



مقدمه

پوکی استخوان، که شایع‌ترین بیماری سوخت‌وسازی استخوان در انسان است، با کاهش توده استخوانی و به هم خوردن و درهم ریختن اجزا و تشکیلات ساختمانی بافت استخوان، مشخص می‌شود. این تغییرات به افزایش قابلیت شکنندگی استخوان و بالا رفتن خطر شکستگی استخوانی منتهی می‌شود. پوکی استخوان و شکستگی‌های ناشی از آن نگرانی‌های زیادی را در سراسر جهان به وجود آورده و هنوز هم این بیماری در دوران سالمندی رو به افزایش است.

سازمان بهداشت جهانی بهترین راه برای مبارزه با بیماری‌های غیر واگیرداری همچون پوکی استخوان را پیشگیری می‌داند و فعالیت بدنی را به عنوان مهم‌ترین فاکتور پیشگیری از پوکی استخوان در نظر گرفته است. مبادرت به انجام فعالیت بدنی در سنین کودکی و قبل از آغاز دوره رشد ناگهانی بلوغ، باعث تحریک و افزایش حجم استخوان‌ها و عضلات اسکلتی در مقایسه با کودکان غیرفعال که به طور طبیعی رشد می‌کنند، می‌شود که این مسئله در دوران سالمندی آثار مثبت خود را نشان خواهد داد. برای افزایش سلامت بافت استخوانی چند توصیه مناسب وجود دارد که شامل مواردی همچون اتخاذ شیوه زندگی فعال، شرکت در فعالیت‌های بدنی دارای تحمل وزن به‌ویژه فعالیت‌های کوتاه‌مدت با شدت بالا و همچنین استفاده از یک رژیم غذایی متعادل به همراه دریافت سطوح مناسبی از کلسیم و سایر مواد مغذی می‌باشد.

به نظر می‌رسد شرکت در فعالیت‌های ورزشی در طول دوره رشد در کاهش شیوع شکستگی‌های ناشی از پوکی استخوان مؤثر است. با این حال، افزایش بی‌حرکی در کودکان مسئله‌ای است که باید بیشتر مورد بررسی قرار گیرد. به همین دلیل مهم است که بدانیم به‌طور خاص چه نوع فعالیت‌های ورزشی در رشد استخوان تأثیر می‌گذارد، سازوکارهای درگیر در ارتباط فعالیت با استخوان چه هستند، نوع مطلوب و مدت زمان فعالیت بدنی برای تحریک استخوان‌سازی کدام است و در چه زمانی شرکت‌کنندگان در فعالیت‌های ورزشی باید با حداکثر توان تلاش کنند تا به اوج تراکم معدنی شدن استخوانی در طول دوره رشد دست یابند. داشتن این اطلاعات می‌تواند به طراحی مؤثر، ساده، مقرون به‌صرفه و بی‌خطر برنامه‌های فعالیت بدنی در برابر پوکی استخوان و کاهش هزینه‌های اجتماعی و اقتصادی مرتبط به آن کمک کند.



فعالیت، تغذیه و رشد کودکان

فعالیت بدنی، کلسیم دریافتی و رشد استخوانی در کودکان

حمید قبادی، دبیر تربیت بدنی ناحیه ۵ مشهد و مدرس دانشگاه
ناهید تواناراد، دبیر تربیت بدنی شهرستان خواف

به نظر می‌رسد که شرکت در فعالیت‌های ورزشی در طول دوره رشد، سبب افزایش اوج تراکم مواد معدنی استخوانی می‌شود. همچنین وزن بارگیری شده توده استخوانی آزمودنی‌های فعال به میزان ۱۰ تا ۲۰ درصد در مقایسه با کودکانی که فاقد هرگونه فعالیت بدنی هستند، افزایش می‌یابد. این تأثیر زمانی بیشتر می‌شود که فعالیت بدنی قبل از شروع رشد ناگهانی دوره بلوغ آغاز شود. تحقیقات نشان می‌دهد که حداقل ۲۵ درصد از محتوای کل مواد معدنی استخوان افراد بالغ فقط در یک دوره دو ساله به دست می‌آید. این دوره در دختران بین ۱۱ تا ۱۳ سالگی و در پسران بین ۱۲ تا ۱۴ سالگی است. همچنین این احتمال وجود دارد که مشارکت ورزشی در طول این دوره سنی با رشد مربوط به تجمع توده استخوانی همراه شود که در نهایت به ایجاد یک توده استخوانی بزرگ‌تر طی دوره بلوغ منجر خواهد شد. بافت‌های نرم بدن مانند توده چربی و عضله نیز با توده استخوانی ارتباط دارند. توسعه عضلات اسکلتی قبل از پیشرفت توده استخوانی صورت می‌گیرد. توسعه بافت عضلانی به همراه افزایش قدرت عضلانی نیرویی قوی‌تر تولید می‌کند و در نهایت رشد استخوانی را تحریک می‌نماید. شرکت کردن در فعالیت‌های ورزشی شدید با افزایش توده عضلانی در طول دوره رشد همراه است. سپس جدا از تأثیر مستقیم فعالیت بدنی بر تجمع بافت استخوانی، فعالیت بدنی می‌تواند به‌طور غیرمستقیم به وسیله افزایش توده عضلانی منجر به افزایش توده استخوانی شود. از این رو نیروهای تولیدشده در استخوان با نیروی عضلات حجیم‌شده، ترکیب می‌شوند و همین امر به تسریع و تسهیل رشد استخوانی در کودکان می‌انجامد.

کلیدواژه‌ها: فعالیت بدنی، کلسیم دریافتی، رشد استخوانی، کودکان

تأثیر فعالیت بدنی روزانه بر رشد استخوانی در کودکان و نوجوانان

اکثر مطالعات در زمینه تأثیر فعالیت بدنی روزانه بر اندازه استخوان در کودکان و نوجوانان مبین وجود ارتباطی مثبت بین آن‌هاست. نوع، تناوب و مدت زمان فعالیت بدنی همگی در این مطالعات تأثیرگذار بوده‌اند. نتایج مطالعه‌ای که در مورد کودکان ۴ تا ۶ ساله انجام شده است نشان می‌دهد که پسران در مقایسه با دختران، معمولاً بیشتر فعالیت می‌کنند

و فعالیت بدنی را شدیدتر و در سطوح بالاتری انجام می‌دهند. از این رو تأثیر جنسیت در این گونه مطالعات باید مورد توجه قرار گیرد. فعالیت بدنی روزانه می‌تواند تأثیرات مثبتی بر اندازه‌های حجم مواد معدنی استخوانی و چگالی مواد معدنی استخوانی داشته باشد. نتایج مطالعه‌ای که اسلیمندا و همکارانش روی کودکان انجام دادند، نشان داد که کودکان فعال ۵ تا ۱۰ درصد توده استخوانی بزرگ‌تری در مقایسه با کودکان غیرفعال دارند. در یک مطالعه مقطعی میان کودکان ۶ تا ۱۰ سال، پژوهشگران دریافتند که بین محتوای مواد معدنی استخوانی و سطوح آمادگی جسمانی ارتباط معناداری وجود دارد. در یک مطالعه دیگر روی کودکان ۳ تا ۵ ساله نتایج نشان داد که بین فعالیت بدنی و افزایش توده استخوانی در پیا، ارتباط معناداری وجود دارد؛ به‌خصوص در کودکانی که سطوح بالایی از کلسیم را دریافت کرده بودند. یک پژوهش دیگر درباره کودکان ۷ تا ۹ سال نشان می‌دهد که استفاده از یک برنامه تمرینی روزانه در یک‌سال منجر به افزایش محتوای مواد معدنی استخوانی، چگالی مواد معدنی استخوانی و پهنای استخوانی در مقایسه با گروه کنترل می‌شود. در یک مطالعه هشت ماهه که روی پسران ۱۰ ساله انجام گرفت، در حالت پایه، تفاوتی در چگالی مواد معدنی استخوانی بین گروه فعالیت بدنی و گروه کنترل مشاهده نشد اما در پایان این تحقیق، گروهی که فعالیت بدنی داشتند به‌طور معناداری دارای افزایش ۲ برابری چگالی مواد معدنی استخوانی را در مهره‌های ستون فقرات، پاها و مجموع بدن در مقایسه با گروه کنترل بودند.

در یک تحقیق مشابه هشت ماهه دیگر بین آزمودنی‌های ۶ تا ۱۰ سال در کلاس درس تربیت بدنی یک گروه علاوه بر فعالیت‌های بدنی درون کلاسی، فعالیت اضافی پرش را انجام دادند و گروه دیگر فقط فعالیت‌های بدنی کلاسی را انجام دادند. نتایج در هر دو گروه افزایش چگالی مواد معدنی استخوان را نشان داد اما در افراد گروه تجربی این افزایش چگالی مواد معدنی استخوانی در پایان دوره بیشتر مشاهده شد که این افزایش معنادار بود. در یک تحقیق دیگر بر روی کودکان ۷ تا ۱۸ ساله فرانسوی یک برنامه فعالیت بدنی همراه با تحمل وزن اجرا شد که در پایان، ارتباط مثبت بین فعالیت بدنی همراه با تحمل وزن و تغییر در اندازه‌های استخوانی مشاهده گردید. در یک مطالعه هفت ماهه پرش که در بین پسران ۸ تا ۱۲ سال

فعالیت بدنی
روزانه می‌تواند
تأثیرات مثبتی
بر اندازه‌های
حجم مواد معدنی
استخوانی و
چگالی مواد
معدنی استخوانی
داشته باشد

کلسیم، استفاده از ویتامین D و قرار گرفتن در معرض نور مستقیم خورشید نیز ضروری است. این ویتامین جذب و نگهداری کلسیم را تسریع و تسهیل می‌کند. روغن ماهی و تخم مرغ از مواد غذایی سرشار از ویتامین D هستند.

نوع و مدت زمان شرکت در فعالیت‌های ورزشی و رشد استخوانی

سازگاری‌های اسکلتی در درجه اول فقط به سطوح معینی از شدت فعالیت بدنی نیاز دارد و به فشار مکانیکی که باید توسط استخوان دریافت شود، وابسته است. مطالعات نشان می‌دهد شدت تمرین نسبت به مدت زمان فعالیت ورزشی عامل مهم‌تری در تعیین چگالی مواد معدنی استخوانی می‌باشد. کارلسون و همکارانش در مطالعه روی بازیکنان فوتبال زمان‌های متفاوتی از بازی شامل ۶، ۸ و ۱۲ ساعت در هفته را مورد بررسی قرار دادند. افراد گروه کنترل نیز در این پژوهش بی‌تحرك بودند. افرادی که فوتبال بازی کرده بودند در مقایسه با افراد گروه کنترل افزایش چگالی مواد معدنی استخوانی را نشان دادند؛ اگرچه میزان ساعت شرکت در بازی فوتبال در هفته بین گروه‌ها برابر نبود و احتمالاً همین عامل دلیل تفاوت در سازگاری‌های استخوانی بود.

در واقع، فعالیت بدنی کمتر از ۶ ساعت در هفته نمی‌تواند افزایش فوق‌العاده‌ای در میزان چگالی مواد معدنی استخوانی در افراد به‌وجود آورد. بسیاری از تحقیقات، ارتباط بزرگی بین فواید ورزش و چگالی استخوانی در ژیمناست‌هایی که معمولاً بیشتر از ۱۵ ساعت در هفته تمرین کرده‌اند، نشان می‌دهند. همچنین دیده شده است ژیمناست‌های دخترتری که هنوز به سن قاعدگی نرسیده‌اند و به‌صورت تفریحی ورزش می‌کنند، به‌طور قابل توجهی دارای مقادیر بالایی از چگالی مواد معدنی استخوانی نسبت به گروه کنترل می‌باشند. نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که بالابردن حجم فعالیت بدنی سبب افزایش تجمع چگالی مواد معدنی استخوانی می‌شود.

اگرچه فعالیت‌های ورزشی مناسب برای به حداکثر رساندن رشد توده استخوانی هنوز ناشناخته مانده است، شواهد قانع‌کننده‌ای وجود دارد که نشان می‌دهد شرکت کودکان در فعالیت‌های ورزشی که در جریان آن‌ها وزن بدن توسط اندام‌های تحتانی تحمل می‌شود، در افزایش کسب توده استخوانی حتی در سنین قبل از بلوغ مفید است. برای نمونه، فواید استخوان‌سازی مشابه فقط با سه ساعت بازی فوتبال یا هندبال در هفته توسط

انجام گرفت، مجموع محتوای مواد معدنی استخوان بدن و همچنین چگالی مواد معدنی استخوان ران گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل افزایش بیشتری یافت. نتایج به‌طور کلی نشان می‌دهد که تغییرات محتوای مواد معدنی استخوانی در پاسخ به مداخله هم‌زمان فعالیت بدنی و مصرف کلسیم، زیرساخت‌های استخوانی را دگرگون می‌کند.

کلسیم دریافتی و رشد استخوانی در کودکان و نوجوانان

بسیاری از محققان اتفاق نظر دارند که در اوایل زندگی، تغذیه بیشترین میزان تأثیر در رسیدن به اوج توده استخوانی مطلوب را بر عهده دارد. برای مثال، در پژوهشی بر روی کودکان با محدوده سنی ۷ تا ۱۵ سال، کلسیم دریافتی با چگالی مواد معدنی استخوانی ستون مهره‌ها و ران ارتباط نزدیک داشت. در یک تحقیق روی دختران چینی ۹ تا ۱۱ سال هم‌بستگی مثبت و معناداری بین کلسیم دریافتی و مجموع چگالی مواد معدنی استخوانی دیده شد. همچنین پس از بررسی سن، اندازه بدن و اندازه استخوان‌ها مشخص شد گروهی که مقدار بیشتری کلسیم مصرف کرده بودند نسبت به سایر گروه‌ها دارای حجم مواد معدنی استخوانی بیشتری بودند. نتایج پژوهشی دیگر در منطقه‌ای از چین که در آن میانگین کلسیم دریافتی ۲۴۴ و ۵۴۲ میلی‌گرم در روز بود، نشان داد در منطقه‌ای که مصرف کلسیم بیشتر بود، محتوای مواد معدنی استخوانی کودکان ۱۴ درصد بالاتر از کودکان منطقه‌ای بوده است که کلسیم کمتری دریافت کرده بودند.

تحقیقات نشان می‌دهد میزان مصرف بهینه کلسیم در کودکان و نوجوانان حداقل ۱۲۰۰ تا ۱۳۰۰ میلی‌گرم در روز است که باید در سید غذایی خانواده لحاظ شود. طبق آمار مؤسسه تحقیقات تغذیه ایران، در حدود ۹۰ درصد کودکان ایرانی کمتر از حد استاندارد کلسیم دریافت می‌کنند. ۲۵۰ میلی‌لیتر ماست کم‌چربی حاوی ۴۰۰ میلی‌گرم کلسیم می‌باشد. همچنین ۲۵۰ میلی‌گرم شیر کم‌چربی می‌تواند حاوی ۳۰۰ میلی‌گرم کلسیم باشد. ضمن اینکه خوردن ۳۰ گرم پنیر می‌تواند حدود ۲۰۰ میلی‌گرم از کلسیم بدن را تأمین کند. نصف فنجان بستنی نیز می‌تواند ۸۵ میلی‌گرم کلسیم داشته باشد.

در کنار مصرف شیر، ماست و پنیر، مصرف غذای همچون کشک و قره‌قروت نیز می‌تواند در تأمین کلسیم بدن مفید باشد. در کنار مصرف



تغییرات محتوای مواد معدنی استخوانی در پاسخ به مداخله هم‌زمان فعالیت بدنی و مصرف کلسیم، زیرساخت‌های استخوانی را دگرگون می‌کند

محققان دیگر گزارش شده است. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که تمرین پریدن و جهش‌های کنترلی مانند لی‌لی کردن حتی در زمان کوتاه مانند جلسات ۱۲ دقیقه‌ای که سه بار در هفته انجام می‌شود، به‌طور معناداری توده استخوانی را افزایش می‌دهد. براساس نظریه مکانیکی، استخوان‌ها نسبت به بار وارده به استخوان با اضافه کردن مواد معدنی پاسخ می‌دهند. از این‌رو، در فعالیت‌های بدنی که دارای پرش و برخورد زیاد است و طبیعتاً با تحمل وزن نیز همراه می‌شود، استخوان با بار مکانیکی بیشتری مواجه می‌گردد و مقدار جذب مواد معدنی استخوان افزایش می‌یابد.

تمرینات تحمل وزن شامل فعالیت‌هایی است که فرد در زمان انجام دادن آن‌ها در تعامل مستقیم با نیروی جاذبه قرار دارد و تعداد پرش‌ها و جهش‌ها در این تمرین‌ها زیاد است. در واقع، در این تمرین‌ها مقدار حرکات عمودی حائز اهمیت است که با تحمل وزن بر روی اسکلت بدن سبب افزایش چگالی معدنی استخوانی می‌شود. همچنین در رشته ژیمناستیک کشش‌ها و فشارهای بزرگی به بدن وارد می‌شود که می‌تواند برای تحریک استخوان‌سازی مناسب باشد. بنابراین یک اثر مفید برای استخوان ممکن است با دو شیوه مختلف به‌دست بیاید: الف. از طریق ثبت نام کودکان در رشته‌های ورزشی که دارای کشش و فشارهای زیاد و بزرگی است مانند رشته ژیمناستیک؛ ب. از طریق شرکت در رشته‌های ورزشی گوناگون مانند والیبال، بسکتبال، هندبال، فوتبال، بدمینتون، کوه‌نوردی و فعالیت‌های بدنی که همراه با تحمل وزن است که در آن توده‌های اسکلتی در حال رشد در جهت‌های مختلف با کشش‌ها و فشارهای متناوب روبه‌رو می‌شود.

بارهای مکانیکی به مقدار فشارها و کشش‌های معین، میزان و تناوب مؤثر در تحریک استخوان‌سازی نیاز دارند. فعالیت‌های استخوان‌سازی در نتیجه فشارهای پویا، تحریک می‌شوند و فشارهای ایستا تأثیر معناداری در این فرایند نخواهد داشت. نوع فعالیت باید به گونه‌ای انتخاب شود که فشار مناسب را برای تحریک استخوان‌سازی وارد کند. گراندهد به این نتیجه رسید که ورزش‌های قدرتی و انفجاری، مثل کشتی، وزنه‌برداری، دو سرعتی و کار با وزنه، نسبت به ورزش‌های هوازی، مانند دوهای استقامتی، تأثیر مثبت بیشتری بر توده استخوانی دارند. دوندگان استقامتی بیشتر از بقیه ورزشکاران در معرض ضربه‌ها و نیروهای ساق پا قرار دارند ولی به‌نظر می‌رسد فشارها و ضربه‌های حاصل از آن به

اندازه‌های نیست که سلول‌های استخوانی تحریک شوند. فعالیت‌های ورزشی پرشدت مانند دوهای سرعت و ورزش‌های قدرتی در درازمدت باعث افزایش معناداری در تراکم ماده معدنی استخوان‌ها می‌شوند؛ در حالی که دوهای استقامتی حتی می‌تواند باعث کاهش تراکم استخوان شود.

فعالیت‌های سرعتی مستلزم انقباض‌های شدید عضلانی هستند. این نیرو از طریق عضلات به‌صورت فشار مکانیکی به استخوان‌ها وارد می‌شود. در خصوص پایین بودن تراکم توده استخوانی دوندگان استقامتی نتایج نشان می‌دهد از آنجا که فعالیت‌های استقامتی طولانی‌مدت جهت تحریکات عصبی، انقباض‌های عضلانی و آزادشدن انرژی مورد نیاز شدیداً به حضور کلسیم وابسته است و با توجه به دفع مقادیر قابل توجهی از املاح بدن طی فرایند تعریق، هیپوکلسمی خون رخ می‌دهد و به این ترتیب، استخوان‌ها در حکم بانک املاح جهت حفظ تعادل کلسیم خون قربانی می‌شوند. همچنین استفاده از فعالیت‌های ورزشی همچون شنا، دوچرخه‌سواری و اسکیت می‌تواند در حفظ تندرستی کودک مناسب باشد اما به دلیل عدم تحمل وزن بدن

نمی‌تواند در افزایش تراکم استخوانی تأثیر معناداری داشته باشد. ضمن اینکه تمرینات هوازی که در خشکی اجرا می‌شوند نسبت به تمریناتی که در آب انجام می‌گیرند فشار بیشتری را بر استخوان‌ها وارد می‌کند.

در طول دوره رشد پس از اولین مرحله معدنی شدن، ماتریکس استخوان در یک حالت پویا باقی می‌ماند که اجازه می‌دهد بافت استخوانی به سازماندهی مجدد و رشد پردازد تا جهت مقاومت در برابر تنش‌های مکانیکی و بارگیری جدید آماده شود. نظریه مکانیکی استخوان این‌گونه مطرح می‌کند که قدرت استخوان به‌وسیله فرایندهای تخریب استخوان و تشکیل استخوان جدید با توجه به نیروهای وارد بر استخوان تنظیم می‌شود. الگوسازی استخوانی یک پاسخ منطقه‌ای به شرایط بارگیری است که افزایش مقاومت مکانیکی استخوان را از طریق



همیشه برنامه‌های تمرینی باید به‌طور تدریجی از شدت پایین به بالا افزایش یابد

ذخیره کردن استئوبلاست‌ها (سلول‌های سازنده استخوان)، معدنی‌شدن استخوانی و همچنین بهبود معماری غشایی و میله‌ای استخوانی که در مجموع به نفع توده استخوانی است، انجام می‌دهد. این کنش‌ها در طول ورزش که شامل نیروهای کششی، فشاری، برشی، خمشی و پیچشی در استخوان است، می‌تواند سازوکارهای مربوط به عوامل مکانیکی را در طول دوره رشد فراهم کند و در نتیجه، موجب افزایش توانایی استخوان‌سازی شود.

روش‌شناسی تمرینات بدنی جهت افزایش رشد استخوانی

از آنجا که سازگاری استخوانی به ناحیه بارگیری محدود می‌شود، فعالیت بدنی باید به گونه‌ای انتخاب شود که عملکرد ویژه‌ای بر قسمت‌های بالینی مربوط مانند مهره‌های کمر، مهره‌های قفسه سینه، تمام لگن و به‌طور خاص، استخوان ران داشته باشد. طریقه بارگیری در این نواحی با انجام فعالیت‌های ورزشی همراه با بلند کردن وزنه یا تمرین‌های مقاومتی مانند پرس پا، اکستنشن پا، چرخش پا، اسکات، اکستنشن پشت و برخی فعالیت‌های بدنی ناحیه شانه و بازو صورت می‌گیرد. اگر ممنوعیتی وجود نداشته باشد برنامه تمرینی باید شامل فعالیت بدنی شدید و فشرده مانند پریدن، نرم دویدن، بالا رفتن از پله و دوی سرعت باشد. فعالیت‌های بدنی شدید و فشرده باید به‌طور تدریجی افزایش یابند تا با توجه به قابلیت‌های ویژه آزمودنی‌ها به حداکثر تلاش ممکن برسند. شدت و فشار فعالیت بدنی باید براساس برنامه باشد و با توجه به سن شرکت‌کنندگان، عوامل خطرزا تا حد امکان کاهش یابد. برای بالا بردن توده استخوانی، تمرین باید به آستانه شدت برسد. برقرار کردن این سطح به خوبی روشن نیست و ممکن است از یک آزمودنی به آزمودنی دیگر متفاوت باشد. احتمالاً این سطح در آزمودنی‌هایی که پیش از این دارای کاهش توده استخوانی بوده‌اند، پایین‌تر خواهد بود. بیشتر برنامه‌های تمرین مقاومتی می‌توانند بر رشد توده استخوانی آثار مثبتی داشته باشد و باید با شدت ۷۰ تا ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه انجام شوند. تمرین‌هایی با بار بیشتر و تکرار کمتر، نسبت به تمرین‌های با بار کمتر و تکرار زیادتر، مزیت بیشتری برای افزایش توده استخوانی خواهد داشت.

همیشه برنامه‌های تمرینی باید به‌طور تدریجی از شدت پایین به بالا افزایش یابد. اکثر مطالعات به این نتیجه رسیده‌اند که رشد توده استخوانی بیشتر در برنامه‌های تمرینی مشاهده می‌شود که حداقل دارای دو تا سه جلسه تمرین در هفته بوده است. هر چند پاسخ‌های خوب به فعالیت بدنی همراه با پرش باید شش بار در هفته انجام گیرد. همچنین فعالیت‌های دو استقامتی - که دارای تحمل وزن است - در مدت زمان ۳۰ تا ۶۰ دقیقه و طی سه تا پنج بار در هفته انجام می‌شود.

در برنامه‌های تمرین‌های مقاومتی با تحمل وزن گروه‌های عضلانی بزرگ در بالاترین و پایین‌ترین حد نهایی باید بدون ایجاد عدم تعادل بین عضلات موافق و مخالف به‌طور متعادل تمرین داده شود. تعداد تکرارها در هر فعالیتی باید نزدیک به حداکثر باشد و می‌تواند با یک بار معین در دو تا سه ست به‌طور کامل اجرا شود و فواصل استراحتی نیز یک تا سه دقیقه در نظر گرفته می‌شود. با توجه به فشار تمرین‌های بالا یک نظر مشترک در زمینه چگونگی اجرای پرش‌ها وجود ندارد و معمولاً این مسئله به تحمل آزمودنی‌ها وابسته است اما به‌طور کلی باید روزانه ۵۰ تا ۱۰۰ پرش در روز انجام گیرد. ترکیب تمرین‌های مقاومتی با فعالیت‌هایی با فشار بالا می‌تواند تأثیرات مفید زیادی بر آزمودنی‌ها بگذارد. در زمینه سرعت حرکت یک شکل پیش‌رونده از سرعت متوسط تا بالا در حرکت می‌تواند از این نوع برنامه تمرینی حمایت کند. طولی نخواهد کشید که آزمودنی‌ها، فعالیت‌های حمل‌کردن را بدون خطر و در ایمنی کامل انجام خواهند داد. با به‌کاربردن اصول بیومکانیکی مناسب در حرکات، باید به اجراهایی معطوف شویم که فرد را تا حد امکان به حداکثر سرعت عملکرد برساند. انقباض انفجاری عضلات می‌تواند موجب افزایش تحرک استخوان‌سازی شود.

نتیجه‌گیری

تأثیرات مثبت برنامه‌های تمرینی در سال‌های قبل از بلوغ روشن می‌سازد که کودکان باید به انجام فعالیت بدنی و افزایش مصرف کلسیم به‌منظور جلوگیری از پوکی استخوان و شکستگی‌های ناشی از آن تشویق شوند. انجام تمرین‌های مقاومتی، انفجاری و استفاده از فعالیت‌های بدنی که همراه با تحمل وزن است به‌علاوه، مصرف کلسیم می‌تواند بهترین راهکار برای پیشگیری از این بیماری باشد.

منابع

1. Kristin S. Ondrak and Don W. Morgan (2007). Physical Activity, Calcium Intake and Bone Health in Children and Adolescents. Sports Med[®] 37 (7):587-600.
 2. Amelia Guadalupe - Grau, Teresa Fuentes, Borja Guerra and Jose A. L. Calbet (2009). Exercise and Bone Mass in Adults. Sports Med; 39 (6): 439-468.
 3. Alexander Scott, Karim M. Khan, Vincent Duronio and David A. Hart (2008). Mechanotransduction in Human Bone. Sports Med; 38 (2): 139-160.
 4. German Vicente - Rodriguez (2006). How does Exercise Affect Bone Development during Growth? Sports Med; 36 (7): 561-569.
 5. Lora Giangregorio and Cameron J. R. Blimkie (2002). Skeletal Adaptations to Alterations in Weight - Bearing Activity. Sports Med; 32 (7): 459-476.
- Kristin S. Ondrak and Don W. Morgan (2007). Physical Activity, Calcium Intake and Bone Health in Children and Adolescents. Sports Med[®] 37 (7)