پاسخ نشانگرهای متابولیسم استخوانی به تمرینات هوازی با محدودیت جریان خون و مکمل‌گیری ویتامین D در زنان بالای ۳۵ سال

مرتضی نقیبی*

دکتری فیزیولوژی، عضو هیئت علمی، دانشکده تربیت‌بدنی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بهبهان

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۷/۲۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۹/۱۰

چکیده

پوکی استخوان با کاهش موادمعدنی استخوان‌ها مشخص شده و موجب شکنندگی استخوان‌ها می‌شود. هدف از پژوهش حاضر، تعیین اثر ۸ هفته تمرین هوازی با محدودیت جریان خون و مکمل‌گیری ویتامینD بر بعضی از نشانگرهای متابولیسم استخوانی زنان میانسال بود. در این پژوهش ۳۰ زن با سن ٤٢,٧٦±٧,٤٤سال، قد ٥,٧٤±١٥٧,٩٠سانتی متر، وزن ٧٠,٥٥±٩,٦٨کیلوگرم و توده‌بدنی ٢٨,٣٣±٣,٨٧ کیلوگرم بر متر مربع که برای تندرستی تمرین می کردند، در سه‌گروه ۱۰ نفری شامل دوگروه تمرین هوازی با و بدون محدودیت جریان خون که هر دو مکمل ویتامینD مصرف می‌کردند و یک‌گروه کنترل بدون فعالیت با مصرف شبه دارو تقسیم شدند. گروه‌های تجربی به مدت ۸ هفته، هفته‌ای ۳ روز و روزی یک ساعت همراه با مصرف ٤۰۰ واحد ویتامینD تمرین کردند. غلظت نشانگرهای کلسیم و فسفر به روش فتومتریک و آلکالین فسفات به روش DGKc (استاندارد انجمن بیوشیمی آلمان) پیش و پس از تمرینات با آزمایش سرم خون اندازه‌گیری شدند. جهت بررسی توزیع داده‌ها، از آزمون کولموگروف اسمیرنوف و برای بررسی میزان تاثیرگذاری تمرینات و تفاوت میان گروه‌ها از تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری استفاده شد. تاثیر تمرینات هوازی با محدودیت جریان خون و مصرف ویتامینD بر آلکالین فسفاتاز و فسفر، با وجود تاثیرات خوب، معنی‌دار نبوده، اما بر کلسیم معنی‌دار بوده است. همچنین مقایسه میان‌گروهی نشان داد تفاوت میان آلکالین فسفات و فسفر گروه‌ها غیرمعنی‌دار، اما در کلسیم به نفع گروه محدودیت جریان خون معنی‌دار بوده است. هر دو روش تمرین هوازی با و بدون محدودیت جریان خون با مکمل‌گیری ویتامینD تاثیرات مفیدی بر املاح استخوانی داشته و از روند پوکی استخوان در بانوان جلوگیری نموده اما، روش با محدودیت جریان خون تاثیر بیش‌تری دارد.

کلیدواژه‌ها: تمرین هوازی، محدودیت جریان خون، نشانگرهای متابولیسم استخوان، ویتامینD.

Response of ostosis metabolic markers to aerobic exercise with blood flow restriction and vitamin D supplement among middle aged females

Naghibi, M.

Faculty Member and Coach of Department of Physical Education and Sports Sciences, Islamic Azad University, Behbahan Branch

Abstract

Osteoporosis is characterized by low bone mineral density resulting into an increased risk of fracture (9). The aim of the study is determine the effect of aerobic exercise with blood flow restriction (BFR) and vitamin D supplementation on ostosis metabolic markers (OMM) among middle aged females. In this study 30 females with age of 42.76±7.44, height of 157.90±5.74, weight of 70.55±9.68 and BMI of 28.33±3.87, divided in three groups of 10 subjects, randomly. Two empirical Groups with and without BFR, both with vitamin D supplementation, one hour before training, performed aerobic exercise during eight weeks, three days a week, one hour a day, with 50 - 70% intensity of maximal heart rate. Density of OMM, calcium, phosphorous and alkaline phosphate examined in lab, 48 hours before and after training period in saving status before breakfast. Aerobic power of empirical groups determined with 12 minutes run/ walking cooper test. For data analysis used descriptive statistics, ANOVA and analysis variance with repeated measures. Results showed that eight weeks exercise with BFR and vitamin D supplementation, the density of calcium and phosphorous increased significantly. The density of Alkaline - phosphate did not show variation significantly. In the other hand, only the rate of calcium showed variation significantly, which increased in without BFR more than others. In conclusion, aerobic exercise with and without BFR and vitamin D supplementation can increase the density of OMM, calcium, phosphorous and alkaline- phosphate. But only the density of calcium showed increasing significantly.

Keywords: Aerobic Exercise, Blood Flow Restriction, Ostosis Metabolic Markers, Vitamin D.

*. mortezanaghibi@gmail.com

مقدمه

کلسیم، فسفر و آلکالین فسفات نشانگرهای متابولیسم استخوان است که افزایش یا کاهش آن‌ها تأثیرات فراوانی بر تراکم استخوان‌ها می‌گذارد و هر نوع اختلال در متابولیسم استخوانی و مواد معدنی موجود در آن ممکن است منجر به پوکی استخوان و دیگر ضایعات استخوانی غیرقابل جبران شود. عوامل گوناگونی در تغییرات نشانگرهای متابولیسم استخوانی مؤثر است که از آن جمله می‌توان به عوامل داخلی نظیر جنسیت، هورمون و عوامل خارجی نظیر شیوه زندگی اشاره نمود (۱). مطالعات نشان داده است که عوامل محیطی نظیر تغذیه، نور آفتاب و عوامل ژنتیکی نیز تأثیرات قابل توجهی بر ایجاد و استمرار روند کاهش تراکم استخوان در افراد دارند (۲،۳). عواملی که منجر به ایجاد اختلال در متابولیسم استخوان می‌شوند شامل کمبود پاراتیروئید هورمون که موجب بهم خوردن تنظیم سطوح کلسیم می‌شود، هورمون رشد و عامل رشد شبه انسولین، استروژن‌ها و آندروژن‌ها، هورمون تیروئید، کورتیزول و گلوکوکورتیکوئیدها و بارهای مکانیکی می‌باشند (٤). در میان نشانگرهای متابولیسم استخوانی، آلکالین فسفات یک آنزیم ضروری به شمار می‌رود. آلکالین فسفات ممکن است عامل ایجاد کننده فرآیند استخوان‌سازی تلقی شود، که موجب شکسته شدن فسفات غیرآلی از فسفات‌های آلی می‌شود و تولید کلسیم- فسفات را زیاد می‌کند، توانایی معدنی شدن نیز، موجب شکسته شدن پیروفسفات غیرعالی شده که خود یک عامل بازدارنده معدنی شدن است (۵)؛ همچنین، آلکالین فسفات عامل تنظیم‌کننده تکثیر سلولی و انتقال فسفات است (٦). دو نشانگر متابولیسم استخوانی دیگر، کلسیم و فسفر نیز موجب افزایش توده استخوانی شده و موجب نظم ضربان قلبی، رقت خون، انتقال پیام‌های عصبی، انقباض عضلانی و شکل‌گیری استخوان ها می‌شوند (۷). با توجه به این‌که، یکی از عوامل کاهش تراکم استخوان، جذب نشدن کافی کلسیم و فسفر در روده است، ویتامین D را می‌توان ماده‌ای مهم در افزایش جذب کلسیم و فسفر و پیشگیری از کاهش تراکم استخوان برشمرد. کمبود ویتامین D موجب کاهش تونیسیته عضلانی، عدم آرامش و لرزش می‌شود. ویتامین D نقش مهمی در کنترل هموستاتیک کلسیم دارد که همراه هورمون پاراتیروئید و کلسی‌تونین، تنظیم‌کنندهٔ بزرگ کلسیم به شمار می‌رود (۸).

از سوی دیگر، کشش‌های مکانیکی نیز ممکن است بر سلول‌های استخوانی و شکل و وضعیت آن‌ها تاثیر بگذارند (۹). در این زمینه نشانگرهای زیست شیمی، تغییراتی را که در توده استخوانی بر اثر فشار مکانیکی وارد می‌شود، توضیح می‌دهد. فشار یا اضافه بار مکانیکی به استخوان موجب زمینه تحریک الکتریکی استخوان و در نتیجه افزایش استخوان و تغییر شکل نقطه‌ای که فشار بر آن وارد شده، می‌گردد (۵). در سال‌های اخیر دربارهٔ تأثیر فعالیت‌های ورزشی در استحکام استخوان‌ها پژوهش‌های بسیاری انجام گرفته است. این مطالعات نشان می‌دهد فعالیت بدنی بر توسعه، حفظ و نگهداری توده استخوان تاثیر عمده‌ای داشته است (۵،۱۰). به‌طوری‌که تمرینات سوئدی، هوازی، دویدن، جاگینگ و وزنه‌برداری که حداقل سه بار در هفته انجام شود، موجب تراکم استخوان اسفنجی و متراکم در اندام‌های فوقانی و تحتانی می‌شود؛ همچنین، مشخص شده است که تمرین بدنی موجب تغییر غلظت کلسیم و هورمون پاراتیروئید سرم و پلاسما می‌شود. از آنجایی که تغذیه

در ایجاد بیش‌ترین چگالی استخوانی- اسکلتی در زمان رشد و نیز حفاظت اسکلت در مقابل کمبود کلسیم در دوران بلوغ نقش دارد، لذا اولین قدم در پیشگیری یا درمان کاهش تراکم استخوان در تمام سنین، برقراری تغذیه مناسب و اطمینان از دریافت کافی کلسیم و ویتامین D است. مطالعات نشان می‌دهد که به دنبال تغییرات هورمونی در دوران یائسگی، کاهش تودهٔ استخوان شروع می‌شود، لذا جهت حفظ توده استخوان در زنان به مقادیر بالاتری از کلسیم و ویتامین D نیاز است (۸)؛ از سوی دیگر، شواهد تجربی حاکی از آن است که تمرینات نسبتاً شدید ورزشی که بیش از شش ماه به طول می‌انجامد، در مقایسه با تمرینات با تکرار بالا و فشار اندک در افزایش تراکم استخوان موثرتر می‌باشند. نتایج بیش‌تر پژوهش‌ها نشان داده است که تمرینات طولانی به‌مدت ٦ تا ٣٦ ماه، تراکم معدنی استخوان را افزایش داده‌اند. تمرینات بدنی با تغییر در سطوح هورمون‌ها و عوامل تنظیم هموستاز کلسیم، سبب افزایش توده و اندازه عضلات، استخوان‌ها و کاهش درصد چربی بدن می‌شود. مطالعات انجام گرفته نشان می‌دهد که ورزش‌های هوازی در کوتاه‌مدت، به تنهایی نمی‌تواند موجب تغییرات قابل ملاحظه‌ای در تراکم استخوان‌ها یا غلظت مواد معدنی در آن‌ها شود، اما تمرینات قدرتی ممکن است تاثیرات معنی‌داری در این رابطه ایجاد کند (۱۱). ابراهیم و همکاران (۱۳۸۹)، تاثیر ۸ هفته فعالیت هوازی فزاینده بر میزان هورمون استروژن و برخی عوامل اثرگذار بر تودهٔ استخوانی زنان یائسه غیرفعال را بررسی کردند. نتایج نشان داده که پس از تمرینات، میزان هورمون استروژن، پاراتورمون، کلسیم، فسفر خون و فسفر ادرار تغییرات معنی‌داری داشت، اما در میزان هورمون کالسی‌تونین و کلسیم ادرار تغییرات معنی‌داری مشاهده نشد، لذا فعالیت بدنی منظم و طولانی مدت، به‌ویژه تمریناتی که با تحمل وزن بدن همراه است، ممکن است در افزایش هورمون استروژن، که مهم‌ترین عامل در پیشگیری از بروز پوکی استخوان است و همچنین حفظ املاح استخوانی کلسیم و فسفر خون و تغییر هورمون‌های اثرگذار بر این املاح موثر واقع شود (۱۲).

نصرآبادی و همکاران (۲۰۱٤) نیز تأثیر فعالیت‌های هوازی و بی‌هوازی را بر سلامت استخوان‌ها بررسی کردند. نتایج حاکی از آن بود که سطوح آلکالین فسفات در گروه هوازی نسبت به گروه کنترل به‌طور معنی‌داری بیش‌تر بود، اما سطوح فسفر و کلسیم تفاوت معنی‌داری میان سه گروه نشان نداد (۵). کیلی و همکاران (۲۰۰۱) در یک مطالعه فرا تحلیلی، تاثیر فعالیت مقاومتی را بر غلظت مواد معدنی استخوان‌های قسمت تحتانی ستون فقرات، رانی و زند اعلایی در زنان پیش و پس از یائسگی بررسی کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که تمرینات مقاومتی موجب افزایش غلظت مواد معدنی در استخوان مهره‌های کمری در زنان پیش و پس از دوران یائسگی می‌شود. اما تاثیر این تمرینات در استخوان‌های ران و زند اعلایی فقط در گروه زنان یائسه مشاهده شد. پژوهشگران نتیجه می‌گیرند که تمرینات مقاومتی موجب افزایش غلظت مواد معدنی در استخوان‌های زنان می‌شود (۱۳). بیژه و همکاران (۱۳۹۰)، تاثیر تمرینات ورزشی هوازی را بر نشانگرهای متابولیسم استخوان در زنان میانسال بررسی کردند. نتایج، تغییر معنی‌داری در سطوح نشانگرهای پاراتورمون، کلسیم و آلکالین فسفات گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل را نشان نداد (۲). خورشیدی و همکاران (۱۳۹۰)، پژوهشی با عنوان "اثر یک دوره تمرین هوازی بر سطوح آلکالین فسفات و استئوکلسین سرم در بیماران مرد ٤٠ تا ٥٠ ساله دیابتی

نوع ۲" انجام دادند. بر اساس یافته‌های این پژوهش، فعالیت‌های هوازی منظم موجب بهبود وضعیت گلیسمیک در بیماران دیابتی نوع ۲ می‌شوند، اما تاثیری بر سطوح سرمی آلکالین فسفات و استئوکلسین ندارند (۱٤). موثق و همکاران (۱۳۸۹) تأثیر یک دوره تمرین هوازی در آب بر میزان تراکم مواد معدنی استخوان در زنان چاق یائسه را بررسی نمودند. نتایج پژوهش نشان داد که فعالیت ورزشی، میانگین تغییرات تراکم استخوانی ران؛ سطح پاراتورمون و کلسیم پلاسما در گروه تجربی را در مقایسه با گروه کنترل به شکل معنی‌داری افزایش می‌دهد (۱۵). سولارز و همکاران (۲۰۱٤) میزان ویتامین D و کلسیم فوتبالیست‌های حرفه‌ای را بیش‌تر از افراد کم‌تحرک مشاهده کردند (۱٦). گیلایومی و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی تاثیر دوچرخه‌سواری بر میزان کلسیم و آلکالین فسفات استخوان‌های تحتانی کمر نسبت به افراد معمولی، میزان کم‌تری را مشاهده کردند (۱۷). جاناتان و همکاران (۲۰۱۰) تفاوتی میان پاسخ نشانگان متابولیسم استخوانی کلسیم، فسفر و آلکالین فسفاتاز در اثر تمرین دویدن تا مرز درماندگی و دویدن تفریحی، مشاهده نکردند (۱۸).

همچنین ایجاد محدودیت در جریان خون اندام تحتانی، در هنگام راه رفتن یا دویدن ممکن است موجب ایجاد فشار مناسب به سیستم عضلانی- اسکلتی گردیده و مانند تمرینات قدرتی، تغییراتی در غلظت مواد معدنی عضلانی و استخوانی ایجاد کند. این روش تمرینی کاتسو نام دارد. در این روش انجام تمرین مقاومتی سبک بر روی اندام فوقانی یا تحتانی با بستن نواری سبک و قابل انعطاف به قسمت بالایی اندام مربوطه، موجب وارد آوردن فشاری مناسب به اندام می‌شود (۵،۱۹). مطالعات آزمایشگاهی و کاربردی بنیادی، طی ۱۰ سال اخیر نشان داده‌اند که تمرینات کاتسو با وجود فشار کمی که به عضلات و مفاصل وارد می‌کند، موجب افزایش حجم و قدرت عضلانی شده و فواید زیادی را نیز برای افرادی که دچار مشکلات قلبی عروقی و ارتوپدیک هستند، دارا می‌باشند (۲۰). تاکادا و همکاران (۲۰۱۲) اثر تمرینات با انسداد جریان خون را در دوندگان سرعت و استقامت بررسی کردند. نتایج نشان داد: تاثیر تمرینات مقاومتی به روش انسداد جریان خون در دوندگان استقامتی با توجه به دریافت اکسیژن بیش‌تر، در هنگام تمرینات بیش از دوندگان سرعتی بود (۲۱). با توجه به نتایج ضد و نقیض، دربارهٔ اثر تمرینات هوازی بر نشانگرهای متابولیسم استخوانی و تاثیرات تمرینات کاتسو که با روش محدودیت جریان خون در عضلات فعال، اضافه باری در حد تمرینات بیشینه به عضلات تحمیل می‌کند، این پژوهش بر آن است تا تاثیر ۸ هفته تمرین هوازی با محدودیت جریان خون و مصرف مکمل ویتامین D در سالن سرپوشیده را بر نشانگرهای مهم متابولیسم استخوانی زنان بررسی نماید.

روش بررسی

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی و در حیطه تحقیقات کاربردی است. جامعه آماری پژوهش را همه بانوان باشگاهی شهرستان گچساران که بالغ بر ٤۰۰ نفر بودند، تشکیل می‌دادند که از این میان، تعداد ۳۰ نفر تصادفی انتخاب شدند. آزمودنی‌ها، این تمرینات را به مدت ۸ هفته، هفته‌ای ۳ روز و روزی یک ساعت در سالن سرپوشیده با دمای ۲۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد انجام دادند. مکمل ویتامین D ، به مقدار ۱۰میکروگرم (٤۰۰ واحد بین المللی) یک ساعت پیش از تمرینات در حضور مربی مصرف می‌شد (۲۲). برای اجرای این پژوهش، پس

از دریافت رضایت‌نامه از شرکت‌کنندگان، تصادفی، آن‌ها را به ۳ دسته ۱۰ نفری، در گروه‌های تمرینی هوازی با و بدون محدودیت جریان خون و مصرف مکمل ویتامین D، و گروه کنترل بدون تمرین ویژه با مصرف شبه دارو تقسیم نموده و سپس آزمایش سلامتی روی گروه‌ها توسط پزشک انجام شد، تا معلوم شود که دچار عوارض کم‌خونی، آرتروز حاد و قلبی عروقی – تنفسی نباشند و پس از تایید سلامتی از سوی پزشک، آزمودنی‌ها در آزمون‌های بدن سنجی و توان هوازی، با آزمون ۱۲دقیقه کوپر شرکت کردند و با بستن کاف در قسمت فوقانی ران، فعالیت با آن آموزش داده شد. سفتی بستن کاف به حدی بود که فشار خون (بنا به روش پیشنهادی پروفسور کاتسو) با استفاده از فشارسنج الکترونیکی میان ۱۵۰ تا ۲۵۰ میلی‌متر جیوه در هنگام تمرین افزایش نیابد (۲۲). پس از پایان ۸ هفته تمرین، دوباره آزمایش خون و آزمون کوپر از همه گروه‌ها گرفته شد.

نحوه انجام تمرینات: تمرین با ۱۵ دقیقه حرکات گرم‌کردن و کششی شروع می‌شد و سپس گروه تمرین با محدودیت جریان خون، کاف‌های (تسمه های کشی) مخصوص را به بخش پروگزیمال (نزدیک به تنه) ران می‌بستند. در هفته اول بدون استراحت، ۱۵دقیقه با کاف و ۱۵دقیقه بدون کاف می‌دویدند و هفته‌های دوم، سوم و چهارم، هر هفته ۵دقیقه دویدن با کاف اضافه، و از تمرین بدون کاف کم می‌شد و تا هفته آخر به صورت ۳۰دقیقه تمرین با کاف ادامه یافت. فشار تمرین برای هر دو گروه تمرینی، از ۵۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه شروع و تا ۸۵ درصد ادامه یافت و برای هر دو گروه همزمان انجام شد.

روش‌های سنجش نشانگرهای استخوانی: جهت سنجش میزان نشانگرهای استخوانی پیش و پس از تمرین، کلسیم به روش فتومتریک با استفاده از ARSENAZO III برحسب میلی‌گرم در دسی‌لیتر خون اندازه‌گیری شد. فسفر به روش فتومتریک با استفاده از آزمون UV و آلکالین فسفات به روش DGKc (استاندارد انجمن بیوشیمی آلمان) اندازه‌گیری شد. همچنین ابزار استفاده شده در آزمایشات مذکور دستگاه هیتاچی ۹۱۲ بود.

روش آماری: در تجزیه و تحلیل داده‌ها، از آزمون کولموگروف اسمیرنوف جهت بررسی توزیع داده‌ها و برای بررسی میزان تاثیرگذاری تمرینات و تفاوت میان گروه‌ها از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های مکرر استفاده شد. سطح معنی‌داری داده‌ها نیز برای تمام محاسبات ($P\leq ۰/۰۵$) در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در پژوهش حاضر پس از تعیین قد، وزن و شاخص توده بدنی آزمودنی‌ها، جهت تعیین وضعیت همگنی گروه‌ها از آزمون ANOVA استفاده گردید که نتایج حاکی از همسانی گروه‌ها بود (جدول شماره ۱)؛ همچنین، در بررسی توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف استفاده شد که نتایج حاکی از نرمال بودن داده‌ها بود؛ از سوی دیگر، با استفاده از آزمون لون جهت برابری واریانس‌ها، مشخص گردید که می‌توان در این پژوهش از آزمون‌های پارامتریک نظیر تحلیل واریانس با اندازه‌های مکرر جهت تحلیل داده‌ها استفاده نمود. بررسی‌های آماری پژوهش با استفاده از داده‌های حاصل از جداول ذیل نشان داد که هر دو روش تمرین هوازی با و بدون انسداد جریان خون ممکن است تاثیرات مفیدی بر املاح استخوانی داشته باشد و از روند پوکی استخوان در بانوان که با کمبود نشانگرهای متابولیسمی خصوصا کلسیم، ایجاد می‌شود، جلوگیری نماید، اما تمرینات هوازی

با محدودیت جریان خون و مکمل‌گیری ویتامین D تاثیر بیش‌تری نشان داد. تاثیر این روش‌های تمرینی با مکمل‌گیری بر متغیر آلکالین فسفاتاز معنی‌دار نبود؛ از سوی دیگر، تاثیر تمرینات هوازی با محدودیت جریان خون و مکمل‌گیری ویتامین D بر متغیر کلسیم نیز معنی‌دار بود و در بررسی میان‌گروهی با آزمون شفه، تفاوت گروه‌ها در حد معنی‌داری مشاهده شد. البته هر دو گروه تمرینی هوازی با و بدون محدودیت جریان خون و با مصرف ویتامین D، بر افزایش میزان کلسیم سرم، تاثیر معنی‌داری نشان دادند؛ اما این میزان کلسیم سرم در گروه با محدودیت جریان خون، افزایش بیش‌تری نسبت به گروه تمرینی بدون محدودیت جریان خون نشان داد؛ از سوی دیگر، تمرینات هوازی با محدودیت جریان خون و مکمل‌گیری ویتامین D، تاثیر معنی‌داری بر فسفر سرم نشان نداد.

جدول شماره ۱. نتیجه آزمون ANOVA برای بررسی همگنی گروه‌ها

متغیرها	درجه آزادی	F	معنی‌داری
سن (سال)	۲۷	۰,۳۵	۰,۷۰
قد (سانتی‌متر)	۲۷	۰,۳۳	۰,۷۲
وزن (کیلوگرم)	۲۷	۰,۴۳	۰,۶۵
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۷	۰,۱۹	۰,۸۲

جدول ۲: توصیف متغیرهای پژوهش

متغیرها	گروه‌ها	تعداد آزمودنی‌ها	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
آلکالین فسفات (واحد بین‌المللی در لیتر)	با محدودیت جریان خون و مصرف مکمل ویتامین D	۱۰	۱۷۶,۸۰±۶۸,۸۰	۱۷۲,۹۰±۷۲,۴۴
	بدون محدودیت جریان خون و مصرف مکمل ویتامین D	۱۰	۱۵۱,۵۰±۳۲,۸۶	۱۵۶,۹۰±۲۷,۴۷
	کنترل با مصرف شبه دارو	۱۰	۱۴۸,۳۰±۳۲,۹۰	۱۴۸,۱۰±۳۳,۴۰
کلسیم (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	با محدودیت جریان خون و مصرف مکمل ویتامین D	۱۰	۸,۷۳±۰,۲۳	۸,۸۸±۰,۲۱
	بدون محدودیت جریان خون و مصرف مکمل ویتامین D	۱۰	۸,۷۲±۰,۱۳	۹,۱۳±۰,۲۵
	کنترل با مصرف شبه دارو	۱۰	۸,۷۰±۰,۱۷	۸,۷۵±۰,۳۰
فسفر (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	با محدودیت جریان خون و مصرف مکمل ویتامین D	۱۰	۶,۲۸±۹,۷۴	۴,۳۵±۰,۶۳
	بدون محدودیت جریان خون و مصرف مکمل ویتامین D	۱۰	۳,۲۶±۰,۳۶	۴,۶۹±۰,۳۶
	کنترل با مصرف شبه دارو	۱۰	۳,۱۸±۰,۴۱	۳,۲۱±۰,۴۵

جدول ۳. نتیجه آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های مکرر برای بررسی تاثیر تمرینات بر متغیرهای تحقیق

متغیرها	منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	نسبت F	معنی‌داری	نسبت پیش‌بین
آلکالین فسفات (واحد بین‌المللی در لیتر)	زمان	۲٫۸۱	۱	۲٫۸۱	۰٫۰۳	۰٫۰۸٦	۰٫۰۰۱
	تعامل زمان × گروه	۲۱۹٫۲۳	۲	۱۰۹٫٦۱	۱٫۲٤	۰٫۳۰	۰٫۰۸
	خطا	۲۳۸۲٫٤٥	۲۷	۸۸٫۲۳			
کلسیم (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	زمان	۰٫٦۲	۱	۰٫٦۲	۳۲٫۲۳	۰٫۰۰۱	۰٫٥٤
	تعامل زمان × گروه	۰٫۳٤	۲	۰٫۱۷	۸٫۹۷	۰٫۰۰۱	۰٫٤۰
	خطا	۰٫٥۲	۲۷	۰٫۰۲			
فسفر (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	زمان	۰٫۳٤	۱	۰٫۳٤	۰٫۰۲	۰٫۸۸	۰٫۰۰۱
	تعامل زمان × گروه	۲۸٫٥٤	۲	۱٤٫۲۷	۰٫۹۰	۰٫٤۱	۰٫۰٦
	خطا	٤۲۷٫۸۷	۲۷	۱٥٫۸٤			

جدول ۴. نتیجه آزمون تعقیبی شفه برای تعیین تفاوت کلسیم بین گروه‌ها

گروه ها	تعداد	۱	۲
کنترل با مصرف شبه دارو	۱۰	۸٫۷٥	
با محدودیت جریان خون	۱۰	۸٫۸۰	۸٫۸۰
بدون محدودیت جریان خون	۱۰		۹٫۱۳

بحث

بررسی‌های انجام یافته در پژوهش حاضر نشان داد که هر دو روش تمرین هوازی با و بدون محدودیت جریان خون ممکن است تاثیرات مفیدی بر املاح استخوانی داشته باشند (با برتری روش تمرینی با محدودیت جریان خون) و از روند پوکی استخوان در بانوان که با کمبود نشانگرهای متابولیسمی خصوصاً کلسیم، ایجاد می‌شود، جلوگیری نماید. این یافته‌ها با نتایج برخی پژوهشگران همخوانی دارد. بیژه و همکاران (۱۳۹۰) تاثیر تمرینات ورزشی هوازی را بر نشانگرهای متابولیسم استخوان در زنان میانسال بررسی کردند. نتایج تغییر معنی‌داری را در سطوح نشانگرهای پاراتورمون، کلسیم و آلکالین فسفات در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل نشان نداد (۹). خورشیدی و همکاران (۱۳۹۰)، پژوهشی با عنوان "اثر یک دوره تمرین هوازی بر سطوح آلکالین فسفات و استئوکلسین سرم در بیماران مرد ٤۰ تا ٥۰ ساله دیابتی نوع ۲" انجام دادند. بر اساس یافته‌های این پژوهش، فعالیت‌های هوازی منظم موجب بهبود وضعیت گلیسمیک در بیماران دیابتی نوع ۲ می‌شوند، اما تاثیری بر سطوح سرمی آلکالین فسفات و استئوکلسین ندارند (۱٤). نصرآبادی و همکاران پژوهشی را برای مقایسه مواد معدنی فسفر، کلسیم و آلکالین فسفات در مردان جوان ورزشکار و غیرورزشکار انجام دادند، نتایج نشان داد که سطوح آلکالین فسفات در گروه هوازی نسبت به گروه کنترل به‌طور معنی‌داری بیش‌تر بود، اما

سطوح فسفر و کلسیم تفاوت معنی‌داری بین سه گروه نشان نداد (۵). جاناتان و همکاران (۲۰۱۰) نیز تفاوتی میان تاثیر تمرین دویدن درمانده‌ساز و دویدن تفریحی در نشانگرهای متابولیسم استخوانی مشاهده نکردند (۱۸). همچنین، بابایی و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی تمرین هوازی و مصرف ویتامین D، بر پروفایل چربی و عامل مقاومت به انسولین، نتیجه گرفتند که این روش تمرین با مصرف ویتامین D، با تحریک سیستم عضلانی و استخوانی، بر وزن بدن، BMI، پروفایل لیپیدی و عامل مقاوم به انسولین تاثیر می‌گذارد (۲۳).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که غلظت آنزیم آلکالین فسفات، متأثر از تمرین هوازی با و بدون محدودیت جریان خون و مصرف مکمل ویتامین D قرار نمی‌گیرد. این نتیجه نشان می‌دهد که افزایش یا کاهش معنی‌دار این آنزیم نشانگر مناسبی جهت آگاهی از وضعیت متابولیسم استخوان در بانوان بزرگسال نیست، مگر در نوجوانانی که رشد استخوانی شدید دارند. آزمون آلکالین فسفاتاز، می تواند احتمال زیانی را که ممکن بود در اثر این تمرینات، خصوصا با اعمال محدودیت جریان خون، بر بدن وارد آید، نشان دهد که خوشبختانه نشانی از افزایش یا کاهش معنی‌دار آنزیم آلکالین فسفات مشاهده نشد. آلکالین فسفات بیش‌تر که برای آزمایش ناخوشی کبد به‌کار می‌رود در استخوان‌ها باعث شکستن فسفات‌ها می‌شود که جهت معدنی شدن استخوان‌ها نیاز دارد. رشد استخوان‌های جدید، وابسته به افزایش سطوح این ماده است که در نوجوانان دیده می‌شود. این ماده برای تخمین عملکرد کبد و فعالیت سلول‌های استئوبلاست استخوان‌ها استفاده می‌شود. اعمال آدرنال و وضعیت روی، همچنین تحت تاثیر آلکالین فسفاتاز می‌باشد. مقدار زیادی این آنزیم، در بیماری‌های استخوان، بهبودی و رشد، سرطان استخوان و کبد، تومورهای استخوانی چندگانه، نرمی استخوان، تومورهای تغییر شکل استخوان، شکستگی‌های جوش‌خورده، بیماری مزمن افزایش تبخال و رشد کودکی دیده می‌شود. کاهش میزان آلکالین فسفات در کم‌کاری غدد آدرنال، کم‌کاری تیروئید، کاهش شدید فسفات، کم‌خونی کشنده، امراض احشایی، علائم قلیایی شیر، کاهش روی و ویتامین B6 دیده می‌شود (١٤). هر چند که عوامل دیگری مانند جنسیت یا بیماری و وضعیت یائسگی و یا حتی میزان تحمل تمرینات و فشاری که بر آزمودنی‌ها وارد می‌شود، ممکن است بر نتایج بدست‌آمده تاثیر بگذارد. گابریلا و همکاران (٢٠١٦) در بررسی تاثیر مستقیم تمرین پیاده‌روی و مقاومتی را بر نشانگرهای متابولیسم استخوانی و سطوح اسکلروسین سرم بانوان دچار پوکی استخوان، نتیجه گرفتند که تمرینات مقاومتی بر این نشانگرها تاثیر دارد اما در تمرین پیاده‌روی بی‌تاثیر است (٢٤).

یکی دیگر از مواردی که ممکن است بر نتایج پژوهش تاثیر بگذارد، میزان مصرف مکمل‌ها است. میزان مجاز مکمل ویتامین D تا سقف ۱۰میکروگرم یا ٤٠٠ واحد بین‌المللی می‌باشد (۲۲)، که احتمالاً افزایش آن موجب بهم‌خوردن میزان طبیعی آلکالین فسفاتاز می‌گردد. حسن‌زاده و همکاران (۱۳۹۱) تاثیر مصرف کلسیم، ویتامین D و ورزش ترکیبی را بر هورمون پاراتیروئید و آنزیم آلکالن فسفات زنان یائسه بررسی کردند. نتایج نشان داد که هورمون پاراتیروئید و آلکالن فسفات به ترتیب در گروه ورزش- دارو، دارو و ورزش به‌طور معنی‌داری بالاتر بود (۸). نتیجه حاصل از آزمون نشانگر کلسیم در آزمودنی‌های پژوهش نشان داد که غلظت کلسیم، متاثر

از تمرین هوازی با و بدون محدودیت جریان خون و مکمل‌گیری ویتامین D افزایش معنی‌داری یافت؛ همچنین، در بررسی میان گروه‌ها نیز تفاوت میان گروه‌ها در حد معنی‌داری بود که تاثیر بیش‌تر تمرینات با محدودیت جریان خون را نشان می‌دهد. کسب این نتیجه ممکن است از عواملی نظیر تمرین هوازی با شدت مناسب که نسبت به دیگر تمرینات ورزشی تاثیر بیش‌تری در جذب کلسیم استخوان‌ها نشان داده است، باشد. استخوان به تناسب باری که باید حمل کند تشکیل می‌شود؛ بنابراین، فشارهای فیزیکی مداوم موجب تحریک استخوان سازی می‌شوند. فشار وارد به استخوان در بعضی شرایط شکل استخوان‌ها را نیز تعیین می‌کند (۱۱،۲۵). با توجه به این‌که ویتامین D یک اثر قوی بر افزایش جذب کلسیم از روده و همچنین اثرات مهمی بر رسوب استخوان و جذب مجدد استخوان دارد و از آنجا که جنسیت و سن آزمودنی‌ها نیز به دلیل نیاز به مواد معدنی به‌ویژه کلسیم، آن‌ها را در معرض پوکی استخوان قرار داده است، لذا با توجه به این‌که با پیر شدن تدریجی ماتریس آلی استخوان، نیاز به ماتریس آلی تازه می‌باشد، لذا سختی طبیعی استخوان به این روش حفظ می‌گردد (۲۶،۲۷)؛ بنابراین، بانوان بالای ۲۰ سال که در خطر کاهش کلسیم و پوکی استخوان قرار دارند، با تمرینات هوازی و فشار مناسب (که بر اساس یافته‌های این پژوهش می‌تواند با محدودیت جریان خون ایجاد شود)، تغذیه مناسب به همراه مصرف مکمل ویتامین D، کلسیم بیش‌تری جذب می‌کنند (۱۹،۲۸) و این عمل تأثیرات مثبتی را بر پیشگیری از پوکی استخوان در آن‌ها موجب می‌گردد (۲۹،۳۰). ابراهیم و همکاران (۱۳۸۹) تاثیر ۸ هفته فعالیت هوازی فزآینده را بر میزان هورمون استروژن و برخی عوامل اثرگذار بر توده استخوانی زنان یائسه غیرفعال بررسی کردند. نتایج نشان داد که پس از تمرینات، میزان هورمون استروژن، پاراتورمون، کلسیم و فسفر خون، و فسفر ادرار تغییرات معنی‌داری کرده است، درحالی‌که در میزان هورمون کالسی تونین و کلسیم ادرار تغییرات معنی‌داری مشاهده نشد (۱۲). پژوهشگران نتیجه می‌گیرند که فعالیت بدنی منظم و طولانی مدت، به‌ویژه تمریناتی که با تحمل وزن بدن همراه است، می‌تواند در حفظ املاح استخوانی کلسیم و فسفر خون و تغییر هورمون‌های اثرگذار بر این املاح موثر واقع شود (۱۲). توفیقی و همکاران (۱۳۸۹) تأثیر یک دوره تمرین هوازی در آب بر میزان تراکم مواد معدنی استخوان در زنان چاق یائسه را بررسی نمودند. نتایج پژوهش نشان داد که فعالیت ورزشی؛ میانگین تغییرات تراکم استخوانی ران، سطح پاراتورمون و کلسیم پلاسما در گروه تجربی را در مقایسه با گروه کنترل به شکل معنی‌داری افزایش می‌دهد (۱۵). در مطالعه حاضر نیز با استفاده از روش با محدودیت جریان خون، در اصل نوعی اضافه بار بر عضلات آزمودنی‌ها تحمیل گردیده و نوعی از تمرینات مقاومتی اجرا گردیده است و این می‌تواند در جذب بیش‌تر کلسیم دخالت داشته باشد. کیلی و همکاران (۲۰۰۱) در یک مطالعه فرا تحلیلی، تاثیر فعالیت مقاومتی را بر غلظت مواد معدنی استخوان‌های قسمت تحتانی ستون فقرات، رانی و زند اعلایی در زنان پیش و پس از یائسگی بررسی کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که تمرینات مقاومتی موجب افزایش غلظت مواد معدنی در استخوان مهره‌های کمری در زنان پیش و پس از دوران یائسگی می‌شود، اما تاثیر این تمرینات در استخوان‌های ران و زند اعلایی فقط در گروه زنان یائسه مشاهده شد (۱۳).

دربارهٔ نشانگر فسفر نیز نتیجه این پژوهش نشان داد که غلظت فسفر سرم، متأثر از تمرین هوازی با و بدون محدودیت جریان خون و مصرف مکمل ویتامین D قرار نمی‌گیرد. عدم تغییر معنی‌دار این ماده معدنی در خون نیز که یک عارضه به حساب می‌آید در این پژوهش آزمایش شد و خوشبختانه هر دو نوع تمرین هوازی با و بدون محدودیت جریان خون، افزایش یا کاهش غیر معمولی در خون ایجاد نکردند. مقادیر زیاد فسفر در روده قلیایی‌شده یا فقدان هیدروکلریک اسید دیده می‌شود؛ همچنین، در بیماری پگت[1]، سارگائیدوسیس[2]، کم‌کاری پاراتیروئید، تغییر شکل استخوانی، اسیدی‌شدن دیابت، اختلال کلیه‌ها، جوش خوردن شکستگی‌ها، کاهش کلسیم، افزایش غدد مرکب لنفاوی یا تومور بدخیم سلول‌های استخوانی، مقادیر فسفر افزایش می‌یابد. لاکساتیوها و تنقیه‌های محتوی سدیم فسفات سطوح فسفر را افزایش می‌دهند. کاهش میزان فسفر در اسیدی شدن و روده اسیدی، رژیم پر کربوهیدرات، قلیایی‌شدن حاد سمی، افزایش انسولین، پرکاری تیروئید، استفاده مزمن آلومینیوم محتوی آنتی‌اسیدها، افزایش کلسیم، کاهش ویتامین D، و سوء تغذیه دیده می‌شود (١٤).

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که هر دو روش تمرین هوازی با و بدون انسداد جریان خون ممکن است تاثیرات مفیدی بر املاح استخوانی داشته باشد و از روند کاهش تراکم استخوان در بانوان که با کمبود نشانگرهای متابولیسمی خصوصاً کلسیم ایجاد می‌شود، جلوگیری نماید. البته در این پژوهش، تمرین هوازی با محدودیت جریان خون و مکمل‌گیری ویتامینD، تاثیر بهتری بر نشانگرهای متابولیسم استخوانی فسفر، آلکالین فسفات و کلسیم نشان داد که در کلسیم تفاوت معنی‌داری میان گروه‌ها مشاهده شد. با توجه به نتایج پژوهشگران حاضر، تمرینات هوازی با و بدون محدودیت جریان خون و مکمل‌گیری ویتامین D، تاثیرات مفیدی بر نشانگرهای متابولیسمی استخوان‌های بانوان بزرگسال نشان داد؛ بنابراین، برای جلوگیری از پوکی استخوان بانوان که با کاهش این نشانگرها آغاز می‌شود، می‌توان از روش‌های تمرینی فوق به همراه مکمل‌گیری ویتامین D، که مصرف روزانه آن تا ٤٠٠ واحد بین‌المللی (١٠ میکروگرم) مجاز است، بهره برد؛ که البته روش تمرینی با محدودیت جریان خون می‌تواند تاثیر بیش‌تری داشته باشد.

تقدیر و تشکر

لازم می‌دانم از کلیه بانوانی که با جدیت و شوق زیاد در این مطالعه همکاری کردند و مربیان دلسوزی که با حوصله و تلاش فراوان، به مدت دو ماه، یک روز درمیان و هر روز حداقل دو ساعت وقت گران‌بهای خود را صرف تمرین به آزمودنی‌ها کردند، و همچنین از کادر آزمایشگاه خون‌شناسی بیمارستان شرکت نفت و اداره ورزش و جوانان شهرستان گچساران صمیمانه قدردانی نمایم.

1. Paget
2. Sarcoidosis

منابع

1. Zofrokova, I. (2008). Hormonal aspects of the muscle-bone unit. Physiological Research. 57:S159-S169.
2. Fox, K.M., Cummings, S. R., Powell-Threets, K., Stone, K. (1998). Family history and risk of osteoporotic fracture. Osteoporosis International. 8(6):557-62.
3. Multani, S.K., Sarathi, V., Shivane, V., Bandgar, T.R., Menon, P.S., Shah, N.S. (2010). Study of bone mineral density in resident doctors working at a teaching hospital. Journal of Postgraduate Medicine. 56(2):65-70.
4. Helmberg, A. (2010). Bone metabolism. http: // helmberg.at / bone-metabolism. htm. Version 1.6 e ©Arno Helmberg 2009-2016.
5. Nasrabadi, R., Hejazi, S.M., Ramazanpour, M.R. (2014). Comparative study of blood phosphate, calcium, and alkaline phosphatase level in young athlete and non-athlete men. Advances in Environmental Biology. 8(12):739-742. (Persian).
6. Eriksen, E.F., Brixen, K., Charles,P. (1995). New markers of bone metabolism: clinical use in metabolic bone disease. European Journal of Endocrinology. 132(3):251-63.
7. Jessup, J.V., Horne, C., Vishen, R.K., Wheeler, D. (2003). Effetcs of exercise on bone density balance and self efficacy in older women. Biological Research for Nursing. 4(3):171-80.
8. Hassanzadeh, H., Gozashti, M.H., Dehkhoda, M.R., Kazemi, A. (2012). The effect of calcium and vitamin D consumption and combined training on parathyroid hormone and alkaline phosphatase of postmenopausal women. Medical Journal of Mashhad University of Medical Sciences. 55(2):96-101. (Persian).
9. Bijeh, N., Moazami, M., Mansouri, J.,Saeedeh Nematpour, F., Ijtihadi, M.M. (2011). The effect of aerobic exercise on markers of bone metabolism in middle-aged women. Kosar Medical Journal. 16(2):129-135. (Persian
10. Hosseini, A., SharifI, A. (2012). A comparison of the effect of traditional resistance training with resistance training with vascular occlusion on muscular function and cardiovascular endurance in young females. Journal of Sport Biosciences. 4(10):95-114. (Persian).
11. Salehi Kia, A., Khayam Bashi, Kh., Moradi, S.M., Ban Parvari, M. (2008). The long-term effect of endurance, speed, and resistance activities on bone mineral density in elite male athletes. Olympic. 3(43):7-18. (Persian).
12. Ebrahim, Kh., Ramezanpor, M.R., Rezaei Sahraei, A. (2010). Effect of eight weeks of aerobic and progressive exercises on changes of estrogen hormone and effective factors on bone mass in menopaused sedentary women. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism. 12(4):401-8. (Persian).
13. Kelley, G.A., Kelley, K.S., Tran, Z.V. (2001). Resistance training and bone mineral density in women: a meta-analysis of controlled trials. American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation. 80(1):65-77.
14. Khorshidi, D., Matinhomaee, H., Azarbayjani, M.A., Hossein-nezhad, A. (2011). Effect of one period of aerobic exercise on serum levels of alkaline phosphatase and osteocalcin in patients with type 2 diabetes . Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences. 19(5):676-85. (Persian).
15. Movassag Behestani, M., Tofighi, A. (2010). Effect of A12- week selective aerobic exercise trial in water on femoral and lumbar spine bone density in obese postmenopausal women. Urmia Medical Journal., 21(1):87-95. (Persian).
16. Solarz, K., Kopec, A., Pietraszewska, J., Majda, F., Slowinska-Lisowska, M., Medras, M. (2014). An evaluation of the levels of 25-hydroxyvitamin D and bone turnover markers in professional football players and in physically inactive men. Physiological Research. 63(2):237-43.
17. Guillaume, G., Chappard, D., Audran, M. (2012). Evaluation of the bone status in high-level cyclists. Journal of Clinical Densitometry. 15(1):103-7.
18. Scott, J.P., Sale, C., Greeves, J.P., Casey, A., Dutton, J., Fraser, W.D. (2010). The effect of training status on the metabolic response of bone to an acute bout of exhaustive treadmill running. The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism. 95(8):3918-25.
19. Sundberg, C.J. (1994). Exercise and training during graded leg ischaemia in healthy man with special reference to effects on skeletal musc. Acta Physiologica Scandinavica, Supplementum. 615:1-50.
20. Sato, Y. (2005). The history and future of Kaatsu training. International Journal of KAATSU Training Research. 1(1):1-5.
21. Takada, S., Okita, K., Suga, T., Omokawa, M., Morita, N., Horiuchi, M., Kadoguchi, T., Takahashi, M., Hirabayashi, K., Yokota, T., Kinugawa, S., Tsutsui, H. (2012). Blood flow restriction exercise in sprinters and endurance runners. Medicine and Science in Sports and Exercise. 44(3):413-9.
22. Kent, M. (2006). Oxford dictionary of sports science & medicine. 2nd ed, Oxford medical publication. Printed in Great Britain by Biddles Ltd., King's Lynn, Norfolk.
23. Babaei, P., Damirchi, A., Hoseini, R. (2015). The interaction effects of aerobic exercise training and vitamin D supplementation on plasma lipid profiles and insulin resistance in ovariectomized rats. Journal of Exercise Nutrition and Biochemistry. 19(3):173-82.
24. Gombos, G.C., Bajsz, V., Pék, E., Schmidt, B., Sió, E., Molics, B., Betlehem, J. (2016). Direct effects of physical training on markers of bone metabolism and serum sclerostin concentrations in older adults with low bone mass. BMC Musculoskeletal Disorders. 17:254.
25. J. William Beakey, D.O.M. (2002). A basic seminar on blood chemistry. Professional Co-op Services, Inc. Toll Free, 866-999-4041. Hollywood, FL.
26. Lacativa, P.G., de Mendonca, L.M., de Mattos Patricio Filho, P.J., Pimentel, J.R., de Cruz Gonçalves, M.D., Fleiuss de Farias, M.L. (2005). Risk factors for decreased total body and regional bone mineral density in hemodialysis patients with severe secondary hyperparathyroidism. Journal of Clinical Densitometry. 8(3):352-61.
27. Borer, K.T. (2005). Physical activity in the prevention and amelioration of osteoporosis in women: interaction of mechanical, hormonal and dietary factors. Sports Medicine. 35:779-830.
28. Guyton, A.C., Hall, J.E. (2011). Medical Physiology, Trancelated by: Shadan, F. 7th ed, Publisher:Chehr, Tehran. P: 2130-68. (Persian).
29. Kulak, C.A.M., Borba, V.Z.C., Kulak Junior, J., Shane, E. (2006). Transplantation Osteoporosis. Arquivos Brasileiros Endocrinologia & Metabologia. 50(4):783-92.
30. Vicente-Rodriguez, G., Ara, I., Perez-Gomez, J., Serrano-Sanchez, J.A., Dorado, C., Calbet, J.A. (2004). High femoral bone mineral density accretion in prepubertal soccer players. Medicine and Science in Sports and Exercise., 36(10):1789-95.