



تأثیر ۸ هفته تمرینات مقاومتی-پلائیومتریک بر میزان تغییرات تراکم و محتوای مواد معدنی استخوان در بازیکنان فوتبال

نوید کلانی^{۱*}، نادر رهنما^۲، محمد فرامرزی^۳، ساره رازی^۴، علیرضا بهجتی^۵

۱. دانشجوی دکتری گروه حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲. استاد گروه حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
۳. دانشیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
۴. کارشناس ارشد حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی
۵. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی

چکیده

مقدمه:

هدف مطالعه ارزیابی تأثیر ۸ هفته تمرینات مقاومتی-پلائیومتریک بر میزان تغییرات تراکم و محتوای مواد معدنی استخوان بازیکنان فوتبال بود.

روش شناسی:

مطالعه حاضر به روش نیمه تجربی با طرح پیش آزمون، پس آزمون بود که تعداد ۲۰ بازیکن نخبه فوتبال (سن: 22.5 ± 2.0 سال، قد: 178.05 ± 5.68 سانتی متر، وزن: 75.9 ± 7.4 کیلوگرم) که هیچ گونه آسیب دیدگی و شکستگی استخوان در سال اخیر نداشتند و دارای حداقل ۶ سال سابقه ورزشی در رشته فوتبال بودند به عنوان نمونه های تحقیق در نظر گرفته شدند. بازیکنان به طور تصادفی به دو گروه تجربی و کنترل تقسیم شدند. هر دو گروه تمرینات تخصصی ویژه فوتبال را داشتند، گروه تجربی علاوه بر آن هفته ای سه جلسه به مدت هشت هفته تمرینات مقاومتی-پلائیومتریک با میانگین شدت ۶۵ درصد بیشینه را انجام دادند. پس از جمع آوری اطلاعات، داده ها از طریق نرم افزار SPSS و با آزمون تی مستقل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. میزان دانسیته استخوانی و محتوای مواد معدنی استخوان بازیکنان در ناحیه کمر و ران، قبل و بعد از هشت هفته با دستگاه تراکم بسنج استخوانی (DEXA) مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته ها:

نتایج نشان داد که دانسیته استخوانی ناحیه کمر و ران ($P = 0.001$) همچنین محتوای مواد معدنی استخوان در ناحیه کمر و ران ($P < 0.015$) گروه تجربی به طور معناداری افزایش پیدا کرد، اما در گروه کنترل تفاوتی مشاهده نشد.

نتیجه گیری:

از یافته های این پژوهش می توان نتیجه گیری کرد که تمرینات مقاومتی-پلائیومتریک باعث افزایش تراکم و محتوای مواد معدنی استخوان در دو ناحیه کمر و ران در بازیکنان فوتبال می شود، لذا استفاده از این گونه تمرینات برای جلوگیری از آسیب ها و شکستگی استخوانی مفید می باشد.

کلمات کلیدی:

تراکم استخوانی، تمرینات مقاومتی، پلائیومتریک، فوتبال، محتوای مواد معدنی استخوان



مقدمه

امروزه مشکل مربوط به پوکی استخوان و آسیب‌های استخوانی مشکل اصلی سلامت عمومی است. کم تحرکی یکی از عوامل مهم کاهش تراکم مواد معدنی استخوان است، به طوری که افراد غیر ورزشکار نسبت به ورزشکاران تراکم استخوانی پایین تری دارند (۲۳). عدم وارد شدن فشار و نیرو بر استخوان در اثر بی تحرکی نقش مهم در بروز پوکی استخوان و کاهش مواد معدنی استخوان پس از بروز آسیب دارد. از طرفی تحقیقات بسیاری هم نشان می‌دهد که افزایش تراکم مواد معدنی استخوان مختص نواحی است که فشار وزن بر آنها وارد می‌شود و همچنین فعالیت‌های فیزیکی که در آنها وزن تحمل می‌شود مثل پریدن باعث افزایش جرم مواد معدنی استخوان می‌شود (۹،۲۳). هر تمرین و فعالیتی که قدرت عضلات، توده و توان عضلانی را افزایش دهد می‌تواند محرک‌های استخوان ساز را فعال کند. فعالیت ورزشی فشار را از طریق کشیدن عضلات و نیروهای گرانشی حاصل از فعالیت‌های همراه با تحمل وزن بدن روی اسکلت اعمال می‌کند (۲). تحقیقات نشان می‌دهد که هرچه فعالیت بدنی انجام شده شدیدتر باشد به دلیل تحریک بیشتر سلول‌های استخوان ساز تراکم مواد معدنی استخوان بیشتر افزایش می‌یابد (۶). بررسی‌ها نشان می‌دهد که برنامه‌های ورزشی ویژه با شدت بالا و تمرینات مقاومتی پایدار که بیش از یک سال طول می‌کشند به حفظ و حتی بهبودی تراکم مواد معدنی استخوان در ستون فقرات و مفصل ران در اوایل پس از یائسگی زنان کمک می‌کند (۲۲ و ۲۳).

روش‌های تمرین برای تحریک استخوان در بزرگسالان واضح نیست اگرچه شواهد علمی به ورزش‌های ترکیبی پریدن و تمرینات با وزنه امتیاز بیشتری می‌دهد. از آنجایی که ورزش باعث افزایش تراکم مواد معدنی استخوان و همچنین حجم عضله و قدرت عضله و نیز تعادل دینامیک می‌شود می‌تواند خطر افتادن و شکستگی را نیز کاهش دهند. نشان داده شده است که تمرینات مقاومتی با شدت ۷۰٪ یک تکرار بیشینه تا ۸۰٪ یا ۹۰٪ یک تکرار بیشینه موجب افزایش تراکم مواد معدنی استخوان می‌گردد (۱۳). تمرینات مقاومتی آمادگی عضلات را افزایش داده و تعادل را بهتر می‌کند و از افتادن جلوگیری و حمایت می‌کند. برای بهتر شدن تراکم مواد معدنی استخوان ضروری است که فشار بر روی استخوان از حالت نرمال، باید افزایش پیدا کند و این افزایش باید ادامه دار باشد. تمرینات مقاومتی با منفعت زیاد برای افزایش پتانسیل تحریک در تراکم مواد معدنی استخوان و قدرت عضلات پیشنهاد شده است (۱۳). در خصوص میزان و نحوه افزایش تراکم استخوانی تحقیقات زیادی صورت گرفته است. آزونکا و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعه‌ای تراکم مواد معدنی بخش‌های مختلف بدن بازیکنان فوتبال و گروه غیر ورزشکار را بررسی کردند و گزارش کردند که تراکم مواد معدنی در بازیکنان فوتبال به طور معناداری بیشتر از گروه غیر ورزشکار بود (۱۸). مگکوس و همکاران (۲۰۰۷)، گزارش

کردند که شناگران، در مقایسه با دیگر گروه‌های ورزشکار و گروه کنترل، به طور کلی، تراکم توده استخوانی کمتری دارند. چگالی استخوان گروه سرعتی، تفاوت قابل ملاحظه‌ای با گروه کنترل نداشت، اما به طور معناداری از چگالی استخوان گروه استقامتی بالاتر بود (۱۴). وینسنت رودریگویز و همکاران (۲۰۰۳) درباره بازیکنان فوتبال گزارش کردند که در کودکان پیش از سن بلوغ، فوتبال به افزایش تراکم مواد معدنی استخوان در بخش‌های استخوان ران منجر می‌شود (۱۹). واتسون و همکاران (۲۰۱۸) تاثیر تمرینات مقاومتی با شدت بالا را بر محتوای مواد معدنی استخوان و عملکرد زنان یائسه را بررسی کردند و نشان دادند که بعد دوره محتوای مواد معدنی استخوان در ناحیه کمر و ران افزایش پیدا کرده است (۲۰). احمدی و همکاران (۱۳۹۸) اثر تمرینات بادی پمپ را بر تراکم استخوانی زنان یائسه بررسی نمودند و نشان دادند که این تمرینات باعث افزایش معناداری در تراکم استخوانی ناحیه مهره‌های کمری شد (۱).

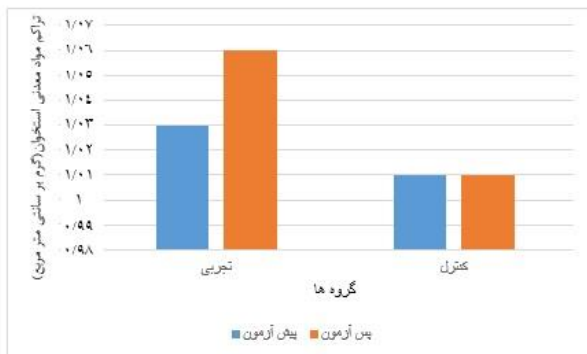
یکی از مهم ترین شاخص‌های پایداری استخوان، محتوای مواد معدنی استخوان است؛ یعنی حجم و توده مواد معدنی داخل استخوان (۱۷). محتوای مواد معدنی استخوان به تراکم مواد معدنی آن، همچنین اندازه استخوان بستگی دارد. میزان تراکم مواد معدنی استخوان، علت ۶۰ درصد اختلاف در قدرت استخوان است (۱۰). یکی از عوامل موثر بر توده استخوانی بدن نیروهای مکانیکی حاصل از تمرینات پر شدت ورزشی است. یک دوره تمرینات پر شدت روی دختران و پسران نابالغ، در پایان یکسال باعث افزایش ۱۸ درصدی محتوای مواد معدنی مهره‌های کمری در گروه فعال شد (۷). همچنین، یک دوره تمرین پر شدت که سه بار در هفته انجام می‌شد، محتوای مواد معدنی استخوان ران در دختران جوان را افزایش داد (۱۶). برخی مطالعات نشان داده اند محتوای مواد معدنی استخوان ممکن است در دوره‌های تمرین و مسابقات افزایش و هنگام بی تمرینی کاهش یابد. بررسی روی ژیمناست کاران نشان داد در فصل مسابقات، محتوای مواد معدنی استخوان ۲ تا ۴ درصد افزایش و هنگام بی تمرینی حدوداً ۱ درصد کاهش یافت (۱۰). لیندن و همکاران (۲۰۰۷) با بررسی برنامه ورزشی یکساله پسران بالغ متوجه شدند که تمرینات، محتوای مواد معدنی استخوان را در مهره‌های کمر و گردن ران حدود ۴ درصد و اندازه استخوان را در این دو موضع، تقریباً ۳ درصد افزایش داده است (۱۲ و ۱۳). فوتبال رشته ورزشی پر شدت و همراه با تحمل وزن است که آثار مثبتی بر استخوان‌ها در نواحی متحمل فشار دارد. تحقیقات نشان داده اند که استخوان بازیکنان فوتبال توده مواد معدنی بیشتری را نسبت به استخوان‌هایی که وزنی را تحمل نکرده اند دارا هستند (۵) و (۲۲). در پژوهشی روی بازیکنان حرفه ای فوتبال، محتوای مواد معدنی کل بدن بازیکنان فوتبال 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 (۲۲). در بررسی‌های انجام

نواحی مهره‌های کمری (L1، L2، L3 و L4)، گردن، تروکانتر و انترتروکانتر استخوان ران ارزیابی شدند. بعد از جمع آوری اطلاعات، برای بررسی طبیعی بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک استفاده شد سطح معناداری در این آزمون بیشتر از ۰/۰۵ می باشد که می توان داده‌ها را با اطمینان بالایی نرمال فرض کرد. داده‌ها در نرم افزار SPSS ورژن ۲۲ با آزمون تی مستقل تجزیه تحلیل شدند. سطح معناداری آزمون‌ها ($P < 0/05$) در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

تراکم مواد معدنی استخوان در ناحیه کمر

نتایج دموگرافیک آزمودنی‌ها سن: $20/35 \pm 2/25$ سال، قد: $178/05 \pm 5/68$ سانتی متر، وزن: $68/4 \pm 7/59$ کیلوگرم بدست آمد. تفاوت معناداری در تراکم مواد معدنی استخوان ناحیه کمر در گروه تجربی بین قبل ($1/03 \pm 0/31$) و بعد ($1/06 \pm 0/28$) از هشت هفته تمرین مشاهده شد، به طوریکه میزان تراکم مواد معدنی استخوان بعد از مداخله افزایش پیدا نمود ($t = -4/85$ و $P = 0/001$)، اما در گروه کنترل تفاوتی بین قبل ($1/01 \pm 0/53$) و بعد ($1/01 \pm 0/52$) از هشت هفته مشاهده نشد ($t = 1/23$ و $P = 0/250$)، شکل (۱).



شکل ۱. میانگین تراکم مواد معدنی استخوان ناحیه کمر در گروه تجربی و کنترل

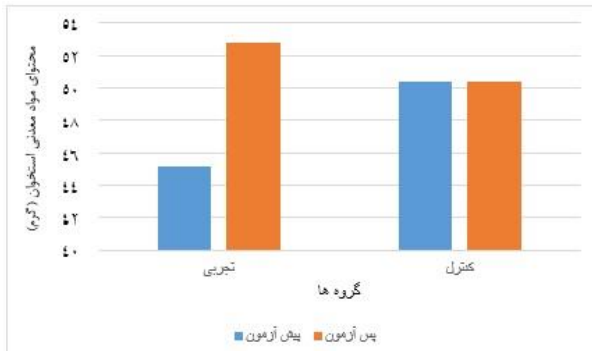
تراکم مواد معدنی استخوان در ناحیه ران

تفاوت معناداری در تراکم مواد معدنی استخوان ناحیه ران در گروه تجربی بین قبل ($1/20 \pm 0/40$) و بعد ($1/24 \pm 0/46$) از هشت هفته تمرین مشاهده شد، به طوریکه میزان تراکم مواد معدنی استخوان بعد از مداخله افزایش پیدا نمود ($t = -4/55$ و $P = 0/001$)، اما در گروه کنترل تفاوتی بین قبل ($1/18 \pm 0/46$) و بعد ($1/18 \pm 0/46$) از هشت هفته مشاهده نشد ($t = 1/58$ و $P = 0/125$)، شکل (۲).

شده برخی تحقیقات نشان دهنده این هستند که تمرینات ورزشی باعث افزایش تراکم و محتوای مواد معدنی استخوان هستند. با این وجود اطلاعات در زمینه این که چه نوع تمرین می‌تواند تراکم و محتوای مواد معدنی استخوان را افزایش دهد کافی نیست، لذا با توجه به این که ورزش قهرمانی با آسیب دیدگی، بخصوص شکستگی‌های استخوانی همراه است به طوری که عمر قهرمانی را همین آسیب دیدگی‌ها مشخص می‌کنند برای مدت زمان زیادی از ورزش به دور باشد و باعث افت عملکرد ورزشکار شود بنابراین از مهمترین عوامل پیشگیری کننده استفاده از تمریناتی است که بتواند عملکرد جسمانی ورزشکار را بالا ببرد و باعث بهبود عوامل جسمانی ورزشکار شود تا ریسک آسیب کاهش پیدا کند که یکی از این عوامل جسمانی تراکم استخوانی ورزشکار می‌باشد که در صورت بالا بودن تراکم استخوانی، ورزشکار دچار آسیب نمی‌شود همچنین نوع تمرینی که ورزشکار انجام می‌دهد می‌تواند اثرات مختلفی را داشته باشد لذا هدف این پژوهش ارزیابی تأثیر تمرینات ترکیبی مقاومتی و پلائیومتریک بر تراکم و محتوای مواد معدنی استخوان بازیکنان فوتبال بود.

روش تحقیق

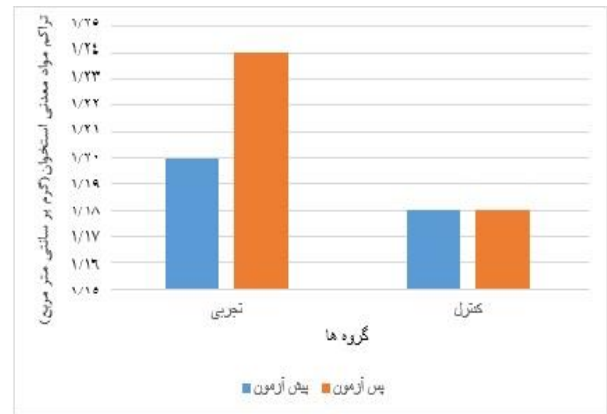
این تحقیق از نوع نیمه تجربی بود که تعداد ۲۰ ورزشکار نخبه رشته ورزشی فوتبال به عنوان نمونه‌های در دسترس انتخاب و در این تحقیق مشارکت نمودند (سن: $20/35 \pm 2/25$ سال، قد: $178/05 \pm 5/68$ سانتی متر، وزن: $68/4 \pm 7/59$ کیلوگرم). همه این بازیکنان بنا بر اظهار شخصی و تایید مربی حداقل ۶ سال سابقه حضور در تیم‌های لیگ استان چهارمحال و بختیاری را داشته‌اند. بازیکنان به صورت تصادفی در دو گروه ۱۰ نفری تجربی و کنترل قرار گرفتند. پس از هماهنگی با سرپرست، مربی و بازیکنان و صحبت‌های اولیه از بازیکنان خواسته شد تا فرم رضایت نامه شرکت در پژوهش را تکمیل نمایند. در کلینیک خصوصی تراکم سنجی (دکتر کوهی فایق)، تراکم و محتوای مواد معدنی استخوان بازیکنان با روش dual energy X-ray absorptiometry (DEXA) مورد ارزیابی ساخت. اسکن روشی سریع، غیر تهاجمی و بدون درد است و مقدار تشعشع آن یک سی ام عکسبرداری با اشعه ایکس است. در این روش، مبنای تراکم سنجی استفاده از منبعی با دو سطح انرژی بالا و پایین است که جذب متفاوتی در بافت‌های نرم و استخوان دارند. در این دستگاه منبع انرژی اشعه ایکس است که منجر به افزایش دقت دستگاه تا ۹۹ درصد می‌شود (۱۵). در این پژوهش تراکم و محتوای مواد معدنی استخوان



شکل ۴. میانگین محتوای مواد معدنی استخوان در ناحیه ران در گروه تجربی و کنترل

بحث و نتیجه گیری

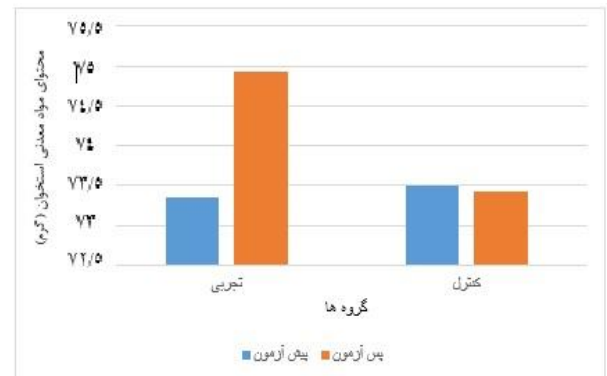
با توجه به این که بیماری پوکی استخوان در سنین بالا می‌تواند به صورت خاموش گریبان گیر افراد شود و مشکلات زیادی را برای آنها به وجود آورد لذا پیشگیری از این بیماری بخصوص در بین ورزشکاران می‌تواند اهمیت بسزای داشته باشد و این پیشگیری می‌تواند در سنین پایین تر و با انواع تمرینات اتفاق بیفتد، لذا بر این اساس، هدف از این پژوهش بررسی تاثیر ۸ هفته تمرینات مقاومتی-پلايومتریک بر میزان تغییرات تراکم و محتوای مواد معدنی استخوان در بازیکنان فوتبال بود. با توجه به این که محدودیت تحقیق عدم کنترل تغذیه آزمودنی‌های بود نتایج نشان داد که تراکم و محتوای مواد معدنی استخوان بازیکنان فوتبال در گروه تجربی که تمرینات مقاومتی-پلايومتریک را انجام می‌دادند به طور معناداری افزایش پیدا کرد. که این نتیجه با مطالعات وینسنت رودریگویز و همکاران (۲۰۰۳)، آزونکا و همکاران (۲۰۰۵)، مگکوس و همکاران (۲۰۰۷)، واتسون و همکاران (۲۰۱۸) و احمدی و همکاران (۱۳۹۸) همخوانی دارد. همچنین لتونن و همکاران (۲۰۰۰) نشان دادند که حرکات پرشی تاثیر بر روی تراکم استخوانی ناحیه کمری ندارد که این تحقیق با نتایج پژوهش ما همخوانی ندارد و به احتمال زیاد علت این تناقض در نوع تمرین، شدت، و مدت تمرینی که به افراد داده شده است باشد که در تحقیق لتونن تمرین فعالیت بدنی هوازی و مقاومتی بوده و با شدت متوسط به پایین انجام شده ولی در تحقیق ما تمرینات مقاومتی و پلايومتریک و با شدت متوسط به بالا انجام شد (۱۱). طبق مطالعات انجام شده، ورزش محتوای مواد معدنی استخوان را افزایش می‌دهد که این افزایش بر اثر دو عامل ایجاد می‌شود: اندازه بزرگ تر استخوان و تراکم بیشتر مواد معدنی آن (۱۵). فوتبال رشته ورزشی پر شدتی 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 بالا تنه هم تحت تاثیر نیروهای حاصل از وزن بدن قرار می‌گیرند. این امر موجب بالا رفتن تراکم مواد معدنی استخوان در هر دو ناحیه می‌شود. به دلیل وجود رابطه مستقیم بین تراکم مواد معدنی استخوان با محتوای مواد معدنی استخوان، بالا بودن محتوای



شکل ۲. میانگین تراکم مواد استخوان ناحیه ران در گروه تجربی و کنترل

محتوای مواد معدنی استخوان در ناحیه کمر

تفاوت معناداری در محتوای مواد معدنی استخوان ناحیه کمر در گروه تجربی بین قبل ($0.73/31 \pm 0.03/18$) و بعد ($0.74/93 \pm 0.03/18$) از هشت هفته تمرین مشاهده شد، به طوریکه میزان محتوای مواد معدنی استخوان بعد از مداخله افزایش پیدا نمود ($t = -6/96$ و $p = 0/15$)، اما در گروه کنترل تفاوتی بین قبل ($0.73/50 \pm 0.05/26$) و بعد ($0.75/24 \pm 0.05/24$) از هشت هفته مشاهده نشد ($t = 2/05$ و $P = 0/105$) شکل (۳).



شکل ۳. میانگین محتوای مواد معدنی استخوان ناحیه کمر در گروه تجربی و کنترل

محتوای مواد معدنی استخوان در ناحیه ران

تفاوت معناداری در محتوای مواد معدنی استخوان ناحیه ران در گروه تجربی بین قبل ($0.45/18 \pm 0.01/31$) و بعد ($0.52/84 \pm 0.03/68$) از هشت هفته تمرین مشاهده شد، به طوریکه میزان محتوای مواد معدنی استخوان بعد از مداخله افزایش پیدا نمود ($t = -4/41$ و $P < 0/15$)، اما در گروه کنترل تفاوتی بین قبل ($0.50/41 \pm 0.03/31$) و بعد ($0.53/30 \pm 0.03/30$) از هشت هفته مشاهده نشد ($t = 1/64$ و $P = 0/35$) شکل (۴).

مواد معدنی استخوان به دلیل تراکم بالای مواد معدنی استخوان در دو ناحیه در بین بازیکنان فوتبال می‌باشد. 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 به طور 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 (۸). استخوان به فشارهای مکانیکی وارد بر آن به صورت هدفمند پاسخ می‌دهد که به افزایش قدرت و استحکام آن می‌انجامد. تغییرات سازگاران در استخوان به صورت افزایش در ضخامت لایه قشری استخوان‌های بلند و استحکام ساختار رشته‌های همبند نگهدارنده مواد اسفنجی مشاهده می‌شود. حتی ممکن است تمامی استخوان بر اثر فشارهای وارد شده و عمل نیروهای عضلانی دستخوش تغییر شوند (۴). تحقیقات نشان داده اند که تمرینات ورزشی باعث افزایش تراکم و محتوای مواد معدنی استخوان می‌شود بخصوص تمریناتی که در آنها تحمل وزن بیشتر باشد. بنابراین طبق یافته‌های این پژوهش تمرینات ترکیبی مقاومتی و پلايومتریك به علت دارا بودن ضربات برخوردی و تحمل وزن در بین بازیکنان فوتبال باعث افزایش تراکم و محتوای مواد معدنی استخوان می‌شود که با بالا رفتن میزان تراکم

مواد معدنی استخوان، استخوان در مقابل آسیب‌های ناگهانی و برخوردهای شدید در حین تمرین و مسابقات مقاوم می‌شود و به این صورت درصد آسیب در بین بازیکنان کاهش پیدا می‌کند.

نتیجه‌گیری

در نتیجه‌گیری کلی، یافته‌های این پژوهش بیانگر آن است که تمرینات مقاومتی- پلايومتریك آثار افزایشی بر روی تراکم مواد و محتوای معدنی استخوان بازیکنان فوتبال دارد، و در نتیجه کاهش آسیب استخوانی می‌شود لذا استفاده از این تمرینات برای ورزشکاران قبل از فصل مسابقات برای جلوگیری از آسیب‌ها در فصل مسابقات توصیه می‌شود.

تشکر و قدرانی

در پایان از تمامی آزمودنی‌های شرکت کننده در این پژوهش که برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه اصفهان بود و تمامی کسانی که ما را در اجرای این تحقیق یاری نمودند تشکر و قدرانی می‌نماییم.

شماره مصوب پایان نامه

این پایان نامه به شماره مصوب ۲۲۷۱/۸۸۱۳ در دانشگاه اصفهان می‌باشد.



منابع:

۱. احمدی، م.، علیخانی، ش.، عزیز بیگی، ک (۱۳۹۸). تاثیر تمرینات بادی پمپ بر تراکم استخوانی و تعادل زنان یائسه. آموزش بهداشت و ارتقای سلامت. ۱۳۹۸؛ ۷ (۳): ۳۱۶-۳۲۷
۲. صالحی کیا، ع.، خیام باشی، خ.، مرندی، م و بان پروری، م (۱۳۸۷). اثر دراز مدت فعالیت‌های استقامتی، سرعتی و مقاومتی بر تراکم ماده معدنی استخوان ورزشکاران نخبه مرد. المپیک. ۴۳: ۷-۱۷
۳. نظریان، ع.، خیام باشی، خ.، رهنما، ن و سلامت، م (۱۳۸۷). مقایسه تراکم مواد معدنی استخوان پای برتر و غیر برتر بازیکنان فوتبال با افراد غیرورزشکار. المپیک. ۴۳: ۱۰۹-۱۱۶.
۴. واینک، ی.، گودرزی، م.، نیکبخت، م (۱۳۸۱). آناتومی حرکتی در ورزش‌ها. تهران: دانشگاه تهران، موسسه انتشارات و چاپ. ۳۰-۳۸.
5. Alferdson H, Nordstrom P and Lorentzon R (2004). Total and regional bone mass in female soccer players. *Journal of Calcified Tissue International*, 59 (4): 438- 442.
6. Creighton D, Morgan AL, Boardley D and Brolinson PG (2001). Weight-bearing exercise and markers of bone turnover in female athletes. *Journal of Applied Physiology*, 90 (2): 565-70.
7. Green DA and Naughton GA (2006). Adaptive skeletal responses to mechanical loading during adolescence. *Journal of Sports Medicine*, 36 (9): 723- 732.
8. Haapasalo H, Kannus P, Sievanen H, Heinonen A, Oja P and 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.
9. Karlsson MK, Magnusson H, Karlsson C and Seeman E (2001). The duration of exercise as a regulator of bone mass. *Bone*, 28(1): 128-32.
10. Kohrt WM, Bloomfield SA, Little K.D, Nelson ME and Yingling VR (2004). Physical activity and bone health. *Journal of Sports Medicine*, 11: 1985-1996.
11. Lehtonen-Veromaa M, Mottonen T, Irjala K, Nuotio I, Leino A, Viikara J (2000). A 1-year prospective study on the relationship between physical activity, markers of bone metabolism and bone acquisition in peripubertal girls. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 85 (10): 3726-3732.
12. Linden C, Alwis G, Ahlborg H, Gardsell P, Valdimarsson O (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.
13. Loethen J, Lafontaine T and Nguyen H (2008). Resistance training and dietary supplementation for persons with reduced bone mineral density. *Proquest Health and Medical Complete*, 30: 28-31.
14. Magkos F, Yannakoulia M and Sidossis LS (2007). The type and intensity of exercise have independent and additive effects on bone mineral density. *International Journal of Sports Medicine*, 28 (9): 773-779
15. Palombaro KM (2004). Effect of walking – only intervention on bone mineral density at various skeletal sites: A meta- analysis. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 28: 102-107.
16. Peat J.K and Naughton G.A (2004). Dose high- impact exercise in the prepubertal period have an osteogenic effect in females? *The Medicine Journal of Australia*, 180 (9): 465- 469.
17. Richmond B (2003). DXA Scanning to Diagnose Osteoporosis: Do you know what the results mean? *Cleveland Clinic Journal of Medicine*, 70 (4): 353-60.
18. Uzunka K, Birtane M, Durmus-Altun G and Ustun F (2005). High bone mineral density in loaded skeletal regions of former professional football (soccer) players: what is the effect of time after career? *British Journal of Sports Medicine*, 39: 154-158.

19. Vincent-Rodriguez G, Jimenez-Romirez J, Ara I, Serrano-Sanchez JA., Dorado C and Calbet JA (2003). Enhanced bone mass and physical fitness in prepubescent footballers. *Journal of Bone*, 33: 853-859
20. Watson SL, Weeks BK, Weis LJ, Harding AT, Horan SA, Beck BR. (2018). High-Intensity Resistance and Impact Training Improves Bone Mineral Density and Physical Function in Postmenopausal Women with Osteopenia and Osteoporosis: The LIFTMOR Randomized Controlled Trial. *Journal of Bone and Mineral Research*; 33(2):211-220.
21. Wittich A, Mautalen CA, Oliveri M.B, Bagur A, Somoza F and Rotemberg E (1998). Professional football (soccer) players have a markedly greater skeletal mineral content, density and size than age- and MNI- matched controls. *Journal of Calcified Tissue International*, 63: 112- 117.
22. Zehnacker C and Bemis-Dougherty A (2007). Effect of weighted exercise on bone mineral density in postmenopausal women a systematic review. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 30 (2): 79-88.
23. Znakar C, Gannon L, Cooke CB, Gee K.and Oldroyd B (2003). Different in body density, body composition, physical activity, and diet between child gymnasts and untrained children 7-8 years' age. *Journal of Bone Mineral Research*, 18: 1043-1050.

Effect of 8-week resistance-plyometric exercises on changes in bone mineral density and content in soccer players

Navid Kalani^{1*}, Nader Rahnama², Mohammad Faramarzi³, Sareh Razi⁴, Alireza Behjati⁵

1. PhD Student, Department of Corrective Exercise and Sports Injury, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran

2. Professor of the Department of Corrective Exercise and Sports Injury, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran

3. Associate Professor, Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Literature and Humanities, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

4. MSC of Corrective Exercise and Sports Injury

5. MSC of Sports Physiology

Abstract

Background:

The aim of this study was to assess the effect of 8 weeks of resistance - plyometric training on bone density and Bone mineral content changes of soccer players.

Methodology:

The present study was a quasi-experimental study with pre-test, post-test design that Twenty elite soccer players (age: $20/35 \pm 2/25$ years, height: $178/05 \pm 5/68$ cm, weight: $68/4 \pm 7/59$ kg) who had no injury and bone fractures in recent years with at least 6 years' experience in soccer were participated in this study. Players were randomly divided into experimental and control groups equally. Both groups had special soccer training, the experimental group in addition to professional soccer training participated in three sessions a week for eight weeks with an average intensity of 65%, they performed the maximum of resistance - plyometric training. Data were analyzed by SPSS software using independent t-test. Levels of bone density before and after eight weeks were evaluated with DEXA.

Results:

The results showed that bone mineral density in lumbar and femur ($P=0.001$) and bone mineral content in lumbar and femur ($P=0.015$) were significantly increased in experimental group after 8 weeks but in control group. While there was no difference in the control group.

Conclusion:

It can be concluded that resistance - plyometric training can increase bone mineral density levels in soccer players, so to prevent injuries and bone fractures in soccer players these exercise are recommended.

Keywords:

Bone density, Bone mineral content, plyometric – Resistance training, Soccer

* Corresponding Author: Email: kalaninaavid@yahoo.com, Tel: +989139827435