المپیک
فصلنامه
سال شانزدهم – شماره ۳ (پیاپی ۴۳) پاییز ۱۳۸۷

تاریخ دریافت: ۸۶/۴/۷
تاریخ تصویب: ۸۶/۹/۲۰

اثر دراز مدت فعالیتهای استقامتی، سرعتی، و مقاومتی بر تراکم مادهٔ معدنی استخوان ورزشکاران نخبهٔ مرد

❖ **عباس صالحی‌کیا؛** هیئت علمی گروه تربیت بدنی دانشگاه سیستان و بلوچستان *
❖❖ **دکتر خلیل خیام‌باشی؛** استادیار دانشکدهٔ تربیت بدنی دانشگاه اصفهان
❖❖❖ **دکتر سیدمحمد مرندی؛** استادیار دانشکدهٔ تربیت بدنی دانشگاه اصفهان
❖❖❖❖ **مریم بان‌پروری؛** هیئت علمی گروه تربیت بدنی دانشگاه سیستان و بلوچستان

چکیده: **مطالعات انجام‌شده حاکی از آن است که ورزش تراکم تودهٔ استخوانی را افزایش می‌دهد. اما هنوز در مورد نوع و شدت آن که حداکثر تحریک آنابولیک را بر استخوان ایجاد می‌کند اطمینان حاصل نشده است (۶). هدف این مطالعه، تعیین اثر درازمدت سه نوع فعالیت بدنی (استقامتی، سرعتی، و قدرتی) بر میزان تراکم تودهٔ استخوانی ورزشکاران نخبهٔ مرد در مقایسه با مردان غیرورزشکار بوده است.**

این تحقیق از نوع علّی- مقایسه‌ای پس از وقوع است. نمونه‌ها عبارت بودند از ۳۰ ورزشکار نخبهٔ مرد (۱۰ دوندهٔ استقامتی۳۰۰۰ و۵۰۰۰ متر، ۱۰دوندهٔ سرعتی۱۰۰ و۲۰۰متر، و ۱۰ بدن‌ساز)، و۱۰ غیرورزشکار سالم، بین سنین ۲۰ تا ۳۰ سال، که به صورت در دسترس انتخاب شدند. چگالی مادهٔ معدنی استخوان (BMD)[1] مهره‌های کمر و گردن استخوان ران نمونه‌ها با دستگاه جذب‌سنج دوتایی انرژی اشعهٔ ایکس (DEXA)[2] اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از آمار توصیفی و استنباطی (تحلیل واریانس یکطرفه[3] و آزمون تعقیبی LSD) تحلیل شدند.

در مقایسه با گروه کنترل، بدن‌سازان و دونده‌های سرعت در ناحیهٔ گردن استخوان ران، و مهره‌های کمر به‌طور معناداری چگالی مادهٔ معدنی بالاتری داشتند، در حالی که چگالی مادهٔ معدنی هر دو ناحیهٔ مذکور در دوندگان استقامتی، به‌طور معناداری پایین‌تر بود ($P \leq ۰/۰۵$). همچنین، تراکم تودهٔ استخوانی بدن‌سازان، در مقایسه با دونده‌های سرعت، در دو ناحیهٔ اندازه‌گیری شده بیشتر و به لحاظ آماری معنادار بود ($P \leq ۰/۰۵$)، در صورتی که تراکم استخوانی هر دو ناحیه در دوندگان استقامت به‌طور معناداری کمتر بود ($P \leq ۰/۰۵$).

نتایج تحقیق حاضر حاکی از این است که پاسخ استخوان در برابر بار مکانیکی، به نوع و شیوهٔ فعالیت ورزشی وابسته است.

واژگان کلیدی: بدن‌سازان، چگالی مادهٔ معدنی استخوان، دوندگان استقامتی، دوندگان سرعتی، ورزشکاران نخبهٔ مرد

* **E.mail: sallehikia@yahoo.com**

1. Bone mineral density
2. Dual energy X-ray absorptionetry
3. One way analysis of variance (ANOVA)

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

امروزه پوکی استخوان از جمله عوامل مخاطره‌آمیز سلامت عمومی است. پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهند اهمیت این مسئله در چند دهۀ آینده دوچندان افزایش خواهد یافت. **پوکی استخوان**[1] بیمار متابولیکی‌ای است که در آن تراکم بافت استخوانی به قدری کاهش می‌یابد که استخوان‌ها در برابر وارد شدن حتی نیروی اندکی می‌شکنند (۱). شخصی که دچار پوکی استخوان شده، ممکن است بر اثر افتادن ساده دچار شکستگی مچ دست یا لگن شود. کاهش تراکم تودۀ استخوانی ممکن است تا حدی پیش رود که استخوان‌های فرد مبتلا به پوکی استخوان، حتی بر اثر تحمل وزن خود نیز بشکند (۳).

در سال‌های اخیر دربارۀ کاربرد فعالیت‌های ورزشی در استحکام استخوان‌ها تحقیقات زیادی صورت گرفته است. مطالعاتی که دربارۀ انسان و حیوانات انجام شده نشان می‌دهند فعالیت بدنی بر توسعه، حفظ، و نگهداری تودۀ استخوان تأثیر عمده‌ای داشته است. اما، هنوز در مورد نوع و شدت ورزش که حداکثر تحریک آنابولیک را برای استخوان ایجاد می‌کند اطمینان حاصل نشده است (۶).

مطالعه روی حیوانات نشان می‌دهد تأثیر آستانه در سطوح پایین استرس و فشار به‌وجود می‌آید. در مقابل، مطالعات روی انسان حاکی از آن است که ورزش در شدت بالا به افزایش تراکم استخوان می‌انجامد (۱۵). به همین منظور در تحقیقی که **مادالازو و همکاران** (۲۰۰۰)، با هدف مقایسۀ تأثیر شدت‌های متفاوت تمرین قدرتی انجام دادند، دریافتند تمرین با شدت بالا، چگالی مواد معدنی استخوان ستون فقرات، برجستگی بزرگ‌ران و لگن را در مردان افزایش می‌دهد، در حالی که تمرین با شدت متوسط در ناحیۀ ستون فقرات هیچ تغییری در چگالی استخوان زنان و مردان حاصل نکرده است (۹). نتایج این پژوهش، نظریۀ فراست را توجیه می‌کند که می‌گوید: «نیروی کمینه برای ساخته شدن استخوان جدید لازم است و نیروهای بالاتر از این حد آستانه هستند که استخوان‌سازی را تحریک می‌کنند» (۵).

در همین راستا، در سال ۲۰۰۵، **تورستویت**[2] و همکارانش در مقایسۀ چگالی مواد معدنی استخوان در ورزش‌های با شدت پایین، شدت متوسط و شدت بالا، ورزشکاران را بر اساس تحلیل میزان فشار مکانیکی وارد بر استخوان‌ها در این سه گروه طبقه‌بندی کردند. نتایج به‌دست آمده نشان داد، چگالی استخوان نواحی گردن ران، برجستگی بزرگ‌ران، و ستون مهره‌های ورزشکارانی که در ورزش‌های شدت بالا رقابت می‌کردند، در مقایسه با ورزشکاران شدت متوسط و پایین بیشتر بود. همچنین، ورزشهای با شدت متوسط در مقایسه با ورزشهای شدت پایین، تأثیر بیشتری بر افزایش تراکم مواد معدنی نشان داد (۱۴).

مگکوس و همکاران (۲۰۰۷) نیز، طی پژوهشی و با هدف مقایسۀ تأثیر نوع و شدت فعالیت ورزشی بر تراکم مواد معدنی استخوان دریافتند شناگران، در مقایسه با دیگر گروه‌های ورزشکار و گروه کنترل، به طور کلی، تراکم تودۀ استخوان کمتری دارند. چگالی استخوان گروه سرعتی، تفاوت قابل ملاحظه‌ای با گروه کنترل نداشت، اما به طور معناداری از چگالی استخوان گروه استقامتی بالاتر بود. همچنین، نتایج تحقیق نشان داد ورزشکاران

1. Osteoprosis
2. Torstveit

Archive of SID

www.SID.ir

استقامتی در مقایسه با گروه کنترل به طور معناداری تراکم مادهٔ معدنی استخوانی پایین‌تری دارند (۱۰). پیش از این نیز **رابینسون** (۱۹۹۵) گزارش کرده بود ورزش‌های قدرتی و انفجاری مانند وزنه‌برداری، ژیمناستیک، و کشتی نسبت به ورزشهای استقامتی، مانند دو استقامت، ممکن است تأثیر مثبت بیشتری بر تودهٔ استخوانی داشته باشند (۲).

در تحقیق مشابهی که **هایند و همکارانش** (۲۰۰۶) بر روی ۱۰۹ دوندهٔ استقامتی زن و مرد انجام دادند، این نتیجه حاصل شد که میان مسافت هفتگی دویده شده و میزان چگالی مواد معدنی استخوان در مردان و زنان دوندهٔ استقامتی رابطهٔ معکوسی وجود دارد. همچنین، در این تحقیق نشان داده شد مردان دوندهٔ ماراتن اندکی بیشتر از زنان این رشته در معرض تهدید کاهش چگالی مواد معدنی استخوان‌اند (۷).

این یافته‌ها نشان می‌دهند زمان آن رسیده تا نگرش جدی‌تری نسبت به تراکم پایین تودهٔ استخوان، حتی در بین ورزشکاران انجام گیرد. در صورت عدم کنترل و چاره‌جویی، بدون شک، پوکی استخوان فرایند پیشرونده‌ای را در پیش خواهد گرفت و شکستگیهای ناشی از آن معضلات زیادی را به بار خواهد آورد. اگر چه پیشرفتهای مهمی در درمان پوکی استخوان در کشورهای توسعه‌یافته حاصل شده، لیکن بیشتر توجه‌ها بر روشهای پیشگیرانه متمرکز است. فعالیت بدنی و ورزش روشی ارزان و غیردارویی است و برای عموم در دسترس است، لذا در کانون توجه پژوهشگران قرار دارد (۱۱). این تفکر که پیشگیری بر درمان ارجح است، اصلی اساسی است که نه تنها در این رابطه بلکه در تمامی بیماریهای دیگر نیز کاربرد دارد.

بنابراین، وابستگی بین چگالی مواد معدنی استخوان با نوع و شیوه‌های متفاوت تمرینی جهت دستیابی به بهترین و اثرگذارترین شیوهٔ تمرینی بر افزایش تراکم استخوان، از نکات بسیار مهمی است که نیاز به بررسی و مطالعهٔ بیشتری دارد.

از آنجا که مطالعات داخلی در این زمینه بسیار محدودند، محقق به عنوان موضوعی جدید درصدد است در این تحقیق آن را بررسی کند. بر این اساس هدف این مطالعه، تعیین اثر درازمدت سه نوع فعالیت بدنی (قدرتی، سرعتی، و استقامتی) بر میزان تراکم تودهٔ استخوانی ورزشکاران نخبهٔ مرد در مقایسه با مردان غیرورزشکاران بوده است.

روش‌شناسی

این تحقیق از نوع علّی- مقایسه‌ای پس از وقوع است. طرح تحقیق حاضر را طرح پس‌آزمون با گروه کنترل تشکیل می‌دهد. نظر به اینکه در تحقیق حاضر، از چهار گروه (سرعتی، استقامتی، قدرتی، و کنترل) استفاده شده است، می‌توان آن را در زمرهٔ طرحهای چندگروهی نیز قرار داد.

آزمودنیها

آزمودنیهای تحقیق ۴۰ مرد در دامنهٔ سنی ۲۰ تا ۳۰ سال بودند که به صورت در دسترس انتخاب شدند. از این تعداد ۱۰ دوندهٔ نخبهٔ سرعتی (۱۰۰ و ۲۰۰متر)، ۱۰دوندهٔ نخبهٔ استقامتی (۳۰۰۰و ۵۰۰۰متر)، و ۱۰ ورزشکار پرورش اندام حرفه‌ای بودند که از باشگاههای شهر اصفهان انتخاب شدند. گروه غیرورزشکار نیز شامل ۱۰ نفر بود که هیچ فعالیت ورزشی منظم و مداومی نداشتند. سابقهٔ فعالیت حرفه‌ای تمامی ورزشکاران در جدول ۱ آمده است.

ابزار جمع‌آوری داده‌ها

به منظور تعیین متغیرهای بدن‌سنجی، تاریخچهٔ

Archive of SID

www.SID.ir

پزشکی، رژیم غذایی، و فعالیت ورزشی آزمودنیها از پرسش‌نامهٔ استاندارد مرکز تشخیص پوکی استخوان اصفهان استفاده شد. قد و وزن آزمودنیها با دستگاه قدسنج و ترازوی آنالوگ (سکا، ساخت کشورآلمان) اندازه‌گیری شد. پس از محاسبهٔ شاخص تودهٔ بدنی آنها، تمامی اطلاعات مربوط به قد، وزن، و شاخص تودهٔ بدنی در برگهٔ اطلاعات فردی آزمودنیها درج شد. دستگاه اسکن تراکم استخوان معروف به جذب‌سنج دوتایی انرژی اشعهٔ ایکس (DEXA)، نوع پیشرفتهٔ فناوری اشعهٔ ایکس است که برای اندازه‌گیری و برآورد میزان تراکم تودهٔ استخوانی آزمودنیها استفاده می‌شود. در این دستگاه مبنای برآورد تراکم مواد معدنی، استفاده از منبعی با دو نوع انرژی بالا و پایین است که جذب متفاوتی در بافتهای نرم و استخوان دارد. با رایانه نیز مقدار متفاوت اشعهٔ ورودی و خروجی محاسبه می‌شود. بعد از کم کردن مقدار اشعهٔ جذب شده به‌وسیلهٔ بافت نرم از مقدار کل و محاسبهٔ مقدار اشعهٔ جذب شده از استخوان، چگالی مواد معدنی محاسبه می‌شود. استفاده از دو منبع انرژی اشعهٔ ایکس، بر خلاف مطالعات رادیوایزوتوپ سنتی (به گونه‌ای که در اسکن استخوان استفاده شود)، دقت اندازه‌گیری را زیاد می‌کند. در این دستگاه، انرژی اشعهٔ ایکس، برخلاف مواد رادیواکتیو، در طول زمان کاهش نمی‌یابد. بنابراین، دقت اندازه‌گیری به مقدار زیادی (تا ۹۹درصد) افزایش می‌یابد؛ یعنی ضریب اشتباه ۱٫۵-۰٫۶ درصد است. این دستگاه در حال حاضر بهترین وسیلهٔ مورد استفاده برای سنجش تراکم استخوان است که اندازه‌گیری با آن ساده، سریع، غیرتهاجمی، و بدون درد است (۱۲).

محلهای سنجش تودهٔ استخوان و موارد مورد ارزیابی

در این پژوهش، از دو ناحیهٔ گردن استخوان ران پای چپ، همچنین مهره‌های کمری (L2-L4) به‌طور جداگانه اسکن گرفته شد. بنابراین، چگالی مواد معدنی استخوان در این دو ناحیه اندازه‌گیری و محاسبه شده است.

مواردی را که رایانه پس از انجام اسکن هر استخوان ثبت کرد عبارت بود از جرم مواد معدنی استخوان **(BMC)**[1] برحسب گرم، سطح اندازه‌گیری شده بر حسب سانتی‌مترمربع، چگالی مواد معدنی استخوان **(BMD)**[2] برحسب گرم بر سانتی‌مترمربع، همچنین نمرهٔ T. نمرهٔ T مقدار تودهٔ استخوان آزمودنی را در مقایسه با فردی از همان جنس که دارای حداکثر تراکم استخوانی است مقایسه می‌کند. دامنهٔ نمرهٔ T از ۴- تا ۱+ است. امتیاز بالاتر از ۱- نرمال و امتیاز بین ۱- و ۲٫۵- **استئوپنی**[3] یا خطر متوسط پوکی استخوان تعیین می‌شود. امتیاز زیر ۲٫۵- نیز بیماری پوکی استخوان **(استئوپروز)**[4] را نشان می‌دهد. بنابراین، با استفاده از نمرهٔ T می‌توان وضعیت نرمال، استئوپنی یا استئوپروز را تشخیص داد.

مراحل اجرای آزمون

ابتدا با مراجعه به باشگاههای ورزشی سطح شهر اصفهان، هماهنگیهای لازم صورت پذیرفت. سپس، از ۴۳ ورزشکار حرفه‌ای موجود در این باشگاهها (۲۸ دوندهٔ سرعت و استقامت و ۱۶ بدن‌ساز)، همچنین ۳۲

1. Bone mineral Content
2. Bone mineral Density
3. Osteopenia
4. Osteoporosis

Archive of SID

www.SID.ir

غیرورزشکار فراخوانده شده، جهت تکمیل پرسش‌نامهٔ شرکت در آزمون دعوت به عمل آمد. پس از بررسی پرسش‌نامه‌ها، معیارهای حذف و شمول مانند قرار داشتن در دامنهٔ سنی ۲۰ تا ۳۰ سال، نداشتن هر یک از بیماریهای اثرگذار بر متابولیسم استخوان، داشتن حداقل ۳ سال سابقهٔ فعالیت مستمر برای ورزشکاران، مصرف نکردن مکملها و داروهای اثرگذار و ... اعمال شد. ۸ نفر از دوندگان به دلیل نداشتن حداقل دامنهٔ سنی مورد نیاز یعنی ۲۰ سال و ۶ نفر از بدن‌سازان نیز به دلیل استفاده از هورمونهای استروئیدی و مکملهای تأثیرگذار بر تراکم استخوانی حذف شدند. از بین نمونه‌های غیرورزشکار نیز ۱۰ نفر که از شاخص **تودهٔ بدنی**[1] طبیعی برخوردار بودند انتخاب شدند. پس از انتخاب نهایی، آزمودنیها در ۴ گروه سرعتی، استقامتی، قدرتی، و گروه غیرورزشکار تقسیم شدند. سپس، هر گروه جداگانه توجیه شدند و اطلاعات کافی در مورد روند اجرای آزمون در اختیار آنها قرار گرفت.

پس از تکمیل رضایت‌نامهٔ شرکت در آزمون، میزان تراکم مواد معدنی آنها در دو ناحیهٔ کمر و گردن استخوان ران در مرکز تشخیص پوکی استخوان اصفهان، زیر نظر متخصص فیزیک پزشکی و با استفاده از دستگاه DEXA که معتبرترین روش سنجش تراکم مواد معدنی استخوان است اندازه‌گیری شد. آزمایش تراکم استخوان، به‌صورت سرپایی طی ۵ تا ۱۵دقیقه به طول انجامید. اشعهٔ ایکس به مقدار خیلی کم استفاده شد (کمتر از ۰/۵٪ در دوز استاندارد) که این مقدار اشعه با دوز پایین، حدود دوز زمینه، معمولاً هیچ اثر جانبی‌ای به همراه ندارد (۱۴). پس از اتمام آزمایش، نتایج روی صفحهٔ نمایشگر رایانه ثبت و از اطلاعات به‌دست آمده چاپ رنگی گرفته شد. پس از تجزیه و تحلیل دقیق تکنیسین رادیولوژی و تأیید مسئول مرکز، داده‌ها جهت تحلیل آماری آماده شدند.

روشهای آماری

در این تحقیق از روشهای آمار توصیفی جهت مرتب کردن داده‌ها و از آزمون تحلیل واریانس یکطرفه و سپس آزمون تعقیبی LSD جهت مقایسهٔ میانگین گروه‌های مورد مطالعه استفاده شد.

یافته‌ها

اطلاعات حاصل از پرسش‌نامهٔ آزمودنیهای تحقیق نشان داد که آنها عادات غذایی تقریباً یکسانی دارند و تفاوت ناچیزی بین رژیم غذایی و میزان کالری دریافتی ورزشکاران و غیرورزشکاران وجود دارد. درخصوص مصرف کلسیم و سایر داروها نیز جواب همهٔ نمونه‌ها منفی بود. هیچ کدام از آزمودنیها سیگاری نبودند و به مصرف شیر حساسیت نداشتند. همچنین هیچ یک از نمونه‌های ورزشکار یا غیرورزشکار، سابقهٔ فامیلی پوکی استخوان یا بیماری تأثیرگذار بر متابولیسم استخوان گزارش نکردند.

جدول ۱، اطلاعات توصیفی کلی در مورد عوامل اندازه‌گیری شدهٔ تحقیق را نشان می‌دهد. مشاهده می‌کنید که میانگین شاخص تودهٔ بدنی در سه گروه سرعتی، استقامتی، و غیرورزشکار تقریباً با هم برابر است. گروه بدن‌سازان، نسبت به سایر گروهها، شاخص تودهٔ بدنی همچنین میانگین وزن بالاتری دارند. نکتهٔ قابل توجه دیگر، وزن پایین گروه استقامتی در مقایسه با سایر گروههاست.

1. BMI (Body Mass Index)

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱. شاخصهای توصیفی متغیرهای کمّی در چهار گروه مورد مطالعه (میانگین و انحراف معیار)

گروههای تحقیق / متغیرها	بدن‌سازان	دوندگان سرعت	دوندگان استقامت	غیر ورزشکاران
سن (سال)	۲۴٫۴ ± ۲	۲۳٫۵ ± ۲٫۹	۲۲٫۲ ± ۲٫۳۵	۲۴٫۶ ± ۳٫۲
قد (سانتی‌متر)	۱۸۰ ± ۶٫۴	۱۷۶٫۶ ± ۵٫۴	۱۷۵٫۴ ± ۷	۱۷۹ ± ۶٫۸
وزن (کیلوگرم)	۸۲٫۷ ± ۹	۶۶٫۳ ± ۸٫۳	۵۰٫۶ ± ۸٫۴	۶۸٫۸ ± ۹
سابقهٔ فعالیت ورزشی	۵٫۲ ± ۱٫۳	۴٫۸ ± ۰٫۸	۵٫۶ ± ۱٫۸	–
شاخص تودهٔ بدنی (kg/m^2)	۲۵٫۶ ± ۳	۲۱٫۱ ± ۱٫۷	۲۱٫۰ ± ۲٫۸	۲۱٫۴ ± ۲٫۲
BMD گردن استخوان ران (gr/cm^2)	۱٫۲۴ ± ۰٫۰۶۹۴	۱٫۱۴۶۰ ± ۰٫۰۹۱۰	۰٫۹۶۵۶ ± ۰٫۰۵۶۱	۱٫۰۵۵۴ ± ۰٫۰۷۴۹
نمرهٔ T در گردن استخوان ران	۰٫۵۸۰۰ ± ۱٫۱۷	۰٫۰۱۸۰ ± ۱٫۱۵	−۰٫۹۴۴۰ ± ۰٫۴۴۷	−۰٫۲۰۲۰ ± ۰٫۸۴
BMD مهره‌های کمر (L2-L4) (gr/cm^2)	۱٫۲۳۵۳ ± ۰٫۰۶۳۸	۱٫۱۶۰۵ ± ۰٫۰۷۳۹	۰٫۹۴۶۸ ± ۰٫۰۵۲۶	۱٫۰۴۹۵ ± ۰٫۱۱۱۵
نمرهٔ T در مهره‌های کمر	۰٫۳۲۱۰ ± ۰٫۵۷	−۰٫۳۴۶۰ ± ۰٫۶۳	−۱٫۱۱۳۰ ± ۰٫۳۰۳	−۰٫۴۱۴۰ ± ۰٫۸۷

در جدول ۲، تحلیل واریانس نشان می‌دهد در میزان تراکم تودهٔ استخوانی مهره‌های کمر و گردن استخوان ران بین سه گروه ورزشکاران (استقامتی، سرعتی، و قدرتی) و گروه غیرورزشکار تفاوت معناداری در سطح ($\alpha = ۰٫۰۵$) وجود دارد.

جدول ۳ نشان می‌دهد، در صورتی که میزان تراکم مواد معدنی گردن استخوان ران گروههای مورد بررسی را دوبه‌دو با هم مقایسه کنیم نتایج زیر به‌دست می‌آید. گروههای مقاومتی و سرعتی، در مقایسه با گروه کنترل، چگالی مواد معدنی بالاتری دارند، در حالی که چگالی مواد معدنی ناحیهٔ مذکور در گروه استقامتی پایین‌تر است. در مقایسه با گروه سرعتی، چگالی مواد معدنی در گروه استقامتی پایین‌تر است، اما گروه مقاومتی در مقایسه با گروه سرعتی تراکم بالاتری داشتند. گروه مقاومتی، در مقایسه با گروه استقامتی، در میزان تراکم مواد معدنی گردن استخوان ران افزایش چشمگیری نشان می‌دهند.

جدول ۲. نتایج تحلیل واریانس یکطرفه، تفاوت بین چهار گروه

	مجموع مجذورات	درجهٔ آزادی	میانگین مجذورات	F	P
بین گروهی	۰٫۸۸۸	۷	۰٫۱۲۷	۲۱/۷۶۸	۰/۰۰۰
درون‌گروهی	۰٫۴۲۰	۷۲	۰٫۰۰۶		
کل	۱٫۳۰۸	۷۹			

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۳. نتایج آزمون تعقیبی LSD جهت مقایسهٔ تراکم تودهٔ استخوانی گردن استخوان ران گروهها (دوبه‌دو)

LSD POST HOC	گروههای ورزشکار	اختلاف میانگین	سطح معناداری
گروه غیر ورزشکار	استقامتی	۰٫۰۸۹۸*	۰٫۰۱۰
	سرعتی	-۰٫۰۶۰۹*	۰٫۰۱۰
	پرورش اندام	-۰٫۱۸۱۱*	۰٫۰۰۰
استقامتی	سرعتی	-۰٫۱۸۰۴*	۰٫۰۰۰
	پرورش اندام	-۰٫۲۷۰۹*	۰٫۰۰۰
سرعتی	پرورش اندام	-۰٫۰۹۰۴*	۰٫۰۱۰

* اختلاف میانگین در سطح α=۰٫۰۵ معنادار است.

جدول ۴ مقایسهٔ میزان تراکم تودهٔ استخوانی گروهها را در مهره‌های کمر نشان می‌دهد. بر اساس این جدول چگالی مواد معدنی مهره‌های کمری در گروه استقامتی نسبت به گروه کنترل پایین‌تر است، اما هر دو گروه مقاومتی و سرعتی تراکم بیشتری در این ناحیه دارند. در مقایسه با گروه سرعتی، گروه مقاومتی تراکم بالاتری در ناحیهٔ مهره‌های کمر دارند، اما در گروه استقامتی این میزان پایین‌تر است. بین دو گروه سرعتی و استقامتی، میزان تراکم مواد معدنی استخوان مهره‌های کمری در گروه سرعتی بیشتر است.

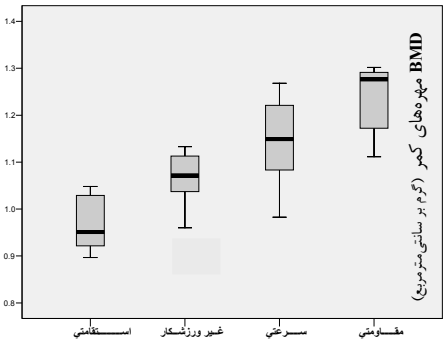
جدول ۴. نتایج آزمون تعقیبی LSD جهت مقایسهٔ تراکم تودهٔ استخوانی مهره‌های کمر گروهها (دوبه‌دو)

LSD POST HOC	گروههای ورزشکار	اختلاف میانگین	سطح معناداری
گروه غیرورزشکار	استقامتی	۰٫۱۰۲۷*	۰٫۰۰۴
	سرعتی	-۰٫۱۱۱۱*	۰٫۰۰۲
	پرورش اندام	-۰٫۱۸۵۸*	۰٫۰۰۰
استقامتی	سرعتی	-۰٫۲۱۳۸*	۰٫۰۰۰
	پرورش اندام	-۰٫۲۸۸۵*	۰٫۰۰۰
سرعتی	پرورش اندام	-۰٫۰۷۴۹*	۰٫۰۳۲

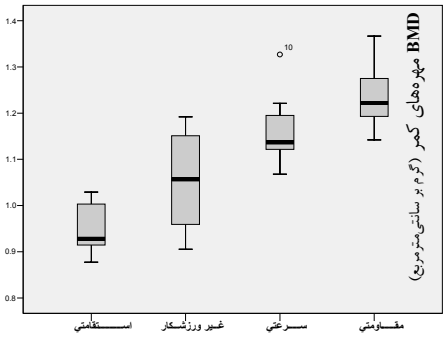
*اختلاف میانگین در سطح α=۰٫۰۵ معنادار است.

بر اساس تفاوتهای معناداری که در میزان تراکم مواد معدنی استخوان بین چهار گروه مورد مطالعه به‌دست آمد، اگر میانگینها به ترتیب صعودی مرتب شوند، دونده‌های استقامت کمترین و بدن‌سازان بیشترین میزان تراکم را در استخوانهای لگن و مهره‌های کمر دارند. جهت تشریح بهتر این مطلب از شکلهای جعبه‌ای استفاده شده است (شکلهای ۱ و ۲)

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۱. شکل جعبه‌ای مقایسهٔ متغیر تراکم مواد معدنی گردن استخوان ران گروهها



شکل ۲. شکل جعبه‌ای مقایسهٔ متغیر تراکم مواد معدنی مهره‌های کمر گروهها

بحث

یافته‌های پژوهش حاضر این مطلب را تأیید می‌کند که شرکت در ورزشهای پرشدت و پرفشار مانند کار با وزنه در مقابل ورزشهای با شدت کم مانند دویدن مسافتهای طولانی، برای افزایش تراکم تودهٔ استخوانی مفیدترند. این مطلب با نتایج تحقیقات مگکوس (۲۰۰۷)، تورستویت (۲۰۰۵)، و رابینسون (۱۹۹۵) همخوانی دارد. تغییرات مثبت در تراکم مواد معدنی استخوان، تابعی از بزرگی بار وارد بر آن و تعداد دوره‌هایی است که بر استخوان فشار وارد می‌شود (۱۳). بنابراین، به نظر می‌رسد فشار بالای تمرین در ورزشهای قدرتی به طور مطمئنی محرک استخوان‌زایی باشد. لذا، تمریناتی که شامل فعالیتهای پرشدت‌اند- مانند بدن‌سازی، ژیمناستیک، کشتی و...- در مقایسه با سایر فعالیتها، ممکن است فرصتهای بهتری را برای به حداکثر رساندن تراکم استخوان فراهم نمایند. تمامی این مطالعات حاکی از آن است که فعالیتهای بدنی سنگین در مقایسه با فعالیتهای سبک اثر بیشتری بر افزایش تودهٔ استخوانی دارند.

از اوایل دههٔ ۸۰ میلادی، مطالعات زیادی نشان داد در دونده‌های استقامت زن مشکل کمبود تراکم تودهٔ استخوانی وجود دارد. اما، اخیراً، این مسئله در مورد مردان نیز اهمیت یافته است. یافته‌های این تحقیق نشان داد فعالیتهای درازمدت استقامتی نه تنها باعث افزایش میزان تراکم تودهٔ استخوانی نمی‌شود، بلکه رابطه‌ای منفی با آن دارد که با مطالعات مگکوس (۲۰۰۷) و هایند (۲۰۰۶) همخوانی دارد.

زانکر (۲۰۰۳) طی پژوهشی 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. در مقابل ورزشهایی مانند وزنه‌برداری نیرویی معادل ۵ تا ۶ برابر وزن بدن و ژیمناستیک نیرویی معادل ۱۰تا ۱۲ برابر وزن بر استخوانها وارد می‌کنند (۱۶). بنابراین، فشار فعالیت بدنی باید به اندازه‌ای باشد که محرک مکانیکی مطلوبی برای استخوانها فراهم شود.

Archive of SID
www.SID.ir

اگر چه دوندگان استقامت بیشتر از بقیهٔ ورزشکاران در معرض ضربه‌ها و نیروهای ساق پای‌اند، ولی به نظر می‌رسد فشارها و ضربه‌های حاصل از آن به اندازه‌ای نیست که سلولهای استخوانی تحریک شوند. از سوی دیگر، چون دونده‌ها با حجم مشابهی از بار ثابت و یکنواخت می‌دوند، پس از مدتی، استخوانها با آن شرایط سازگار می‌شوند. اما در تمرینات قدرتی، فشار با بار متفاوت و فزاینده‌ای به استخوانها وارد می‌شود و لذا سطح آستانهٔ تحریک به راحتی فراهم می‌شود.

همچنین نتایج به‌دست آمده از مقایسهٔ گروه قدرتی و استقامتی نشان می‌دهد شدت تمرین نسبت به مدت آن شاخص اصلی افزایش تراکم مواد معدنی استخوان است و تراکم مواد معدنی استخوان به تعداد دوره‌های تکرار، بیشتر از مدت تمرین بستگی دارد. بنابراین، هر افزایشی در مدت فعالیت باعث افزایش تراکم تودهٔ استخوانی نمی‌گردد.

این یافته‌ها، نتایج مک‌دوگال (۱۹۹۹) را تأیید می‌کند که گزارش داد افزایش تراکم مادهٔ معدنی استخوان در دویدن ۲۰ مایل در هفته مشاهده می‌شود، ولی با افزایش مدت دویدن این مقدار تغییر نمی‌کند. هرچند دوندگان استقامت مدت زمان بیشتری را به فعالیت و تمرین می‌پردازند، اسکلتشان با فعالیت متداول سازگار می‌شود و افزایش مدت تمرین به بیش از سطح استاندارد، مزیتی را برای آنها به‌همراه ندارد.

هایند (۲۰۰۶) در تحلیل خود در خصوص تراکم پایین دونده‌های استقامتی اشاره می‌کند که کمبود انرژی در کوتاه‌مدت ممکن است تشکیل استخوان را در ورزشکاران استقامتی مرد متوقف کند و باعث اختلال در تشکیل استخوانها شود. دویدن مسافتهای طولانی باعث مصرف انرژی زیاد می‌شود. در فعالیتهای استقامتی انقباضهای مکرر عضلانی جهت تداوم فعالیت، همچنین آزاد شدن انرژی مورد نیاز، شدیداً به حضور کلسیم وابسته است. از طرفی طی فعالیتهای استقامتی که مدت زمان زیادی به طول می‌انجامند، مقدار زیادی از املاح بدن که کلسیم هم یکی از آنهاست، از طریق پوست و طی فرایند تعریق دفع می‌شوند. لذا، سطح کلسیم خون کاهش می‌یابد (۲). چون سطح کلسیم خون همواره بایستی ثابت بماند، از این طریق سیستمهای هورمونی حساس به سطح کلسیم خون فعال می‌شوند. هورمون پاراتورمون از غدهٔ پاراتیرویید ترشح می‌شود که نتیجهٔ آن فعال شدن استئوکلاستها و کاتابولیسم استخوانی برای جبران کلسیم مورد نیاز است. بنابراین، کلسیم به طور مرتب از بانک اسکلتی برداشته می‌شود و شاید این هم یکی از دلایل کاهش تراکم مواد معدنی استخوانی در دوندگان مسافتهای طولانی باشد.

هایند (۲۰۰۶) بین میزان چگالی مواد معدنی استخوان و مسافت دویده شده وابستگی معکوسی به‌دست آورد که یافته‌های مطالعهٔ حاضر را تأیید می‌کند؛ یعنی دوندگانی که مسافتهای بیشتری دویده‌اند، تراکم تودهٔ استخوانی کمتری در گردن استخوان ران و نیز مهره‌های کمر داشتند. این مطلب فرضیهٔ کاهش انرژی را تقویت می‌کند (۷). دوندگان استقامتی حرفه‌ای به دلیل انجام تمرینات سخت و شرکت در مسافتهای طولانی دویدن، درصد چربی پایینی دارند که خود این عامل نیز خطر کاهش انرژی در آنها را افزایش می‌دهد.

هایند، همچنین، وزن کم بدن و شاخص تودهٔ بدنی پایین را عوامل خطرزایی برای کاهش تراکم تودهٔ استخوانی برمی‌شمرد. از آنجا که در تحقیق حاضر دوندگان استقامتی، میانگین وزن پایین‌تری در

Archive of SID
www.SID.ir

مقایسه با سایر گروهها داشتند، ممکن است یکی از علل تراکم استخوانی پایین آنها، بخشی از عکس‌العمل کمبود وزن آنها، نسبت به سایر آزمودنیها باشد. در تأیید آن می‌توان به مطالعات متعددی اشاره کرد که گزارش کرده‌اند ورزشهایی که می‌توانند وزن بدن را افزایش دهند بر میزان تودهٔ استخوانی تأثیر مستقیم دارند (۴،۵، و۸).

در توجیه بالاتر بودن میزان تراکم مواد معدنی در دوندگان سرعتی نسبت به دوندگان استقامتی می‌توان گفت که در دوندگان سرعتی، برخلاف دونده‌های استقامتی، انقباضهای شدید عضلانی وجود دارد. لذا، فشار هم‌زمان استخوان همراه با فعالیت شدید عضلات مربوط برای ایجاد پتانسیلهای الکتریکی داخل استخوان که رشد استخوان را تحریک می کند کافی به نظر می‌رسد (۳). اما دونده‌های سرعتی مانند ورزشکاران قدرتی از نیروی اضافی و مقاوم وزنه برای ایجاد فشار و بار بیشتر در نوع فعالیتشان بهره نمی‌برند. لذا، از تراکم مواد معدنی کمتری نسبت به ورزشکاران مقاومتی برخوردارند.

در این مطالعه هیچ‌گونه آزمایش بیوشیمیایی انجام نشد. بنابراین، تأثیر واقعی هورمونهای اثرگذار بر متابولیسم استخوان مشخص نیست. هر چند شواهدی که تا کنون به‌دست آمده، رابطه‌ای را بین میزان تراکم تودهٔ استخوانی و سطح هورمونهای جنسی در ورزشکاران مرد نشان نمی‌دهد (۷)، امّا نمی‌توان وجود چنین رابطه‌ای را به‌طور کلی رد کرد.

نتیجه‌گیری

به‌نظر می‌رسد تلفیق تمرینات استقامتی و مقاومتی روش مناسبی برای جلوگیری از بروز کاهش تراکم استخوانی در ورزشکاران استقامتی است. گنجاندن برنامهٔ قدرتی در پروتکل تمرینی ورزشکاران استقامتی (در خارج از فصل مسابقه) در مقاوم‌سازی سلولهای استخوانی این دسته از ورزشکاران راهکار مناسبی به نظر می‌رسد.

در کنار بی‌تحرکی، یکی دیگر از عوامل خطرزا کاهش تودهٔ استخوانی، عادات غذایی نامناسب و محدود است که ممکن است به تراکم مواد معدنی پایین و شکستگی در استخوان منجر شوند. سطح بهینهٔ کلسیم در رژیم غذایی برای به حداکثر رساندن تراکم تودهٔ استخوانی ضروری به نظر می‌رسد. همچنین، روشهای صحیح زندگی- مانند نکشیدن سیگار، حفظ وزن بدنی مناسب، جذب فسفر و ویتامین D کافی به‌همراه کلسیم در کنار ورزش و فعالیت بدنی- از روند کاهش تراکم استخوانی جلوگیری می کنند.

علاوه بر تراکم مادهٔ معدنی استخوان، عوامل بسیاری مانند ساختار، شکل و اندازهٔ استخوانها، سطح هورمونهای جنسی و... ممکن است در استحکام استخوانها مؤثر باشند که در این مطالعه بررسی نشده‌اند، لذا مطالعات دیگری در این زمینه پیشنهاد می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱. آندرئولی، ت؛ و کارپنتر گریگز، ۱۳۸۳، «مبانی طب داخلی سیسیل»، ترجمهٔ م. ارجمند، س. حسینی، و غ درخشان دیلمی، انتشارات نسل فردا.

۲. رحیمیان مشهدی، م، ۱۳۸۲، «مقایسهٔ تراکم تودهٔ استخوانی در دست برتر و غیر برتر بانوان ورزشکار تیم‌های ملی». المپیک: ۲۵.

۳. فرج‌زاده، ش، ۱۳۷۷، «پوکی استخوان، راهنمای درمان و پیشگیری»، تهران، مؤسسهٔ نشر علم و حرکت.

4. Bellew, J. W.; L. Gehrig (2006). "A comparison of bone mineral density in adolescent female swimmers, soccer players, and weight lifters". pediater physther. 18 (1): 19-22.

5. Burrows, M.; A.M. Nevill; S. Brid and D. Simpson (2003). "Physiological factors associated with low bone mineral density in female endurance runners". Journal of sport medicine.37: 67-71.

6. Gorge, A.; S. Kelley and et al. (2000). "Exercise and bone mineral density in men: A Meta- Analysis". Journal of applied physiology. 88(5): 1730-1736.

7. Hind, K.; J.G. Truscott, J. Evans (2006). "Low lumber spin bone mineral density in both male and Female endurance runners". Journal of Bone. 39: 880-885.

8. Laura, A.; Jeanne Colletti; Edwards Leonie Gordon and et al. (2007). "The effect of muscle- building exercise on bone mineral density of the radius, spine, and hip in young men". Journal of calcified tissue International. 45 (1): 12-14.

9. Maddalozzo, G.F.; C.M. Snow (2000). "High intensity resistance training: effect on bone in older men and women". Journal of Calcified Tissue International. 66 (6): 399-404.

10. Magkos, F.; M. Yannakoulia and L.S. Sidossis (2007). "The type and intensity of exercise have independent and additive effects on bone mineral density". Int J sports Medicine. [Epub ahead of print].

11. Neville, C.E.; L.J. Murray and et al. (2002). "Relationship Between physical Activity and Bone Mineral status in young Adults: the Northern Ireland young Hearts Project". Journal of ELSEVIER science Inc. 30 (5): 792-798.

12. Radiological society of North American, Inc. (RSNA). (2007). "Bone density scan". The radiology information resource for patients.

13. Sazy, J.A. (1991). "Exercise participation after menopause". clinics in sport Medicine. 10 (2): 356-369.

14. Torstveit, M.K.; J. Sundgot (2004). "Low bone mineral density is two to three times more prevalent in non-athletic premenopausal women than in elite athletes: a comprehensive controlled study". Journal of sport Medicine. 39: 282-287.

15. Wolman, R.L.; L. Faulmannand et al. (1991). "Different training patterns and bone mineral density of the elite, female athletes". J Ann Rheum Dis. 50 (7): 487-489.

16. Znaker, C.L.; L. Gannon; C.B. Cooke; K.L. Gee; B. Oldroyd (2003). "Different in body density, body composition, physical activity, and diet between child qymnasts and untrairned children 7-8 years age". JBMR. 18: 1043-1050.

Archive of SID

www.SID.ir