

رشد و یادگیری حرکتی \_ ورزشی - پاییز ۱۳۸۸

شماره ۲-ص ص : ۱۹-۵

تاریخ دریافت : ۸۷ / ۱۱ / ۰۵

تاریخ تصویب : ۸۸ / ۰۸ / ۲۴

## بررسی اثر برنامه‌های مداخله‌ای تمرینات تحمل وزن و مصرف منظم مکمل غذایی کلسیم بر چگالی مواد معدنی استخوان‌های ران کودکان

رسول حمایت طلب<sup>۱</sup> \_ احمد نیک روان \_ سیداحمد جعفری

استادیار دانشگاه تهران، دانشجوی دکتری دانشگاه تهران، کارشناس ارشد دانشگاه تهران

### چکیده

هدف از پژوهش حاضر، مقایسه اثر برنامه‌های مداخله‌ای تمرینات تحمل وزن و مصرف منظم مکمل غذایی کلسیم بر چگالی مواد معدنی استخوان‌های ران کودکان بود. به این منظور نمونه‌ای ۳۲ نفری از بین کودکان مهد "راه ظفر" با رضایت والدین به صورت داوطلبانه انتخاب شدند. این کودکان در چهار گروه مختلف به مدت پنج ماه تحت برنامه‌های مداخله‌ای قرار گرفتند. همگن بودن گروه‌ها از نظر کلسیم مصرفی ماهانه به وسیله پرسشنامه مصرف کلسیم بررسی شد. جمع‌آوری داده‌ها توسط دستگاه چگالی‌سنجی (DEXA) انجام و برای تحلیل داده‌ها از آزمون‌های تحلیل واریانس یک متغیره و  $t$  گروه‌های همبسته استفاده شد. نتایج تحقیق نشان داد اختلاف معناداری بین کلسیم مصرفی ماهانه گروه‌های تحقیق وجود ندارد ( $F = ۱/۶۹۶$  و  $Sig = ۰/۱۹۲$ ). نتایج مقایسه اختلاف میانگین نمره‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون BMD گردن استخوان ران در همه گروه‌ها معنادار بود (تمرینات تحمل وزن همراه با مصرف مکمل غذایی کلسیم،  $Sig = ۰/۰۰۲$  و  $t = ۴/۹۱۹$ ؛ تمرینات تحمل وزن،  $Sig = ۰/۰۰$  و  $t = ۶/۲۳۲$ ؛ مصرف مکمل غذایی کلسیم،  $Sig = ۰/۰۰$  و  $t = -۷/۸۶$  و کنترل  $Sig = ۰/۰۰۲$  و  $t = ۵/۴۹۹$ ). در مجموع، مقایسه نمره‌های BMD گروه‌های تحقیق نشان داد، تفاوت بین میانگین نمره‌های گروه‌ها معنادار است ( $F = ۳/۹۸۱$  و  $Sig = ۰/۰۱۹$ ) و بر اساس نتایج آزمون تعقیبی توکی اختلاف معناداری بین میانگین گروه‌های ۱ و ۲ با گروه کنترل وجود داشت. این یافته‌ها بر اهمیت دوران کودکی و نوجوانی به عنوان سنین حساس زندگی در شکل‌گیری تراکم استخوان تأکید دارد و مؤید این نظریه مکانیکی در رابطه با استخوان‌هاست که "استخوان‌ها نسبت به بار وارده به وسیله اضافه کردن مواد معدنی پاسخ می‌دهند".

### واژه‌های کلیدی

چگالی مواد معدنی استخوان، استئوپروز، تمرینات تحمل وزن، مکمل‌های کلسیم.

فعالیت بدنی<sup>۱</sup> اساس پیشرفت اطفال، کودکان و نوجوانان تا رسیدن به بلوغ است. اما متأسفانه به دنبال پیشرفت فناوری و اختراعات، سبک زندگی متناسب با مشاغل کم تحرک و غیرفعال دستخوش تغییر شده است. تأثیر کوتاه مدت زندگی کم تحرک، انرژی خروجی کمتر و خطر ابتلا به چاقی و تأثیر بلندمدت آن، افزایش خطر چاقی، توسعه مهارت های حرکتی ناموزون، عدم صلاحیت برای شرکت در تمرین یا ورزش و به طور کلی زندگی با کیفیت نامطلوب است. در مواردی نیز کم تحرکی به بروز خطر بیماری قلبی، دیابت، فشار خون بالا، برخی سرطان ها و حتی مرگ زودرس جوانان منجر می شود. از این رو به دلیل اهمیت فعالیت های بدنی در زندگی جوانان در راستای سلامت و رشد بدنی مطلوب، گاهی باید برنامه هایی که مداخله نیز نامیده می شوند، برای افزایش منظم مشارکت کودکان در فعالیت های بدنی، کاهش رفتار انزواطلبی و سلامت آنان طراحی شود (۱۴).

تمرین ورزشی به معنای فعالیت بدنی منظم و نظامدار، مانند ورزش های سوئدی، وزنه برداری، دویدن و فعالیت های مختلف دیگر در زمان های معین است. در اصل فعالیت بدنی منظم عبارت است از انجام ورزش یا فعالیت تمرینی به مدت دست کم ۳ ساعت در هفته، در طول ۹ ماه از سال یا بیشتر (۸). با توجه به این تعریف، صرف تکیه کردن به تحرک ذاتی کودکان برای تامین نیازهای کودکان به فعالیت بدنی کافی نیست.

استئوپروز، نوعی بیماری است که با نشانه هایی مانند چگالی پایین مواد معدنی و ترکیبات بیوشیمی در بافت استخوانی مشخص می شود. سازوکارهایی که به استئوپروز منجر می شوند، به طور کامل شناخته نشده اند، اما دو عامل مهم و مؤثر در این زمینه، سطح چگالی استخوانی شکل گرفته طی دوران کودکی و نوجوانی و میزان بازجذب و از دست دادن مواد معدنی است که موجب کاهش چگالی استخوان می شود. استخوان با چگالی و ترکیب ضعیف در معرض خطر شکستگی قرار خواهد گرفت، کاهش چگالی استخوان بر اثر بازجذب استخوانی به ضعف استخوانی منجر می شود، برعکس تأثیرات مثبت در استخوان و مقاومت بیشتر آن نتیجه افزایش چگالی استخوان است (۲، ۳، ۱۱، ۱۷).

بر اساس این نظریه مکانیکی، استخوان ها نسبت به بار وارده به استخوان با اضافه کردن مواد معدنی پاسخ می دهند. از این رو در فعالیت هایی با پرش ها و برخوردهای زیاد که با تحمل وزن همراه است و استخوان با بار مکانیکی بیشتری برخورد می کند، مقدار جذب مواد معدنی استخوان افزایش می یابد (۱۱، ۱۸، ۲۲). با توجه به این نظریه و ادبیات تحقیق از نظر بررسی تأثیر فعالیت بدنی بر چگالی مواد معدنی استخوان ها، تمرینات تحمل وزن متغیری است که در این تحقیقات به عنوان مهم ترین فعالیت های مؤثر بر استخوان ها شناخته می شود. تمرینات تحمل وزن شامل فعالیت هایی است که فرد در تعامل مستقیم با نیروی جاذبه است و تعداد جهش ها و پرش ها در این تمرینات زیاد است. بسکتبال و والیبال نمونه هایی از ورزش های تحمل وزن با شدت بالا هستند. در واقع، در این تمرینات مقدار حرکات عمودی در فعالیت بدنی مورد نظر است، چرا که این حرکات به طور مشخص در ارتباط با فعالیت های تحمل وزن بر روی اسکلت بدن و در نتیجه افزایش چگالی با توجه به نظریه تایید شده مذکور است (۲۲).

مصرف مکمل های غذایی کلسیم نیز روش تایید شده ای است که در بیشتر تحقیقات برای افزایش چگالی مواد معدنی استخوان بررسی شده است. مصرف مکمل های کلسیم برای بزرگسالان منعی نداشته است، اما در مورد کودکان این مکمل ها به صورت مواد غذایی غنی شده مانند شکلات، کیک کارامل، آب میوه ها و پودرهای مخصوص نوشیدنی مورد استفاده قرار می گیرند (۱۰).

هر چند تحقیقات انجام گرفته تأثیر فعالیت بدنی و تغذیه بر چگالی استخوان ها در دوران کودکی را تایید می کنند، اما موارد متناقضی نیز وجود دارد که این فرضیه را تایید نمی کند. چوالی و بونجور (۲۰۰۵) در بررسی تاثیر مصرف کلسیم هیچ گونه تأثیر مثبتی از مصرف مکمل های کلسیم بر افزایش چگالی مواد معدنی مهره های کمر گزارش نکردند (۱۰). شجاعی نیز در بررسی تأثیر برنامه های تمرینی همراه با مصرف دارو بر زنان یائسه مبتلا به پوکی استخوان پس از پروتکل تمرینی شش ماهه با چهار برنامه تمرینی دارای تحمل وزن متفاوت، اختلاف معناداری بین تراکم مواد معدنی مهره های اول تا چهارم کمر و گردن استخوان ران در بین چهار گروه تمرینی پیدا نکرد (۲).

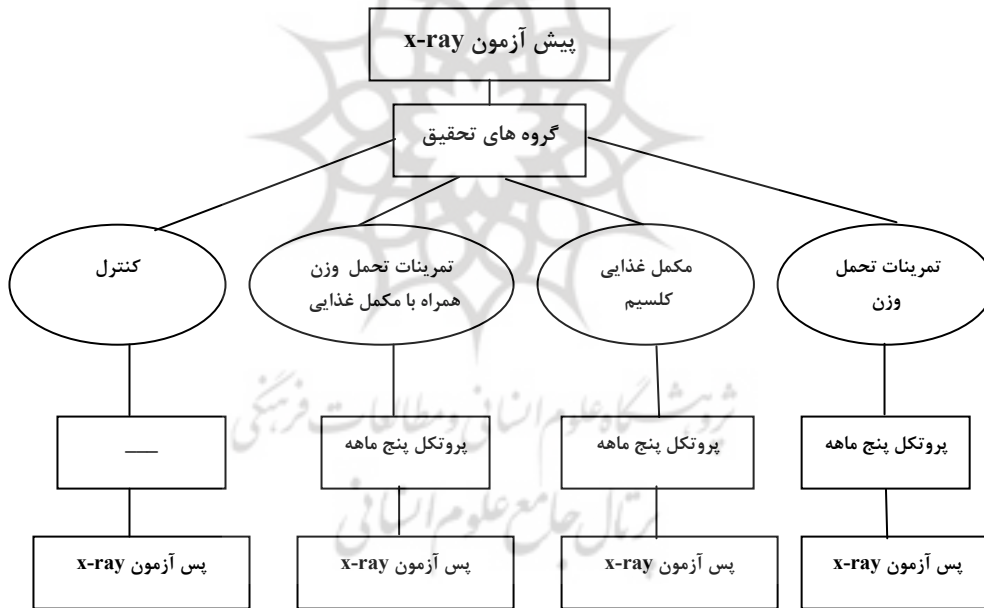
تحقیق آلویس و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۸) نمونه ای دیگر از تحقیقات متناقض در زمینه اثر فعالیت بدنی بر ساختار استخوان هاست. آنها در ارزیابی ارتباط بین سطح فعالیت بدنی و تغییرات ایجاد شده در استخوان، هیچ تفاوت بین گروهی در آزمودنی ها گزارش نکردند. همچنین بین مجموع زمان فعالیت طی یک سال با تغییرات در ناحیه گردن استخوان ران همبستگی معناداری وجود نداشت (۱۷).

مسائل مطرح شده و همچنین عدم همخوانی نتایج برخی از تحقیقات، ممکن است تاثیر فعالیت بدنی بر چگالی مواد معدنی استخوان ها را با ابهام همراه سازد. گذشته از این، پرسش اساسی که در اینجا به دنبال آنیم، این است که آیا تاثیر برنامه های مداخله ای مدون فعالیت های تحمل وزن همزمان با مصرف منظم مکمل غذایی کلسیم نسبت به صرف مصرف مکمل کلسیم یا فعالیت های تحمل وزن بر چگالی مواد معدنی استخوان های کودکان بیشتر خواهد بود یا خیر؟

روش تحقیق حاضر نیمه تجربی و از نوع پیش آزمون - پس آزمون با گروه کنترل است. جامعه آماری تحقیق، تمام کودکان ۷-۵ ساله مهد کودک راه ظفر بودند. برای اجرای تحقیق بر اساس پرسشنامه ۳۲ نفر با جنسیت مذکر و شرایط فعالیت بدنی تقریباً یکسان از بین داوطلبان سالم که سابقه هیچ گونه بیماری قبلی نداشتند، دامنه سنی ۵ تا ۷ سال انتخاب شدند. همگن بودن این گروه ها از نظر وضعیت تغذیه و مصرف کلسیم با استفاده از پرسشنامه بررسی شد ( $F = 1/69$  و  $Sig = 0/19$ ). این پرسشنامه در تحقیق آقای چوالی و همکاران (۲۰۰۵) و همچنین دورینالنس و همکاران (۲۰۰۶) مورد استفاده قرار گرفته و پایایی آن با استفاده از آزمون همتا به روش ثبت تغذیه مصرفی روزانه ثابت شده است (چوالی و همکاران، ۲۰۰۵؛ دورینالنس و همکاران، ۲۰۰۶). علاوه بر این، پایایی آن با استفاده از روش آزمون و بازآزمایی در فواصل ۲ ماهه بررسی شد. داده های حاصل از این آزمون ها معنادار بود ( $\alpha = 0/01$ ،  $t = 0/725$ ). شایان ذکر است که طی اجرای پروتکل و انجام آزمون های تحقیق، ۲ نفر از آزمودنی ها از تحقیق حذف شدند؛ از این رو تعداد نهایی آزمودنی ها در تجزیه و تحلیل های آماری ۳۰ نفر

1 - Gayani Alwis, et al.

است. در شکل ۱، طرحی از این تحقیق ارائه شده است. طرح این تحقیق شامل مراحل پیش آزمون X-ray، سازماندهی گروه‌ها، اجرای پروتکل پنج ماهه با برنامه های مداخله‌ای مجزا در هر گروه و پس آزمون X-ray بود. در طرح ریزی برنامه تمرینات تحمل وزن از مهارت های حرکتی پایه مانند دویدن، پریدن، لی لی کردن، یورتمه رفتن و سکسکه دویدن نیز به صورت رقابتی استفاده شد که در قالب بازی هایی در محوطه مهدکودک با پروتکل ۵ ماهه به صورت دو جلسه تمرینی ۴۵ دقیقه در هفته انجام گرفت. طرح ریزی این تمرینات با توجه به تعریف تمرینات تحمل وزن در تحقیق آن رولند و همکاران (۲۰۰۴) صورت گرفته است. مکمل غذایی کلسیم با توجه به تحقیق تی. چوالی و همکاران (۲۰۰۵) و مشورت با متخصصان تغذیه انتخاب شد که مصرف مقدار ۲۰۰۰ سی سی شیر غنی شده با ویتامین D (معادل ۲۳۰ میلی گرم کلسیم) در هفته، مازاد بر رژیم غذایی معمول طی این دوره زمانی بود.



شکل ۱\_ طرح تحقیق

چگالی مواد معدنی ناحیه گردن استخوان ران با استفاده از روش دانسیومتری (DEXA) اندازه گیری شد. دستگاه استفاده شده از بین روش های آزمایشگاهی (خون و ادرار) و پنج تکنیک مختلف سنجش استخوان، بهترین و مطمئن ترین روش و کاملاً بدون خطر است. این دستگاه از اشعه سوزنی X استفاده می کند. دقت دستگاه ۹۹ درصد است، یعنی احتمال خطای آن ۱ درصد است.

پس از اطمینان از نرمال بودن داده ها با استفاده از آزمون K-S، برای بررسی اثر تمرینات تحمل وزن بر پیشرفت هر یک از گروه ها در نمره های BMD از آزمون t گروه های همبسته و برای بررسی تفاوت های بین گروهی از آزمون آماری تحلیل واریانس یکطرفه استفاده شد، همچنین به منظور مقایسه ۲ به ۲ گروه ها نیز از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد.

در جدول ۱، نتایج آزمون t همبسته برای مقایسه میانگین نمره های پیش آزمون و پس آزمون BMD استخوان ران در چهار گروه مختلف تحقیق ارائه شده است. براساس اطلاعات این جدول، اختلاف بین میزان تراکم مواد معدنی استخوان ران آزمودنی های گروه ۱، قبل و بعد از تمرینات تحمل وزن و مصرف مکمل غذایی کلسیم معنادار است. اثر مصرف مکمل غذایی کلسیم بر تراکم مواد معدنی استخوان ران معنادار است. اختلاف بین میزان تراکم مواد معدنی استخوان ران آزمودنی های گروه ۳، قبل و بعد از تمرینات تحمل وزن و مصرف مکمل غذایی کلسیم نیز معنادار است. اختلاف بین پیش آزمون و پس آزمون نمره های استخوان ران کودکان در گروه کنترل نیز معنادار بود ( $\alpha = 0/05$ ).

جدول ۱\_ نتایج آزمون t همبسته برای مقایسه میانگین نمره های پیش آزمون و پس آزمون BMD

استخوان ران در گروه های مورد بررسی

گروه	میانگین پیش آزمون	میانگین پس آزمون	میانگین اختلاف	df	t	Sig
۱. تمرینات تحمل وزن همراه با مصرف مکمل غذایی کلسیم	۰/۵۲۸۷	۰/۵۸۶۶	-۰/۰۴۹	۷	-۴/۹۱۹	۰/۰۲
۲. تمرینات تحمل وزن	۰/۵۸۰۵	۰/۶۲۸۲	-۰/۰۴۷	۷	-۶/۲۳۲	۰/۰۰۰
۳. مصرف مکمل غذایی کلسیم	۰/۶۲۱۵	۰/۶۵۴۷	-۰/۰۳۳	۶	-۷/۸۶	۰/۰۰
۴. کنترل	۰/۵۹۵۴	۰/۶۱۳۴	-۰/۰۱۸	۶	-۵/۴۹۹	۰/۰۰۲

جدول ۱، آزمون تحلیل واریانس بین گروهی برای اختلاف نمره های پیش آزمون و پس آزمون BMD ناحیه گردن استخوان ران در چهار گروه تحقیق را نشان می دهد. نتایج این جدول نشان می دهد که آزمون F برای گروه های تحقیق در سطوح  $\alpha = ۰/۰۵$  و  $\alpha = ۰/۰۱$  درصد معنی داری است ( $\text{Sig} = ۰/۰۱۹$  و  $t = ۳/۹۸۱$ ). با توجه به نتایج حاصل از آزمون تحلیل واریانس در بررسی تفاوت های بین گروهی از آزمون تعقیبی توکی نیز برای مقایسه های جفتی بین گروه ها استفاده شد که نتایج نشان داد اختلاف معناداری بین گروه ۱ (تمرینات تحمل وزن همراه با مصرف مکمل غذایی کلسیم) و گروه ۲ (تمرینات تحمل وزن) با گروه کنترل وجود دارد، در حالی که گروه ۳ (مصرف مکمل غذایی کلسیم) با هیچ یک از گروه ها اختلاف معناداری نداشت.

جدول ۲\_ آزمون تحلیل واریانس برای بررسی تفاوت های بین گروهی

منبع واریانس	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	Sig
درون گروهی	۰/۰۰۴	۳	۰/۰۰۱	۳/۹۸۱	۰/۰۱۹
خطا	۰/۰۱۰	۲۶	۰/۰۰۰		
مجموع	۰/۰۵۶	۳۰			

به نظر می رسد وراثت، تغذیه و فعالیت بدنی، از مهم ترین عوامل مؤثر بر چگال استخوان است. از این رو تحقیقات گسترده ای در زمینه تأثیر ورزش بر چگالی مواد معدنی استخوان ها انجام گرفته و اغلب آنها نشان داده است که تمرین به حفظ یا افزایش تراکم استخوان کمک می کند، البته هیچ یک از مطالعات جبران سریع آتروفی استخوانی را که بعد از یائسگی در زنان اتفاق می افتد، نشان نداده اند. بنابراین باید به تحقیقات در زمینه پیشگیری از استئوپروز و توجه به دوره های قبل از بلوغ (کودکی و نوجوانی)، اهمیت داده شود.

براساس نتایج بیشتر تحقیقات، فعالیت بدنی و رژیم غذایی صحیح ممکن است به بهبود چگالی استخوان ها منجر شود. کورتیکس و همکاران (۱۹۹۸) در تحقیقی با عنوان «تأثیر تمرین بدنی بر چگالی استخوانی دختران نوجوان»، در مقایسه ای بین ورزش های پربرخورد با ورزش های کم برخوردار نشان دادند که میزان برخورد و افزایش تحمل وزن ارتباط معناداری با چگالی استخوانی دارد. در واقع، اغلب محققان این حیطه در این زمینه اتفاق نظر دارند که کودکی و نوجوانی برای افزایش چگالی مواد معدنی و غنی ساختن ترکیب استخوان ها، سنین بسیار پویاست (۲، ۱۰، ۱۱).

مقایسه چگالی مواد معدنی استخوان های افراد ورزشکار و غیرورزشکار واضح ترین تحقیقات در زمینه اثر فعالیت بدنی بر BMD استخوانی است که اغلب تأثیرات مثبتی از فعالیت بدنی BMD استخوانی نشان داده اند (کوشکی جهرمی، ۱۳۸۳). باوجود این موضوع بر اساس ادبیات تحقیق و مبانی نظری، فعالیت های تحمل وزن مورد استفاده در این تحقیق، فعالیت هایی هستند که بیشترین تأثیر را بر BMD استخوانی خواهند داشت. دانا، ال و همکاران (۲۰۰۰) در تحقیقی با عنوان «تمرینات تحمل وزن و نشانه های بازجذب استخوانی در زنان ورزشکار»، ارتباط بین فشار مکانیکی استخوان ها و وضعیت مواد معدنی آنها را بررسی کردند. در این تحقیق آزمودنی ها بر اساس میزان تحمل وزن در رشته ورزشی خود به سه گروه تحمل وزن زیاد (مانند والیبال و بسکتبال)، متوسط (مانند فوتبال و دو و میدانی) و بدون تحمل وزن (مانند شنا) تقسیم و با گروه کنترل مقایسه شدند. چگالی استخوانی مواد معدنی استخوان های این افراد در ناحیه گردن استخوان ران و مهره های کمری با استفاده از روش دانسیومتری (DEXA) اندازه گیری شد. نتایج ارزیابی نشان داد، افراد گروه رشته های ورزشی



با تحمل وزن بالا، چگالی مواد معدنی بیشتری در ناحیه گردن استخوان ران دارند؛ همچنین افراد گروه رشته‌های ورزشی با تحمل وزن متوسط نیز نسبت به گروه‌های بدون تحمل وزن و کنترل، چگالی استخوانی بالاتری داشتند. این یافته‌ها نشان می‌دهند با فعالیت‌های تحمل وزن زیاد، در مقادیر BMD استخوان‌های خود نسبت به افراد معمولی و ورزشکاران دیگر رشته‌های کم برخورد مانند شنا وضعیت بهتری دارند. در تحقیقات زیادی چگالی بالاتری از استخوان‌ها در افراد دارای تمرینات با کشش و برخوردهای بیشتر نسبت به افراد غیرفعال گزارش شده است (۱۰، ۱۱).

هر چند تأثیر فعالیت بدنی بر چگالی استخوان‌ها واضح به نظر می‌رسد، اما مواردی نیز وجود دارد که در ظاهر با تحقیق حاضر متناقض اند. برای مثال، شجاعی در بررسی تأثیر برنامه‌های مختلف تمرینی همراه با مصرف دارو بر زنان یائسه مبتلا به پوکی استخوان، پس از پروتکل تمرینی شش ماهه اختلاف معناداری بین تراکم استخوانی مواد معدنی مهره‌های کمر و ران در بین گروه‌ها گزارش نکرد. از نظر سن آزمودنی‌ها و شیوه کنترل متغیر مستقل این تحقیق اختلاف زیادی با تحقیق حاضر دارد، با وجود این برای تشریح و تفسیر عوامل مؤثر بر چگالی استخوان و مقایسه این عوامل با معیارهای نظری بسیار مفید خواهد بود. در توجیه عدم معناداری این تحقیق می‌توان ایراد عمده آن را سن آزمودنی‌ها در نظر گرفت؛ باید توجه داشته باشیم که بیماری استئوپروز بیماری مزمنی است که دو عامل مهم در ابتلا به آن اهمیت بسزایی دارند؛ اولاً سطح چگالی شکل گرفته طی دوران کودکی و نوجوانی و ثانیاً مقدار بازجذب و از دست دادن مواد معدنی استخوان که موجب تضعیف آن خواهد شد. از طرف دیگر، می‌دانیم که در فرایند سوخت و ساز استخوان در کهنسالی و همچنین یائسگی، میزان جذب استخوان ضعیف‌تر از بازجذب آن است، از این رو تلاش در راستای درمان این بیماری در این سنین و نتایج تحقیقاتی مانند این مورد، اثر کمی بر چگالی استخوان‌ها دارد (۱۱، ۱۳).

نتایج معنادار آزمون t گروه‌های همبسته در گروه کنترل بر اهمیت دوران کودکی و نوجوانی به عنوان سنین حساس زندگی در رشد چگالی استخوان‌ها تأکید دارد. مبنای انتخاب گروه سنی مورد بررسی در این تحقیق نیز بر همین موضوع استوار است و با توجه به اهمیت این سنین است که اغلب تحقیقات تأکید می‌کنند که پیشگیری از شیوع بیماری استئوپروز با توجه خاص به سنین قبل از بلوغ رویکردی مطمئن و اقتصادی‌تر خواهد بود (۲، ۱۸، ۲۲). در این زمینه تحقیق طولی لومان (۱۹۸۶) در برآورد درصد مواد معدنی اندازه‌گیری‌های توده

بدون چربی بدن (FFM)، جالب توجه است. با توجه به نتایج تحقیق لومان سهم برآوردشده مواد معدنی استخوان های نخستین، در اندازه گیری های FFM در طول نوباوگی و اوایل کودکی ثابت است و با افزایش سن کم و بیش به صورت خطی افزایش می یابد (۸). نکته مورد توجه در این تحقیق که با وجود معناداری بودن آزمون t در گروه کنترل از تأثیر برنامه های مداخله ای طی پروتکل تحقیق حمایت می کند، تفاوت های بین گروهی است که در آزمون ANOVA و آزمون های مقایسه ای توکی دیده شد. این مقایسه ها نشان دادند که اختلاف معناداری بین گروه ۱ (تمرینات تحمل وزن همراه با مکمل غذایی کلسیم) و گروه ۲ (تمرینات تحمل وزن) با گروه ۴ (کنترل) وجود دارد. علاوه بر این، مطلب دیگری که در تفاوت های بین گروهی دیده می شود، این است که گروه های دارای تحمل وزن میانگین BMD بالاتری نسبت به گروه کنترل و گروه مصرف کننده کلسیم دارند، از این رو می توان اظهار داشت که تمرینات تحمل وزن ممکن است عامل مهم تری در چگالی استخوان ها نسبت به مکمل غذایی کلسیم باشد.

رولند و همکاران (۲۰۰۴) در تحقیقی تأثیر مکمل کلسیم و فعالیت بدنی بر افزایش چگالی مواد معدنی را در ۷۶ کودک ۸ تا ۱۱ ساله بررسی و رابطه ای مثبت بین فعالیت های بدنی شدید و توده بدن کودکان پیدا کردند. اسپیکر بی و همکاران (۲۰۰۳) در بررسی تأثیر فعالیت بدنی و مکمل های کلسیم بر چگالی مواد معدنی استخوان های کودکان، ۳۲ کودک ۳-۵ ساله را به صورت تصادفی به دو گروه با فعالیت های بدنی شدید و ضعیف تقسیم کرده و به مدت ۱۲ ماه برنامه فعالیت بدنی مداخله ای اعمال کردند. کودکان هر گروه به دو زیرگروه مصرف مکمل کلسیم (روزانه ۵ میلی گرم و ۵ روز در هفته) و پلاسیبو تقسیم شدند. نتایج این تحقیق نشان داد اثر همزمان فعالیت بدنی و کلسیم دریافتی معنادار نیست، با وجود این تفاوت های BMD در استخوان نازک نی افراد گروه فعالیت بدنی شدید که مکمل کلسیم دریافت می کردند، معنادار بود ( $P = 0/05$ ) و بین برنامه فعالیت بدنی و مصرف همزمان مکمل های کلسیم اثر معنی داری وجود داشت ( $P = 0/02$ ). این نتایج از این فرضیه که کلسیم دریافتی پاسخ استخوان ها به فعالیت بدنی در کودکان نابالغ را تغییر می دهد، حمایت می کند.

وارد و همکاران (۲۰۰۷) در تحقیقی سازگاری های استخوان ها بر اثر فعالیت بدنی را در حضور مکمل های کلسیم بررسی کردند. آنها در این تحقیق به دنبال پاسخ به این پرسش بودند که آیا کودکان دبستانی که

تمرینات ژیمناستیک دارند در مقایسه با دیگر کودکان نسبت به مکمل های غذایی کلسیم، پاسخ های متفاوتی در استخوان های خود نشان می دهند یا خیر؟ نتایج این بررسی ها پس از دوازده ماه برنامه مداخله ای نشان داد، اثر برنامه های تمرینات تحمل وزن و مصرف کلسیم در ناحیه دیستال استخوان نازک نی معنادار است ( $P = 0/04$ )، اما تفاوت معناداری در زند زیرین و استخوان های ناحیه کمر مشاهده نشد ( $p = 0/82$ ). دورینا لانک و همکاران (۲۰۰۶) طی مطالعه ای با عنوان «تأثیر یک برنامه تمرینی و مکمل های کلسیم بر استخوان های کودکان»، ویژگی های سونوگرافی و ترکیب استخوان های کودکان را بررسی کردند. در این تحقیق ۱۶۰ کودک ۷ تا ۸ ساله به دو گروه فعال و غیرفعال تقسیم شدند؛ سپس هر گروه در دو زیر گروه مختلف به مدت شش ماه مکمل فسفات کلسیم یا پودر دارونما مصرف کردند. نتایج ارزیابی وضعیت استخوان ها در انتهای پروتکل تحقیق نشان داد که گروه مصرف کننده کلسیم در مقایسه با گروه کنترل تفاوت معناداری در چگالی استخوان ها دارند ( $P = 0/01$ ). نتایج تحقیق آنها نیز از این فرضیه که کلسیم دریافتی، پاسخ استخوان ها به فعالیت بدنی را تغییر می دهد، حمایت می کرد.

نتایج این تحقیق و همچنین مرور ادبیات تحقیق بیشتر بر اهمیت فعالیت بدنی تا صرف مصرف مکمل های غذایی کلسیم تأکید دارد و مؤید این نظریه مکانیکی در زمینه استخوان هاست که «استخوان ها نسبت به بار وارده از طریق اضافه کردن مواد معدنی پاسخ می دهند». از این رو باید توجه داشته باشیم که شیوه های زندگی کم تحرک و حتی بی تحرکی های حاد مانند بستری شدن در بیمارستان، ممکن است بازجذب استخوانی بیشتری را نسبت به جذب استخوانی موجب شود و نوجوانان نتوانند BMD غنی ای برای دوره های زندگی بعدی خود ذخیره سازند و بیماران نیز در معرض خطرهای مرتبط با استخوان های خود قرار گیرند. همچنین پایین بودن نرم وضعیت چگالی مواد معدنی افراد سالم تهرانی نسبت به نرم سنی مورد نظر آنها در اروپا و آمریکا نشان می دهد، ایرانی ها نسبت به اروپایی ها و آمریکایی ها مواد معدنی بیشتری از دست می دهند یا به طور کلی وضعیت چگالی پایین تری را در طول زندگی خود کسب می کنند (۲۱). تأثیرات مثبت حاصل از برنامه های مداخله ای در سال های قبل از بلوغ روشن می سازد که کودکان باید به فعالیت بدنی و افزایش کلسیم مصرفی به منظور جلوگیری از پوکی استخوان و شکستگی های ناشی از آن تشویق شوند و نیاز به برنامه های مداخله ای برنامه ریزی شده و منظم برای افراد احساس می شود.

۱. رمضانپور، محمدرضا. (۱۳۸۴). "تغذیه ورزشی". انتشارات پیام نور.
  ۲. شجاعی، معصومه. (۱۳۷۶). "تأثیر سه نوع برنامه تمرینی همراه با مصرف دارو بر زنان یائسه مبتلا به پوکی استخوان". پایان نامه کارشناسی ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران.
  ۳. عسگرزاده، مرتضی. (۱۳۸۴). "بررسی و مقایسه میزان استئوپروز در سالمندان مرد فعال و غیرفعال با استفاده از شاخص SIGHT"، پایان نامه کارشناسی ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران.
  ۴. غریب دوست، فرهاد. (۱۳۷۲). "درمان استئوپروز". سخنرانی های ارائه شده در سمینار پوکی استخوان.
  ۵. کاتلین، ام. هی وود. (۱۳۸۱). "رشد و تکامل حرکتی در طول عمر". ترجمه مهدی نمازی زاده، محمدعلی اصلانخانی، انتشارات سمت.
  ۶. کوشکی جهرمی، مریم. (۱۳۸۳). "نقش تغذیه، ورزش و وضعیت استخوان ها در کودکان و نوجوانان". ورزش دانشگاه انقلاب، شماره ۲۰۲.
  ۷. گالاو و اوزمون. (۱۳۸۴). "درک رشد حرکتی در دوران مختلف زندگی". ترجمه عباس بهرام، محسن شفیع زاده، بامداد کتاب.
  ۸. مالینا، رابرت. ام و گلود بوچارد. (۱۳۸۱). "نمو بالیدگی و فعالیت بدنی". ترجمه عباس بهرام، حسن خلجی و همکاران، امید دانش.
9. Arabia, A. Nabulsib, M. Malloufa, J. Choucaira, M. Khalifeb, H. Viethc R. and Ghada (2004). "Bone mineral density by age, gender, pubertal stages, and socioeconomic status in healthy Lebanese children and adolescents". *Iincensee BioMed Central Ltd.*
10. Chevalley, T. et al. (2005). "Skeletal site selectivity in the effects of calcium supplementation on area bone mineral density gain". *J of sport clinical Endocrinology & metabolism, Vol, 90, No. 63342-3349.*

11. Courteix, D. et al. (1998). "Effect of physical training on bone mineral density in prepubertal girls : a comparative study between impact loading and non-impact loading sport". *J of sport nutrition and exercise metabolism*, 11, PP:480-491.
12. Cromer B, Harel Z. (2000). "Adolescents : at increased risk for osteoporosis?" . 2000 Oct, 39(10):PP:565-74.
13. Danan L, et al. (2000). "Weight bearing exercise and markers of bone turnover in female athletes". *J of Appl physiolo*. Vol 90; PP:565-570.
14. Dianne S. Ward. Ruth, P. Sanders, Russell R. Pate (2007). "Physical Activity Interventions in Children and Adolescents". *Human Kinetic*.
15. Dorina Lance, et al. (2006). "Effects of an exercise program and a calcium supplementation on bone in children". *J of sport nutrition and exercise metabolism*, 16, PP:580-595.
16. French SA, Fulkerson JA, Story M. (2000). "Increasing weight-bearing physical activity and calcium intake for bone mass growth in children and adolescents: a review of intervention trial". *Prev Med*. Dec; 31(6); PP:722-31.
17. Gayani Alwis, Christian Linden, Susanna Stenevi-Lundgren, Henrik G Ahlborg, Jack Besjakov, Per Gardsell and Magnus K Karlsson (2008). "A one-year exercise intervention program in pre-pubertal girls does not influence hip structure". 2008 Alwis et al; licensee BioMed Central Ltd.
18. Hart K.J., et al. (2001). "Swim-trained rats have gather bone mass, density, strength and dynamics". *J of physiology*, Vol 91, PP:1663-1668.
19. Johanson. C. et al. (1992). "Calcium supplementation and incrisis in bone mineral density in children". *N.Engl. J.Med*.327; PP:82-87.
20. Kerr. D.A. et al (1994). "Dose high resistance weight training have a grater effect on bone mase than love resistance wight training?" . *Journal of bone mineral research*. 9(supp1). S152.

21. Larijani, B. Nezhad, A.H. Mojtahedi, A. Pajouhi, M. Bastanagh, M.H. Soltani, A. Mirfezi, Z. and Dashti, R. (2005). "Normative data of bone mineral density in healthy population of Tehran, Iran: Across sectional study". *Licensee BioMed Central Ltd.*
22. Rowlands, Ann. V. et al. (2004). "Interactive effects of habitual physical activity and calcium intake on bone density in boys and girls". *J Appl Physiol* 97; PP:1203-1208.
23. Slemenda CW, Miller JZ, Hui SL, Reister TK, Johnston CC Jr. (1991). "Role of physical activity in the development of skeletal mass in children". *J Bone Miner Res. Nov; (11): PP:1227-33.*
24. Specker, B, Binkley T. (2003). "Randomized trial of physical activity and calcium supplementation on bone mineral content in 3-to 5-year-old children". *J bone Miner Res. May; 18(5); PP:885-92.*
25. Susan L. Barr and Lieather A. Mckay. (1998). "Nutrition, exercise and bone status in youth". *International Journal of sport Nutrition*, 8, PP:124-142.
26. Umemura Y, Nagasawa S, Sogo N, Honda A. (2008). "Effects of jump training on bone are preserved after deterring, regardless of estrogen secretion state in rats". *J Appl Physiol. Apr; 104(4); PP:1116-20.*
27. Ward KA, Roberts SA, Adams JE, Lanham-New S, Mughal MZ. (2007). "Calcium supplementation and weight bearing physical activity—do they have a combined effect on the bone density of pre-pubertal children"? . *Bone. 2007 Oct; 41(4); PP:496-504. Epub 2007 Jun 22.*
28. Winzenberg TM, Shaw K, Fryer J, Jones G. (2006). "Calcium supplementation for improving bone mineral density in children". *Cochrane Database of Systematic Reviews. Am J Clin Nutr. 2006 Feb; 87(2); PP:455-62.*
29. Winters-Stone. Kerri (2005). "Action plan for osteoporosis". *Human Kinetic.*

30. Zehnacker CH, Bemis-Dougherty A. (2007). "Effect of weight exercise on bone mineral density in post menopausal women. A systematic review". *J Geriatr phys* . 2007; 30(2); PP:79-88.

