Journal of Ardabil University of Medical Sciences

Vol. 22, No. 3, Autumn 2022, Pages 280-292

The Effect of Three Resistance Training Methods on Bone Morphogenetic Protein 2 and Lipid Profile in Obese Men

Kermani S[1], Abbassi Daloii A*[1], Abdi A[1], Saeidi A[2]

1. Department of Exercise Physiology, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran
2. Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanities and Social Sciences, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran.

**** Corresponding author.*** Tel: +989111274366, Fax: +981144150498, E-mail: abbasi.daloii@gmail.com

Received: Dec 30, 2021 Accepted: Jul 30, 2022

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-01-09]

[DOR: 20.1001.1.22287280.1401.22.3.1.0]

[DOI: 10.52547/jarums.22.3.280]

ABSTRACT

Background & objectives: Recent evidence suggests that bone morphogenetic proteins (BMPs) are involved in regulating of adipose tissue. This study aimed to evaluate the effect of three resistance training methods on bone morphogenetic protein 2 and lipid profile in obese men.

Methods: In a semi-experimental trial, 44 obese men (23-32 years) were selected and randomly divided into four groups, including control, interval resistance training, traditional resistance training and circuit resistance training. Interval, traditional and circuit resistance training performed with an intensity of 50% of maximum repetition and active rest, 3-time sessions per week for 12 weeks. Serum BMP-2 levels were measured using an ELISA kit. Data were analyzed using paired t-test, one-way analysis of variance and Tukey post hoc test at the $p<0.05$.

Results: The results showed that interval, traditional and circuit resistance training were associated with a significant decrease in bone morphogenetic protein 2 (BMP-2), LDL, cholesterol and triglyceride concentrations in interval, traditional and circuit resistance training groups, and also a significant increase in HDL concentration in interval and circuit resistance training groups in comparison with the pretest ($p<0.001$). BMP-2 levels were significantly lower in the interval resistance training group than in the traditional resistance training group ($p<0.001$). The HDL and LDL, cholesterol and triglycerides levels in obese men in the interval and circuit resistance training groups were significantly higher and lower than in the interval resistance training group, respectively ($p<0.001$).

Conclusion: 12 weeks of the interval, circuit and traditional resistance training were associated with decreased BMP-2 and improved lipid profile in obese men, and interval resistance training may be more effective on BMP-2 and lipid profile in obese men.

Keywords: Resistance Training; Adipose Tissue; BMP-2; Lipid Profile

مقایسه تاثیر سه روش تمرین مقاومتی بر پروتئین مورفوژنتیک استخوان-۲ و پروفایل لیپیدی در مردان چاق

سجاد کرمانی[۱]، آسیه عباسی دلوئی[۱]*، احمد عبدی[۱]، ایوب سعیدی[۲]

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد آیت الله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران
۲. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
* نویسندهٔ مسئول. تلفن: ۰۹۱۱۱۲۷۴۳۶۶ فاکس: ۰۱۱۴۴۱۵۰۴۹۸ پست الکترونیک: abbasi.daloii@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: شواهد اخیر نشان می‌دهد که پروتئین‌های مورفوژنتیک استخوان (BMPs) در تنظیم بافت چربی نقش دارند. هدف از این تحقیق، مقایسه تاثیر سه روش تمرین مقاومتی بر پروتئین مورفوژنتیک استخوان-۲ و پروفایل لیپیدی در مردان چاق بود.

روش کار: در یک کارآزمایی نیمه تجربی، ٤٤ مرد چاق (۲۳-۳۲ سال) انتخاب و به‌صورت تصادفی به چهار گروه شامل کنترل، تمرین مقاومتی تناوبی، تمرین مقاومتی سنتی و تمرین مقاومتی دایره‌ای تقسیم شدند. تمرین مقاومتی تناوبی، سنتی و دایره‌ای با شدت ۵۰ درصد تکرار بیشینه و زمان استراحت فعال، ۳ جلسه در هفته و به مدت ۱۲ هفته انجام شد. سطح پروتئین مورفوژنتیک استخوان-۲ (BMP-2) سرم با استفاده از کیت و به روش الایزا اندازه‌گیری شد. داده‌ها به روش آزمون t همبسته، آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی توکی در سطح معنی‌داری $p<۰/۰۵$ تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که تمرین مقاومتی سنتی، دایره‌ای و تناوبی با کاهش معنی‌دار غلظت BMP-2، LDL، کلسترول و تری‌گلیسرید در گروه‌های تمرین مقاومتی تناوبی، سنتی و دایره‌ای و افزایش معنی‌دار غلظت HDL در گروه‌های تمرین مقاومتی تناوبی و دایره‌ای نسبت به پیش آزمون همراه بود ($p<۰/۰۰۱$). میزان BMP-2 در گروه تمرین مقاومتی تناوبی نسبت به گروه تمرین مقاومتی سنتی به‌طور معنی‌داری کمتر بود($p<۰/۰۰۱$). میزان HDL و LDL، کلسترول و تری‌گلیسرید در مردان چاق در گروه‌های تمرین مقاومتی تناوبی و دایره‌ای نسبت به گروه تمرین مقاومتی سنتی به ترتیب به‌طور معنی‌داری بیشتر و کمتر بود ($p<۰/۰۰۱$).

نتیجه‌گیری: ۱۲ هفته تمرین مقاومتی تناوبی، دایره‌ای و سنتی با کاهش BMP-2 و بهبود پروفایل لیپیدی در مردان چاق همراه بود و تمرین مقاومتی تناوبی ممکن است بتواند بر BMP-2 و پروفایل لیپیدی در مردان چاق مؤثرتر باشد.

واژه‌های کلیدی: تمرین مقاومتی، بافت چربی، پروتئین مورفوژنتیک استخوان ۲، پروفایل لیپیدی

دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۹ **پذیرش:** ۱۴۰۱/۵/۸

مقدمه

چاقی نوعی اختلال شایع است که توسط عوامل ژنتیکی، تغذیه‌ای و محیطی ایجاد می‌شود. عدم تعادل انرژی و مصرف بیش از حد کالری، نیروی محرکه اصلی چاقی است. چاقی یک بیماری مزمن چند عاملی است که به سایر اختلالات از جمله سرطان، مقاومت به انسولین، بیماری‌های قلبی عروقی و دیابت نوع ۲ مرتبط است [۳-۱]. چاقی/اضافه وزن اکنون پنجمین علت اصلی

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-01-09]
[DOR: 20.1001.1.22287280.1401.22.3.1.0]
[DOI: 10.52547/jarums.22.3.280]

مرگ و میر در سراسر جهان است [٤]. طبق گزارش سازمان بهداشت جهانی[1] (WHO) در سال ۲۰۱۶، بیش از ۱/۹ میلیارد بزرگسال دارای اضافه وزن بودند که ۶۵۰ میلیون نفر از آنها از چاقی رنج می‌برند، تقریباً ۲/۸ میلیون بزرگسال هر ساله به دلیل این بیماری می‌میرند. فاکتورهای زیادی وجود دارد که باعث چاقی می‌شود از جمله کم‌تحرکی، دریافت زیاد کالری، افسردگی و مسائل مختلف اجتماعی و مالی، اما آنها یک نتیجه مشترک دارند: تجمع چربی‌ها در سلول‌های چربی بالغ بافت چربی سفید چاقی با افزایش در توده بافت چربی مشخص می‌شود [۳].

شواهد اخیر نشان می‌دهد که پروتئین‌های مورفوژنتیک استخوان[2] (BMPs) در تنظیم بافت چربی نقش دارند. پروتئین‌های مورفوژنتیک استخوان از خانواده پروتئین‌های فاکتور رشد تبدیل بتا[3] (TGF-β) هستند و در توسعه سلول‌های چربی، از جمله آدیپوژنز، تمایز سلول‌های پیش ساز و عملکرد سلول‌های چربی بالغ نقش دارند [۵]. در بین BMPها، نشان داده شده است که پروتئین مورفوژنتیک استخوان-۲[4] (BMP2) علاوه بر ارتقاء تمایز چربی، باعث تحریک به نژاد چربی سفید می‌شود [۶]. BMP2 با القای گیرنده فعال کننده تکثیر پراکسی‌زوم γ[5] (PPAR) از طریق سیگنالینگ Smad و p38MAPKباعث تحریک آدیپوژنز می‌شود [۷]. اثرات آدیپوژنز BMP2 توسط فعال کننده رونویسی Schnurri-2 انجام می‌شود [۸]. مطالعه روی موش‌های ناک اوت Schnurri-2 تمایز ضعیفی از فیبروبلاست‌های جنینی به سلول‌های چربی و کاهش توده چربی را نشان می‌دهند [۸]. نشان داده شد که در افراد میانسال و مسن دارای اضافه وزن و چاقی به وضوح BMP-2 افزایش یافته است. از نظر پارامترهای تن سنجی، این فاکتور با شاخص توده بدن، دور عضله بازو و دور کمر نسبت دور کمر به لگن در زنان ارتباط مثبت داشت. سطح BMP-2 نشان‌دهنده شرایط اضافه وزن یا چاقی است و نقش بالقوه آن را برای دسته بندی افراد بر اساس وضعیت متابولیک تقویت می‌کند [۹]. یک مطالعه اخیر نشان داده است که افزایش تقاضا برای ذخیره انرژی بیش از حد باعث افزایش بیان BMP-2 می‌شود و سلول‌های چربی به‌دلیل ذخیره انرژی در بافت‌های چربی احشایی و زیر جلدی به این پدیده کمک می‌کنند [۱۰]. از آنجا که افزایش BMP-2 در زنان دارای اضافه وزن و چاقی مشاهده شد و با پارامترهای تن سنجی مرتبط بود که انباشت بافت چربی را نشان می‌دهد [۹].

فعالیت بدنی و ورزش عامل اصلی مصرف انرژی و در نتیجه تعادل انرژی است. تغییرات در تعادل انرژی، توده چربی را تغییر می‌دهد [۱۱]. با این حال اگرچه BMP-2 نقش مهمی در تنظیم بافت چربی دارد، اثرات ورزش بر BMP-2 به خوبی مشخص نیست. برخی مطالعات نشان داده‌اند که ورزش اختیاری منجر به تنظیم سطح BMPs می‌شود. با این حال پاسخ به ورزش در بافت‌های مختف متفاوت می‌باشد. نشان داده شده است که تمرین ۸ هفته‌ای چرخ دوار تاثیری بر روی میزان BMP4 در بافت قلب موش‌های تراریخته و سالم ندارد. با این حال، تمرین چرخ دوار منجر به کاهش بیان BMP4 در استخوان درشت نی (۴۳ درصد) در موش‌های تراریخته شد [۱۲]. لو[6] و همکاران در تحقیقی تغییرات BMP2 در مدل هایپرتروفی قلبی را بررسی کردند. mRNA و بیان پروتئین BMP2 پس از هیپرتروفی ناشی از اضافه بار- فشار و ورزش شنا افزایش یافت [۱۳].

[1] World Health Organization
[2] Bone Morphogenetic Proteins
[3] Transforming growth Factor Beta
[4] Bone Morphogenetic Protein 2
[5] Peroxisome Proliferator-Activated Receptor Gamma
[6] Lu

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-01-09]
[DOR: 20.1001.1.22287280.1401.22.3.1.0]
[DOI: 10.52547/jarums.22.3.280]

مطالعات نشان می‌دهد که تمرین مقاومتی یک روش موثر برای کاهش چربی بدن و کنترل چاقی به شمار می‌رود [۱۶-۱٤]. با این حال، پروتکل‌های مختلف تمرین مقاومتی با توجه به شدت بار، تعداد ست‌ها و تعداد تکرارها یا استراحت بین تمرینات مقدار متفاوتی از تمرین را ایجاد می‌کنند و در نتیجه، آنها سازگاری-های مختلف را تقویت می‌کنند [۱۷]. بنابراین، برای نیل به این اهداف در برنامه تمرینی مقاومتی به ویژه در افراد چاق طراحی صحیح برنامه تمرینی ضروری است. همانطور که گزارش شد سطوح سرمی پروتئین‌های مورفوژنتیک استخوان با افزایش توده چربی انسان و سندرم متابولیک در افراد دارای اضافه وزن و چاقی همراه است و به همین دلیل تعدیل سطح سرمی پروتئین‌های مورفوژنتیک استخوان می-تواند یک هدف درمانی بالقوه برای بهبود اختلالات مرتبط با چاقی باشد، با توجه موارد فوق، تحقیق حاضر قصد دارد به مقایسه تاثیر سه روش تمرین مقاومتی بر پروتئین مورفوژنتیک استخوان-۲ و پروفایل لیپیدی در مردان چاق بپردازد.

روش کار

پژوهش حاضر از نوع کاربردی و روش آن نیمه تجربی می‌باشد که بصورت پیش آزمون-پس آزمون با گروه کنترل انجام گرفت. جامعه آماری این پژوهش را مردان چاق داوطلب شهر تهران تشکیل می‌دهند که از طریق فراخوان در مراکز عمومی و اداری در سال ۱۳۹۹ انتخاب شدند. بر این اساس، پس از ارزیابی‌های بالینی اولیه شامل شرح حال، سابقه بیماری‌های قلبی عروقی، معاینات بالینی و تشخیصی، تعداد ۵۰ آزمودنی بر اساس معیارهای ورود برای شرکت در تحقیق انتخاب شدند در نهایت با توجه به جدول مورگان از ٤٤ آزمودنی دعوت شد تا در جلسه توجیهی شرکت کنند. معیارهای ورود به مطالعه یا شرایط انتخاب آزمودنی‌ها شامل موارد ذیل می‌باشد: سن ۲۳-۳۲ سال، عدم ابتلا به بیماری‌های مزمن با توجه به پرسشنامه سابقه پزشکی (بیماری‌های قلبی و عروقی، دیابت، انواع سرطان‌ها و ناراحتی‌های کلیوی و گوارشی و یا هرگونه آسیب و یا مشکلی که آنها را از شرکت در فعالیت بدنی محدود کند)، دارا بودن شرایط شاخص توده بدنی= ۳۰ کیلوگرم بر متر مربع و$WHR>0.5$ [۱۸][1] و عدم داشتن سابقه ورزشی طی شش ماه اخیر، نداشتن سابقه اختلالات خواب، غیرسیگاری و عدم مصرف هر نوع مکمل، الکل، مواد کافئین‌دار و درمان دارویی. همچنین معیارهای خروج آزمودنی‌ها از مطالعه عبارتند از غیبت بیش از یک جلسه در برنامه تمرینات ورزشی، بروز حادثه، آسیب، ابتلا به بیماری های مخل و بروز هر عامل مداخله گری که بر شرکت موثر آزمودنی‌ها در جلسات تمرین اثر گذار باشد. در یک جلسه جداگانه بعد از انجام معاینات پزشکی، هدف از انجام پژوهش و نحوه اجرای آن برای آزمودنی‌ها شرح داده شد. سپس در جلسه دیگری پس از تعیین یک تکرار بیشینه، آزمودنی‌ها به صورت همگن بر اساس حداکثر قدرت بیشینه به ٤ گروه ۱) کنترل (۱۱ نفر)، ۲) تمرین مقاومتی تناوبی (۱۱ نفر) ،۳) تمرین مقاومتی سنتی (۱۱ نفر) و ٤) تمرین مقاومتی دایره‌ای (۱۱ نفر) تقسیم شدند. گروه‌های تمرینی دوره تحقیقی خود را بر اساس پروتکل تعیین شده پشت سر گذاشتند. گروه کنترل نیز طی ۱۲ هفته دوره تحقیق زندگی روزمره خود را داشتند و از شرکت در فعالیت‌های منظم منع شدند. پس از پرکردن پرسشنامه اطلاعات فردی و امضای رضایت نامه، هریک از آزمودنی‌ها روز بعد برای اجرای آزمون‌ها در محل برگزاری آزمون حاضر شدند. در ابتدای جلسه ویژگی‌های آنتروپومتری شامل قد، وزن و درصد چربی سه ناحیه از همه آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. قد آزمودنی‌ها (به سانتی‌متر) با استفاده از دستگاه قدسنج سکا ساخت آلمان با دقت ۰/۱ سانتی‌متر و وزن بدن آنها (به کیلوگرم) با استفاده از ترازوی دیجیتالی سکا ساخت

[1] Waist-to-Height Ratio

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-01-09]
[DOR: 20.1001.1.22287280.1401.22.3.1.0]
[DOI: 10.52547/jarums.22.3.280]

کشور آلمان با دقت ۰/۱ کیلوگرم اندازه‌گیری و ثبت شد. پس از اندازه گیری قد و وزن آزمودنی‌ها شاخص توده بدنی آن‌ها با استفاده از فرمول [مجذور قد به متر/ وزن (کیلوگرم) = (شاخص توده بدن) BMI] محاسبه شد. در جلسه دوم از همه آزمودنی‌ها تست تعیین یک تکرار بیشینه گرفته شد. بعد از دو روز، آزمودنی‌ها به آزمایشگاه مراجعه کرده و برای ارزیابی سطوح BMP-2 سرم و پروفایل لیپیدی از آن‌ها خون‌گیری شد. سپس گروه‌های تجربی ۱۲ هفته برنامه تمرین را انجام دادند. در پایان مجدد ویژگی‌های آنتروپومتری و خون‌گیری اخذ شد.

وضعیت رژیم غذایی با ثبت غذاهای مورد استفاده طی سه روز (۲ روز هفته و ۱ روز آخر هفته) قبل از شروع تمرین و بعد از مطالعه برای ارزیابی تغییرات در رژیم غذایی معمول در طول زمان ثبت شد. هر ماده غذایی به صورت جداگانه وارد رژیم تجزیه و تحلیل رژیم غذایی نسخه ۱۰ پلاس (Cengage, Boston, MA, USA) شد و کل انرژی مصرفی و همچنین مقدار انرژی حاصل از پروتئین‌ها، چربی‌ها و کربوهیدرات‌ها محاسبه شد. تحلیل داده‌های ثبت غذایی حاکی از عدم تفاوت معنی‌دار در مصرف مقادیر پروتئین، چربی و کربوهیدرات و میزان کالری دریافتی بین گروه‌ها قبل و بعد از دوره تمرینی بود.

پروتکل تمرینات مقاومتی

تمرین مقاومتی تناوبی، سنتی و دایره‌ای با شدت ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه و زمان استراحت فعال، ۳ جلسه در هفته و به مدت ۱۲ هفته انجام شد. پروتکل تمرین مقاومتی دایره‌ای شامل ۱۰ ایستگاه (۵ حرکت بالا تنه و ۵ حرکت پایین تنه (اسکات، زیربغل، پرس پا، پرس سینه، جلو پا، سرشانه، پشت پا، جلو بازو، ساق پا، پشت بازو) هر ایستگاه ۱٤ تکرار بود که در سه ست ۱٤ ایستگاهی پشت سر هم با استراحت ۵ دقیقه بین هر ست و با شدت ۵۰ درصد انجام شد. تمرین مقاومتی سنتی شامل ۱۰ ایستگاه هر ایستگاه سه ست ۱٤ تکراری با استراحت ۳۰ ثانیه بین هر ست با شدت ۵۰ درصد انجام شد. تمرین اینتروال نیز شامل ده ایستگاه با دو ست ۱٤ تکراری با شدت ۵۰ درصد و زمان استراحت فعال با ۲ ست ۱٤ تکراری با شدت ۲۵ درصد برای هر ایستگاه بود. لازم به ذکر است که بعد از گذشت چهار هفته مجددا یک تکرار بیشینه[1] (1RM) گرفته شده و بر اساس 1RM جدید تمرینات طراحی می‌شد. حجم تمرین بر اساس فرمول ارائه شده توسط بیچل و همکاران محاسبه شد (مقدار وزنه × تعداد تکرار × تعداد ست= حجم تمرین) [۲۰،۱۹]. 1RM آزمودنی‌ها با استفاده از معادله برزیسکی محاسبه شد: روش تعیین یک تکرار بیشینه به این صورت است که ابتدا فرد با وزنه سبک گرم می‌کند سپس وزنه ای انتخاب می‌کند که حداکثر تا ۱۰ تکرار بتواند انجام دهد. اگر وزنه سبک باشد و تعداد تکرارها بیشتر از ۱۰ تکرار شد، بعد از کمی استراحت وزنه بیشتری انتخاب می‌شود تا جایی که بتواند کمتر از ۱۰ تکرار انجام دهد. مقدار وزنه و تعداد تکرارها در هر حرکت ثبت و سپس در فرمول قرار داده می‌شود.

/ وزن جابه‌جاشده (کیلوگرم) =یک تکرار بیشینه
۰/۰۲۷۸ (× تعداد تکرار تا خستگی) –۱/۰۲۷۸

ارزیابی متغیرهای بیوشیمیایی

اولین نمونه خونی به صورت ناشتا ۷۲ ساعت قبل و دومین نمونه خونی ۷۲ ساعت بعد از دوره تمرینی دوازده هفته‌ای از ورید پیش آرنجی دست راست آزمودنی‌ها در حالت نشسته به مقدار ۵ سی سی تهیه شد. نمونه‌های خونی گرفته شده به لوله‌های آزمایش مخصوص جهت تهیه‌ی سرم (لوله‌های حاوی سدیم سیترات) انتقال داده شد و به مدت ۱۰ دقیقه با ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. سرم و پلاسمای حاصل در دمای ۷۰- درجه سانتیگراد نگهداری شد. لازم به ذکر است، تمامی مراحل اجرای آزمون در شرایط

[1] One-repetition Maximum

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-01-09]
[DOR: 20.1001.1.22287280.1401.22.3.1.0]
[DOI: 10.52547/jarums.22.3.280]

یکسان و استاندارد در ساعت ۸ تا ۱۰ صبح انجام گرفت. سطوح BMP-2 سرم با استفاده از کیت و به روش الایزا اندازه گیری شد. همچنین به منظور اندازه‌گیری شاخص‌های لیپیدی (لیپوپروتئین با چگالی کم (LDL-C)، لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL-C)، کلسترول (TC) و تری‌گلیسرید (TG) از روش آنزیماتیک (کالریمتری) و از کیت‌های شرکت تکنیکان استفاده شد.

جهت بررسی نرمال بودن متغیرهای مورد مطالعه از آزمون شاپیرو- ویلک استفاده شد. جهت تجزیه و تحلیل آماری داده‌های تحقیق از روش آزمون t همبسته و تحلیل واریانس یک طرفه و برای تعیین تفاوت بین گروه‌ها از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. تمام عملیات آماری پژوهش با استفاده از نرم‌افزار SPSS-25 و سطح معنی‌داری $p< ۰/۰۵$ در نظر گرفته شده است.

یافته‌ها

در جدول ۱ میانگین و انحراف استاندارد مربوط به ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها در گروه‌های مختلف نشان داده شده است. بین میانگین وزن و شاخص توده بدن در گروه‌های مختلف تحقیق در پیش آزمون تفاوت معناداری وجود نداشت. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه نشان می‌دهد بین میانگین وزن در گروه‌های مختلف بعد از حذف اثر پیش آزمون تفاوت معناداری وجود دارد ($p=۰/۰۰۱$). نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد که میانگین وزن گروه تمرین مقاومتی تناوبی نسبت به گروه‌های کنترل، تمرین مقاومتی سنتی و دایره‌ای به طور معنی داری کمتر بود ($p=۰/۰۰۱$). همچنین بین سایر گروه‌ها در میانگین وزن تفاوت معناداری وجود نداشت. نتایج آزمون تی همبسته نشان داد که میانگین وزن در مردان چاق در گروه‌های تمرین مقاومتی تناوبی ($p=۰/۰۰۰$)، تمرین مقاومتی سنتی ($p=۰/۰۲۶$) و تمرین مقاومتی دایره‌ای ($p=۰/۰۰۳$) نسبت به پیش آزمون به طور معنی‌داری کاهش یافت اما در گروه کنترل نسبت به پیش آزمون تغییر معنی‌داری مشاهده نشد.

همچنین نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه نشان می‌دهد بین میانگین BMI در گروه‌های مختلف بعد از حذف اثر پیش آزمون تفاوت معناداری وجود دارد ($p=۰/۰۰۱$). نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد که میانگین BMI گروه تمرین مقاومتی تناوبی نسبت به گروه‌های کنترل، تمرین مقاومتی سنتی و دایره‌ای به طور معنی‌داری کمتر بود ($p=۰/۰۰۱$) همچنین بین سایر گروه‌ها در میانگین BMI تفاوت معناداری وجود نداشت. نتایج آزمون تی همبسته نشان داد که میانگین BMI در مردان چاق در گروه‌های تمرین مقاومتی تناوبی ($p=۰/۰۰۰$) ، تمرین مقاومتی سنتی ($p=۰/۰۲۷$) و تمرین مقاومتی دایره‌ای ($p=۰/۰۰۳$) نسبت به پیش آزمون به طور معنی‌داری کاهش یافت اما در گروه کنترل نسبت به پیش آزمون تغییر معنی‌داری مشاهده نشد.

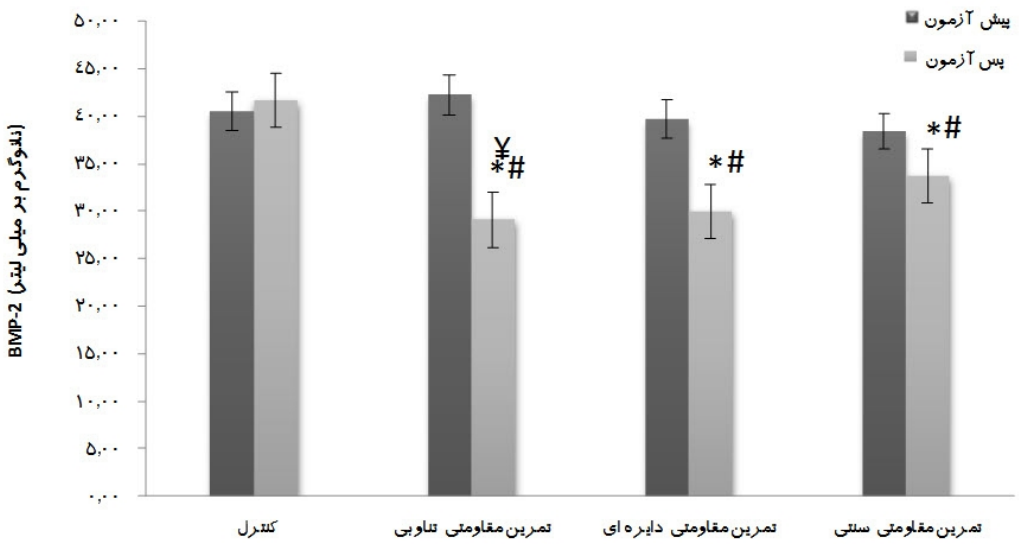
جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد مربوط به ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها در گروه های مختلف

گروه / متغیرها		میانگین± انحراف استاندارد			
		کنترل	تمرین مقاومتی تناوبی	تمرین مقاومتی سنتی	تمرین مقاومتی دایره‌ای
وزن (کیلوگرم)	پیش آزمون	۹۳/۸±۲/۰۵	۹۳/۷±۱/۹۱	۹۲/۲±۲/۸	۹۲/٤ ± ۱/۹۳
	پس آزمون	۹۳/۰±۲/۲	۸۷/۰±۲/۱۵	۹۰/۸±۱/۸	۸۸/۸±۱/۶۵
شاخص توده بدنی	پیش آزمون	۳۲/۹±۱/٤٤	۳۳/۱٤±۱/٤	۳۲/٤±۱/٤	۳۳/۰±۱/۲۸
(کیلوگرم بر متر مربع)	پس آزمون	۳۲/۶±۱/٤۹	۳۰/۷±۰/۹۹	۳۱/۷±۰/۸۳	۳۱/۷±۱/۲۷

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-01-09]
[DOR: 20.1001.1.22287280.1401.22.3.1.0]
[DOI: 10.52547/jarums.22.3.280]

نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه نشان داد که بین تاثیر سه روش تمرینی تناوبی، دایره‌ای و سنتی بر BMP-2 در مردان چاق تفاوت معناداری وجود دارد (p=۰/۰۰۱). نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد بین گروه تمرین مقاومتی تناوبی با گروه تمرین مقاومتی دایره‌ای و بین گروه تمرین مقاومتی سنتی با گروه تمرین مقاومتی دایره‌ای تفاوت معناداری وجود ندارد اما بین سایر گروه‌ها تفاوت معناداری وجود دارد.

نتایج آزمون تی همبسته نشان داد که میانگین BMP-2 در مردان چاق در گروه‌های تمرین مقاومتی تناوبی (p=۰/۰۰۱)، تمرین مقاومتی دایره‌ای (p=۰/۰۰۱) و تمرین مقاومتی سنتی (p=۰/۰۰۱) نسبت به پیش آزمون به طور معنی‌داری کاهش یافت اما در گروه کنترل نسبت به پیش آزمون تغییر معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۱).



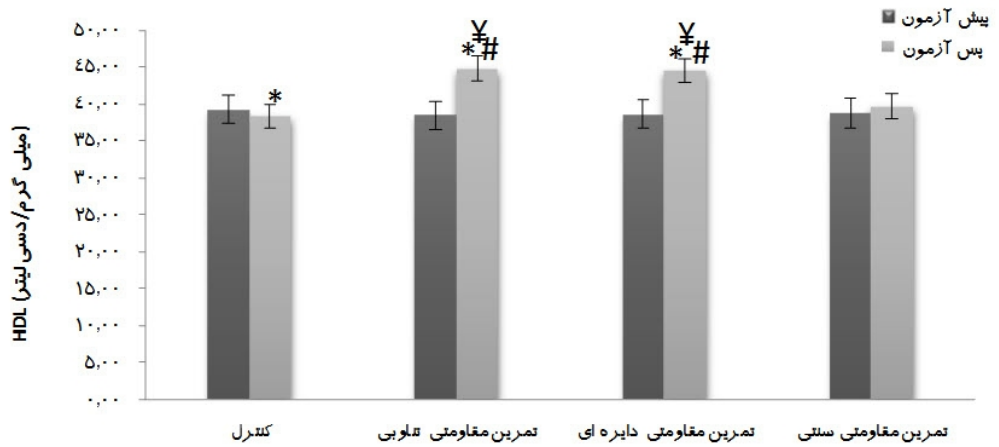
* تفاوت معنی‌دار نسبت به پیش‌آزمون،# تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه کنترل، ¥ تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه تمرین مقاومتی دایره‌ای (p≤ ۰/۰۵).

شکل ۱. تغییرات BMP-2 سرم در مردان چاق برحسب گروه های مختلف

نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه نشان داد که بین تاثیر سه روش تمرینی تناوبی، دایره‌ای و سنتی بر HDL در مردان چاق تفاوت معناداری وجود دارد (p=۰/۰۰۱). نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد بین گروه کنترل با گروه تمرین مقاومتی سنتی و بین گروه تمرین مقاومتی تناوبی با گروه تمرین مقاومتی دایره‌ای تفاوت معناداری وجود ندارد اما بین سایر گروه‌ها تفاوت معناداری وجود داشت (p=۰/۰۰۱).

نتایج آزمون تی همبسته نشان داد که HDL در مردان چاق در گروه‌های تمرین مقاومتی تناوبی و دایره‌ای نسبت به پیش آزمون به طور معنی داری افزایش یافت (p=۰/۰۰۱) اما در گروه تمرین مقاومتی سنتی نسبت به پیش آزمون تغییر معناداری مشاهده نشد. همچنین HDL در مردان چاق در گروه کنترل نسبت به پیش آزمون به طور معناداری افزایش یافت (p=۰/۰۰۱) (شکل ۲).

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-01-09]
[DOR: 20.1001.1.22287280.1401.22.3.1.0]
[DOI: 10.52547/jarums.22.3.280]

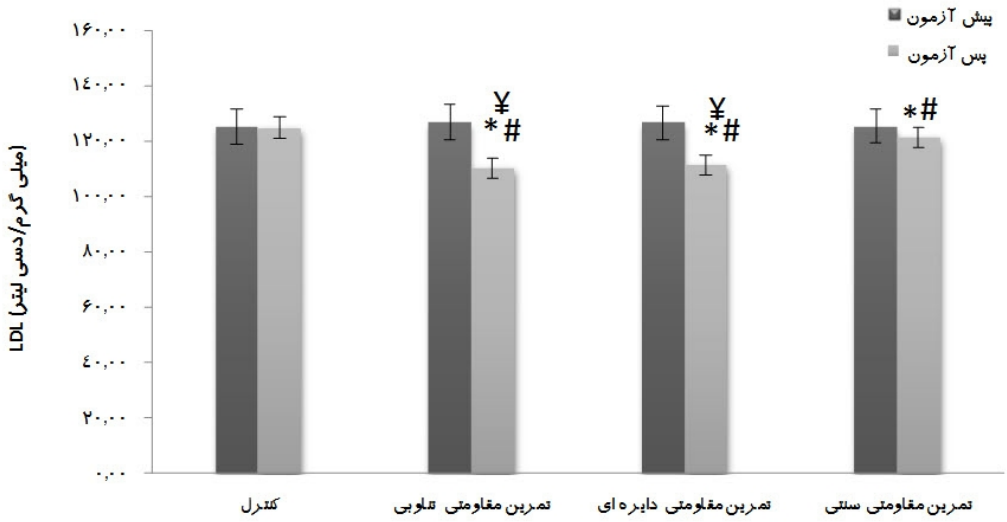


* تفاوت معنی‌دار نسبت به پیش آزمون،# تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه کنترل،¥ تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه تمرین مقاومتی سنتی (p≤ ۰/۰۵).

شکل ۲. تغییرات HDL سرم در مردان چاق برحسب گروه های مختلف

نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه نشان داد که بین تاثیر سه روش تمرینی تناوبی، دایره‌ای و سنتی بر LDL در مردان چاق تفاوت معناداری وجود دارد (p=۰/۰۰۱). نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد بین گروه تمرین مقاومتی تناوبی با گروه تمرین مقاومتی دایره‌ای تفاوت معناداری وجود ندارد اما بین سایر گروه‌ها تفاوت معناداری وجود داشت (p=۰/۰۰۱).

نتایج آزمون تی همبسته نشان داد که LDL در مردان چاق در گروه‌های تمرین مقاومتی تناوبی، دایره‌ای و سنتی نسبت به پیش آزمون به طور معنی‌داری کاهش یافت (p=۰/۰۰۱) اما در گروه کنترل نسبت به پیش آزمون تغییر معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۳).



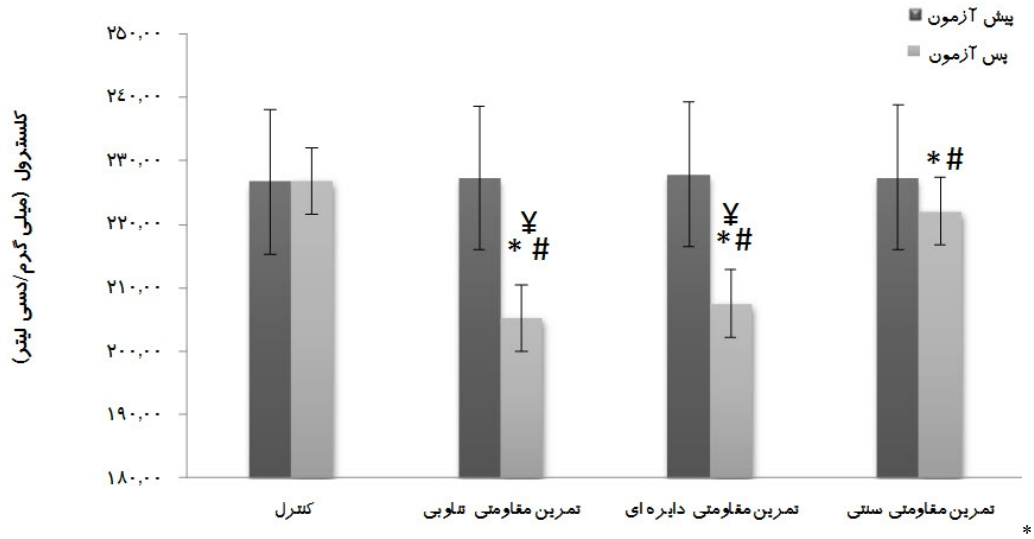
* تفاوت معنی دار نسبت به پیش آزمون، # تفاوت معنی دار نسبت به گروه کنترل، ¥ تفاوت معنی دار نسبت به گروه تمرین مقاومتی سنتی (p≤ ۰/۰۵).

شکل ۳. تغییرات LDL سرم در مردان چاق برحسب گروه های مختلف

نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه نشان داد که بین تاثیر سه روش تمرینی تناوبی، دایره‌ای و سنتی بر کلسترول در مردان چاق تفاوت معناداری وجود دارد (p=۰/۰۰۱). نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد بین گروه تمرین مقاومتی تناوبی با گروه تمرین مقاومتی دایره‌ای تفاوت معناداری وجود ندارد اما بین سایر

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-01-09]
[DOR: 20.1001.1.22287280.1401.22.3.1.0]
[DOI: 10.52547/jarums.22.3.280]

گروه‌ها تفاوت معناداری وجود داشت (p=۰/۰۰۱). نتایج آزمون تی همبسته نشان داد که کلسترول در مردان چاق در گروه‌های تمرین مقاومتی تناوبی، دایره‌ای و سنتی نسبت به پیش آزمون به طور معنی‌داری کاهش یافت (p=۰/۰۰۱) اما در گروه کنترل نسبت به پیش آزمون تغییر معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ٤).

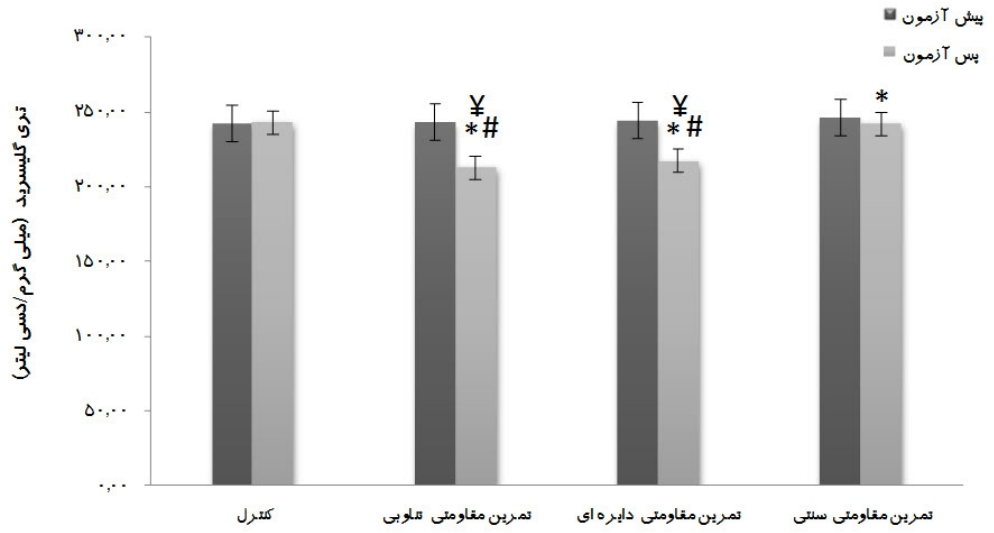


تفاوت معنی دار نسبت به پیش آزمون، # تفاوت معنی دار نسبت به گروه کنترل، ¥ تفاوت معنی دار نسبت به گروه تمرین مقاومتی سنتی (p≤ ۰/۰۵)

شکل ٤. تغییرات کلسترول سرم در مردان چاق برحسب گروه های مختلف

نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه نشان داد که بین تاثیر سه روش تمرینی تناوبی، دایره‌ای و سنتی بر تری‌گلیسرید در مردان چاق تفاوت معناداری وجود دارد (p=۰/۰۰۱). نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد بین گروه کنترل با گروه تمرین مقاومتی سنتی و گروه تمرین مقاومتی تناوبی با گروه تمرین مقاومتی دایره‌ای تفاوت معناداری وجود ندارد اما بین سایر گروه‌ها تفاوت معناداری وجود داشت (p=۰/۰۰۱). نتایج آزمون تی همبسته نشان داد که تری‌گلیسرید در مردان چاق در گروه‌های تمرین مقاومتی تناوبی، دایره‌ای و سنتی نسبت به پیش آزمون به طور معنی‌داری کاهش یافت (p=۰/۰۰۱) اما در گروه کنترل نسبت به پیش آزمون تغییر معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۵).

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-01-09]
[DOR: 20.1001.1.22287280.1401.22.3.1.0]
[DOI: 10.52547/jarums.22.3.280]



* تفاوت معنی دار نسبت به پیش آزمون، # تفاوت معنی دار نسبت به گروه کنترل، ¥ تفاوت معنی دار نسبت به گروه تمرین مقاومتی سنتی ($p\leq ۰/۰۵$)

شکل ۵. تغییرات تری گلیسرید سرم در مردان چاق برحسب گروه های مختلف

بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که پس از دوره مداخله، میانگین BMP-2 در مردان چاق در گروه‌های تمرین مقاومتی تناوبی، دایره‌ای و سنتی نسبت به پیش آزمون به طور معنی‌داری کاهش یافت اما در گروه کنترل نسبت به پیش آزمون تغییر معنی‌داری مشاهده نشد. مطالعه حاضر برای اولین بار اثرات تمرین را بر سطح BMP-2 در آزمودنی‌های انسانی چاق بررسی کرده است. مطالعات قبلی روی نمونه‌های حیوانی نشان دادند که تمرین شنای شدید [۲۱] و تمرین چرخ دوار اختیاری [۱۲] بر بیان BMP4 در قلب موش‌های سالم تاثیر ندارد. لو و همکاران (۲۰۱٤) نشان دادند که mRNA و بیان پروتئین BMP2پس از اضافه بار-فشار و ورزش شنا ناشی از هیپرتروفی افزایش یافت [۱۳]. یوکسل[1] و همکاران نشان دادند که ورزش اختیاری منجر به کاهش غلظت BMP4 سرم موش‌های ماده چاق می‌شود [۲۲]. به نظر می‌رسد در شرایط پاتولوژیک همچون چاقی سطح BMPs متعاقب تمرین کاهش می‌یابد همانطور که در تحقیق حاضر نیز مشاهده شد با این حال این یافته‌ها باید با احتیاط تفسیر شود از آنجایی که مطالعات فوق روی نمونه‌های حیوانی انجام شده است. از طرفی احتمالا نوع تمرینات و نوع بافت مورد بررسی علت تناقض نتایج مطالعات در این زمینه باشد. سازوکار کاهش BMP-2 پس از تمرین هنوز مشخص نیست با این حال، نشان داده شده است که بین BMPs و اختلالات متابولیکی گلوکز- لیپید در بیماران چاق ارتباط وجود دارد [۲۳]. در همین زمینه، یک مطالعه قبلی نشان داده است که سطح BMPs سرم با انسولین پلاسما ناشتا، شاخص ارزیابی مدل هموستاز و تری‌گلیسیرید ارتباط مثبت دارد و با HDL-C در افراد چاق ارتباط منفی دارد [۲۳]. همچنین در مطالعه‌ای کیارا[2] و همکاران نشان دادند که سطح BMPs با غلظت TC در همه افراد، به ویژه در مردان ارتباط منفی داشت. تجمع چربی احشایی منجر به دیس لیپیدمی مرتبط با چاقی باشد [۲٤]. در مطالعه حاضر نیز نتایج نشان داد پس از دوره مداخله، غلظت HDL در مردان چاق در گروه‌های تمرین مقاومتی تناوبی و دایره‌ای نسبت به پیش آزمون به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین غلظت

[1] Yuksel

[2] Kihara

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-01-09]
[DOR: 20.1001.1.22287280.1401.22.3.1.0]
[DOI: 10.52547/jarums.22.3.280]

LDL، کلسترول و تری‌گلیسرید در مردان چاق در گروه‌های تمرین مقاومتی تناوبی، دایره‌ای و سنتی نسبت به پیش آزمون به طور معنی‌داری کاهش یافت. بنابراین BMPs ممکن است عامل محافظتی در مردان باشد و تغییرات پروفایل لیپیدی متعاقب تمرین با سطح BMP-2 در سرم همبستگی دارد به طوری که بهبود پروفایل لیپیدی متعاقب تمرین با کاهش سطح BMP-2 در سرم همراه است. البته برای اثبات و توضیح این تغییرات نیاز به مطالعات بیشتری است. نتایج مطالعه دیگری نیز نشان داد که سطح BMPs سرم در زنان چاق با BMI ارتباط مثبت و معناداری دارد [۲۵]. از آنجایی که در تحقیق حاضر میانگین وزن و شاخص توده بدن در گروه تمرین مقاومتی تناوبی کاهش یافت احتمالا می‌تواند علت کاهش سطح BMP-2 در افراد چاق پس از دوره مداخله در این گروه باشد.

از طرفی، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که بین تاثیر سه روش تمرینی تناوبی، دایره‌ای و سنتی بر غلظت BMP-2، HDL، LDL، کلسترول و تری‌گلیسرید در مردان چاق تفاوت معناداری وجود دارد در پس آزمون میزان BMP-2 در مردان چاق در گروه تمرین مقاومتی تناوبی نسبت به گروه تمرین مقاومتی سنتی به طور معنی‌داری کمتر بود همچنین میزان HDL در مردان چاق در گروه تمرین مقاومتی تناوبی و دایره‌ای نسبت به گروه تمرین مقاومتی سنتی به‌طور معنی داری بیشتر بود. علاوه بر این، میزان LDL، کلسترول و تری گلیسرید در مردان چاق در گروه های تمرین مقاومتی تناوبی و دایره‌ای نسبت به گروه تمرین مقاومتی سنتی به طور معنی داری کمتر بود. مشخص شده است که نسبت هزینه انرژی به کار، به دلیل بیشتر بودن بار کار در تمرین مقاومتی سنتی بیشتر است با این حال هزینه متابولیکی کل طی تمرین مقاومتی دایره ای بیشتر است [۲۶]. تمرین مقاومتی دایره‌ای می‌تواند منجر به کاهش لیپوپروتئین کم چگال، توده چربی بدن، افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی و لیپوپروتئین پرچگال در افراد چاق شود [۲۷]. طراحی تمرینات مقاومتی به شکل دایره‌ای معمولاً تنوع بیشتری دارد. در این روش، افراد در یک دوره زمانی کوتاه (فعالیت در هر ایستگاه)، کار زیادی انجام می‌دهند؛ تمام قسمت‌های بدن معمولاً در هر جلسه، تمرین داده می‌شود و در مجموع، روشی مطلوب برای کسانی است که تمایل به افزایش عضله و کاهش وزن دارند [۲۹،۲۸]. از طرفی، افزودن تمرین تناوبی به تمرین مقاومتی دایره‌ای می‌تواند با ایجاد تقاضای بیشتر برای سیستم قلبی عروقی، مزایای تمرین با وزنه دایره‌ای را افزایش دهد [۳۰]. در حالی که پیامدهای افزودن این نوع از ورزش به تمرین با وزنه هنوز به طور واضح مشخص نشده است، اعتقاد بر این است که چنین روشی ممکن است از نظر حداکثر کردن مزایای آمادگی بدنی در مدت زمان کمتری نویدبخش باشد [۳۰]. این یافته‌ها در مورد اثربخشی تمرین مقاومتی تناوبی ممکن است مربوط به خصوصیات این نوع تمرین باشد که طی پروتکل‌های مختلف تمرین مقاومتی اعمال می‌شود به عنوان مثال، شدت بار (به عنوان مثال، بالا در مقابل بارهای کم)، تعداد دور، تعداد ست‌ها، تعداد تکرارها و تعداد تمرین یا استراحت بین تمرینات باید در پروتکل تمرین مقاومتی دستکاری شود. این ویژگی‌ها دوز متفاوتی از تمرین را ایجاد می‌کنند و در نتیجه، آنها بر اثر تداخل تأثیر می‌گذارند و سازگاری‌های مختلف را تقویت می‌کنند [۳۱]. روش‌های مختلف برنامه‌های تمرین مقاومتی از نقاط قوت تحقیق حاضر بود؛ تحقیق حاضر با محدودیت‌هایی همراه بود که از جمله می‌توان به عدم اندازه‌گیری دیگر پروتئین‌های مورفوژنتیک استخوان آزمودنی‌ها اشاره کرد. بنابراین پیشنهاد می‌شود در تحقیقی مشابه سطوح دیگر پروتئین‌های مورفوژنتیک استخوان به دنبال تمرین مقاومتی در افراد چاق مورد بررسی قرار گیرد.

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-01-09]
[DOR: 20.1001.1.22287280.1401.22.3.1.0]
[DOI: 10.52547/jarums.22.3.280]

نتیجه‌گیری

به‌طور خلاصه، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که ۱۲ هفته تمرین مقاومتی تناوبی، دایره‌ای و سنتی با کاهش BMP-2 و بهبود پروفایل لیپیدی در مردان چاق همراه بود و با توجه به نتایج تحقیق، تمرین مقاومتی تناوبی نسبت به تمرینات مقاومتی دایره‌ای و مقاومتی سنتی ممکن است بتواند بر BMP-2 و پروفایل لیپیدی در مردان چاق مؤثرتر باشد. لذا پیشنهاد می‌شود که انجام تمرین مقاومتی تناوبی به منظور بهره‌بردن از مزایای احتمالی آن طی چاقی مورد توجه قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

مطالعه‌ی حاضر برگرفته از رساله دورهٔ دکتری تخصصی با تایید کمیته اخلاق با شماره IR.IAU.M.REC.1399.053، مصوب دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت الله آملی در سال ۱۳۹۹ است. بدین‌وسیله از کلیه‌ی افرادی که در انجام تحقیق حاضر همکاری داشته‌اند به ویژه آزمودنی‌های تحقیق، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

تعارض منافع

هیچگونه تعارض منافع در اجرای این پژوهش وجود نداشته است.

References

1- Cohen P, Levy JD, Zhang Y, Frontini A, Kolodin DP, Svensson KJ, et al. Ablation of PRDM16 and beige adipose causes metabolic dysfunction and a subcutaneous to visceral fat switch. Cell. 2014 Jan;156(1-2):304-16.
2- Tung YC, Hsieh PH, Pan MH, Ho CT. Cellular models for the evaluation of the antiobesity effect of selected phytochemicals from food and herbs. J Food Drug Anal. 2017 Jan;25(1):100-110.
3- Ghaben AL, Scherer PE. Adipogenesis and metabolic health. Nat Rev Mol Cell Biol. 2019 Apr;20(4):242-258.
4- Chandrasekaran C, Vijayalakshmi M, Prakash K, Bansal V, Meenakshi J, Amit A. Herbal approach for obesity management. Am J Plant Sci. 2012 Jul; 3(7A):1003-14.
5- Schulz TJ, Tseng YH. Emerging role of bone morphogenetic proteins in adipogenesis and energy metabolism. Cytokine Growth Factor Rev. 2009 Oct-Dec;20(5-6):523-31.
6- Ji X, Chen D, Xu C, Harris SE, Mundy GR, Yoneda T. Patterns of gene expression associated with BMP-2-induced osteoblast and adipocyte differentiation of mesenchymal progenitor cell 3T3-F442A. J Bone Miner Metab. 2000;18(3):132-9.
7- Hata K, Nishimura R, Ikeda F, Yamashita K, Matsubara T, Nokubi T, et al. Differential roles of Smad1 and p38 kinase in regulation of peroxisome proliferator-activating receptor γ during bone morphogenetic protein 2-induced adipogenesis. Mol Biol Cell. 2003 Feb;14(2):545-55.
8- Jin W, Takagi T, Kanesashi SN, Kurahashi T, Nomura T, Harada J, et al. Schnurri-2 controls BMP-dependent adipogenesis via interaction with Smad proteins. Dev Cell. 2006 Apr;10(4):461-71.
9- Ribeiro SMTL, Lopes LR, de Paula Costa G, Figueiredo VP, Shrestha D, Batista AP, et al. CXCL-16, IL-17, and bone morphogenetic protein 2 (BMP-2) are associated with overweight and obesity conditions in middle-aged and elderly women. Immun Ageing. 2017 Mar;14:6.
10- Guiu-Jurado E, Unthan M, Böhler N, Kern M, Landgraf K, Dietrich A, et al. Bone morphogenetic protein 2 (BMP2) may contribute to partition of energy storage into visceral and subcutaneous fat depots. Obesity (Silver Spring). 2016 Oct;24(10):2092-100.
11- Thompson D, Karpe F, Lafontan M, Frayn K. Physical activity and exercise in the regulation of human adipose tissue physiology. Physiol Rev. 2012 Jan;92(1):157-91.
12- Majerczak J, Filipowska J, Tylko G, Guzik M, Karasinski J, Piechowicz E, et al. Impact of long-lasting spontaneous physical activity on bone morphogenetic protein 4 in the heart and tibia in murine model of heart failure. Physiol Rep. 2020 Apr;8(8):e14412.

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-01-09]
[DOR: 20.1001.1.22287280.1401.22.3.1.0]
[DOI: 10.52547/jarums.22.3.280]

13- Lu J, Sun B, Huo R, Wang YC, Yang D, Xing Y, et al. Bone morphogenetic protein-2 antagonizes bone morphogenetic protein-4 induced cardiomyocyte hypertrophy and apoptosis. J Cell Physiol. 2014 Oct;229(10):1503-10.
14- Orange ST, Madden LA, Vince RV. Resistance training leads to large improvements in strength and moderate improvements in physical function in adults who are overweight or obese: a systematic review. J Physiother. 2020 Oct;66(4):214-224.
15- Strasser B, Schobersberger W. Evidence for resistance training as a treatment therapy in obesity. J Obes. 2011 Aug;2011:482564.
16- Collins H, Fawkner S, Booth JN, Duncan A. The effect of resistance training interventions on weight status in youth: a meta-analysis. Sports Med Open. 2018 Aug;4(1):1-16.
17- Bea JW, Blew RM, Howe C, Hetherington-Rauth M, Going SB. Resistance training effects on metabolic function among youth: a systematic review. Pediatr Exerc Sci. 2017 Aug;29(3):297-315.
18- Aktar N, Qureshi N, Ferdous H. Obesity: A Review of Pathogenesis and Management Strategies in Adult. Delta Med Col J. 2017 Jan;5(1):35 – 48.
19- Dincer M, Erdemir İ. The effect of different rest time intervals on performance at maximal resistance training (bench press). IJSETS. 2019 Dec. 5(4):227-237. [Full text in Turkish]
20- Baechle TR, Earle RW. Essentials of strength training and conditioning: 3nd ed. Human kinetics; 2008: 72-75.
21- Moraes DJ, Zoccal DB, Machado BH. Medullary respiratory network drives sympathetic overactivity and hypertension in rats submitted to chronic intermittent hypoxia. Hypertension. 2012 Dec;60(6):1374-80.
22- Yuksel Ozgor B, Demiral I, Zeybek U, Celik F, Buyru F, Yeh J, et al. Effects of irisin compared with exercise on specific metabolic and obesity parameters in female mice with obesity . Metab Syndr Relat Disord. 2020 Apr;18(3):141-145.
23- Son JW, Kim MK, Park YM, Baek KH, Yoo SJ, Song KH, et al. Association of serum bone morphogenetic protein 4 levels with obesity and metabolic syndrome in non-diabetic individuals. Endocr J. 2011 Dec;58(1):39-46.
24- Kihara S. Dyslipidemia. Nihon Rinsho. 2013 Feb;71(2):275-9.
25- Wang X, Chen J, Li L, Zhu CL, Gao J, Rampersad S, et al. New association of bone morphogenetic protein 4 concentrations with fat distribution in obesity and Exenatide intervention on it. Lipids Health Dis. 2017 Apr;16(1):70.
26- Pichon CE, Hunter GR, Morris M, Bond RL, Metz J. Blood pressure and heart rate response and metabolic cost of circuit versus traditional weight training. J Strength Cond Res. 1996;10(3):153-156.
27- Ghorbani Ganjeh Z, Gholami M, Nikbakht H. Effect of resistance training with different intensities on adiponectin and lipid profiles in overweight women. J Rehab Med. 2020 May; 8(4):47-55. [Full text in Persian]
28- Alcaraz PE, Sánchez-Lorente J, Blazevich AJ. Physical performance and cardiovascular responses to an acute bout of heavy resistance circuit training versus traditional strength training. J Strength Cond Res. 2008 May;22(3):667-71.
29- Marques E, Carvalho J, Soares JM, Marques F, Mota J. Effects of resistance and multicomponent exercise on lipid profiles of older women. Maturitas. 2009 May;63(1):84-8.
30- Abel MG, Mortara AJ, Pettitt RW. Evaluation of circuit-training intensity for firefighters. J Strength Cond Res. 2011 Oct;25(10):2895-901.
31- Leuchtmann AB, Mueller SM, Aguayo D, Petersen JA, Ligon-Auer M, Flück M, et al. Resistance training preserves high-intensity interval training induced improvements in skeletal muscle capillarization of healthy old men: a randomized controlled trial. Sci Rep. 2020 Apr;6578.

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-01-09]
[DOR: 20.1001.1.22287280.1401.22.3.1.0]
[DOI: 10.52547/jarums.22.3.280]