Research Paper

Effect of Eight Weeks of High-Intensity Interval Training Along With Purslane Consumption on Lipid Profile of Rats with Non-alcoholic Fatty Liver Disease

Zeynab Kadkhoda[1], *Rambod Khajeie[1], Ameneh Barjaste Yazdi[1], Akbar Safipor Afshar[2], Mehdi Zarei[3]

1. Department of Physical Education, Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran.
2. Department of Biology, Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran.
3. Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Literature and Humanities, University of Neyshabur, Neyshabur, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation: Kadkhoda Z, Khajeie R, Barjaste Yazdi A, Safipor Afshar A, Zarei M. [The Effect of Interval Training and Portulaca Oleracea Consumption on Lipid Profile of Rats With Non-Alcoholic Fatty Liver (Persian)]. Complementary Medicine Journal. 2022; 12(3):270-283. https://doi.org/10.32598/cmja.12.3.1172.1

https://doi.org/10.32598/cmja.12.3.1172.1

CC BY NC

Article Info:
Received: 20 Jun 2022
Accepted: 22 Jan 2023
Available Online: 01 Oct 2022

Keywords:
High-intensity interval training, Lipid profile, Portulaca Oleracea, Non-alcoholic fatty liver

ABSTRACT

Objective Having physical activity and proper nutrition are very important for preventing Non-Alcoholic Fatty Liver Disease (NAFLD). The present study aims to investigate the effect of eight weeks of high-intensity interval training (HIIT) along with purslane (Portulaca Oleracea) supplementation on the lipid profile of rats with NAFLD

Methods In this experimental study, 25 male Wistar rats randomly divided into five groups: healthy control, NAFLD control, supplement, HIIT, and HIIT + supplement. To induce NAFLD, rats received a high-fat diet for 12 weeks. The HIIT was performed for eight weeks, five sessions per week. Plasma levels of High-Density Lipoprotein (HDL), Low-Density Lipoprotein (LDL), Triglyceride (TG) and Total Cholesterol (TC) were measured. One-way ANOVA and Tukey's post-hoc test were used to analyze the data.

Results Plasma level of TG in the HIIT + supplement group were significantly lower than in the NAFLD control group (P=0.035). The TC level in the supplement (P=0.013) and HIIT +supplement (P=0.001) groups was significantly lower than in the NAFLD control group. The HDL level in the HIIT + supplement group was significantly higher compared to healthy control (P=0.021), NAFLD control (P=0.001), HIIT (P=0.006) and supplement (P=0.018) groups. The LDL level in the HIIT (P=0.01), supplement (P=0.001) and HIIT + supplement (P=0.001) groups was significantly lower than in the NAFLD control group.

Conclusion It seems that HIIT combined with purslane supplementation can have better effect compared to HIIT and purslane supplementation alone; therefore, this method can be used as a complementary therapy in people with NAFLD.

* *Corresponding Author:*
Rambod Khajeie, PhD.
Address: Department of Physical Education, Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran.
Tel: +98 (915) 1536260
E-mail: r.khajeie@gmail.com

Extended Abstract

Introduction

Non-alcoholic Fatty Liver Disease (NAFLD) is leading liver disease in the 21st century, and its prevalence is expected to increase in the world [1]. Proper nutrition and exercise are important for the prevention of many diseases, including NAFLD [11]. Most of the studies conducted on the effect of exercise on NAFLD have used traditional methods such as continuous exercises [12]. Recent studies have shown that High-Intensity Interval Training (HIIT) has a more favorable effect on NAFLD [13]. In addition to the need for spending less time, HIIT can cause more adaptations and improve aerobic and anaerobic fitness [14].

Purslane (Portulaca Oleracea) is one of the well-known plants in traditional medicine, which has been used since ancient times for the treatment of many diseases [17, 18]. It is an annual plant with succulent green leaves, reddish stems, tiny yellow or white flowers, and tiny black eggs that have medicinal properties [18]. It has been shown that the fleshy leaves of Purslane have the highest amount of flavonoids and ascorbic acid with a protective effect against free radicals [21-23]. Since the pathogenesis of NAFLD is related to the metabolic syndrome and its components, HIIT in combination with purslane supplementation may provide a new therapeutic strategy for people with NAFLD. Therefore, this study aims to investigate whether HIIT exercise along with consumption of purslane supplement can have an effect on the lipid profile of rats with NAFLD. Methods

Method

This is an experimental study with a pre-test/post-test design. Twenty-five wistar rats were placed in two control groups and three experimental groups by simple random sampling method. One group received standard dietary regimen (healthy control group). The other four groups received a high-fat diet for 12 weeks to induce NAFLD. After 12 weeks, four groups were randomly assigned to NAFLD control group (n=5), HIIT group (n=5); HIIT + supplement group (n=5) and supplement group (n=5). The HIIT program in the first week was performed at an intensity of 75% of VO2max with seven one-minute attempts at a speed of 30 meters per minute and an active recovery interval with an intensity of 15% of VO2max. The intensity was gradually increased to 80% of VO2max in the second week, 85% of VO2max in the third week, 90% of VO2max in the fourth week, and continued until the end of the eighth week. Purslane extract at a dose of 400 mg/kg body weight was administered by gavage to two groups of supplement and HIIT + supplement. All rats were anesthetized 48 hours after the last training session. Then, blood sampling was performed and plasma levels of High-Density Lipoprotein (HDL), Low-Density Lipoprotein (LDL), Triglyceride (TG), and Total Cholesterol (TC) were measured by a photometric method using a kit (Pars Azmoun) specific to animal samples. To check the normality of data distribution, the Shapiro-Wilk test was used. After determining the normality, one-way analysis of variance (ANOVA) and Tukey's post hoc test were used to statistically analyze the data and compare the groups. All statistical calculations were done in SPSS v. 20 software.

Table 1. Mean and standard deviation of lipid profile variables in the study groups and the results of ANOVA

Variables	Mean±SD					F	P
	Healthy Control	NAFLD Control	HIIT	Supplement	HIIT+ Supplement		
TG (mg/dL)	48.20±3.69	50.40±8.84	43.00±4.52	40.60±4.11	37.01±3.08†	3.345	0.03*
TC (mg/dL)	58.8±6.76	63.41±3.50	58.01±2.07	54.41±2.07†	51.21±2.58$^{¥\dagger}$	6.938	0.001*
HDL (mg/dL)	27.01±3.93	23.80±3.70	26.6±3.04	27.60±2.51	34.40±2.81$^{\delta\dagger}$	4.816	0.001*
LDL (mg/dL)	25.01±1.22	29.20±3.56	23.01±1.41†	18.80±3.63$^{¥\dagger}$	16.40±2.32$^{\#\dagger}$	9.632	0.001*

Complementary Medicine Journal
Arak University of Medical Sciences

*Significant difference between the groups (P<0.05); † Significant difference compared to the NAFLD control group; ¥ Significant difference compared to the healthy control group; δ Significant difference compared to the healthy control, HIIT, and supplement groups, #Significant difference compared to the healthy control and HIIT groups.

Results

The results showed that the plasma TG level in the HIIT + supplement group was significantly lower than in the NAFLD control group (P=0.035). The level of TC in the supplement (P=0.013) and the HIIT + supplement (P=0.001) groups was significantly lower than in the NAFLD control group (Table 1).

The plasma HDL level in the HIIT+ supplement group was significantly higher compared to healthy control (P=0.021), NAFLD control (P=0.001), HIIT (P=0.006) and supplement (P=0.018) groups. p=0). The plasma LDL level was significantly lower in the HIIT (P=0.01), supplement (P=0.001) and HIIT + supplement (P=0.001) groups compared the NAFLD control group. The LDL level in the HIIT + supplement group was significantly lower than in the HIIT group (P=0.001) and healthy control group (P=0.001) (Table 1).

Discussion

The HIIT combined with purslane supplementation has favorable effects on the lipid profile of rats with NAFLD. Therefore, their combination can be used as a complementary treatment method to prevent disease progression in people with NAFLD.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study was approved by the ethics committee of North Khorasan University of Medical Sciences (Code: IR.NKUMS.REC.1400.075).

Funding

This research did not receive any grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

Authors' contributions

All authors equally contributed to preparing this article.

Conflicts of interest

The authors declare no conflict of interest.

مقاله پژوهشی

تأثیر تمرین تناوبی و مکمل خرفه بر نیم‌رخ لیپیدی رت‌های مبتلا به کبد چرب غیرالکلی

زینب کدخدا[۱]، *رامبد خواجه‌ای[۱]، آمنه برجسته یزدی[۱]، اکبر صفی‌پور افشار[۲]، مهدی زارعی[۳]

۱. گروه تربیت بدنی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران.
۲. گروه زیست شناسی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران.
۳. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه نیشابور، نیشابور، ایران.

Use your device to scan and read the article online

Citation: Kadkhoda Z, Khajeie R, Barjaste Yazdi A, Safipor Afshar A, Zarei M. [The Effect of Interval Training and Portulaca Oleracea Consumption on Lipid Profile of Rats With Non-Alcoholic Fatty Liver (Persian)]. Complementary Medicine Journal. 2022; 12(3):270-283. https://doi.org/10.32598/cmja.12.3.1172.1

https://doi.org/10.32598/cmja.12.3.1172.1

اطلاعات مقاله:
تاریخ دریافت: ۳۰ خرداد ۱۴۰۱
تاریخ پذیرش: ۰۲ بهمن ۱۴۰۱
تاریخ انتشار: ۰۹ مهر ۱۴۰۱

چکیده

هدف تغییر در سبک زندگی، ازجمله فعالیت بدنی و تغذیه از استراتژی‌های بسیار مهم در کنترل بیماری کبد چرب غیرالکلی است. هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر ۸ هفته آزمایش تناوبی شدید همراه با مصرف مکمل خُرفه بر نیم‌رخ لیپیدی رت‌های مبتلا به کبد چرب غیرالکلی بود.

روش‌ها در این پژوهش تجربی ۲۵ سر رت نر بالغ به طور تصادفی انتخاب و در ۵ گروه کنترل سالم، کنترل کبد چرب، مکمل خُرفه، آزمایش تناوبی شدید، آزمایش تناوبی شدید+مکمل خُرفه قرار داده شدند. رت‌ها به مدت ۱۲ هفته تحت رژیم غذایی پُرچرب قرار گرفتند. پروتکل آزمایشی تناوبی به مدت ۸ هفته، ۵ جلسه در هفته انجام شد. سطوح لیپوپروتئین پر چگال، لیپوپروتئین کم چگال، تری گلیسرید و کلسترول تام پلاسما اندازه‌گیری شد. از آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی توکی برای تحلیل داده‌ها استفاده شد.

یافته‌ها سطح تری گلیسرید پلاسما در گروه آزمایش تناوبی+مکمل خُرفه به طور معناداری نسبت به گروه کبد چرب کنترل پایین‌تر بود (P=۰/۰۳۵). سطح کلسترول تام در گروه مکمل خُرفه (P=۰/۰۱۳) و آزمایش تناوبی+مکمل خُرفه (P=۰/۰۰۱) به طور معناداری پایین‌تر از گروه کنترل کبد چرب بود. سطح لیپوپروتئین پر چگال پلاسما در گروه آزمایش تناوبی+مکمل نسبت به سالم کنترل (P=۰/۰۲۱)، کبد چرب کنترل (P=۰/۰۰۱)، آزمایش تناوبی (P=۰/۰۰۶) و مصرف مکمل خُرفه (P=۰/۰۱۸) به طور معناداری بالاتر بود. سطح لیپوپروتئین کم چگال در گروه آزمایش تناوبی (P=۰/۰۱)، مکمل خُرفه (P=۰/۰۰۱) و آزمایش تناوبی+مکمل (P=۰/۰۰۱) به طور معناداری پایین‌تر از گروه کنترل کبد چرب بود.

نتیجه‌گیری ترکیب آزمایش تناوبی شدید با مصرف مکمل خُرفه نسبت به آزمایش و مصرف مکمل خُرفه به تنهایی می‌تواند در بهبود نیم‌رخ لیپیدی نتایج مطلوب‌تری به دنبال داشته باشد؛ بنابراین این روش می‌تواند به عنوان درمان مکمل در افراد مبتلا به کبد چرب غیرالکلی استفاده شود.

کلیدواژه‌ها:
ورزش، لیپیدها، خرفه، کبد چرب

* **نویسنده مسئول:**
دکتر رامبد خواجه‌ای
نشانی: نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نیشابور، گروه تربیت بدنی.
تلفن: ۱۵۳۶۲۶۰ (۹۱۵) ۹۸+
رایانامه: R.khajeie@gmail.com

مقدمه

بیماری کبد چرب غیرالکلی[1] اپیدمی بیماری کبدی قرن ۲۱ محسوب شده و پیش‌بینی می‌شود که شیوع آن در سطح جهانی افزایش بیشتری نیز پیدا کند [۱]. این بیماری، طیف گسترده‌ای از بیماری‌های کبدی را شامل می‌شود که از استئاتوز ساده کبدی آغاز شده و می‌تواند به استئاتوهپاتیت غیرالکلی، فیبروز، سیروز، نارسایی و حتی سرطان کبد منجر شود [۲]. کبد چرب زمانی رخ می‌دهد که سلول‌های کبد، شروع به ذخیره قطرات چربی می‌کنند. این ذخیره شدن متوالی چربی در سلول‌های کبدی موجب بروز بیماری کبد چرب غیرالکلی می‌شود [۳].

در افراد مبتلا به بیماری کبد چرب غیرالکلی، محتوای تری گلیسرید[2] سلول‌های کبدی از ۵ درصد وزن کبد بیشتر می‌شود، در حالی که در افراد سالم این میزان در حدود ۱/۹ درصد و در جمعیت عمومی حدود ۳/۹ درصد است [۴، ۵]. سازوکاری که باعث تجمع چربی در کبد می‌شود، می‌تواند ناشی از چربی مازاد رژیم غذایی، افزایش تحویل اسیدهای چرب به کبد، اکسیداسیون ناکافی اسیدهای چرب و افزایش لیپوژنز باشد [۶، ۷].

علاوه بر افزایش محتوای تری گلیسرید، سلول‌های کبدی در بیماران مبتلا به بیماری کبد چرب غیرالکلی، نیم‌رخ لیپیدی این بیماران دستخوش تغییر می‌شود، به طوری که افزایش سطوح لیپوپروتئین کم چگال[3] و کاهش سطوح لیپوپروتئین پر چگال[4] در این بیماران گزارش شده است [۸، ۹]. در این راستا، قناعی و همکاران به بررسی شاخص‌های بیوشیمیایی و پروفایل لیپیدی در بیماران مبتلا به بیماری کبد چرب غیرالکلی پرداختند و گزارش دادند که سطح تری گلیسرید، کلسترول تام[5]، قند خون ناشتا، آسپارتات ترانس آمیناز[6]، آلانین آمینوترانسفراز[7]، فشار خون سیستولی و دیاستولی با بیماری کبد چرب غیرالکلی ارتباط مثبت و معناداری دارد [۱۰].

امروزه تغذیه و تمرینات ورزشی به عنوان یکی از ابزارهای مهم جهت پیشگیری و درمان بسیاری از بیماری‌ها، ازجمله بیماری کبد چرب غیرالکلی مد نظر قرار گرفته است [۱۱]. بیشتر مطالعات انجام‌شده در زمینه تأثیر تمرینات ورزشی بر بیماران مبتلا به بیماری کبد چرب غیرالکلی، از روش‌های سنتی مانند تمرینات تداومی استفاده کرده‌اند [۱۲]. در حالی که تحقیقات جدید نشان می‌دهد انجام آزمایشات تناوبی با شدت بالا[8] تأثیر مطلوب‌تری بر شاخص‌های بیماری کبد چرب غیرالکلی می‌گذارد [۱۳].

آزمایشات تناوبی که به صورت وهله‌های فعالیت و استراحت انجام می‌شوند، علاوه بر نیاز به صرف زمان کمتر و ایجاد تنوع و جذابیت در روش اجرا، به دلیل بهره‌گیری از دوره‌های فعالیت شدید و استراحت فعال، موجب سازگاری‌های مطلوب در دستگاه‌های انرژی و بهبود آمادگی هوازی و بی‌هوازی شود [۱۴]. مطابق با مطالعات فرانسیس و لیتل، شدت تمرینات ورزشی در بهبود اختلال متابولیک مؤثر است [۱۵]؛ بنابراین انتظار می‌رود ورزش‌های پرشدت مانند آزمایشات تناوبی با شدت بالا در بهبود بیماری کبد چرب غیرالکلی مؤثر باشد.

از سوی دیگر، گیاهان دارویی منابع امیدوارکننده‌ای را برای تولید داروهای جایگزین و طبیعی برای درمان و پیشگیری از بیماری کبد چرب غیرالکلی فراهم می‌کند [۱۶]. خُرفه[9] یکی از گیاهان شناخته‌شده در طب سنتی است که از زمان‌های دور استفاده شده و در درمان بسیاری از بیماری‌ها نیز کاربرد دارد [۱۷، ۱۸]. خُرفه یا پرپهن (پرپین)، گیاهی است علفی، ۱ ساله با ساقه‌ای گوشتی و برگ‌های ضخیم و متقابلاً آب‌دار سبز با ساقه‌های قرمز، گل‌های زرد یا سفید کوچک و تخم‌های سیاه ریز که خواص دارویی دارد [۱۸].

مسعودی و همکاران اشاره کردند خُرفه منبع غنی پتاسیم، منیزیم، کلسیم و یکی از منابع خوب اسید چرب لینولنیک در مقایسه با سایر سبزیجات است. گیاه خُرفه آنتی‌اکسیدان‌های بسیاری، ازجمله گلوتاتیون، اسید اسکوربیک، بتا کاروتن، آلفاتوکوفرول و منبع مهم اسیدهای چرب امگا ۳ دارد [۱۹، ۲۰]. نشان داده شد برگ‌های گوشتی خُرفه، دارای بیشترین محتوای تام فلاونوئید و اسید آسکوربیک است که اثر محافظتی در مقابل رادیکال‌های آزاد دارد [۲۱-۲۳].

ترکیبات فنولی این گیاه مانع از فعالیت‌های پراکسیدانی هیدروژن پراکسید روی اسیدهای چرب و درنتیجه باعث کاهش میزان مالون‌دی‌آلدئید[10] می‌شود [۲۴]. همچنین گزارش شده که گیاه خُرفه خواص آنتی‌اکسیدانی، هیپوگلیسمیک و هیپولیپیدمیک دارد و می‌تواند در بیماری کبد چرب غیرالکلی کاربردهای فراوانی داشته باشد [۲۱، ۲۵-۲۷].

از آنجا که بیماری‌زایی بیماری کبد چرب غیرالکلی به سندروم متابولیک و اجزای آن مربوط است و آزمایشات تناوبی با شدت بالا در هم‌افزایی با مکمل گیاهی خُرفه ممکن است یک استراتژی جدید درمانی برای افراد مبتلا به بیماری کبد چرب غیرالکلی به همراه داشته باشد. هدف از این پژوهش، پاسخ به این سؤال بود

1. Non-Alcoholic Fatty Liver Disease (NAFLD)
2. Triglyceride (TG)
3. Low Density Lipoprotein (LDL)
4. High Density Lipoprotein (HDL)
5. Total Cholesterol (TC)
6. Aspartate Transaminase (AST)
7. Alanine Aminotransferase (ALT)
8. High Intensity Interval Training (HIIT)
9. Portulaca
10. Malondialdehyde (MAD)

که آیا آزمایشات تناوبی با شدت بالا و مصرف هم‌زمان مکمل خُرفه می‌تواند بر نیم‌رخ لیپیدی رت‌های نر مبتلاشده به بیماری کبد چرب غیرالکلی با رژیم غذایی پرچرب تأثیرگذار باشد؟

مواد و روش‌ها

این پژوهش از نوع تجربی است که با طرح پس‌آزمون با ۲ گروه کنترل و ۳ گروه آزمایش انجام شد. تعداد ۲۵ سر رت نر بالغ با سن ۶ هفته و با دامنه وزنی ۱۶۰ تا ۱۸۵ گرم استفاده شد که از آزمایشگاه حیوانات دانشگاه علوم‌پزشکی خراسان شمالی خریداری شد. رت‌ها در آزمایشگاه حیوانات در شرایط کنترل‌شده نور، ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی (شروع روشنایی ۶ صبح و شروع خاموشی ۶ عصر) دمای ۳±۲۲ سانتی‌گراد و رطوبت حدود ۴۵ درصد نگهداری و به مدت ۱ هفته‌ای با محیط جدید و فعالیت روی نوارگردان آشنا شدند.

رت‌ها با روش تصادفی ساده با کدگذاری و سپس قرعه‌کشی در ۵ گروه قرار داده شدند. ۱ گروه به عنوان گروه رژیم غذایی استاندارد برای بررسی تغییرات وزن در طول دوره پژوهش انتخاب شد (گروه کنترل سالم). ۴ گروه دیگر جهت القای بیماری کبد چرب غیرالکلی، به مدت ۱۲ هفته تحت رژیم غذایی پُرچرب قرار گرفت. رژیم غذایی پرچرب بر اساس غذای پایه جوندگان با افزودن ۱۲ درصد چربی حیوانی، ۲ درصد کلسترول و ۱ درصد اسیدکولیک (حاوی ۲۲ درصد چربی، ۲ درصد کلسترول، ۱ درصد کولین، ۵۰ درصد کربوهیدرات، ۲۴ درصد پروتئین و ۱ درصد سایر عناصر) جهت القای کبد چرب استفاده شد [۲۸، ۲۹].

پس از ۱۲ هفته، ۴ گروه به صورت تصادفی به عنوان گروه کنترل کبد چرب، (۵ سر)، گروه آزمایش (۵ سر)؛ گروه آزمایش و مکمل (۵ سر) و گروه مکمل (۵ سر) تقسیم و همه گروه‌ها تا انتهای پژوهش با رژیم غذایی پُرچرب ادامه پیدا کرد. همه مراحل پژوهش با توجه به دستورالعمل کمیته اخلاق در پژوهش‌های زیست‌پزشکی دانشگاه علوم‌پزشکی خراسان شمالی و با کد IR.NKUMS.REC.1400.075 انجام شد.

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 تا۱۰ متر بر دقیقه با شیب ۰ 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.

بر این اساس، بعد از ۱۰ دقیقه گرم کردن با شدت پایین، آزمون دویدن رت‌ها شروع و سرعت نوارگردان هر ۲ دقیقه یک‌بار به میزان ۰/۰۳ متر بر ثانیه (۱/۸ تا ۲ متر بر دقیقه) افزایش یافت، تا جایی که دیگر قادر به دویدن نبودند. سرعتی که در آن حداکثر اکسیژن مصرفی به دست می‌آید، به‌عنوان سرعت بیشینه تعریف شد (۱۴، ۱۵، ۲۱). پژوهش انجام‌شده نشان می‌دهد بین سرعت نوارگردان و حداکثر اکسیژن مصرفی رت‌های نر وجود دارد (r=۰/۹۴-۰/۹۸، P<۰/۰۰۵). از این رو، می‌توان با توجه به سرعت دویدن، میزان حداکثر اکسیژن مصرفی رت‌های نر را برآورد کرد [۳۰]. ۲ روز پس از مرحله آشنایی و اندازه‌گیری حداکثر اکسیژن مصرفی، پروتکل آزمایش تناوبی با شدت بالا اجرا شد.

برنامه آزمایش تناوبی با شدت بالا با شدت ۷۵ درصد سرعت بیشینه معادل ۷ تلاش ۱ دقیقه‌ای و سرعت ۳۰ متر در دقیقه و ریکاوری فعال بین فعالیت‌ها با شدت ۱۵ درصد سرعت بیشینه در هفته اول انجام شد. به تدریج با افزایش ۸۰ درصد سرعت بیشینه در هفته دوم، ۸۵ درصد سرعت بیشینه در هفته سوم، ۹۰ درصد سرعت بیشینه در هفته چهارم ادامه و تا پایان هفته هشتم انجام شد. تناوب‌های استراحت فعال شامل ۲ دقیقه دویدن با شدت ۳۰ درصد سرعت بیشینه از هفته اول تا سوم و ۲۰ درصد در ابتدای هفته چهارم تا پایان دوره تمرین بود. شروع تمرین با گرم کردن به مدت ۳ دقیقه با شدت ۱۰ متر در دقیقه و ۲ دقیقه با شدت ۱۵ متر و سرد کردن با سرد کردن به مدت ۱ دقیقه با شدت ۱۵ متر در دقیقه، ۲ دقیقه با شدت ۱۰ متر در دقیقه به پایان رسید. رت‌ها در گروه آزمایش، ۵ روز در هفته با ۲ روز استراحت در وسط و آخر هفته به مدت ۸ هفته تمرین کردند [۳۱].

بخش‌های هوایی گیاه خُرفه از منطقه رویش آن در خراسان رضوی جمع‌آوری شد و پس از تأیید کارشناس گیاه‌شناسی توسط آب شست‌وشو داده و سپس خشک شد. برای تهیه عصاره آبی خُرفه از روش خیساندن استفاده شد. پودر خشک‌شده خُرفه در یک ارلن تمیز با ۵ برابر وزنی آب مقطر به خوبی مخلوط و پس از بستن درِ ظرف به مدت ۷۲ ساعت خیسانده شد. سپس مخلوط همگن‌شده صاف و تفاله‌ها و اضافات از آن جدا شد. مایع همگن حاصل در حمام آب گرم رطوبت‌گیری شد. عصاره خُرفه به صورت روزانه به میزان ۴۰۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن به ۲ گروه مکمل خُرفه و گروه آزمایش تناوبی+مکمل خُرفه، به صورت گاواژ خورانده شد [۱۷].

تمام رت‌ها ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی، با تزریق درون‌صفاقی ترکیبی از کتامین (۵۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم) و زایلازین (۴ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم) بی‌هوش شدند. سپس خون‌گیری توسط متخصصان کارآزموده بلافاصله بعد از شکافتن قفسه سینه و به صورت مستقیم با سرنگ، از قلب رت‌ها انجام شد. نمونه خون به آرامی در جدار داخلی لوله آزمایش حاوی هپارین تخلیه شد. لوله‌های آزمایش در چاهک‌های 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، سرم توسط سمپلر به میکروتیوپ ۲ منتقل و

جدول ۱. مقایسه وزن (گرم) آزمودنی‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه‌های تحقیق

گروه‌ها	میانگین±انحراف‌معیار		
	پیش‌آزمون	هفته دوازدهم	پس‌آزمون
کنترل سالم	۲۰۶/۶۸±۵/۰۷	۲۳۵/۸۶±۱۰/۶۷	۲۷۶/۷۸±۱۸/۳۵
کنترل کبد چرب	۲۰۷/۵۰±۶/۲۳	۲۶۵/۴۲±۱۶/۲۹	۳۰۹/۴۸±۲۱/۸۵
آزمایش	۲۰۹/۳۸±۵/۷۶	۲۵۷/۲۰±۱۰/۰۵	۲۶۸/۳۲±۱۷/۴۱
مکمل	۲۰۹/۵۸±۶/۶۴	۲۶۶/۴۰±۱۵/۱۸	۲۸۴/۱۶±۱۴/۲۲
آزمایش و مکمل	۲۰۸/۵۴±۴/۲۹	۲۵۹/۳۶±۱۳/۹۳	۲۷۷/۴۸±۱۲/۲۴
P	۰/۸۸۹	۰/۰۰۸*	۰/۰۲*

*نشانه تفاوت معنادار بین گروه‌های تحقیق P<۰/۵۰

مجله طب مکمل
دانشگاه علوم پزشکی اراک

در فریزر ۷۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. سطح لیپوپروتئین پر چگال، لیپوپروتئین کم چگال، تری گلیسرید و کلسترول تام پلاسما به روش فتومتریک با استفاده از کیت تحقیقاتی شرکت پارس آزمون مختص نمونه حیوانی و طبق دستورالعمل شرکت سازنده اندازه‌گیری شد.

روش آماری

برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک استفاده شد. پس از مشخص شدن طبیعی بودن توزیع داده‌ها، به منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و مقایسه بین گروه‌ها از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه آنووا و آزمون تعقیبی توکی با سطح معناداری P<۰/۰۵ استفاده شد. تمام محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۰ انجام شد.

یافته‌ها

جهت اطمینان از همگن بودن گروه‌ها از نظر وزن در پیش‌آزمون از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده شد که نتایج آن در یک ستون در جدول شماره ۱ قرار داده شده است. با توجه به داده‌های جدول شماره ۱ و سطح معناداری گزارش‌شده می‌توان دریافت گروه‌ها در گروه‌بندی اولیه تفاوت معناداری با یکدیگر نداشتند (P=۰/۸۸۹). پس از ۱۲ هفته دریافت رژیم غذایی پرچرب جهت القای بیماری کبد چرب غیرالکلی در موش‌های صحرایی باعث افزایش وزن موش‌ها شده است (P=۰/۰۰۸). بعد از ۸ هفته آزمایشات تناوبی با شدت بالا و دریافت مکمل خُرفه نیز تفاوت معناداری بین گروه‌های تحقیق مشاهده شد (P=۰/۰۲).

برای مقایسه سطوح پلاسمایی تری گلیسرید، کلسترول تام، لیپوپروتئین کم چگال و لیپوپروتئین پر چگال در گروه‌های تحقیق از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. در جدول شماره ۲، یافته‌های آزمون آماری درباره مقایسه اثر آزمایش تناوبی با شدت بالا همراه با مصرف مکمل خُرفه بر سطوح پلاسمایی تری گلیسرید، کلسترول تام، لیپوپروتئین کم چگال و لیپوپروتئین پر چگال موش‌های صحرایی نر مبتلا به بیماری کبد چرب غیرالکلی در گروه‌های تحقیق ارائه شده است.

نتایج آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه نشان داد بین سطح تری گلیسرید پلاسما در گروه‌های تحقیق تفاوت معناداری وجود دارد (P=۰/۰۳) (جدول شماره ۲). نتایج حاصل از آزمون تعقیبی توکی نشان داد بین سطح تری گلیسرید پلاسما در گروه سالم کنترل، کبد چرب کنترل، آزمایش و مکمل خُرفه با یکدیگر تفاوت معناداری وجود ندارد (P>۰/۰۵)، اما سطح تری گلیسرید پلاسما در گروه آزمایش+مکمل خُرفه به طور معناداری نسبت به گروه کبد چرب کنترل پایین‌تر بود (P=۰/۰۳۵).

نتایج آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه نشان داد بین سطح کلسترول تام پلاسما در گروه‌های تحقیق تفاوت معناداری وجود دارد (P=۰/۰۰۱) (جدول شماره ۲). نتایج حاصل از آزمون تعقیبی توکی نشان داد با وجود افزایش سطح کلسترول تام پلاسما در گروه کنترل کبد چرب نسبت به سالم کنترل، اما این افزایش از نظر آماری معنادار نبود (P>۰/۰۵). سطح این شاخص در گروه مصرف مکمل خُرفه (P=۰/۰۱۳) و آزمایش+مکمل خُرفه (P=۰/۰۰۱) به طور معناداری پایین‌تر از گروه کنترل کبد چرب بود.

اما بین سطح کلسترول تام پلاسما در گروه آزمایش تناوبی با شدت بالا و کنترل کبد چرب تفاوت معناداری مشاهده نشد (P=۰/۲۲۹). همچنین بین سطح کلسترول تام پلاسما در گروه‌های آزمایش، آزمایش+مکمل و مکمل خُرفه تفاوت معناداری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). بین سطح این شاخص در گروه آزمایش و مکمل خُرفه نسبت به گروه سالم کنترل تفاوت معناداری مشاهده نشد (P>۰/۰۵)، اما ترکیب این ۲، یعنی در گروه آزمایش+مکمل نسبت به گروه سالم کنترل به طور معناداری

جدول ۲. مقایسه سطوح شاخص‌های تحقیق (میانگین و انحراف معیار) در گروه‌های تحقیق و یافته‌های آزمون آنالیز واریانس

شاخص	میانگین±انحراف‌معیار				F	P
	کنترل سالم	کنترل کبد چرب	آزمایش	مکمل خُرفه	آزمایش+مکمل خُرفه		
TG (mg/dl)	۴۸/۲۰±۳/۶۹	۵۰/۴۰±۸/۸۴	۴۳/۰۰±۴/۵۲	۴۰/۶۰±۴/۱۱	۳۷/۰۱±۳/۰۸†	۳/۳۴۵	۰/۰۳*
TC (mg/dl)	۵۸/۸±۶/۷۶	۶۳/۴۱±۳/۵۰	۵۸/۰۱±۲/۸۲	۵۴/۴۱±۲/۰۷†	۵۱/۲۱±۲/۵۸†¥	۶/۹۳۸	۰/۰۰۱*
HDL (mg/dl)	۲۷/۰۱±۳/۹۳	۲۳/۸۰±۳/۷۰	۲۶/۶±۳/۰۴	۲۷/۶۰±۲/۵۱	۳۴/۴۰±۲/۸۱†δ	۴۰/۸۱۶	۰/۰۰۱*
LDL (mg/dl)	۲۵/۰۱±۱/۲۲	۲۹/۲۰±۳/۵۶	۲۳/۰۱±۱/۴۱†	۱۸/۸۰±۳/۶۳†¥	۱۶/۴۰±۲/۳۲†#	۹/۶۳۲	۰/۰۰۱*

مجله طب مکمل
دانشگاه علوم پزشکی اراک

*نشانه تفاوت معنادار بین گروه‌های تحقیق P<۰/۵۰. † تفاوت معنادار نسبت به گروه کبد چرب کنترل، ¥ تفاوت معنادار نسبت به گروه کنترل سالم، δ تفاوت معنادار نسبت به گروه سالم کنترل، آزمایش و مصرف مکمل خُرفه، # تفاوت معنادار نسبت به گروه سالم کنترل و گروه آزمایش

پایین‌تر بود (P=۰/۰۴۳).

نتایج آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه نشان داد بین سطح لیپوپروتئین پر چگال پلاسما در گروه‌های تحقیق تفاوت معناداری وجود دارد (P=۰/۰۰۱) (جدول شماره ۲). نتایج حاصل از آزمون تعقیبی توکی نشان داد سطح لیپوپروتئین پر چگال پلاسما در گروه سالم کنترل، کبد چرب کنترل، آزمایش و مکمل خُرفه تفاوت معناداری وجود ندارد (P>۰/۰۵)، اما سطح لیپوپروتئین پر چگال پلاسما در گروه آزمایش+مکمل نسبت به سالم کنترل (P=۰/۰۲۱)، کبد چرب کنترل (P=۰/۰۰۱)، آزمایش (P=۰/۰۰۶) و مصرف مکمل خُرفه (P=۰/۰۱۸) به طور معناداری بالاتر بود.

نتایج آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه نشان داد بین سطح لیپوپروتئین کم چگال پلاسما در گروه‌های تحقیق تفاوت معناداری وجود دارد (P=۰/۰۰۱) (جدول شماره ۲). نتایج حاصل از آزمون تعقیبی توکی که در جدول شماره ۳ ارائه شده، نشان داد با وجود افزایش سطح لیپوپروتئین کم چگال پلاسما در گروه کنترل کبد چرب نسبت به سالم کنترل، این افزایش از نظر آماری معنادار نبود (P=۰/۱۲۵)، اما سطح این شاخص در گروه آزمایش

جدول ۳. نتایج آزمون تعقیبی توکی متغیرهای نیم‌رخ لیپیدی و مقایسه گروه‌ها

گروه		مقادیر p آزمون تعقیبی توکی در نیم‌رخ لیپیدی			
		TG (mg/dl)	TC (mg/dl)	HDL (mg/dl)	LDL (mg/dl)
آزمایش+خرفه	سالم	۰/۹۹۹	۰/۰۴۳*	۰/۰۲۱*	۰/۰۰۱*
	کبد چرب	۰/۰۳۵*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*
	آزمایش	۰/۶۲۵	۰/۰۸۳	۰/۰۰۶*	۰/۰۰۱*
	خُرفه	۰/۹۱۲	۰/۷۰۱	۰/۰۱۸*	۰/۱۸۴
آزمایش	سالم	۰/۷۳۶	۰/۹۹۷	۰/۸۷۹	۰/۴۵۱
	کبد چرب	۰/۴۳۰	۰/۲۲۹	۰/۶۱۸	۰/۰۱*
	خُرفه	۰/۹۷۸	۰/۶۰۴	۰/۹۸۵	۰/۱۲۵
خُرفه	سالم	۰/۴۰۴	۰/۴۱۶	۰/۹۸۲	۰/۰۱*
	کبد چرب	۰/۱۸۲	۰/۰۱۳*	۰/۳۳۱	۰/۰۰۱*
کبد چرب	سالم	۰/۹۸۴	۰/۳۷۳	۰/۲۸۹	۰/۱۲۵

*نشانه تفاوت معنادار بین گروه‌های تحقیق P<۰/۵۰

مجله طب مکمل
دانشگاه علوم پزشکی اراک

(P=۰/۰۱)، مصرف مکمل خرفه (P=۰/۰۰۱) و تمرین+مکمل خرفه (P=۰/۰۰۱) به طور معناداری پایین‌تر از گروه کنترل کبد چرب بود.

سطح لیپوپروتئین کم چگال پلاسما در گروه آزمایش+مکمل نسبت به گروه آزمایش (P=۰/۰۰۱) و سالم کنترل (P=۰/۰۰۱) به طور معناداری پایین‌تر بود، اما بین سطح این شاخص در گروه مصرف مکمل خُرفه نسبت به آزمایش+مکمل تفاوت معناداری مشاهده نشد (P=۰/۱۸۴).

بحث

بیماری کبد چرب غیرالکلی، عامل پاتوژنیک مقاومت به انسولین، دیابت نوع ۲ و شریان کرونر است [۳۲]. تغییر در سبک زندگی و استفاده از داروهای گیاهی برای کنترل این بیماری و عوارض ناشی از آن تأکید شده است؛ بنابراین هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر آزمایشات تناوبی با شدت بالا و مصرف هم‌زمان مکمل خُرفه بر نیم‌رخ لیپیدی رت‌های نر مبتلا شده به بیماری کبد چرب غیرالکلی بود.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد ترکیب آزمایشات تناوبی شدید و مصرف مکمل خُرفه در رت‌های مبتلا به بیماری کبد چرب غیرالکلی موجب بهبود معنادار شاخص‌های نیم‌رخ لیپیدی، ازجمله کلسترول تام، تری گلیسرید، لیپوپروتئین کم چگال و لیپوپروتئین پر چگال شد.

این نتایج نشان می‌دهد ترکیب عصاره خُرفه و آزمایش تناوبی شدید تأثیر بسیار بالایی بر بهبود سطوح تری گلیسرید، کلسترول تام، لیپوپروتئین پر چگال و لیپوپروتئین کم چگال موش‌های مبتلا به بیماری کبد چرب غیرالکلی دارد که نشان از هم‌افزایی اثرات تمرینات ورزشی و مکمل خُرفه و تأثیرات مطلوب آن‌ها بر نیم‌رخ لیپیدی است. مطالعات بسیار معدودی به بررسی تأثیر تمرینات ورزشی و مصرف عصاره خُرفه بر نیم‌رخ لیپیدی بیماران مبتلا به بیماری کبد چرب غیرالکلی پرداخته و مشابه مطالعه حاضر بهبود نیم‌رخ لیپیدی را گزارش کرده‌اند.

در تنها مطالعه‌ای که اثر ترکیب مکمل خُرفه و تمرینات ورزشی بر نیم‌رخ لیپیدی بیماران کبد چرب غیرالکلی را بررسی کرده است، علی‌نیا و همکاران تأثیر ۱۲ هفته تمرین ترکیبی همراه با مصرف خُرفه بر پروفایل لیپیدی زنان چاق مبتلا به کبد چرب غیرالکلی را بررسی کردند. آن‌ها گزارش کردند ۱۲ هفته مصرف مکمل خُرفه و تمرین ترکیبی باعث کاهش معنادار در لیپوپروتئین کم چگال، کلسترول تام و تری گلیسرید و افزایش معنادار سطح لیپوپروتئین پر چگال در گروه‌های آزمایش ترکیبی+مکمل خُرفه، گروه آزمایش ترکیبی و مکمل خُرفه شد [۳۳].

قربانیان و ممقانی، تأثیر ۸ هفته تمرین طناب‌زنی را به همراه مکمل‌یاری خُرفه بر برخی فاکتورهای بیوشیمیایی در دختران دچار اضافه وزن و چاقی بررسی کردند. در مطالعه فوق مقادیر تری گلیسرید، کلسترول تام و لیپوپروتئین کم چگال به طور معناداری کاهش و لیپوپروتئین پر چگال به طور معناداری افزایش یافت. آن‌ها گزارش کردند بیشترین کاهش تری گلیسرید در گروه مصرف مکمل خُرفه، بیشترین کاهش کلسترول تام در گروه آزمایش رخ داده است، اما بیشترین افزایش لیپوپروتئین پر چگال و بیشترین کاهش لیپوپروتئین کم چگال در گروه آزمایش به همراه مصرف مکمل خُرفه گزارش شد [۳۴].

دهقان و همکاران به بررسی تأثیر ۱۶ هفته آزمایش هوازی و مصرف دانه خُرفه بر شاخص‌های مرتبط با آترواسکلروز در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ پرداختند. سطوح لیپوپروتئین کم چگال، کلسترول، تری گلیسرید گروه‌های آزمایش هوازی، مکمل خُرفه و آزمایش هوازی+مکمل خُرفه به طور معناداری در مقایسه با گروه دارونما کاهش یافت، در حالی که لیپوپروتئین پر چگال به طور معناداری افزایش یافت [۳۵].

نتایج این پژوهش نشان داد سطوح پلاسمایی کلسترول تام و لیپوپروتئین کم چگال در اثر مصرف مکمل خُرفه کاهش یافت، اما تغییری در سطوح تری گلیسرید و لیپوپروتئین پر چگال مشاهده نشد. برخی مطالعات اثرات مصرف مکمل خُرفه بر نیم‌رخ لیپیدی خون در بیماران کبد چرب غیرالکلی بررسی کرده‌اند که یافته‌ها تا حدی متفاوت است. غفلتی و همکاران به بررسی تأثیر ۸ هفته مصرف خُرفه همراه با رژیم غذایی کم کالری در آزمودنی‌های بیماری کبد چرب غیرالکلی پرداختند و کاهش معنادار کلسترول تام، لیپوپروتئین کم چگال را گزارش کردند، اما در سایر متغیرها تغییر معناداری مشاهده نشد [۳۶].

چنگیزی آشتیانی و همکاران، اثر دُزهای مختلف عصاره خُرفه بر نیم‌رخ لیپیدی خون رت‌های تغذیه‌شده با رژیم غذایی پرچرب را بررسی کردند. در مطالعه فوق پس از پایان آزمایش سطوح کلسترول به طور معناداری کاهش یافت. چنگیزی آشتیانی و همکاران، این کاهش را به تراکم بالای آنتی‌اکسیدانی و امگا ۳ موجود در گیاه خُرفه و سازوکارهای مهار سنتز کلسترول توسط آن نسبت دادند [۳۷].

همچنین پاپولی و همکاران با بررسی تأثیر مصرف دانه خُرفه بر شاخص‌های سندروم متابولیک در زنان مبتلا به این بیماری نشان دادند مصرف خُرفه برای ۱۲ هفته توسط زنان مبتلا به سندروم متابولیک شاخص‌های آنتروپومتری و سطوح سرمی لیپوپروتئین کم چگال، کلسترول تام و قند خون ناشتا را به طور معناداری کاهش می‌دهد [۳۸]. با این حال، دماوندی و همکاران، تأثیر ۱۲ هفته مصرف مکمل خُرفه بر نیم‌رخ لیپیدی بیماران کبد چرب غیرالکلی را بررسی کردند و عدم تأثیر معنادار مصرف عصاره خرفه بر نیم‌رخ لیپیدی و عدم تأثیر بر استئاتوز کبدی در نمونه‌های انسانی بیماری کبد چرب غیرالکلی را گزارش کردند [۳۹].

بداخانیان و همکاران نیز اثر ۸ هفته مصرف عصاره خُرفه بر نیم‌رخ لیپیدی خون را در مردان مبتلا به سندروم متابولیک بررسی و گزارش کردند که مصرف مکمل خُرفه تأثیر معناداری بر نیم‌رخ لیپیدی مردان مبتلا به سندروم متابولیک ندارد [۴۰]. همچنین وینستین و همکاران نشان دادند عصاره خرفه تأثیری بر لیپوپروتئین کم چگال، لیپوپروتئین پر چگال و تری گلیسرید آزمودنی‌های مبتلا به دیابت نوع ۲ ندارد [۴۱].

عصاره خُرفه بر فعالیت لیپاز پانکراس، خاصیت مهاری دارد [۴۲]؛ بنابراین عصاره خُرفه می‌تواند فعالیت استیل کوآ کربوکسیلاز[11] [۵] را کاهش دهد. این آنزیم، اولین گام در سنتز اسید چرب است. همچنین بیان شد فسفوریلاسیون پروتئین کیناز فعال‌کننده AMP[12] توسط عصاره خُرفه افزایش می‌یابد که این عمل، فعالیت استیل CoA کربوکسیلاز[13] را کاهش می‌دهد [۴۳]. سیکاری و همکاران اشاره کردند خُرفه دارای ترکیبات فعال متنوع خاص این گیاه است که می‌تواند مسئول اثرات هیپولیپیدمیک آن باشد. چندین نوع فلاونوئید بسیار فعال در عصاره خُرفه که شامل کوئرستین، آپیژنین، کائمفرول، لوتئولین و روتین است، کشف شده است [۴۴]. در همین راستا، نشان داده شد عصاره‌های فلاونوئیدی از طریق کاهش سطح mRNA و پروتئین اسید چرب سنتاز[14] [۴۵] و مهار آنزیم لیپاز پانکراسی [۴۶] خاصیت هیپولیپیدمیکی دارند.

همچنین اشاره شد عصاره گیاه خُرفه منبع غنی از اسید چرب امگا-۳، به‌ویژه اسید آلفا لینوئیک[15] است [۲۲]. اسیدهای چرب امگا-۳ می‌تواند افزایش لیپیدهای جریان خون را از طریق مهار اسید چرب سنتاز و آسیل ترانسفراز کاهش دهد [۴۷]. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که اسید آلفا لینوئیک می‌تواند نیم‌رخ لیپیدی را بهبود بخشد. همچنین نشان داده شد خُرفه می‌تواند سطح لیپیدهای مدفوع را در مدل‌های حیوانی هیپرکلسترولمی افزایش دهد [۴۸].

علاوه بر این، کاهش کلسترول، لیپوپروتئین کم چگال و تری گلیسرید را می‌توان ناشی از فیبر موجود در خُرفه یا تأثیر اسیدهای چرب غیراشباع دانست. به نظر می‌رسد فیبر موجود در خُرفه با اتصال به کلسترول موجود در رژیم غذایی از جذب کلسترول در گوارش جلوگیری کرده و از این طریق باعث کاهش کلسترول و لیپوپروتئین کم چگال می‌شود [۳۳].

با توجه به نقش تجمع بافت چربی و نیم‌رخ نامناسب چربی خون در بیماری‌زایی بیماری کبد چرب غیرالکلی و اهمیت تمرینات هوازی به عنوان یک روش غیردارویی برای بهبود چربی‌های خون، استفاده از هوازی و به‌ویژه آزمایشات تناوبی برای کنترل بیماری کبد چرب غیرالکلی مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است. سازوکارهای تأثیرگذاری تمرینات ورزشی بر پروفایل لیپیدی به طور کامل شناخته نشده است.

با این حال، به نظر می‌رسد فعالیت‌های ورزشی، توانایی عضلات اسکلتی را برای استفاده از لیپیدها افزایش داده که این امر موجب کاهش سطح چربی‌های پلاسما می‌شود. همچنین به نظر می‌رسد سازوکار دیگر اثربخشی تمرینات ورزشی بر بهبود نیم‌رخ لیپید به فرایند آنزیمی درگیر در متابولیسم لیپید مربوط باشد [۴۹، ۵۰]. در این رابطه، مطالعات نشان داد تمرینات منظم ورزشی با افزایش فعالیت لیپوپروتئین لیپاز[16] و آنزیم لسیتین کلسترول کلسترول[17] مرتبط است. این ۲ آنزیم سبب کاهش لیپوپروتئین کم چگال، تری گلیسرید و کلسترول و افزایش لیپوپروتئین پر چگال می‌شوند. از سوی دیگر، آنزیم لیپوپروتئین لیپاز، کاتابولیسم لیپوپروتئین با غلظت خیلی کم[18] و لیپوپروتئین کم چگال بعد از فعالیت ورزشی را افزایش می‌دهد [۴۹، ۵۰].

مطالعات نشان داد با وجود اینکه سازوکار بازدارنده آلفاآدرنرژیک، لیپولیز زمان استراحتی را تنظیم می‌کند، هنگام فعالیت ورزشی تأثیر تحریکی بتاآدرنرژیک اهمیت بیشتری دارد که منشأ آن افزایش سطوح و نیز عملکرد بیشتر گیرنده‌های این هورمون می‌شود [۵۱، ۵۲]. ازجمله سازوکارهای دیگر، تأثیر فعالیت ورزشی بر تغییر نیم‌رخ لیپیدی افزایش بیان ژن انتقال‌دهنده‌های متصل‌شونده به ABCA1[19] است که موجب فعال شدن انتقال‌دهنده معکوس کلسترول، تشکیل لیپوپروتئین پر چگال و حفاظت در مقابل آتروسکلروز می‌شود [۵۳].

مطالعات نشان داد تغییرات شاخص‌های لیپیدی، به‌ویژه لیپوپروتئین کم چگال و لیپوپروتئین پر چگال متأثر از مدت، حجم و به‌ویژه شدت آزمایش است و با توجه اینکه آزمایشات تناوبی عموماً با شدت بالا انجام می‌شود، بهبود این شاخص‌ها با آزمایشات تناوبی دور از انتظار نیست. به طور کلی، با وجود اینکه برخی مطالعات مؤثرتر بودن آزمایشات تناوبی را نسبت به آزمایشات تداومی گزارش کرده‌اند [۵۴، ۵۵]. با این حال، برخی مطالعات تفاوتی بین ۲ نوع آزمایش گزارش نکرده و بر مؤثر بودن هر ۲ نوع آزمایش تداومی و تناوبی و انجام مطالعات بیشتر در این خصوص تأکید کرده‌اند [۵۶، ۵۷].

11. Acetyl-CoA Carboxylase
12. AMP-Activated Protein Kinase (AMPK)
13. Acetyl-CoA Carboxylase (ACC)
14. Fatty Acid Synthase (FAS)
15. α-Linolenic Acid (ALA)
16. Lipoprotein Lipase (LPL)
17. Cholesterol Acyltransferase (LCAT)
18. Very-Low-Density Lipoprotein (VLDL)
19. ATP-Binding Cassette Protein A1 (ABCA1)

ووِد و همکاران گزارش کردند به جز لیپوپروتئین پر چگال که به آزمایشات تناوبی با شدت بالا پاسخ بهتری می‌دهد، بین آزمایشات تناوبی با شدت بالا و آزمایشات تداومی با شدت متوسط در اثرگذاری بر نیم‌رخ لیپیدی تفاوتی وجود ندارد [۵۸].

تفاوت در یافته‌های مطالعات مختلف ممکن است در درجه اول به دلیل تفاوت در نوع آزمودنی‌ها، نوع آزمایشات، شدت آزمایشات و دُز متفاوت عصاره خُرفه مورد استفاده باشد [۳۴، ۳۵]. برای مثال، در مطالعات فوق برخی روی آزمودنی‌های [۳۳، ۳۶، ۳۹] بیماری کبد چرب غیرالکلی، برخی روی بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ [۳۵، ۴۱] و برخی نیز در آزمودنی‌های چاق [۳۴] انجام شده است. همچنین با توجه به تأیید تأثیرات شدت و نوع آزمایش بر نیم‌رخ لیپیدی و تفاوت در نوع و شدت آزمایش در مطالعات فوق این تفاوت‌ها دور از انتظار نیست. همچنین دُزهای متفاوت عصاره خُرفه مورد استفاده نیز ممکن است از سایر دلایل تفاوت در یافته‌ها باشد، چنانکه چنگیزی و همکاران پس از استفاده از دُزهای مختلف عصاره خُرفه نتایج متفاوتی گزارش کردند [۳۷].

به نظر می‌رسد یکی از محدودیت‌های مطالعه حاضر میزان دُز استفاده‌شده از عصاره خُرفه باشد. این احتمال وجود دارد که اثرات عصاره خُرفه در بیماران مبتلا به کبد چرب غیرالکلی به مقدار دُز آن وابسته باشد؛ بنابراین تحقیقات بیشتر در این زمینه با مقادیر مختلف دُز عصاره خُرفه می‌تواند به درک بهتر نتایج کمک کند. همچنین با توجه به نقش التهاب و استرس اکسایشی در پیشرفت این بیماری، انجام مطالعات بیشتر درباره اثرات آزمایشات تناوبی شدید و مکمل خُرفه بر عوامل التهابی و استرس اکسایشی بافت کبد و بیان ژن‌های درگیر در لیپوژنز بافت کبد در موش‌های مبتلا به کبد چرب غیرالکلی پیشنهاد می‌شود.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد آزمایشات تناوبی با شدت بالا همراه با مصرف مکمل خُرفه تأثیرات مطلوبی بر نیم‌رخ لیپیدی رت‌های مبتلا به بیماری کبد چرب غیرالکلی دارد. با توجه به اثرات مثبت تمرینات ورزشی همراه با مصرف مکمل خُرفه در افراد مبتلا به بیماری کبد چرب غیرالکلی، ترکیب آزمایشات تناوبی با شدت بالا و مصرف مکمل خرفه می‌تواند به عنوان یک روش درمانی مکمل برای پیشگیری از پیشرفت بیماری در افراد مبتلا به بیماری کبد چرب غیرالکلی استفاده شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

همه مراحل پژوهش با توجه به دستورالعمل کمیته اخلاق در پژوهش‌های زیست‌پزشکی دانشگاه علوم‌پزشکی خراسان شمالی و با کد IR.NKUMS.REC.1400.075 انجام شد.

حامی مالی

این تحقیق هیچ کمک مالی از سازمان های مالی در بخش های عمومی، تجاری یا غیر انتفاعی دریافت نکرد.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش پژوهش حاضر مشارکت داشته‌اند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

References

[1] Paternostro R, Trauner M. Current treatment of non-alcoholic fatty liver disease. Journal of Internal Medicine. 2022; 292(2):190-204. [DOI:10.1111/joim.13531] [PMID] [PMCID]

[2] Huang TD, Behary J, Zekry A. Non-alcoholic fatty liver disease: A review of epidemiology, risk factors, diagnosis and management. Internal Medicine Journal. 2020; 50(9):1038-47. [DOI:10.1111/imj.14709] [PMID]

[3] Chen YY, Yeh MM. Non-alcoholic fatty liver disease: A review with clinical and pathological correlation. Journal of the Formosan Medical Association. 2021; 120(1 Pt 1):68-77. [PMID]

[4] Carotti S, Aquilano K, Valentini F, Ruggiero S, Alletto F, Morini S, et al. An overview of deregulated lipid metabolism in nonalcoholic fatty liver disease with special focus on lysosomal acid lipase. American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology. 2020; 319(4):G469-80. [DOI:10.1152/ajpgi.00049.2020] [PMID]

[5] Cataldo I, Sarcognato S, Sacchi D, Cacciatore M, Baciorri F, Mangia A, et al. Pathology of non-alcoholic fatty liver disease. Pathologica. 2021; 113(3):194-202. [DOI:10.32074/1591-951X-242] [PMID] [PMCID]

[6] Mo L, Shen J, Liu Q, Zhang Y, Kuang J, Pu S, et al. Irisin is regulated by CAR in liver and is a mediator of hepatic glucose and lipid metabolism. Molecular Endocrinology. 2016; 30(5):533-42. [DOI:10.1210/me.2015-1292] [PMID] [PMCID]

[7] Nassir F. NAFLD: Mechanisms, treatments, and biomarkers. Biomolecules. 2022; 12(6):824. [DOI:10.3390/biom12060824] [PMID] [PMCID]

[8] Cali AM, Zern TL, Taksali SE, De Oliveira AM, Dufour S, Otvos JD, et al. Intrahepatic fat accumulation and alterations in lipoprotein composition in obese adolescents: A perfect proatherogenic state. Diabetes Care. 2007; 30(12):3093-8. [DOI:10.2337/dc07-1088] [PMID]

[9] Bălănescu A, Bălănescu P, Comănici V, Stan I, Acs B, Prisăcariu L, et al. Lipid profile pattern in pediatric overweight population with or without NAFLD in relation to IDF criteria for metabolic syndrome: A preliminary study. Romanian Journal of Internal Medicine. 2018; 56(1):47-54. [DOI:10.1515/rjim-2017-0040] [PMID]

[10] Mansour-Ghanaei R, Mansour-Ghanaei F, Naghipour M, Joukar F. Biochemical markers and lipid profile in nonalcoholic fatty liver disease patients in the PERSIAN Guilan cohort study (PGCS), Iran. Journal of Family Medicine and Primary Care. 2019; 8(3):923-8. [DOI:10.4103/jfmpc.jfmpc_243_18] [PMID] [PMCID]

[11] Mitra S, De A, Chowdhury A. Epidemiology of non-alcoholic and alcoholic fatty liver diseases. Translational Gastroenterology and Hepatology. 2020; 5:16. [DOI:10.21037/tgh.2019.09.08] [PMID] [PMCID]

[12] Rajabi S, Askari R, Haghighi AH, Razavianzadeh N. [The effect of resistance-aerobic interval training on the fatty liver grade, liver dimensions, and liver enzymes in obese or overweight women with fatty liver (Persian)]. Community Health Journal. 2021; 14(4):65-74. [Link]

[13] Carneros D, López-Lluch G, Bustos M. Physiopathology of lifestyle interventions in non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD). Nutrients. 2020; 12(11):3472. [DOI:10.3390/nu12113472] [PMID] [PMCID]

[14] Karlsen T, Aamot IL, Haykowsky M, Rognmo Ø. High intensity interval training for maximizing health outcomes. Progress in Cardiovascular Diseases. 2017; 60(1):67-77. [PMID]

[15] Francois ME, Little JP. Effectiveness and safety of high-intensity interval training in patients with type 2 diabetes. Diabetes Spectrum: A Publication of the American Diabetes Association. 2015; 28(1):39-44. [PMID] [PMCID]

[16] Hsu WF, Sheen LY, Lin HJ, Chang HH. A review of Western and traditional Chinese medical approaches to managing nonalcoholic fatty liver disease. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2016; 2016:6491420. [DOI:10.1155/2016/6491420] [PMID] [PMCID]

[17] Zarei A, Changizi Ashtiyani S, Taheri S. [The effects of hydroalcoholic extract of Portulaca Oleracea on the serum concentreation of Hepatic enzymes in rats (Persian)]. Iranian South Medical Journal. 2014; 17(5):889-99. [Link]

[18] Zarei A, Changizi Ashtiyani S, Taheri S. [The effect of the extract of portulacaoleraceaon physiological functions of body tissues (Persian)]. Qom University of Medical Sciences Journal. 2015; 8(5):99-109. [Link]

[19] Masoodi M, Ahmad B, Mir SR, Zargar B, Tabasum N. Portulaca oleracea L. a review. Journal of Pharmacy Research. 2011; 4(9):3044-8. [Link]

[20] Yang X, Zhang W, Ying X, Stien D. New flavonoids from Portulaca oleracea L. and their activities. Fitoterapia. 2018; 127:257-62. [PMID]

[21] Kumar A, Sreedharan S, Kashyap AK, Singh P, Ramchiary N. A review on bioactive phytochemicals, ethnomedicinal and pharmacological importance of purslane (Portulaca oleracea L.). Heliyon. 2021; 8(1):e08669. [PMID]

[22] Uddin MK, Juraimi AS, Hossain MS, Nahar MA, Ali ME, Rahman MM. Purslane weed (Portulaca oleracea): A prospective plant source of nutrition, omega-3 fatty acid, and antioxidant attributes. The Scientific World Journal. 2014; 2014:951019. [DOI:10.1155/2014/951019] [PMID] [PMCID]

[23] Siriamornpun S, Suttajit M. Microchemical components and antioxidant activity of different morphological parts of Thai wild purslane (Portulaca oleracea). Weed Science. 2010; 58(3):182-8. [DOI:10.1614/WS-D-09-00073.1]

[24] Farzanegi P, Dana A, Ebrahimpoor Z, Asadi M, Azarbayjani MA. Mechanisms of beneficial effects of exercise training on non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD): Roles of oxidative stress and inflammation. European Journal of Sport Science. 2019; 19(7):994-1003. [DOI:10.1080/17461391.2019.1571114] [PMID]

[25] Ji L, Li Q, He Y, Zhang X, Zhou Z, Gao Y, et al. Therapeutic potential of traditional Chinese medicine for the treatment of NAFLD: A promising drug Potentilla discolor Bunge. Acta Pharmaceutica Sinica B. 2022; 12(9):3529-47. [PMID] [PMCID]

[26] Ahn SB, Jang K, Jun DW, Lee BH, Shin KJ. Expression of liver X receptor correlates with intrahepatic inflammation and fibrosis in patients with nonalcoholic fatty liver disease. Digestive Diseases and Sciences. 2014; 59(12):2975-82. [DOI:10.1007/s10620-014-3289-x] [PMID]

[27] Kwon YR, Cho SM, Hwang SP, Kwon GM, Kim JW, Youn KS. Antioxidant, physiological activities, and acetylcholinesterase inhibitory activity of Portulaca oleracea extracts with different extraction methods. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition. 2014; 43(3):389-96. [DOI:10.3746/jkfn.2014.43.3.389]

[28] Dehbashi M, Fathi M, Attarzadeh SR, Mosaferi ZM. [The effect of eight weeks of endurance training and injection of growth hormone lipolytic fragment on ck18 and liver enzymes of nafld-iInduced mice induced by high-fat diet (Persian)]. Knowledge and Health. 2021; 15(4):12-9. [Link]

[29] Efati M, Khorrami M, Zarei Mahmmudabadi A, Raouf Sarshoori J. Induction of an animal model of non-alcoholic fatty liver disease using a formulated high-fat diet. Journal of Babol University of Medical Sciences. 2016; 18(11):57-62. [Link]

[30] Høydal MA, Wisløff U, Kemi OJ, Ellingsen Ø. Running speed and maximal oxygen uptake in rats and mice: Practical implications for exercise training. European Journal of Preventive Cardiology. 2007; 14(6):753-60. [DOI:10.1097/HJR.0b013e3281eacef1] [PMID]

[31] Hafstad AD, Lund J, Hadler-Olsen E, Höper AC, Larsen TS, Aasum E. High-and moderate-intensity training normalizes ventricular function and mechanoenergetics in mice with diet-induced obesity. Diabetes. 2013; 62(7):2287-94. [DOI:10.2337/db12-1580] [PMID] [PMCID]

[32] Hazlehurst JM, Woods C, Marjot T, Cobbold JF, Tomlinson JW. Non-alcoholic fatty liver disease and diabetes. Metabolism. 2016; 65(8):1096-108. [DOI:10.1016/j.metabol.2016.01.001] [PMID] [PMCID]

[33] Aliniya N, Elmieh A, Fadaei M. [The effects of twelve combined training and portulaca oleracea supplementation on lipid profile and liver parenchyma in obese females with non-alcoholic fatty liver disease: A clinical trial (Persian)]. Knowledge and Health. 2019; 14(3):31-41. [Link]

[34] Ghorbanian B, Mamaghani H. [Effect of eight weeks of rope training along with portu-laca oleracea supplementation on serum levels of ox-LDL, Apo-A1, and Apo-B in overweight girls (Persian)]. Research in Medicine. 2021; 45(1):15-22. [Link]

[35] Dehghan F, Soori R, Gholami K, Abolmaesoomi M, Yusof A, Muniandy S, et al. Purslane (Portulaca oleracea) seed consumption and aerobic training improves biomarkers associated with atherosclerosis in women with type 2 diabetes (T2D). Scientific Reports. 2016; 6:37819. [DOI:10.1038/srep37819] [PMID] [PMCID]

[36] Gheflati A, Adelnia E, Nadjarzadeh A. The clinical effects of purslane (Portulaca oleracea) seeds on metabolic profiles in patients with nonalcoholic fatty liver disease: A randomized controlled clinical trial. Phytotherapy Research. 2019; 33(5):1501-9. [DOI:10.1002/ptr.6342] [PMID]

[37] Changizi-Ashtiyani S, Zarei A, Taheri S, Rasekh F, Ramazani M. The effects of Portulaca oleracea alcoholic extract on induced hypercholesteroleomia in rats. Zahedan Journal of Research in Medical Sciences. 2013; 15(6):34-9. [Link]

[38] Papoli M, Pishdad S, Nadjarzadeh A, Hosseinzadeh M. Effects of consuming purslane seed powder on indicators of metabolic syndrome in women: A randomized clinical trial. Progress in Nutrition. 2019; 21(1-s):329-35. [Link]

[39] Darvish Damavandi R, Shidfar F, Najafi M, Janani L, Masoodi M, Akbari-Fakhrabadi M, et al. Effect of Portulaca Oleracea (purslane) extract on liver enzymes, lipid profile, and glycemic status in nonalcoholic fatty liver disease: A randomized, double-blind clinical trial. Phytotherapy Research. 2021; 35(6):3145-56. [PMID]

[40] Bedakhanian M, Entezari MH, Ghanadian M, Askari G, Maracy MR. [The effects of portulaca oleracea on lipid profile, C-reactive protein, and fasting blood glucose in men with metabolic syndrome: A double-blind randomized clinical trial (Persian)]. Journal of Health System Research. 2017; 12(4):478-83. [Link]

[41] Wainstein J, Landau Z, Bar Dayan Y, Jakubowicz D, Grothe T, Perrin-jaquet-Moccetti T, et al. Purslane extract and glucose homeostasis in adults with type 2 diabetes: A double-blind, placebo-controlled clinical trial of efficacy and safety. Journal of Medicinal Food. 2016; 19(2):133-40. [DOI:10.1089/jmf.2015.0090] [PMID]

[42] Jaradat N, Zaid AN, Zaghal EZ. Anti-lipase activity for Portulaca oleracea, Urtica urens, Brassica napus and Lathyrus hierosolymitanus wild plants from Palestine. Marmara Pharmaceutical Journal. 2017; 21(4):828-36. [DOI:10.12991/mpj.2017.9]

[43] Lee JH, Park JE, Han JS. Portulaca oleracea L. extract reduces hyperglycemia via PI3k/Akt and AMPK pathways in the skeletal muscles of C57BL/Ksj-db/db mice. Journal of Ethnopharmacology. 2020; 260:112973. [PMID]

[44] Sicari V, Loizzo MR, Tundis R, Mincione A, Pellicano TM. Portulaca oleracea L.(Purslane) extracts display antioxidant and hypoglycaemic effects. Journal of Applied Botany and Food Quality. 2018; 91:39-46. [Link]

[45] Sreenivasa Baba C, Alexander G, Kalyani B, Pandey R, Rastogi S, Pandey A, et al. Effect of exercise and dietary modification on serum aminotransferase levels in patients with nonalcoholic steatohepatitis. Journal of Gastroenterology and Hepatology. 2006; 21(1):191-8. [DOI:10.1111/j.1440-1746.2005.04233.x] [PMID]

[46] Liu S, Li D, Huang B, Chen Y, Lu X, Wang Y. Inhibition of pancreatic lipase, α-glucosidase, α-amylase, and hypolipidemic effects of the total flavonoids from Nelumbo nucifera leaves. Journal of Ethnopharmacology. 2013; 149(1):263-9. [PMID]

[47] El-Sayed MI. Effects of Portulaca oleracea L. seeds in treatment of type-2 diabetes mellitus patients as adjunctive and alternative therapy. Journal of Ethnopharmacology. 2011; 137(1):643-51. [PMID]

[48] Lee SJ, Shin JH, Kang MJ, Kim MJ, Kim SH, Sung NJ. Effects of Portulaca oleracea powder on the lipid levels of rats fed a hypercholesterolemia inducing diet. Journal of Food Science and Nutrition. 2011; 16(3):202-9. [DOI:10.3746/jfn.2011.16.3.202]

[49] Sari-Sarraf V, Aliasgarzadeh A, Naderali MM, Esmaeili H, Naderali EK. A combined continuous and interval aerobic training improves metabolic syndrome risk factors in men. International Journal of General Medicine. 2015; 8:203-10. [PMID] [PMCID]

[50] Wilund KR, Feeney LA, Tomayko EJ, Weiss EP, Hagberg JM. Effects of endurance exercise training on markers of cholesterol absorption and synthesis. Physiological Research. 2009; 58(4):545-52. [DOI:10.33549/physiolres.931515] [PMID]

[51] Kordi N, Pakzad Hasanlu F, Arab Taheri Z. [Effect of eight-week aerobic and periodic exercises on IGF-1 and lipid profile in elderly men (Persian)]. Quarterly Journal of Caspian Health and Aging. 2018; 3(2):7-13. [Link]

[52] Roshdi Bonab R, Kianmarz Bonab V, Atashak S. [The comparision of three different type of exercise training on body composition, insulin resistance and lipid profile biomarkes in elderly Women (Persian)]. Journal of Gerontology. 2021; 6(2):40-54. [Link]

[53] Vakili J, Amirsasan R, Baturak K. [The effect of 8 weeks of high intensity interval training (HIIT) on vitamin D levels and lipid profiles in elderly men (Persian)]. Journal of Gerontology. 2022; 7(2):20-32. [Link]

[54] Paahoo A, Tadibi V, Behpoor N. Effectiveness of continuous aerobic versus high-intensity interval training on atherosclerotic and inflammatory markers in boys with overweight/obesity. Pediatric Exercise Science. 2021; 33(3):132-8. [DOI:10.1123/pes.2020-0138] [PMID]

[55] Rahmati-Ahmadabad S, Azarbayjani MA, Farzanegi P, Moradi L. High-intensity interval training has a greater effect on reverse cholesterol transport elements compared with moderate-intensity continuous training in obese male rats. European Journal of Preventive Cardiology. 2021; 28(7):692-701. [DOI:10.1177/2047487319887828] [PMID]

[56] Boukabous I, Marcotte-Chénard A, Amamou T, Boulay P, Brochu M, Tessier D, et al. Low-volume high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on body composition, cardiometabolic profile, and physical capacity in older women. Journal of Aging and Physical Activity. 2019; 27(4):879-89. [DOI:10.1123/japa.2018-0309] [PMID]

[57] Nazari M, Minasian V, Hovsepian S. Effects of two types of moderate-and high-intensity interval training on serum salusin-α and salusin-β levels and lipid profile in women with overweight/obesity. Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy. 2020; 13:1385-90. [PMID] [PMCID]

[58] Wood G, Murrell A, Van der Touw T, Smart N. HIIT is not superior to MICT in altering blood lipids: A systematic review and meta-analysis. BMJ Open Sport & Exercise Medicine. 2019; 5(1):e000647. [DOI:10.1136/bmjsem-2019-000647] [PMID] [PMCID]