



## اثر تمرین تناوبی شدید (HIIT) بر شاخص‌های آدیپسین، FGF21 و ABCA1 در مردان چاق

رسول جمالی فشی: دانشجوی دکتری، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران  
سجاد ارشدی: استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (\* نویسنده مسئول) arshadi.sajad@yahoo.com  
عبدالعلی بنائی فر: دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران  
محمدعلی آذربایجانی: استاد، گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

### چکیده

#### کلیدواژه‌ها

تمرین تناوبی شدید (HIIT)،  
آدیپسین،  
FGF21،  
ABCA1  
مردان چاق

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۱۱

تاریخ چاپ: ۱۴۰۰/۰۳/۲۱

**زمینه و هدف:** چاقی از ناگوارترین مسائل مربوط به سلامتی زمان حال است. هدف از انجام تحقیق حاضر تعیین اثر تمرینات تناوبی شدید (HIIT) بر شاخص‌های آدیپسین، FGF21 و ABCA1 در مردان چاق بود.  
**روش کار:** برای انجام تحقیق کاربردی و نیمه آزمایشی حاضر از بین مردان چاق دارای شاخص توده بدنی بالای ۳۰ مراجعه کننده به خانه سلامت شهرستان ایلام در دامنه سنی ۳۰-۴۰ سال ۲۴ نفر به طور تصادفی انتخاب و به دو گروه تمرین تناوبی با شدت بالا (۱۲ نفر) و کنترل (۱۲ نفر) تقسیم شدند. سپس گروه تناوبی به مدت ۸ هفته و سه جلسه در هفته مسافت ۲۰ متری را به مدت ۳۰ ثانیه با نهایت سرعت به صورت رفت و برگشت انجام داده و در ادامه ۳۰ ثانیه راه رفتن می‌رفتند. تمرین در هفته اول شامل ۴ تکرار فعالیت و ۴ استراحت بود و هر هفته یک فعالیت و یک استراحت اضافه شد. ۲۴ ساعت قبل از شروع پروتکل و ۴۸ ساعت پس از اتمام پروتکل در شرایط ناشتایی نمونه‌های خونی از ورید بازویی گرفته شد. نهایتاً از آمار توصیفی و آزمون‌های شاپیرو ویلک و تحلیل کوواریانس تک متغیره (آنکووا) برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد.  
**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT) باعث افزایش معنی‌دار آدیپسین ( $p=0/001$ )، FGF21 ( $p=0/001$ ) و ABCA1 ( $p=0/001$ ) در مردان چاق شد.  
**نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج استفاده از تمرینات تناوبی شدید جهت تاثیر بر فاکتورهای موثر در چاقی و در نتیجه جلوگیری و درمان چاقی پیشنهاد می‌شود.

**تعارض منافع:** گزارش نشده است.  
**منبع حمایت کننده:** حامی مالی نداشته است.

#### شیوه استناد به این مقاله:

Jamali Fashi R, Arshadi S, Banaeifar A, Azarbayjani MA. The effect of High intensity interval training (HIIT) on adiposin, FGF21 and ABCA1 indices in obese men. Razi J Med Sci. 2021;28(3):220-228.

\*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 3.0 صورت گرفته است.

## The effect of High intensity interval training (HIIT) on adipsin, FGF21 and ABCA1 indices in obese men

**Rasoul Jamali Fashi:** PhD Student, Department of Exercise Physiology, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

**Sajad Arshadi:** Assistant Profesor, Department of Exercise Physiology, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran (\*Corresponding author) arshadi.sajad@yahoo.com

**Abdolali Banaeifar:** Associate Professor, Department of Exercise Physiology, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

**Mohammad Ali Azarbayjani:** Professor, Department of Exercise Physiology, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

### Abstract

**Background & Aims:** In obese adults, the risk of metabolic syndrome is increased and obesity and inactivity are the causes of adipocytokine disorders and increased risk of cardiovascular disease in these people (2). Adipsin is one of these adipokines. The identification of adipsin as an important factor in diseases such as obesity and diabetes is not very old and the function of this protein is not yet fully known (4). However, the researchers found that the secretion of adipsin from adipose tissue triggers the synthesis of C3a, which is involved in the islets of Langerhans, where beta cells are present, stimulates insulin secretion and ultimately reduces hepatic glucose output. 5). Adipsin may also be indirectly associated with adipose tissue fat metabolism. This contradiction has caused the function of this protein to remain obscure until now (7).

On the other hand, one of the organs that is directly related to obesity in the liver and fibroblast growth factor (FGF21) belongs to the subfamily hFGF (FGF19), FGF21, FGF23) (10), which is a key regulator. In maintaining energy homeostasis and metabolism of glucose and fat, so that its elimination impairs glucose homeostasis and weight gain (15) It has also attracted considerable attention as a molecule, a promising treatment for obesity and type 2 diabetes (16). Studies show that FGF21 levels are higher in obese people and develop a state of resistance to FGF21. However, anti-obesity measures of FGF21 seem to lead to weight loss by increasing the use of fats and reducing fat mass (17).

Finally, it is believed that increased release of apolipoprotein-A and increased expression of ABCA1 in macrophages have a significant effect on the process of reverse cholesterol transport and plasma HDL-C formation and protect against atherosclerosis (23).

Given the above and the importance and role of adipsin, FGF21 and ABCA1 in obesity and its associated complications, as well as the existence of conflicting results regarding the effect of exercise on these variables and insufficient information in this field, the question is whether intense intermittent exercise training on adipsin, Are fibroblast growth factor and ABCA1 effective in obese men?

**Methods:** For the present applied and quasi-experimental research, among obese men with body mass index above 30 referring to Ilam Health House in the age range of 40-30 years, 24 people were randomly selected and divided into two

### Keywords

High-intensity interval training (HIIT),  
Adipsin,  
FGF21,  
ABCA1,  
Obese Men

Received: 01/03/2021

Published: 21/06/2021

groups of high intensity intermittent exercise (12 people). and control (n = 12) were divided. Then they practiced for 8 weeks and three sessions a week in such a way that the subject walked 20 meters for 30 seconds at maximum speed in a round trip and then walked for 30 seconds. The exercise in the first week consisted of 4 repetitions of activity and 4 rests, in the following weeks one activity and one rest were added each week. Blood samples were taken from the brachial vein in fasting conditions 24 hours before the start of the protocol and 48 hours after the end of the protocol after 8 weeks. Finally, descriptive statistics, Shapiro-Wilk tests and univariate analysis of covariance (ANKOVA) were used to analyze the data.

**Results:** The results showed that high-intensity intermittent exercise (HIIT) caused a significant increase in adipsin, FGF21 and ABCA1 in obese men.

**Conclusion:** The results showed that high-intensity intermittent exercise increased FGF21 in obese men. Consistent with this finding, Khalfi et al. (2015) investigated the effect of high-intensity intermittent exercise on serum levels of irisin and fibroblast growth hormone 21 (FGF21) and insulin resistance in obese male rats. The results showed that in the HIIT group compared to OC levels of irisin and FGF21 increased significantly, while MICT had no significant effect on both hormones (27). In another study in the same field, Toloui Azar et al. (2015) examined the effect of high-intensity interval training on serum levels of fibroblast growth factor 21, insulin resistance and lipid profile in inactive obese women. Based on the results of the present study, it seems that HIIT training with increasing 21FGF values may play an effective role in glucose homeostasis, reduce fat mass and increase energy consumption and be considered to prevent obesity and improve insulin resistance index (18).

Another finding of the present study indicates a significant increase in ABCA1 in obese men. In connection with this finding, Gandmani et al. (2015) investigated the effect of eight weeks of intermittent and continuous endurance training on MicroRNAs associated with reverse cholesterol transfer in elderly Wistar rats. The results showed an increase in ABCA1 mRNA expression in the two training groups compared to the control group, but this increase was greater in periodic training than in continuous training, which is consistent with the present results (30).

**Conflicts of interest:** None

**Funding:** None

#### Cite this article as:

Jamali Fashi R, Arshadi S, Banaeifar A, Azarbayjani MA. The effect of High intensity interval training (HIIT) on adipsin, FGF21 and ABCA1 indices in obese men. *Razi J Med Sci.* 2021;28(3):220-228.

**\*This work is published under CC BY-NC-SA 3.0 licence.**

## مقدمه

چاقی یکی از ناگوارترین مسائل مربوط به سلامتی زمان حال است. در ایران نیر چاقی و اضافه وزن از شیوع بالایی برخوردار است، به طوری که ۴۲/۹ درصد مردان و ۵۶/۹ درصد زنان دارای چاقی و اضافه وزن هستند (۱). در بزرگسالان چاق، خطر ابتلا به سندروم متابولیک افزایش پیدا کرده و چاقی و بی تحرکی از عوامل اختلال آدیپوسایتوکین‌ها (Adipocytokines) و افزایش خطر بیماری‌های قلبی عروقی در این افراد است (۲).

آدیپوکین‌ها پروتئین‌هایی هستند که در بافت چربی توسط آدیپوسیت تولید و ترشح می‌شوند. این فاکتورهای مترشحه از بافت چربی سفید نقش‌های مهمی از طریق تأثیر بر بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیکی و بیولوژیکی بازی می‌کنند (۳). آدیپوسین آدیپوکین جدیدی است که به مقدار زیاد از سلول‌های بتای بافت سفید چربی ترشح شده و با ایجاد مقاومت به انسولین، دیابت و چاقی را به هم مرتبط می‌کند (۳). شناسایی آدیپوسین یه عنوان فاکتور مهم در بیماری‌هایی مانند چاقی و دیابت قدمت زیادی ندارد و هنوز به طور کامل عملکرد این پروتئین شناخته نشده است (۴). با این حال محققان دریافته‌اند که ترشح آدیپوسین از بافت چربی باعث سنتز C3a (Complement 3a) می‌شود که این فاکتور در جزایر لانگرهانس، که در آن سلول‌های بتا حضور دارند نقش دارد و ترشح انسولین را تحریک کرده و در نهایت خروجی گلوکز کبدی را کاهش می‌دهد (۵). آدیپوسین در متابولیسم تری گلیسرید از طریق تبدیل عامل مکمل C3 به C3a که در بافت چربی باعث تحریک تولید تری گلیسرید می‌شود، نقش دارد (۶). بنابراین ممکن است آدیپوسین به طور غیر مستقیم با متابولیسم چربی بافت آدیپوز در ارتباط باشد. این تناقض باعث شده است که عملکرد این پروتئین تا به حال در پرده ابهام باقی بماند (۷). با توجه به اهمیت آدیپوسین تحقیقات مختلفی در این زمینه انجام شده است به عنوان مثال ناتاهاراجی و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که در مردان میزان آدیپوسین در بافت چربی مرکزی افزایش و در بافت چربی زیر پوستی کاهش می‌یابد (۸). عزیز و همکاران

(۲۰۱۶) گزارش کرده‌اند هشت هفته تمرین هوازی آثار سلامتی مثبتی به ویژه در کنترل وضعیت گلیسمی زنان چاق مبتلا به دیابت نوع دو داشت بدون آنکه تغییرات معناداری در مقادیر آدیپوسین و شاخص عملکرد سلول بتا رخ داده باشد (۹).

بنابراین محققین دنبال این سؤال هستند که آیا آدیپوسین پلازما در پاسخ به تمرینات ورزشی افزایش و یا کاهش می‌یابد؟ همچنین مشخص نیست که آیا تغییرات ناشی از ورزش در بافت چربی می‌تواند باعث کاهش آدیپوسین شود یا خیر؟

از طرف دیگر یکی از ارگان‌هایی که بطور مستقیم با چاقی در ارتباط است کبد می‌باشد و فاکتور رشد فیبروبلاست (Fibroblast growth factor 21) متعلق به زیر خانواده hFGF، (FGF23, FGF21, FGF19) است که (۱۰) که نسخه برداری از آن در کبد توسط کنترل مستقیم PPAR $\alpha$  (Peroxisome proliferator-activated receptor alpha) و در بافت چربی توسط PPAR $\gamma$  (Peroxisome proliferator-activated receptor-gamma) انجام می‌گیرد (۱۱). FGF21، به طور عمده در کبد به صورت اتوکراین و پاراکراین بیان می‌شود (۱۲)، اثرات پاراکراین آن القاء کتوزنز کبدی و اثرات اندوکراین آن افزایش لیپوژنز در بافت چربی می‌باشد (۱۳). FGF21 در کبد منجر به افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب آزاد و سرکوب لیپوژنز می‌شود و در بافت چربی افزایش همزمان لیپوژنز و تحریک چربی‌ها همراه با بالا رفتن پروتئین ucpl و PGC-1 $\alpha$  که یک نقش کلیدی در مسیر FGF21 است، می‌شود (۱۴). FGF21 به عنوان یک تنظیم کننده کلیدی در حفظ هموستاز انرژی و متابولیسم گلوکز و چربی است، به طوری که حذف آن موجب اختلال در هموستاز گلوکز و افزایش وزن می‌شود (۱۵) همچنین به عنوان مولکولی برای درمان چاقی و دیابت نوع ۲ توجه قابل ملاحظه‌ای را به خود معطوف کرده است (۱۶). مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهد که میزان FGF21 در افراد چاق بیشتر است و یک حالت مقاومت به FGF21 را بوجود می‌آورد. اما به نظر می‌رسد اقدامات ضد چاقی FGF21 از طریق افزایش استفاده از چربی‌ها و کاهش توده چربی منجر به کاهش وزن می‌شود (۱۷). در همین رابطه طلوعی آذر و همکاران

(۲۳). در همین رابطه رحمتی احمدآباد و همکاران (۱۳۹۶) نشان دادند تمرین تناوبی شدید باعث افزایش معنی‌دار در بیان ژن ABCA1 در کبد و روده در موش‌های صحرایی نر شد (۲۴) همچنین توفیقی و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهشی بر روی ۳۶ زن غیر فعال که ۱۲ هفته تمرین هوازی انجام دادند. نشان دادند که تمرینات هوازی باعث افزایش بیان ژن ABCA1 و APO-A می‌شود (۲۵).

بطور کلی بررسی پیشینه پژوهش در رابطه با ABCA1 نشان می‌دهد که اکثر تحقیقات در این زمینه اثر افزایشی تمرینات مختلف ورزشی بر ABCA1 را نشان می‌دهد، با این حال، عوامل خطر و بروز بیماری‌های قلبی - عروقی هنوز بطور نگران‌کننده‌ای بالا می‌باشد و برای آن دسته از بیمارانی که مقاومت به درمان دارویی یا تحمل نکردن آن را نشان می‌دهند، گزینه‌های درمانی محدود هستند (۲۶)؛ بنابراین، بررسی عوامل اثرگذار دیگر، از جمله نقش تمرین‌های ورزشی هوازی و تناوبی با شدت بالا به شکل مقایسه‌ای (تاکنون انجام نشده) در مکانیسم‌های سلولی و مولکولی درگیر در متابولیسم کلسترول ضروری به نظر می‌رسد؛ مطمئناً تحقیقات جدید و بیشتری در این رابطه با مقایسه روش‌های تمرینی مختلف با یکدیگر می‌تواند تا حدودی به پیدا کردن بهترین شیوه تمرین برای اینکه با حداقل زمان حداکثر بهره را از آن بتوان برد، کمک شایانی در بهبود وضعیت ناهنجار بیماری‌های قلبی عروقی خواهد نمود.

با توجه به مطالب فوق و اهمیت و نقش آدیپسین، FGF21 و ABCA1 در چاقی و عوارض مرتبط با آن و همچنین وجود نتایج متناقض در ارتباط با تأثیر فعالیت ورزشی بر این متغیرها و عدم اطلاعات کافی در این زمینه سؤال این است که آیا تمرین تمرین تناوبی شدید بر آدیپسین، فاکتور رشد فیبروبلاست و ABCA1 در مردان چاق تأثیر دارند؟

### روش کار

تتحقیق حاضر نیمه آزمایشی و از نوع کاربردی است که به صورت میدانی و با طرح پیش آزمون-پس آزمون انجام شد. جامعه آماری پژوهش حاضر را مردان چاق دارای شاخص توده بدنی بالای ۳۰ مراجعه کننده به

(۱۳۹۷) در پژوهشی اثر تمرین تناوبی با شدت بالا بر مقادیر سرمی عامل رشد فیبروبلاست ۲۱، مقاومت به انسولین و پروفایل لیپیدی در زنان چاقی غیر فعال را بررسی کرده و نشان دادند که سطح سرمی FGF21 نسبت به قبل تمرین افزایش معناداری پیدا کرد (۱۸). کنگ و همکاران (۲۰۱۶) نیز نشان دادند که ۵ هفته تمرین تناوبی با شدت بالاتر معناداری در FGF21 ایجاد نکرد (۱۹).

با بررسی نتایج تحقیقات قبل و وجود تناقض در بین آنها هنوز شیوه تمرینی برای اثرگذاری بهتر و بیشتر توصیه نشده، لذا انجام این تحقیق به شکلی که تمرین تناوبی با شدت بالا را در آزمودنی‌ها مورد آزمون قرار دهد، ممکن است به روشن شدن زوایای پنهان اثرگذاری این‌گونه تمرین‌ها کمک کند.

نهایتاً اینکه بیماری‌های قلبی عروقی که اغلب با پیش زمینه تصلب شرایین شروع می‌شوند، با سطوح بالای کلسترول مرتبط بوده و این عارضه در صدر بیماری‌های کشنده در تمامی جهان از جمله ایران است (۲۰). سلول‌های پستانداران نمی‌توانند کلسترول اضافی را کاهش دهند؛ بنابراین، حذف کلسترول اضافی داخل سلولی ضروری است. ذرات HDL سیستم اولیه-ای هستند که قادر به حذف کلسترول اضافی از سلول‌های محیطی از طریق انتقال معکوس کلسترول هستند. انتقال معکوس کلسترول (Reverse Cholesterol

Transport) به فرایند جمع‌آوری کلسترول اضافی از بافت‌های پیرامونی از جمله ماکروفاژهای دیواره سرخرگی و بازگرداندن آن‌ها به کبد برای پاکسازی از طریق صفرا و دفع آن از طریق مدفوع گفته می‌شود که در این مرحله، ABCA1 (ATP-Binding Cassette Transporter Protein) نقش مهمی ایفا می‌کند (۲۱).

اولین روند انتقال معکوس کلسترول وابسته به پذیرنده خارج سلولی آن؛ یعنی آپولیپوپروتئین-A (Apo-A) عاری از لیپید یا دارای حداقل لیپید است که این فرایند توسط ناقل ABCA1 میانجی‌گری می‌شود و سبب تشکیل ذرات پری بتا HDL می‌شود (۲۲). عقیده بر این است که افزایش در ره‌ایش آپولیپوپروتئین-A و افزایش بیان ABCA1 در ماکروفاژ، تأثیر زیادی بر فرایند انتقال معکوس کلسترول و تشکیل HDL-C پلاسما دارد و در برابر آترواسکلروزیس محافظت می‌کند

تغییرات کمتر از ۱۰ درصد سنجش شد. برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک، برای آزمون فرضیه‌ها از آزمون‌های تحلیل کوواریانس تک متغیره (آنکوا) و جهت بررسی برابری واریانس‌ها از آزمون لوین استفاده شد. تمامی محاسبات با استفاده از نرم‌افزار SPSS/21 انجام شد و سطح معنی‌داری  $P \leq 0/05$  در نظر گرفته شد.

### یافته‌ها

ویژگی‌های فردی و آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها در جدول ۱ گزارش شده است.

نتایج تحلیل کوواریانس نشان داد تأثیر همپراش یا کوآریت معنادار است ( $F=36/359, P=0/001$ ). حال می‌توان گفت که پیش فرض "همبستگی متغیر همپراش" رعایت شده است. پس انتخاب پیش آزمون به عنوان متغیر همپراش صحیح می‌باشد. با توجه به نتایج بدست آمده از جدول زمانیکه اثر پیش آزمون حذف شود، تفاوت بین گروه‌ها در پس آزمون معنادار می‌باشد ( $F=30/555, P \leq 0/001$ ) بنابراین بین دو گروه در پس آزمون تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۲). همچنین نتایج مقایسه دو به دو گروه‌ها نشان داد که تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT) باعث کاهش معنی‌دار آدپسین در مردان چاق شده است ( $P \leq 0/001$ ).

یافته دیگر نشان داد تأثیر همپراش یا کوآریت معنادار است ( $F=8/010, P=0/008$ ). حال می‌توان گفت که پیش فرض "همبستگی متغیر همپراش" رعایت شده است. پس انتخاب پیش آزمون به عنوان متغیر همپراش صحیح می‌باشد. با توجه به نتایج بدست آمده از جدول

خانه سلامت شهرستان ایلام در دامنه سنی ۳۰-۴۰ سال تشکیل دادند و کد اخلاق (IR.SSRC.REC.1399.637) را از پژوهشگاه تربیت بدنی دریافت کرده است. از بین جامعه آماری و افراد واجد شرایط (دارای شاخص توده بدنی بالای ۳۰، عدم ابتلا به بیماری قلبی و عروقی، عدم ابتلا به بیماری‌های تنفسی و بیماری‌های خاص، عدم انجام تمرین منظم در ۶ ماه گذشته، عدم بستری شدن در بیمارستان در ۶ ماه گذشته) جهت ورود به تحقیق تعداد ۲۴ نفر به طور تصادفی انتخاب و به دو گروه تمرین تناوبی با شدت بالا (۱۲ نفر) و کنترل (۱۲ نفر) تقسیم شدند. برنامه تمرین‌ها سه جلسه در هفته و به مدت ۸ هفته به صورت زیر انجام گرفت. برنامه تمرین تناوبی شدید بدین صورت بود که آزمودنی مسافت ۲۰ متری را به مدت ۳۰ ثانیه با نهایت سرعت به صورت رفت و برگشت دویده و در ادامه ۳۰ ثانیه راه رفتن انجام می‌شد. تمرین در هفته اول شامل ۴ تکرار فعالیت و ۴ استراحت بود که در هفته‌های بعدی هر هفته یک فعالیت و یک استراحت اضافه شد. نمونه‌های خونی پیش و پس از اتمام ۸ هفته از ورید بازویی در شرایط ناشتایی ۲۴ ساعت قبل از شروع پروتکل و ۴۸ ساعت پس از اتمام پروتکل گرفته شد. میزان آدیپسین به روش الایزا با کیت ایستایوفارم آمریکایی با حساسیت ۰/۰۵ نانوگرم و ضریب تغییرات ۵ درصد اندازه‌گیری شد. میزان FGF21 به روش الایزا با استفاده از کیت کمپانی کازابو چین با حساسیت ۳/۹ پیکو گرم و ضریب تغییرات ۸/۴ اندازه‌گیری شد. میزان پروتئین ABCA1 از طریق کیت الایزای شرکت کاسابوی چین با حساسیت ۰/۰۵۷ نانوگرم بر میلی‌لیتر و ضریب

جدول ۱- ویژگی‌های فردی و آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها

گروه	سن (سال)	وزن (KG)	قد (CM)	BMI	درصد چربی بدن
HIIT	۳۳/۸ ± ۳/۸۲	۸۶/۹ ± ۸/۴۲	۱۶۹/۲ ± ۵/۷۸	۳۰/۸۲	۳۰/۴۹ ± ۳/۹۸
کنترل	۳۲/۲ ± ۳/۲۱	۹۳/۳ ± ۹/۱۲	۱۷۴/۸ ± ۵/۸۶	۳۰/۵۹	۳۰/۷۹ ± ۳/۱۵

جدول ۲- نتایج تحلیل کوواریانس آدپسین پس از تعدیل پیش آزمون

تفاوت‌ها	مجموع مجذورات	DF	میانگین مجذورات	F	SIG	ضریب اتا
متغیر همپراش (پیش آزمون)	۴۸۱/۶۸۲	۱	۴۸۱/۶۸۲	۳۶/۳۵۹	۰/۰۰۱	۰/۵۳۲
گروه	۸۰۹/۵۶۹	۱	۴۰۴/۷۸۴	۳۰/۵۵۵	۰/۰۰۱	۰/۶۵۶

**جدول ۳-** نتایج تحلیل کوواریانس FGF21 پس از تعدیل پیش از آزمون

تفاوت‌ها	مجموع مجذورات	DF	میانگین مجذورات	F	SIG	ضریب اتا
متغیر همپراش (پیش از آزمون)	۴۳۵۳/۶۸۴	۱	۴۳۵۳/۶۸۴	۸/۰۱۰	۰/۰۰۸	۰/۲۰۰
گروه	۴۱۶۷۵/۴۵۱	۱	۲۰۸۳۷/۷۲۵	۳۸/۳۳۷	۰/۰۰۰۱	۰/۷۰۶

**جدول ۴-** نتایج تحلیل کوواریانس ABCA1 پس از تعدیل پیش از آزمون

تفاوت‌ها	مجموع مجذورات	DF	میانگین مجذورات	F	SIG	ضریب اتا
متغیر همپراش (پیش از آزمون)	۲۸/۸۶۱	۱	۲۸/۸۶۱	۱۷/۱۸۰	۰/۰۰۰	۰/۳۴۹
گروه	۵۶۴/۲۰۶	۱	۲۸۲/۱۰۳	۱۶۷/۹۲۶	۰/۰۰۰	۰/۹۱۳

دیگری در همین زمینه طلوعی آذر و همکاران (۱۳۹۷) اثر تمرین تناوبی با شدت بالا بر مقادیر سرمی عامل رشد فیبروبلاست ۲۱، مقاومت به انسولین و پروفایل لیپیدی در زنان چاق غیر فعال را مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج پژوهش حاضر، به نظر می‌رسد تمرین HIIT با افزایش مقادیر FGF 21 ممکن است نقش مؤثری در همئوستاز گلوکز، کاهش توده چربی و افزایش مصرف انرژی داشته باشد و برای پیشگیری از چاقی و بهبود شاخص مقاومت به انسولین مورد توجه قرار گیرد (۱۸). علمداری و همکاران (۱۳۹۷) نیز تأثیر تمرین تناوبی با شدت بالا بر سطوح سرمی FGF21 و مقاومت به انسولین در مردان چاق را مورد بررسی قرار دادند. یافته‌ها در گروه HIIT، کاهش گلوکز پلاسما، انسولین و FGF21 سرم در آزمودنی‌ها را نشان داد. بطور کلی تمرین تناوبی با شدت بالا نقش مؤثری در بهبود مقاومت به انسولین و کاهش همزمان FGF21 سرمی در افراد چاق دارد که ممکن است به واسطه بهبود مقاومت به FGF21 باشد (۲۸).

با این حال کرمی و بنی طالبی (۱۳۹۵) در پژوهشی به مقایسه تأثیر هشت هفته تمرین اینتروال شدید و ترکیبی قدرتی - استقامتی بر سطوح سرمی فاکتور رشدی فیبروبلاست - ۲۱ (FGF-21) در زنان دیابتی نوع دو پرداختند. یافته‌های تحقیق نشان داد میزان FGF21 سرمی نیز در هیچ یک از گروه‌های تناوبی شدید، ترکیبی و کنترل تغییر معنی‌داری نداشت. با توجه به کارایی یکسان دیده شده و مداخله ورزشی می‌توان نتیجه گرفت که برنامه‌های مراقبت پرستاری برای بیماران دیابتی نوع دو می‌تواند شامل این دو شیوه ورزشی با توجه به زمان در دسترس باشد. همچنین عدم معنی‌داری را به طور کلی، میتوان ناشی از کوتاه

زمانیکه اثر پیش از آزمون حذف شود، تفاوت بین گروه‌ها در پس از آزمون معنادار می‌باشد ( $P \leq 0/001$ ) بنابراین بین دو گروه در پس از آزمون تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۳). همچنین نتایج مقایسه دو به دو گروه‌ها نشان داد که تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT) باعث کاهش معنی‌دار FGF21 در مردان چاق شده است ( $P \leq 0/001$ ).

در رابطه با ABCA1 مشخص شد تأثیر همپراش یا کواریت معنادار است ( $F=17/180, P=0/001$ ). حال می‌توان گفت که پیش فرض "همبستگی متغیر همپراش" رعایت شده است. پس انتخاب پیش از آزمون به عنوان متغیر همپراش صحیح می‌باشد. با توجه به نتایج بدست آمده از جدول زمانیکه اثر پیش از آزمون حذف شود، تفاوت بین گروه‌ها در پس از آزمون معنادار می‌باشد ( $F=38/337, P \leq 0/001$ ) بنابراین بین دو گروه در پس از آزمون تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۴). همچنین نتایج مقایسه دو به دو گروه‌ها نشان داد که تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT) باعث کاهش معنی‌دار ABCA1 در مردان چاق شده است ( $P \leq 0/001$ ).

### بحث

نتایج نشان داد تمرین تناوبی با شدت بالا باعث افزایش FGF21 در مردان چاق شد. همسو با این یافته تحقیق حاضر خلفی و همکاران (۱۳۹۷) تأثیر تمرین تناوبی با شدت بالا بر سطوح سرمی آیریزین و هورمون رشد فیبروبلاست ۲۱ (FGF21) و مقاومت به انسولین در رتهای نر چاق را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که در گروه HIIT نسبت به OC سطوح آیریزین و FGF21 افزایش معناداری پیدا کرد، در حالیکه MICT اثر معناداری بر هر دو هورمون نداشت (۲۷). در تحقیق

بودن طول دوره، سن آزمودنی‌ها و سطح آمادگی آنها دانست (۲۹).

یافته دیگر تحقیق حاضر حاکی از افزایش معنادار ABCA1 در مردان چاق می‌باشد. در رابطه با این یافته تحقیق گندمانی و همکاران (۱۳۹۷) اثر هشت هفته تمرین استقامتی تناوبی و تداومی بر MicroRNAs های مرتبط با انتقال معکوس کلسترول در موش‌های سالمند نژاد ویستار را مورد بررسی قرار دادند. نتایج افزایش بیان mRNA ژن ABCA1 را در دو گروه تمرینی نسبت به گروه کنترل نشان داد، اما این افزایش در تمرین تناوبی نسبت به تمرین تداومی بیشتر بود که با نتایج حاضر متناسب است (۳۰). با این حال نتایج حاضر با یافته‌های رحمتی احمدآباد و همکاران (۱۳۹۶) همسو نبود. که تأثیر تمرین تناوبی شدید بر بیان ژن‌های درگیر در انتقال معکوس کلسترول در موش‌های صحرایی نر را مورد بررسی قرار دادند. یافته‌ها افزایش معنی‌دار در بیان ژن ABCA1 در کبد و روده را نشان داد. مکمل باعث کاهش معنی‌دار در بیان ژن ABCA1 کبد شد. این تحقیق بیان می‌کند که انجام تمرین اینتروال شدید هوازی بواسطه افزایش بیان ژن‌های درگیر در فرآیند انتقال معکوس کلسترول می‌تواند مزیت‌های سلامتی به ارمغان آورد (۲۴).

در تحقیق دیگری در همین رابطه قربانیان و قاسمیان (۱۳۹۴) در مطالعه‌های به بررسی اثرات هشت هفته تمرین ترکیبی تناوبی بر مقادیر برخی عوامل کلیدی در انتقال معکوس کلسترول از جمله بیان پروتئین ABCA1 لنفوسیتی، ApoA-1، پروفایل‌های چربی خون و برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی در نوجوانان دارای اضافه وزن و چاق پرداختند. نتایج نشان داد بعد از هشت هفته تمرین استقامتی تناوبی ترکیبی در گروه تجربی در مقایسه با گروه شاهد، مقدار پروتئین ABCA1 لنفوسیتی افزایش معنادار داشته است که با نتایج تحقیق ما همسو بود (۳۱). همچنین رحمتی احمدآباد (۲۰۱۹) در پژوهش خود به مطالعه اثر تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT؛ ۱۸ دقیقه) و تمرین تناوبی با شدت متوسط (MIT؛ ۱ ساعت) بر عناصر انتقال معکوس (RCT) پرداختند. یافته‌ها نشان داد که هر دو نوع تمرین HIIT و MIT باعث بهبود ABCA1 قلب می‌شوند. این بهبود در گروه HFD- HIIT بیشتر

مشاهده شد (۲۴). که با یافته تحقیق حاضر همسو است.

یافته دیگر تحقیق حاضر حاکی از کاهش میزان آدیپسین در اثر تمرینات تناوبی با شدت بالا بود که این یافته با نتایج تحقیقات عزیزی و همکاران (۱۳۹۵) که در پژوهشی به مقایسه آثار دو پروتکل هشت هفته‌ای تمرین هوازی و مقاومتی بر عملکرد سلول‌های بتا، نشانگرهای التهابی و استرس اکسیداتیو در زنان چاق مبتلا به دیابت نوع ۲ پرداختند. یافته‌های این پژوهش در سطوح متغیرهای آدیپسین، مالون دی آلدئید، هاپتوگلوبین، اسیدهای چرب آزاد و شاخص HOMA- $\beta$  در هیچ یک از گروه‌ها تغییرات معناداری را نشان نداد (۲۰)، ناهمسو است که دلیل این ناهمسویی احتمالاً به دلیل تفاوت در پروتکل تحقیقات و آزمودنی‌ها می‌باشد. در تحقیق دیگری در همین زمینه کاوه و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی به بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرین ترکیبی بر غلظت آدیپسین سرم و مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به MS پرداختند. یافته‌های این تحقیق نشان داد اجرای ۱۲ هفته تمرین ترکیبی به کاهش سطح سرمی آدیپسین پلازما گروه ۱ منجر شده است، اما در گروه ۲ و ۳ اجرای ۱۲ هفته تمرین ترکیبی منجر به کاهش معنی‌داری نشد. بطور کلی، به نظر می‌رسد ۱۲ هفته تمرین ترکیبی می‌تواند به واسطه کاهش توده چربی بدن، محیط دور کمر و باسن، کاهش وزن و بهبود در کاهش آدیپسین پلازما در زنان مبتلا به MS موثر باشد (۲۱). نتایج این تحقیق، از لحاظ کاهش آدیپسین با تحقیق حاضر هماهنگ بوده اما از لحاظ نوع تمرینات (ترکیبی بودن) متفاوت است. این یافته‌ها بیانگر آن است که تمرینات ترکیبی یا ابتلا به MS تأثیری بر این تشابه نتایج نداشته‌اند.

با این حال عدم کنترل شرایط روانی و ویژگی‌های وراثتی آزمودنی‌ها حین انجام تمرینات، عدم کنترل شرایط اقتصادی آنها از محدودیت‌های تحقیق حاضر بود که ممکن است بر نتایج تأثیر داشته باشد. همچنین نتایج تحقیق حاضر می‌تواند دیدگاه روشنی در زمینه تأثیر تمرینات تناوبی با شدت بالا در اختیار متخصصین، محققین و افراد چاق قرار دهد و با توجه به نتایج استفاده از این تمرینات جهت کاهش عوارض چاقی با مشورت پزشک به افراد چاق توصیه می‌شود.



FJ, Meza-Arana CE, Cruz-Bautista I, Arellano-Campos O, et al. Daily physical activity, fasting glucose, uric acid, and body mass index are independent factors associated with serum fibroblast growth factor 21 levels. *Eur J Endocrinol*. 2010;163:469-77.

14. Ehtay Karim S. Mitochondrial uncoupling proteins—what is their physiological role? *Free Rad Biol Med*. 2007;43:1351-71.

15. Badaam Khaled MA, Munibuddin ST, Khan SP, Choudhari R. Effect of traditional aerobic exercises versus sprint interval training on pulmonary function tests in young sedentary males: a randomised controlled trial. *J Clin Diagnos Res*. 2013;7:1890.

16. Kim D, Basu A. Estimating the medical care costs of obesity in the United States: systematic review, meta-analysis, and empirical analysis. *Value Health*. 2016;19:602-13.

17. Yoshiaki N, Masuda Y, Ohta H, Tanaka T, Washida M, Nabeshima Y, et al. Fgf21 regulates T-cell development in the neonatal and juvenile thymus. *Sci Rep*. 2017;7:330.

18. Tolouei A, Tawfighi A. The effect of high-intensity interval training on serum levels of fibroblast growth factor 21, insulin resistance and lipid profile in inactive obese women. *J Exerc Biosci*. 2019;10:449-64.

19. Zhaowei K, Sun Sh, LiuQingde Shi M. 'Short-term high-intensity interval training on body composition and blood glucose in overweight and obese young women. *J Diabetes Res*. 2016.

20. Azizi M, Tadibi V, Behpour N. Comparison of the effects of two eight-week aerobic and resistance training protocols on beta cell function, inflammatory markers and oxidative stress in obese women with type 2 diabetes. Razi University, Faculty of Physical Education and Sport Sciences. 2016.

21. Farzaneh K, Faramarzi M, Shafizadeh A. Effect of a combined training course on resting levels of adipsin and some metabolic factors in female patients with multiple sclerosis. *Sports Life Sci*. 2016;3(4).

## نتیجه‌گیری

به طور خلاصه، یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که هشت هفته تناوبی شدید موجب افزایش شاخص‌های آدیپسین، FGF21 و ABCA1 در مردان چاق شد. بنابراین توصیه می‌شود جهت کاهش عوارض منفی ناشی از چاقی از این تمرینات استفاده شود.

## References

1. Plinta RM, Olszanecka-Glinianowicz A, Drosdzol-Cop J, Chudek V. The effect of three-month pre-season preparatory period and short-term exercise on plasma leptin, adiponectin, visfatin, and ghrelin levels in young female handball and basketball players. *J Endocrinol Invest*. 2012;35:595-601.
2. Bridger T. Childhood obesity and cardiovascular disease. *Paediatr Child Health*. 2009;14:177-82.
3. Hashemi F, Yaghmaei P, Saadati N, Haghghi Poodeh S, Ramezani Tehrani F, Hedayati M. Association of serum adipsin levels with polycystic ovarian syndrome. *Razi J Med Sci*. 2012;19.
4. Vitari James A, Ephraim Sehayek J, Breslow L. Identification of quantitative trait loci affecting body composition in a mouse intercross. *Proceed Natl Acad Sci*. 2006;103:19860-65.
5. Baas T. Adipin meets  $\beta$  cells. *Sci Bus Exchange*. 2014;7: 883-83.
6. Maresch J, Gregory R, Shohet V. In vivo endothelial gene regulation in diabetes. *Cardiovas Diabetol*. 2008;7:8.
7. Luo L, Meilian L. Adipose tissue in control of metabolism. *J Endocrinol*. 2016;231:R77-R99.
8. Natarajan R, Hagman S, Hämäläinen M, Leppänen T, Dastidar P, Moilanen Irina E. Adipin is associated with multiple sclerosis: a follow-up study of adipokines. *Multiple Scleros Int*. 2015.
9. Azizi M, Tadibi V, Behpour N. Evaluation of the effect of a course of aerobic exercise on serum adipin and insulin resistance in obese diabetic women. *Jundishapur Med Sci J*. 2016;15:433-42.
10. Xiang Z, Yang L, Xu X, Tang F, Yi P, Qiu B, Hao Y. A review of fibroblast growth factor 21 in diabetic cardiomyopathy. *Heart Fail Rev*. 2019:1-13.
11. Alexei K, Shanafelt AB. FGF21: a novel prospect for the treatment of metabolic diseases. *Curr Opin Investig Drugs*. 2009;10:359-64.
12. Tetsuya N, Nakatake Y, Konishi M, Itoh N. Identification of a novel FGF, FGF-21, preferentially expressed in the liver. *Biochim Biophys Acta*. 2000;1492:203-06.
13. Daniel CR, Almeda-Valdes P, Gómez-Pérez