Effect of resistance training and dark chocolate extract supplementation on the level of plasma Myogenic Factor 5 and muscle strength in the elderly

Soheil Biglari[1], Abbas Ali Gaeni[2], Farnoosh Mafi[3]

Background and Aim: Catechins in dark chocolate can improve the reduction of muscle mass in the elderly due to the sarcopenia by the positive effect on muscle growth. The purpose of this study was to investigate the effect of eight weeks resistance training and dark chocolate extract supplementation on the plasma levels of Myogenic Factor 5 (Myf5) and muscle strength in the older adults.

Materials and Methods: In this quasi-experimental study, 36 elderly adults (19 males, 17 females), were objectively selected and randomly divided into four groups: training (RT) (n=8), supplement (S) (n=10), training + supplement (RT+S)(n=9), and control (C)(n=9). Subjects of RT and RT+S groups underwent a resistance training program. S and RT+S groups consumed capsules containing 500mg of dark chocolate extract –containing epicatechin- every day. Before and after eight weeks intervention, the plasma levels of Myf5 were measured by ELIZA method and the muscle strength was measured by 1-Repeatation Maximum (1RM) test. The data were analyzed with ANOVA and LSD post hoc tests.

Results: Myf5 values increased significantly in RT, S and RT+S groups compared to C group after the intervention ($P \leq 0.05$). Myf5 values were significantly higher in RT+S group compared to RT and S groups ($P \leq 0.05$). Moreover, chest press and leg press maximal strength increased in RT and RT+S groups in comparison with C group ($P \leq 0.05$).

Conclusion: 8-weeks resistance training with the consumption of dark chocolate extract supplement have more efficient effects on the enhancement of plasma myf5 in the older adults compared to mere resistance training.

Key Words: Sarcopenia, Epicatechin,Myogenic Factor 5

Journal of Birjand University of Medical Sciences. 2018; 25(2): 114-123.

Received: November 13, 2017 Accepted: May 27, 2018

[1] *MS.C in Exercise Physiology Physical Education, Faculty of and Sports Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran*

[2] *Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran*

[3] ***Corresponding Author;*** *MS.C in Exercise Physiology*, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, University of Tehran, *Tehran, Iran. Tel: 09183318578 Fax: 02188021527 E-mail: Farnoosh.mafi@ut.ac.ir*

مقاله اصیل پژوهشی

تأثیر تمرین‌های مقاومتی و مصرف مکمّل عصاره شکلات تلخ بر میزان عامل میوژنیک ۵ پلاسمایی و قدرت عضلانی سالمندان

سهیل بیگلری[۱]، عباسعلی گائینی[۲]، فرنوش مافی[۳]

چکیده

زمینه و هدف: کاتچین‌های موجود در شکلات تلخ می‌توانند با تأثیر مثبت بر عوامل رشد عضلانی، کاهش توده عضلانی ناشی از سارکوپنیا در سالمندان را بهبود بخشند. هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر هشت هفته تمرین مقاومتی و مصرف مکمّل عصاره شکلات تلخ بر مقادیر عامل میوژنیک ۵ (Myf5) پلاسمای و قدرت عضلانی در سالمندان بود.

روش تحقیق: در این پژوهش نیمه‌تجربی، ۳۶ سالمند (۱۹ مرد و ۱۷ زن) به‌صورت هدفمند انتخاب و به‌طور تصادفی به چهار گروه تمرین (۸ نفر)، مکمّل (۱۰ نفر)، تمرین+مکمّل (۹ نفر) و کنترل (۹ نفر) تقسیم شدند. افراد گروه‌های تمرین و تمرین+مکمّل در یک برنامه تمرینی مقاومتی شرکت کردند. افراد گروه‌های مکمّل و تمرین+مکمّل، کپسول‌های حاوی ۵۰۰ میلی‌گرم عصاره شکلات تلخ –حاوی اپی‌کاتچین– را به‌طور روزانه مصرف کردند. قبل و بعد از ۸ هفته مداخله، سطوح MyF5 پلاسما به‌روش الایزا و قدرت عضلانی از طریق آزمون یک تکرار بیشینه (RM۱) اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از آزمون‌های واریانس یک‌طرفه و تعقیبیLSD ارزیابی شد.

یافته‌ها: پس از مداخله، مقادیر Myf5 در گروه‌های تمرین، مکمّل و تمرین+ مکمّل در مقایسه با گروه کنترل به‌صورت معنی‌داری افزایش یافت (P<۰/۰۵). مقادیر Myf5 در گروه مکمّل+تمرین در مقایسه با گروه تمرین و گروه مکمّل به‌صورت معنی‌داری بیشتر بود (P<۰/۰۵). همچنین، قدرت حداکثر پرس سینه و پرس پا، در گروه‌های تمرین و تمرین+مکمّل در مقایسه با گروه کنترل افزایش داشت (P<۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: انجام تمرین مقاومتی به‌همراه مصرف مکمّل عصاره شکلات تلخ به‌مدّت ۸ هفته، به‌تنهایی آثار بهینه‌تری در افزایش myf5 پلاسمای سالمندان در مقایسه با انجام تمرین مقاومتی دارد.

واژه‌های کلیدی:سارکوپنیا، اپی‌کاتچین، عامل میوژنیک

مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند. ۱۳۹۷؛ ۲۵(۲): ۱۱۴-۱۲۳.

دریافت: ۱۳۹۶/۸/۲۲ پذیرش: ۱۳۹۷/۳/۶

*کد ثبت کارآزمایی بالینی: IRCT20161201311180N1

[۱] کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

[۲] استاد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌دنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

[۳] نویسنده مسؤول؛ کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

آدرس: تهران– دانشگاه تهران– دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی

تلفن: ۰۹۱۸۳۳۱۸۵۷۸ نمابر: ۰۲۱۸۸۰۲۱۵۲۷ پست الکترونیکی: Farnoosh.mafi@ut.ac.ir

مقدمه

مهم‌ترین تغییر وابسته به سالمندی، سارکوپنیا[1] می‌باشد که کاهش توده، قدرت و توان عضلانی هنگام سالمندی طبیعی تعریف می‌شود (۱). سارکوپنیا به این دلیل مهم است که کاهش توده و قدرت عضلانی با کاهش توانایی انجام کارهای روزمره مانند: بلندشدن از روی صندلی، راه‌رفتن با سرعت مناسب، سستی و ناتوانی، افتادن‌ها و حتی افزایش خطر مرگ همراه است (۲). سارکوپنیا باعث تغییرات زیادی در بدن می‌شود که از جمله مهم‌ترین آنها اختلال در بازسازی عضلانی است. مطالعات نشان می‌دهند، بازسازی عضله پس از آسیب یا آتروفی در سالمندان به‌خوبی جوانان انجام نمی‌شود. این رخداد با کاهش تعداد سلول‌های ماهواره‌ای[2] همراه است و دلیل احتمالی آن اختلال در پاسخ سلول‌های ماهواره‌ای به آسیب است (۳).

سلول‌های ماهواره‌ای، سلول‌های بنیادی ساکن در عضله اسکلتی هستند که در پاسخ به محرّک‌های مختلفی مانند: کشش، ویبریشن و تمری مقاومتی فعال می‌شوند. با فعال‌شدن سلول‌های ماهواره‌ای، عوامل تنظیمی میوژنیک (MRFs) شامل: MyoD، Myf5، میوژنین و MRF4 افزایش یافته و با پیش‌بردن مراحل تکامل عضله‌زایی، باعث بازسازی و رشد عضله می‌شوند. مراحل تکامل عضله‌زایی به این صورت است که ابتدا Myf5 و MyoD در سلول‌های ماهواره‌ای فعال‌شده –به‌نام میوبلاست‌های مشتق از سلول‌های ماهواره‌ای– بیان می‌شوند و سپس تکثیر می‌یابند. در نهایت میوژنین و MRF4 در سلول‌های ماهواره‌ای تمایزیافته تولید می‌شوند و جوش‌خوردن میوبلاست‌های تک‌نوکلئوتیدی را به میوبلاست‌های چندنکلئوتیدی – پیش‌سازهای تارهای عضلانی– تنظیم می‌کنند. در بین MRFها، Myf5 و MyoD در شروع فرآیند ایجاد و توسعه عضله اسکلتی، نقش کلیدی ایفا می‌کنند و بیان آنها به‌عنوان شاخص فعال‌سازی سلول‌های ماهواره‌ای شناخته می‌شود (۴).

به‌منظور کنترل و درمان سارکوپنیا، اقداماتی که بتواند بر عوامل مهم مرتبط با رشد عضله اسکلتی مانند MyF5 تأثیرگذار باشد، مورد توجه است (۳، ۵، ۶). از جمله این اقدامات، فعالیت ورزشی و تغذیه می‌باشد (۷، ۸). مطالعات نشان می‌دهند، در بین انواع فعالیت‌های ورزشی، تمرین مقاومتی بیشترین میزان اثربخشی را بر MyF5 دارد (۷–۹). به‌علاوه فعالیت ورزشی، نشان داده شده است که مداخلات تغذیه‌ای نیز بر این عوامل تأثیرگذار است (۶). از جمله این اقدامات می‌تواند مصرف مکمّل عصاره شکلات تلخ که حاوی فلاونول اپی‌کاتچین است، باشد (۱۰).

کاتچین‌ها مولکول‌هایی از خانواده فلاونوئیدها هستند که فراوان در شکلات تلخ وجود دارند. طبق ادعاهای جدید، این مولکول‌ها می‌توانند بر عوامل رشد عضلانی تأثیر مثبت داشته باشند. به نظر می‌رسد، کاتچین‌ها می‌توانند با تقلید آثار هورمون‌های آندروژنی، گیرنده‌های مربوط به عوامل رشد عضله را تحریک کنند (۱۱–۱۳). در این رابطه، Gutierrez-Salmean و همکاران (۲۰۱۴) در یکی از معدود مطالعاتی که تأثیر مصرف کاتچین‌ها بر MRFها را بررسی کرده است، گزارش کردند که مصرف مکمّل اپی‌کاتچین به‌مدت یک هفته، تأثیر مثبت معنی‌داری بر مقادیر پروتئین بافت و سرم عوامل هیپرتروفی از جمله Myf5 در موش‌ها و افراد جوان و سالمند دارد (۱۴). با وجود این، تأثیر همزمان تمرین مقاومتی و مصرف عصاره شکلات تلخ بر MRFها در افراد سالمند معلوم نیست.

مطالعات نشان می‌دهند، عضله سالمندان در مقایسه با عضله افراد جوان، به تحریکات آنابولیکی مانند فعالیت ورزشی مقاومتی کمتر پاسخ می‌دهد (۱۴–۱۶)؛ برای مثال Kosek و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند، ۱۶هفته تمرین مقاومتی مقادیر Myf5 جوانان (۲۰ تا ۳۵سال) را به‌صورت معنی‌داری افزایش داد، در حالی که هیچ تغییر معنی‌داری در مقادیر Myf5 سالمندان (۶۰ تا ۷۵ سال) مشاهده نشد (۱۵).

[1] *Sarcopenia*
[2] *Satellite cells*

بنابراین، از آنجایی که پاسخ سالمندان به تمرین مقاومتی در مقایسه با جوانان کمتر است (۱۴-۱۶)، در این مطالعه تا آنجایی که می‌دانیم، برای اولین‌بار، تأثیر تمرین مقاومتی همراه با مصرف مکمّل عصاره شکلات تلخ بر MyF5 بررسی شد. فرض ما این است، مصرف عصاره شکلات تلخ – که پیش‌فاکتورهای لازم برای افزایش MyF5 را دارد– همراه با انجام تمرین مقاومتی در سالمندان می‌تواند پاسخ کمتر سالمندان به تمرین مقاومتی را جبران کند و باعث افزایش بیشتر مقادیر پلاسمایی MyF5 در سالمندان شود. از این رو هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر هشت هفته تمرین مقاومتی و مصرف مکمّل عصاره شکلات تلخ بر Myf5 پلاسمایی سالمندان بود.

روش تحقیق

شرکت‌کنندگان:

در این مطالعه نیمه‌تجربی (کارآزمایی بالینی با طرح پیش‌آزمون–پس‌آزمون و دوسویه‌کور) پس از اعلام فراخوان توسط آگهی، به‌روش نمونه‌گیری هدفمند و در دسترس، تعداد ۴۰ فرد سالمند انتخاب شدند. از این تعداد، ۲۰نفر مرد و ۲۰ نفر زن بودند و در محدوده سنّی ۲/۸۶±۶۸/۶۳سال قرار داشتند. در ادامه، ۴نفر به‌دلیل عدم همکاری، مسائل شخصی و بیماری از مطالعه حذف شدند؛ بنابراین در نهایت بررسی بر روی ۳۶نفر انجام شد که به‌صورت تصادفی با استفاده از روش جدول اعداد تصادفی [1] به چهار گروه: تمرین مقاومتی و پلاسیبو (۸نفر، تمرین)، مصرف‌کننده مکمّل عصاره شکلات تلخ (۱۰نفر، مکمّل)، تمرین مقاومتی و مکمّل عصاره شکلات تلخ (۹نفر، تمرین+مکمّل) و یک گروه پلاسیبو (۹نفر، کنترل) تقسیم شدند.

معیارهای ورود به مطالعه شامل: قرار گرفتن در دامنه سنّی بین ۶۵ تا ۷۵ سال، کم‌تحرّکی (شرکت‌نکردن در فعالیت‌های منظم ورزشی در ۱۲ماه گذشته) و سلامت جسمی و روانی بود. معیارهای خروج از مطالعه نیز شامل: عدم تمایل به ادامه کار و ابتلا به آسیب‌های عضلانی و مفصلی (مانند: درد عضلانی) بود.

طرح مطالعه:

پیش از شروع مطالعه، در جلسه‌ای با حضور همه افراد شرکت‌کننده و پزشک، اهداف و روش اجرای پژوهش تشریح و به همه افراد دعوت‌نامه‌ای دربردارنده اطلاعاتی در زمینه هدف و چگونگی اجرای پژوهش، فرم رضایت‌نامه و شرکت داوطلبانه و پرسشنامهٔ سلامت و ریسک بیماری داده شد. پیش از شروع مداخله ۸هفته‌ای، اطلاعات مربوط به سن، قد، وزن، شاخص توده بدنی (BMI) و قدرت بیشینه ثبت شد. به‌منظور اندازه‌گیری وزن، از ترازوی Seca ساخت کشور آلمان با دقت ۰/۰۱ کیلوگرم و برای اندازه‌گیری قد از قدسنج Seca با دقت ۰/۱ سانتی‌متر استفاده شد. پس از اندازه‌گیری قد و وزن افراد، از تقسیم وزن (کیلوگرم) بر قد (سانتی‌متر) به توان ۲، BMI آنها محاسبه گردید.

برای بررسی MyF5، از هر فرد مورد مطالعه در حالت ناشتا (بین ساعت ۰۸:۰۰ تا ۰۹:۰۰)، پنج سی‌سی خون از ورید بازویی گرفته شد. مدّت ۴۸ ساعت پس از خون‌گیری پیش‌آزمون، گروه‌های تمرین و تمرین+مکمّل، به‌مدّت هشت هفته پروتکل تمرینی منتخب را انجام دادند. همچنین افراد گروه‌های مکمّل نیز در همین دوره هشت هفته‌ای، به‌صورت روزانه مکمّل‌های در نظر گرفته‌شده را در ساعت مشخصی از روز مصرف کردند. دو روز پس از آخرین جلسه تمرینی؛ وزن، BMI و قدرت بیشینه افراد اندازه‌گیری و در حالت ناشتا (بین ساعت ۰۸:۰۰ تا ۰۹:۰۰) به‌طور مجدد خون‌گیری به همان روش پیش‌آزمون انجام شد. نمونه‌های خونی در لوله‌های آزمایش با مادّهٔ ضدّ انعقاد EDTA [2] جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شدند. برای بررسی مقادیر Myf5 پلاسما از کیت ۹۶تایی انسان Myf5 (Zellbio, Germany) به‌روش الایزا طبق پروتکل شرکت سازنده استفاده شد. غلظت‌های

[1] *table of random numbers method*

[2] *Ethylenediaminetetraacetic acid*

پلاسمایی پس‌آزمون MyF5 نسبت به تغییرات حجم پلاسما با استفاده از هماتوکریت و هموگلوبین بر اساس معادلات دیل و کاستیل بیان شد (۱۷).

مکمّل‌دهی:

افراد گروه‌های تمرین+مکمّل و مکمّل در همین دوره هشت هفته‌ای، روزانه یک کپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی عصاره شکلات تلخ را با ۲۰۰ میلی‌لیتر آب دریافت کردند (در حدود ساعت ۱۶:۰۰). این کپسول‌ها حاوی ۵۰۰میلی‌گرم عصاره دانه شکلات تلخ، ۱۲۵میلی‌گرم فلاونول و ۲۵میلی‌گرم اپی‌کاتچین (Futurebiotics, the USA) بود. مقدار مصرف مورد توصیه این مکمّل بر اساس جدول RDA آن، روزانه یک کپسول بود. افراد گروه کنترل نیز در این مدّت هیچ‌گونه فعالیت ورزشی نداشتند. برای کنترل تأثیر روانی مکمّل، گروه‌های تمرین و کنترل در زمانی مشابه با گروه‌های مکمّل و مکمّل+تمرین، یک کپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی دارونما (نشاسته) با شکل و رنگی مشابه کپسول‌های حاوی عصاره شکلات تلخ مصرف کردند (۱۴).

تمرین مقاومتی و آزمون قدرت حداکثر:

افراد گروه‌های تمرین، سه روز غیرمتوالی در هفته (بین ساعت ۱۷:۰۰ تا ۱۸:۰۰) به‌مدّت هشت هفته برنامه تمرینی منتخب را با تجهیزات تمرین مقاومتی (Technogym, Italy) اجرا کردند. برنامه تمرینی در هر جلسه شامل: گرم‌کردن با انواع حرکات نرمشی و کششی به‌مدّت ۱۰دقیقه، انجام هشت حرکت پرس پا دستگاه[1]، بازکردن زانو دستگاه[2]، حرکت پشت ران دستگاه[3]، پرس سینه با هالتر[4]، پرس سرشانه دستگاه[5]، قایقی دستگاه[6]، جلو بازو دمبل[7] و دراز و نشست[8] به‌مدّت ۴۵دقیقه و در انتها سردکردن سردکردن به‌مدّت ۱۰دقیقه با انجام حرکات کششی بود (۱۸). هر حرکت در سه نوبت و هر نوبت با ۸ تا ۱۲ تکرار انجام شد. تمرین‌ها با شدّت ۶۰ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه (1RM) انجام شد. استراحت بین ست‌ها نیز ۹۰ثانیه در نظر گرفته شده بود (۱۹). برای رعایت اصل اضافه‌بار، آزمون 1RM هر دو هفته یک‌بار برای هر کدام از افراد مورد مطالعه تکرار شد تا پیشرفتی که بر اثر تمرین در قدرت سالمندان ایجاد می‌شود، در تنظیم شدّت این تمرین‌ها لحاظ شود. حداکثر قدرت پرس پا و پرس سینه افراد، پیش و پس از ۸ هفته مداخله، با استفاده از آزمون استاندارد 1RM مورد بررسی قرار گرفت (۲۰).

روش‌های آماری:

برای اطمینان از توزیع طبیعی داده‌ها، از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده گردید. برای مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون هر گروه، از آزمون تی‌همبسته و برای مقایسه بین‌گروهی پیش‌آزمون و پس‌آزمون ۴گروه از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه استفاده شد. برای مقایسه تأثیر تمرین مقاومتی، مکمّل عصاره شکلات تلخ و ترکیب این دو بر متغیّرهای مورد نظر، ابتدا مقدار تغییرات متغیّرها (اختلاف پیش‌آزمون و پس‌آزمون) در هر گروه محاسبه شد؛ سپس آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی LSD برای بررسی تفاوت بین چهار گروه، مورد استفاده قرار گرفت. کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۲) انجام گرفت و سطح معنی‌داری برای تمامی عملیات آماری $P\leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

این مقاله برگرفته از بخشی از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد در دانشگاه تهران است و در کمیته اخلاق پژوهش دانشگاه تهران با کد اخلاق IR.UT.Rec.1395009 به تصویب رسیده است. همچنین با توجه به بیانیه هلسینکی، در سایت کارآزمایی بالینی (www.irct.ir) با کد IRCT2016120131180N1 ثبت شده است.

[1] *Leg Press*
[2] *Leg extension*
[3] *Leg curl*
[4] *Chest press*
[5] *Shoulder press*
[6] *Rowing*
[7] *Biceps curl*
[8] *sit-ups*

یافته‌ها

نتایج آزمون آماری نشان داد در ابتدای مطالعه، بین مقادیر ویژگی‌های فردی و مقادیر MyF5 چهار گروه، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۵)(جداول ۱ و ۲). نتایج آزمون تی‌همبسته نشان داد که پس از هشت هفته مداخله؛ مقادیر وزن، BMI و قدرت حداکثر در حرکات پرس سینه و پرس پا در پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون در گروه‌های تمرین و تمرین+مکمّل افزایش معنی‌داری پیدا کرد (P<۰/۰۵). مقادیر MyF5 در پس‌آزمون در گروه‌های تمرین، تمرین+مکمّل و مکمّل در مقایسه با پیش‌آزمون افزایش معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵)(جدول ۲). همچنین نتایج آزمون آماری نشان داد، بین مقادیر ویژگی‌های چهار گروه در مرحله پس‌آزمون تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۵)؛ با وجود این، بین مقادیر MyF5 پس‌آزمون چهار گروه، تفاوت معنی‌داری یافت شد (P<۰/۰۵)(جدول ۲).

پس از هشت هفته مداخله؛ وزن، BMI و قدرت حداکثر در حرکات پرس سینه و پرس پا در گروه‌های تمرین و تمرین+مکمّل در مقایسه با گروه کنترل افزایش معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵)؛ با این وجود، هیچ تغییر معنی‌داری در وزن، BMI و قدرت حداکثر گروه مکمّل در مقایسه با گروه کنترل مشاهده نشد (P>۰/۰۵)(جدول ۳).

جدول ۱- مقایسه میزان ویژگی‌های فردی چهار گروه در ابتدای مداخله (میانگین±انحراف استاندارد)

متغیّر	کنترل	تمرین	مکمّل	تمرین+مکمّل	P بین‌گروهی پیش‌آزمون
تعداد (زن/مرد)	۵/۴	۴/۴	۵/۵	۴/۵	---
سن (سال)	۶۶/۵۶±۲/۰۹	۶۷/۱۰±۶/۱۷	۶۸/۸۲±۶۴/۰۵	۶۷/۳۹±۷/۱۵	۰/۹۱۹
قد (cm)	۱۶۸/۱۸±۱۴/۰۵	۱۶۷/۲۹±۱۰/۲۱	۱۶۹/۷۱±۹/۸۸	۱۷۰/۱۸±۸/۵۴	۰/۹۱۹

جدول ۲- مقایسه میزان ویژگی‌های فردی و MyF5 چهار گروه در قبل و بعد از مداخله (میانگین±انحراف استاندارد)

متغیّر	زمان اندازه‌گیری	کنترل	تمرین	مکمّل	تمرین+ مکمّل	P بین‌گروهی پیش‌آزمون	P بین‌گروهی پس‌آزمون
وزن (kg)	پیش‌آزمون	۶۹/۶۶±۷/۶۴	۶۸/۸۷±۸/۸۷	۷۰/۳۰±۱۰/۵۳	۷۱/۰۱±۱۰/۵۷	۰/۹۷۲	۰/۹۵۳
	پس‌آزمون	۶۹/۴۴±۷/۱۹	۶۹/۵۰±۸/۴۳	۷۰/۵۰±۱۰/۵۶	۷۱/۶۶±۱۰/۴۷		
	P درون‌گروهی	۰/۴۴۷	۰/۰۴	۰/۱۶۸	۰/۰۰۴		
BMI (kg.m-2)	پیش‌آزمون	۲۳/۵۹±۲/۰۶	۲۳/۲۰±۱/۹۴	۲۴/۴۱±۲/۲۸	۲۴/۰۵±۲/۵۵	۰/۶۸۵	۰/۶۶۳
	پس‌آزمون	۲۳/۵۲±۱/۹۳	۲۳/۴۲±۱/۸۸	۲۴/۴۸±۲/۳۳	۲۴/۲۸±۲/۴۸		
	P درون‌گروهی	۰/۴۵۸	۰/۰۴	۰/۱۷۰	۰/۰۰۴		
پرس سینه (kg)	پیش‌آزمون	۳۲/۱۱±۱۰/۷۹	۳۳/۲۵±۱۱/۳۷	۳۱/۷۰±۱۰/۲۴	۳۵/۶۶±۱۲/۳۰	۰/۸۷۲	۰/۳۳۵
	پس‌آزمون	۳۲±۱۰/۴۷	۳۶/۷۵±۱۱/۸۶	۳۲±۱۰/۱۹	۴۰/۲۲±۱۲/۲۷		
	P درون‌گروهی	۰/۶۸۱	۰/۰۰۱	۰/۲۷۹	۰/۰۰۱		
پرس پا (kg)	پیش‌آزمون	۷۷/۶۶±۲۸/۰۷	۸۲/۲۵±۲۴/۱۴	۷۷/۶۰±۲۲/۱۵	۸۵±۲۶/۴۰	۰/۹۰۲	۰/۲۰۶
	پس‌آزمون	۷۷/۸۸±۲۷/۶۱	۹۶±۳۱/۱۹	۷۸/۳۰±۲۲/۰۷	۱۰۱/۳۳±۳۳/۵۴		
	P درون‌گروهی	۰/۵۹۴	۰/۰۰۲	۰/۰۶	۰/۰۰۱		
MyF5 (ng/ml)	پیش‌آزمون	۵/۰۶±۱/۲۷	۴/۹۵±۱/۰۲	۴/۸۷±۱/۰۱	۴/۹۵±۰/۶۶	۰/۹۸۲	۰/۰۰۳
	پس‌آزمون	۵/۰۶±۱/۱۱	۶/۱۱±۰/۷۲	*۵/۴۹±۰/۸۹	۶/۷۴±۰/۹۲		
	P درون‌گروهی	۰/۹۸۸	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱		

جدول ۳- مقایسه میزان تغییرات وزن، BMI ،پرس سینه، پرس پا و MyF5 چهار گروه پس از ۸ هفته مداخله

متغیّر	تغییرات (میانگین±انحراف استاندارد)				سطح معنی‌داری
	کنترل	تمرین	مکمّل	تمرین+ مکمّل	
وزن (kg)	-۰/۲۲±۰/۸۳	۰/۶۲±۰/۷۴*	۰/۲۰±۰/۴۲	۰/۶۶±۰/۵۰*	۰/۰۲
BMI (kg.m-2)	۰/۰۷±۰/۲۷	-۰/۲۲±۰/۲۶*	-۰/۰۷±۰/۱۵	-۰/۲۲±۰/۱۶*	۰/۰۲
پرس سینه (kg)	۰/۱۱±۰/۷۸	۳/۵۰±۱/۱۴*	۰/۳۰±۰/۸۲#†	۴/۵۵±۱/۰۱*	۰/۰۰۱
پرس پا (kg)	۰/۲۲±۱/۲۰	۱۳/۷۵±۷/۹۲*	۰/۷۰±۱/۰۵#†	۱۶/۳۳±۷/۷۱*	۰/۰۰۱
myf5 (ng/ml)	۰/۰۰۲±۰/۴۴	۱/۱۶±۰/۷۹†*	۰/۶۲±۰/۴۹*#†	۱/۷۹±۰/۴۰*	۰/۰۰۱

* نشانه معنی‌داری آماری P≤۰/۰۵ در مقایسه با گروه کنترل، # نشانه معنی‌داری آماری P≤۰/۰۵ در مقایسه با گروه تمرین+مکمّل،
† نشانه‌ی معناداری آماری P≤۰/۰۵ در مقایسه با گروه تمرین (نتایج آزمون آنوا یک‌طرفه)

پس از هشت هفته مداخله، مقادیر Myf5 در گروه‌های تمرین، تمرین+مکمّل و مکمّل در مقایسه با گروه کنترل افزایش معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). همچنین، مقادیر MyF5 گروه تمرین در مقایسه با گروه مکمّل به‌صورت معنی‌داری افزایش داشت (P<۰/۰۵). مقادیر MyF5 گروه تمرین+مکمّل در مقایسه با سایر گروه‌ها به‌صورت معنی‌داری بیشتر بود (P<۰/۰۵)(جدول ۳).

بحث

در این مطالعه، تأثیر هشت هفته تمرین مقاومتی و مصرف مکمّل عصاره شکلات تلخ بر Myf5 پلاسما در سالمندان بررسی شد. نتایج نشان داد پس از هشت هفته مداخله، مقادیر Myf5 پلاسما در هر سه گروه تجربی (تمرین، مکمّل و تمرین+مکمّل) در مقایسه با گروه کنترل افزایش معنی‌داری پیدا کرد.

یافته اصلی این مطالعه، افزایش قابل ملاحظه مقادیر پلاسمایی Myf5 در گروه تمرین+مکمّل در مقایسه با گروه تمرین و گروه مکمّل بود. پس از مداخله، همزمان با افزایش MyF5، قدرت حداکثر در حرکت پرس سینه و پرس پا در گروه‌های تمرین و تمرین+مکمّل در مقایسه با گروه کنترل و مکمّل افزایش معنی‌داری یافته بود؛ اما با وجود افزایش معنی‌دار مقادیر MyF5 در گروه مکمّل، تفاوتی در قدرت حداکثر پرس سینه و پرس پای این گروه در مقایسه با گروه کنترل مشاهده نشد. به نظر می‌رسد، مصرف مکمّل به‌تنهایی تأثیری بر قدرت عضلانی نداشته باشد. این در حالی است که در گروه تمرین+مکمّل و تمرین+پلاسیبو، شاهد افزایش معنی‌دار قدرت حداکثر در هر دو حرکت پرس سینه و پرس پا بودیم.

در این مطالعه پس از تمرین ورزشی، سطوح پلاسمای MyF5 به‌صورت معنی‌داری در گروه تمرین افزایش پیدا کرد. ناهمسو با پژوهش حاضر، Kosek و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه بر روی سالمندان (۶۰ تا ۷۵ سال، ۱۲زن و ۱۳مرد) گزارش کردند، پس از ۱۶ هفته تمرین هیچ تغییر معنی‌داری در مقادیر Myf5 سالمندان مشاهده نشد (۱۵). به نظر می‌رسد، این یافته‌های ناهمسو به‌دلیل تفاوت در برنامه تمرینی باشد (۴). در پژوهش حاضر پروتکل تمرینی تقریباً بر روی تمامی عضلات اصلی بدن انجام می‌شد؛ در حالی که در پژوهش Kosek و همکاران تنها از حرکات تمرینی پایین‌تنه استفاده شده بود. تمرین مقاومتی با ایجاد ریزآسیب‌های عضلانی، سلول‌های ماهواره‌ای را فعال می‌کند. پس از فعال‌سازی سلول‌های ماهواره‌ای، بیان MRFها از جمله MyF5 برای تکثیر و تمایز سلول‌های ماهواره‌ای افزایش می‌یابد که درنهایت به بازسازی و رشد عضله اسکلتی منجر می‌شود (۳، ۴).

در این پژوهش پس از مصرف ۸هفته مکمّل عصاره شکلات تلخ –حاوی اپی‌کاتچین– مقادیر پلاسمایی MyF5 به‌صورت معنی‌داری در گروه مکمّل افزایش داشت. مطالعات نشان داده‌اند، مصرف مکمّل اپی‌کاتچین تأثیرات مثبتی بر

کاهش خطر بیماری‌های قلبی-عروقی، دیابت نوع۲، ظرفیت‌های تمرینی و آنژیوژنز دارد (۲۱). اخیراً نشان داده شده است، این فلاونول بر روند رشد عضله اسکلتی نیز تأثیرگذار است (۲۲، ۲۳). Gutierrez-Salmean و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کرده‌اند، پیری آثار سوء بر تنظیم‌کننده‌های رشد عضلانی دارد و مصرف فلاونول اپی‌کاتچین، تا حدّی می‌تواند این تغییرات را معکوس کند (۱۴). همچنین، در پژوهشی دیگر نشان دادند که پس از هشت هفته مصرف مکمّل اپی‌کاتچین در بیماران مبتلا به دیستروفی عضلانی بِکِر[1]، مقادیر MyF5 افزایش و پاسخ عضلات به تمرین نیز در آن‌ها بهبود یافت. توضیح دقیقی در مورد سازوکار احتمالی اپی‌کاتچین بر افزایش مقادیر MyF5 ارائه نشده است. در پژوهشی گزارش کردند، اپی‌کاتچین تنها مکمّل خوراکی است که باعث بهبود متغیّرهای مرتبط با بازسازی عضله اسکلتی مانند MyF5 می‌شود و می‌تواند به‌عنوان یک نشانگر زیستی داروشناسی برای مطالعات آینده باشد (۲۴). نظریه احتمالی موجود در مورد سازوکار فیزیولوژیک اپی‌کاتچین‌ها، تقلید شیمیایی از آثار هورمون جنسی است. این گمان وجود دارد که اپی‌کاتچین‌ها که گاهی از آنها به عنوان پروهورمون[2] نیز یاد می‌شود، گیرنده‌های هورمون‌های جنسی را تحریک می‌کنند و با همان سازوکار احتمالی که هورمون‌های جنسی قادرند باعث افزایش عوامل میوژنیک شوند، اپی‌کاتچین‌ها نیز باعث افزایش عوامل میوژنیک می‌شوند (۱۱-۱۳).

پژوهش حاضر نشان داد، مقادیر MyF5 گروه تمرین+مکمّل در مقایسه با گروه تمرین و مکمّل به‌صورت معنی‌داری بیشتر بود که به نظر می‌رسد آثار تمرین مقاومتی و اپی‌کاتچین به‌صورت هم‌زمان تأثیر بهتری دارد. به‌علاوه نشان داده شد، مقادیر MyF5 در گروه تمرین در مقایسه با گروه مکمّل افزایش بیشتری به‌همراه داشت. به نظر می‌رسد تمرین مقاومتی از راه تحریک مکانیکی و افزایش عوامل رشدی همچون IGF-1 و MGF، آثار بهتری در مقایسه با مکمّل عصاره شکلات تلخ داشته باشد. گزارش شده است، تمرین ورزشی به‌دلیل داشتن تأثیرات فیزیولوژیک بیشتر و بدون عوارض جانبی، نسبت به دارو درمانی برتری دارد. در حال حاضر، استراتژی استفاده از مکمّل تغذیه‌ای مناسب و ترکیب آن با تمرین مقاومتی، به نظر می‌رسد که بهترین رویکرد در پیشگیری یا حتی تا حدودی درمان سارکوپنیا باشد (۶).

از سوی دیگر، در رابطه با افزایش قدرت حداکثر در حرکات پرس سینه و پرس پای افراد دو گروه تمرین+پلاسیبو و تمرین+مکمّل باید اشاره کرد، توسعه قدرت شامل عملکرد هماهنگ چندین فرآیند می باشد. در واقع قابلیت تولید نیروی بیشینه، هم به سیستم عصبی و هم به سیستم عضلانی نسبت داده می‌شود. سازگاری‌های ایجادشده در نتیجه تمرین مقاومتی که به افزایش قدرت بیشینه منجر می‌شود، شامل سازگاری‌های عصبی مانند: افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی، به‌کارگیری واحدهای حرکتی در عضلات موافق، تحریک واحدهای حرکتی با تواتر بیشتر، مهار خودبه‌خودی و افزایش مهارت و هماهنگی عصبی-عضلانی در انجام حرکات، سازگاری‌های عضلانی مانند افزایش سطح مقطع عرضی عضله و تغییر در ساختار عضله و همچنین سازگاری‌های متابولیکی می‌باشد (۲۵، ۲۶).

با این حال، با وجود تأثیرات و سازوکارهای به اثبات‌رسیده تمرین مقاومتی بر رشد عضله اسکلتی، همانطور که پیش‌تر بیان شد مکانیزم دقیق تأثیر مکمّل اپی‌کاتچین بر افزایش عوامل مرتبط با رشد عضله هنوز مشخص نمی‌باشد. بنابراین، از محدودیت‌های این پژوهش می‌توان به عدم امکان سنجش عوامل و فاکتورهای بیشتری در ارتباط با رشد عضله اسکلتی مانند: میوستاتین، فولیستاتین، MGF، FoxO، Smads، GASPs و ... برای حصول اطمینان از تأثیر مکمّل اپی‌کاتچین بر این عوامل و همچنین عدم استفاده از روش نمونه‌برداری عضلانی (بیوپسی)، برای اطمینان از تغییر مقادیر

[1] *Becker Muscular Dystrophy (BMD)*
[2] *Prohormone*

پروتئین MyF5 در بافت عضله اسکلتی اشاره کرد. این موارد به‌عنوان چشم‌اندازی برای مطالعات آتی پیشنهاد می‌شود.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که پس از هشت هفته تمرین مقاومتی و مصرف مکمّل عصاره شکلات تلخ، سطوح پلاسمایی myf5 افزایش می‌یابد. همچنین مشخص شد، تمرین مقاومتی همراه با مصرف مکمّل عصاره شکلات تلخ آثار بهینه‌تری در افزایش myf5 دارد. این نتایج می‌تواند چشم‌انداز جدیدی برای تنظیم فرآیند عضله‌زایی سالمندان، به ارمغان آورد و ممکن است دیدگاه‌های جدیدی در مورد تنظیم رشد عضلات اسکلتی برای پیشگیری و حتی درمان مشکلات عضلانی سالمندان از قبیل سارکوپنیا ارائه نماید.

تقدیر و تشکر

بدین‌وسیله از تمامی افرادی که در این پژوهش شرکت کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع:

1- Moreland JD, Richardson JA, Goldsmith CH, Clase CM. Muscle weakness and falls in older adults: a systematic review and meta-analysis. J Am Geriatr Soc. 2004 Jul; 52(7): 1121-9.

2- Kalinkovich A, Livshits G. Sarcopenia–The search for emerging biomarkers. Ageing Res Rev. 2015; 22: 58-71.

3- Carlson ME, Suetta C, Conboy MJ, Aagaard P, Mackey A, Kjaer M, et al. Molecular aging and rejuvenation of human muscle stem cells. EMBO Mol Med. 2009; 1(8-9): 381-91.

4- Bazgir B, Fathi R, Valojerdi MR, Mozdziak P, Asgari A. Satellite cells contribution to exercise mediated muscle hypertrophy and repair. Cell J. 2017; 18(4): 473-84.

5- Zanou N, Gailly P. Skeletal muscle hypertrophy and regeneration: interplay between the myogenic regulatory factors (MRFs) and insulin-like growth factors (IGFs) pathways. Cell Mol Life Sci. 2013; 70(21): 4117-30.

6- Woo J. Sarcopenia. Clin Geriatr Med. 2017;33(3):305-14.

7- Offord NJ, Witham MD. The emergence of sarcopenia as an important entity in older people. Clin Med (Lond). 2017;17(4):363-6.

8- Wilborn CD, Taylor LW, Greenwood M, Kreider RB, Willoughby DS. Effects of different intensities of resistance exercise on regulators of myogenesis. J Strength Cond Res. 2009; 23(8): 2179-87.

9- Smith HK, Maxwell L, Rodgers CD, McKee NH, Plyley MJ. Exercise-enhanced satellite cell proliferation and new myonuclear accretion in rat skeletal muscle. J Appl Physiol (1985). 2001; 90(4): 1407-14.

10- Yu PL, Pu HF, Chen SY, Wang SW, Wang PS. Effects of catechin, epicatechin and epigallocatechin gallate on testosterone production in rat leydig cells. J Cell Biochem. 2010; 110(2): 333-42.

11- Goodin MG, Fertuck KC, Zacharewski TR, Rosengren RJ. Estrogen receptor-mediated actions of polyphenolic catechins in vivo and in vitro. Toxicol Sci. 2002; 69(2): 354-61.

12- Moreno-Ulloa A, Mendez-Luna D, Beltran-Partida E, Castillo C, Guevara G, Ramirez-Sanchez I, et al. The effects of (−)-epicatechin on endothelial cells involve the G protein-coupled estrogen receptor (GPER). Pharmacol Res. 2015; 100: 309-20.

13- Etters A. Regulation of the Estrogen Receptor via Catechin Polyphenols from Green Tea. 2015. Digital commons. Available at:digitalcommons.butler.edu./ Accessed Jul 25, 2017.

14- Gutierrez-Salmean G, Ciaraldi TP, Nogueira L, Barboza J, Taub PR, Hogan MC, et al. Effects of (−)-epicatechin on molecular modulators of skeletal muscle growth and differentiation. J Nutr Biochem. 2014;25(1):91-4.

15- Kosek DJ, Kim JS, Petrella JK, Cross JM, Bamman MM. Efficacy of 3 days/wk resistance training on myofiber hypertrophy and myogenic mechanisms in young vs. older adults. J Appl Physiol (1985). 2006;101(2):531-44.

16- Bamman MM, Ragan RC, Kim JS, Cross JM, Hill VJ, Tuggle SC, et al. Myogenic protein expression before and after resistance loading in 26-and 64-yr-old men and women. J Appl Physiol. 2004;97(4):1329-37.

17- Dill DB, Costill DL. Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration. J Appl Physiol. 1974;37(2):247-8.

18- Maltais ML, Ladouceur JP, Dionne IJ. The effect of resistance training and different sources of postexercise protein supplementation on muscle mass and physical capacity in sarcopenic elderly men. J Strength Cond Res. 2016; 30(6): 1680-7.

19- Mayer F, Scharhag-Rosenberger F, Carlsohn A, Cassel M, Müller S, Scharhag J. The intensity and effects of strength training in the elderly. Dtsch Arztebl Int. 2011; 108(21): 359-64.

20- Chrusch MJ, Chilibeck PD, Chad KE, Davison KS, Burke DG. Creatine supplementation combined with resistance training in older men. Med Sci Sports Exerc. 2001; 33(12): 2111-7.

21- Quine SD, Raghu PS. Effects of (-)-epicatechin, a flavonoid on lipid peroxidation and antioxidants in streptozotocin-induced diabetic liver, kidney and heart. Pharmacol Rep. 2005; 57(5): 610-5.

22- Latif R. Chocolate/cocoa and human health: a review. Neth J Med. 2013;71(2):63-8.

23- Hooper L, Kay C, Abdelhamid A, Kroon PA, Cohn JS, Rimm EB, et al. Effects of chocolate, cocoa, and flavan-3-ols on cardiovascular health: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. Am J Clin Nutr. 2012; 95(3): 740-51.

24- McDonald C, Henricson E, Oskarsson B, Aguilar C, Nicorici A, Joyce N, et al. Epicatechin enhances mitochondrial biogenesis, increases dystrophin and utrophin, increases follistatin while decreasing myostatin, and improves skeletal muscle exercise response in adults with Becker muscular dystrophy (BMD). Neuromuscul Disord. 2015; 25(Suppl 2): S314-5.

25- Howe L, Waldron M. Advanced resistance training strategies for increasing muscle hypertrophy and maximal strength: part 1 accumulation methods. Professional Strength and Conditioning. 2017;(47):7-13.

26- Figueiredo VC, de Salles BF, Trajano GS. Volume for Muscle Hypertrophy and Health Outcomes: The Most Effective Variable in Resistance Training. Sports Med. 2018; 48(3): 499-505.