پژوهش در علوم ورزشی شماره ۶، تابستان ۱۳۸۹، صص ۹۸-۸۳

وضعیت بافت استخوانی در شناگران حرفه‌ای

سید صادق جعفرزاده[۱]، دکتر آذر آقایاری[۲]، *دکتر محمد شبانی[۳]

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۱/۲۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۹/۸/۲۳

چکیده

بیماری پوکی استخوان یا استئوپروز که اپیدمی خاموش عصر حاضر لقب گرفته، می‌تواند در زندگی حرفه‌ای و آیندهٔ ورزشکاران مشکل ایجاد کند و آنها را از ادامه فعالیت باز دارد. تحقیقات نشان می‌دهد فعالیت بدنی، گامی اولیه و حیاتی برای جلوگیری از پوکی استخوان است؛ اگرچه، به نظر می‌رسد فعالیت‌های بدنی تأثیر یکسانی بر بافت استخوانی ندارند. تحقیقات نشان می‌دهد فعالیت‌هایی که تحمل کنندهٔ وزن بدن می‌باشند، باعث افزایش تراکم مواد معدنی استخوان‌ها[۴] می‌شوندT در حالی که دربارهٔ تراکم مواد معدنی استخوان در ورزش‌هایی که تحمل کنندهٔ وزن بدن نیستند (مانند شنا) نتایج ضد و نقیضی گزارش شده است. هدف تحقیق حاضر برآورد میزان شیوع استئوپنی و استئوپروز و همچنین سنجش تراکم و محتوای مواد معدنی استخوان در شناگران حرفه‌ای است. بدین منظور، ترکم مواد معدنی مهره‌های کمری ۱۳ شناگر نخبه (سن ۱/۳۷±۱۹/۳۱ سال، قد ۵/۱۷±۱۷۸/۳۹ سانتی‌متر، وزن ۹/۴±۷۵/۹۲ کیلوگرم، شاخص تودهٔ بدن ۳/۳۳±۲۳/۹۱ کیلوگرم بر متر مربع) و ۱۳ نفر غیرورزشکار (سن ۱/۹۸±۱۹/۳۹ سال، قد ۶/۱۱±۱۷۴/۴۶ سانتی‌متر، وزن ۱۲/۴±۶۹/۰۸ کیلوگرم، شاخص تودهٔ بدن ۳/۱۹±۲۲/۶۲ کیلوگرم بر متر مربع) توسط دستگاه DEXA اندازه‌گیری و بر اساس هنجارهای مربوط، در سه گروه نرمال، استئوپنی و استئوپروز جای گرفتند. نتیجهٔ اصلی تحقیق حاضر این است که بر اساس معیار Z-score، ۶۱/۵ درصد از شناگران نخبه، در ناحیهٔ مهره‌های کمری دچار ناهنجاری استئوپنی می‌باشند، در حالی که در گروه کنترل، ۳۸/۵ درصد از آزمودنی‌ها ارزش‌های BMD پایین‌تر از نرمال (۷/۷ درصد استئوپروز و ۳۰/۸ درصد استئوپنی) دارند. همچنین، مقایسهٔ تراکم و محتوای مواد معدنی[۵] بین شناگران و آزمودنی‌های گروه کنترل، تفاوت معنی‌داری نشان نداد، ولی تراکم و محتوای مواد معدنی در شناگران مقادیر پایین‌تری داشت و مقادیر P محاسبه شده قابل تأمل

۱. کارشناس ارشد تربیت بدنی Email: rs_shabani@yahoo.com
۲. استادیار دانشگاه پیام نور تهران
۳. استادیار دانشگاه بجنورد

4. BMD
5. BMC

می‌باشند. اساساً، فشارهای مکانیکی وارد بر استخوان‌ها از دو راه کشش عضله، هنگام انقباضات عضلانی و شوک وارد بر بدن از طرف زمین ایجاد می‌شود و به نظر می‌رسد عامل دوم نقش مؤثرتری در توسعه و افزایش BMD داشته باشد. شناگران نخبه معمولاً بین ۳ تا ۳/۵ ساعت در روز به فعالیت حرفه‌ای می‌پردازند. در نتیجه، در مقایسه با هم‌ردیفان غیر ورزشکار خود ۳ تا ۳/۵ ساعت در روز کمتر با زمین در تماس‌اند و شوک کمتری از سوی زمین به آنها وارد می‌شود. از طرف دیگر، به نظر می‌رسد ورزش‌های قدرتی و کوتاه مدت بیشتر از ورزش‌های استقامتی مانند شنا، استخوان ساز (استئوژنیک) می‌باشند؛ بنابراین به شناگران توصیه می‌شود برای جلوگیری از کاهش تراکم مواد معدنی، علاوه بر فعالیت حرفه‌ای خود، به فعالیت‌هایی بپردازند که به ساختار اسکلتی بدن شوک وارد می‌کنند مانند دویدن، پریدن و غیره.

کلیدواژه‌های فارسی: شناگر حرفه‌ای، تراکم مواد معدنی استخوان (BMD)، محتوای مواد معدنی استخوان (BMC).

مقدمه

اسکلت انسان که چارچوب یا داربست بدن انسان را تشکیل می‌دهد، محافظ اندام‌های داخلی بدن است و نقشی اساسی در حرکت و فعالیت‌های بدنی دارد. باور عمومی این است که اسکلت (بافت استخوانی)، بافتی ساکن و تغییرناپذیر است و پس از رسیدن به حداکثر رشد در پایان بلوغ، تغییری در آن ایجاد نمی‌شود، در حالی که بافت استخوانی، بافتی زنده است و توسط رگ‌های خونی بسیاری به‌طور منظم و همیشگی بازسازی می‌شود (۴۵). تحقیقات نشان می‌دهند که حدود ۹۵ تا ۹۹ درصد از حداکثر بافت استخوانی در پایان دومین دهۀ زندگی کسب می‌شود (۲۶، ۳۸، ۵۱). اگرچه به دلیل طولانی‌تر بودن دوران بلوغ در مردان و در نتیجه، اکتساب استخوانی بیشتر، تودۀ استخوانی حداکثر در مردان بیشتر از زنان است (۲، ۴۴)؛ تراکم مواد معدنی در پایان بلوغ در زنان و مردان مشابه است (۳۸). تراکم استخوانی بیشینه، عاملی تعیین کننده برای آیندۀ استخوان‌ها هنگام پیری به‌شمار می‌رود (۳۱). به‌علاوه، داشتن تراکم استخوانی بالاتر، شاخصی پیش‌بینی‌کننده برای شکستگی‌های استئوپروتیکی است (۱۹، ۳۲) که اغلب بعد از سنین ۶۰ یا ۷۰ سالگی روی می‌دهند؛ به عبارت دیگر، تودۀ استخوانی کمتر، خطر شکستگی استخوان‌ها را افزایش می‌دهد (۴۳). بعد از کسب بیشترین تراکم استخوانی، بافت استخوانی کم و بیش تا سن ۲۵ سالگی در زنان و ۲۸ سالگی در مردان (به‌طور متوسط تا انتهای دهۀ سوم زندگی) به حالت ثابت درمی‌آید و سپس، از ابتدای دهۀ چهارم زندگی روند تخریب استخوان به‌طور فزاینده‌ای از استخوان سازی پیشی می‌گیرد (۴۲). به‌طور معمول، روند

کاهش بافت استخوانی (تراکم مواد معدنی استخوان) سالانه ۰/۲ تا ۰/۳ درصد، در سنین ۳۰ تا ۵۰ می‌باشد (۳۳). زمانی که این روند کاهشی به میزان غیرمعمولی افزایش یابد، شخص در معرض پوکی استخوان (استئوپروز) قرار می‌گیرد.

پوکی استخوان شایع‌ترین بیماری متابولیک استخوان است و از بزرگ‌ترین مشکلات نظام‌های بهداشتی در جهان محسوب می‌شود. این بیماری، مشکلی اساسی در سلامت عمومی مردان کشورهای غربی، آمریکای لاتین و همچنین آسیا می‌باشد، با این حال راه‌های تشخیص و درمان مؤثری برای درمان آن وجود دارد. مطالعات نشان می‌دهند پوکی استخوان دلیل یک سوم شکستگی‌های گردن استخوان ران، یک پنجم تا یک هفتم جمع شدگی مهره‌ها و یک ششم شکستگی‌های ناحیهٔ ساعد و مچ دست می‌باشد (۴۷). بر اساس تحقیق دیگری، شیوع شکستگی‌های استئوپروتیکی ستون مهرها در مردان، از ۲۹ درصد در ششمین دههٔ زندگی به ۳۹ درصد در نهمین دهه زندگی افزایش می‌یابد (۹). تحقیق دیگری نیز در سال ۱۹۹۷ گزارش کرد که وقوع شکستگی‌های ران از ۵۰۰۰۰ مورد در آن سال به ۱۵۰۰۰۰ مورد در سال ۲۰۵۰ مورد افزایش خواهد یافت و سه چهارم شکستگی‌های مذکور نیز در زنان روی خواهد داد (۳). بر اساس گزارش کمیسیون بهداشت اروپا در سال ۱۹۹۸، اگر روش‌های درمانی فعلی تغییری نکنند، در ۵۰ سال آینده، تعداد شکستگی‌های ناحیهٔ ستون مهرها و ران به ترتیب ۵۷ و ۱۳۵ درصد افزایش خواهند یافت (۴۸). باید یادآوری کرد که امروزه، به کمک دستگاه سنجش تراکم مواد معدنی استخوانی، می‌توان با تشخیص زود هنگام این بیماری، میزان شکستگی‌های استئوپروتیک را به کمک داروهای مفید، ۳۰ تا ۵۰ درصد کاهش داد (۴۰).

پوکی استخوان از بیماری‌های دوران سوم زندگی شناخته می‌شود در حالی که این بیماری ممکن است از دوران جوانی حتی دوران کودکی و نوجوانی نیز شروع شود. تغذیه، به‌ویژه کلسیم، ویتامین D و پروتئین‌ها نقشی اساسی در پیش‌گیری از این بیماری در تمام سنین ایفا می‌کند. از سوی دیگر، توافقی کلی روی اثرات مفید فعالیت‌های بدنی بر ساختار و بافت اسکلتی وجود دارد. در واقع، فشارهای مکانیکی اعمال شده از طریق فعالیت‌های بدنی باعث افزایش تراکم مواد معدنی استخوان‌ها[1] می‌گردد. با وجود این، دانستن این نکته ضروری است که فعالیت‌های بدنی از لحاظ تأثیری که بر بافت استخوانی دارند در دو گروه کلی قرار می‌گیرند: الف) ورزش‌های تماسی با زمین[2]، جایی که فشارهای مکانیکی وارد بر استخوان‌ها از طریق

1. Bone Mineral Density (BMD)
2. weight-bearing exercise

تحریک‌های مکانیکی خارجی اعمال می‌شوند (۱۱) مانند ژیمناستیک، رقص، دویدن، وزنه برداری، راگبی، فوتبال، والیبال و غیره (۱۵، ۳۰)؛ ب) فعالیت‌های غیر تماسی با زمین[1]، جایی که فشارهای مکانیکی وارد بر استخوان‌ها در نتیجهٔ انقباضات عضلانی می‌باشد (۱۱) مانند شنا، دوچرخه سواری، قایق رانی و ...(۳۰)

سؤال اساسی این است که کدام ورزش‌ها می‌توانند تغییرات دائمی مثبتی روی بافت استخوانی ایجاد کنند تا برای ادامهٔ زندگی مؤثر واقع شوند. تحقیقات انجام شده در مورد ورزش‌های تحمل کنندهٔ وزن بدن بیانگر افزایش BMD در مراحل رشد و کاهش سرعت از دست دادن استخوان در سنین بعدی در ورزشکاران چنین رشته‌هایی است، در حالی که در مورد ورزش‌هایی مانند شنا و دوچرخه سواری که تحمل کنندهٔ وزن بدن نیستند، تحقیقات معدودی انجام و نتایج ضد و نقیضی گزارش شده است؛ برای نمونه، به نظر کان (۲۰۰۱) بالا بودن تراکم مواد معدنی استخوان در اندام‌هایی که متحمل وزن بدن می‌شوند به دلیل بار مکانیکی‌ای است که هنگام فعالیت ورزشی بر استخوان وارد می‌شود. کان در تحقیق خود چنین آورده است که بار مکانیکی باعث ایجاد فشار و تغییراتی در استخوان می‌شود، اگر میزان کشش در ورزش‌هایی مثل شنا تجربه نشود، سلول‌های استخوانی در آن ناحیه تحریک نمی‌شوند و در نتیجه، تراکم مواد معدنی استخوان کاهش می‌یابد (۲۷). در مقابل، اورول و همکاران گزارش نمودند که شناگران میان‌سال مرد نسبت به همتایان غیرورزشکار خود BMD بالاتری در ناحیهٔ ساعد و مهره‌های کمری دارند (۳۷)، در حالی که به نظر تافی (۱۹۹۹) شنا تأثیری بر تودهٔ استخوانی زنان جوان ندارد (۵۲). از آنجا که تا کنون تحقیقات اندکی در مورد وضعیت بافت استخوانی در شناگران نخبه انجام شده است و توافق کلی در مورد آن وجود ندارد؛ تحقیق حاضر، به برآورد میزان شیوع استئوپنی و استئوپروز و همچنین سنجش تراکم و محتوای مواد معدنی استخوان شناگران حرفه‌ای و مقایسهٔ آنها با آزمودنی‌های فاقد فعالیت ورزشی (به عنوان گروه کنترل) پرداخته است.

روش‌شناسی پژوهش

۱۳ شناگر نخبهٔ مرد و ۱۳ آزمودنی غیرورزشکار که از لحاظ سن و جنسیت همتای شناگران بودند، به‌طور داوطلبانه در تحقیق حاضر شرکت کردند. انتخاب شناگران (سن ۱/۳۷±۱۹/۳۱سال، قد ۱۷/۵±۱۷۸/۳۹ سانتی‌متر، وزن ۹/۴±۷۵/۹۲ کیلوگرم، شاخص تودهٔ بدن ۳۳/۳±۲۳/۹۱کیلوگرم بر متر مربع) به روش نمونه‌گیری در دسترس انجام شده است. تمام

1. Non weight- bearing exercise

شناگران، عضو باشگاه موج‌های آبی مشهد بوده، سابقهٔ هشت سال فعالیت حرفه‌ای و شرکت در مسابقات لیگ برتر شنای ایران داشتند. آنها به‌طور میانگین، شش جلسه در هفته و در هر جلسه بین ۳ تا ۳/۵ ساعت (در مجموع ۱۸ تا ۲۱ ساعت در هفته)، به تمرین شنا می‌پرداختند. تمام شناگران اظهار داشتند که در دوران فعالیت حرفه‌ای خود، فعالیت ورزشی دیگری انجام نمی‌دادند. تمام شناگران هنگام انجام آزمون سنجش تراکم مواد معدنی استخوان، مرحلهٔ بلوغ را کامل کرده بودند، ولی با توجه به اینکه به‌طور متوسط هشت سال فعالیت حرفه‌ای داشته‌اند؛ بنابراین شنا کردن را از دوران قبل از بلوغ شروع کرده بودند. آزمودنی‌های گروه کنترل (سن ۱/۹۸±۱۹/۳۹ سال، قد ۶/۱۱±۱۷۴/۴۶ سانتی‌متر، وزن ۱۲/۴±۶۹/۰۸ کیلوگرم، شاخص تودهٔ بدن ۳/۱۹±۲۲/۶۲ کیلوگرم بر متر مربع) نیز به‌صورت تصادفی از بین دانشجویان غیر ورزشکار دانشگاه‌های مشهد انتخاب گردیدند.

سنجش تراکم مواد معدنی و محتوای مواد معدنی مهره‌های کمری آزمودنی‌ها، با استفاده از دستگاه DEXA (مدل استئوکر[1]) انجام شده است. در این روش، اشعهٔ ایکس بسیار ضعیفی از دستگاه به استخوان‌ها تابیده و سپس محتوای مواد معدنی (گرم) و تراکم مواد معدنی استخوان (گرم بر سانتی‌متر مربع) محاسبه می‌شود. نتایج از طریق کامپیوتر متصل به دستگاه، به همراه عکس رنگی آمادهٔ چاپ می‌شوند. آزمودنی‌ها، بر اساس ارزش‌های میانگین تراکم مواد معدنی مهره‌های کمری (L2-L3-L4)، هنجارها و منحنی‌های استاندارد دستگاه، در سه گروه زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

SD ۱- < (نرمال)

SD ۱- ≤ (استئوپنی) > SD ۲.۵-

SD ۲.۵- ≤ (استئوپروز)

ذکر این نکته ضروری است که مقادیر به‌دست آمده برای تراکم مواد معدنی هر یک از مهره‌های کمری بر اساس دو معیار Zscore و Tscore می‌باشد. Zscore عبارت است از تفاوت تراکم مواد معدنی آزمودنی با تراکم مواد معدنی افراد هم‌سن و هم‌جنس، تقسیم بر انحراف استاندارد تراکم مواد معدنی افراد هم‌سن و هم‌جنس. Tscore عبارت است از تفاوت تراکم مواد معدنی آزمودنی با تراکم مواد معدنی افراد جوان (۲۰ تا ۳۰ سال) هم‌جنس، تقسیم بر انحراف استاندارد تراکم مواد معدنی افراد جوان هم‌جنس.

1. Osteocore

بررسی نرمال بودن شاخص‌های اندازه‌گیری شده، با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف[1] و مقایسهٔ میانگین‌ها، با استفاده از آزمون تی[2] مستقل در سطح اطمینان ۰/۹۵ انجام شد.

یافته‌های پژوهش

در جدول ۱ نتایج مقایسهٔ مشخصات آنتروپومتریکی شناگران حرفه‌ای و آزمودنی‌های گروه کنترل آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود بین سن و شاخص تودهٔ بدن[3] شناگران حرفه‌ای و آزمودنی‌های گروه کنترل تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. در مقابل، مقادیر قد و وزن شناگران، بیشتر از آزمودنی‌های گروه کنترل است.

جدول ۱. مقایسهٔ مشخصات آنتروپومتریکی شناگران حرفه‌ای و آزمودنی‌های گروه کنترل

مشخصات آنتروپومتریک	گروه کنترل			شناگران حرفه‌ای			P
سن (سال)	۱,۹۸	±	۱۹,۳۹	۱,۳۸	±	۱۹,۳۱	p = ۰,۹۲
قد (سانتی‌متر)	۶,۱۱	±	۱۷۴,۴۶	۵,۱۷	±	۱۷۸,۳۹	p = ۰,۰۳*
وزن (کیلوگرم)	۱۲,۴	±	۶۹,۰۸	۹,۴	±	۷۵,۹۲	p = ۰,۰۲*
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	۳,۱۹	±	۲۲,۶۲	۳,۳۳	±	۲۳,۹۱	p = ۰,۷۵

*: اختلاف معنی‌دار بین دو گروه

در جدول ۲ نتایج مقایسهٔ تراکم و محتوای مواد معدنی مهره‌های کمری شناگران حرفه‌ای و آزمودنی‌های گروه کنترل آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، بین تراکم مواد معدنی مهره‌های کمری (به‌جز مهرهٔ سوم) و همچنین محتوای مواد معدنی مهره‌های کمری (به‌جز مهرهٔ دوم) در شناگران حرفه‌ای و آزمودنی‌های گروه کنترل تفاوت معنی‌داری وجود ندارد، با این حال مقادیر تراکم مواد معدنی در شناگران پایین تر از آزمودنی‌های گروه کنترل است.

جدول ۲. مقایسهٔ تراکم و محتوای مواد معدنی مهره‌های کمری شناگران حرفه‌ای و آزمودنی‌های گروه کنترل

	گروه کنترل				شناگران حرفه‌ای			P
مهرهٔ دوم کمری (L2)	تراکم مواد معدنی (گرم بر سانتی‌متر مربع)	۰/۲۰	±	۰/۹۷	۰/۱۴	±	۰/۸۴	p = ۰/۰۵۷
	محتوای مواد معدنی (گرم)	۲/۲۹	±	۱۲/۴	۱/۹۴	±	۱۰/۴	p = ۰/۰۳۱*

1. Kolmogorov-Smirnov
2. t- test Student
3. BMI

مهرهٔ سوم کمری (L3)	تراکم مواد معدنی (گرم بر سانتی‌متر مربع)	۰/۲۱	±	۱/۰۵	۰/۱۵	±	۰/۸۹	p = ۰/۰۴*
	محتوای مواد معدنی (گرم)	۲/۶۵	±	۱۴/۱	۲/۳۵	±	۱۲/۳	p = ۰/۰۸۲
مهرهٔ چهارم کمری (L4)	تراکم مواد معدنی (گرم بر سانتی‌متر مربع)	۰/۱۹	±	۰/۹۹	۰/۱۷	±	۰/۸۶	p = ۰/۰۷۲
	محتوی مواد معدنی (گرم)	۳/۱۵	±	۱۵/۸	۳/۵۲	±	۱۳/۴	p = ۰/۰۸۴
مهره‌های L2، L3 و L4	تراکم مواد معدنی (گرم بر سانتی‌متر مربع)	۰۰/۲۰	±	۱/۰۰	۰/۱۵	±	۰/۸۶	p = ۰/۰۵۲
	محتوی مواد معدنی (گرم)	۲/۶۳	±	۱۴/۱	۰/۵۲	±	۱۲	p = ۰/۰۵۸

*: اختلاف معنی‌دار بین دو گروه

در جدول ۳ نتیجهٔ مقایسهٔ درصدهای استئوپنی و استئوپروز بین شناگران حرفه‌ای و آزمودنی‌های گروه کنترل آمده است. همان‌طور که از جدول استنباط می‌گردد، بر اساس معیار Z-score و T-score درصد ناهنجاری استئوپنی به‌طور قابل ملاحظه‌ای در شناگران، بیشتر از آزمودنی‌های گروه کنترل است.

جدول ۴. مقایسهٔ درصد استئوپنی و استئوپروز در ناحیهٔ مهره‌های کمری بین دوچرخه سواران حرفه‌ای و آزمودنی‌های گروه کنترل

	بر اساس Z-score		بر اساس T-score	
	استئوپنی (درصد)	استئوپروز (درصد)	استئوپنی (درصد)	استئوپروز (درصد)
شناگران نخبه	۶۱/۵	۰	۵۳/۸	۰
گروه کنترل	۳۰/۸	۷/۷	۳۰/۸	۷/۷

بحث و نتیجه‌گیری

هدف تحقیق حاضر، برآورد میزان شیوع استئوپنی و استئوپروز و همچنین سنجش تراکم و محتوای مواد معدنی استخوان شناگران حرفه‌ای و مقایسهٔ آنها با آزمودنی‌های فاقد فعالیت ورزشی است. نتایج پژوهش نشان داد که بر اساس معیار Zscore، ۶۱/۵ درصد از شناگران حرفه‌ای دچار ناهنجاری استئوپنی در ناحیهٔ مهره‌های کمری هستند، در حالی که در گروه

کنترل، تراکم مواد معدنی در ۳۸/۵ درصد از آزمودنی‌ها پایین‌تر از نرمال (۷/۷ درصد ناهنجاری استئوپروز و ۳۰/۸ درصد ناهنجاری استئوپنی) است. بر اساس معیار Tscore، ۵۳/۸ درصد از شناگران حرفه‌ای ناهنجاری استئوپنی در ناحیهٔ مهره‌های کمری و ۳۸/۵ درصد از آزمودنی‌های گروه کنترل (۷/۷ درصد ناهنجاری استئوپروز و ۳۰/۸ درصد ناهنجاری استئوپنی) تراکم مواد معدنی پایین‌تر از نرمال دارند. با این حال، تفاوت معنی‌داری بین تراکم و محتوای مواد معدنی مهره‌های کمری شناگران حرفه‌ای و همتایان غیر ورزشکار آنها وجود ندارد.

بررسی اثرات تمرین و فعالیت بدنی بر توده یا بافت استخوان‌ها از دههٔ ۱۹۷۰ میلادی شروع شده است (۴۴). تحقیقات زیادی اثرات مثبت فعالیت‌های بدنی را بر تراکم مواد معدنی استخوان نشان داده‌اند (۱، ۵، ۷، ۱۴، ۲۴- ۲۵، ۳۹). در واقع، تمرینات بدنی باعث افزایش تراکم و محتوای مواد معدنی استخوان‌ها می‌شود و احتمالاً بر زیرساخت‌های بافت استخوانی تأثیر می‌گذارد. ساختار استخوانی به‌طور مؤثری به فشارهای مکانیکی اعمال شده بر اسکلت بستگی دارد. در حقیقت، فعالیت‌هایی که فشارهای زیاد و غیرمنظم بر اسکلت وارد می‌کنند، در مقایسه با فعالیت‌هایی با فشار کم و منظم تحریکات استئوژنیکی (استخوان سازی) مهم‌تری بر بافت استخوانی وارد می‌کنند (۵۳). به نظر ریکو، تودهٔ استخوانی در کودکان فعال بیشتر از همتایان غیرفعال آنهاست و در افرادی که فعالیت‌های تحمل کنندهٔ وزن بدن مانند ژیمناستیک انجام می‌دهند، به علت فشارهای مکانیکی، تودهٔ استخوانی به مراتب بیشتر از همتایان شناگر و دوچرخه سوار آنها است (۴۱). در حقیقت، فشارهای مکانیکی نقشی اساسی و مهم در تکامل و توسعهٔ بافت استخوانی و اسکلت بدن ایفا می‌کنند. در واقع، پاسخ بافت استخوانی به تحریکات مکانیکی پدیدهٔ بیولوژیکی ضروری‌ای است که اسکلت بدن را با فشارهای محیطی سازگار می‌کند. با وجود این، مطالعات کلینیکی انجام شده در مورد تأثیر فعالیت‌های بدنی بر تراکم مواد معدنی استخوان در بعضی موارد نتایج ضد و نقیضی ارائه نموده‌اند. در فعالیت‌های تحمل‌کنندهٔ وزن بدن و تماسی با زمین، تراکم مواد معدنی در ورزشکاران زیاد است، در حالی که ورزش‌هایی چون شنا و دوچرخه سواری (ورزش‌های غیرتماسی که تحمل‌کنندهٔ وزن بدن نیستند) هیچ تأثیری بر تراکم مواد معدنی استخوان ندارند (۱۹)؛ به عبارت دیگر، فعالیت‌هایی که با زمین در تماس نیستند تحریکات استئوژنیکی واقعی بر روی اسکلت (استخوان‌ها) اعمال نمی‌کنند (۱۷). در واقع، ارزش‌های تراکم مواد معدنی استخوانی در ورزشکاران چنین رشته‌هایی برابر (۱، ۱۲، ۴۱، ۵۴) یا کمتر (۲۶، ۳۵، ۴۶، ۵۰) از همتایان غیرورزشکار آنهاست. در تحقیق حاضر نیز، اگرچه درصد ناهنجاری استئوپنی در شناگران بیشتر از آزمودنی‌های گروه کنترل مشاهده شد، تفاوت معنی‌داری در تراکم و محتوای مواد معدنی مهرهای کمری بین دو

گروه مشاهده نشد. با این حال، شناگران ارزش‌های تراکم و محتوای مواد معدنی کمتری نسبت به آزمودنی‌های گروه کنترل داشتند که با توجه به مقدار عددی P، ممکن است با افزایش تعداد آزمودنی‌ها، تفاوت میان دو گروه از لحاظ آماری معنی‌دار شود.

هانت در مطالعه‌ای تراکم مواد معدنی استخوان شناگران و غیرورزشکاران را مقایسه نمود و عوامل مؤثر بر تراکم مواد معدنی استخوان را به دو دستهٔ عوامل زیستی (وزن، قد و وضعیت بلوغ) و عوامل قابل تغییر (فعالیت فیزیکی و وضعیت تغذیه‌ای در دوران قبل از بلوغ) تقسیم کرد. در این پژوهش، تراکم مواد معدنی استخوان شناگران بیشتر از غیرورزشکاران گزارش شد. به نظر محقق، این افزایش احتمالاً به عوامل مؤثری مانند وزن آزمودنی‌ها، وضعیت بلوغ و مصرف کلسیم آنها در دوران قبل از بلوغ مربوط است و نوع فعالیت بدنی تأثیر چندانی ندارد. در پژوهش مذکور شناگران، جوان‌تر از افراد غیرورزشکار بودند، ولی کلسیم بیشتری در روز مصرف می‌کردند. در مقابل، شناگران وزن بدنی کمتری نسبت به همتایان غیرورزشکار خود داشتند. در تحقیق هانت همچنین بیان شده است که انقباضات عضلانی ناشی از شنا کردن می‌تواند تأثیر مثبتی بر افزایش تراکم مواد معدنی استخوان‌ها داشته باشد (۲۱). تفاوت‌هایی بین مطالعهٔ هانت و تحقیق حاضر وجود دارد: اول اینکه در تحقیق هانت آزمودنی‌ها بین ۸ تا ۱۸ (دوران قبل از بلوغ) سال سن داشتند، در حالی که در این تحقیق، شناگران در ردهٔ سنی ۱۷ تا ۲۱ سال (بلوغ کامل) قرار دارند؛ دوم اینکه در تحقیق هانت، وزن بدنی شناگران کمتر از گروه کنترل بود، در حالی که در تحقیق حاضر وزن شناگران بیشتر از آزمودنی‌های گروه کنترل و از لحاظ آماری نیز معنی‌دار بوده است. تحقیقات نشان می‌دهند بین تراکم مواد معدنی استخوان و وزن بدن ارتباط مثبت و معنی‌داری وجود دارد به طوری که وزن بیشتر همراه با تودهٔ استخوانی زیادتر است و بالعکس. در واقع، تراکم مواد معدنی استخوان و وزن بدن، به‌ویژه در ناحیهٔ ستون فقرات و گردن ران که تحمل کنندهٔ فشارهای مکانیکی هستند، همبستگی قوی با یکدیگر دارند. اگرچه به نظر عده‌ای از محققان، وزن بدن، شاخص خوب پیش‌گویی‌کنندهٔ تراکم مواد معدنی استخوان است (۲۸)، سازوکارهای توضیح‌دهندهٔ آن به خوبی شناخته نشده است. برخی بر این باورند که با افزایش وزن بدن، فشار مکانیکی بر بافت استخوان افزایش می‌یابد؛ در نتیجه، برداشت کلسیم از استخوان کاهش و تراکم مواد معدنی استخوان افزایش می‌یابد (۱۶)؛ بنابراین در تحقیق حاضر، با وجود اینکه وزن بدن شناگران بیشتر از آزمودنی‌های گروه کنترل می‌باشد، میزان شیوع استئوپنی در آنها بیشتر است و تراکم مواد معدنی، در مقایسه با گروه کنترل کمتر است، هر چند که از لحاظ آماری معنی‌دار نبوده

است. به نظر می‌رسد عوامل دیگری مانند نوع تغذیه و ماهیت فعالیت بدنی (شنا کردن) بتواند توجیه‌کنندهٔ پایین‌تر بودن تراکم مواد معدنی در شناگران باشد.

جاکوبسن و فرنچ نیز نتایجی متفاوت با یافته‌های تحقیق حاضر گزارش نموده‌اند. این دو محقق ضمن بررسی تراکم مواد معدنی استخوان دانشجویان زن شناگر با غیرورزشکاران دریافتند که تراکم مواد معدنی استخوان در شناگران بیشتر است. به نظر جاکوبسن، احتمالاً انجام فعالیت‌های ورزشی تحمل کنندهٔ وزن بدن مانند کار با وزنه و دو و میدانی در کنار شنا کردن، دلیل افزایش تراکم مواد معدنی آن‌ها نسبت به غیرورزشکاران است (۲۲). به نظر فرنچ نیز علت بالاتر بودن تراکم مواد معدنی استخوان در گروه شناگران احتمالاً به این دلیل بوده که ۳۹ درصد از آزمودنی‌های شناگر در تیم‌های بسکتبال، فوتبال و دو صحرانوردی دانشگاه حضور داشتند (۱۳) در حالی که در تحقیق حاضر، شناگران به‌جز فعالیت حرفه‌ای خود ورزش خاص دیگری را انجام نمی‌دادند.

به عقیدهٔ برخی محققان، علت بیشتر بودن تراکم مواد معدنی استخوان در شناگران، در مقایسه با غیرورزشکاران، نیروی تولید شده توسط عضلات هنگام شنا کردن و برتری تحرک اسکلتی-عضلانی آنهاست. مثلاً به نظر اورول دلیل بالاتر بودن تراکم مواد معدنی استخوان شناگران به دلیل انقباضات بیشتر و قوی‌تر در عضلات آنها و تأثیر این انقباضات بر استخوان‌هاست (۳۷)، در حالی که در تحقیق حاضر نیز با وجود اینکه انقباضات عضلانی مشابهی در شناگران صورت گرفته؛ این انقباضات تأثیر قابل توجهی بر تراکم مواد معدنی استخوان آنها نداشته و حتی شناگران ارزش‌های تراکم مواد معدنی پایین‌تری نسبت به آزمودنی‌های گروه کنترل داشته‌اند. البته در تحقیق اورول، شناگران به مدت ۱۳ سال با میانگین ۱۸ ساعت در هفته، به‌طور مرتب شنا می‌کردند در حالی که در تحقیق حاضر شناگران دست‌کم به مدت هشت سال با میانگین روزی ۳ تا ۳/۵ ساعت فعالیت حرفه‌ای شنا داشته‌اند.

در تحقیق دیگری، اورهان به مقایسهٔ تراکم مواد معدنی استخوان ۴۰ شناگر مرد و زن و ۴۰ نفر غیرورزشکار پرداخت. شناگران به مدت سه سال با میانگین هشت ساعت در هفته، تجربهٔ فعالیت حرفه‌ای در شنا داشتند. این محقق، رژیم غذایی (میزان کلسیم مصرفی روزانه)، دخانیات، مشروبات گازدار و تمرینات ورزشی آزمودنی‌ها را نیز مد نظر قرار داد و در نهایت، گزارش نمود که تراکم مواد معدنی شناگران مرد بیشتر از شناگران زن و غیرورزشکاران است. به نظر وی، افزایش مصرف کلسیم روزانه، کاهش مصرف مشروبات گازدار و دخانیات نقش مهمی در افزایش تراکم مواد معدنی استخوان دارد (۳۶). در تحقیق حاضر، به دلیل موجود

نبودن پرسشنامهٔ استاندارد اندازه‌گیری میزان کلسیم روزانه، رژیم غذایی آزمودنی‌ها ارزیابی نشد، ولی تمام آزمودنی‌ها از نظر مصرف مشروبات الکلی و دخانیات کنترل شدند.

فالک و همکارانش با استفاده از دستگاه‌های جدید QUS و از طریق روش اولتراسوند، تأثیر شنا را بر عواملی مانند قابلیت ارتجاع و ساختار میکروسکوپی استخوان‌های بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که شنا کردن طی دوران بلوغ تأثیر مثبتی بر شاخص‌های مذکور دارد (۱۰). در مقابل، نتایج تحقیق حاضر با تحقیق تافی و همکارانش موافق است. تافی، به بررسی شناگرانی پرداخت که ۹ سال سابقهٔ فعالیت حرفه‌ای داشتند و دست‌کم ۲۰ ساعت در هفته تمرین می‌کردند. وی گزارش کرد که شناگران، در مقایسه با گروه کنترل، تودهٔ عضلانی بیشتر و تودهٔ چربی کمتری داشتند، در حالی که تراکم مواد معدنی استخوانی آنها برابر یا حتی پایین‌تر از غیرورزشکاران است. به نظر این محقق، در دوران بلوغ، انجام فعالیت‌هایی که تحمل‌کنندهٔ وزن بدن نیستند، تأثیر منفی بر تراکم مواد معدنی استخوان دارد (۵۲).

شبانی (۲۰۰۷) به سنجش و ارزیابی تراکم مواد معدنی دوچرخه سواران حرفه‌ای اتحادیهٔ بین‌المللی اروپا پرداخت. این محقق ضمن اندازه‌گیری میزان کلسیم روزانهٔ دوچرخه سواران، گزارش کرد که درصد ناهنجاری استئوپنی و استئوپروز در آنها بسیار زیاد و ارزش‌های تراکم مواد معدنی استخوان تمام نواحی اندازه‌گیری شده در دوچرخه‌سواران کمتر از گروه کنترل است. این محقق، فعالیت‌های بدنی را به دو گروه کلی تقسیم کرد: گروه اول، فعالیت‌هایی که وزن بدن را تحمل میکنند (مانند فوتبال، والیبال، ژیمناستیک و غیره) و گروه دوم، فعالیت‌هایی که تحمل کنندهٔ وزن بدن نیستند (مانند شنا، دوچرخه سواری و ...). از آنجا که در تقسیم‌بندی فعالیت‌های بدنی این محقق، شنا و دوچرخه سواری در گروه مشابهی قرار دارند، درصد بالای ناهنجاری استئوپنی در تحقیق حاضر با یافته‌های این محقق هم‌خوانی دارد. به نظر شبانی، تماس با زمین و متقابلاً شوک وارد به استخوان‌ها از سوی زمین عاملی مهم در جذب کلسیم و در نهایت، افزایش تراکم مواد معدنی استخوان به شمار می‌رود (۴۸).

محققان دیگری مانند نیکولز (۳۴)، هنریچ (۱۸) و کورتکس (۸) نیز تراکم مواد معدنی شناگران را بررسی کردند که نتایج آنان با نتایج به‌دست آمده از این تحقیق هم‌خوانی دارد. به عقیدهٔ این محققان برابر بودن تراکم مواد معدنی استخوان شناگران با غیرورزشکاران یا کمتر بودن آن احتمالاً به دلیل عدم تماس با زمین و تحمل وزن بدن توسط استخوان‌ها، هنگام شنا کردن است که این امر در جذب کلسیم استخوان‌ها اختلال ایجاد می‌کند؛ در نتیجه تراکم مواد معدنی استخوان کاهش می‌یابد. شناگران حرفه‌ای و نخبه به‌طور معمول بین ۳ تا ۵ ساعت در روز به فعالیت حرفه‌ای می‌پردازند؛ به عبارت دیگر، این ورزشکاران ۳ تا ۵ ساعت در روز کمتر از

هم‌ردیفان غیرورزشکار خود با زمین در تماس‌اند و شوک کمتری از طرف زمین به آنها وارد می‌شود. همان‌طور که پیش از این ذکر شد، فشارهای مکانیکی در تکامل و توسعهٔ بافت استخوانی و اسکلت بدن نقش اساسی ایفا می‌کند. در حقیقت، پاسخ بافت استخوانی به تحریکات مکانیکی، پدیده بیولوژیکی ضروری‌ای است که اسکلت بدن را با فشارهای محیطی سازگار می‌کند. فشارهای مکانیکی وارد بر اسکلت و استخوان‌ها از دو راه کشش عضله هنگام انقباضات عضلانی و شوک وارد بر بدن از طرف زمین ایجاد می‌شود که به نظر می‌رسد عامل دوم نقش مؤثرتری در توسعه و افزایش تراکم مواد معدنی استخوان‌ها داشته باشد. از طرف دیگر، شدت تمرین عاملی مهم‌تر از مدت زمان تحریک است. در حقیقت، ورزش‌های اعمال کنندهٔ فشارهای شدید در کوتاه مدت (مانند وزنه برداری) بیشتر از ورزش‌های استقامتی (مانند شنا، دوچرخه سواری، راه رفتن) در سنتز استخوان مؤثرند (۴۶). برای مثال تراکم مواد معدنی استخوان در وزنه برداران، ژیمناست‌ها و بسکتبالیست‌ها بیشتر از هم‌ردیفان غیرورزشکار آنهاست. در مقابل، تراکم مواد معدنی استخوان دونده‌های استقامت (۴) و دوچرخه سواران (۳۵) کمتر از غیرورزشکاران است.

به نظر می‌رسد انجام فعالیت‌هایی که تحمل‌کنندهٔ وزن بدن نیستند (مانند شنا و دوچرخه سواری) به مدت طولانی، به‌ویژه در دوران رشد (دوران بلوغ) و بعد از آن، ممکن است نه‌تنها تأثیر مثبتی بر توسعهٔ بافت استخوانی نداشته باشد، بلکه باعث کاهش تراکم مواد معدنی استخوان‌ها (پوکی استخوان) شود. با این حال، تحقیقات بیشتری در این حیطه، با نمونه‌های بیشتر و در دامنه‌های سنی مختلف ضروری به نظر می‌رسد.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد شنای حرفه‌ای باعث کاهش تراکم مواد معدنی مهره‌های کمری و افزایش میزان شیوع ناهنجاری استئوپنی می‌شود؛ بنابراین به شناگران حرفه‌ای و تمام ورزشکاران حرفه‌ای در ورزش‌هایی مانند دوچرخه سواری، واترپلو و غیره، به عنوان ورزش‌های غیر تماسی با زمین (عدم تحمل وزن بدن) توصیه می‌شود که:

۱- تمرین با وزنه و فعالیت‌هایی مانند دویدن، پریدن، طناب بازی و غیره را که به نوعی به ساختار اسکلتی بدن شوک وارد می‌کنند، در کنار برنامه‌های تمرینی خود مد نظر داشته باشند؛

۲- در برنامهٔ غذایی خود از لبنیات و غذاهایی استفاده کنند که سرشار از کلسیم و ویتامین D می‌باشند؛

۳- در مصرف مواد انرژی‌زا و داروهایی که ممکن است تراکم مواد معدنی استخوان را کاهش دهند، نهایت احتیاط را به عمل آورند.

منابع:

1. Andreoli A, Monteleone M, Van Loan M et al. Effects of different sports on bone density and muscle mass in highly trained athletes. Med Sci Sports Exerc, 2001, 33(4): 507-511.
2. Bailey DA, Martin AD, Mckay HA, Whiting S, Mirwaid R. Calcium accretion in girls and boys during puberty: a longitudinal analysis. J Bone Miner Res, 2000, 15(11): 2245-2250.
3. Baudoin C. Epidémiologie de l'ostéoporose. Revue du Rhumatisme, 1997, 64: 193S - 00S.
4. Bilanin JE, Blanchard MS, Russek-Cohen E. Lower vertebral bone density in male long distance runners. Medicine and Science in Sports and Exercise, 1989, 21(1): 66-70.
5. Calbet JA, Diaz Herrera P, Rodriguez LP. High bone mineral density in male elite professional volleyball players. Osteoporos Int, 1999, 10(6): 468-474.
6. Cohen-Solal M, De Vernejoul MC. Ostéoporose de l'homme. Revue du Rhumatisme (Suppl Pédagogique), 1997, 64: 114-119.
7. Conroy BP, Kraemer WJ, Maresh CM, et al. Bone mineral density in elite junior Olympic weightlifters. Med Sci Sports Exerc, 1993, 25(10): 1103-1109.
8. Courteix D, Lespessailles E, Peres SL, Obert P, Germain P, Benhamou CL. Effect of physical training on bone mineral density in prepubertal girls: a comparative study between impact-loading and non-impact-loading sports. Osteoporos Int, 1998, 8:152-1588.
9. Davies KM, Stegman MR, Heaney RP, Recker RP. Prevalence and severity of vertebral fracture: The Saunders County Bone Quality Study. Osteoporos Int, 1996, 6: 160-165.
10. Falk B, Bronshtein Z, Zigle L, Constantini N, Eliakim A. Higher tibia quantitative ultrasound in young female swimmers. Br J Sport Med, 2004, 38: 461-465
11. Fehling PC, Alekel L, Clasey J, Rector A, Stillman RJ. A comparison of bone mineral densities among female athletes in impact loading and active loading sport. Bone, 1995, 17: 205-210.
12. Fiore CE, Dieli M, Vintaloro G, Gibilaro M, Giacone G, Cottini E. Body composition and bone mineral density in competitive athletes in different sports. Int J Tissue React 1996, 18: 121 – 124.
13. French SA, Fulkerson JA, Story M. Increasing weight-bearing physical activity and calcium intake for bone mass growth in children and adolescents: A review of intervention trails. Preventive Medicine, 2000, 31: 722-731.

14. Gao P, Xu L, Qing M, Tian J, Yu W, Lin S. Bone mineral density and exercises : a cross-sectional study on Chinese athletes. Abstract, Zhongguo Yi Xue Ke Xue Yuan Bao, Article in Chinese, 2000, 22(1): 61-66.

15. Grimston S, Willows ND, Hanley DA. Mechanical loading regime and its relationship to bone mineral density in children. Med Sci Sports Exerc, 1993, 25: 1203-1210.

16. Harris S, Dallal GE, Dawson-Hughes B. influence of body weight on rate of change in bone density of the spine, hip and radius of post-menopausal women. Calcif Tissue Int, 1992, 50: 19-35.

17. Heinonen A, Oja P, Kannus P, Sievänen H, Mäntäri A, Vuori I. Bone mineral density of female athletes in different sports. Bone Miner, 1993, 23: 1-14.

18. Henrich CH, Going SB, Pamenter RW, Perry CD et al. Bone mineral content of cyclically menstruating female resistance and endurance trained athletes. Med & Sci Sport & Exerc, 1990, 22: 558-563.

19. Huang TH, Lin SC, Chang FL, Hsieh SS, Liu SH, Yang RS. Effects of different exercise modes on mineralization structure, and biomechanical properties of growing bone. J Applied Physiol, 2003, 95: 300-307.

20. Hui S L, Slemenda C S, Johnston C C Jr. Age and bone mass as predictors of fracture in a prospective study. J Clin Invest, 1998, 81:1804-1809.

21. Hunt KM. Bone mineral density in children and adolescents: A comparative study of swimmers and non-athletes. PHD thesis in The University of Memphis, August 2005.

22. Jacobson PC, Beaver W, Grubb A, Taft TN, Talmage RV. For sensity in women: college athletes and older athletic women. J Orthopaed Res, 1984, 2: 328-332.

23. Kannus P, Haapasalo H, Sankelo M et al. Effect of starting age of physical activity on bone mass in the dominant arm of tennis and squash players. Annal Intern Medical, 1995, 123: 27-31.

24. Karlsson MK, Hasserius R, Obrant KJ. Bone mineral density in athletes during and after career: a comparison between loaded and unloaded skeletal region. Calcif Tissu Int, 1996, 59: 245-248.

25. Kemmler W, Engelke K, Baumann H et al. Bone status in elite mal runners. Eur J Applied Physiol, 2006, 96(1): 78-85.

26. Kolta S, Fechtenbaum J, Roux C. La densitométrie osseuse par absorptiométrie biphotonique à rayon X (DXA). Paris, Médecine-Sciences Flammarion, 2005.

27. Kun Z, Greenfield H, Xuegin D, Fraser DF. Improvement of bone health in childhood and adolescence. Nutrition research rewiews. 2001, 14: 119-151.

28. Liu JM, Zhao HY, Ning G, Zhao YJ et al Relationship between body composition and bone mineral density in healthy young and premenopausal chinese women. Osteoporos Int, 2004, 15(3): 238-242.

29. Magkos F, Kavouras SA, Yannakoulia M, Karipidou M, Sidossi S, Sidossis LS. The bone reponse to non-weight-bearing exercise in sport-, site-, and sex-specific. Clin J Sport Med, 2007, 17(2):123-128.

30. Maïmoun L. Sport de haut niveau et mass osseuse. In : Os, activité physique et ostéoporose. Sous la direction de Hérisson C, Fardellone P. MASSON, 2005, 54: 98-106.

31. Medelli J, Lounana J, Menuet J J, Shabani M, Fardellone P. Etude du métabolisme osseux et de la densité minérale chez le cycliste de haut niveau. In : Os, activité physique et ostéoporose. Sous la direction de Hérisson C, Fardellone P. MASSON, 2005, 54: 113-123.

32. Melton L J, Atkinson E J, O' Fallon W M, Wahner H W et Riggs B L. Long term fracture prediction by bone mineral assessed at different skeletal sites. J Bone Miner Res, 1993, 8:1227-1233.

33. Morel J, Bernard J. Une expérience de suivi de sportifs en ostéodensitométrie (à propose de 1252 cas). Os, activité physique et ostéoporose. Sous la direction de Hérisson C, Fardellone P. MASSON, 2005, N° 54: 43-51.

34. Nichols JF, Spindler AA, Lafave KL, Sarroris DJ. A comparison of bone mineral density and hormone status of periadolescent gymnasts, swimmers and controls. Med Exerc Nutrition & Health, 1995, 4: 101-106.

35. Nichols JF, Palmer JE, Levy SS. Low bone mineral density in highly trained male master cyclists. Osteoporos Int, 2003, 14: 644 – 649.

36. Orhan Derman, Alphan Cinemre, Nuray Kanbur et al. Effect of swimming on bone metabolism in adolescents. The Turkish J Pediatrics. 2008, 50: 149-154.

37. Orwoll ES, Ferar J, Oviatt SK, McClung MR, Huntington K. The relationship of swimming exercise to bone mass in men and women. Arch Intern Med, 1989, 149: 2197-2200.

38. Pande MD et Francis RM. Osteoporosis in men. Best Practice & Res Clin Rheumatol, 2001, 15(3): 415-427.

39. Pettersson U, Nordstrom P, Lorentzon R. A comparison of bone mineral density and muscle strength in young male adults with different exercise level. Calcif Tissue Int, 1999, 64(6): 490-498.

40. Pierre D, Delmas. L'ostéoporose un problème de santé publique négligé malgré des moyens diagnostiques et thérapeutiques efficaces. La Revue du Praticien, 2004, 54(19) : 2105- 2106.

41. Rico H, Revilla M, Hernandez F, Gomez–Castresana F, Villa L. Bone mineral content and body composition in postpubertal cyclist boys. Bone 1993, 14: 93 – 95.

42. Rieth N, Courteix D. Nutrition, exercice physique et masse osseuse : une équation à trois inconnues. In : Os, activité physique et ostéoporose. Sous la direction de Hérisson C, Fardellone P. MASSON, 2005, 54: 69-74.

43. Rizzoli R, Bonjour JP. Acquisition de la masse osseuse et les endocrines. In : Réunion de la société française d'endocrinologie et de diabétologie pédiatriques et du groupe d'étude du métabolisme du calcium en pédiatrie, Paris, 12 octobre 1996. Arch Pédiatre, 1997, 4:805-807.

44. Roland D, Chapurlat, Pierre D, Delmas avec la collaboration de Maurice J, Arnaud. L'ostéoporose. JOHN Libbey Eurotext, Paris, 2003.

45. Ross, Wilson. Anatomie et Physiologie normales et phathologiques. Editions Maloine, Paris, France. 2003, 387-411.

46. Sabo D, Bernd L, Pfeil J, Reiter A. Bone quality in the lumbar spine in high-performance athletes. Eur Spine J, 1996, 5(4): 258-263.

47. Seeman E. Osteoporosis in men: epidemiology, pathphysiology, and treatment possibilities. Am J Med, 1993, 95(Suppl 5A), 22-28.

48. Shabani M. Bone mineral density in elite cyclists. PHD thesis in University of Picardie Jules Verne in French, December 2007.

49. Slemenda, CW, Reister TK, Hui SL, Miller JZ, Christian JC, and Johnston CC Jr. Influences on skeletal mineralization in children and adolescents: evidence for varying effects of sexual maturation and physical activity. J Pediatr , 1994, 125(2): 201 – 207.

50. Stewart AD, Hannan J. Total and regional bone density in male runners, cyclists, and controls. Med Sci Sports Exerc 2000, 32: 1373-1377.

51. Summers G.D. Osteoporosis in men. The college of Radiographers, 2001, 7: 119-123.

52. Taaffe DR, Marcus R. Regional and total body bone mineral density in elite collegiate male swimmers. J Sport Med & Physical Fitness. 1999, 39: 154-159.

53. Umemura Y, Ishiko T, Tsujimoto H. The effects of jump training on bone hypertrophy in young and old rats. Int J Sports Med, 1995, 16: 364-367.

54. Warner SE,.Shaw JM, Dalsky GP. Bone mineral density of competitive male mountain and road cyclists. Bone, 2002, 30: 281 – 286.