بیش از حد، نه تنها موجب افزایش یا حفظ تراکم استخوانی نمی‌گردند، بلکه منجر به کاهش آن می‌شود (۴).

به‌طور خلاصه بر اساس نتایج پژوهش حاضر، می‌توان گفت یک جلسه فعالیت بدنی استقامتی حاد در مدت ۴۵ دقیقه منجر به افزایش میزان PTH می‌گردد و به دنبال آن نشانگر تشکیل استخوانی آلکالین فسفات نیز افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر، مقایسه گروه استقامتی با گروه کنترل، مؤید این مطلب است که از یک جلسه فعالیت استقامتی در هفته هم می‌توان بهترین بهره را جهت افزایش تراکم استخوانی و در نتیجه ارتقاء سطح سلامت برد.

منابع

1. Alkhiary YM, Gerstefeld LC, Krall E, Weatmore M, Sato M, Mital BH and Einhorn TA. (2005). Enhancement of experiment fracture healing by systemic administration of recombinant human parathyroid hormone (pth 1- 34). *Journal of Bone and Joint surgery*. 89:731-741.
2. Anissa Bouassida, Imed Latiri, semi Bouassida, Dalenda Zalleg, Monia Zaouali, Youssef Feki, Najoua Gharbi, Abdolkarim Zbidi, and Zouhair Tabka. (2006). Parathyroid hormone and physical exercise: A Brief Review. *Journal of sport science and medicine*. 5:367-374.
3. Tartibiyan B, Motabesaei N. (2008). Effects of 9-Weeks High Intensity Aerobic Exercises on Parathyroid Hormone and Marker of Metabolism of Bone Formation in Young Women. *Olympic* 16(4):79-88.

4. Anthony B. Hodsman, Douglas C. Bauer, David W. Dempster, Larry Dian, David A. Hanley, Steven T. Harris, David L. Kendler, Michael R. McClung, Paul D. Miller, Wojciech P. Olszynski, Eric Orwoll, and Chui Kin Yuen. (2005). Parathyroid Hormone and Teriparatide for the Treatment of Osteoporosis: A Review of the Evidence and Suggested Guidelines for Its Use. *Endocrine Reviews*. 26(5):688-703.
5. Shackelford LC, Leblanc AD, Driscoll TB, Evans HJ, Rianon NJ, Smith SM, Spector E, Feeback DL and Lai D. (2004). Resistance exercise as a countermeasure to disuse-induced bone loss. *Journal of Applied Physiology*. 97(1):119-2.
6. Scott JP, Sale C, Greeves JP, Casey A, Dutton J, Fraser WD (2011). The role of exercise intensity in the bone metabolic response to an acute bout of weight-bearing exercise. *J Appl Physiol*.;110(2):423-32.
7. Borer, Katarina T. (2005). Physical Activity in the Prevention and Amelioration of Osteoporosis in Women: Interaction of Mechanical, Hormonal and Dietary Factors. Review Article. *Sports Medicine*. 35(9):779-830.
8. Hideaki Ueki, Masataka Akagami, Toshifumi Oyamada, Hiroyasu Yoshikawa, Yoshinari Katayama, Masa-aki Oikawa and Takashi Yoshikawa. (2003). Effect of exercise on thyroid, parathyroid and Bone in very young thoroughbreds. *J.E quine sci*. 14(2):51-58.
9. Scott JP, Sale C, Greeves JP, Casey A, Dutton J, Fraser WD (2010). The effect of training status on the metabolic response of bone to an acute bout of exhaustive treadmill running. *J Clin Endocrinol Metab*.;95(8):3918-25.
10. Yuko shibata, Isao ohsawa, Tomoyuki watan be , Takayuki Miura and Yuzo sato. (2003). Effect of physical training on Bone Mineral Density and Bone Metabolism. *Anthropology and Applid Human science*. 22(4):203-208.
11. Jamsa T, Vainionpaa A, Korpelainen R, Vihriala E and Leppaluoto J. (2004). Effect of daily physical activity on proximal femur. *Clinical Biomechanics Award*. 21(1):1-7.
12. Barry DW, Kohrt WM. (2007). Acute effects of 2 hours of moderate- intensity Cycling on serum paratiroid hormone and calcium. *Calcif Tissue Int*.80(6):359-65.
13. Maimoun I, Manetta J, Couret I, Dupuy AM, Mariano JP, Goulart k, Micallef H, Peruchon E and Rossi M. (2006). The intensity level of physical exercise and the bone metabolism response. *International Journal of sport medicine*. 27:105-111.
14. Aliye Tosun, Nesrin Bolukbashi, Elif Cingi, Mehmet Beyazova, Mustafa Unlu (2006). Acute effects of a single session of aerobic exercise with or without weight-lifting on bone turnover in healthy young women. *Mod Rheumatol*. 16:300-304.
15. Bouassida A, Zalleg D, Ajina MZ, Gharbi N, Duclis M, Richalet JP. (2003). Parathyroid hormone concentration during and after two period of high intensity exercise with and without an intervening recovery period. *Eur J App Physiol*. 88:339-44.
16. Bush Jill, A kennedy, Thomas F Ang, Boon Clarke, Mark SF. (2005). Bone remodeling and ground reaction force response to three different acute jump exrcise protocols. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 37(5):S15.
17. Rudberg A, Magnusson P, Larson L, Joborn H. (2000). Serum Isoforms of bone alkaline phosphatase increase during physical exercise in women. *Calcif Tissue Int*. 66:342-7.

18. Bemben Debra, Facsm palmer, Ian Abe, Takeshi Sato, Yoshiaki Cramer, Joel Bemben, Michael Facsm. (2006). Effects of a single bout of low intensity KAATSU resistance training on markers of bone turnover in men. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 38(5): S531.
19. Ginni f Maddalozzo, Jeffrey J Widrick, Bradly J Cardinal, Kerrim Winters-stone, Mark A Hoffman and Christine M snow. (2007). The Effect of hormone replacement therapy and resistance training on spine mineral in early postmenopausal women. *Bone*. 40:1244-1251.
20. Thorsen K, Kristofferson A, Hultdin J. (1997). Effects of moderate endurance exercise on calcium, parathyroid hormone and markers of bone metabolism in young women. *Calcif Tissue Int*. 60(1):16-20.
21. Shen CL, Williams TS, Chyu ME, Paige RL, Stephens AL, Chauncey KB, Prabhu FR, Ferris Lt, Yeh JK. (2007). Comparison of the effects of Tai Chi and resistance training on bone metabolism in the elderly: a feasibility study. *Am J Chin med*. 35:369-381.
22. Pollak and Vilmor. Exercise in health and *clinical exercise physiology*. Translated by Nazem Farzad, Fallahmohammadi Zia. Buali Sina university publication. 2000. 99-102.
23. Tartibiyani B, Khorshii M. Predication of physiological indexes in exercise. Teimurzade publication. 2005. 185-186.
24. Maimoun L, Simar D, Caillaud C, Peruchon E, Sultan C, Rossi M, Mariano-Goulart D. (2005). Response of bone metabolism related hormones to a single session of strenuous exercise in active elderly subjects. *Journal of sport science and medicine*. 26(3):251-8.
25. Merciris C, Schi HZ, legoupil N, Marty Morieux C, Devernejoul MC and Geoffroy V. (2006). Over-expression of TIMP-1 in osteoblasts increases the anabolic response to PTH. *return to scirus*. *Bone*. 40(1):75-83.
26. John T Potts. (2005). Parathyroid hormone: past and present. Endocrine Unit, Department of Medicine, The Massachusetts General Hospital and Harvard Medical School. 149, Thirteenth Street, Room 4013 charlertown, boston, massachastts. 21 14, usa: 3 11-325.
27. Martha S M. (2007). The association between serum Thyroid- stimulating hormone in its reference range and bone statue in postmenopausal American woman: *Bone*. 40(4).1128-1138.
28. Cengizhan Ozgurbuz. (2003). Osteoporosis and physical activity. *Turkish Journal of endocrinology and metabolism*. 3:101-105.
29. Tamas L, Huttova J, Mistrk I, Kogan G (2002). Effect of Carboxymethyl Chitin-Glucan on the Activity of Some Hydrolytic Enzymes in Maize Plants. *Chem. Pap*. 56 (5): 326-329.

