

طب ورزشی _ بهار و تابستان ۱۳۹۱

شماره ۸ - ص ص : ۱۹-۵

تاریخ دریافت : ۸۹ / ۱۱ / ۲۰

تاریخ تصویب : ۹۰ / ۰۱ / ۱۷

مقایسه تراکم مواد معدنی استخوانی اندام برتر و غیربرتر زنان هندبالیست حرفه‌ای ایران

۱. نادر رهنما^۱ - ۲. خلیل خیام باشی - ۳. عفت بمبئی چی - ۴. سمانه جعفرپور

۱،۲،۳. دانشیار دانشگاه اصفهان، ۴. کارشناس ارشد دانشگاه اصفهان

چکیده

عموم بازیکنان برای پرتاب یا ضربه زدن به توپ، یک دست و پای برتر دارند، این برتری ممکن است به افزایش تراکم مواد معدنی استخوان در اندام برتر ورزشکاران منجر شود. هدف از این تحقیق، مقایسه تراکم مواد معدنی استخوانی دست برتر و غیربرتر و پای برتر و غیربرتر زنان هندبالیست حرفه‌ای بود. پانزده هندبالیست زن حرفه‌ای (میانگین \pm انحراف استاندارد، سن: ۲۳/۶ \pm ۳/۱ سال، قد ۱۶۹/۴ \pm ۳/۶ سانتی‌متر، وزن ۵/۷ \pm ۶۲/۹ کیلوگرم) در این تحقیق شرکت کردند. تراکم مواد معدنی استخوان رادیوس دست برتر و غیربرتر و همچنین گردن و تروکانتر استخوان ران پای برتر و غیربرتر ورزشکاران با استفاده از دستگاه سنجش تراکم مواد معدنی استخوان (DEXA) اندازه‌گیری شد. نتایج تحقیق نشان داد که در تراکم مواد معدنی استخوان دست برتر (۳۸۱/۷ میلی‌گرم بر سانتی‌متر مربع) و غیربرتر (۳۸۴/۳) هندبالیست‌ها تفاوت معناداری وجود ندارد ($P > 0/05$). اما تفاوت معناداری در تراکم مواد معدنی استخوان پای برتر (۹۲۵/۴) و غیربرتر (۹۵۶/۴) آنها مشاهده شد، به طوری که تراکم مواد معدنی استخوان پای غیربرتر حدود ۱۰ درصد بیشتر از پای برتر بود ($P < 0/05$). تراکم مواد معدنی استخوان پای برتر و غیربرتر به طور معناداری بیشتر از دست برتر و غیربرتر بود ($P < 0/05$). تراکم مواد معدنی اندام تحتانی هندبالیست‌ها بیشتر از اندام فوقانی آنها بود ($P < 0/05$). تراکم مواد معدنی استخوان بالاتنه نیز به طور معناداری بیشتر از پایین‌تنه بود ($P < 0/05$). می‌توان نتیجه گرفت که درگیری بیشتر پای غیربرتر در تیک آف، استارت، توقف، پرش و فرود در هندبال موجب افزایش تراکم مواد معدنی استخوان در پای غیربرتر می‌شود.

واژه‌های کلیدی

دانشیته استخوانی، هندبال، اندام فوقانی، اندام تحتانی.

مقدمه

استئوپروز (پوکی استخوان) زمانی عارضه دوره کهنسالی قلمداد می‌شود، اما متأسفانه امروزه در زنان جوانی که تراکم مواد معدنی استخوان آنها کمتر از حد طبیعی است، بسیار شیوع دارد (۲۸). در دنیا بالغ بر ۴۴ میلیون نفر از پوکی استخوان رنج می‌برند که حدود ۸۰ درصد آنان را زنان تشکیل می‌دهند (۸). پوکی استخوان و شکستگی‌های مرتبط با آن یکی از مشکلات اصلی سلامت و عامل مرگ و میر و ناتوانی در کهنسالان به‌شمار می‌رود و همچنین هزینه‌های درمانی هنگفتی را بر جوامع تحمیل می‌کند (۲،۲۳). عوامل مختلفی در روند پوکی استخوان دخیل‌اند که از آن جمله می‌توان به اختلال چرخه عادت ماهیانه (۳)، رژیم غذایی (۳۲) و کم‌تحرکی (۴) اشاره کرد.

عوامل متعددی بر تراکم مواد معدنی استخوان تأثیر می‌گذارند که از آن جمله می‌توان به سن، جنس، نژاد، عادت‌های غذایی، سبک زندگی، فعالیت بدنی و ورزش اشاره کرد. شرکت در فعالیت‌های ورزشی راهکاری در راستای زندگی سالم است و خطر بسیاری از مشکلات را کاهش می‌دهد. برای نمونه، فعالیت‌های بدنی که با تحمل وزن همراه باشد، موجب افزایش تراکم مواد معدنی استخوان در زنان ورزشکار می‌شود و احتمال شکستگی و پوکی استخوان را در دوران کهنسالی کاهش می‌دهد یا آن را به تأخیر می‌اندازد (۵).

تحقیقات نشان داده‌اند که فعالیت‌های بدنی منظم به‌ویژه همراه با وزنه، موجب افزایش تراکم مواد معدنی استخوان در نوجوانان (۲۰)، جوانان و بزرگسالان می‌شود (۱۶،۳۱). همچنین گزارش شده که تمرینات با بار متوسط به بالا بر تراکم مواد معدنی استخوان تأثیر می‌گذارد (۲۲). و البته تمرینات شدیدتر اثربخشی بیشتری در بزرگسالان (۱۰) و بچه‌ها (۹) دارد.

کاووراس و همکاران^۱ (۲۰۰۶) تراکم مواد معدنی استخوانی را در هندبالیست‌ها و ورزشکاران رشته واترپولو و افراد غیرورزشکار بررسی کرده و گزارش کردند که تراکم مواد معدنی استخوانی در هندبالیست‌ها در تمامی قسمت‌های اندازه‌گیری شده بیشتر از دو گروه دیگر است. تراکم مواد معدنی غیرورزشکاران نیز بیشتر از ورزشکاران رشته واترپولو است (۱۲). باتوجه به اینکه در شنا و واترپولو ورزشکاران در داخل آب قرار دارند و فشار

1 - Kavouras & et al

زیادی را متحمل نمی‌شوند و نیروی جاذبه زمین نیز بر آنها چندان اثر نمی‌گذارد، به نظر می‌رسد تراکم مواد معدنی در ورزشکاران این رشته‌ها نسبت به دیگر ورزشکاران و حتی غیرورزشکاران کمتر باشد. ویسنته رودریگس و همکاران^۱ (۲۰۰۶) با تحقیق روی دختران هندبالیست، دریافتند که فعالیت ورزشی باید از سنین قبل از بلوغ آغاز شود و تا سن بلوغ ادامه یابد تا حداکثر توده استخوانی ممکن به دست آید. فعالیت بدنی در سال‌های قبل از بلوغ بر استخوان و هایپرتروفی عضلانی مؤثر است. ورزش‌هایی که حرکات کششی بسیاری دارند مثل ژیمناستیک که با تحمل وزن بدن همراه‌اند، فوتبال و هندبال برای افزایش حداکثر توده استخوانی پیشنهاد می‌شود. علاوه بر این افزایش توده بدون چربی بدن عامل پیشگو در تراکم مواد معدنی استخوان در طول دوران رشد قبل از بلوغ در تمام جامعه آماری گزارش شده است. از آنجا که عضلات اسکلتی جزء اصلی توده بدون چربی بدن هستند، شرکت در ورزش هم تأثیر مستقیم استئوژنیک و هم تأثیر غیرمستقیم در افزایش توده عضلانی و به تبع آن افزایش تنش‌های وارد بر استخوان‌های متصل به این عضلات حجیم در سال‌های قبل از بلوغ دارد (۳۰).

هر رشته ورزشی باتوجه به فشاری که بر قسمت‌های مختلف بدن وارد می‌کند، آثار ویژه‌ای بر تراکم مواد معدنی استخوانی نواحی مختلف بدن دارد. سیوریکایا^۲ (۲۰۰۵) مشاهده کرد که در هندبالیست‌ها تراکم مواد معدنی استخوانی در مهره‌های کمر و استخوان ران چپ و ساعد چپ از غیرورزشکاران بیشتر است (۲۹). در پژوهشی دیگر، دانسیته استخوانی در قسمت دیستال زند زیرین، محتوای معدنی استخوان در قسمت دیستال و پروگسیمال بازو در زنان والیبالیست اندازه‌گیری شد و گزارش شد که زنان جوان والیبالیست توده استخوانی بیشتری در سطح دیستال و پروگسیمال استخوان بازو و قسمت دیستال زند زیرین دست برتر در مقایسه با گروه کنترل دارند. در کل می‌توان استنباط کرد که تفاوت‌های مشاهده‌شده در توده‌های استخوان همگن با نوع فشارهای وارد بر اسکلت در حین ورزش والیبالیست ارتباط داشته باشد (۱).

کاتو و همکاران^۳ (۲۰۰۹) تراکم مواد معدنی اندام‌های فوقانی و تحتانی زنان و مردان شرکت‌کننده در رشته‌های بسکتبال، بسکتبال، والیبالیست، فوتبال، گلف و تنیس را اندازه گرفتند و مشاهده کردند که تراکم مواد

1 - Vicente Rodriguez & et al

2 - Sivrikaya

3 - Kato & et al

معدنی دست برتر ورزشکاران در مقایسه با دست غیربرتر بیشتر بوده است (۱۳) که دلیل آن ممکن است استفاده بیشتر از دست برتر در هنگام اجرای حرکات باشد. در تحقیقی دیگر، تراکم مواد معدنی استخوان بالاتنه و پایین‌تنه زنان فوتبالیست حرفه‌ای و افراد غیرورزشکار بررسی شد و مشاهده شد که زنان فوتبالیست در بالاتنه، پایین‌تنه و کل بدن تراکم استخوانی بیشتری نسبت به زنان غیرورزشکار دارند. تأثیر بیشتر فوتسال بر پایین‌تنه احتمالاً به دلیل تحمل وزن بدن با این قسمت است. از سوی دیگر، انجام حرکات خاص در فوتسال مثل استارت‌ها، پرش و فرودها و دوها، نیروهای برشی و فشاری شدیدی را بر استخوان‌های اندام‌های تحتانی وارد می‌کند و بنابراین، تراکم توده استخوانی در پایین‌تنه بیش از بالاتنه افزایش می‌یابد (۱۸). به‌تازگی در تحقیقی تراکم مواد معدنی پای برتر و غیربرتر فوتبالیست‌های مرد با غیرورزشکاران مقایسه شد و نشان داده شد که درگیری بیشتر پای غیربرتر فوتبالیست‌ها در حرکاتی همچون پرش و فرود و عمل به‌عنوان تکیه‌گاه در حین شوت زدن، به افزایش تراکم مواد معدنی در پای غیربرتر می‌انجامد (۲۴).

در تحقیق دیگری با بررسی تراکم مواد معدنی استخوان در ورزشکاران رشته‌های ورزشی راکتی (تنیس و تنیس روی میز) و غیرراکتی (شنا و ژیمناستیک) مشخص شد که تفاوت معناداری در تراکم مواد معدنی دست برتر و غیربرتر این دو گروه به نفع ورزش‌های غیرراکتی و همچنین تفاوت معناداری در تراکم مواد معدنی دست برتر و غیربرتر این بازیکنان وجود دارد. با توجه به نتایج برخی نواحی بدن، این تحقیق، مواد معدنی دست برتر ورزشکاران حدود ۳۰ درصد بیشتر از دست غیربرتر آنها بود در حالی که این تفاوت در دست افراد غیرورزشکار ۵ درصد بود (۲۵). از این رو به‌نظر می‌رسد با افزایش فشار وزن بر برخی نواحی بدن، تراکم مواد معدنی استخوان نیز افزایش می‌یابد (۱۴،۳۳). نتایج این تحقیقات با یافته‌های پژوهشی در تایوان که به تازگی بر روی دختران والیبالیست حرفه‌ای صورت پذیرفته و در آن هیچ تفاوتی بین دست برتر و غیربرتر والیبالیست‌ها مشاهده نشد (۶) مغایرت دارد که دلایل آن شاید تفاوت در جنسیت نمونه‌ها، نژاد، سن یا مسائل دیگری باشد.

باوجود تناقض‌ها درخصوص آثار درازمدت استفاده از طرف برتر بدن در تراکم مواد معدنی استخوان در تحقیقات و اینکه تاکنون تحقیقی در زمینه سنجش تراکم مواد معدنی زنان هندبالیست حرفه‌ای ایران و مقایسه اندام برتر و غیربرتر صورت نگرفته، این تحقیق با هدف بررسی تراکم مواد معدنی در اندام برتر و غیربرتر هندبالیست‌های حرفه‌ای ایران به اجرا درآمد.

روش تحقیق

جامعه آماری: پانزده هندبالبست حرفه‌ای (میانگین \pm انحراف استاندارد، سن $23/6 \pm 3/1$ سال، قد $169/4 \pm 3/6$ سانتی‌متر، وزن $62/9 \pm 5/7$ کیلوگرم) که در یکی از باشگاه‌های حرفه‌ای لیگ برتر حضور داشتند، به‌طور هدفمند انتخاب شدند و در تحقیق حاضر شرکت کردند. هیچ‌کدام از نمونه‌ها سابقه پوکی استخوان خانوادگی یا شکستگی و بیماری‌های مرتبط با پوکی استخوان مانند دیابت، هایپرتیروئید، هایپوپاراتیروئید، بیماری قلبی - تنفسی و همچنین سابقه مصرف الکل و سیگار، داروهای ضدتشنج و کورتن نداشتند. در ضمن همه نمونه‌ها ایمنوره بودند و بیش از ده دوره ماهانه در یک سال گذشته داشتند و هیچ‌یک از آنها از قرص ضدبارداری برای تنظیم دوره‌ای خود استفاده نمی‌کردند. نمونه‌ها دست کم دو سال سابقه ورزشی به‌صورت حرفه‌ای و پنج جلسه تمرین در هفته به‌مدت دو ساعت داشتند. آنها فرم رضایت‌نامه شرکت در تحقیق را تکمیل کردند.

ابزار تحقیق: تراکم مواد معدنی استخوان با استفاده از دستگاه سنجش تراکم مواد معدنی استخوان (DEXA) که روشی استاندارد و دقیق است اندازه‌گیری شد. اسکن، روشی سریع، غیرتهاجمی و بدون درد و در عین حال بسیار دقیق است. شایان ذکر است که متخصصان فیزیکی پزشکی در مرکز تشخیص پوکی استخوان اصفهان، تراکم مواد معدنی نمونه‌ها را اندازه‌گیری کردند. وزن نمونه‌ها با استفاده از ترازوی عقربه‌ای ساخت شرکت Seca آلمان (با دقت ۰/۵ کیلوگرم) و قد آنان نیز با قدسنج ساخت همان شرکت (دقت ۱ میلی‌متر) اندازه‌گیری شد. سوابق ورزشی و پزشکی نیز با استفاده از فرم مخصوص ثبت اطلاعات جمع‌آوری شد.

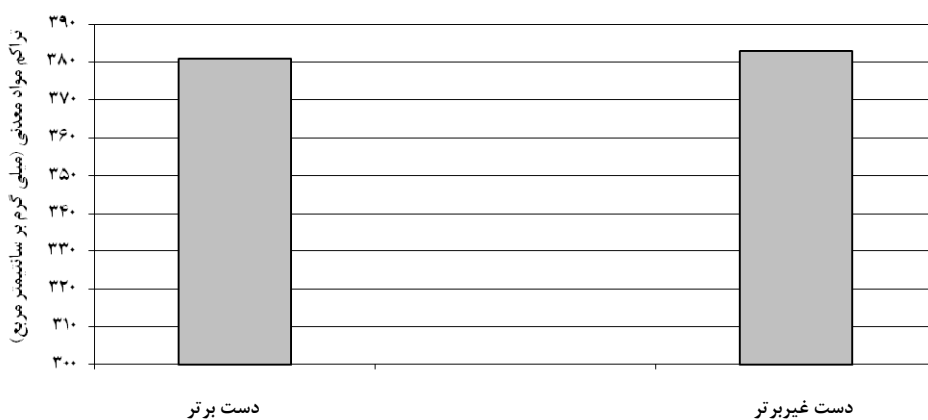
تجزیه و تحلیل آماری یافته‌ها: داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۵، تجزیه و تحلیل شد. برای توصیف داده‌ها از آماره‌های توصیفی استفاده شد و برای تعیین تفاوت آماری از آزمون t وابسته استفاده شد. سطح معناداری آزمون‌ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج و یافته‌های تحقیق

در این تحقیق، شاخص اندازه‌گیری تراکم مواد معدنی استخوانی میلی‌گرم بر سانتی‌متر مربع است.

مقایسه تراکم مواد معدنی استخوان دست برتر و غیربرتر

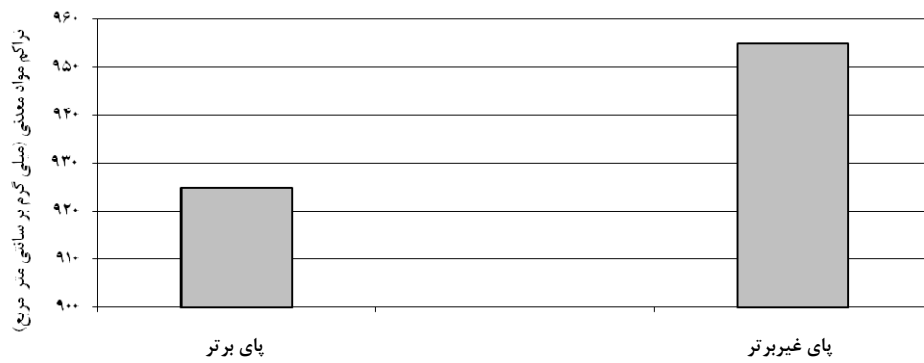
نتایج نشان داد که تفاوت معناداری در تراکم مواد معدنی استخوانی دست برتر (۳۸۱/۷) و غیربرتر (۳۸۴/۳) هندبالیست‌های حرفه‌ای وجود ندارد ($t = ۰/۴$ ، $P > ۰/۰۵$) (شکل ۱).



شکل ۱ - مقایسه تراکم مواد معدنی استخوانی دست برتر و غیربرتر هندبالیست‌ها

مقایسه تراکم مواد معدنی استخوانی پای برتر و غیربرتر

تفاوت معناداری در تراکم مواد معدنی استخوان پای برتر و غیربرتر هندبالیست‌ها مشاهده شد به طوری که تراکم مواد معدنی پای غیربرتر هندبالیست‌ها ۳/۲ درصد بیشتر از پای برتر آنها بود ($t = ۲/۶$ ، $P < ۰/۰۵$) (شکل ۲).

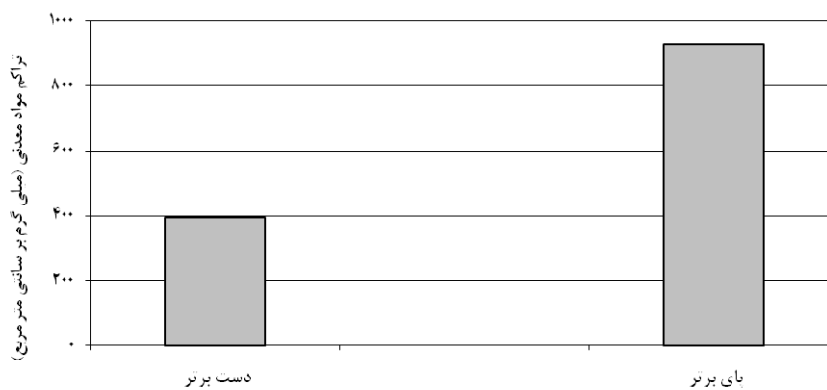


شکل ۲ - مقایسه تراکم مواد معدنی استخوانی پای برتر و غیربرتر هندبالیست‌ها

مقایسه تراکم مواد معدنی استخوانی دست برتر و پای برتر

تراکم مواد معدنی استخوان پای برتر هندبالیست‌ها به‌طور معناداری بیشتر از دست برتر آنها بود ($P < 0.05$).

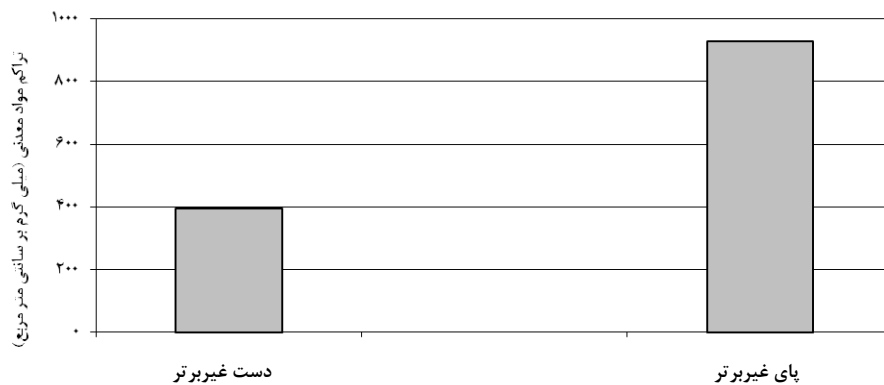
($t = 10$) (شکل ۳).



شکل ۳ - مقایسه تراکم مواد معدنی استخوانی دست برتر و پای برتر هندبالیست‌ها

مقایسه تراکم مواد معدنی استخوانی دست غیربرتر و پای غیربرتر

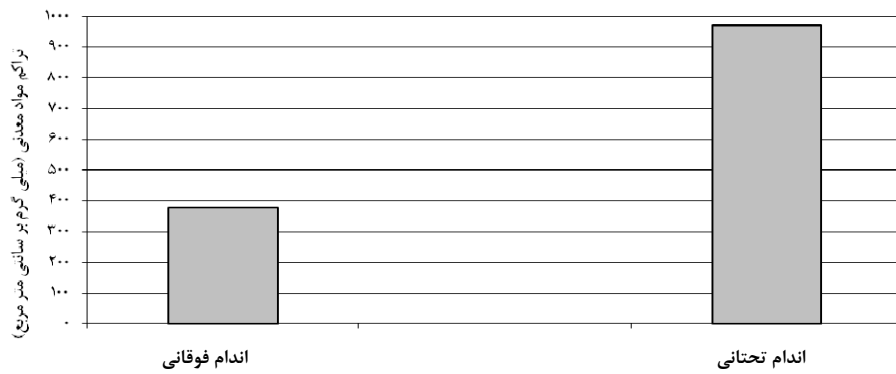
تفاوت معناداری بین تراکم مواد معدنی استخوان پای غیربرتر و دست غیربرتر هندبالیست‌ها مشاهده شد ($t = 11/5, P < 0/05$) به طوری که پای غیربرتر دارای تراکم مواد معدنی بیشتری در مقایسه با دست غیربرتر بود (شکل ۴).



شکل ۴ - مقایسه تراکم مواد معدنی استخوانی دست غیربرتر و پای غیربرتر هندبالیست‌ها

مقایسه تراکم مواد معدنی اندام‌های فوقانی و تحتانی

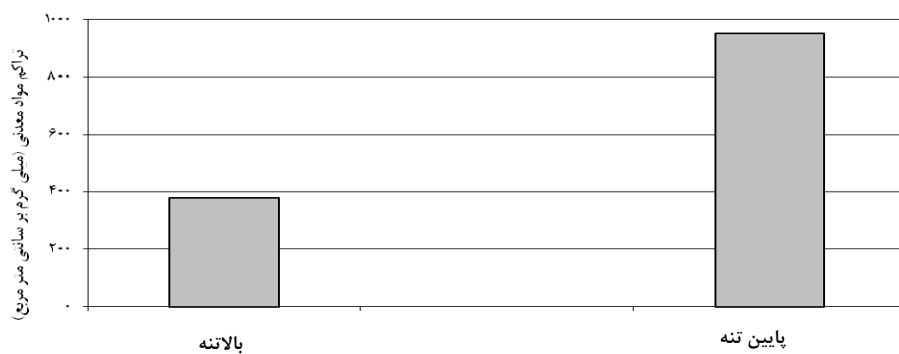
با مقایسه تراکم مواد معدنی اندام‌های فوقانی (میانگین رادیوس دست راست و چپ) و تحتانی (میانگین سر ران و تروکانتر پای راست و چپ) هندبالیست‌ها مشاهده شد که اندام تحتانی دارای تراکم مواد معدنی بیشتری نسبت به اندام فوقانی است ($t = 9/2, P < 0/05$) (شکل ۵).



شکل ۵ - مقایسه تراکم مواد معدنی استخوانی اندام‌های فوقانی و تحتانی هندبالیست‌ها

مقایسه تراکم مواد معدنی استخوانی بالاتنه و پایین تنه

با مقایسه تراکم مواد معدنی بالاتنه (مهره‌های دوم تا چهارم کمری) هندبالیست‌ها و پایین تنه (میانگین سر ران و تروکانتر هر دو پا) آنها مشاهده شد که تراکم مواد معدنی بالاتنه بیشتر از پایین تنه است ($t = 3/2, P < 0/05$) (شکل ۶).



شکل ۶ - مقایسه تراکم مواد معدنی استخوانی بالاتنه و پایین تنه هندبالیست‌ها

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از تحقیق حاضر مقایسه تراکم مواد معدنی استخوانی دست برتر و غیربرتر و پای برتر و غیربرتر زنان هندبالیست حرفه‌ای بود. نتایج تحقیق نشان داد که تراکم مواد معدنی استخوان دست برتر و غیربرتر هندبالیست‌ها تفاوت معناداری ندارد. تراکم مواد معدنی استخوان پای غیربرتر از پای برتر بیشتر بود. تراکم مواد معدنی استخوان پای برتر و غیربرتر به‌طور معناداری بیشتر از دست برتر و غیربرتر بود. در اندام تحتانی هندبالیست‌های تراکم مواد معدنی بیشتر از اندام فوقانی آنها بود. تراکم مواد معدنی استخوان بالاتنه به‌طور معنی‌داری بیشتر از پایین‌تنه، بود.

در مورد نبود تفاوت در تراکم مواد معدنی استخوان بین دست برتر و غیربرتر که در این تحقیق مشاهده شد، نتایج با یافته‌های تحقیق چانگ و همکاران (۲۰۰۸) همخوانی دارد زیرا آنها نیز تفاوتی بین دست برتر و غیربرتر والیبالیست‌های حرفه‌ای تایوان مشاهده نکردند (۶)، اما هادلستون^۱ (۱۹۸۰)، کانوس^۲ (۱۹۹۵)، مارکوس^۳ (۱۹۹۶) و مک کلاناهان^۴ (۲۰۰۳) نتایج متفاوتی را گزارش کردند. به گفته آنها، تراکم مواد معدنی استخوان دست برتر ورزشکاران دست غیربرتر آنها بیشتر است (۱۱،۱۵،۱۷،۱۹). چانگ و همکاران^۵ (۲۰۰۸) دلایل اختلاف نتایجشان در زمینه نبود تفاوت در تراکم مواد معدنی استخوان بین دست برتر و غیربرتر در والیبالیست‌ها با تحقیقات دیگر را تفاوت در جنسیت نمونه‌ها، نژاد، سن یا مسائل دیگر بیان کردند (۶). در تحقیق حاضر نیز علاوه بر موارد ذکرشده چانگ و همکاران، می‌توان به مواردی همچون درگیری دست غیربرتر هندبالیست‌ها در هنگام وضعیت‌های دفاعی و هل دادن حریف و اعمال نیرو به حریف برای جلوگیری از حمله اشاره کرد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که علاوه بر دریافت توپ با دو دست یا پاس دادن با دست غیربرتر، در واقع نیروی وزن نیز بر دست غیربرتر وارد می‌شود و عضله این دست پیوسته در حالت انقباض است. همین امر موجب تحریک استخوان متصل به عضله می‌شود و تراکم مواد معدنی آن مانند دست برتر افزایش می‌یابد. همچنین باید اذعان کرد که ورزشکاران حرفه‌ای برای رسیدن به بالاترین سطح اجرا و به حداقل رساندن آسیب‌های مرتبط با فشار

1 - Huddleston

2 - Kannus

3 - Marcus

4 - Mc Clanahan

5 - Chage & et al

تمرین، از برنامه‌های خاص تمرینی استفاده می‌کنند که می‌تواند فشار تمرین را بسته به نوع آن، روی دو طرف بدن یا فقط یک سمت آن اعمال کند که منجر به تفاوت یا عدم تفاوت تراکم مواد معدنی استخوان در بالاتنه یا پایین‌تنه یا دست برتر و غیربرتر می‌شود (۱۹). از این رو توصیه می‌شود که برنامه‌های تمرینی طوری باید طراحی شود که موجب برتری بیش از حد یک‌طرف از بدن نشود و به تقویت عضلات و افزایش نیروی هر دو طرف بدن بینجامد.

در این تحقیق تفاوت معناداری در تراکم مواد معدنی پای غیربرتر و برتر زنان هندبالیست مشاهده شد (تراکم مواد معدنی استخوانی پای غیربرتر حدود ۳/۵ درصد بیشتر از پای برتر بود). این یافته‌ها، نتایج پژوهش‌های پیشین از جمله رهنما و همکاران (۲۶،۲۷)، نظری و همکاران (۲۱) ویسنته رودریگس و همکاران (۳۰) را تأیید می‌کند. رهنما و همکاران قدرت بیشتری در پای غیربرتر فوتبالیست‌های حرفه‌ای انگلستان در مقایسه پای برتر مشاهده کردند. رهنما و همکاران در تحقیقی بر روی فوتبالیست‌های زن و همچنین نظریان و همکاران در تحقیقی بر روی فوتبالیست‌های مرد تراکم مواد معدنی بیشتری در پای غیربرتر در مقایسه پای برتر مشاهده کردند. ویسنته رودریگس و همکاران نیز در تحقیقی دریافتند که تراکم مواد معدنی استخوان پای غیربرتر هندبالیست‌ها بیشتر از پای برتر آنهاست. باتوجه به تحقیق انجام گرفته می‌توان دلیل این برتری را درگیری بیشتر پای غیربرتر در حرکاتی از قبیل تیک آف و استارت، توقف، پرش و فرود نسبت به پای برتر ذکر کرد. همچنین تحمل وزن بیشتر بدن در چنین حرکاتی به افزایش تراکم مواد معدنی استخوانی در پای غیربرتر در مقایسه با پای برتر منجر می‌شود. باتوجه به این نتایج، به نظر می‌رسد که ورزش هندبال تأثیر بالقوه‌ای بر تراکم مواد معدنی استخوانی هر دو پا به‌ویژه پای غیربرتر دارد. افزون بر این شایان ذکر است که هر نوع فعالیت ورزشی بسته به نوع مهارت‌های آن، تکنیک‌های بازی و عضلات و اندام‌هایی که طی فعالیت درگیر می‌شوند، فقط اندام‌ها و استخوان‌هایی را که در طول فعالیت ورزشی زیر فشار تمرین قرار دارند، تحت تأثیر قرار داده و بسته به اینکه چه مقدار فشار به این نواحی وارد شود، تراکم توده استخوانی را افزایش می‌دهند. در این میان شدت و بزرگی فشار وارد شده نیز اهمیت دارد. دلیل این مسئله این است که فشار ناشی از ورزش روی یک استخوان، هر دو سطح داخلی و خارجی استخوان را تحت تأثیر قرار داده و تشکیل و دوباره‌سازی این دو سطح را افزایش

می‌دهد. افزایش تشکیل سطح خارجی استخوان سبب می‌شود که اندازه استخوان بزرگ‌تر شود و افزایش تشکیل و دوباره‌سازی سطح داخلی به افزایش ضخامت استخوان می‌انجامد (۷).

از تحقیق حاضر می‌توان نتیجه گرفت که تفاوت معناداری بین تراکم مواد معدنی دست برتر و غیربرتر هندبالیست‌های حرفه‌ای وجود ندارد و نیز تفاوت معناداری میان تراکم مواد معدنی پای برتر و غیربرتر هندبالیست‌ها به چشم نمی‌خورد. باتوجه به این نتایج به‌نظر می‌رسد فشار جاذبه و نیروی وزن در افزایش تراکم مواد معدنی استخوان مؤثرتر از نیروی کشش عضلات است.

منابع و مأخذ

1. Alfredson H, Nordstrom P, Lorentzon R. (2004). "Total and regional bone mass in female soccer players". *Calcif tissue Int.* 59(6): PP:122-131.
2. Cummings SR, Kelsey JL, Nevitt MC, O'Dowd KJ. (1985). "Epidemiology of osteoporosis and osteoporotic fractures". *Epidemiol Rev.* 7: PP:178-208.
3. Cumming D. (1996). "Exercise – associated amenorrhoea, low bone density and oestradiol replacement therapy". *Arch Intern Med.* 156:PP: 2193-5.
4. Chilibeck PD, Sale DG, Webber CE. (1995). "Exercise and bone mineral density". *Sports Med.* 19: PP:103-122.
5. Creighton DL., Morgan L, Boardley D, Gunnar Brolinson P. (2001). "Weight – bearing exercise and markers of bone turnover in female athletes". *J Appl Physiol.* 90: PP:595-570.
6. Change CK, Lin HL, Tseng HF. (2008). "The side – to – side differences in bone mineral status and cross – sectional area in radius and ulna in teenage Taiwanese female volleyball players". *Biol Sport.* 25(1): PP:69-76.

7. Cantlter ED. (2002). "Side – to – side comparisons of bone mineral density in upper and lower limbs of collegiate athletes". *J strength cond Res.* 16(4): PP:586-590.

8. Fast facts. (2009). "National osteoporosis foundation". Available at: <http://www.nof.org/osteoprosis>. accessed July 12.

9. Grimston SK, Willows ND, Hanley DA. (1993). "Mechanical loading regime and its relationship to bone mineral density in children". *Med Sci Sports exerc.* 25(11): PP:1203-10.

10. Heinonen A, Oja P, Kannus P, Sievanen H, Haapasalo H, Manttari A, Vuori I. (1995). "Bone mineral density in female athletes representing sports with different loading characteristics of the skeleton". *Bone*, 17; PP:197-203.

11. Huddleston AL, Rockwell D, Kulund DN, Harrison RB. (1980). "Bone mass in lifetime tennis athletes". *JAMA.* 244(10): PP:1107-9.

12. Kavouras AS, Magkas F, Yannakoulia M, Perraki M, Karipidou M, Sidossiss LS. (2006). "Water polo is associated with and apparent redistribution of bone mass and density from the lower to the upper limbs". *Eruo J Appl Physiol.* 97(3): PP: 316-321.

13. Kato Y, Ishikawa – Takato K, Yasaku K, Okawa Y, Kawakami O, Ohta T. (2009). "Walking duration and habitual exercise related to bone mineral density using computer – assisted x – ray densitometry in Japaness women". Available at : <http://www.blackwellsynereg.com/doi/abs/access3>. August.

14. Karrlsson MK, Magnusson H, Karlsson C, Seeman E. (2001). "The duration of exercise as a regulator of bone mass". *Bone.* 28(1): PP:128-132.

15. Kannus PH, Seivanen H, Haapasalo H, Pasanen M, Heinon A, Oja P, Vouri I. (1995). "Effect of starting age of physical activity on bone mass in the dominant arm of tennis and squash players". *Ann Inter Med.* 123: PP:27-31.

16. Layne JE, Nelson ME. (1993). "The effects of progressive resistance training on bone density: a review". *Med Sci Sports Exerc.* 31(1): PP:25-30.

17. Marcus R. (1996). "Mechanisms of exercise effects on bone". In: *Principles of Bone biology*, edited by Bilezikian JP, Raisz LG and Rodan GA. San Diego, CA: Academic . PP: 1135-1146.

18. Mousavi, F. Khayam K, Salamat M. Rahnama N. (2009). "The comparison of bone mineral density in upper and lower body between professional female football players and non athletes". *Journal of Isfahan Medical School.* . 27(29): PP:1-8. (Persian)

19. McClanahan BS, Harmon – Clayton K, Ward KD, Klesges RC, Vukadionvik CM, Cantler ED. (2003). "Side – to – side comparisons of bone mineral density in upper and lower limbs of collegiate athletes. *J Strength Cond Res.* 16(4):PP: 586-590.

20. Nordstrom P, Pettersson U, Lorentzon R. (1998). "Type of physical activity, muscle strength, and pubertal stage as determinants of bone mineral density and bone area in adolescent boys". *J Bone Miner Res.* 13: PP:1141-11.

21. Nazarian AB, Khayambashi, K. Rahnama, N. Salamat MR. (2009). "Comparison of bone mineral density in dominant and non – dominant leg between professional soccer players and non – athlete students. *Olympic*". 2(42): PP:109-116.

22. Okano H, Mizunuma H, Soda MY, Matsui, Aoki I, Honjo S, Ibuki T. (1995). "Effect of exercise and amenorrhoea on bone mineral density in teenage runners". *J Endocrinal.* 42: PP:271-6.

23. Ross PD. (1998). "Osteoporosis: epidemiology and risk assessment". *J Nutr Health aging.* 2: PP:178-183.

24. Rahnama, N. Bambaiechi, E. Nazarian, A. Daneshjoo, H. (2007). "Incidence and causes of acute injuries in student athletes". *J Olympic.* 2(38): PP:39-48. (Persian)

25. Rahimian – Mashadi, M. (2004). "Comparison of dominant and non – dominant hand of female athletes from national teams". *J Olympic*. 1(25): PP:107-116. (Persian)

26. Rahnama, N. Lees A, and Bambaiechi. E. (2005). "Comparison of muscle strength and flexibility between the preferred and non – preferred leg in English soccer players. *Ergonomics*". 48(11-14): PP:1568-75.

27. Rahnama, N. Mousavi, F. Khaymabashi, K. Salamat MR. (2009). "Comparison of bone mineral density in dominant and non – dominant leg between professional female futsal players and non – athletes". *Research on sport sciences*. 21: PP:145-157.

28. Snow – Harter CM. (1994). "Bone health and prevention of osteoporosis in active and athletic women". *Clin sports Med*. 13(2): PP:389-404.

29. Sivrikaya AH. (2005). "The effect of sport on bone mineral density in university students". *IJHS* . 2(2): PP: 156-160.

30. Vicente – Rodriguez G. (2006). "Enhanced bone mass and physical fitness in young female handball players". *Bone* 2006. 35(5): PP:1208-1215.

31. Wolff I, Van Croonenborg, JJ, Kemper HC, Kostense PJ, Twisk JW. (1999). "The effect of exercise training programs on bone mass: a meta – analysis of published controlled trials in pre – and postmenopausal women". *Osteoporos Int* 9(1): PP: 1-12.

32. Zanker CL. (1999). "Bone metabolism in exercise – associated amenorrhoea: the importance of nutrition". *Br J Sports Med*. . 33:P: 228.

33. Zanker CL, Cooke CB, Truscott JG, Oldroyd B, Jacobs HS. (2003). "Annual changes of bone density over 12 years in an amenorrhoeic athlete". *Med Sci Sport Exer*. 36(1): PP:137-142.