Journal of Gerontology (joge)
Vol 3, No 4, Spring 2019
DOI: 10.29252/joge.3.4.4

Effect of 12-week elastic-band resistance training on muscle quality and serum CAF in elderly women with osteocsarcopenic obesity: a randomized clinical trial

*Banitalebi E[1], Faramarzi M[1], Mardaniyan Ghahfarrokhi M[2], Savari Nikoo F[3], Soltani N[3], Bahram Zadeh A[3]

1- Associate Professor in Exercise Physiology, Department of Sport Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran **(Corresponding Author)**
Email: banitalebi.e@gmail.com
2- PhD Student in Exercise Physiology, Department of Sport Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
3- Msc in Exercise Physiology, Department of Sport Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

Abstract

Introduction: Osteosarcopenic obesity results from musculoskeletal degradation and increase in fat tissue. The purpose of this study was to investigate the effect of 12 weeks elastic-band resistance training on muscle quality and serum CAF in elderly women with osteosarcopenic obesity.

Method: In this single blind randomized clinical trial, 48 elderly women with osteosarcopenic obesity (based on the results of the DEXA test, age 64.63 ± 3.68, fat percentage 45.4 ± 6.6, BMI 3.71 ± 1/33, T score of bone minerals density of femur and 1-4 lumbar spine -1.86 ± 1.42) were randomly divided to control (n = 22) and exercise (n = 26) groups. The training group performed 12 weeks and three sessions at week elastic-band resistance training for all major muscle groups. 48 hours before and after 12 weeks of intervention, a DEXA-test was performed and blood samples were taken. Independent sample t-test was used for within-group comparisons and two-way ANOVA (group* time) was used for comparison between groups.

Results: The results of statistical analysis showed that after 12 weeks of elastic-band resistance training as a result of between-group comparisons, there was a significant difference in muscle quality (P = 0.043), osteosarcopenic obesity Z score (P = 0.303), and hand grip (P = 0.013) was observed between the training and control groups. However, there were not observed significant difference in weight (P = 0.440), body mass index (P = 0.354), fat percentage (P = 0.093), BMC (P = 0.001), BMD (P = 0.564) gait speed (P = 0.22) and CAF (P = 0.501).

Conclusion: According to the results of this study, it seems that elastic-band resistance training improves muscle strength, muscule quality and the status of osteosarcopenic obesity (Z score) in elderly women with osteosarcopenic obesity. Also, due to the lack of significant changes in CAF, at least in this study, CAF is not confirmed as a powerful indicator of muscle quality and physical function.

Keywords: Osteosarcopenic obesity, Resistance training, Elderly, muscle quality, C-Terminal Agrin Fragment (CAF).

Received: 25 May 2019 Accepted: 15 July 2019

Access this article online

Website: www.joge.ir

DOI: 10.29252/joge.3.4.4

تأثیر ۱۲ هفته تمرین مقاومتی با باند کشی بر کیفیت عضلانی و غلظت سرمی CAF در زنان سالمند مبتلا چاقی استئوسارکوپنیک: یک کارآزمایی بالینی تصادفی شده

*ابراهیم بنی طالبی[۱]، محمد فرامرزی[۱]، مجید مردانیان قهفرخی[۲]، فریده سواری نیکو[۳]، ندا سلطانی[۳]، آزیتا بهرام زاده[۳]

۱-دانشیار فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران **(نویسنده مسئول)**
پست الکترونیکی: banitalebi.e@gmail.com
۲- دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.
۳- کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

نشریه سالمندشناسی دوره ۳ شماره ۴ بهار ۱۳۹۸، ۵۱-۴۰

چکیده

مقدمه: چاقی استئوسارکوپنیک ناشی از فرآیندهای تحلیل بافتی عضلانی- اسکلتی و افزایش بافت چربی می‌باشد. هدف مطالعه حاضر بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرین مقاومتی با باندهای کشی بر کیفیت عضلانی و غلظت سرمی CAF در زنان سالمند مبتلا چاقی استئوسارکوپنیک است.

روش: در این کارآزمایی بالینی تصادفی شده یک سو کور، ۴۸ زن سالمند دارای چاقی استئوسارکوپنیک (بر اساس نتایج آزمایش دگزا، سن ۳/۶۸ ± ۶۴/۱۳، درصد چربی ۶/۵۶ ± ۴۵/۴، شاخص توده بدنی ۳/۷۱ ± ۳۳/۱، نمره T چگالی مواد معدنی استخوان‌های ران و مهره‌های ۱ تا ۴ کمری ۱/۴۲±۱/۸۶-) به صورت تصادفی به دو گروه کنترل (۲۲ نفر) و تمرین (۲۶ نفر) تقسیم شدند. گروه تمرین به مدت ۱۲ هفته و سه جلسه در هفته تمرینات مقاومتی با باندهای کشی را برای همه‌ی گروه‌های عضلانی اصلی انجام دادند. ۴۸ ساعت پیش و پس از ۱۲ هفته مداخله آزمایش دگزا انجام و نمونه های خون گرفته شد. جهت مقایسه‌های درون گروهی از آزمون‌های t وابسته و جهت مقایسه‌های بین گروهی از آنالیز واریانس دوطرفه (طرح زمان*گروه) استفاده شد.

یافته ها: نتایج آنالیز آماری نشان داد پس از ۱۲ هفته تمرین مقاومتی با باند الاستیک در نتیجه مقایسه های بین گروهی تفاوت معنی داری در کیفیت عضلانی (P=۰/۰۴۳)، نمره Z چاقی استئوسارکوپنیک (P=۰/۰۳۰) و قدرت پنجه دست (P=۰/۰۱۳) بین گروه تمرین و کنترل مشاهده شد. با این وجود تفاوت معنی داری در وزن (P=۰/۴۴۰)، شاخص توده بدنی (P=۰/۳۵۴)، درصد چربی (P=۰/۰۹۳) BMD (P=۰/۰۰۱) BMC (P=۰/۵۶۴)، سرعت راه رفتن (P=۰/۲۲۰) و CAF (P=۰/۵۰۱) مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج پژوهش به نظر می رسد تمرین مقاومتی با باند الاستیک موجب بهبود قدرت عضلانی، کیفیت عضلانی و بهبود وضعیت چاقی استئوسارکوپنیک (نمره Z) زنان سالمند مبتلا به چاقی استئوسارکوپنیک می شود. همچنین با توجه به عدم تغییر معنی دار CAF، حداقل در این مطالعه CAF به عنوان نشانگر قدرتمند کیفیت عضلانی و عملکرد جسمانی تایید نمی شود.

کلیدواژه ها: چاقی استئوسارکوپنیک، تمرین مقاومتی، سالمند، کیفیت عضلانی، قطعه پایانه C آگرین.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۳/۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۴/۲۲

مقدمه

جمعیت سالمند در سراسر جهان به شدت در حال افزایش است. با توجه به پیش بینی های انجام شده جمعیت سالمند جهان تا سال ۲۰۵۰ حدود ۲ میلیارد نفر خواهد بود (۱). سالمندی پیامد های ناگوار متعددی از جمله افزایش خطر بیماریهای متابولیک و به دنبال آن هزینه های گزاف مراقبت های سلامتی را به همراه دارد (۲). سالمندی همچنین موجب تغییرات فیزیولوژیکی متعددی می شود که تغییرات ترکیب بدنی (بافت های عضلانی، استخوانی و چربی) بارزتر هستند (۳). به طور طبیعی با افزایش سن سطح فعالیت بدنی و کیفیت زندگی کاهش می یابد. کاهش فعالیت بدنی موجب کاهش توده عضلانی و استخوانی و به طبع آن کاهش عملکرد عضلانی- اسکلتی می شود (۴). بر خلاف بافت عضلانی و استخوانی، بافت چربی با افزایش سن افزایش یافته، سپس به فلات رسیده و ممکن است در سالمندی کاهش اندکی داشته باشد (۵). اما در سالمندی تغییر در توزیع چربی مهمتر از افزایش بافت چربی است. با افزایش سن چربی احشایی و نفوذ چربی در داخل

بافت عضله اسکلتی افزایش می یابد که پیامد آن کاهش قدرت، عملکرد و کیفیت عضله اسکلتی است (۶). اخیرا بر اساس ارتباط بین کاهش توده عضلانی و اسکلتی و افزایش توده چربی در سالمندان اصطلاحات سارکواستئوپنیا، سارکواستئوپورسیس، چاقی سارکوپنیک (SO) و چاقی استئوسارکوپنیک (OSO) توسط دانشمندان پیشنهاد شده است (۳، ۷، ۸). چاقی استئوسارکوپنیک ناشی از تغییرات هورمونی، کاهش فعالیت جسمانی، کاهش پروتئین رژیمی و یا کمبود ویتامین D و همچنین افزایش سطوح چربی است و با برخی شرایط کاتابولیسمی ناشی از التهاب مزمن، و پوکی استخوان همراه است (۹). فعالیت جسمانی برای بهبود سلامت فیزیکی و روانی افراد در تمام سنین بویژه در دوران سالمندی مورد نیاز است (۱۰). بخصوص در مورد سندرم OSO، فعالیت جسمانی حتی در شدت‌های کم و متوسط، برای حفظ و بهبود قدرت و کیفیت عضلانی، بهبود تعادل و دامنه ی حرکتی در سالمندان ضروری است (۱۱). از این رو تمرینات مقاومتی سبب افزایش قدرت عضلانی و هیپرتروفی می شوند (۱۲). تمرین مقاومتی می تواند جهت کاهش اثرات مرتبط با چاقی استئوسارکوپنیک و بهبود ترکیب بدن (توده عضلانی، استخوان و چربی) موثر باشند (۱۳). همچنین تمرین مقاومتی یک ابزار موثر و مناسب جهت مقابله با ضعف عضلانی و ناتوانی، بهبود قدرت، اندازه، عملکرد و کیفیت عضلانی (۱۴-۱۶) حتی برای افراد سالمند بیشتر از ۸۰ سال است (۱۷). روش‌های تمرین مقاومتی سنتی یا وزنه های آزاد، استرس شدیدی بر سیستم عضلانی – اسکلتی و مفاصل وارد کرده و از ایمنی بالایی بویژه برای سالمندان برخوردار نیست (۱۸). امروزه باندهای الاستیک به دلیل ارزان بودن، دسترسی آسان، تاثیر بر بهبود ترکیب بدن، عملکرد جسمانی و سازگاری های فیزیولوژیکی و سهولت در انجام طیف وسیعی از تمرینات بالاتنه و پایین تنه در هر مکانی به صورت برنگرا و درون گرا، به طور گسترده ای در توانبخشی گروه های خاص استفاده می شوند. (۱۹،۲۰). در زمینه تاثیر تمرینات مقاومتی بر کیفیت عضلانی هافمن و همکاران نشان دادند که ۶ ماه تمرین مقاومتی با باند الاستیک موجب افزایش معنی دار کیفیت عضلانی حتی در زنان بسیار سالخورده (زنان ۶۵ تا ۹۲ ساله) می شود (۲۱). همچنین فراری و همکاران (۲۰۱۶)، نشان دادند که ۱۰ هفته تمرینات مقاومتی کانکارنت موجب افزایش ۸ تا ۱۵ درصدی در کیفیت عضلانی مردان سالمند می شود (۲۲).

از طرف دیگر اخیرا پژوهش های با هدف شناخت مکانیسم های سالمندی و پیامد ها جسمانی آن انجام شده و نشانگرهایی به عنوان بازسازهای واقعی بافت معرفی شده اند. یکی از این نشانگر ها قطعه پایان c آگرین (CAF) می باشد. CAF یک نشانگر خونی برای بازسازی عصبی عضلانی است (۲۳،۲۴). CAF یک پپتید مشتق از پروتئین آگرین می باشد و نقش مهمی در حفظ و نگهداری پیوندگاه عصبی عضلانی (NMJ) دارد. در نتیجه تخریب اتصال عصبی عضلانی و عصب زدایی تار عضله اسکلتی، آگرین تحت فعالیت آنزیم نروتروپسین سیناپسی شکسته شده و CAF ۲۲ کیلو دالتونی به خون ترشح می شود (۲۵،۲۶). یکی دیگر از تغییرات فیزیولوژیک ناشی از سالمندی کاهش عملکرد عصبی است که عموما به دلیل تخریب پیوندگاه عصبی عضلانی رخ می دهد (۲۷). گزارش شده است که در سالمندان به علت تجزیه پیوندگاه عصبی عضلانی غلظت CAF گردش خون افزایش می یابد (۲۸). در مورد تاثیر تمرینات مقاومتی بر CAF پژوهش های محدودی صورت گرفته و نتایج متناقضی در دسترس است. فراگالا و همکاران (۲۰۱۴)، در نتیجه ۶ هفته تمرین مقاومتی افزایش معنی داری در سطوح CAF خون افراد سالمند مشاهده کردند (۲۹). نشان داده شده است که ۱۲ هفته تمرین مقاومتی همراه با مکمل ویتامین D موجب کاهش معنی دار سطوح CAF سالمندان می شود (۳۰). بوناک و همکارانش (۲۰۱۵)، نشان دادند که ۱۲ ماه فعالیت بدنی سازمان یافته (شامل ترکیبی از انواع تمرینات ورزشی) تاثیر معنی داری بر سطوح CAF زنان و مردان سالمند نداشت (۳۱). همچنین شریفی مقدم و همکاران (۱۳۹۷)، نیز بیان کردند که ۱۲ هفته تمرین مقاومتی سنتی، با و بدون محدودیت جریان خون موجب تغییر معنی داری در سطوح CAF زنان سالمند نمی شود (۳۲).

بر اساس ادبیات موجود مطالعات اندکی و متناقضی در مورد تاثیر تمرین مقاومتی بر کیفیت عضلانی و CAF در زنان سالمند دارای چاقی استئوسارکوپنیک انجام شده است. لذا هدف این پژوهش بررسی تاثیرات ۱۲ هفته تمرین مقاومتی با باندکشی بر کیفیت عضلانی و CAF در زنان سالمند دارای چاقی استئوسارکوپنیک می باشد.

روش مطالعه

این پژوهش یک کارآزمایی بالینی تصادفی (RCT) یک سو کور می باشد که بر اساس بیانیه کانسورت (CONSORT) برای آزمایشهای تصادفی درمان غیردارویی انجام شد (۳۳،۳۴). این پروتکل در مرکز کارآزمایی بالینی (IRCT) با کد

IRCT۲۰۱۴۱۱۱۸۰۱۹۹۹۵N۱۰ به ثبت رسیده است.

در این پژوهش از بین ۱۰۲ نفر مراجعه کننده اولیه و پس از بررسی شرایط ورود و خروج از مطالعه ۳۲ نفر به دلیل نداشتن شرایط ورود به مطالعه و ۷ نفر به دلیل انصراف از شرکت در پژوهش از مطالعه خارج شدند. ۶۳ فرد باقیمانده به صورت تصادفی به دو گروه تجربی (۳۲ نفر) و کنترل (۳۱ نفر) تقسیم شدند. در طول ۱۲ هفته پروتکل پژوهش ۶ نفر از گروه تجربی (۳ نفر به دلایل شخصی و ۳ نفر به دلیل مشکلات خانوادگی) و ۹ نفر از گروه کنترل (۷ نفر به دلایل شخصی، ۱ نفر به دلیل مشکلات خانوادگی و ۱ نفر به دلیل تغییر مکان زندگی) از ادامه پژوهش حذف شدند. نهایتا ۲۶ نفر در گروه تجربی و ۲۲ نفر در گروه کنترل مطالعه را به پایان رساندند و اطلاعات مربوز به این افراد به عنوان داده در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت (نمودار۱. فلوچارت کانسورت). حجم کل نمونه با توجه به: ۱- روش آماری؛ ۲- وجود دو گروه؛ ۳- خطای نوع یک ۵٪؛ ۴- خطای نوع دوم =۲۰٪؛ ۵- توان آماری آزمون =۸۰٪؛ ۶- اندازه اثر = ۰/۲۰ با استفاده و نرم افزار G * Power (نسخه ۳،۱،۹،۲) ۴۸ نفر محاسبه شد. حجم نمونه نهایی ۶۳ نفر پس از پیش بینی میزان ریزش ۲۰٪، برآورد شد. کلیه بیماران واجد شرایط توسط یک پزشک انتخاب شدند. در این مطالعه بیماران واجد شرایط با استفاده از ابزار جذب سنجی اشعه ایکس دوگانه انرژی (DEXA)، محدوده سنی ۶۰-۸۰ سال، درصد چربی بدن > ۳۲ درصد، BMI > ۳۰ کیلوگرم به متر مربع، ۱- ≤ T- score ≤ ۲،۵- از L۱-L۴ و یا کل استخوان ران و یا سر استخوان ران و سرعت راه رفتن (MWT ۱۰) ≥ ۱ متر بر مجذور ثانیه انتخاب شدند (۱۳،۳۵). همه شرکت کنندگان بر اساس دیگر معیارهای ورود به مطالعه مانند: عدم ابتلا به بیماری‌های مزمن مثل فشارخون بالا، مشکلات تیروئید و یا کلیوی، سرطان، دیابت یا پوکی استخوان خیلی شدید (T-score ۲/۵- >) نیز مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین عدم استفاده از هورمون درمانی، عدم داشتن تمرین منظم بیشتر از ۳۰ دقیقه در طول هفته طی شش ماه گذشته، عدم مصرف مکمل‌های غذایی در طی ۳ ماه گذشته نیز در نظر گرفته شد. ملاکهای خروجی مواردی همچون تمرینات جسمانی موازی، پیروی از رژیم کاهش دهنده وزن بیشتر از ۵ کیلوگرم در سه ماه گذشته، هورمون درمانی و یا مصرف هر دارویی که روی تراکم استخوان، بافت چربی و یا سیستم هورمونی تاثیرگذار بود را شامل می شد.

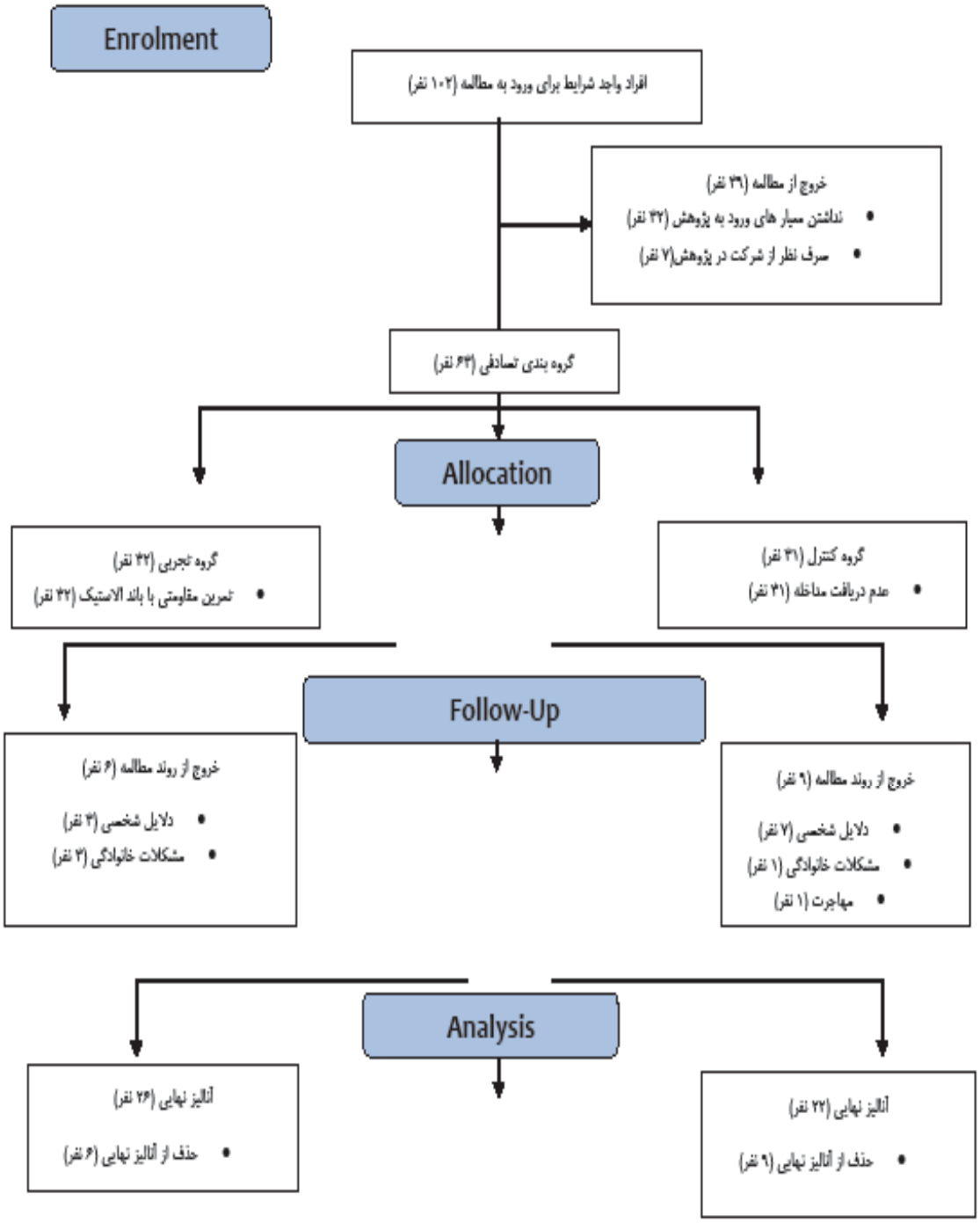
رضایت آگاهانه از تمام بیماران بعد از ارزیابی اولیه و تصادفی‌سازی اخذ شد (۳۶). تصادفی‌سازی توسط یک دستیار تحقیق به صورت بلوک‌های دوتایی انجام شد. مربیانی که در جمع آوری داده ها دخیل نبودند، تمرینات را انجام دادند و بر بیماران در گروه کنترل نظارت کردند. بیماران در گروه کنترل هیچ‌گونه دستورالعملی را در مورد تغییر رژیم غذایی معمول و فعالیت‌های بدنی خود، در طول دوره مطالعه دریافت نکردند و در هیچ برنامه‌ای برای تغذیه یا تمرین شرکت نکردند. بیماران در گروه کنترل به صورت تماس تلفنی و یا مصاحبه حضوری، یک بار در هفته مورد کنترل قرار می‌گرفتند. در طول این بازدیدهای هفتگی، مشکلات بهداشتی، مشکلات عملکردی و استفاده از دارو توسط یک محقق آموزش دیده ثبت می شد. در عین حال محقق، الزام بر حفظ رژیم غذایی معمول و رویه‌های فعالیت روزانه را تاکید می‌کرد.

پس از اندازه‌گیری‌های آزمون های عملکردی اولیه، از آزمودنی های واجد شرایط نمونه خون و آزمایش دگزا گرفته شد. ابتدا و به مدت ۲ هفته و سه جلسه‌ی یک تا یک و نیم ساعته در هر هفته تمرینات مقاومتی با باند کشی با استفاده از باند زرد رنگ جهت آشنا سازی با ابزار تمرین، محیط تمرین و اصلاح حرکات بیماران انجام شد. سپس، برنامه تمرین به مدت ۱۲ هفته آغاز شد. بعد از اتمام دوره تمرین، پس از ۴۸ ساعت از آخرین جلسه‌ی تمرین مجدداً اخذ نمونه خون، آزمایش دگزا، اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریک، عملکردی و آزمایشگاهی در شرایط و زمان آزمون‌های اولیه و با همان ابزار توسط محقق و متخصص آزمایشگاه انجام پذیرفت. همچنین شرایط OSO بیماران با استفاده از فرمول زیر بررسی شد.

فرمول شاخص OSO

(Muscular strength Z-core) + (SMM Z-score) + (۱− × body fat Z-score) + (BMD Z-score)/۴

روش تمرینی در طول ۲ جلسه قبل از شروع پروتکل‌های تمرین به بیماران آموزش داده خواهد شد. علاوه بر این، در ۲ جلسه اول، بیماران جهت کنترل شدت ورزش با استفاده از تعداد تکرار هدفمند (TNRs) و مقیاس تمرین مقاومتی (OMNI OMNI-RES) تمرین داده شدند (۳۷، ۲۰). در تمرینات مقاومتی با کش الاستیک بیماران با افزایش یا کاهش فاصله دست ها به راحتی می‌توانند مقاومت را تنظیم کنند. از آن‌ها خواسته شد که یک باند الاستیک متناسب را انتخاب کنند که به آن‌ها اجازه می داد تا RM-۲۰ را انجام دهند (۲۰).



نمودار ۱: فلوچارت کانسورت

به طور کلی تمرین مقاومتی با باند الاستیک (Thera Band®، شرکت هیژنیک، آکرون، OH، USA) برای تمرین همه گروه‌های عضلانی اصلی طراحی (حجم و شدت تمرین به طور مداوم افزایش یافت) و سه بار در هفته با کنترل و نظارت محقق اجرا شد. به منظور سهولت در کنترل و نظارت و افزایش دقت و درستی اجرای حرکات، بیماران به چهار گروه ۶-۸ نفره تقسیم بندی شدند و هر گروه در ساعت مشخص با نظارت مستقیم و کامل محقق در جلسه تمرین شرکت کردند و تمرینات بر اساس دستورالعملهای کالج پزشکی ورزشی آمریکا (ACSM) که برای تمرینات مقاومتی سالمندان توصیه شد انجام شد. هر جلسه تمرین با گرم کردن

عمومی۱۰ دقیقه‌ای شروع می شد، سپس تمرینات مقاومتی با الاستیک باند (۳۵–۴۰ دقیقه) بصورت کنترل شده و آهسته برای هر یک از شش گروه عضلانی (پاها، پشت، شکم، قفسه سینه، شانه و بازو) انجام شد و با ۵ دقیقه زمان برای سرد کردن جلسه تمرین به پایان می رسید (جدول ۱) و به منظور رعایت اصل اضافه بار پس از هر ۲ هفته تمرین شدت تمرین بر با استفاده از تغییر رنگ الاستیک باند افزایش یافت که بر همین اساس آنها به ترتیب از زرد به قرمز، آبی، سبز، مشکی، نقره ای تغییر یافت (جدول۲). علاوه بر این، حجم تمرین با افزایش تعداد ست‌ها از یک به دو ست و میزان پیشرفت بر اساس بهبود فردی (اگر بیمار قادر به انجام دو تکرار بیشتر در ست دوم بود و گزارش می شد که براساس مقیاس OMNI (۳۷)، مقاومت اعمال شده برای عضله فعال کمتر از ۷ (۰ بسیار آسان به ۱۰ بسیار سخت) است و رنگ کش تغییر می یافت) افزایش یافت. لازم به ذکر است کلیه برنامه های تمرینی هر روز بین ساعت ۸–۱۲ صبح انجام گردید.

سطوح CAF در سطح سرم، به روش الایزا و با کیت (NTCAF ELISA, Neurotune AG, Schlieren-Zurich, Switzerland) اندازه گیری شد. همچنین سطوح BMD، BMC و کیفیت عضلانی در ابتدا و انتهای پروتکل پژوهش توسط آزمایش دگزا اندازه گیری شد.

جهت تجزیه و تحلیل آماری در این پژوهش از میانگین و انحراف معیار به عنوان آمار توصیفی استفاده شد. جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف–اسمیرنوف استفاده شد. جهت مقایسه گروه ها در پیش آزمون از آزمون t مستقل استفاده شد. به منظور مقایسه‌های بین‌گروهی از آزمون آنوای دو راهه (طرح گروه*زمان) استفاده شد. اندازه اثر (ES) با استفاده از آزمون Partial Eta squared محاسبه شد. تمامی آزمون‌ها در سطح معنی‌داری ۰/۰۵و با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد.

جدول ۱: پروتکل تمرین الاستیک باند

نوع حرکت	شدت (ست/ تکرار)	گروه عضلانی درگیر	مدت (دقیقه)
گرم کردن			
تمرین جنبشی گردن/ اندام فوقانی و پشت فلکشن و اکستنشن اندام های تحتانی	– –	عضلات خم کننده و باز کننده بخش فوقانی عضلات خم کننده و باز کننده بخش تحتانی	۵ ۵
بخش فوقانی			
۱–پرس سینه نشسته	۱۲–۱۰	عضلات باز کننده فوقانی (سینه، سه سر)	۱۰–۵
۲–حرکت پارویی نشسته	۱۲–۱۰	عضلات خم کننده فوقانی (پشتی، ذوزنقه)	۱۰–۵
۳– خم کردن آرنج نشسته	۱۲–۱۰	عضلات خم کننده آرنج	۱۰–۵
۴–باز کردن آرنج ایستاده	۱۲–۱۰	عضلات باز کننده آرنج	۱۰–۵
۵– بالا بردن جانبی کش به حالت ایستاده	۱۲–۱۰	عضلات سرشانه(دلتوئید،ذوزنقه)	۱۰–۵
۶–کرانچ شکمی با دستگاه	۱۲–۱۰	عضلات مرکزی	۱۰–۵
بخش تحتانی			
۷–باز کردن زانو به حالت خوابیده	۱۲–۱۰	عضلات بازکننده تحتانی(همسترینگ)	۱۰–۵
۸– جمع کردن زانو پا به حالت نشسته	۱۲–۱۰	عضلات خم کننده تحتانی(چهارسرانی)	۱۰–۵
۹–بالا بردن ساق پا به حالت نشسته	۱۲–۱۰	عضلات بازکننده بخش تحتانی	۱۰–۵
۱۰–دور کردن پا به حالت نشسته	۱۲–۱۰	عضلات دورکننده بخش تحتانی	۱۰–۵
۱۱–نزدیک کردن پا به حالت نشسته	۱۲–۱۰	عضلات نزدیک کننده بخش تحتانی	۱۰–۵
۱۲–باز کردن زانو به حالت نشسته	۱۲–۱۰	گروه عضلات همسترینگ	۱۰–۵
۱۳– دورسی فلکشن نشسته	۱۲–۱۰	عضلات خم کننده مچ پا	۱۰–۵
۱۴– پلنتارفلکشن نشسته	۱۲–۱۰	عضلات کف پایی	۱۰–۵
سرد کردن			۵
**نکته: در هر حرکت مدت انقباض کانسنتریک برای ۳ ثانیه و انقباض اکسنتریک به مدت ۷ ثانیه حفظ می شد.			

جدول ۲: پروتکل تمرینی الاستیک باند

	هفته	۲-۱	۴-۳	۶-۵	۸-۷	۱۰-۹	۱۲-۱۱
رنگ باند کشی	زرد قرمز آبی سبز سیاه نقره ای	*	*	*	*	*	*
بار تمرین	تکرار ست RPE	۱۲-۱۰ ۱ ۱۳-۱۰	۱۲-۱۰ ۲ ۱۳-۱۰	۱۲-۱۰ ۲ ۱۳-۱۰	۱۲-۱۰ ۲ ۱۳-۱۰	۱۲-۱۰ ۲ ۱۳-۱۰	۱۲-۱۰ ۲ ۱۳-۱۰

یافته ها

نتایج آنالیز آماری نشان داد تفاوت معنی داری در پیش آزمون در هیچ یک از شاخص های مورد اندازه گیری بین گروه کنترل و تمرین وجود نداشت (P>۰/۰۵) (جدول ۳). پس از ۱۲ هفته تمرین مقاومتی با باند الاستیک در نتیجه مقایسه های بین گروهی تفاوت معنی داری در کیفیت عضلانی (F= ۴/۲۲۵، P =۰/۰۴۳، ES= ۰/۰۴۴)، نمره Z چاقی استئوسارکوپنیک (F=۷/۰۹۱، P=۰/۰۳۰، ES=۰/۰۶۹) و قدرت گفتن دست (F= ۶/۴۱۱، P =۰/۰۱۳، ES=۰/۰۶۵) بین گروه تمرین و کنترل مشاهده شد. با این وجود تفاوت معنی داری در وزن (F= ۰/۶۰۲، P= ۰/۴۴۰، ES=۰/۰۰۷)، شاخص توده بدنی (F= ۰/۵۵۳، P=۰/۳۵۴، ES= ۰/۰۰۴)، درصد چربی (F=۲/۸۸۸، ۰/۰۹۳= P، ES BMC =۰/۰۳۰ (F=۰/۰۳۰، P=۰/۰۰۱، ES=۰/۸۶۲) BMD (F=۰/۳۳۵، P=۰/۵۶۴، ES=۰/۰۰۴)، سرعت راه رفتن (F= ۱/۵۲۴، P=۰/۲۲۰، ES=۰/۰۱۶) و CAF (F=۰/۴۵۶، P=۰/۵۰۱، ES=۰/۰۰۵) مشاهده نشد (جدول ۴).

جدول۳: مقایسه سطوح پایه شاخص ها گروه کنترل و تجربی

شاخص	گروه	پیش آزمون	T	P-value
سن (سال)	کنترل تجربی	۶۴/۰۵ ± ۳/۳۵ ۶۴/۱۱ ± ۳/۸۱	-۰/۰۶۷	۰/۹۴۷
قد (سانتی متر)	کنترل تجربی	۱۵۵/۷۷ ±۴/۱۴ ۱۵۵/۵۹ ±۴/۳۸	-۰/۲۳۹	۰/۸۱۲
وزن (کیلوگرم)	کنترل تجربی	۷۸/۷۳ ±۷/۵۲ ۸۱/۸۱± ۸/۰۳	-۱/۱۲۱	۰/۲۶۸
درصد چربی (٪)	کنترل تجربی	۴۳/۶۰±۲/۶۶ ۴۶/۲۹ ±۳/۴۲	-۱/۸۸۷	۰/۰۶۷
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	کنترل تجربی	۳۲/۵۳ ±۳/۰۱ ۳۳/۷۲ ±۳/۱۵	-۰/۷۶۱	۰/۴۵۱
BMC (گرم)	کنترل تجربی	۲/۱۳ ±۰/۵۰ ۲/۲۴ ±۰/۳۸	-۰/۸۸۵	۰/۳۸۱
BMD (گرم بر سانتی متر مربع)	کنترل تجربی	۱/۰۰۵ ±۰/۴۵۰ ۰/۹۲۹ ±۰/۲۴۵	۰/۸۹۷	۰/۳۷۴
سرعت راه رفتن (متر بر ثانیه)	کنترل تجربی	۰/۴۳۴ ±۰/۰۶۲ ۰/۴۳۴ ±۰/۰۶۱	۰/۸۷۵	۰/۳۸۶
قدرت پنجه دست (کیلوگرم)	کنترل تجربی	۲۰/۴۸±۴/۱۲ ۲۰/۵۴ ±۳/۳۷	۱/۱۷۴	۰/۲۴۷
نمره z چاقی استئوسارکوپنیک	کنترل تجربی	۰/۰۲۲ ±۱/۲۸۱ -۰/۲۷۵ ±۳/۳۷	۰/۱۹۲	۰/۸۴۴
کیفیت عضلانی	کنترل تجربی	۵۷۸/۴۲ ±۱۰۰/۴۶ ۵۶۳/۹۰±۱۰۱/۹۲	-۰/۷۵۷	۰/۴۵۳
CAF (پیکو گرم بر میلی لیتر)	کنترل تجربی	۳/۱۴ ±۰/۵۸ ۲/۸۹ ±۰/۴۴	-۰/۲۳۸	۰/۸۱۳

جدول ۴: بررسی تفاوت های بین گروه های کنترل و تجربی پس از ۱۲ هفته تمرین مقاومتی با باند کشی

شاخص	گروه	زمان		Δ٪	F	P-value	اندازه اثر
		پیش آزمون	پس آزمون				
وزن (کیلوگرم)	کنترل تجربی	۷۸/۷۳±۷/۵۲ ۸۱/۸۱±۸/۰۳	۸۱/۶۶±۱۰/۰۹ ۸۱/۸۷±۹/۸۲	۳/۷۲ ۰/۰۷	۰/۶۸۷ ۰/۶۵۰ ۰/۶۰۲	گروه=۰/۴۰۹ زمان=۰/۴۲۲ تعامل=۰/۴۴۰	۰/۰۰۷ ۰/۰۰۷ ۰/۰۰۷
درصد چربی (٪)	کنترل تجربی	۴۳/۶۰±۲/۶۶ ۴۶/۲۹±۳/۴۲	۴۷/۶۰±۲/۶۵ ۴۷/۳۵±۳/۸۶	۹/۱۷ ۲/۲۹	۰/۷۱۴ ۲۲/۰۴۶ ۲/۸۸۸	گروه=۰/۴۰۰ زمان=۰/۰۰۱ تعامل=۰/۰۹۳	۰/۰۰۸ ۰/۱۹۳ ۰/۰۳۰
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	کنترل تجربی	۳۲/۵۳±۳/۰۱ ۳۳/۷۲±۳/۱۵	۳۳/۳۳±۴/۰۵ ۳۳/۶۵±۳/۶۷	۲/۴۶ -۰/۲۱	۱/۰۱۲ ۰/۲۵۶ ۰/۳۵۴	گروه=۰/۳۱۷ زمان=۰/۶۱۴ تعامل=۰/۵۵۳	۰/۰۱۱ ۰/۰۰۳ ۰/۰۰۴
BMC (گرم)	کنترل تجربی	۲/۱۳±۰/۵۰ ۲/۲۴±۰/۳۸	۲/۱۱±۰/۵۳ ۲/۲۶±۰/۴۴	-۰/۹۴ ۰/۸۹	۱/۸۶۸ ۰/۰۰۱ ۰/۰۳۰	گروه=۰/۱۷۵ زمان=۰/۹۸۵ تعامل=۰/۸۶۲	۰/۰۲۰ ۰/۰۰۱ ۰/۰۰۱
BMD (گرم بر سانتی متر مربع)	کنترل تجربی	۱/۰۰۵±۰/۴۵۰ ۰/۹۲۹±۰/۲۴۵	۰/۹۴۷±۰/۲۷۴ ۰/۹۴۵±۰/۲۷۱	-۵/۷۷ ۱/۷۲	۰/۳۶۰ ۰/۰۷۹ ۰/۳۳۵	گروه=۰/۵۵۰ زمان=۰/۷۷۹ تعامل=۰/۵۶۴	۰/۰۰۴ ۰/۰۰۱ ۰/۰۰۴
سرعت راه رفتن (متر بر ثانیه)	کنترل تجربی	۰/۴۳۴±۰/۰۶۲ ۰/۴۳۴±۰/۰۶۱	۰/۴۱۶±۰/۰۷۵ ۰/۴۵۱±۰/۰۷۵	-۴/۱۴ ۳/۹۲	۱/۸۶۳ ۰/۰۰۱ ۱/۵۲۴	گروه=۰/۵۵۰ زمان=۰/۷۷۹ تعامل=۰/۵۶۴	۰/۰۲۰ ۰/۰۰۱ ۰/۰۱۶
قدرت پنجه دست (کیلو گرم)	کنترل تجربی	۲۰/۴۸±۴/۱۲ ۲۰/۵۴±۳/۳۷	۱۸/۷۹±۵/۶۰ ۲۳/۷۵±۵/۲۱	-۸/۲۵ ۱۵/۶۳	۷/۸۸۵ ۰/۶۱۵ ۶/۴۱۱	گروه=۰/۰۰۶ زمان=۰/۴۳۵ تعامل=۰/۰۱۳	۰/۰۷۹ ۰/۰۰۷ ۰/۰۶۵
نمره z چاقی استئوسارکوپنیک	کنترل تجربی	۰/۰۲۲±۱/۲۸۱ -۰/۲۷۵±۱/۶۰۱	-۰/۱۰۷±۱/۹۳۸ ۰/۵۷۹±۱/۹۲۲	-۵۸۶/۳۶ ۳۱۰/۵۴	۴/۵۸۲ ۱۲/۵۷۹ ۷/۰۹۱	گروه=۰/۰۴۹ زمان=۰/۰۰۵ تعامل=۰/۰۳۰	۰/۰۵۲ ۰/۰۹۱ ۰/۰۶۹
CAF (پیکوگرم بر میلی لیتر)	کنترل تجربی	۳/۱۴±۰/۵۸ ۲/۸۹±۰/۴۴	۳/۱۷±۰/۳۹ ۳/۰۶±۰/۴۱	۰/۰۹۵ ۵/۸۸	۳/۶۲۰ ۱/۰۷۲ ۰/۴۵۶	گروه=۰/۰۶۰ زمان=۰/۳۰۳ تعامل=۰/۵۰۱	۰/۰۳۸ ۰/۰۱۲ ۰/۰۰۵
کیفیت عضلانی	کنترل تجربی	۵۷۸/۴۲±۱۰۰/۴۶ ۵۶۳/۹۰±۱۰۱/۹۲	۶۰۴/۲۵±۱۳۰/۶۴ ۶۹۱/۷۰±۱۴۰/۳۵	۴/۴۶ ۲۲/۶۶	۲/۷۱۳ ۹/۵۹۰ ۴/۲۲۵	گروه=۰/۱۰۳ زمان=۰/۰۰۳ تعامل=۰/۰۴۳	۰/۰۲۹ ۰/۰۹۴ ۰/۰۴۴

بحث

هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر ۱۲ هفته تمرین مقاومتی با باند کشی بر کیفیت عضلانی و غلظت سرمی CAF در زنان سالمند دارای چاقی استئوسارکوپنیک بود.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که ۱۲ هفته تمرین مقاومتی با باند کشی موجب بهبود معنی دار کیفیت عضلانی، نمره Z چاقی استئوسارکوپنیک و قدرت پنجه دست در زنان سالمند مبتلا به چاقی استئوسارکوپنیک می شود، با این حال تفاوت معنی داری در وزن بدن، درصد چربی، BMD، BMC، BMI، سرعت راه رفتن و CAF مشاهده نشد.

در زمینه تاثیر تمرینات مقاومتی بر کیفیت عضلانی همسو با نتایج پژوهش حاضر هافمن و همکاران نشان دادند که کیفیت عضلانی پس از ۳ و ۶ ماه تمرین مقاومتی با باند الاستیک حتی در زنان بسیار سالخورده بهبود معنی داری می یابد. سونگ و همکاران در نتیجه بررسی تاثیر ۱۸ هفته تمرین مقاومتی الاستیک باند بر ۴۰ زن سالمند ۷۰ سال به بالا نشان دادند که این تمرینات سبب بهبود کیفیت عضلانی در این زنان شده است (۳۸). همچنین در تحقیقی که رونی سیلوریا و همکاران بر زنان سالمند ۷۴-۶۶ ساله انجام دادند گزارش کردند که دوره کوتاه شش هفته تمرینات قدرتی با دستگاه سبب بهبود کیفیت عضلانی در زنان سالمند شده است (۳۹). از طرف دیگر بارونی و همکاران در نتیجه بررسی تاثیر ۱۲ هفته تمرینات مقاومتی با دستگاه، بر زنان سالمند ۷۲-۶۵ ساله نشان داد که این

تمرینات تاثیری بر کیفیت عضلانی زنان سالمند نداشته است (۴۰). علت نا همخوانی این پژوهش با پژوهش حاضر می تواند تفاوت در ماهیت تمرینات و یا عدم ابتلا آزمودنی ها پژوهش بارونی و همکاران به چاقی استئوسارکوپنیک باشد. همچنین از دیگر علل تفاوت در نتایج می توان به استفاده از روش های مختلف دگزا، آنالیز ترکیب بدن و سونوگرافی برای تعیین کیفیت عضلانی نام برد (۴۱،۴۲). از طرف دیگر به نظر می رسد بهبود کیفیت عضلانی ناشی از تمرینات مقاومتی ناشی از مسدود شدن جریان های تجزیه پروتئین های عضلانی و افزایش جریان های سنتز پروتئین باشد (۴۳). همچنین با وجود اینکه در پژوهش حاضر مورد اندازه گیری قرار نگرفت، اما افزایش سطوح فولیستاتین و هورمون رشد شبه انسولین و کاهش مایوستاتین نیز از علل هورمونی بهبود کیفیت عضلانی است (۴۴). از طرف دیگر افزایش معنی دار در قدرت گرفتن دست و افزایش غیر معنی دار در سرعت راه رفتن می تواند از عوامل موثر بر بهبود در کیفیت عضلانی باشد (۴۵).

در پژوهش حاضر پس از ۱۲ هفته تمرین مقاومتی با باند الاستیک نمره Z استئوسارکوپنیک زنان مبتلا به چاقی استئو سارکوپنیک به طور معنی داری افزایش یافت. از آنجا که این نمره یک نمره چند عاملی (کیفیت عضلانی، قدرت عضلانی، چگالی و تراکم مواد معدنی استخوان، درصد چربی) می باشد مطالعات بسیار اندکی به بررسی جامع این شاخص پرداختند. تقریبا تنها مطالعه ای که تمام شاخص های چاقی استئوسارکوپنیک را به صورت یکجا مورد بررسی قرار داده است مطالعه پائولو کان ها و همکاران (۲۰۱۸)، می باشد که نشان می دهد؛ انجام ۱۲ هفته تمرینات مقاومتی با دستگاه در زنان سالمند دارای چاقی استئوسارکوپنیک در محدوده سنی ۷۲-۶۸ ساله، سبب بهبود پارامترهای چاقی استئوسارکوپنیک شده است (۱۲). همچنین گادلها و همکاران (۲۰۱۶)، نشان دادند که یک دوره ۲۴ هفته ای تمرین مقاومتی در زنان سالمند چاق منجر به بهبود نمره Z چاقی استئوسارکوپنیک گردید (۴۷). به نظر می رسد بهبود معنی دار در نمره Z چاقی استئوسارکوپنیک در پژوهش حاضر ناشی از بهبود معنی دار کیفیت عضلانی، قدرت عضلانی (قدرت پنجه دست) و بهبود غیر معنی دار درصد چربی بدن، BMC و BMD باشد (۱۲).

اما در پژوهش حاضر سطوح CAFپس از ۱۲ هفته تمرین مقاومتی با باند الاستیک تفاوت معنی داری نشان نداد. نتایج متناقضی و محدودی در مورد تاثیر انواع تمرینات مقاومتی بر سطوح CAF وجود دارد. به طوری که از طرفی فراگالا و همکاران (۲۰۱۴)، در نتیجه ۶ هفته تمرین مقاومتی افزایش معنی داری در سطوح CAF خون افراد سالمند مشاهده کردند (۲۹). از طرف دیگر بوناک و همکارانش (۲۰۱۵)، نشان دادند که ۱۲ ماه فعالیت بدنی سازمان یافته (شامل ترکیبی از انواع تمرینات ورزشی) تاثیر معنی داری بر سطوح CAF زنان و مردان سالمند نداشت (۳۱). همچنین شریفی مقدم و همکاران (۱۳۹۷) نیز بیان کردند که ۱۲ هفته تمرین مقاومتی سنتی، با و بدون محدودیت جریان خون موجب تغییر معنی داری در سطوح CAF زنان سالمند نمی شود (۳۲). اما نشان داده شده است که ۱۲ هفته تمرین مقاومتی همراه با مکمل ویتامین D موجب کاهش معنی دار سطوح CAF سالمندان می شود (۳۰). با توجه به این نتیجه به نظر می رسد نقش تغذیه و بویژه مصرف ویتامین D در کاهش سطوح CAF و حفظ و نگهداری پیوندگاه عصبی عضلانی غیر قابل انکار است. همچنین فعالیت بیش از حد نوتروپسین به عنوان عامل مخرب پیوندگاه عصبی عضلانی و افزایش سطوح CAF مطرح است (۴۸،۴۷). همچنین بیان شده است که سطوح CAF وابسته به جنسیت است و به دلیل توده عضلانی بیشتر در مردان این تغییرات در مردان محسوس تر است (۳۰). بعلاوه شدت تمرین ورزشی به نظر می رسد از مهم ترین عوامل موثر بر سطوح CAF است به این صورت که تمرینات با شدت بالا و تمرینات توانی نسبت به تمرینات با شدت پائین موجب کاهش بیشتری در سطوح CAF می شود (۴۹، ۳۰). در نهایت تفاوت در تکنیک های اندازه گیری متفاوت (الایزا در مقابل روش دقیق تر وسترن بلات) می تواند یکی دیگر از دلایل اصلی تفاوت در نتایج پژوهش ها باشد (۲۹).

در مطالعه حاضر همسو با عدم تغییر در CAF تغییر معنی داری در سرعت راه رفتن مشاهده نشد در حالی که افزایش معنی داری در قدرت پنجه دست مشاهده شد. بوناک و همکاران (۲۰۱۵)، و درای و همکاران (۲۰۱۳)، بیان کردند که ارتباط معنی داری بین سرعت راه رفتن با سطوح CAF وجود دارد در حالی که این ارتباط بین قدرت پنجه دست و CAF گزارش نکردند (۳۱،۳۰).

با وجود کنترل دقیق بسیاری از شرایط مورد اهمیت در پژوهش حاضر از جمله انجام آزمایش دگزا و انتخاب حجم نمونه مناسب، باز هم این پژوهش دارای محدودیت هایی می باشد. از جمله محدودیت های این پژوهش می توان به عدم استفاده از روش وسترن بلات اشاره کرد. همچنین عدم کنترل دقیق رژیم غذایی و انجام مداخلات تغذیه ای از جمله محدودیت های دیگر این پژوهش می باشد.

نتیجه گیری نهایی

در مجموع با توجه به نتایج پژوهش به نظر می رسد تمرین

مقاومتی با باند الاستیک موجب بهبود قدرت عضلانی، کیفیت عضلانی و بهبود وضعیت چاقی استئوسارکوپنیک (نمره Z) زنان سالمند مبتلا به چاقی استئوسارکوپنیک می شود. بنابراین با توجه به اینکه سالمندان تمایل و توان بدنی انجام تمرینات سنگین با وزنه آزاد و دستگاه ها را ندارند و از طرفی افزایش قدرت و کیفیت عضلانی امری ضروری برای این افراد است برای دستیابی به اهداف تمرینی استفاده از تمرینات مقاومتی با باند الاستیک پیشنهاد می شود. همچنین با توجه به عدم تغییر معنی دار CAF و عدم ارتباط با شاخص کیفیت عضلانی و قدرت عضلانی حداقل در این مطالعه CAF به عنوان نشانگر قدرتمند کیفیت عضلانی و عملکرد جسمانی تایید نمی شود. با این وجود با توجه به عدم انجام تحقیقات جامع و کامل در این زمینه لزوم انجام تحقیقات با وسعت بیشتر و پروتکل طولانی تر همراه با کنترل دقیق شاخص های غذایی به شدت احساس می شود.

References

1. Nikolich-Zugich J. The aging immune system: challenges for the 21st century. In Seminars in immunology. 2012; 24: 301. NIH Public Access.
2. Tramontano A, Veronese N, Sergi G, Manzato E, Rodriguez-Hurtado D, Maggi S, et al. Prevalence of sarcopenia and associated factors in the healthy older adults of the Peruvian Andes. Archives of gerontology and geriatrics. 2017; 68: 49-54.
3. Ormsbee MJ, Prado CM, Ilich JZ, Purcell S, Siervo M, Folsom A, et al. Osteosarcopenic obesity: the role of bone, muscle, and fat on health. Journal of cachexia, sarcopenia and muscle. 2014; 5 (3):183-92.
4. Shirazi-Fard Y, Kupke JS, Bloomfield SA, Hogan HA. Discordant recovery of bone mass and mechanical properties during prolonged recovery from disuse. Bone. 2013; 52 (1):433-43.
5. Kelly TL, Wilson KE, Heymsfield SB. Dual energy X-Ray absorptiometry body composition reference values from NHANES. PloS one. 2009;4 (9):e7038.
6. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. Age and ageing. 2010; 39 (4): 412-23.
7. Ilich J, Inglis J, Kelly O, McGee D. Osteosarcopenic obesity is associated with reduced handgrip strength, walking abilities, and balance in postmenopausal women. Osteoporosis International. 2015; 26 (11): 2587-95.
8. Hita-Contreras F, Martínez-Amat A, Cruz-Díaz D, Pérez-López FR. Osteosarcopenic obesity and fall prevention strategies. Maturitas. 2015; 80 (2): 126 - 32.
9. Topinková E. Aging, disability and frailty. Annals of Nutrition and Metabolism. 2008; 52: 6-11.
10. Booth FW, Gordon SE, Carlson CJ, Hamilton MT. Waging war on modern chronic diseases: primary prevention through exercise biology. Journal of applied physiology. 2000; 88 (2):774 - 87.
11. Ilich JZ, Brownbill RA. Habitual and low-impact activities are associated with better bone outcomes and lower body fat in older women. Calcified tissue international. 2008; 83 (4): 260-71.
12. Cunha PM, Ribeiro AS, Tomeleri CM, Schoenfeld BJ, Silva AM, Souza MF, et al. The effects of resistance training volume on osteosarcopenic obesity in older women. Journal of Sports Sciences. 2018; 36 (14):1564-71.
13. Jafari Nasabian P, Inglis JE, Kelly OJ, Ilich JZ. Osteosarcopenic obesity in women: impact, prevalence, and management challenges. International journal of women's health. 2017;9:33.
14. Fiatarone MA, O'Neill EF, Ryan ND, Clements KM, Solares GR, Nelson ME, et al. Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. New England Journal of Medicine. 1994; 330 (25): 1769-75.
15. Häkkinen K, Kraemer WJ, Pakarinen A, Tripleltt-Mcbride T, Mcbride JM, Häkkinen A, et al. Effects of heavy resistance/power training on maximal strength, muscle morphology, and hormonal response patterns in 60-75-year-old men and women. Canadian Journal of Applied Physiology. 2002; 27 (3): 213-31.
16. Izquierdo M, Häkkinen K, Ibanez J, Garrues M, Anton A, Zuniga A, et al. Effects of

strength training on muscle power and serum hormones in middle-aged and older men. Journal of Applied Physiology. 2001; 90 (4): 1497-507.
17. Aagaard P, Suetta C, Caserotti P, Magnusson SP, Kjær M. Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a countermeasure. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2010; 20 (1): 49-64.
18. Hills AP, Shultz SP, Soares MJ, Byrne NM, Hunter GR, King NA, et al. Resistance training for obese, type 2 diabetic adults: a review of the evidence. Obesity reviews. 2010; 11(10):740-9.
19. Yasuda T, Fukumura K, Fukuda T, Iida H, Imuta H, Sato Y, et al. Effects of low-intensity, elastic band resistance exercise combined with blood flow restriction on muscle activation. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2014; 24 (1):55-61.
20. Colado JC, Triplett NT. Effects of a short-term resistance program using elastic bands versus weight machines for sedentary middle-aged women. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2008; 22 (5): 1441-8.
21. Hofmann M, Schober-Halper B, Oesen S, Franzke B, Tschan H, Bachl N, et al. Effects of elastic band resistance training and nutritional supplementation on muscle quality and circulating muscle growth and degradation factors of institutionalized elderly women: the Vienna Active Ageing Study (VAAS). European journal of applied physiology. 2016; 116 (5): 885 - 97.
22. Ferrari R, Fuchs SC, Kruel LF, Cadore EL, Alberton CL, Pinto RS, et al. Effects of different concurrent resistance and aerobic training frequencies on muscle power and muscle quality in trained elderly men: a randomized clinical trial. Aging and disease. 2016; 7 (6): 697.
23. De La Haba G, Kamali HM, Tiede DM. Myogenesis of avian striated muscle in vitro: role of collagen in myofiber formation. Proceedings of the National Academy of Sciences. 1975; 72 (7): 2729 - 32.
24. Prockop DJ, Kivirikko KI, Tuderman L, Guzman NA. The biosynthesis of collagen and its disorders. New England Journal of Medicine. 1979; 301 (2): 77-85.
25. Bolliger MF, Zurlinden A, Lüscher D, Bütikofer L, Shakhova O, Francolini M, et al. Specific proteolytic cleavage of agrin regulates maturation of the neuromuscular junction. J Cell Sci. 2010; 123 (22): 3944 - 55.
26. Bütikofer L, Zurlinden A, Bolliger MF, Kunz B, Sonderegger P. Destabilization of the neuromuscular junction by proteolytic cleavage of agrin results in precocious sarcopenia. The FASEB Journal. 2011; 25 (12): 4378-93.
27. Nishimune H, Stanford JA, Mori Y. Role of exercise in maintaining the integrity of the neuromuscular junction. Muscle & nerve. 2014; 49 (3): 315-24.
28. Hettwer S, Dahinden P, Kucsera S, Farina C, Ahmed S, Fariello R, et al. Elevated levels of a C-terminal agrin fragment identifies a new subset of sarcopenia patients. Experimental gerontology. 2013; 48 (1): 69-75.
29. Fragala MS, Jajtner AR, Beyer KS, Townsend JR, Emerson NS, Scanlon TC, et al. Biomarkers of muscle quality: Nterminal propeptide of type III procollagen and Cterminal agrin fragment responses to resistance exercise training in older adults. Journal of cachexia, sarcopenia and muscle. 2014; 5 (2): 139-48.
30. Drey M, Sieber CC, Bauer JM, Uter W, Dahinden P, Fariello RG, et al. C-terminal Agrin Fragment as a potential marker for sarcopenia caused by degeneration of the neuromuscular junction. Experimental gerontology. 2013; 48 (1): 76-80.
31. Bondoc I, Cochrane SK, Church TS, Dahinden P, Hettwer S, Hsu FC, et al. Effects of a one-year physical activity program on serum C-terminal Agrin Fragment (CAF) concentrations among mobility-limited older adults. The journal of nutrition, health & aging. 2015; 19 (9): 922-7.
32. Sharifi Moghadam A, Askari R, Hamedinia MR, Haghighi AH. The Effect of Resistance Training with and without Blood Flow Restriction on Serum Concentration of CAF, P3NP and Muscular Function in Elderly Women. Journal of sport biosciences. 2018;10 (3): 359-75.

33. Boutron I, Altman DG, Moher D, Schulz KF, Ravaud P. CONSORT statement for randomized trials of nonpharmacologic treatments: a 2017 update and a CONSORT extension for nonpharmacologic trial abstracts. Annals of internal medicine. 2017;167 (1): 40-7.
34. De Liao C, Tsauo JY, Lin LF, Huang SW, Ku JW, Chou LC, et al. Effects of elastic resistance exercise on body composition and physical capacity in older women with sarcopenic obesity. Medicine (United States). 2017; 96 (23).
35. Balachandran A, Krawczyk SN, Potiaumpai M, Signorile JF. High-speed circuit training vs hypertrophy training to improve physical function in sarcopenic obese adults: a randomized controlled trial. Experimental gerontology. 2014; 60: 64-71.
36. Efird J. Blocked randomization with randomly selected block sizes. International journal of environmental research and public health. 2010; 8 (1):15-20.
37. Lagally KM, Robertson RJ. Construct validity of the OMNI resistance exercise scale. Journal of Strength and Conditioning Research. 2006; 20 (2): 252.
38. Oh SL, Kim HJ, Woo S, Cho BL, Song M, Park YH, et al. Effects of an integrated health education and elastic band resistance training program on physical function and muscle strength in community-dwelling elderly women: Healthy Aging and Happy Aging II study. Geriatrics & gerontology international. 2017;17 (5):825-33.
39. Pinto RS, Correa CS, Radaelli R, Cadore EL, Brown LE, Bottaro M. Short-term strength training improves muscle quality and functional capacity of elderly women. Age. 2014; 36 (1): 365-72.
40. Correa CS, Baroni BM, Radaelli R, Lanferdini FJ, Cunha GD, Reischak-Oliveira Á, et al. Effects of strength training and detraining on knee extensor strength, muscle volume and muscle quality in elderly women. Age. 2013; 35 (5): 1899-904.
41. Kennis E, Verschueren S, Van Roie E, Thomis M, Lefevre J, Delecluse C. Longitudinal impact of aging on muscle quality in middle-aged men. Age. 2014; 36 (4): 9689.
42. Straight CR, Brady AO, Evans EM. Muscle quality and relative adiposity are the strongest predictors of lower-extremity physical function in older women. Maturitas. 2015; 80 (1): 95-9.
43. Ziaaldini MM, Koltai E, Csende Z, Goto S, Boldogh I, Taylor AW, et al. Exercise training increases anabolic and attenuates catabolic and apoptotic processes in aged skeletal muscle of male rats. Experimental gerontology. 2015; 67:9-14.
44. Kerschan-Schindl K, Thalmann MM, Weiss E, Tsironi M, Föger-Samwald U, Meinhart J, et al. Changes in serum levels of myokines and Wnt-antagonists after an ultramarathon race. PloS one. 2015; 10 (7): e0132478.
45. Oesen S, Halper B, Hofmann M, Jandrasits W, Franzke B, Strasser EM, et al. Effects of elastic band resistance training and nutritional supplementation on physical performance of institutionalised elderly-A randomized controlled trial. Experimental gerontology. 2015; 72: 99-108.
46. Gadelha AB, Paiva FM, Gauche R, de Oliveira RJ, Lima RM. Effects of resistance training on sarcopenic obesity index in older women: a randomized controlled trial. Archives of gerontology and geriatrics. 2016;65:168-73.
47. Fragala MS, Kenny AM, Kuchel GA. Muscle quality in aging: a multi-dimensional approach to muscle functioning with applications for treatment. Sports Medicine. 2015; 45 (5): 641-58.
48. Landi F, Calvani R, Lorenzi M, Martone AM, Tosato M, Drey M, et al. Serum levels of C-terminal agrin fragment (CAF) are associated with sarcopenia in older multimorbid community-dwellers: results from the ilSIRENTE study. Experimental gerontology. 2016 15; 79: 31 - 6.
49. Deschenes MR, Maresh CM, Crivello JF, Armstrong LE, Kraemer WJ, Covault J. The effects of exercise training of different intensities on neuromuscular junction morphology. Journal of neurocytology. 1993; 22 (8): 603-15.