

## تأثیر یک دوره تمرین مقاومتی به همراه دریافت ویتامین D بر سطح سرمی IGF-I و شاخصهای کارکردی عضله زنان یائسه

دکتر عباس صارمی<sup>۱\*</sup>، دکتر نادر شواندی<sup>۲</sup>، هاجر وفاپور<sup>۳</sup>

۱. استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه اراک

۲. دانشیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه اراک

۳. کارشناس ارشد، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه اراک

### چکیده

**سابقه و هدف:** ویتامین D نقش مهمی در رشد و نگهداری کارکرد و توده عضلانی دارد و ممکن است مزایای تمرین ورزشی را افزایش دهد. هدف این مطالعه تعیین اثرات ۸ هفته تمرین مقاومتی با و بدون مکمل سازی ویتامین D بر ترکیب بدنی زنان یائسه کم تحرک بود.

**مواد و روشها:** در این کارآزمایی بالینی ۴۵ خانم مسن ( $56.7 \pm 3.4$  سال) به طور تصادفی به گروههای تمرین مقاومتی، تمرین مقاومتی به همراه ویتامین D ( $5000$  واحد در هفته) و کنترل اختصاص داده شدند. برنامه تمرین مقاومتی  $60-50$  دقیقه در روز، سه روز در هفته و برای ۲ ماه بود. از گروه کنترل غیر ورزشی خواسته شد در طول دوره ۲ ماهه تحقیق فعالیت بدنی معمول خود را حفظ کنند. سطوح سرمی فاکتور رشد شبه انسولین نوع یک،  $25$ -هیدروکسی ویتامین D، ترکیب بدنی و کارکرد عضله قبل و بعد از دوره تمرینی ارزیابی شد.

**یافته‌ها:** مکمل سازی با ویتامین D سطوح سرمی  $25$ -هیدروکسی ویتامین D را به طور معنی داری افزایش داد ( $p < 0.05$ ). تمرین مقاومتی موجب افزایش معنی دار سطوح سرمی فاکتور رشد شبه انسولین نوع یک، توده و قدرت عضلانی شد ( $p < 0.05$ ). مکمل سازی با ویتامین D همراه با تمرین مقاومتی منجر به افزایش بیشتر در سطوح سرمی فاکتور رشد شبه انسولین نوع یک، قدرت و توده عضلانی گردید ( $p < 0.05$ ).

**نتیجه گیری:** این نتایج پیشنهاد می کند که تمرین مقاومتی برای افزایش قدرت و توده عضلانی یک روش ایمن و مؤثر است و ترکیب کردن ویتامین D می تواند برخی اثرات مفید تمرین را در یک دوره دو ماهه افزایش دهد.

### واژگان کلیدی: یائسگی، قدرت عضله، تمرین مقاومتی، ویتامین D

لطفاً به این مقاله به صورت زیر استناد نمایید:

Saremi A, Shavandi N, Vafapour H. Eight-week resistance training with vitamin D supplementation in postmenopausal women: Effects on skeletal muscle. *Pejouhandeh* 2013;18(2):57-63.

### مقدمه

مردان کمتر به اوج توده عضله و استخوان خود دست می یابند، آنها بیشتر مستعد اختلالات اسکلتی-عضلانی مرتبط با افزایش سن هستند. بنابراین شناخت مداخلاتی که احتمالاً با اختلالات اسکلتی-عضلانی مرتبط با سن مقابله می کند، ضروری به نظر می رسد. علاوه بر هورمون درمانی، ورزش و تغذیه مناسب دو عامل خوب شناخته شده برای سلامت سیستم اسکلتی عضلانی هستند (۱ و ۲).

ویتامین D به شکل  $1,25(OH)_2D$  یک هورمون استروئیدی است که عمدتاً به واسطه نقش در هموستاز

فرآیند پیری با کاهش تدریجی قدرت و توده عضله اسکلتی همراه است که به صورت سارکوپنی مشخص می شود. بین سنین ۴۰ تا ۸۰ سالگی توده عضله بین ۳۰ تا ۵۰ درصد کاهش می یابد. این پدیده در هر دوی زنان و مردان اتفاق می افتد و با کاهش تراکم استخوان، افت ظرفیت کارکردی و افزایش خطر افتادن همراه است. از آنجا که زنان نسبت به

\*نویسنده مسؤوّل مکاتبات: دکتر عباس صارمی؛ اراک، خیابان شهید بهشتی، دانشگاه اراک، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، کد پستی: ۳۸۱۵۶-۸۷۹؛ تلفن: ۰۹۱۶۳۴۲۲۶۶۸؛ پست الکترونیک: a-saremi@araku.ac.ir

## مواد و روشها

این پژوهش پس از تأیید کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی اراک در قالب کارآزمایی بالینی یک سو بی خبر اجرا گردید. پس از اطلاع رسانی در چهار مرکز بهداشت شهر اراک، شرکت کنندگان مطالعه فراخوانده شدند. از بین داوطلبان مراجعه کننده در نهایت ۴۵ خانم یائسه (با سپری شدن ۶ ماه از آخرین عادت ماهیانه) ۵۰ تا ۷۰ سال پس از تکمیل فرم رضایت شرکت در تحقیق، انتخاب گردید. تعداد نمونه با توجه خطای نوع اول ( $\alpha=0/05$ ) و توان آزمون ۸۰٪ و همچنین مطالعات مشابه (۲) و در نظر گرفتن ریزش آزمودنیها تعیین گردید. ملاکهای خروج از مطالعه شامل مصرف دخانیات، نارسایی کلیه، سرطان و بیماری قلبی عروقی بود. آزمودنیها در ۶ ماه گذشته تحت هورمون درمانی و مکمل یاری ویتامین قرار نداشتند. رضایت شرکت در تحقیق از همه آزمودنیها دریافت شد و سپس افراد واجد شرایط به سه گروه ۱۵ نفره کنترل، تمرین مقاومتی+دارونما و تمرین مقاومتی+مکمل ویتامین D تقسیم شدند. آزمودنیهای گروه تمرین مقاومتی+مکمل هر هفته ۵۰۰۰ واحد ویتامین D خوراکی به شکل کپسول دریافت می کردند (۱۷)، در حالی که گروه تمرین مقاومتی+دارونما، دارونمای لاکتوز با رنگ و شکل و درصد گرمی مشابه ویتامین D دریافت می کردند. به علاوه، از گروه کنترل خواسته شد در طول دوره تحقیق روش زندگی معمول خود را حفظ کنند. هر دو گروه تمرین+دارونما و تمرین به همراه مکمل در یک برنامه تمرین مقاومتی ۸ هفته ای شرکت نمودند.

یک هفته قبل از شروع تحقیق، آزمودنیها در یک جلسه آشناسازی شرکت کرده و با نحوه صحیح اجرای تمرین با وزنه آشنا شدند و سپس یک تکرار بیشینه (حداکثر وزنه ای که برای یک حرکت می توان بلند کرد) (IRM) حرکات مورد نظر اندازه گیری شد. برنامه تمرین ۳ روز در هفته و برای مدت ۲ ماه بود که بین جلسات ۴۸ ساعت استراحت وجود داشت. تمام جلسات تمرین با ۱۰ دقیقه گرم کردن و حرکات کششی آغاز می شد. حرکات شامل پرس پا، پشت پا، جلو پا، پرس سینه، جلو بازو، و کشش دو طرفه به پایین، در برگرنده عضلات بزرگ بالا و پایین تنه، بود. حرکات مقاومتی بر اساس توصیه های کالج پزشکی ورزشی امریکا برای زنان بالای ۴۵ سال بود (۱۸). در هفته اول آزمودنیها یک ست ۲۰-۱۵ تکراری با شدت ۵۰-۴۰ درصد IRM انجام می دادند. هفته دوم تا چهارم برنامه شامل ۲ ست ۲۰-۱۵ تکراری با شدت ۶۰-۵۰ درصد IRM بود. بین هفته های ۸-۵ تعداد تکرارها به

کلسیم و متابولیسم استخوان شناخته می شود. به هر حال، شواهد رو به رشد نشان می دهد که ویتامین D نقش مهمی در بسیاری از بافتهای بدن از جمله عضله اسکلتی دارد، به طوری که در سطح سلول های عضله اسکلتی سطوح بالای گیرنده ویتامین D وجود دارد و تعداد این گیرنده ها با افزایش سن کاهش می یابد (۳). مطالعات مقطعی نشان می دهد که در افراد مسن ارتباط مستقیمی بین وضعیت ویتامین D و شاخصهای کارکرد بدنی وجود دارد (۴ و ۵). گزارش شده است ارتباط مثبتی بین سطوح ویتامین D با قدرت و توده عضلانی در افراد مسن وجود دارد و خطر افتادن در افراد با سطوح پایین ویتامین D افزایش می یابد (۶). همچنین در چندین مطالعه نشان داده شده است در افراد مسن دریافت مکمل ویتامین D موجب افزایش قدرت و توده عضلانی می شود (۷ و ۸). در مجموع این شواهد نشان می دهند که ویتامین D در رشد و حفظ قدرت و توده عضلانی نقش مهمی دارد (۹).

اخیراً در برخی مطالعات چندین ساز و کار برای اثرات ویتامین D بر افزایش رشد عضله اسکلتی پیشنهاد شده است، از جمله اینکه ویتامین D موجب کاهش بیان میوستاتین (تنظیم کننده منفی رشد عضله اسکلتی) (۱۰) و افزایش تمایز سلول های میوژنیک می شود (۱۱ و ۱۲). به هر حال، فاکتور رشد شبه انسولین نوع یک (IGF-I) یک تنظیم کننده مثبت رشد عضله اسکلتی است و در تعامل با میوستاتین و عوامل میوژنیک نقش کلیدی در حفظ و افزایش توده عضله اسکلتی دارد (۱۳).

از سویی، تمرین ورزشی از نوع مقاومتی یک راهکار مؤثر و سالم برای افزایش قدرت و توده عضلانی و همچنین ظرفیت کارکردی افراد مسن معرفی شده است (۱۴). به هر حال، اثر تعاملی تمرین مقاومتی و دریافت ویتامین D بر کارکرد و توده عضله اسکلتی افراد مسن و ساز و کار احتمالی آنها روشن نیست. به علاوه، کمبود ویتامین D در جمعیت ایران یک مشکل جدی بهداشتی درمانی است، به طوری که ۸۱/۳٪ جمعیت شهری ایران دچار کمبود ویتامین D هستند و این کمبود در بین زنان به مراتب بیشتر از مردان است (۱۵). همچنین در زنان ایرانی شیوع کم تحرکی بالا است که این کمبودها با شیوع بالای اختلالات اسکلتی عضلانی در کشور همراه است (۱۶). از این رو هدف پژوهش حاضر تعیین تأثیر یک دوره تمرین مقاومتی به همراه دریافت ویتامین D بر سطح سرمی IGF-I و شاخصهای کارکردی عضله زنان یائسه بود.

مقاومتی+مکمل و یک از گروه تمرین مقاومتی+دارونما) و یک نفر به علت بیماری (از گروه کنترل) حذف گردیدند. میانگین و انحراف معیار سن آزمودنیهای تحقیق  $۵۶/۷ \pm ۳/۴$  سال بود. در آغاز مداخله، به استثنای قدرت پرس سینه و پرس پا که بین گروهها اختلاف معنی دار وجود داشت ( $P < ۰/۰۵$ ) میانگین بقیه شاخصهای بالینی و تن‌سنجی آزمودنیهای سه گروه تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۱ و ۲).

بعد از ۸ هفته مداخله توده عضلانی هر دو گروه تمرین مقاومتی+دارونما ( $P < ۰/۰۱$ ) و تمرین مقاومتی+مکمل ویتامین D ( $P < ۰/۰۰۶$ ) به طور معنی داری افزایش یافت، هر چند مقایسه اختلاف میانگین گروهها نشان داد که این افزایش در گروه تمرین مقاومتی+مکمل ویتامین D بیشتر است ( $P < ۰/۰۵$ ). همچنین قدرت عضلانی بالاتنه و پایین‌تنه هر دو گروه تمرین مقاومتی+دارونما ( $P < ۰/۰۰۲$ ) و تمرین مقاومتی+مکمل ویتامین D ( $P < ۰/۰۰۰$ ) به طور معنی داری افزایش یافت، البته در این متغیر نیز افزایش در گروه تمرین مقاومتی+مکمل ویتامین D بیشتر بود ( $P < ۰/۰۵$ ) (جدول ۱). از سویی، در هر دو گروه تمرین مقاومتی+دارونما ( $P < ۰/۰۴$ ) و تمرین مقاومتی+مکمل ویتامین D ( $P < ۰/۰۱$ ) سطوح سرمی IGF-I به طور معنی دار افزایش یافت و مقایسه اختلاف میانگین قبل و بعد از مداخله گروهها نشان داد که افزایش در گروه تمرین مقاومتی+مکمل ویتامین D بیشتر می‌باشد ( $P < ۰/۰۴$ ) (جدول ۲). به علاوه، سطح سرمی 25(OH)D تنها در گروه تمرین مقاومتی+مکمل ویتامین D به طور معنی دار افزایش یافت ( $P < ۰/۰۰۱$ ) (جدول ۲).

## بحث

در این پژوهش فرض بر این بود که مکمل‌سازی ویتامین D همزمان با انجام تمرین مقاومتی ممکن است اثرات مفیدی فراتر از آنچه که برای تمرین مقاومتی به تنهایی مشاهده شده است، داشته باشد. یافته‌های اصلی مطالعه حاضر این است که: (۱) تمرین مقاومتی موجب افزایش قدرت و توده عضلانی زنان سالمند می‌شود، (۲) دریافت مکمل ویتامین D حین تمرین مقاومتی با مضاعف شدن این سازگاریهای عضلانی همراه است و (۳) احتمالاً بخشی از اثرات ویتامین D بر قدرت و توده عضلانی از طریق تنظیم افزایشی هورمون آنابولیکی IGF-I اعمال می‌گردد.

در دوران یائسگی تغییرات مهمی در ترکیب بدنی زنان اتفاق می‌افتد که شامل کاهش تراکم استخوان، کاهش قدرت و توده عضلانی است و می‌تواند از طریق مداخلات تغذیه‌ای، هورمون درمانی، ورزش و یا ترکیبی از آنها مدیریت شود. شواهد نشان

۱۵-۱۲ کاهش، در حالی که شدت به ۷۰-۶۰ درصد IRM افزایش می‌یافت. در طول تحقیق اگر آزمودنی به هر علت در جلسه تمرین غیبت می‌کرد، تمرین روز بعد جبران می‌گردید. کلیه جلسات تمرین بین ساعات ۵ تا ۸ عصر تحت نظر متخصص فیزیولوژی ورزش اجرا می‌شد. یک تکرار بیشینه پرس سینه و پرس پا به ترتیب به عنوان شاخصهای قدرت بالاتنه و پایین‌تنه در نظر گرفته شد.

وزن افراد با استفاده از ترازوی سکا با دقت ۰/۵ کیلوگرم اندازه‌گیری شد. قد افراد با استفاده از قد سنج نواری نصب شده بر روی دیوار، با حداقل ۰/۱ سانتیمتر، و دور کمر با استفاده از متر نواری از باریکترین نقطه بین استخوان لگن و دنده آخر تعیین شد. نمایه توده بدن به صورت  $۲$  (متر)قد/کیلوگرم وزن محاسبه شد. توده چربی و توده بدون چربی با استفاده از دستگاه بیوالکتریکال ایمپدانس (In Body, Korea) ارزیابی گردید.

خون‌گیری در دو مرحله، یک روز قبل از اولین جلسه تمرین (پیش‌آزمون) و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین در هفته هشتم و پس از ۸ تا ۱۰ ساعت ناشتایی (بین ساعت ۷-۶ صبح)، انجام شد. پس از اتمام خون‌گیری، نمونه‌ها برای مدت ۱۵ دقیقه با  $۳۰۰۰ \text{ rpm}$  سانتریفوژ گردید و سرم جداسازی شده در دمای  $-۷۰$  درجه سانتیگراد نگهداری شد. غلظت سرمی IGF-I به روش رادیوایمونواسی (کیت شرکت Biosource، سوئیس) با ضریب تغییرات درون‌سنجش و برون‌سنجش کمتر از ۶٪ اندازه‌گیری شد. سطح سرمی 25(OH)D به روش الیزا (کیت شرکت IDS، انگلیس) تعیین شد و ضریب تغییرات درون‌سنجش و برون‌سنجش آن کمتر از ۸٪ بود.

پس از تأیید توزیع نرمال داده‌ها توسط آزمون کولموگروف-اسمیرنوف، برای بررسی اثر متغیر مستقل بر متغیرهای وابسته از آزمون آنالیز واریانس دو طرفه با اندازه‌های مکرر (زمان-گروه) استفاده شد. همچنین از آنالیز واریانس یک طرفه برای مقایسه اختلاف میانگین قبل و بعد از مداخله گروهها استفاده گردید. داده‌ها بصورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار ارائه شده است. تمام عملیات آماری تحقیق توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۵/۰۰ انجام شد و سطح معنی داری آزمونها  $P < ۰/۰۵$  در نظر گرفته شد.

## یافته‌ها

از ۴۵ آزمودنی شرکت‌کننده در تحقیق ۴ نفر [۳ نفر به علت عدم مصرف به موقع مکمل (۲ نفر از گروه تمرین

داشت این مقدار در برابر ۰/۱۸ کیلوگرم کاهش سالانه و طبیعی توده عضلانی بعد از ۵۰ سالگی به دست می‌آید (۲۰). در مطالعه حاضر نیز مشاهده شد که پس از ۸ هفته تمرین مقاومتی به تنهایی قدرت (۰/۲۵) و توده عضلانی (۰/۸۵) کیلوگرم) در زنان سالمند افزایش می‌یابد. در واقع، یافته‌های مطالعه حاضر موافق با سایر گزارشها است (۳ و ۲۱) و از اثرات مثبت تمرین مقاومتی به تنهایی بر بهبود توده و کارکرد عضلانی در افراد سالمند حمایت می‌کند.

می‌دهد که تمرین مقاومتی فزاینده یا تمرین قدرتی یک راهکار مناسب غیر دارویی برای جلوگیری از تحلیل قدرت و توده عضلانی مرتبط با افزایش سن می‌باشد (۱۹). کالج پزشکی ورزشی امریکا اخیراً توصیه نموده است که تمرین مقاومتی یک بخش کلیدی از برنامه‌های سلامت عمومی می‌باشد. به طوری که نتایج پیشنهاد می‌کنند در افراد سالمند نیز پس از انجام تمرینات مقاومتی توده و قدرت عضلانی افزایش می‌یابد؛ اگرچه این مقدار نسبت به افراد جوان سالم کمتر است. البته باید توجه

جدول ۱. ترکیب بدنی و قدرت عضلانی گروههای تمرین+ویتامین D (۱۳ نفر)، تمرین (۱۴ نفر) و کنترل (۱۴ نفر) قبل و بعد از مداخله

متغیر	گروهها	قبل از مداخله	بعد از مداخله	اختلاف میانگین قبل و بعد از مداخله
وزن (کیلوگرم)	تمرین+ویتامین D	۶۹/۵±۵/۱	۶۹/۵±۵/۲	-۰/۰۳±۲/۸
	تمرین	۷۰/۲±۵/۴	۷۰/۰±۵/۰	-۰/۰۵±۲/۵
	کنترل	۷۲/۰±۷/۹	۷۱/۸±۷/۸	-۰/۲±۳/۲
P-value		۰/۳۱	۰/۱۹	
BMI (کیلوگرم/مترمربع)	تمرین+ویتامین D	۲۷/۷±۱/۷	۲۷/۷±۱/۸	-۰/۰۶±۰/۸
	تمرین	۲۷/۵±۲/۲	۲۷/۵±۲/۳	-۰/۰۶±۱/۱
	کنترل	۲۸/۷±۳/۳	۲۸/۶±۳/۳	-۰/۱±۱/۴
P-value		۰/۵۲	۰/۲۴	
توده عضلانی (کیلوگرم) *	تمرین+ویتامین D	۳۶/۱±۵/۶	۳۶/۶±۵/۸	۰/۵±۲/۰
	تمرین	۳۵/۷±۴/۶	۳۵/۹±۴/۶	۰/۲±۲/۱
	کنترل	۳۵/۹±۶/۶	۳۵/۶±۶/۶	-۰/۲±۳/۱
P-value		۰/۴۱	۰/۰۵	
توده چربی (کیلوگرم)	تمرین+ویتامین D	۳۰/۸±۳/۱	۳۰/۴±۳/۳	-۰/۴±۲/۱
	تمرین	۳۱/۸±۳/۱	۳۱/۵±۳/۱	-۰/۳±۲/۵
	کنترل	۳۳/۶±۳/۵	۳۳/۶±۳/۳	-۰/۰۲±۱/۹
P-value		۰/۲۱	۰/۰۵	
پرس سینه (کیلوگرم) **	تمرین+ویتامین D	۱۲/۳±۱/۵	۱۳/۰±۱/۳	۰/۷±۰/۶
	تمرین	۱۴/۳±۲/۱۰	۱۵/۰±۲/۵	۰/۶±۱/۱
	کنترل	۱۳/۳±۲/۱	۱۲/۹±۱/۸	-۰/۴±۰/۸
P-value		۰/۰۵	۰/۰۵	
پرس پا (کیلوگرم) **	تمرین+ویتامین D	۶۱/۱±۱۷/۴	۷۳/۰±۲۴/۳	۱۱/۹±۱۰/۵
	تمرین	۶۱/۶±۱۵/۷	۶۹/۷±۲۰/۵	۸/۱±۱۰/۱
	کنترل	۵۳/۵±۱۱/۱	۵۲/۹±۱۰/۶	-۰/۶±۶/۸
P-value		۰/۰۴	۰/۰۰۱	

\* اختلاف گروه اول ( $P < 0/006$ ) و دوم ( $P < 0/01$ ) معنی دار است.

\*\* اختلاف گروه اول ( $P < 0/001$ ) و دوم ( $P < 0/002$ ) معنی دار است.

جدول ۲. مشخصات بیوشیمیایی گروههای تمرین+ویتامین D (۱۳ نفر)، تمرین (۱۴ نفر) و کنترل (۱۴ نفر) قبل و بعد از مداخله

متغیر	گروهها	قبل از مداخله	بعد از مداخله	اختلاف میانگین قبل و بعد از مداخله
* IGF-I (ng/ml)	تمرین+ویتامین D	۷۴/۱±۱۹/۸	۸۱/۴±۲۴/۵	۷/۲±۱۱/۶
	تمرین	۷۲/۵±۲۲/۲	۷۴/۸±۲۲/۲	۲/۳±۱۲/۵
	کنترل	۷۴/۲±۲۰/۱	۷۴/۲±۲۶/۲	-۰/۰۴±۱۵/۴
P-value		۰/۲۸	۰/۰۲	
** 25(OH)D (ng/ml)	تمرین+ویتامین D	۱۳/۴±۵/۴	۲۴/۱±۶/۵	۱۰/۷±۳/۸
	تمرین	۱۳/۲±۵/۸	۱۳/۶±۶/۳	۰/۴±۲/۹
	کنترل	۱۴/۱±۶/۲	۱۴/۲±۲۶/۲	۰/۰۵±۱۲/۵
P-value		۰/۳۶	۰/۰۰۲	

\* اختلاف گروه اول ( $P < 0/01$ ) و دوم ( $P < 0/04$ ) معنی دار است.

\*\* اختلاف گروه اول ( $P < 0/001$ ) معنی دار است.

در تحقیق حاضر ما دریافتیم که در زنان مسن مبتلا به کمبود ویتامین D دریافت همزمان مکمل ویتامین D و تمرین مقاومتی باعث افزایش بیشتر قدرت و توده عضلانی می‌شود. این یافته ما از این باور که در آزمودنیهای با کمبود ویتامین D، مکمل‌سازی این ویتامین موجب افزایش قدرت و توده عضلانی می‌شود (۲۹)، حمایت می‌کند. البته وقتی با تمرین مقاومتی همراه باشد، اثرات مضاعف می‌گردد. هر چند باید توجه داشت که این اثرات در زنان مسن با وضعیت کمبود ویتامین D مشاهده شده است و تعمیم نتایج آن به افراد با شرایط طبیعی ویتامین D مستلزم تحقیق بیشتر در این زمینه است.

به هر حال، ساز و کار اثرات ویتامین D بر رشد عضله اسکلتی به خوبی روشن نیست. اخیراً در چندین مطالعه گزارش شده است که دریافت ویتامین D موجب افزایش تکثیر و تمایز فاکتورهای میوژنیک (از جمله میوژنین) می‌شود (۱۱ و ۱۲). همچنین پیشنهاد شده است که احتمالاً این اثرات مثبت ویتامین D بر فاکتورهای میوژنیک و متعاقب آن رشد عضله از طریق کاهش بیان ژن میوستاتین (تنظیم کننده منفی رشد عضله) اعمال می‌شود (۱۰). از سوی، شواهد معتقدند که احتمالاً یک تعادل هموستاتیک بین تنظیم کننده‌های مثبت (از جمله IGF-I) و منفی (از جمله میوستاتین) رشد عضله وجود دارد و این تعادل در شرایط هیپرتروفی (از جمله وجود بار) و آتروفی (از جمله بی‌وزنی) عضله جابجا می‌شود (۳۰). در حالی که در مطالعات گذشته اثر ویتامین D بر میوستاتین نشان داده شده است، اما اثر ویتامین D به همراه تمرین مقاومتی بر پاسخ IGF-I تاکنون مورد بررسی قرار نگرفته است. بنابراین یکی از فرضیه‌های مطالعه حاضر این بود که شاید بخشی از اثرات آنابولیک ویتامین D از طریق افزایش IGF-I اعمال گردد. IGF-I یک هورمون آنابولیک مترشحه از کبد است که از طریق افزایش تکثیر و تمایز فاکتورهای میوژنیک موجب افزایش سنتز پروتئین و عضله اسکلتی می‌شود. سطوح IGF-I با افزایش سن کاهش می‌یابد و یکی از واسطه‌های اصلی تحلیل عضلانی مرتبط با سن است (۱۳) و (۳۱). شواهد نشان می‌دهند که در افراد جوان و سالمند تمرین مقاومتی موجب افزایش سطوح IGF-I می‌شود و پیشنهاد شده است بخشی از اثرات آنابولیک تمرین مقاومتی بر حفظ و رشد عضله اسکلتی از طریق این هورمون اعمال می‌گردد (۳۲ و ۳۳). در مطالعه حاضر نیز مشاهده شد که متعاقب ۸ هفته تمرین مقاومتی سطوح

از سوی، در دو دهه گذشته شواهد نشان داده‌اند که نقش ویتامین D فراتر از هموستاز کلسیم می‌باشد. مطالعات نشان می‌دهد که در عضله اسکلتی گیرنده ویتامین D وجود دارد (۲۲) و متابولیت‌های این ویتامین سوخت و ساز عضله را از طریق تحریک سنتز پروتئین، افزایش نسبت تارهای عضلانی نوع ۲ و بهبود کارکرد عضله تحت تأثیر قرار می‌دهند (۲۳). در مطالعه حاضر و در سطح پایه مقدار سرمی ۲۵-هیدروکسی ویتامین D در ۷۰٪ آزمودنیها کمتر از ۲۰ نانوگرم/میلی‌لیتر بود که به صورت وضعیت کمبود ویتامین D تعریف می‌شود (۲۴). این یافته ما همسو با نتایج به دست آمده از سایر مطالعات انجام گرفته در ایران می‌باشد (۱۵). در واقع، این یافته نشان‌دهنده معرف بودن نمونه آماری برای جامعه مورد پژوهش می‌باشد. این کمبود ویتامین D ممکن است به علت کاهش قرارگیری در معرض نور خورشید، کمبود دریافت غذایی و اختلال هیدروکسیلاسیون در کبد و کلیه‌ها باشد (۲۵). در مطالعه حاضر مشاهده شد که در زنان سالمند با سطح پایین ویتامین D پس از ۸ هفته مکمل‌سازی با ویتامین D (هر هفته ۵۰۰۰ واحد)، سطح سرمی ۲۵-هیدروکسی ویتامین D در وضعیت نرمال قرار گرفت و این افزایش ویتامین D با بهبود بیشتر قدرت و توده عضلانی همراه بود. در این ارتباط در چندین مطالعه نشان داده شده است که دریافت مکمل ویتامین D، بدون تمرین ورزشی، موجب بهبود کارکرد عضله می‌شود. برای مثال پیفیر و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که دریافت روزانه ۸۰۰ واحد مکمل ویتامین D بدون تمرین ورزشی با افزایش ۱۱/۵ درصدی قدرت ایزومتریک بازکننده‌های زانو در آزمودنیهای ۷۷ ساله، همراه است (۷). در مطالعه‌ای دیگر دیاموند و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که دریافت روزانه ۵۰۰۰ و ۲۰۰۰ واحد ویتامین D با افزایش قدرت عضلانی زنان میانسال با کمبود ویتامین D همراه است، هر چند اثرات ۵۰۰۰ واحد بیشتر بود (۲۶). همچنین صالح‌پور و همکاران (۲۰۱۲) دریافتند در زنان میانسال ۱۲ هفته دریافت مکمل ویتامین D با افزایش توده عضلانی آزمودنیها همراه است (۲۷). به علاوه در مطالعه‌ای دیگر نیز مشاهده شده است که دریافت ویتامین D موجب افزایش توده عضلانی زنان سالمند می‌شود (۳). البته در مطالعه‌ای اثر معنی‌دار مکمل ویتامین D بر قدرت و توده عضلانی نقض گردیده است (۲۸). احتمالاً بخشی از این تناقضات به تفاوت در دوز دریافتی مکمل، روشهای اندازه‌گیری قدرت و توده عضلانی، سن آزمودنیها و وضعیت ویتامین D در سطح اولیه مربوط می‌شود. در مجموع،

### نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که احتمالاً انجام تمرین مقاومتی به همراه دریافت ویتامین D با افزایش سطح هورمون IGF-I و بهبود قدرت و توده عضلانی در زنان یائسه (با کمبود ویتامین D) همراه است. از این رو، پیشنهاد می‌شود با تغییر در سبک زندگی (تمرین مقاومتی و دریافت بیشتر ویتامین D) می‌توان از سارکوپنی و افت ظرفیت کارکردی در دوران سالمندی جلوگیری کرد و یا حداقل آن را به تعویق انداخت.

### تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان‌نامه دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه اراک مصوب ۱۳۹۱ به شماره ۱۲۵۸۹۹/ب می‌باشد که با حمایت مالی این دانشگاه انجام گردیده است. همچنین از آزمونیهای مطالعه به جهت همکاری صمیمانه در اجرای این طرح تحقیقی سپاس‌گذاری می‌شود.

IGF-I افزایش می‌یابد. همچنین در پژوهش حاضر ما دریافتیم که دریافت ویتامین D حین تمرین مقاومتی با افزایش بیشتر سطوح IGF-I همراه است. در واقع، یافته حاضر نشان می‌دهد که ممکن است حداقل بخشی از اثرات مثبت ویتامین D بر قدرت و رشد عضله اسکلتی از طریق تنظیم افزایشی هورمون IGF-I اعمال گردد.

از محدودیتهای این تحقیق علاوه بر مقطعی بودن و تعداد کم نمونه برای انجام برخی آنالیزهای زیرگروهی (علی‌رغم تعداد کافی نمونه برای آزمون فرضیه اصلی)، عدم ثبت میزان دریافت غذایی و قرارگیری در معرض نور خورشید آزمونیها است و احتمالاً در صورت کنترل و یا ثبت آنها می‌توانستیم به نتایج دقیقتری دست یابیم. همچنین باید توجه داشت که روش تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش-پس آزمون است و انتخاب نمونه‌ها از طریق فراخوان می‌باشد که اینها احتمالاً اعتبار درونی و قدرت تعمیم نتایج را کاهش می‌دهد.

## REFERENCES

1. Silva Neto LS, Karnikowski MG, Tavares AB, Lima RM. Association between sarcopenia, sarcopenic obesity, muscle strength and quality of life variables in elderly women. *Rev Bras Fisioter* 2012;16(5):360-7.
2. Fjeldstad C, Palmer IJ, Bembien MG, Bembien DA. Whole-body vibration augments resistance training effects on body composition in postmenopausal women. *Maturitas* 2009;63(1):79-83.
3. Ceglia L, Harris SS. Vitamin D and its role in skeletal muscle. *Calcif Tissue Int* 2013;92(2):151-62.
4. Houston DK, Tooze JA, Davis CC, Chaves PH, Hirsch CH, Robbins JA, et al. Serum 25-hydroxyvitamin D and physical function in older adults: the Cardiovascular Health Study All Stars. *J Am Geriatr Soc* 2011;59(10):1793-801.
5. Houston DK, Tooze JA, Hausman DB, Johnson MA, Nicklas BJ, Miller ME, et al. Change in 25-hydroxyvitamin D and physical performance in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2011;66(4):430-6.
6. Murad MH, Elamin KB, Abu Elnour NO, Elamin MB, Alkatib AA, Fatourechi MM, et al. Clinical review: The effect of vitamin D on falls: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Endocrinol Metab* 2011;96(10):2997-3006.
7. Pfeifer M, Begerow B, Minne HW, Suppan K, Fahrleitner-Pammer A, Dobnig H. Effects of a long-term vitamin D and calcium supplementation on falls and parameters of muscle function in community-dwelling older individuals. *Osteoporos Int* 2009; 20(2):315-22.
8. Sato Y, Iwamoto J, Kanoko T, Satoh K. Low-dose vitamin D prevents muscular atrophy and reduces falls and hip fractures in women after stroke: a randomized controlled trial. *Cerebrovasc Dis* 2005; 20(3):187-92.
9. Hamilton B. Vitamin D and athletic performance: the potential role of muscle. *Asian J Sports Med* 2011;2(4):211-9.
10. Garcia LA, King KK, Ferrini MG, Norris KC, Artaza JN. 1,25(OH)<sub>2</sub>vitamin D<sub>3</sub> stimulates myogenic differentiation by inhibiting cell proliferation and modulating the expression of promyogenic growth factors and myostatin in C2C12 skeletal muscle cells. *Endocrinology* 2012;152(8):2976-86.
11. Garcia LA, Ferrini MG, Norris KC, Artaza JN. 1,25(OH)<sub>2</sub>vitamin D<sub>3</sub> enhances myogenic differentiation by modulating the expression of key angiogenic growth factors and angiogenic inhibitors in C(2)C(12) skeletal muscle cells. *J Steroid Biochem Mol Biol* 2013;133:1-11.
12. Endo I, Inoue D, Mitsui T, Umaki Y, Akaike M, Yoshizawa T. Deletion of vitamin D receptor gene in mice results in abnormal skeletal muscle development with deregulated expression of myoregulatory transcription factors. *Endocrinology* 2003;144(12):5138-44.
13. Giovannini S, Marzetti E, Borst SE, Leeuwenburgh C. Modulation of GH/IGF-1 axis: potential strategies to counteract sarcopenia in older adults. *Mech Ageing Dev* 2008;129(10):593-601.
14. Valenzuela T. Efficacy of progressive resistance training interventions in older adults in nursing homes: a systematic review. *J Am Med Dir Assoc* 2012;13(5):418-28.

15. Hashemipour S, Larijani B, Adibi H, Javadi E, Sedaghat M, Pajouhi M, et al. Vitamin D deficiency and causative factors in the population of Tehran. *BMC Public Health* 2004;4:38.
16. Mosallanezhad Z, Hörder H, Salavati M, Nilsson-Wikmar L, Frändin K. Physical activity and physical functioning in Swedish and Iranian 75-year-olds - a comparison. *Arch Gerontol Geriatr* 2012;55(2):422-30.
17. Behradmanesh S, Roudini K, Baradaran A. Effect of supplementary vitamin D on improvement of glycemic parameters in patients with type 2 diabetes. *J Isfahan Med Sch* 2011;29(151):1157-63.
18. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39(8):1423-34.
19. Sims ST, Kubo J, Desai M, Bea J, Beasley JM, Manson JE, et al. Changes in physical activity and body composition in postmenopausal women over time. *Med Sci Sports Exerc* 2013;45(4):530-36.
20. Peterson MD, Sen A, Gordon PM. Influence of resistance exercise on lean body mass in aging adults: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43(2):249-58.
21. Bonganha V, Modeneze DM, Madruga VA, Vilarta R. Effects of resistance training (RT) on body composition, muscle strength and quality of life (QoL) in postmenopausal life. *Arch Gerontol Geriatr* 2012;54(2):361-5.
22. Bischoff HA, Borchers M, Gudat F, Duermueller U, Theiler R, Stähelin HB, et al. In situ detection of 1,25-dihydroxyvitamin D3 receptor in human skeletal muscle tissue. *Histochem J* 2001;33(1):19-24.
23. Girgis CM, Clifton-Bligh RJ, Hamrick MW, Holick MF, Gunton JE. The roles of vitamin D in skeletal muscle: form, function, and metabolism. *Endocr Rev* 2013;34(1):33-83.
24. Holick MF. Vitamin D deficiency. *N Engl J Med* 2007; 357(3): 266-81.
25. Boucher BJ. The problems of vitamin D insufficiency in older people. *Aging Dis* 2012;3(4):313-29.
26. Diamond T, Wong YK, Golombick T. Effect of oral cholecalciferol 2,000 versus 5,000 IU on serum vitamin D, PTH, bone and muscle strength in patients with vitamin D deficiency. *Osteoporos Int* 2013;24(3):1101-5.
27. Salehpour A, Hosseinpanah F, Shidfar F, Vafa M, Razaghi M, Dehghani S, et al. A 12-week double-blind randomized clinical trial of vitamin D3 supplementation on body fat mass in healthy overweight and obese women. *Nutr J* 2012;11(78):1-8.
28. López-Torres Hidalgo J. Effect of calcium and vitamin D in the reduction of falls in the elderly: A randomized trial versus placebo. *Med Clin (Barc)* 2013;1(2):1-7. (Full text in Spanish)
29. Stockton KA, Mengersen K, Paratz JD, Kandiah D, Bennell KL. Effect of vitamin D supplementation on muscle strength: a systematic review and meta-analysis. *Osteoporos Int* 2011;22(3):859-71.
30. Heinemeier KM, Olesen JL, Schjerling P, Haddad F, Langberg H, Baldwin KM, et al. Short-term strength training and the expression of myostatin and IGF-I isoforms in rat muscle and tendon: differential effects of specific contraction types. *J Appl Physiol* 2007;102(2):573-81.
31. Puche JE, Castilla-Cortázar I. Human conditions of insulin-like growth factor-I deficiency. *J Transl Med* 2012;10(224):1-29.
32. Gregory SM, Spiering BA, Alemany JA, Tuckow AP, Rarick KR, Staab JS, et al. Exercise-induced insulin-like growth factor I system concentrations after training in women. *Med Sci Sports Exerc* 2013;45(3):420-8.
33. Orsatti FL, Nahas EA, Maesta N, Nahas-Neto J, Burini RC. Plasma hormones, muscle mass and strength in resistance-trained postmenopausal women. *Maturitas* 2008;59(4):394-404.