



تأثیر یک دوره تمرین استقامتی و مقاومتی بر نشانه‌های جذب و بازجذب منتخب استخوان در دختران غیرفعال

امیر حسین براتی^{۱*}، فرزانه حاتمی^۲، شنو مرادی^۳

۱. استادیار دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

۲. استادیار دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

۳. کارشناس ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

دریافت ۲۰ دی ۱۳۹۴؛ پذیرش ۱۱ اسفند ۱۳۹۴

چکیده

زمینه و هدف: پوکی استخوان به عنوان یک بیماری خاموش چالش مهمی را در حوزه سلامت افراد جامعه خصوصاً بانوان مطرح نموده است. بدون علامت بودن این بیماری از یک سو و امکان پیشگیری از آن در سنین نوجوانی و جوانی از سوی دیگر حائز اهمیت دارد. هدف تحقیق حاضر مقایسه تأثیر یک دوره تمرین استقامتی و مقاومتی بر نشانه‌های جذب و بازجذب منتخب استخوان در دختران غیرفعال بود.

روش بررسی: طرح تحقیق از نوع پس آزمون بودو به همین منظور ۳۰ نفر آزمودنی سالم و داوطلب غیرفعال از دانشجویان تربیت بدنی با میانگین سن $27/27 \pm 23/474$ سال، وزن $58/4 \pm 9/72$ کیلوگرم و قد $162 \pm 10/68$ متر، به صورت تصادفی در ۳ گروه کنترل (۱۰ نفر)، تمرین استقامتی (۱۰ نفر)، تمرین مقاومتی (۱۰ نفر) قرار گرفتند. گروه‌های تجربی به مدت ۴ هفته طی ۱۲ جلسه در دو گروه استقامتی (دویدن روی تردمیل) و مقاومتی (کار با وزنه) به تمرین پرداختند، گروه کنترل نیز در هیچ برنامه‌ی تمرینی شرکت نکردند. آنزیم‌های آلكالین فسفاتاز و کراس لپس سرم، از گروه‌ها به‌دست آمد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS و از تحلیل واریانس یک راهه و در سطح معناداری $P < 0/05$ استفاده شد.

یافته‌ها: در گروه‌های تجربی در مقایسه با گروه کنترل، پس از تمرینات در میزان آلكاتین فسفاتاز تفاوت معناداری به‌دست نیامد، اما آنزیم تحلیل استخوان به طور معناداری کاهش یافت ($P < 0/01$). نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد عوامل دیگری بر شاخص‌های جذبی اثر گذار باشد و فعالیت بدنی با جلوگیری از فرآیند تحلیل بر پیشگیری از پوکی استخوان تأثیر گذار است.

واژگان کلیدی

تمرین استقامتی

تمرین مقاومتی

نشانه‌گر جذب استخوان

نشانه‌گر بازجذب استخوان

دختران غیرفعال

مقدمه

پوکی استخوان، شایع‌ترین بیماری متابولیک استخوان است. امروزه، با بالا رفتن سن متوسط افراد جامعه، پوکی استخوان به عنوان یک معضل اجتماعی مطرح است. از سال ۱۹۹۱ سازمان جهانی بهداشت، استئوپروز را بعد از سگته‌های قلبی و مغزی و سرطان‌ها به عنوان چهارمین معضل اصلی سلامت معرفی کرده است (شیخ‌الاسلام، ترابی و کلاهدوز، ۱۳۸۵). استخوان در طول زندگی مادام‌العمر پویا و در حال تغییر می‌باشد (ارلیش و لاینون ۲۰۰۲) و مانند هر بافت همبند دیگر از سلول و ماتریکس ساخته شده است، ولی ویژگی که آن را از سایر بافت‌های همبند متمایز می‌کند معدنی شدن ماتریکس آن می‌باشد. یکی از مهم‌ترین نقش‌های آن نقش متابولیکی است، که منبعی برای مواد معدنی مهم مانند کلسیم، فسفر و منیزیم می‌باشد (شیخ‌الاسلام، ترابی، کلاهدوز، ۱۳۸۵). استخوان یک بافت متابولیسمی فعال و در حال گردش^۱ است که به وسیله دو فرآیند متضاد هم قرار می‌گیرد. این دو فرآیند تشکیل (جذب) و تحلیل (باز جذب) هستند. این مراحل بر فعالیت استئوکلاست‌ها (تحلیل‌کننده‌ها)، استئوبلاست‌ها (تشکیل دهنده‌ها) و استئوسیت‌ها (نگهدارنده‌ها) استوار می‌باشند. در شرایط عادی همواره جذب و باز جذب با یکدیگر در حال تعادلند، در مقابل؛ رشد جسمی، پیری، بیماری‌های متابولیکی استخوان، افزایش یا کاهش تحرک، مداخلات درمانی و بسیاری از شرایط دیگر باعث عدم تعادل در بازسازی استخوان می‌شوند. نتیجه چنین انفصالی در این تعادل، اغلب تغییر در ساختار، قدرت و حجم استخوانی می‌باشد (دارجنت-مولینا و همکاران، ۱۹۹۶). از بین رفتن تعادل در بازسازی استخوانی^۲ به صورت افزایش باز جذب و کاهش تشکیل از مهم‌ترین عوامل ایجادکننده این بیماری می‌باشد (کامینگ و همکاران، ۱۹۹۵). پوکی استخوان معمولاً فرآیند طبیعی در نتیجه‌ی افزایش سن و پیری است، که در آن میزان تخریب افزایش یافته، و سرعت دوباره‌سازی و جایگزین کردن استخوان جدید به جای استخوان تخریب شده کاهش می‌یابد. این حالت باعث می‌شود استخوان نازک و شکننده شود (بیژه، معظمی، منصوری، نعمت‌پور و اجتهادی، ۱۳۹۰). کاهش تراکم

معدنی استخوان به عوامل بسیاری از جمله سن، جنسیت، نژاد، کاهش قدرت عضلانی و عدم تحرک، برداشتن تخمدان‌ها قبل از ۵۰ سالگی، مصرف زیاد الکل و استعمال دخانیات، زمینه‌ی ژنتیکی، تغذیه و عوامل هورمونی بستگی دارد (پک و همکاران، ۱۹۸۸).

حفظ سلامت استخوان‌ها در سنین بالا، مستلزم دسترسی به حداکثر توده استخوان در سنین پایین و کاهش سرعت و میزان تحلیل در سنین بالاتر می‌باشد. از آنجایی که بروز این بیماری چند عاملی است ورزش و فعالیت بدنی یکی از مهم‌ترین فاکتورهای حفظ سلامت استخوان است و در جلوگیری از کاهش توده استخوانی نقش تعیین‌کننده‌ای دارد (رحیمیان، مشهدی، حجازی، ۱۳۸۲). با وجود اینکه عامل ژنتیک تا ۸۰ درصد، تعیین‌کننده جرم بیشینه استخوان است، اما عوامل محیطی مانند تغذیه و ورزش نیز نقش مهمی در رسیدن به حداکثر جرم استخوانی ایفا می‌کنند (اندرسون، ۲۰۰۰).

نتایج تحقیقات نشان داد، چنانچه تمرین‌های سوئدی، هوازی، دویدن، جاگینگ و وزنه‌برداری حداقل سه بار در هفته انجام شود، باعث افزایش تراکم استخوان اسفنجی و متراکم در اندام‌های فوقانی و تحتانی می‌شود (ماتکوویک و دیگران، ۲۰۰۵). نتایج مطالعه‌ی لین وهایه بر روی انسان‌ها نشان داد، ورزش تأثیر مثبتی بر ویژگی‌های ساختاری و مکانیکی دستگاه اسکلتی و استحکام استخوان‌ها در دوران رشد، حفظ منابع معدنی و کاهش آتروفی آن در سنین کهنسالی دارد (لین وهایه، ۲۰۰۵). همچنین مطالعات صورت گرفته دیگر نشان می‌دهد فعالیت بدنی آثار مثبتی بر توده اسکلتی دارد به طوری که بار مکانیکی را از طریق نیروهای کششی و فشاری به توده اسکلتی منتقل می‌کند (شا، ویزکه و وینترز، ۱۳۹۰). فعالیت ورزشی با تحمل وزن، محرک استئوژنیک استخوان است و نسبت به ورزش‌های بدون تحمل وزن مانند شنا در تشکیل استخوان جدید و افزایش تراکم مواد معدنی تأثیر بیشتری دارد (کریتون، مورگان، بوردلی، برولینسون، ۲۰۰۱)

تأثیر انجام تمرینات ورزشی با تحمل وزن، بر بافت اسکلتی با استفاده از اندازه‌گیری نشانگرهای متابولیسم استخوان به ویژه نشانگرهای جذب در مطالعات مختلفی بررسی شده است و نشانگرهای باز جذب مخصوصاً در تحقیقات داخلی کمتر مورد استفاده قرار گرفته است. میزان

1. Turn over

2. Remodeling

کردند (کارابولت و همکاران، ۲۰۱۱). ویلر و همکاران (۲۰۱۲)^۶ گزارش کردند یک فصل بازی شامل ۸ هفته، در بازیکنان نخبه فوتبال باعث افزایش در میزان نشانگرهای تشکیل استخوان می‌شود (ویلر، کین و ولمن، ۲۰۱۲). در صورتی که آشیوازا و همکاران^۷ (۱۹۹۸) نشان دادند که آلکالین فسفات استخوان ۲ تا ۳ روز بعد از ورزش مقاومتی کاهش یافت (آشیوازا و همکاران، ۱۹۹۸). مولینس و همکاران^۸ (۲۰۰۵) گزارش کردند، تمرینات مقاومتی پیش‌رونده هیچ تغییری در مقدار شاخص‌های جذبی استخوان نداده است (مولینز و سینینگ، ۲۰۰۵).

کربوکسی ترمینال کراس لینک تلوپپتید تیپ I کلاژن (CTX)^۹ (کراس لپس) از نشانگرهای بازجذب استخوان است. مولکول‌های تروپوکلاژن به صورت طولی کنار هم قرار می‌گیرند تا یک فیبریل کلاژن ایجاد شود. قسمت عمده مولکول‌های تروپوکلاژن به صورت مارپیچی بوده اما انتهای کربوکسی یعنی C ترمینال غیرمارپیچی بوده C تلوپپتید نامیده می‌شود. در طول واگردش استخوان، کلاژن تیپ I تخریب شده و قطعات پپتیدی کوچک (CTX) به درون جریان خون وارد می‌شوند. در خصوص تأثیرات CTX می‌توان به نتایج تحقیقات کارابولت و همکاران (۲۰۱۱) که بهبود در مقدار CTX را پس از ۶ هفته تمرینات مقاومتی با شدت بالا و پایین همراه با محدودیت‌های عروقی در مردان میانسال بدست آوردند، اشاره کرد (کارابولت و همکاران، ۲۰۱۱). ویلر و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند یک فصل بازی شامل ۸ هفته در بازیکنان نخبه فوتبال باعث کاهش در میزان نشانگرهای بازجذب استخوان می‌شود (ویلر و همکاران، ۲۰۱۲). جانتاین و همکاران^{۱۰} (۲۰۱۰) در نتیجه‌ی یک دوره فعالیت حاد درمانده ساز بر روی ترمیم گزارش کردند نشانگر تحلیل استخوان افزایش یافته است (اسکات و همکاران، ۲۰۱۰).

با توجه به اینکه رابطه بین نشانگرهای متابولیسم استخوان و سازگاری‌های تراکم استخوان به عنوان شاخص تشکیل و تحلیل استخوانی هنوز به طور کامل شناخته نشده است و پاسخ نشانگرهای متابولیسم استخوان در تحقیقات

نشانگرهای جذب و بازجذب همیشه در تعامل و تعادل با یکدیگر هستند و اینکه فعالیت ورزشی بر کدامیک از این دو فرآیند تأثیر بیشتری دارد سؤال است که محقق به دنبال پاسخ به آن است.

نشانگرها ابزار مفیدی جهت تشخیص بیماری‌های استخوانی می‌باشند، زیرا حاوی اطلاعاتی هستند که با روش‌های اندازه‌گیری تراکم مواد معدنی استخوان متفاوت و در عین حال مکمل این روش‌ها نیز هستند (وسپر و همکاران، ۲۰۰۴). آلکالین فسفاتاز^۱ ویژه استخوان، یکی از نشانگرهای تشکیل استخوان و گلیکوپروتئین تترامریک است و در بسیاری از بافت‌ها از جمله استخوان، کبد، روده، کلیه و جفت یافت می‌شود. در استخوان، استئوبلاست‌ها منشأ عظیمی از آلکالین فسفات می‌باشند. فعالیت بدنی موجب می‌شود آلکالین فسفات اثر آنابولیکی بر متابولیسم استخوان داشته باشد (رودبرگ، ماگنسون، لارسون و جوهورگ، ۲۰۰۰).

هر چند تحقیقات داخلی و خارجی در خصوص تأثیرات آلکالین فسفاتاز به اثبات رسیده است، اما این نشانگر به شدت‌های متفاوت فعالیت بدنی پاسخ‌های متفاوتی می‌دهند که می‌توان در این مورد به نتایج تحقیقات رودبرگ و همکاران^۲ (۲۰۰۰) اشاره کرد که نشان دادند ۲۰ دقیقه دویدن با شدت متوسط، به مدت ۳۰ تا ۴۰ دقیقه موجب افزایش آلکالین فسفات می‌شود (رودبرگ و همکاران، ۲۰۰۰). همچنین والس و همکاران^۳ (۲۰۰۰) گزارش کردند، آلکالین فسفات در پاسخ به ۲ ساعت ورزش دوچرخه سواری با شدت ۸۰٪ حداکثر اکسیژن مصرفی افزایش می‌یابد (والاس و همکاران ۲۰۰۰). هینتون و همکاران^۴ (۲۰۰۶) افزایش معنی دار غلظت آلکالین فسفاتاز پس از ۶ هفته پیاده‌روی سریع با شدت ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب به مدت ۴۵ دقیقه را نشان دادند (هینتون، رکتور، توماس، ۲۰۰۶). کارابولت و همکاران^۵ (۲۰۱۰) بهبود در مقدار آلکالین فسفاتاز مخصوص استخوان پس از ۶ هفته تمرینات مقاومتی با شدت بالا و پایین همراه با محدودیت‌های عروقی بر روی مردان میانسال را عنوان

6. Richard Weiler, Richard Keen, Roger Wolman. 2012
7. Ashizawa, N.; G. Ouchi; R. Fujimura; Y. Yoshida; K. Tokuyama; M. Suzuki. 1998
8. Mullins M, Sinning E. 2005
9. Cross linked telopeptides of type I collagen
10. Jonathan P.R.Scott, Craig Sale, Sale. 2010

1. Alkaline Phosphatase
2. Rudberg, A. P. Magnusson; L. Larsson; H. Joborn. 2000
3. Wallace, J.D.; R.C. Cuneo; P.A. Lundberg; T. Rosen; JOLL Jorgensen; S. Longobardi et al. 2000
4. Hinton PS, Rector RS, Thomas TR. 2006
5. Karabulut, M, Debra A. Bemben. Vanessa, D. Sherk. 2010

سه گروه، دو گروه تجربی: استقامتی (۱۰ نفر) و مقاومتی (۱۰ نفر) و یک گروه کنترل (۱۰ نفر) قرار گرفتند (جدول ۱). گروه کنترل در هیچ برنامه تمرینی شرکت نداشت، ولی گروه‌های تجربی در برنامه‌ی هفتگی منظم شرکت داشتند. نوع تحقیق تجربی از نوع پس‌آزمون با گروه کنترل بود. در مرحله آخر تمرینات از آزمودنی‌ها نمونه‌گیری خونی به عمل آمد.

پیش از اجرای تحقیق و پس از آشنایی با روند تحقیق، آزمودنی‌ها پرسش‌نامه‌ی اطلاعات پزشکی و فرم رضایت‌نامه را تکمیل کردند. متغیرهای زمینه‌ای مانند قد و وزن با استفاده از متر نواری و ترازوی وزن‌کشی و ضربان قلب با استفاده از ضربان‌سنج مارک بیور^۱ اندازه‌گیری شد. از آزمودنی‌های گروه کنترل و تجربی در مرحله پس‌آزمون به منظور اندازه‌گیری شاخص‌های آلکالین فسفاتاز و کراس لپس در شرایط ناشتا خون‌گیری به عمل آمد.

برنامه‌ی تمرینی

گروه‌های تجربی در برنامه‌ی تمرینات استقامتی و مقاومتی به مدت ۴ هفته، هفته‌ای ۳ جلسه به مدت ۳۰ دقیقه در روز براساس پروتکل شکل ۱ شرکت کردند. تمرین گروه استقامتی شامل دویدن با شدت ۶۵٪ ضربان قلب بیشینه (MHR) روی نوارگردان به مدت ۱۶ دقیقه بود که به تدریج به ۷۰٪ MHR و مدت ۲۲ دقیقه رسید؛ برنامه تمرینی مقاومتی عبارت بود از ۴ حرکت تمرینی شامل: پرس سینه، کشش زیر بغل، پشت ران و ساق پا. حرکات در هفته اول با ۵۰٪ یک تکرار بیشینه (IRM) در دو نوبت با ۱۰ تکرار اجرا شد که به ۶۵٪ IRM در ۳ نوبت رسید (قراخانلو، ۱۳۸۶).

همان‌طور که مشاهده می‌شود، برنامه تمرین مقاومتی در هفته چهارم به دلیل جلوگیری از بیش‌کاری^۲ کاهش یافته است. بروز بیش‌کاری می‌تواند بر نشانگرهای تحلیلی استخوان (بازجذب) تأثیرگذار باشد و برای جلوگیری از این پدیده فشار وارده در هفته چهارم کاهش یافت.

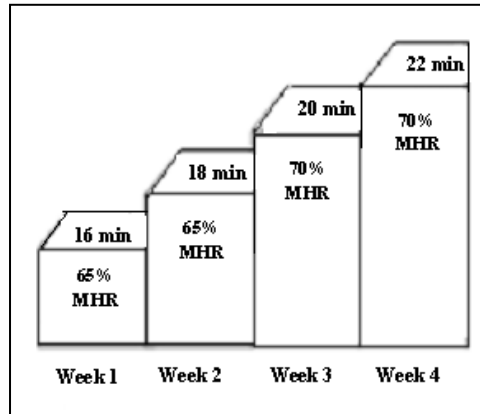
مختلف متناقض است، نمی‌توان تمرین بهینه در جهت حداکثر پاسخ استخوان‌سازی و به حداقل رساندن تحلیل آن پیشنهاد کرد. با توجه به سهولت استفاده از نشانگرهای تحلیل استخوان و کم بودن منابع داخلی در این زمینه و همچنین با توجه به این موضوع که پدیده پوکی استخوان تنها مختص به زنان یائسه نیست و می‌تواند به علل گوناگون از جمله در زنان جوان به وجود آید، لذا با اندازه‌گیری این نشانگرها می‌توان به تغییرات بیوشیمیایی منجر به پوکی استخوان قبل از اینکه این تغییرات به‌طور عینی در اسکن استخوانی مشاهده شود پی برد. این نشانگرها شاخص دینامیک هستند در صورتی که اسکن استخوانی یک شاخص استاتیک است، و از آنجا که در طب امروز پیشگیری مقدم بر درمان است می‌توان به این طریق از عوامل منتهی به پوکی استخوان جلوگیری نمود. لذا در تحقیق حاضر با هدف پیشگیری از پوکی استخوان، و انجام یک دوره تمرینی، به بررسی ۴ هفته تمرین استقامتی و مقاومتی بر روی نشانگرهای جذب و بازجذب استخوان در دختران غیرفعال دانشگاهی پرداخته شد.

روش شناسی

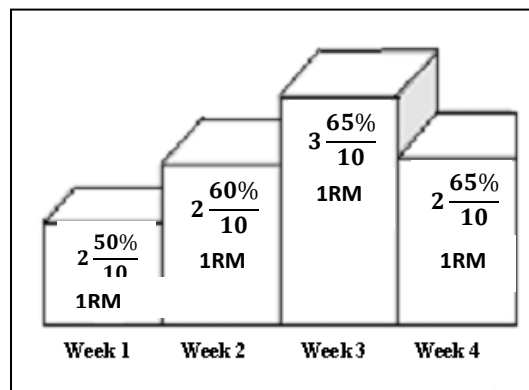
آزمودنی‌ها

تعداد ۳۰ دختر غیرفعال سالم، از بین افراد حاضر به همکاری در تحقیق به صورت داوطلب از بین دانشجویان دختر دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی شهر تهران برای این تحقیق انتخاب شدند. وضعیت تندرستی آزمودنی‌ها با پرسش‌نامه‌ی تندرستی هنجار شده ارزیابی شد (واسرمن، هانسن، سو و کاسابوری، ۱۹۹۰) با استفاده از پرسشنامه سلامت معیارهای ورود مشخص شد. هیچ یک از آزمودنی‌ها سابقه‌ی بیماری و اختلالات هورمونی اثرگذار بر متابولیسم استخوان، درمان دارویی قبل و حین اجرای تمرینات و شرکت در برنامه‌ی منظم ورزشی طی سه ماه قبل از شرکت در مطالعه نداشتند. آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در

برنامه تمرین استقامتی



برنامه تمرین مقاومتی



شکل ۱: برنامه‌های تمرین استقامتی و مقاومتی

یافته‌ها

میانگین و انحراف معیار مشخصات فردی شرکت‌کنندگان در جدول ۱ ارائه شده است.

روش‌های آماری

برای محاسبه شاخص‌های گرایش مرکزی و پراکندگی از آمار توصیفی و به منظور مقایسه‌ی گروه‌ها از روش آماری تحلیل واریانس یک طرفه و همچنین آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. کلیه عملیات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS19 انجام گرفت و سطح معنی‌داری $P \leq 0.05$ در نظر گرفته شد.

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار مشخصات فردی شرکت‌کنندگان

شاخص آماری	سن (سال)	قد (متر)	وزن (کیلو گرم)	BMI (کیلو گرم/متر مربع)	گروه
	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD	
استقامتی	۲۴/۵۶±۴/۴۵	۱/۶۱±۰/۰۶	۵۶/۳±۷/۸	۲۱/۹±۲/۳۵	
مقاومتی	۲۶/۱۳±۲/۲۳	۱/۶۴±۰/۰۵	۵۷/۵±۳/۵	۲۱/۴±۲/۰۲	
کنترل	۲۵/۴۱±۱/۲۳	۱/۵۹±۰/۰۴	۵۶/۳±۵/۹	۲۱/۸±۱/۸۴	

جدول ۲ میانگین و انحراف معیار متغیرهای تحقیق شامل آلکالین فسفاتاز و کراس لپس (واحد بین‌المللی بر لیتر) را نشان می‌دهد.

جدول ۲: میانگین و انحراف معیار شاخص‌های آماری آلکالین فسفاتاز و کراس لپس (واحد بین‌المللی بر لیتر)

شاخص آماری گروه	آلکالین فسفاتاز (u/l)	کراس لپس (ng/ml)
استقامتی	۱۶۲/۱±۲۲/۷	۰/۳۴۵±۰/۰۹
مقاومتی	۱۶۳/۲±۳۳/۴	۰/۳۱۰±۰/۱۲
کنترل	۱۵۹/۵±۲۵/۹	۰/۴۶۲±۰/۰۷

به منظور مقایسه آلکالین فسفاتاز و کراس لپس در سه گروه تمرین استقامتی، مقاومتی و کنترل از آزمون تحلیل واریانس یک راهه استفاده شد. این یافته‌ها در جداول ۳ و ۴ خلاصه شده‌اند.

جدول ۳: مقایسه آلکالین فسفاتاز در سه گروه تمرین استقامتی، مقاومتی و کنترل

شاخص آماری	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	آماره F	سطح معناداری	منابع تغییر
تفاوت‌های بین گروهی (اثر آزمون)	۷۲/۲	۲	۳۶/۱	۰/۰۴۷	۰/۹۵۴	
تفاوت‌های درون گروهی (اثر اصلی گروه‌ها)	۲۰۷۳۳	۲۷	۷۶۷/۸			
کل (خطای باقیمانده)	۲۰۸۰۵	۲۹				

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، نتایج تحقیق حاکی از آن است که تفاوت معناداری در میزان آلکالین فسفاتاز (نشانگر جذبی استخوان) در سه گروه وجود ندارد ($P > 0.05$).

جدول ۴: مقایسه کراس لپس در سه گروه تمرین استقامتی، مقاومتی و کنترل

شاخص آماری	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	آماره F	سطح معناداری	منابع تغییر
تفاوت‌های بین گروهی (اثر آزمون)	۰/۱۲۷	۲	۰/۰۶۳	۶/۷۷۳	۰/۰۰۴	
تفاوت‌های درون گروهی (اثر اصلی گروه‌ها)	۰/۲۵۲	۲۷	۰/۰۰۹			
کل (خطای باقیمانده)	۰/۳۷۹	۲۹				

اما نتایج تحلیل واریانس در خصوص کراس لپس بیانگر وجود اختلاف معنادار بین سه گروه مورد مطالعه بود. برای تعیین محل اختلاف از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد که نتایج به طور خلاصه در جدول ۵ ارائه شده است.

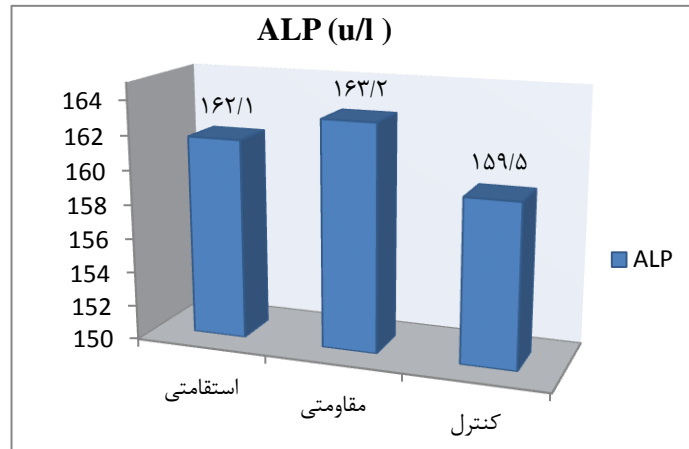
جدول ۵: نتایج آزمون تعقیبی توکی در خصوص اختلاف کراس لپس در سه گروه مورد مطالعه

شاخص آماری گروه‌ها	تفاوت میانگین	سطح معناداری
مقاومتی - استقامتی	-۰/۰۳۵	۰/۶۹۳
مقاومتی - کنترل	-۰/۱۵۲	۰/۰۰۴
استقامتی - کنترل	-۰/۱۱۶	۰/۰۳۱

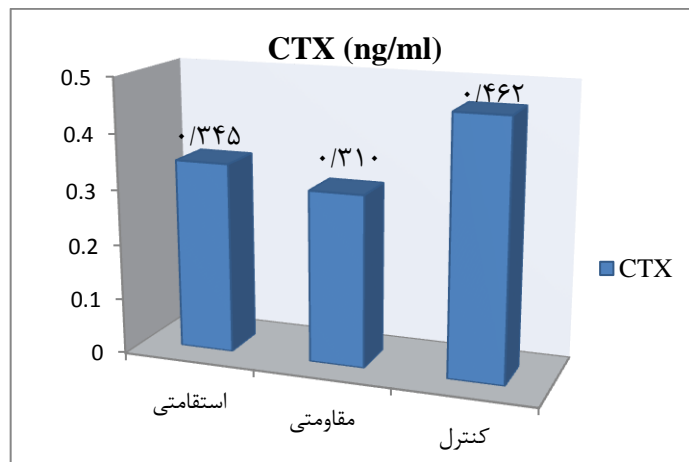
همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، میزان کراس لپس در دو گروه تمرین مقاومتی و استقامتی به یک اندازه بوده و تفاوتی بین دو گروه تجربی مشاهده نشد. اما هر دو گروه تمرین مقاومتی و استقامتی به لحاظ میزان

تمرین مقاومتی و استقامتی است. در ادامه در نمودار ۱ و ۲ میانگین مربوط به تغییرات آلکالین فسفاتاز و کراس لپس در سه گروه مطالعه ارائه شده است.

کراس لپس با گروه کنترل تفاوت داشتند. به گونه‌ای که میزان کراس لپس در هر دو گروه تجربی کمتر از گروه کنترل بود، که این نتایج حاکی از کاهش کراس لپس در اثر



نمودار ۱: میانگین تغییرات آلکالین فسفاتاز در سه گروه



نمودار ۲: میانگین تغییرات کراس لپس در سه گروه

فصل مسابقات فوتبال، کیم و همکاران (۲۰۱۲) در تمرینات مقاومتی با شدت‌های متفاوت همسو نیست.

در نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر، میزان کراس لپس در دو گروه تجربی که به مدت ۴ هفته به تمرین پرداخته بودند کاهش معناداری داشت ($P < 0.01$). نتیجه‌ی حاصل با نتایج تحقیقات آشیوزا و همکاران (۱۹۹۸) در یک جلسه تمرین مقاومتی، کارابولوت و همکاران (۲۰۱۱) در تمرینات مقاومتی با شدت بالا و پایین با محدودیت‌های عروقی، ویلر و همکاران (۲۰۱۲) در طول فصل مسابقات فوتبال، کیم و همکاران (۲۰۱۲) در تمرینات مقاومتی با شدت‌های متفاوت همسو می‌باشد. و با نتایج تحقیقات بمبن

بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق تغییرات میزان آلکالین فسفاتاز در دو گروه تجربی که به مدت ۴ هفته به تمرین پرداخته بودند تفاوت معناداری با یکدیگر نداشت ($P < 0.05$). یافته‌های تحقیق حاضر با نتایج تحقیق مولینس و همکاران (۲۰۰۵) در تمرینات مقاومتی و مکمل پروتئین، بمبن و همکاران (۲۰۱۰) در تمرینات ترکیبی لرزشی و مقاومتی، بیکر و همکاران (۲۰۱۲) در تمرینات لرزشی همسو می‌باشد. با نتایج تحقیقات رودبرگ و همکاران (۲۰۰۰) در تمرین با دوچرخه کارسنج، کارابولوت و همکاران (۲۰۱۱) در تمرینات مقاومتی با شدت بالا و با شدت پایین همراه با محدودیت‌های عروقی، ویلر و همکاران (۲۰۱۲) در طول

و همکاران (۲۰۱۰) در تمرینات ترکیبی لرزشی و مقاومتی، بیکر و همکاران (۲۰۱۲) در تمرینات لرزشی همسو نیست. تناقض در نتایج تحقیقات مختلف را می‌توان به نبود پیش‌آزمون، متفاوت بودن شدت، مدت و دوره تمرینی، ژنتیک، دامنه سنی و سبک زندگی آزمودنی‌ها نسبت داد. برای سازگاری ساختاری استخوان، شدت تحریک مکانیکی نسبت به تکرار فشارهای تمرینی اهمیت بیشتری دارد (بیژه و همکاران، ۱۳۹۰). بدین صورت که تمرین با شدت بالا به افزایش توده و تراکم استخوان کمک کرده و آنها را ارتقا می‌دهد؛ در حالی که تمرین با شدت کم چنین تأثیری ندارد (آشیوازا و همکاران ۱۹۹۸). صالحی‌کیا (۲۰۰۸) طی تحقیقی نشان داد، حداقل فشار و نیروی لازم برای ایجاد حداقل تحریک استخوانی ۲/۵ برابر وزن بدن است و در فعالیت‌هایی مانند راه رفتن و دویدن آهسته، نیرویی که بر استخوان‌ها وارد می‌شود، تقریباً برابر وزن بدن یا کمی بیشتر از آن است که در حد آستانه برای تحریک سلول‌های استخوانی نیست (صالحی‌کیا، خیام‌باشی، مرنودی و بن‌پروری، ۲۰۰۸). با توجه به تحقیق ترتیبیان، با انجام ۹ هفته تمرین هوازی شدید با شدت ۸۰-۷۰٪ حداکثر ضربان قلب برآوردی، افزایش معنادار در سطح آلكالین فسفاتاز در زنان جوان گزارش شد (ترتیبیان و همکاران، ۲۰۰۹)؛ به‌طوری‌که پیشنهاد می‌شود افزایش معنی‌دار آلكالین فسفاتاز به استرین و فشار وارد شده به سیستم عضلات اسکلتی وابسته است (هینتون و همکاران ۲۰۰۶). به‌طور کلی، فعالیت بدنی منظم و طولانی مدت که حداقل شدت لازم برای تحریک استخوانی را دارا باشد، سبب افزایش جذب روده‌ای و کاهش دفع ادراری یون کلسیم شده و منجر به افزایش سطوح کلسیم یونیزه سرم می‌گردد. همچنین با افزایش سطوح آلكالین فسفاتاز، انتقال کلسیم مایع خارج سلولی به درون استئوئیدهای غیرمعدنی افزایش یافته و سلول‌های استخوانی جدید ساخته می‌شوند، در نتیجه میزان تحلیل استخوان در اثر افزایش جذب کلسیم نیز کاهش می‌یابد. آلكالین فسفاتاز استخوانی، به عنوان ایزوآنزیم اختصاصی در تبیین میزان فعالیت سنتزی استخوان به‌کار می‌رود. در مراحل ابتدایی سازگاری با تمرینات ورزشی آلكالین فسفاتاز به علت افزایش ترشح هورمون‌های استرسی به طور موقت کاهش می‌یابد و در پایان دوره تمرینی به سطح پایه باز می‌گردد.

در تحقیق حاضر به نظر می‌رسد شدت تمرین با سطوح سرم آلكالین فسفات گردش خون همبستگی مثبتی ندارد، به‌گونه‌ای که افزایش آلكالین فسفات، باعث انتقال فشارهای مکانیکی به درون سیگنال‌های بیوشیمیایی می‌شود و تشکیل یا معدنی شدن استخوان را افزایش می‌دهد، در این تحقیق آستانه تحریک برای ادامه‌دار بودن این روند کافی و مناسب نبوده است. درحالی‌که شدت تمرین با سطوح کراس لپس گردش خون همبستگی مثبتی دارد، کاهش سطوح کراس لپس باعث انتقال فشارهای مکانیکی به درون سیگنال‌ها می‌شود و تحلیل استخوانی را کاهش می‌دهد. رگ‌های خونی موجود در واحد ساختاری استخوان، نقش مهمی در تغییرات استخوان ایفا می‌کنند. این رگ‌ها از طریق آزادسازی مواد تنگ‌کننده و گشادکننده عروق و فاکتورهای موضعی (اینترلوکین-۶، اندوتلین-۱ و نیتریک اکساید)، سبب فعال‌سازی سلول‌های استئوبلاست (استخوان ساز) و جلوگیری مستقیم از فعالیت سلول‌های استئوکلاست (تحلیل برنده استخوان) می‌شود. همچنین نتایج تحقیقات حاضر، از این نظریه که نشانگرهای استخوانی منعکس‌کننده‌ی مراحل مختلف عملکرد واحدهای استئوکلاست است، حمایت می‌کند. به نظر می‌رسد انجام فعالیت ورزشی در این تحقیق بر کاهش سطوح بازجذب استخوان تأثیرگذار بوده است و تأثیر معنی‌داری بر سطوح جذبی نداشته است. احتمالاً عوامل دیگری از جمله طول دوره تمرینی و یا شدت آن بر سطوح جذبی تأثیرگذار است که جهت اثبات آن نیاز به تحقیقات تکمیلی بیشتری وجود دارد. علاوه بر این، تحقیق حاضر نشان داد که تمرینات مقاومتی اثر بیشتری بر سطوح بازجذب نسبت به تمرینات استقامتی داشته اگرچه به لحاظ آماری نتایج معنی‌دار نیست.

بنابراین با توجه به وجود تفاوت معنی‌دار بین گروه‌های کنترل و تمرینی (استقامتی و مقاومتی) در نشانگر تحلیل استخوان، برنامه تمرینی منظم و منسجم برای ارتقاء سلامت استخوان زنان در دوره جوانی و به حداقل رساندن تحلیل استخوان در سنین بالا، پیشنهاد می‌شود. با این حال با توجه به، به‌دست نیامدن افزایش معنی‌دار در میزان آلكالین فسفاتاز پیگیری تغییرات نشانگرهای استخوانی و درک ساز و کارهای اثرگذار در فعالیت‌های بدن با شدت‌های مختلف در زنان جوان، در تحقیقات آینده جدی و لازم به نظر می‌رسد.

References

- Anderson, J. J. (2000). The important role of physical activity in skeletal development: how exercise may counter low calcium intake. *The American journal of clinical nutrition*, 71(6), 1384-1386.
- Ashizawa, N., Ouchi, G., Fujimura, R., Yoshida, Y., Tokuyama, K., & Suzuki, M. (1998). Effects of a single bout of resistance exercise on calcium and bone metabolism in untrained young males. *Calcified tissue international*, 62(2), 104-108.
- Baecker, N., Frings-Meuthen, P., Heer, M., Mester, J., & Liphardt, A.-M. (2012). Effects of vibration training on bone metabolism: results from a short-term bed rest study. *European journal of applied physiology*, 112(5), 1741-1750.
- Bemben, D. A., Palmer, I. J., Bemben, M. G., & Knehans, A. W. (2010). Effects of combined whole-body vibration and resistance training on muscular strength and bone metabolism in postmenopausal women. *Bone*, 47(3), 650-656.
- Bijeh N. Moazami M. Mansouri J. Nematpour S & Ejtehadi M. (2011). Effect of aerobic exercises on markers of bone metabolism in middle-aged women. *Trauma Monthly*, 2011(2, Summer), 129-135.
- Creighton, D. L., Morgan, A. L., Boardley, D., & Brolinson, P. G. (2001). Weight-bearing exercise and markers of bone turnover in female athletes. *Journal of Applied physiology*, 90(2), 565-570.
- Cummings, S. R., Nevitt, M. C., Browner, W. S., Stone, K., Fox, K. M., Ensrud, K. E., . . . Vogt, T. M. (1995). Risk factors for hip fracture in white women. *New England journal of medicine*, 332(12), 767-774.
- Dargent-Molina, P., Favier, F., Grandjean, H., Baudoin, C., Schott, A., Hausherr, E., . . . Group, E. (1996). Fall-related factors and risk of hip fracture: the EPIDOS prospective study. *The Lancet*, 348(9021), 145-149.
- Ehrlich, P., & Lanyon, L. (2002). Mechanical strain and bone cell function: a review. *Osteoporosis international*, 13(9), 688-700.
- Ghahremanloo E, Aghalinejad H, Qrakanloo R. (2006). Comparison of the effects of three types of strength training, endurance and combines the features bioenergetic, maximum strength and body composition in untrained men. *Olympic*, (40): 57-45 [Article in Persian]
- Hinton, P. S., Rector, R. S., & Thomas, T. R. (2006). Weight-bearing, aerobic exercise increases markers of bone formation during short-term weight loss in overweight and obese men and women. *Metabolism*, 55(12), 1616-1618.
- Karabulut, M., Bemben, D. A., Sherk, V. D., Anderson, M. A., Abe, T., & Bemben, M. G. (2011). Effects of high-intensity resistance training and low-intensity resistance training with vascular restriction on bone markers in older men. *European journal of applied physiology*, 111(8), 1659-1667.
- Kim, S., Sherk, V. D., Bemben, M. G., & Bemben, D. A. (2012). Effects of short term low intensity resistance training with blood flow restriction on bone markers and muscle cross-sectional area in young men. *International Journal of Exercise Science*, 5(2), 6.
- Lin, L. L., & Hsieh, S. S. (2005). Effects of strength and endurance exercise on calcium-regulating hormones between different levels of physical activity. *Journal of Mechanics in Medicine and Biology*, 5(02), 267-275.
- Matkovic, V., Goel, P. K., Badenhop-Stevens, N. E., Landoll, J. D., Li, B., Ilich, J. Z., . . . Ha, E.-J. (2005). Calcium supplementation and bone mineral density in females from childhood to young adulthood: a randomized controlled trial. *The American journal of clinical nutrition*, 81(1), 175-188.
- Mullins, N. M., & Sinning, W. E. (2005). Effects of resistance training and protein supplementation on bone turnover in young adult women. *Nutrition & metabolism*, 2(1), 1.
- Peck, W. A., Riggs, B. L., Bell, N. H., Wallace, R. B., Johnston, C. C., Gordon, S. L., & Shulman, L. E. (1988). Research directions in osteoporosis. *The American journal of medicine*, 84(2), 275-282.
- Rahimian M, Hjazzy P.(2002). Evaluation and comparison of active women in different sports and women athletes in bone density. *Journal of Women's Studies*. (2):p32-40. [Article in Persian]
- Rudberg, A., Magnusson, P., Larsson, L., & Joborn, H. (2000). Serum isoforms of bone alkaline phosphatase increase during physical exercise in women. *Calcified tissue international*, 66(5), 342-347.
- Salehikia, A., khayambashi, K., Marandi, S. M., & Banparvari, M. (2008). Effect of longitudinal endurance, sprint and strength activity on bone mineral density in elite male athletes.
- 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 & Metabolism*, 95(8), 3918-3925.
- Shaw, J., Witzke, K., & Winters, K. (2001). Exercise for skeletal health and osteoporosis prevention. *ACSM'S RESOURCE. Manual for guidelines for exercise testing and prescription*, 3, 288-239.
- Shaykh aliIslam R, Torabi p , kolahtozF. (2005). nutrition, exercise and bone health. Nutrition improvement office, Department of Health, Ministry of Health and Medical Education, Publications kelke khial. [Article in Persian]
- Tartibian,B , Mutabsae,N. (2009). “ The effect of 9 weeks of maximal aerobic training on parathyroid hormone and bone absorption markers in young women”. *Olympic Journal*.4(44):p79-88[Article in Persian]

- Vesper, H., Cosman, F., Endres, D. B., Garnero, P., Hoyle, N. R., Kleerekoper, M., & Mallinak, N. J. (2004). Application of Biochemical Markers of Bone Turnover in the Assessment and Monitoring of Bone Diseases: Approved Guideline (Vol. 24): NCCLS.
- Wallace, J. D., Cuneo, R. C., Lundberg, P. A., Rosén, T., Jørgensen, J. O. L., Longobardi, S., . . . Bengtsson, B.-A. k. (2000). Responses of Markers of Bone and Collagen Turnover to Exercise, Growth Hormone (GH) Administration, and GH Withdrawal in Trained Adult Males 1. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 85(1), 124-133.
- Wasserman, K. J. Hansen; D.Y. Sue; R. Casaburi; B.J. Whipp .1990. Principles of exercise testing and interpretation. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins. 3rd ed.
- Weiler, R., Keen, R., & Wolman, R. (2012). Changes in bone turnover markers during the close season in elite football (soccer) players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(3), 255-258.