

# تأثیر ورزش فوتسال بر سطح و محتوای مواد معدنی استخوان زنان

❖ فاطمه موسوی؛ دانشجوی کارشناسی ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه اصفهان\*  
❖ دکتر خلیل خیام‌باشی؛ استادیار دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه اصفهان  
❖❖ دکتر نادر رهنما؛ دانشیار دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه اصفهان

**چکیده:** هدف پژوهش حاضر عبارت است از مقایسه سطح و محتوای مواد معدنی استخوان بین زنان فوتسالیست و غیر ورزشکار. نمونه‌های این پژوهش ۱۵ زن فوتسالیست (سن  $24.3 \pm 2.8$  سال، قد  $161.1 \pm 4.6$  سانتی‌متر، و وزن  $54.3 \pm 7$  کیلوگرم) و ۱۵ زن سالم غیر ورزشکار (سن  $23.8 \pm 2$  سال، قد  $160.9 \pm 7$  سانتی‌متر، و وزن  $51.5 \pm 9.6$  کیلوگرم) بودند. همه نمونه‌ها سالم بودند و هیچ گونه سابقه بیماری و پوکی استخوان یا شکستگی نداشتند. همچنین، هیچ دارویی نیز استفاده نمی‌کردند. سطح و محتوای مواد معدنی استخوان با دستگاه سنجش تراکم مواد معدنی استخوان (DEXA) در مهره‌های دوم تا چهارم کمری، همچنین گردن و تروکانتر استخوان ران هر دو پا اندازه‌گیری شد. آزمون t مستقل در تحلیل داده‌ها به کار رفت. نتایج نشان داد میزان محتوای مواد معدنی استخوان مهره‌های کمری، و پای برتر و غیر برتر زنان فوتسالیست ( $33791.2 \pm 2177.8$  میلی‌گرم) به‌طور معناداری ( $P < 0.05$ ) بیشتر از زنان غیرورزشکار ( $27082.8 \pm 2178.8$  میلی‌گرم) بود. اما، بین سطح استخوانی در مهره‌های کمری، و پای برتر و غیر برتر زنان فوتسالیست ( $42.4 \pm 2.5$ ،  $31.2 \pm 1.8$  و  $31.2 \pm 1.9$  سانتی‌متر مربع) و افراد غیرورزشکار ( $41.5 \pm 2.5$ ،  $30.9 \pm 1.9$  و  $30.9 \pm 1.9$  سانتی‌متر مربع) تفاوت معناداری مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ). نتایج این پژوهش نشان داد فوتسال در افزایش محتوای مواد معدنی استخوان مؤثر بود، اما تأثیر چندانی بر سطح استخوان نداشت. در نتیجه، بیشتر بودن محتوای مواد معدنی استخوان در زنان فوتسالیست، ناشی از افزایش تراکم مواد معدنی استخوان در قسمت‌های اندازه‌گیری شده بود.

**واژگان کلیدی:** سطح استخوان، فوتسال، محتوای مواد معدنی استخوان

\* E.mail: Fatemehmousavi1982@yahoo.com

## مقدمه

استخوان. محتوای مواد معدنی استخوان، هم توده مواد معدنی موجود در کل بدن بر حسب گرم، و هم توده مواد معدنی در واحد طول استخوان بر حسب گرم بر سانتی‌متر است. برای محاسبه تراکم

یکی از مهم‌ترین شاخص‌های پایداری استخوان، محتوای مواد معدنی استخوان (BMC)<sup>۱</sup> است؛ یعنی حجم و توده مواد معدنی داخل حفره

## 1. Bone Mineral Content

ورزشی یکساله پسران بالغ متوجه شدند این تمرینات، محتوای مواد معدنی استخوان را در مهره‌های کمر و گردن استخوان ران حدود ۴ درصد، و اندازه استخوان را در این دو موضع، تقریباً ۳ درصد افزایش داد (۱۳).

دالی و همکاران (۲۰۰۴) هم نشان دادند انجام تمرینات ورزشی قبل و در هنگام بلوغ باعث افزایش ۶ تا ۱۳ درصدی سطح استخوان در افراد ورزشکار نسبت به غیرورزشکاران هم‌سن آن‌ها می‌شود (۵). در مطالعه‌ای درباره زنان بازیکن اسکواش، محتوای مواد معدنی استخوان بازو و زند زبرین دست برتر آن‌ها تقریباً ۱۵ درصد نسبت به دست غیر برتر بیشتر بود (۹).

مطالعه مشابه دیگری، آثار فعالیت بدنی را روی مواد معدنی استخوان در دختران و پسران ۹ تا ۱۶ سال بررسی کرد. در نهایت، گروه فعال محتوای مواد معدنی بیشتری را در مهره‌های کمر و گردن استخوان ران نشان دادند. از سوی دیگر، اندازه استخوان در گروه فعال بزرگ‌تر از گروه کنترل بود (۱۸).

هاپاسالو و همکاران (۲۰۰۰) نیز محتوای مواد معدنی و سطح استخوان را در بازیکنان حرفه‌ای تنیس با افراد غیرورزشکار مقایسه کردند. در ورزشکاران، محتوای مواد معدنی و سطح استخوان‌ها در دست برتر بیشتر از دست غیر برتر بود. این مطالعه نشان داد محتوای مواد معدنی بیشتر در دست برتر، به دلیل بزرگ‌تر بودن اندازه استخوان در این دست بوده است، نه تراکم بیشتر مواد معدنی استخوان. در گروه کنترل، محتوای مواد معدنی هر دو دست نسبت به افراد ورزشکار

مواد معدنی استخوان (BMD)<sup>۱</sup> باید محتوای مواد معدنی آن را بر مساحت ناحیه مورد نظر تقسیم کرد (۱۷). محتوای مواد معدنی استخوان به تراکم مواد معدنی آن، همچنین اندازه استخوان بستگی دارد. میزان تراکم مواد معدنی استخوان، علت ۶۰ درصد اختلاف در قدرت استخوان است. برای مثال ۶ درصد افزایش تراکم مواد معدنی استخوان، با افزایش ۷۵ درصدی در قدرت آن همراه است. از طرف دیگر، اندازه استخوان در قدرت آن سهم زیادی دارد، چون مقاومت استخوان در برابر نیروهای خم‌کننده و چرخشی به ضخامت و کلفتی استخوان بستگی دارد (۱۲).

عواملی از قبیل ژنتیک، جنسیت، رژیم غذایی، هورمون‌ها، بیماری‌های خاص، و نیروهای مکانیکی وارد بر استخوان بر توده استخوانی بدن تأثیر دارند (۱۷). مطالعات نشان داده‌اند یکی از عوامل مؤثر بر توده استخوانی بدن نیروهای مکانیکی حاصل از تمرینات پرشدت ورزشی است. یک دوره تمرینات پرشدت روی دختران و پسران نابالغ، در پایان یکسال باعث افزایش ۱۸ درصدی محتوای مواد معدنی مهره‌های کمر در گروه فعال شد (۸). همچنین، یک دوره تمرین پرشدت که سه بار در هفته انجام می‌شد، محتوای مواد معدنی استخوان ران در دختران جوان را افزایش داد (۱۵). برخی مطالعات نشان داده‌اند محتوای مواد معدنی استخوان ممکن است در دوره‌های تمرین و مسابقات افزایش، و هنگام بی‌تمرینی کاهش یابد. بررسی ژیمناست‌ها نشان داد در فصل مسابقات، محتوای مواد معدنی استخوان ۲ تا ۴ درصد افزایش و هنگام بی‌تمرینی حدوداً ۱ درصد کاهش یافت (۱۲).

لیندن و همکاران (۲۰۰۷) با بررسی برنامه

## 1. Bone Mineral Density

### روش‌شناسی

این پژوهش از نوع تحقیقات علی پس از وقوع و مقایسه‌ای است. ۱۵ زن فوتسالیست (سن  $24.3 \pm 2.8$  سال، قد  $161.1 \pm 4.4$  سانتی‌متر، و وزن  $54.3 \pm 7$  کیلوگرم) به صورت هدف‌مند و ۱۵ زن غیرورزشکار (سن  $23.8 \pm 2$  سال، قد  $160.9 \pm 7$  سانتی‌متر، و وزن  $51.5 \pm 9.6$  کیلوگرم) به صورت داوطلب در مطالعه شرکت کردند. محدوده سنی تمام نمونه‌ها ۲۰ تا ۳۰ سال بود و هیچ‌گونه سابقه شکستگی استخوان، دیابت، پرکاری تیروئید و پاراتیروئید، بیماری‌های قلبی-تنفسی، اختلالات قاعدگی، همچنین سابقه مصرف سیگار، داروهای ضد تشنج و کورتین نداشتند. ورزشکاران حداقل سه سال سابقه در تیم فوتسال ذوب آهن اصفهان و سه جلسه تمرین در هفته (۲ ساعت در هر جلسه) داشتند. افراد غیرورزشکار هم سابقه شرکت در فعالیت‌های ورزشی به صورت منظم نداشتند.

برای جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز از ترازو، قدسنج، پرسشنامه سابقه پزشکی و ورزشی و دستگاه سنجش تراکم استخوان (DEXA)<sup>۱</sup> استفاده شد. سطح و محتوای مواد معدنی نمونه‌ها در مرکز تشخیص پوکی استخوان اصفهان را متخصصان رادیولوژی با استفاده از دستگاه DEXA که روش استاندارد و دقیقی برای سنجش تراکم مواد معدنی استخوان است اندازه‌گیری کردند. اسکن DEXA روشی سریع، غیرتهاجمی، و بدون درد است و مقدار تشعشع در آن، یک سی‌ام عکسبرداری با اشعه ایکس است. در این روش، مبنای تراکم‌سنجی استفاده از منبعی با دو سطح انرژی بالا و پایین است که جذب متفاوتی در بافت‌های نرم و

به‌طور قابل ملاحظه‌ای کمتر بود (۱۰).

فوتبال رشته ورزشی پرشدت و همراه با تحمل وزن است که آثار مثبتی بر استخوان‌ها در نواحی متحمل فشار دارد. تحقیقات نشان داده‌اند این استخوان‌ها توده مواد معدنی بیشتری را نسبت به استخوان‌هایی که وزنی را تحمل نکرده‌اند داریند (۲۰ و ۳).

در پژوهشی روی بازیکنان حرفه‌ای فوتبال، محتوای مواد معدنی کل بدن فوتبالیست‌ها ۱۸ درصد بیشتر از گروه کنترل بود. این تفاوت ناشی از ۵/۲ درصد بزرگ‌تر بودن اندازه استخوان و ۱۲/۳ درصد افزایش تراکم مواد معدنی استخوان بود. محتوای مواد معدنی استخوان فوتبالیست‌ها در لگن و پاهای، که فشار تمرین بر آن‌ها وارد شده، در مقایسه با تته و بازوها افزایش بیشتری داشت. محتوای مواد معدنی سر در هر دو گروه مساوی بود.

همچنین، اندازه استخوان‌ها در لگن و پاهای به طور معناداری در فوتبالیست‌ها از گروه کنترل بیشتر بود، در حالی که تفاوت معناداری بین سطح استخوان‌های سر و بازوها وجود نداشت (۲۰).

در بررسی‌های انجام شده، بعضی تحقیقات تراکم مواد معدنی (۲۰ و ۷) و برخی دیگر سطح و اندازه استخوان‌ها (۱۳ و ۱۸) را مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده محتوای مواد معدنی برشمرده‌اند. با در نظر گرفتن تناقضات موجود، همچنین عدم وجود اطلاعات کافی در مورد تأثیر رشته‌های ورزشی مختلف بر سطح و اندازه استخوان‌ها، در این پژوهش تلاش شده آثار رشته ورزشی فوتسال بر سطح و محتوای مواد معدنی استخوان‌ها در ورزشکاران با افراد غیر ورزشکار مقایسه شود.

#### 1. Dual Energy X-Ray Absorptiometry

استخوان نمونه‌ها از آزمون t مستقل استفاده شد. تمام اطلاعات آماری را رایانه با استفاده از نرم افزار SPSS (نسخه ۱۳) تجزیه و تحلیل کرد. سطح معناداری آزمون‌ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

### یافته‌ها

نتایج این پژوهش نشان داد میزان محتوای مواد معدنی استخوان مهره‌های دوم تا چهارم کمری، و پای برتر و غیر برتر زنان فوتسالیست به‌طور معناداری بیشتر از زنان غیرورزشکار بود ( $P=0/000$ ). اما بین سطح استخوان مهره‌های کمری، و پای برتر و غیر برتر زنان فوتسالیست و افراد غیرورزشکار تفاوت معناداری مشاهده نشد ( $P>0/05$ ).

استخوان دارند. در دستگاه DEXA منبع انرژی اشعه ایکس است که منجر به افزایش دقت دستگاه تا ۹۹٪ می‌شود (۱۶). سطح و محتوای مواد معدنی استخوان با دستگاه محاسبه و نتیجه مربوط به هر قسمت همراه با عکس رنگی آماده شد.

در این پژوهش، مهره‌های دوم تا چهارم کمری، گردن، و تروکانتر استخوان ران ارزیابی شدند. پس از مشخص شدن نتایج، اطلاعات مورد نیاز جمع‌آوری و ثبت شد. سپس، داده‌های مذکور با روش‌های آماری، برای بررسی فرضیه‌های تحقیق تجزیه و تحلیل شدند. منظور از استخوان پا در این پژوهش، گردن و تروکانتر استخوان ران است.

### روش‌های آماری

برای مقایسه سطح و محتوای مواد معدنی

جدول ۱. مقایسه سطح و محتوای مواد معدنی استخوان زنان فوتسالیست حرفه‌ای و افراد غیرورزشکار (انحراف استاندارد  $\pm$  میانگین)

متغیر	فوتسالیست	کنترل	t	Sig.
محتوای مواد معدنی استخوان (میلی گرم)				
مهره‌های کمر	۵۳۶۰۷,۰ $\pm$ ۲۴۷۷,۸	۴۵۸۷۷,۳ $\pm$ ۱۹۷۹,۲	۳,۰۶	۰,۰۰۰
پای برتر	۳۵۱۳۰,۶ $\pm$ ۲۳۹۳,۳	۲۷۰۸۲,۸ $\pm$ ۲۱۷۸,۸	۷,۳۱	۰,۰۰۰
پای غیربرتر	۳۶۷۹۱,۲ $\pm$ ۲۱۷۷,۸	۲۶۷۳۹,۲ $\pm$ ۱۸۴۸,۴	۹,۷۱	۰,۰۰۰
سطح (سانتی متر مربع)				
مهره‌های کمر	۴۲,۴ $\pm$ ۲,۵	۴۱,۵ $\pm$ ۲,۵	۰,۷۰	۰,۴۸۵
پای برتر	۳۱,۲ $\pm$ ۱,۸	۳۰,۹ $\pm$ ۱,۹	۰,۳۶	۰,۷۱۸
پای غیربرتر	۳۱,۲ $\pm$ ۱,۹	۳۰,۴ $\pm$ ۱,۹	۱,۰۵	۰,۳۰۲

### بحث و نتیجه‌گیری

هدف این پژوهش عبارت است از مقایسه سطح و محتوای مواد معدنی استخوان بین زنان فوتسالیست و افراد غیرورزشکار. نتایج نشان داد محتوای مواد معدنی استخوان در مهره‌های کمری

( $L_4-L_7$ ) زنان ورزشکار، به‌طور معناداری بیشتر از غیرورزشکاران بود که این نتیجه با مطالعات ویسنت-رودریگز و همکاران (۲۰۰۴)، و ویتیج و همکاران (۱۹۹۸) همخوانی دارد (۲۰ و ۱۹). طبق مطالعات انجام شده، ورزش محتوای مواد معدنی

مقایسه تراکم مواد معدنی استخوان در پایین تنه زنان فوتسالیست با افراد غیرورزشکار نشان داد تراکم مواد معدنی فوتسالیست‌ها در استخوان ران هر دو پا در مقایسه با زنان غیرورزشکار به‌طور معناداری بیشتر بوده است (۱). همین مسئله باعث بیشتر بودن محتوای مواد معدنی در استخوان ران پای برتر و غیر برتر فوتسالیست‌هاست.

گیتی و همکاران (۲۰۰۵) در اکثر نواحی اسکلتی بدن، رابطه مثبت معناداری را بین تراکم، محتوای مواد معدنی، و سطح استخوان‌ها گزارش کردند. یافته‌های پژوهش آن‌ها نشان داد شرکت در فعالیت‌های پرشدت ورزشی، باعث افزایش محتوای مواد معدنی و اندازه سطحی استخوان‌ها، به‌خصوص در لگن، می‌شود (۷).

هاپاسالو و همکاران (۲۰۰۵) نیز در بررسی توده استخوانی دست برتر و غیر برتر زنان رشته اسکواش متوجه شدند تراکم و محتوای مواد معدنی استخوان در دست برتر آن‌ها به‌طور معناداری بیشتر از دست غیر برتر بود. در واقع، فشار حاصل از ضربات و نیروهای کششی حاصل از انقباض عضلات دست برتر مستقیماً به استخوان وارد می‌شود و با افزایش تراکم مواد معدنی استخوان، به بالا رفتن محتوای مواد معدنی استخوان در دست برتر نسبت به دست غیر برتر می‌انجامد (۹).

در این پژوهش، با وجود اینکه سطح استخوان مهره‌های کمری فوتسالیست‌ها نسبت به زنان غیر ورزشکار بیشتر بود، اما تفاوت بین آن‌ها معنادار نبود. همچنین، بین سطح استخوان‌های ران در پای برتر و غیر برتر زنان فوتسالیست با افراد غیر ورزشکار تفاوت معناداری مشاهده نشد.

این نتایج با تحقیقات گیتی و همکاران (۲۰۰۵) و ویٹیچ و همکاران (۱۹۹۸) مطابقت دارد و با

استخوان را افزایش می‌دهد. این افزایش بر اثر دو عامل ایجاد می‌شود: اندازه بزرگ‌تر استخوان و تراکم بیشتر مواد معدنی آن (۱۴).

موسوی و همکاران (۱۳۸۷) با مقایسه تراکم مواد معدنی استخوان‌های بالاتنه و پایین تنه زنان فوتسالیست با افراد غیرورزشکار به این نتیجه رسیدند که میزان تراکم مواد معدنی مهره‌های کمر زنان فوتسالیست به‌طور معناداری بیشتر از غیرورزشکاران بود (۱).

کادور و همکاران (۲۰۰۵) نیز تراکم بیشتری را در مواد معدنی مهره‌های کمر زنان فوتسالیست نسبت به زنان غیر ورزشکار گزارش کردند. این تحقیق نشان داد افزایش تراکم مواد معدنی استخوان فقط مختص به نواحی‌ای بود که فشار وزن را تحمل کردند (۴). فوتسال رشته ورزشی پرشدتی است که حرکات بنیادی آن مثل دویدن، پریدن، و ضربه زدن فشار مکانیکی زیادی را به استخوان‌ها، مخصوصاً در اندام تحتانی، وارد می‌کند. با این حال، استخوان‌های بالاتنه هم تحت تأثیر نیروهای حاصل از وزن بدن قرار می‌گیرند. این امر به بالا رفتن تراکم مواد معدنی استخوان در بالاتنه می‌انجامد (۱). به دلیل وجود رابطه مستقیم بین تراکم مواد معدنی با محتوای مواد معدنی استخوان، بالاتر بودن محتوای مواد معدنی استخوان در مهره‌های کمری فوتسالیست‌ها به تراکم بیشتر مواد معدنی در این استخوان‌ها مربوط می‌شود.

همچنین، در این تحقیق، محتوای مواد معدنی استخوان ران پای برتر و غیر برتر زنان فوتسالیست، به‌طور معناداری بیشتر از پای برتر و غیر برتر افراد غیرورزشکار بود. این نتیجه با یافته‌های گیتی و همکاران (۲۰۰۵) و ویسنت-رودریگز و همکاران (۲۰۰۴) مطابقت دارد (۱۹ و ۷).

بیشتر بودن محتوای مواد معدنی استخوان در زنان فوتسالیست، به دلیل بیشتر بودن تراکم مواد معدنی استخوان در نواحی مورد اندازه‌گیری بوده است (۱).

دنگ و همکاران (۲۰۰۲) در مطالعه‌ی مشابهی نشان دادند افزایش محتوای مواد معدنی استخوان‌ها بیشتر ناشی از تغییر در تراکم مواد معدنی استخوان‌هاست تا افزایش در اندازه‌ی آن‌ها، چنانچه در مهره‌های کمری، ۸۶ درصد از تغییرات محتوای مواد معدنی استخوان ناشی از تغییر در تراکم مواد معدنی آن و ۱۴ درصد دیگر به دلیل اندازه‌ی استخوان بوده است. در ناحیه‌ی لگن هم ۹۸ درصد تغییرات ناشی از تراکم مواد معدنی و فقط ۲ درصد وابسته به اندازه‌ی استخوان بوده است (۶). پس می‌توان این‌طور نتیجه‌گیری کرد که فوتسال بیشتر از آنکه بر اندازه‌ی سطحی استخوان‌ها تأثیر بگذارد، باعث افزایش سختی و قدرت استخوان‌ها می‌شود. نتایج این پژوهش نشان داد محتوای مواد معدنی استخوان در قسمت‌هایی که فشار وزن بر آن‌ها وارد شده است در زنان فوتسالیست به‌طور معناداری بیشتر از زنان غیرورزشکار بود، اما سطح استخوان‌ها بین دو گروه تفاوت معناداری نداشت. بنابراین، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که بیشتر بودن محتوای مواد معدنی استخوان در فوتسالیست‌ها، فقط ناشی از افزایش تراکم مواد معدنی استخوان در این گروه بوده است. از آنجا که اندازه‌ی استخوان از عوامل مؤثر در استحکام استخوان است، پیشنهاد می‌شود تحقیقات مشابهی برای بررسی اثر فعالیت بدنی بر سطح استخوان انجام شود.

تحقیقات لیندن و همکاران (۲۰۰۷) و کارلسون و همکاران (۲۰۰۲) همخوانی ندارد (۲۰، ۱۳، ۷ و ۶). کارلسون و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند اندازه‌ی استخوان مهره‌های کمر و گردن استخوان ران در وزنه‌برداران بیش از گروه کنترل بوده است (۱۱). استخوان به فشارهای مکانیکی وارد بر آن به‌صورت تغییرات هدف‌مند پاسخ می‌دهد که به افزایش قدرت و استحکام آن می‌انجامد. تغییرات سازگرایانه در استخوان به‌صورت افزایش در ضخامت لایه‌ی قشری استخوان‌های بلند و استحکام ساختار رشته‌های هم‌بند نگهدارنده‌ی مواد اسفنجی مشاهده می‌شود. حتی ممکن است تمامی استخوان بر اثر فشارهای وارد شده و عمل نیروهای عضلانی دستخوش تغییر شوند (۲).

هاپاسالو و همکاران (۲۰۰۰) معتقدند تغییرات ایجاد شده در ترکیب استخوان و فشارهای وارد شده بر قسمت‌های مختلف اسکلت در سنین رشد، باعث ایجاد تغییراتی در شکل هندسی استخوان می‌شود که ضرورتاً با افزایش محتوا و تراکم مواد معدنی استخوان همراه نیست (۱۰). بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که بیشتر تغییرات ایجاد شده در شکل و سطح استخوان‌ها در سنین رشد ایجاد می‌شود و انجام تمرینات ورزشی در این دوران بیشترین تأثیر را بر هندسه‌ی استخوان دارد. از آنجا که ورزشکاران شرکت‌کننده در این مطالعه اکثراً تمرینات ورزشی را بعد از سن بلوغ آغاز کرده بودند، بنابراین بین سطح استخوانی آن‌ها با افراد غیرورزشکار تفاوت معناداری وجود نداشت. با توجه به نتایج به‌دست آمده در این پژوهش،

## منابع

۱. موسوی، ف.؛ رهنما، ن.؛ خیام‌باشی، خ.؛ سلامت، م.ر. (۱۳۸۷). «مقایسه تراکم مواد معدنی استخوان بالاتنه و پایین‌تنه زنان فوتسالیست حرفه‌ای با افراد غیرورزشکار»، پژوهش در علوم ورزشی، ۲۱، ۱۴۵-۱۵۶.
۲. واینک، ی.؛ گودرزی، م.؛ نیکبخت، م. (۱۳۸۱). «آناتومی حرکتی در ورزش‌ها»، تهران: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات و چاپ، ۳۰-۳۸.
3. Alfredson, H.; Nordstrom, P.; Lorentzon, R. (2004). "Total and regional bone mass in female soccer players". *Journal of Calcified Tissue International*. 59 (6): 438- 442.
4. Cadore, E.L.; Brentano, M.A.; Krueger, L.F.M. (2005). "Effects of the physical activity on the bone mineral density and bone remodeling". *Journal of Sports Medicine*. 11 (6): 338- 344.
5. Daly, R.M.; Saxon, L.; Turner, C.H.; Robling, A.G.; Bass, S.L. (2004). "The relationship between muscle size and bone geometry during growth and in response to exercise". *Journal of Bone*. 34(2): 281- 7.
6. Deng, H.W.; Xu, F.H.; Davies, K.M.; Heaney, R. and Recker, R.R. (2002). "Differences in bone mineral density, bone mineral content, and bone areal size in fracturing and non-fracturing women, and their interrelationships at the spine and hip". *Journal of Bone and Mineral Metabolism*. 20: 358- 366.
7. Ginty, F.; Rennie, K.L.; Mills, L.; Stear, S.; Jones, S.; Prentice, A. (2005). "Positive, site- specific associations between bone mineral status, fitness, and time spent at high- impact activities in 16- to 18- year- old boys". *Journal of Bone*. 36 (1): 101- 110.
8. Greene, D.A & Naughton, G.A. (2006). "Adaptive skeletal responses to mechanical loading during adolescence". *Journal of Sports Medicine*. 36 (9): 723- 732.
9. Haapasalo, H.; Kannus, P.; Sievanen, H.; Heinonen, A.; Oja, P.; Vuori, I. (2005). "Long- term unilateral loading and bone mineral density and content in female squash players". *Journal of Calcified Tissue International*. 54 (4): 249- 255.
10. Haapasalo, H.; Kontulainen, S.; Sievanen, H.; Kunnus, M.; Jarvinen, M. and Vuori, I. (2000). "Exercise- induced bone gain is due to enlargement in bone size without a change in volumetric bone density: a peripheral quantitative computed tomography study of the upper arms of male tennis players". *Journal of Bone*. 27(3): 351- 357.
11. Karlsson, M.K.; Ahlberg, H.; Obrant, K.; Lindberg, H.; Nyquist, F.; Karlsson, C. (2002). "Exercise during growth and young adulthood is associated with reduced fracture risk in old age". *Journal of Bone Mineral Research*. 17(1): 297.
12. Kohrt, W.M.; Bloomfield, S.A.; Little, K.D.; Nelson, M.E.; Yingling, V.R. (2004). "Physical activity and bone health". *Journal of American College of Sports Medicine*. 11:1985- 1996.
13. Linden, C.; Alwis, G.; Ahlberg, H.; Gardsell, P.; Valdimarsson, O., et al. (2007). "Exercise, bone mass and bone size in prepubertal boys: one-year data from the pediatric osteoporosis prevention study". *Journal of Medicine & Science in Sport*. 17(4): 340- 347.
14. Palombaro, K.M. (2004). "Effect of walking-only interventions on bone mineral density at various skeletal sites: A meta- analysis". *Journal of Geriatric Physical Therapy*. 28: 102- 107.
15. Peat, J.K.; & Naughton, G.A. (2004). "Does high-impact exercise in the prepubertal period have an osteogenic effect in females?" *The Medicine Journal of Australia*. 180 (9): 465- 469.
16. Petersen, U.; & Petersen, A.V. (2006). "Dual energy X-ray absorptiometry, or DEXA scanning, is currently the most widely used method to measure bone mineral density". Denmark. [www.gorhams.dk/html/whatisdexascanning.html](http://www.gorhams.dk/html/whatisdexascanning.html).
17. Richmond, B. (2003). "DXA scanning to diagnose osteoporosis: Do you know what the results mean?" *Journal of Medicine*. 70 (4): 353- 360.

18. Sundberg, M.; Gardsell, P.; Johnell, O., et al. (2001). "Peripubertal moderate exercise increases bone mass in boys but not in girls: a population- based intervention study". *Journal of Osteoporosis*. 12(3): 230- 8.
19. Vicente- Rodriguez, G.; Dorado, C.; Perez- Gomez, J.; Gonzalez- Henriquez, J.J.; Calbet, J.A. (2004). "Enhanced bone mass and physical fitness in young female handball players". *Journal of Bone*. 35 (5): 1208- 15.
20. Wittich, A.; Mautalen, C.A.; Oliveri, M.B.; Bagur, A.; Somoza, F.; Rotemberg, E. (1998). "Professional football (soccer) players have a markedly greater skeletal mineral content, density and size than age- and BMI- matched controls". *Journal of Calcified Tissue International*. 63: 112- 117.

