پژوهش درپزشکی (مجله پژوهشی دانشکده پزشکی)
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی
دوره ۳۵، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۰، صفحات ۱۹۵ تا ۱۹۹

مقاله اصلی
(Original Article)

تأثیر تمرینات ایزومتریک بر جلوگیری از کاهش تراکم استخوان در اندام‌های آسیب دیده افراد در طول دوره بی‌حرکتی

محمدرضا یوسفی*[۱]، نصور احمدی[۲]، دکتر محمدرضا عباس‌زاده[۳]، سینا رخصتی[۴]

[۱] عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ایلام
[۲] عضو هیأت علمی دانشگاه شهید بهشتی تهران
[۳] دکترای تخصصی ارتوپدی
[۴] دانشجوی کارشناسی ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی تهران

چکیده

سابقه و هدف: *هدف از این تحقیق بررسی اثر تمرینات ایزومتریک بر جلوگیری از کاهش تراکم استخوان در اندام‌های آسیب‌دیده در طول دوره بی‌حرکتی بود.*

روش بررسی: *در این کارآزمایی بالینی، تعداد ۶۰ نفر از افراد آسیب‌دیده در ناحیه استخوان ران که نیاز به حداقل یک ماه بی‌حرکتی پس از آسیب داشتند و جهت انجام مراحل درمانی به مراکز پزشکی تخصصی ایلام مراجعه کرده بودند، انتخاب و به صورت تصادفی به دو گروه شاهد و آزمایش تقسیم شدند. میزان تراکم مواد معدنی نمونه‌ها با استفاده از دستگاه DEXA اندازه‌گیری شد. از آزمون t مستقل برای تحلیل استنباطی داده‌ها استفاده شد.*

یافته‌ها: *یافته‌های پژوهش نشان داد که تمرینات ایزومتریک باعث جلوگیری از کاهش تراکم مواد معدنی گردن و تروکانتر استخوان ران بعد از آسیب‌دیدگی شده و نیز باعث افزایش معنی‌دار تراکم مواد معدنی گردن و تروکانتر استخوان ران می‌شود.*

نتیجه‌گیری: *به‌نظر می‌رسد که تمرینات ایزومتریک نه تنها در جلوگیری از کاهش تراکم استخوان آسیب‌دیده مؤثر است، بلکه احتمالا باعث افزایش تراکم استخوان آسیب‌دیده نسبت به قبل از آسیب‌دیدگی نیز می‌شود. بنابراین، تحقیقات بیشتر را توصیه می‌نماید.*

واژگان کلیدی: آسیب‌دیدگی، اندام تحتانی، دوره بی‌حرکتی، استخوان ران.

مقدمه

پدیده آسیب‌دیدگی و بی‌حرکتی عضو آسیب دیده امری اجتناب ناپذیر است. یکی از مشکلاتی که معمولاً گریبان‌گیر افراد آسیب دیده بعد از آسیب‌دیدگی می‌شود، عارضه آتروفی عضلانی و کاهش تراکم استخوان می‌باشد. استخوان‌ها مانند عضلات بافتهای زنده‌ای هستند که با ورزش کردن قوی می‌شوند. زنان و مردان جوانی که معمولاً به طور منظم ورزش می‌کنند حداکثر توده استخوانی آن‌ها نسبت به کسانی که ورزش نمی‌کنند بیشتر خواهد بود (۱). شکستگی‌ها از جمله مشکلاتی است که بشر از دیرباز با آن روبرو بوده است و در زندگی کنونی به دلیل صنعتی شدن جوامع و ازدیاد وسایل نقلیه به میزان شکستگی‌های ناشی از ضربه بیش از پیش افزوده شده است. همگام با افزایش شیوع این نوع از شکستگی‌ها، میزان شکستگی‌های پاتولوژیک نیز به دلیل افزایش طول عمر از یک طرف و پیشرفت علم و تکنولوژی از طرف دیگر که موجب تشخیص و تمیز این نوع از شکستگی‌ها از نوع ضربه‌ای آن شده است، روبه افزایش است. شکستگی‌های

آدرس نویسنده مسئول: ایلام، بلوار دانشجو، دانشگاه آزاد اسلامی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، محمدرضا یوسفی (**e-mail:** m_r_yousefi2000@yahoo.com)
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۲/۲۶
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۹/۳۰

Archive of SID
www.SID.ir

پاتولوژیک در استخوانی ایجاد می‌شود که قبلاً به دلیل بیماری ضعیف شده باشد و معمولاً شکستگی به دنبال ترومای ناچیز یا بدون آن اتفاق می‌افتد و بیماری زمینه‌ای آن ممکن است موضعی یا عمومی باشد که می‌توان از مهم‌ترین آن‌ها تومورهای خوش‌خیم و بدخیم، علل سیستمیک، علل عفونی و علل مادرزادی را نام برد (۲). بر اساس فرضیه بار مکانیکی، استخوان قدرت خود را در پاسخ به نیروهای مکانیکی اعمال شده بر آن کسب می‌کند. بنابراین فعالیت بدنی، به طور ویژه تمرین مقاومتی، منجر به افزایش تراکم استخوان می‌شود (۳).

تحقیقات زیادی در رابطه با سنجش تراکم مواد معدنی استخوان صورت گرفته و بیان شده است که ورزش باعث افزایش میزان تراکم مواد معدنی استخوان در نواحی استخوان ران و اندام‌های تحتانی می‌شود. علاوه برآن، نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که تراکم مواد معدنی استخوان در دوره بی‌حرکتی یا قطع تمرین متعاقب دوره‌های تمرینی در افراد دارای آسیب‌دیدگی ستون فقرات کاهش پیدا می‌کند (۴). تحقیقات زیادی نشان داده‌اند که چگالی استخوانی به نوع ترکیب بدن و مقدار فعالیت روزانه بستگی دارد و همواره شواهد علمی و تجربی نشان داده‌اند افرادی که دارای فعالیت بدنی منظم و مداوم هستند دارای چگالی استخوانی بیشتر و بهتری نسبت به افراد کم‌تحرک هستند (۷-۵). از لحاظ فیزیولوژیکی، فعالیت بدنی خون رسانی و تغذیه مفاصل و استخوان را بهتر می‌کند. با افزایش جریان خون، اکسیژن و مواد غذایی بیشتری به سلول‌های استخوانی می‌رسد و هنگامی که حرکات ورزشی باعث فشار مناسب به استخوان‌ها می‌شوند استخوان‌ها با بزرگترشدن و قویتر شدن و جذب بیشتر کلسیم به این فشار پاسخ می‌دهند (۶).

نه تنها تراکم موادمعدنی استخوان در افرادی که فعالیت ورزشی انجام می‌دهند بالاتر است بلکه شواهد نشان می‌دهند که افزایش فعالیت جسمانی با یک کاهش در سرعت انحلال استخوان مرتبط با سن همراه است. فعالیتهای جسمانی که همراه با تحمل وزن باشند به بهبود تراکم موادمعدنی استخوان کمک می‌کنند (۸). عدم تحرک بدنی یا استراحت در بستر باعث از دست‌رفتن سریع بافت استخوان می‌شود. این مسئله از سال‌ها پیش یعنی هنگامی که بیماران مبتلا به شکستگی‌ها را در قالب‌های تمام قد قرار می‌دادند، مورد توجه قرار گرفته بود. این بیماران به سرعت بافت استخوانیشان را از دست می‌دادند و مقادیر زیادی از کلسیم را از راه ادرار دفع می‌کردند. مطالعات روی این بیماران نشان داد که این حالت را می‌توان با اجرای حرکاتی ساده که در بردارنده وزن بدن هستند، اصلاح نمود. تحقیقات نشان داده‌اند که فعالیت‌های بدنی که شامل تحمل وزن بدن نباشند، بدن را در برابر کاهش تراکم استخوانی کمتر محافظت می‌کنند. برای مثال، توده عضلانی بازو متناسب با توده استخوانی آن است. در پژوهش‌های انجام شده بر روی ورزشکاران، شواهدی از افزایش توده استخوانی به دست آمده است (۹). همچنین، در بررسی اثرات تحریک الکتریکی بر کاهش تراکم مواد معدنی استخوان در ۲۴ معلول ضایعه نخاعی ۲۶-۵۲ روز پس از ضایعه، سرعت کاهش تراکم مواد معدنی در ناحیه دیستال استخوان رانِ گروه تمرین بطور قابل توجهی نسبت به گروه شاهد پایین‌تر بود (۱۰). در مطالعه‌ای دیگر پاسخ افزایش استخوان‌سازی به ورزش در بخش قشری انتهای سر استخوان در مقابل بدنه استخوان موش‌ها بررسی شد که ورزش تراکم ماده معدنی استخوان را در بخش قشری انتهای سر استخوان ران در حدود ۳۵ درصد و در تنه استخوان ران در حدود ۲۰ درصد افزایش داد (۱۱). گزارش شده است که تمرین ایزومتریک افزاینده بر روی ده موش مذکر بالغ ویستار، افزایش قابل توجهی در تراکم ماده معدنی کل استخوان، تراکم ماده معدنی انتهای سر استخوان و تراکم ماده معدنی تنه استخوان را در گروه تمرین نسبت به گروه شاهد ایجاد کرد (۱۲). محققان پس از یک دوره تمرینات به مدت ۲۴ ماه، افزایشی به میزان ۴/۳ درصد در توده استخوان ناحیه مهره‌های کمری و به دنبال یک دوره بی تمرینی پس از مسابقات، کاهشی به میزان ۱/۳ درصد در توده استخوان ژیمناست‌ها را مشاهده کردند (۱۳). اثرات ورزش درمانی بر تراکم ماده معدنی استخوان را در زنان یائسه غیرسیگاری توسط یک آزمایش شاهد شده بررسی شد. تمام افراد کاهش تراکم ماده معدنی استخوان در مهره‌های کمری و استخوان ران داشتند اما میزان این کاهش تراکم در گروه تمرین نسبت به گروه شاهد پایین‌تر بود (۱۴).

در سال‌های اخیر درباره کاربرد فعالیت‌های ورزشی در استحکام استخوان‌ها تحقیقات زیادی صورت گرفته است. مطالعاتی که درباره اثر فعالیت ورزشی بر انسان و حیوان صورت گرفته نشان داده است که فعالیت ورزشی بر توسعه، حفظ و نگهداری توده استخوان تأثیر عمده‌ای داشته است. اما هنوز درباره اثر فعالیت ورزشی بر تراکم و ترمیم استخوان آسیب دیده مطالعه جامعی صورت نگرفته و به‌علاوه، تجربه‌ای از آن در کشور گزارش نشده است. بنابراین، هدف از اجرای این پژوهش تعیین اثر تمرینات ایزومتریک بر جلوگیری از کاهش اتلاف استخوانی پس از آسیب‌دیدگی و در طول دوره بی‌حرکتی بود.

مواد و روشها

در این کارآزمایی بالینی، از بین افراد آسیب دیده ۲۰ الی ۳۵ سال که دارای شکستگی استخوان ران یا ضرب دیدگی اندام‌های

Archive of SID
www.SID.ir

تحتانی بودند و نیاز به حداقل یک ماه بی‌حرکتی پس از آسیب داشتند و به مراکز تخصصی شهر ایلام جهت مداوا مراجعه نمودند، تعداد ۶۰ نفر به صورت داوطلبانه انتخاب شدند. پس از تکمیل فرم پرسشنامه سلامت و رضایت‌نامه، آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی به دو گروه مساوی شاهد و تمرین تقسیم شدند که گروه تمرین پس از انجام آزمون اولیه تراکم‌سنجی استخوان ران در دو ناحیه گردن و تروکانتر استخوان ران، به مدت یک ماه تمرینات ایزومتریک را انجام دادند و پس از یک ماه، مجدداً از هر دو گروه آزمون سنجش تراکم استخوان در دو ناحیه ذکر شده به عمل آمد.

میزان تراکم مواد معدنی نمونه‌ها توسط متخصصین رادیولوژی و با استفاده از دستگاه DEXA که دقیق‌ترین و معتبرترین روش سنجش تراکم مواد معدنی استخوان است، اندازه‌گیری شد. در این روش مبنای تراکم سنجی استفاده از یک منبع با دو نوع انرژی بالا و پایین است که جذب متفاوتی از بافت‌های نرم و استخوانی دارند. در دستگاه DEXA منبع انرژی اشعه X است که برخلاف ماده رادیو اکتیو، در طول زمان کاهش نمی‌یابد و بنابراین دقت دستگاه به مقدار زیادی (تا ۹۹ درصد) افزایش می‌یابد، به طوری که ضریب خطا ۰/۶ تا ۱/۵ درصد است و تغییرات تراکم را در طول زمان به بهترین نحو ممکن می‌سنجد. در این روش، منبع انرژی از استخوان‌ها و بافت‌های نرم عبور داده و به وسیله کامپیوتر مقدار متفاوت اشعه ورودی و خروجی محاسبه می‌شود. بعد از کم کردن مقدار اشعه جذب شده به وسیله بافت نرم از مقدار کل، و محاسبه مقدار اشعه جذب شده به وسیله استخوان، تراکم مواد معدنی استخوان آن محاسبه می‌شود (۱۵). بر این اساس ماده معدنی بر حسب گرم بر سانتی متر مربع محاسبه گردید.

افراد آسیب‌دیده‌ای که اندام تحتانی آنها بی‌حرکت می‌شود معمولاً توانایی انجام حرکات ورزشی زیادی ندارند، به همین علت در این تحقیق محقق در طراحی برنامه تمرینی برای گروه آزمایش با محدودیت تمرینی روبه‌رو بود. اما درنهایت برنامه تمرینی با سه تمرین اصلی که در زیر به آنها اشاره می‌شود اجرا شد. تمرینات انتخابی به صورت روزانه اجرا شدند. به همین خاطر آزمودنی‌ها در هر روز سه بار و برای هر تمرین ۵ تکرار ۱۰ ثانیه‌ای با حداکثر توان (ایجاد انقباض تا آستانه‌ی درد) انجام دادند. فاصله استراحت بین هر تکرار ۵۰ ثانیه و بین حرکات مختلف ۹۰ ثانیه در نظر گرفته شد.

تمرینات ایزومتریک به روش زیر اجرا شد:

۱- در حالت نشسته و زانو باز با ایجاد انقباض در عضلات چهارسر ران و دوقلو، حداکثر تنش را در اندام تحتانی ایجاد نمودند.

۲- در حالت نشسته و زانو باز با فشار نوک انگشتان پا به دیوار سعی در ایجاد حداکثر تنش در اندام تحتانی نمودند.

۳- در حالت ایستاده با ایجاد فشار به زمین و انداختن وزن بدن بر روی پای آسیب‌دیده تا آستانه‌ی درد حداکثر تنش را در عضلات آن ایجاد نمودند.

از میانگین و انحراف معیار برای توصیف داده‌ها و از آزمون‌های t مستقل برای تحلیل استنباطی داده‌ها استفاده شد. تحلیل آماری با استفاده از برنامه آماری SPSS ver.18 و در سطح اطمینان $p<۰/۰۵$ انجام شد.

یافته‌ها

تحقیق روی تعداد ۶۰ نفر در دو گروه ۳۰ نفره انجام گرفت. افراد دو گروه به لحاظ مراجعین به مرکز مشابه بوده و سن افراد گروه شاهد ۳/۱۰±۲۷/۸۷ و گروه آزمایش ۴/۲۶±۲۸/۶۸ سال و قد آنها به ترتیب ۲/۴۶±۱۷۲/۰۳ و ۲/۵۹±۱۷۲/۱۸ سانتی‌متر و وزن آنها به ترتیب ۲/۹۴±۶۸/۱۴ و ۳/۶۵±۶۶/۴۶ کیلوگرم بود که آزمون t نشان داد که افراد در دو گروه مشابه بودند.

میزان و تغییرات تراکم استخوانی بر حسب محل استخوان و به تفکیک گروه مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است و نشان می‌دهد که تغییرات تراکم گردن استخوان در گروه کنترل برابر ۰/۰۰۴۹±۰/۰۰۶۸ و در گروه آزمایش برابر ۰/۰۵۶۲±۰/۰۳۵۲- بود و آزمون t نشان داد که این اختلاف به لحاظ آماری معنی‌دار بود ($p<۰/۰۰۱$). میزان تغییرات تراکم استخوان در ناحیه تروکانتر در گروه کنترل برابر ۰/۰۰۲۶±۰/۰۰۶۲ و در گروه آزمایش برابر ۰/۰۱۴۳±۰/۰۰۷۶- بود و آزمون t نشان داد که این تاثیر مثبت در گروه آزمایش به لحاظ آماری معنی‌دار بود ($p<۰/۰۰۱$).

بنابراین، براساس این یافته‌ها نتیجه‌گیری می‌شود که تمرینات ایزومتریک نه تنها باعث جلوگیری از کاهش تراکم مواد معدنی تروکانتر استخوان ران بعد از آسیب‌دیدگی شده است، بلکه تراکم مواد معدنی تروکانتر استخوان ران پس از یک دوره تمرینات ایزومتریک افزایش معنی‌داری داشته است.

بحث

نتایج نشان داد که یک دوره بی‌حرکتی ناشی از آسیب دیدگی باعث کاهش معنی‌دار تراکم مواد معدنی گردن و برجستگی بزرگ

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. میزان و تغییرات تراکم استخوانی برحسب محل استخوان و به تفکیک گروه درمانی

مراحل تمرینات ایزومتریک	گردن استخوان			تروکانتر استخوان		
	قبل	بعد	تغییرات	قبل	بعد	تغییرات
نداشته (شاهد n=۳۰)	۱/۰۰۷۶±۰/۰۷۷۸	۱/۰۰۰۸±۰/۰۷۹۵	۰/۰۰۶۸±۰/۰۰۴۹	۰/۸۶۸۲±۰/۰۹۲۲	۰/۸۶۲۰±۰/۰۹۳۸	۰/۰۰۶۲±۰/۰۰۲۶
داشته (آزمایش n=۳۰)	۰/۹۷۱۵±۰/۱۰۱۷	۱/۰۰۶۷±۰/۱۰۳۶	-۰/۰۳۵۲±۰/۰۵۶۲	۰/۸۳۴۲±۰/۰۹۱۱	۰/۸۴۱۸±۰/۰۹۷۵	-۰/۰۰۷۶±۰/۰۱۴۳
نتیجه آزمون			p<۰/۰۰۱			p<۰/۰۰۱

استخوان ران در گروه شاهد شد. این نتیجه با نتایج حبیب‌زاده (۱۳۸۸)، صارمی (۱۳۸۷)، دنگ (۲۰۰۹)، کاوالیه (۲۰۰۳) و فروتزلر و همکاران (۲۰۰۹) و هانگ لای و همکاران (۲۰۱۰) همخوانی دارد. علت این نتیجه تأثیر مشابه دوره بی‌حرکتی بر تجزیه ماده معدنی استخوان و کاهش تراکم استخوان است که مواد معدنی استخوان از طریق افزایش دفع کلسیم ادراری از بدن دفع و به علت بی‌تحرکی، سوخت و ساز استخوان کاهش یافته و در نتیجه ماده معدنی استخوان جایگزین نشده است.

همچنین، نتایج نشان داد که تمرینات ایزومتریک باعث جلوگیری از کاهش تراکم مواد معدنی گردن استخوان ران بعد از آسیب دیدگی شد که با نتایج صارمی (۱۳۸۷)، بیژه و هاتف (۱۳۸۶)، هامریک و همکاران (۲۰۰۶) و کاوالیه (۲۰۰۳) مطابقت دارد و علت این نتیجه نیز در این است که در تمامی این تحقیق‌ها حرکات ورزشی بر پایه تحمل وزن و فشار تا آستانه درد طرح ریزی شده‌اند و از لحاظ فیزیولوژیکی فعالیت بدنی خون‌رسانی و تغذیه مفاصل و استخوان را بهتر می‌کند؛ با افزایش جریان خون، اکسیژن و مواد غذایی بیشتری به سلول‌های استخوانی می‌رسند و هنگامی که حرکات ورزشی باعث فشار مناسب می‌شوند، استخوان‌ها با بزرگ‌تر و قوی‌تر شدن و جذب بیشتر کلسیم به این فشار پاسخ می‌دهند. علاوه بر این ترشح هورمون‌های استخوان‌ساز مانند استروژن با ورزش افزایش پیدا می‌کند. این هورمون موجب تولید کلاژن و در نتیجه افزایش استحکام استخوان‌ها می‌شود. در واقع استروژن عملاً ویتامین D را فعال کرده و سبب افزایش بازجذب کلسیم از کلیه می‌شود و باعث جذب و ابقاء کلسیم در استخوان‌ها و استحکام استخوان‌ها می‌شود. از دیگر نتایج این تحقیق این بود که تمرینات ایزومتریک باعث جلوگیری از کاهش تراکم مواد معدنی تروکانتر استخوان ران شد. این یافته با نتایج بیژه و هاتف (۱۳۸۶)، هامریک و همکاران (۲۰۰۶) و کاوالیه (۲۰۰۳) مطابقت دارد و علت این هم‌خوانی نیز در این است که در تمامی این تحقیق‌ها حرکات ورزشی بر پایه تحمل وزن و فشار تا آستانه درد طرح‌ریزی شده‌اند و از لحاظ فیزیولوژیکی فعالیت بدنی خون‌رسانی و تغذیه مفاصل و استخوان را بهتر می‌کند، با افزایش جریان خون، اکسیژن و مواد غذایی بیشتری به سلول‌های استخوانی می‌رسند و هنگامی که حرکات ورزشی باعث فشار مناسب می‌شوند، استخوان‌ها با بزرگ‌تر و قوی‌تر شدن و جذب بیشتر کلسیم به این فشار پاسخ می‌دهند. علاوه بر این ترشح هورمون‌های استخوان‌ساز مانند استروژن با ورزش افزایش پیدا می‌کند. این هورمون موجب تولید کلاژن و در نتیجه افزایش استحکام استخوان‌ها می‌شود. در واقع استروژن عملاً ویتامین D را فعال کرده و سبب افزایش بازجذب کلسیم از کلیه می‌شود و باعث جذب و ابقاء کلسیم در استخوان‌ها و استحکام استخوان‌ها می‌شود. علاوه بر این، تمرین و فعالیت بدنی تشکیل استخوان را افزایش می‌دهد. این افزایش ناشی از افزایش جذب روده‌ای کلسیم، کاهش دفع ادراری یون کلسیم و افزایش سطوح هورمون پاراتیروئید (PTH) است. درمقابل بی تحرکی و یا استراحت مطلق تحلیل استخوان را افزایش داده و در طول دوره بی‌تحرکی سطوح PTH کاهش می‌یابد (۱۶). هورمون PTH همزمان با تحریک استخوانها، بازجذب کلسیم بوسیله کلیه‌ها را تقویت می‌کند و درنتیجه سبب افزایش سطح کلسیم در پلاسما می‌شود. فعالیت ورزشی بر میزان ترشح این هورمون و تراکم آن در پلاسما می‌افزاید (۱۸،۱۷). به طور کلی، تمرین و فعالیت بدنی از طریق افزایش خون‌رسانی مفاصل و استخوان‌ها و درنتیجه افزایش اکسیژن و مواد غذایی به سلولهای استخوانی، جذب بیشتر کلسیم توسط روده‌ها، بازجذب بیشتر کلسیم توسط کلیه‌ها و همچنین ترشح هورمون‌های استخوان‌ساز ازجمله استروژن و پاراتیروئید، موجب حفظ و حتی افزایش تراکم استخوان در دوره بی‌تحرکی پس از آسیب می‌شود.

تشکر و قدردانی

این تحقیق با استفاده از اعتبارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایلام انجام شده است. بدین وسیله از ریاست محترم دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایلام، معاونت پژوهشی و کلیه همکاران به خاطر همکاری در مراحل اجرای پژوهش صمیمانه سپاسگزاری می‌نماییم.

Archive of SID

www.SID.ir

REFERENCES

1. Exercise for Your Bone Health, National Institutes of Health Osteoporosis and Related Bone Diseases ~ National Resource Center, 2 AMS Circle Bethesda, MD 2009; 20892–76.

۲. داودپور، خشایار. ارزیابی شکستگی‌های پاتولوژیک در بیماران بستری شده در بیمارستان شهید مباشر همدان طی سال‌های ۷۶-۱۳۷۰. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی همدان ۱۳۸۲؛ سال دهم، شماره ۱: ۵۱-۴۷.

۳. صارمی، عباس. اثر تمرین‌های مقاومتی بر تراکم استخوانی و سطوح سرمی میوستاتین در مردان جوان، مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اراک ۱۳۸۷؛ سال ۱۲، شماره ۲: ۹۷-۸۹.

4. Frotzler A , Coupaud S, Perret C , Kakebeeke TH, Hunt KJ, Eser P. Effect of detraining on bone and muscle tissue in subjects with chronic spinal cord injury after a period of electrically stimulated cycling: a small cohort study. J Rehabil Med 2009; 41: 282-85.

5. Turnerc H. Exercise as a therapy for osteoporosis. Bone J 1998; 23: 83-85.

6. Barlte JP, Coxam V, Dovicco MJ. Physical exercise and the skeleton. Arch Physiol Biochem 1995; 103: 681-98.

7. Habibzadeh N. Effects of two-month walking exercise on bone mass density in young, thin women. J Biomed Human Kinet 2010; 2: 5-8.

8. Kosalanan S. The effects of exercise on bone. Biomechanics 2005; 763: 1-2.

۹. آلویا، جان اف، نویسنده. پوکی استخوان راهنمای پیشگیری و درمان. شهرام فرجزاده، مترجم. چاپ دوم. تهران: موسسه نشر علم و حرکت؛ ۱۳۷۷.

10. Lai CH, Chang WH, Chan WP, Peng CW, Shen LK, Chen JJ, et al. Effects of functional electrical stimulation cycling exercise on bone mineral density loss in the early stages of spinal cord injury. J Rehabil Med 2010; 42: 150-54.

11. Hamrick MW, Skedros JG, Pennington C, McNeil PL. Increased osteogenic response to exercise in metaphyseal versus diaphyseal cortical bone. J Musculoskelet Neuronal Interact 2006; 6: 258-63.

12. Cavalié H, Horcajada-Molteni MN, Lebecque P, Davicco MJ, Coxam V, Lac G, et al. Progressive isometric force training and bone mass in rats. J Musculoskel Neuron Interact 2003; 3:47-52.

۱۳. بیژه، ناهید؛ هاتف، حمیدرضا. بررسی میزان تراکم استخوانی (BMD) و قدرت عضلات در زنان تکواندوکار و غیرورزشکار. مجله پژوهش در علوم ورزشی ۱۳۸۷؛ ۱۹: ۹۶-۸۵.

14. Shilin D. Effects of exercise therapy on bone mineral density in early postmenopausal women: a controlled trial. Front. Med. China 2009; 3:323–29.

15. Petersen AV. Dual Energy X-ray Absorptiometry, or DEXA scanning, is currently the most widely used method to measure bone mineral density. Available from: http://www.gorhams.dk/html/what_is_dexa_scanning.html.

۱۶. ویلمور جک اچ، کاستیل دیوید ال، نویسندگان. فیزیولوژی ورزش وفعالیت بدنی. معینی ضیاء و همکاران، مترجمان. تهران: انتشارات مبتکران؛ ۱۳۸۳.

17. Ljunghall S, Joborn H, Roxin LE, Rastad J, Wide L, Akerström G. Prolonged low-intensity exercise raises the serum parathyroid hormone levels. Clinical Endocrinol (Oxf) 1986; 25: 535-42.

18. Ljunghall S, Joborn H, Roxin LE, Skarfors ET, Wide LE, Lithell HO. Increase in serum parathyroid hormone level after prolonged exercise. Med Sci Sports Exerc 1988; 20:122-25.

Archive of SID

www.SID.ir