

## بررسی تأثیر شش هفته تمرین ورزشی همراه با مصرف مکمل بربرین بر نیمرخ لیپیدی رت‌های چاق

نرگس شیشه بری<sup>۱</sup>، عباس فتاحی بافقی<sup>۲</sup> ✉، محمد جواد حفیظی<sup>۳</sup>، زهرا ابراهیمی<sup>۴</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۱۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۰۴

### چکیده

۱- گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران

۲- گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران

✉ نویسنده مسئول:

[abbasfattahi60@yahoo.com](mailto:abbasfattahi60@yahoo.com)

۳- گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران

۴- گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد کرمان، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمان، ایران

**هدف:** امروزه تحقیقات نشان داده است که ترکیب فعالیت بدنی و مکمل‌ها می‌تواند اثرات سودمندتری بر بیماری‌ها داشته باشد لذا هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر یک دوره تمرین همراه با مصرف مکمل بربرین بر نیمرخ لیپیدی رت‌های چاق می‌باشد.

**روش‌شناسی:** در تحقیقی تجربی و کاربردی تعداد ۴۰ رت نر چاق ۶ ماهه با نژاد ویستار با میانگین وزن ۳۲۰ تا ۳۷۰ گرم پس از ۷ روز آشنایی با محیط آزمایشگاه به صورت تصادفی به ۴ گروه ۱۰ تایی (کنترل، تمرین، بربرین و تمرین-بربرین) تقسیم شدند. گروه‌های تمرین-بربرین و تمرین بر اساس پروتکل تمرین به مدت ۶ هفته و هر هفته ۵ جلسه، تحت تمرین قرار گرفتند. گروه‌های بربرین و تمرین-بربرین نیز به مدت ۶ هفته و هر هفته ۵ وعده، یک ساعت قبل از شروع تمرین به اوزن هر کیلوگرم وزن بدن ۵۰ میلی‌گرم بربرین کلراید هیدرات گاوآژ شد. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک جهت بررسی طبیعی بودن داده‌ها و از آزمون آنوای دو راهه جهت بررسی اثر تعاملی گروه‌ها استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ و در سطح معنی‌داری ( $P \leq 0.05$ ) انجام شد.

**یافته‌ها:** نتایج تحقیق حاضر نشان داد شش هفته استفاده همزمان تمرین و بربرین سبب افزایش معنی‌دار شاخص HDL و کاهش معنی‌دار شاخص‌های LDL، TG و TC پلاسما رت‌های چاق نسبت به گروه کنترل شد؛ اما در خصوص استفاده مجزا از تمرین و بربرین، تغییرات در شاخص‌های مزبور معنی‌دار نبود.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج پژوهش حاضر به نظر می‌رسد استفاده همزمان از تمرین و بربرین می‌تواند بعنوان راهکاری در جهت بهبود شاخص‌های نیمرخ لیپیدی در افراد چاق در نظر گرفته شود.

**واژگان کلیدی:** تمرین ورزشی، بربرین، نیمرخ لیپیدی.

ISSN: ۲۹۸۰-۸۹۶۰

تمامی حقوق این مقاله برای نویسندگان محفوظ است.

### ارجاع دهی:

Shishebori N, Fattahi Bafghi A, Hefzi J, Ebrahimi Z. The effect of 6 weeks of endurance training with berberine supplementation on the lipid profile of obese rats. *Research in Exercise Nutrition*.;2(3):p.54-60, <https://doi.org/10.22034/ren.2024.141351.1058>.



## Investigating the Effect of Six Weeks of Exercise Training with Berberine Supplementation on Lipid Profiles of Obese Rats

Narges Shishebari<sup>1</sup>, Abbas Fattahi Bafeghi<sup>2</sup> ✉, Mohammad Javad Hefzi<sup>3</sup>, Zahra Ebrahimi<sup>4</sup>

Received: 2023/11/28

Accepted: 2024/01/08

### Abstract

**Aims:** Today, research has shown that combining physical activity and supplements can have more beneficial effects on diseases. Therefore, the aim of the present study was to investigate the effect of a period of exercise training combined with berberine supplementation on the lipid profile of obese rats.

**Methods:** In an experimental and applied study, 40 obese male Wistar rats, 6 months old, with an average weight of 320 to 370 grams, were randomly divided into 4 groups of 10 (control, exercise, berberine, and exercise-berberine) after 7 days of familiarization with the laboratory environment. The exercise-berberine and exercise groups underwent training based on the exercise protocol for 6 weeks, 5 sessions per week. The berberine and exercise-berberine groups were also gavaged with 50 mg of berberine chloride hydrate per kilogram of body weight one hour before the start of the exercise for 6 weeks, 5 sessions per week. For data analysis, the Shapiro-Wilk test was used to examine the normality of the data and the two-way ANOVA test was used to examine the interaction effect of groups. Data analysis was performed using SPSS software version 26 at a significance level of ( $P \geq 0.05$ ).

**Results:** The results of the present study showed that six weeks of simultaneous use of exercise and berberine significantly increased HDL index and significantly decreased LDL, TG, and TC indices in plasma of obese rats compared to the control group; however, regarding the separate use of exercise and berberine, the changes in these indices were not significant.

**Conclusion:** According to the results of the present study, it seems that the simultaneous use of exercise and berberine can be considered as a strategy to improve lipid profile indicators in obese individuals.

**Key words:** Exercise training, berberine, lipid profile.

<sup>1</sup>. Department of Physical Education and Sport Sciences, Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran

<sup>2</sup>. Department of Physical Education and Sport Sciences, Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran.

✉ **Corresponding author:** [abbasfattahi60@yahoo.com](mailto:abbasfattahi60@yahoo.com)

<sup>3</sup>. Department of Physical Education and Sport Sciences, Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran.

<sup>4</sup>. Department of Physical Education and Sport Sciences, Kerman Branch, Islamic Azad University, Kerman, Iran.

ISSN:2980-8960

All rights of this article are reserved for authors.

### Citation:

Shishebari N, Fattahi Bafeghi A, Hefzi J, Ebrahimi Z. The effect of 6 weeks of endurance training with berberine supplementation on the lipid profile of obese rats. *Research in Exercise Nutrition*.;2(3):p.54-60, <https://doi.org/10.22034/ren.2024.141351.1058>.

## مقدمه

آنتی‌اکسیدانی، کاهش استرس اکسایشی و کاهش شاخص‌های آسیب عضلانی را به دنبال دارد (۶).

امروزه در کنار ورزش، استفاده از انواع رژیم‌های غذایی و مکمل‌ها در جهت بهبود شاخص‌های نیمرخ لیپیدی، شناخته شده و در چندسال گذشته، علاقه به بررسی نقش ترکیبات گیاهی برای کنترل و مدیریت بیماری‌های مختلف افزایش پیدا کرده است. در سال‌های اخیر به علت مقرون به صرفه بودن و نداشتن عوارض جانبی به عنوان یک رویکرد درمانی در کنار فعالیت‌های بدنی، بسیار مورد توجه قرار گرفته اند (۷).

یکی از این مکمل‌های آلکالوئیدی که به تازگی مورد توجه قرار گرفته، بربرین است. بربرین یک نمک آلکالوئیدی مهم پزشکی است که در تعدادی از گیاهان دارویی وجود دارد. بربرین در طب سنتی چین و در درمان بیماری‌های مختلف عفونی مورد استفاده بوده است. در سال‌های اخیر مطالعات فزاینده‌ای برای شناخت فواید بربرین در مقابل بیماری‌های متابولیکی مختلف مانند دیابت، انجام و نشان داده است که بربرین دارای خواص کاهش وزن و چربی بدن و فعالیت‌های ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانی از طریق تنظیم مسیرهای مختلف سلولی است (۸). بربرین که در کلینیک به عنوان هیدروکلراید بربرین نیز شناخته می‌شود، یک ماده فعال استخراج شده از داروهای گیاهی چینی است. با تعمیق تحقیقات بنیادی در مورد بربرین، تأیید شد که مکانیسم اصلی بربرین در کاهش گلوکز و فشارخون و تنظیم چربی خون، افزایش ترشح انسولین و بهبود مقاومت بدن به انسولین است (۹). مطالعات متعددی در خصوص تأثیر بربرین بر نیمرخ لیپیدی انجام شده است و نتایجی متناقضی از جمله تأثیر مثبت (۱۰-۱۲) و عدم تأثیر (۱۳، ۱۴) را ذکر کرده‌اند.

بنابراین بر اساس پیشینه پژوهش حاضر به نظر می‌رسد بکارگیری تمرینات بدنی همراه با مصرف گیاهان دارویی همچون بربرین به دلیل اثر هم‌افزایی، بتواند در ایجاد شرایط مطلوب و سودمند در سندرم متابولیکی، پاسخ‌های ضدالتهابی، آنتی‌اکسیدانی و بهبود اثرات چاقی از جمله نیمرخ لیپیدی اثر مثبت داشته باشد. همچنین خلأ علمی در زمینه بررسی تأثیر تعاملی و همزمان تمرینات استقامتی و مصرف بربرین بر نیمرخ لیپیدی وجود دارد؛ لذا تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر یک دوره تمرین همراه با مصرف بربرین بر نیمرخ لیپیدی پلاسمای رت‌های نر چاق انجام شد.

## روش‌شناسی

این پژوهش از نوع کاربردی و به روش تجربی انجام شد. نمونه آماری تحقیق حاضر شامل ۴۰ سر رت نر ۶ ماهه با میانگین وزنی ۳۲۰ تا ۳۷۰ گرم بود که به صورت تصادفی ساده در قالب چهار گروه ده‌تایی تمرین، بربرین، تمرین-بربرین و گروه کنترل قرار

چاقی یکی از مهمترین مشکلات سلامت عمومی در دنیای امروزی است. تغییر در شیوه زندگی و عادات غذایی مردم و تمایل آنها در استفاده از غذاهای چرب و کاهش فعالیت بدنی موجب گسترش روزافزون اضافه وزن در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه شده است (۱). چاقی یک بیماری همه‌گیر مدرن است و خطر افزایش بیماری قلبی-عروقی را افزایش می‌دهد که عامل اصلی مرگ‌ومیر در بزرگسالان چاق است. عوامل متعددی در پاتوژنز بیماری‌های قلبی-عروقی مرتبط با چاقی دخیل هستند که دیس‌لیپیدمی عامل خطر اولیه است. افزایش کلسترول تام (TC)، لیپوپروتئین کم‌چگال (LDL) و تری‌گلیسیرید (TG) و همچنین کاهش لیپوپروتئین پرچگال (HDL) عوامل خطر برای بیماری‌های قلبی-عروقی هستند. ایجاد التهاب مزمن با درجه پایین، شایع‌ترین وضعیت متابولیک مرتبط با چاقی است که ممکن است منجر به دیس‌لیپیدمی مرتبط با چاقی شود. از این رو، چاقی یک بیماری مزمن پزشکی است که در آن دیس‌لیپیدمی، در صورت وجود، هدف اولیه برای درمان است (۲).

بی‌تحركی و نداشتن فعالیت بدنی از مهمترین دلایل به وجود آمدن دیس‌لیپیدمی یا اختلالات چربی است و می‌تواند با چاقی و اضافه وزن همراه باشد و خطر بیماری‌های قلبی-عروقی را افزایش دهد. بیش از دوسوم مرگ‌هایی که در جهان رخ می‌دهد، با بیماری‌های قلبی-عروقی ناشی از بالا بودن میزان شاخص توده‌بدنی که بعنوان شاخص چاقی محسوب می‌شود، در ارتباط است (۳).

مطابق مطالعات، تمرینات ورزشی می‌تواند در پیشگیری از چاقی و کاهش چربی و بیماری‌های مرتبط با سبک زندگی سهم بسیار زیادی داشته باشد. انجام تمرینات ورزشی با کاهش اندازه چربی بدن می‌تواند سوخت‌وساز چربی را نیز بهبود بخشد (۴). با توجه به مصرف انرژی بیشتر در ورزش‌های استقامتی در مقایسه با سایر فعالیت‌های ورزشی، این نوع فعالیت ممکن است برای دستیابی به تعادل انرژی منفی ارجح‌تر باشد. طی انجام فعالیت ورزشی استقامتی سطح هورمون‌هایی مانند انسولین کاهش می‌یابد که یک فاکتور مؤثر بر اشتها در نظر گرفته می‌شود (۵).

از نظر بالینی ثابت شده است که فعالیت بدنی به عنوان مداخله اولیه، مقرون به صرفه است و در بسیاری از موارد موجب جلوگیری از هزینه‌های اضافی بهداشتی در ارتباط با بسیاری از بیماری‌های مزمن می‌شود (۴).

تحقیقات نشان می‌دهد تمرین موجب بهبود نیمرخ لیپیدی، کاهش مقادیر LDL، TG، گلوکز خون، کاهش وزن بدن، درصد چربی بدن، افزایش HDL در مردان و زنان غیرفعال و چاق می‌شود. کاهش چربی بدن در این افراد، افزایش ظرفیت

خون‌گیری به صورت مستقیم، از قلب رت‌ها انجام شد. نمونه خون به آرامی در جدار داخلی لوله آزمایش حاوی هپارین تخلیه شد. لوله‌های آزمایش در دستگاه سانتریفیوژ قرار داده شد و دستگاه روی سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه جهت جداسازی پلاسما تنظیم شد. پس از سانتریفیوژ، پلاسما توسط سمپلر به میکروتیوب ۲ منتقل و در فریزر -۷۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. سطح لیپوپروتئین پرچگال، لیپوپروتئین کم‌چگال، تری‌گلیسرید و کلسترول تام پلاسما به روش فوتومتریک با استفاده از کیت تحقیقاتی شرکت پارس آزمون مختص نمونه حیوانی و طبق دستورالعمل شرکت سازنده اندازه‌گیری شد. به منظور تجزیه و تحلیل آماری در سطح آمار توصیفی از شاخص‌های میانگین و انحراف استاندارد و در سطح آمار استنباطی به منظور مقایسه بین گروه‌ها از آزمون آنالیز واریانس دوطرفه و آزمون تعقیبی توکی در سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ استفاده شد. تمام محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS ویراست ۲۶ انجام شد.

#### یافته‌ها

نتایج آمار توصیفی تحقیق نشان داد که بالاترین میانگین وزن در گروه کنترل و کمترین میانگین وزن به گروه تمرین-بربرین تعلق داشت (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین و انحراف استاندارد وزن رت‌ها در گروه‌های تحقیق

گروه	میانگین (گرم)	انحراف استاندارد
تمرین	۳۳۲/۵۱	۶/۴
بربرین	۳۳۴/۴۸	۹/۵
تمرین-بربرین	۳۳۰/۲۵	۶/۱
کنترل	۳۳۵/۶۲	۷/۱۳

حاضر نشان داد هر سه متغیر تمرین، بربرین و تمرین-بربرین سبب بهبود تمام شاخص‌های نیم‌رخ لیپیدی شده است. لیکن تنها استفاده همزمان از تمرین و مصرف همزمان بربرین به طور معنی‌داری سبب کاهش سطح پلاسمایی تری‌گلیسرید، کلسترول تام و لیپوپروتئین کم‌چگال و افزایش معنی‌داری در سطح لیپوپروتئین پرچگال پلاسما رت‌های چاق در مقایسه با گروه کنترل شد ( $p < 0/05$ ). (جدول ۲). از سوی دیگر یک دوره تمرین ترکیبی اثر معنی‌داری بر کاهش سطح تری‌گلیسرید، لیپوپروتئین کم‌چگال، کلسترول تام و افزایش سطح لیپوپروتئین پرچگال نداشت. مصرف بربرین نیز به تنهایی اثر معنی‌داری بر

داده شدند. شاخص چاقی رت‌ها بر اساس شاخص لی (ریشه سوم وزن رت‌ها (گرم) تقسیم بر طول بینی تا مقعد (سانتیمتر)) ارزیابی شد. رت‌ها در آزمایشگاه حیوانات در شرایط کنترل‌شده نور، ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی دمای  $22 \pm 3$  سانتی‌گراد و رطوبت حدود ۴۵ درصد نگهداری و به مدت ۱ هفته با محیط جدید و فعالیت روی نوارگردان آشنا شدند. جهت آشناسازی با نوارگردان، ابتدا رت‌های گروه آزمایش به مدت ۱ هفته (۵ جلسه)، به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه در هر جلسه با سرعت ۶ تا ۱۰ متر بر دقیقه با شیب صفر درجه به فعالیت روی نوارگردان پرداختند تا با نوارگردان و الگوی دویدن روی آن آشنا شوند. سپس برای تعیین دقیق شدت تمرین، آزمون حداکثر سرعت دویدن با استفاده از نوارگردان به روش غیرمستقیم انجام شد.

گروه‌های تمرین و تمرین-بربرین به مدت شش هفته، هر هفته ۵ جلسه بر اساس پروتکل تنظیم شده تمرین کردند. پروتکل تمرین بر روی تردمیل و در هفته آغازین با سرعت ۱۵ متر بر دقیقه، زمان ۶ دقیقه شروع و هر جلسه به سرعت، ۱ تا ۲ متر بر دقیقه و به زمان نیز ۲ تا ۴ دقیقه افزوده شد به طوری که در هفته چهارم سرعت به ۲۵ متر بر دقیقه و زمان به ۶۰ دقیقه رسید. بعد از هفته چهارم شدت و مدت تمرین تا هفته آخر ثابت ماند (۱۵).

گروه‌های بربرین و تمرین-بربرین به مدت ۶ هفته و هر هفته ۵ وعده یک ساعت قبل از برنامه تمرینی ۵۰ میلی‌گرم به ازاء هر کیلوگرم وزن بدن بربرین به صورت گاواژ دریافت می‌کردند. بربرین از شرکت سیگما آلمان تهیه و جهت استفاده پس از رقیق سازی در حلال DMSO (دی متیل سولفوکساید) با غلظت ۱۵ درصد استفاده شد (۱۶).

تمام رت‌ها ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی، با تزریق درون‌صفاقی ترکیبی از کتامین (۵۰ میلی‌گرم به ازاء هر کیلوگرم) و زایلازین (۴ میلی‌گرم به ازاء هر کیلوگرم) بی‌هوش شدند. سپس

برای بررسی تغییرات درون‌گروهی متغیرهای پژوهش در دو گروه کنترل و تجربی از آزمون  $t$  وابسته استفاده شد (جدول شماره ۲) که نتایج در مورد متغیر  $IGG$ ، در گروه تمرین هوازی و گروه مصرف اسپیرولینا به همراه تمرین کاهش معناداری را نشان داد اما در گروه مصرف اسپیرولینا و گروه کنترل، تغییر معناداری مشاهده نشد.

در مورد متغیر  $IGA$  و هورمون کورتیزول در گروه تمرین هوازی و گروه مصرف اسپیرولینا به همراه تمرین هوازی وامانده ساز با توجه به نتایج آزمون شاپیرو-ویلک و اثبات توزیع نرمال داده‌ها ( $p > 0/05$ )، از آزمون آنالیز واریانس دو راهه جهت بررسی اثر تعاملی متغیرهای تحقیق استفاده شد. نتایج حاصل از تحقیق

شاخص‌های نیمرخ لیپیدی رت‌های چاق نداشت ( $p > 0.05$ ) (جدول ۲ و نمودار ۱).

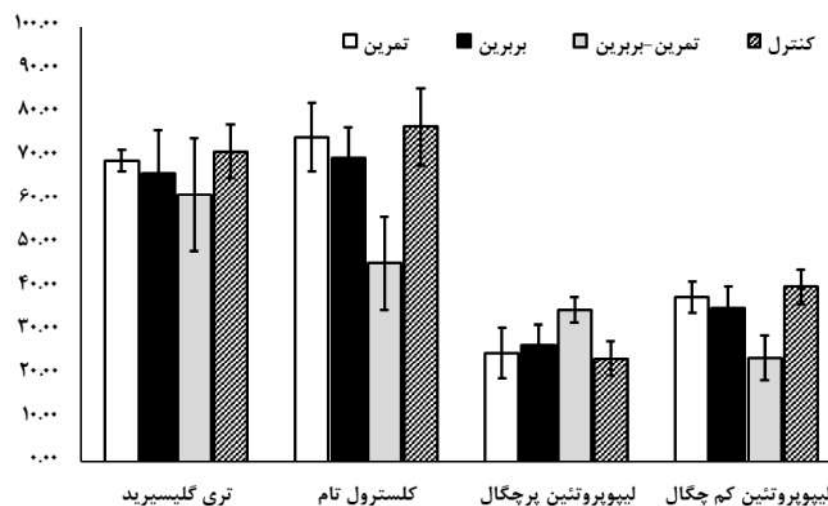
جدول ۲- مقایسه مقادیر شاخص‌های نیمرخ لیپیدی گروه‌های تجربی با گروه کنترل

گروه	تری گلیسرید		کلسترول تام		لیپوپروتئین پرچگال		لیپوپروتئین کم چگال	
	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد	p	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد	p	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد	p	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد	p
تمرین	۶۹/۱۲ $\pm$ ۲/۴۳	۰/۰۲۰*	۷۴/۵۰ $\pm$ ۷/۸۵	۰/۸۵۰	۲۵/۰۰ $\pm$ ۵/۸۰	۰/۶۶۵	۳۷/۷۵ $\pm$ ۳/۵۳	۰/۰۷۵
بربرین	۶۶/۲۵ $\pm$ ۹/۷۵	۰/۰۸۰	۶۹/۸۷ $\pm$ ۶/۸۱	۰/۹۳۰	۲۶/۸۷ $\pm$ ۴/۵۸	۰/۹۹۱	۳۵/۲۱ $\pm$ ۵/۰۹	۰/۴۲۵
تمرین-بربرین	۶۱/۲۵ $\pm$ ۱۲/۹۲	۰/۰۱۰*	۴۵/۵۰ $\pm$ ۱۰/۶۳	۰/۰۲۰*	۳۴/۷۵ $\pm$ ۲/۹۱	۰/۰۰۵*	۲۳/۸۷ $\pm$ ۵/۱۳	۰/۰۰۱*
کنترل	۷۱/۲۳ $\pm$ ۶/۱۲	-	۷۶/۹۱ $\pm$ ۸/۸۳	-	۲۳/۷۴ $\pm$ ۳/۹۸	-	۴۰/۱۲ $\pm$ ۴/۰۱	-

\* معنی دار در سطح ۰/۰۵ در مقایسه با گروه کنترل

بهبود شاخص‌های نیمرخ لیپیدی رت‌های چاق داشته است که این تأثیر در گروه‌های تمرین و مکمل به صورت مجزا مشاهده نشد.

به طور کلی نتایج پژوهش حاضر حاکی از اثر تعاملی معنی‌دار تمرین و مصرف بربرین بر نیمرخ لیپیدی رت‌های چاق بود یا به عبارتی استفاده همزمان تمرین و بربرین اثر هم‌افزایی بر



نمودار ۱- مقایسه مقادیر شاخص‌های نیمرخ لیپیدی گروه‌های تجربی با گروه کنترل.

### بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر یک دوره تمرین و مصرف بربرین بر نیمرخ لیپیدی پلاسما و در یک محیط آزمایشگاهی و به صورت تجربی و کنترل شده روی رت‌های نر چاق انجام شد. نتایج تحقیق حاضر حاکی از معنی‌دار بودن استفاده همزمان تمرین و بربرین بر شاخص‌های نیمرخ لیپیدی بود.

در تحقیق حاضر بربرین علی‌رغم بهبودی که در نیمرخ لیپیدی ایجاد نمود اما از نظر آماری، میزان تغییرات معنی‌دار نبود. امیرخانی و همکاران (۲۰۱۵) و نجاتی و همکاران (۲۰۲۲) در

مطالعه خود، همچون تحقیق حاضر به اثرات مثبت مصرف بربرین بر شاخص‌های نیمرخ لیپیدی دست نیافتند (۱۳، ۱۴). عدم تأثیر معنادار بربرین بر نیمرخ لیپیدی را شاید بتوان به طول کوتاه دوره مکمل‌دهی، دوز پایین مکمل یا استفاده از نمونه‌های حیوانی در تحقیق حاضر نسبت داد.

از سوی دیگر محققینی بودند که نتایج متفاوتی نسبت به تحقیق حاضر بدست آوردند از جمله آنها می‌توان به نتایج تحقیق دانگ و همکاران (۲۰۱۳)، کاویانی و همکاران (۲۰۲۳)، دروسا و همکاران (۲۰۱۳) و مارتینز و همکاران (۲۰۲۱) اشاره نمود (۱۰-)

ترویج فسفوریلاسیون، تأثیر بر آپوپتوز و اتوفاژی در سلول‌های چربی و تنظیم تغییرات اپی‌ژنتیکی باشد (۲۰).

از محدودیت‌های تحقیق حاضر می‌توان به کنترل نکردن رژیم غذایی موش‌ها اشاره کرد. هر چند نوع غذایی که مصرف می‌کردند یکسان بود، اما میزان غذایی که هر موش مصرف کرد اندازه‌گیری نشد.

استفاده همزمان از تمرینات استقامتی و مصرف بربرین که در این تحقیق پیشنهاد و اجرا شد، تغییرات مطلوبی را در شاخص‌های نیمرخ لیپیدی پلازما رت‌های چاق ایجاد کرد؛ بنابراین به‌نظر می‌رسد از این پروتکل می‌توان در جهت کاهش اثرات نامطلوب چاقی بر نیمرخ لیپیدی افراد چاق استفاده نمود، هرچند نیاز به تحقیقات بیشتری نیز می‌باشد.

### تشکر و قدردانی

بدینوسیله از تمام کسانی که در انجام این پژوهش ما را یاری نمودند، به‌خصوص مدیریت آزمایشگاه حیوانات دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد تشکر و قدردانی می‌شود.

### تعارض منافع

نویسندگان مقاله هیچگونه تعارض منافی ذکر نکردند.

### منابع

- Ahmadi M, Abbassi Dalooi A, Behbudi L. Comparison between the effects of eight weeks of aerobic and resistance training on paraoxonase-1, arylesterase activity and lipid profile in obese girls. *Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences*. 2016;21(4):83-93.
- Khalafi M, Sakhaei MH, Kazeminasab F, Rosenkranz SK, Symonds ME. Exercise training, dietary intervention, or combined interventions and their effects on lipid profiles in adults with overweight and obesity: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 2023;33(9):1662-83.
- Sadeghi F, Miri N, Barikani A, Hossein Rashidi B, Ghasemi Nejad A, Hojaji E, et al. Comparison of Food intake, physical activity and weight in infertile and healthy women aged 25-40 years. *The Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility*. 2015;18(173):32-40.
- Shepherd SO, Wilson OJ, Taylor AS, Thøgersen-Ntoumani C, Adlan AM, Wagenmakers AJ, et al. Low-volume high-intensity interval training in a gym setting improves cardio-metabolic and psychological health. *PloS one*. 2015;10(9):e0139056.

۱۲، ۱۷) که در تحقیق خود اثرات مطلوب مصرف بربرین را نیمرخ لیپیدی به اثبات رساندند.

از سوی دیگر تمرین نیز علی‌رغم بهبود شاخص‌های نیمرخ لیپیدی اثر معنی‌داری بر آنها نداشت، که این نتایج با نتایج تحقیق نقی‌زاده و همکاران (۲۰۲۳) و عبدی و همکاران (۲۰۲۰) ناهمسو (۱۸) و با نتایج تحقیق کدخدا و همکاران (۲۰۲۲) همسو بود (۱۹).

اما نتایج مطالعه حاضر در خصوص استفاده همزمان تمرین و مکمل نشان داد ترکیب تمرین و مصرف بربرین در رت‌های چاق سبب بهبود معنادار شاخص‌های نیمرخ لیپیدی، از جمله کلسترول تام، تری‌گلیسرید، لیپوپروتئین کم‌چگال و لیپوپروتئین پرچگال شد. این نتایج نشان می‌دهد ترکیب عصاره بربرین و تمرین تأثیر معنی‌داری بر بهبود سطوح تری‌گلیسرید، کلسترول تام، لیپوپروتئین پرچگال و لیپوپروتئین کم‌چگال رت‌های چاق دارد که نشان از هم‌افزایی اثرات تمرینات ورزشی و بربرین و تأثیرات مطلوب آن‌ها بر نیمرخ لیپیدی است. مطالعات بسیار معدودی به بررسی تأثیر تمرینات ورزشی و مصرف عصاره بربرین بر نیمرخ لیپیدی رت‌های چاق پرداخته و مشابه مطالعه حاضر بهبود نیمرخ لیپیدی را گزارش کرده‌اند.

با این‌حال، به نظر می‌رسد فعالیت‌های ورزشی، توانایی عضلات اسکلتی را برای استفاده از لیپیدها افزایش داده که این امر موجب کاهش سطح چربی‌های پلازما می‌شود. همچنین به نظر می‌رسد سازوکار دیگر اثربخشی تمرینات ورزشی بر بهبود نیمرخ لیپیدی به فرایند آنزیمی درگیر در متابولیسم لیپید مربوط باشد. در این رابطه، مطالعات نشان داد تمرینات منظم ورزشی با افزایش فعالیت لیپوپروتئین‌لیپاز و آنزیم لسیتین کلسترول‌آسیل‌ترانسفراز مرتبط است. این دو آنزیم سبب کاهش لیپوپروتئین کم‌چگال، تری‌گلیسرید، کلسترول و افزایش لیپوپروتئین پرچگال می‌شوند. از سوی دیگر، آنزیم لیپوپروتئین لیپاز، کاتابولیسم لیپوپروتئین با غلظت خیلی کم و لیپوپروتئین کم‌چگال بعد از فعالیت ورزشی را افزایش می‌دهد (۱۹).

بر اساس مطالعات علمی، در خصوص مکانیسم احتمالی تأثیر بربرین بر نیمرخ لیپیدی می‌توان گفت بربرین سنتز و ترشح پروتئین پروتئولیبیدی و فعالیت پراکسی‌زوم را با افزایش سطح گیرنده لیپوپروتئین کم‌چگال و تقویت فعالیت پروتئین‌کیناز فعال شده با اسید فسفریک آدنیلات مهار می‌کند، در نتیجه چربی خون را تنظیم کرده و از تکثیر و تمایز سلول‌های چربی جلوگیری می‌کند (۹).

همچنین مکانیسم‌های اثر بربرین می‌تواند شامل مهار تولید چربی کبدی، افزایش کلیرنس چربی کبد، بهبود مقاومت به انسولین،

- hypercholesterolemia rats. Iranian South Medical Journal. 2015;18.(۲)
14. Nejati L, Movahedi A, Salari G, Moeineddin R, Nejati P. The effect of berberine on lipid profile, liver enzymes, and fasting blood glucose in patients with non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD): a randomized controlled trial. Medical Journal of the Islamic Republic of Iran. 2022;36.
  15. Salehi A, Abbaszadeh H, Farzanegi P. The Effect of Periodic Exercise and Resveratrol Supplementation on the Expression of Pparg Coactivator-1 Alpha and Pyruvate Dehydrogenase Kinase Genes in Gastrocnemius Muscle of Old Rats With Type 2 Diabetes. Internal Medicine Today. 2019;26(1):68-81.
  16. Fattahi Bafghi A, Homaei HM, Azarbayjani MA. Effects of high intensity interval training and curcumin supplement on antioxidant enzyme in heart tissue of diabetic rats. Iranian Journal of Diabetes and Obesity. 2016;8(3):135-41.
  17. León-Martínez JM, Martínez-Abundis E, González-Ortiz M, Pérez-Rubio KG. Effect of berberine plus bezafibrate administration on the lipid profile of patients with mixed dyslipidemia: a pilot clinical trial. Journal of medicinal food. 2021;24(2):111-5.
  18. Naghizadeh H, Heydari F. The effect of 12 weeks of high-intensity interval training and curcumin consumption on plasma levels of IL-6, TNF-alpha and CRP in men with type II diabetes along with hyperlipidemia. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport. 2023;11(25):22-36.
  19. Kadkhoda Z, Khajeie R, Barjaste Yazdi A, Safipor Afshar A, Zarei M. Effect of Eight Weeks of High-Intensity Interval Training Along With Purslane Consumption on Lipid Profile of Rats with Non-alcoholic Fatty Liver Disease. Complementary Medicine Journal. 2022;12(3):270-83.
  20. Cai Y, Yang Q, Yu Y, Yang F, Bai R, Fan X. Efficacy and underlying mechanisms of berberine against lipid metabolic diseases: a review. Frontiers in pharmacology. 2023;14:1283784.
  5. Balaguera-Cortes L, Wallman KE, Fairchild TJ, Guelfi KJ. Energy intake and appetite-related hormones following acute aerobic and resistance exercise. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism. 2011;36(6):958-66.
  6. Okdan B, Nalcakan GR, Onur E, Oran A, Nalcakan M. Effect of folk dance training on blood oxidative stress level, lipids, and lipoproteins. Polish Journal of Sport and Tourism. 2016;23(3):133-9.
  7. Fakhri F, Fakhri S, Shakeryan S, Alizadeh A. The Effect of short-term nanocurcumin supplementation on the anthropometric indices, lipid Profile and C-Reactive protein of overweight girls. Complementary Medicine Journal. 2020;10(1):94-105.
  8. Ghadimi M, Elmieh A, Nia FR, Zidashti ZH, Azarbayjani MA. Comparison of effects of endurance training and consumption of berberine chloride hydrate on the liver enzymes and serum blood glucose in Wistar rats with type 2 diabetes: an experimental study. 2019.
  9. Cao C, Su M. Effects of berberine on glucose-lipid metabolism, inflammatory factors and insulin resistance in patients with metabolic syndrome. Experimental and therapeutic medicine. 2019;17(4):3009-14.
  10. Dong H, Zhao Y, Zhao L, Lu F. The effects of berberine on blood lipids: a systemic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Planta medica. 2013;79(06):437-46.
  11. Kavyani Z, Moridpour AH, Falahatzadeh M, Vajdi M, Musazadeh V, Askari G. The effect of berberine supplementation on lipid profile and obesity indices: an umbrella review of meta-analysis. PharmaNutrition. 2023:100364.
  12. Derosa G, D'Angelo A, Bonaventura A, Bianchi L, Romano D, Maffioli P. Effects of berberine on lipid profile in subjects with low cardiovascular risk. Expert opinion on biological therapy. 2013;13(4):475-82.
  13. Zarei A, Taheri S, Changizi Ashtiyani S, Rezaei A. The study of the effect of the extract Berberis Vulgaris root on serum levels of thyroid hormones in