



<https://doi.org/10.47176/rjms.30.129>

مجله علوم پزشکی رازی دوره ۳۰، شماره پیوسته ۱، ۱۴۰۲ آذر ۱۲۹

مقاله پژوهشی



تأثیر ۸ هفته تمرین هوایی فراینده بر آدیپسین، FGF21 و ABCA1 در مردان چاق

رسول جمالی فرشی: دانشجوی دکتری، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

سجاد ارشادی: استادار، گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول) arshadi.sajad@yahoo.com

عبدالعالی 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 هوایی فراینده،
آدیپسین،
FGF21
ABCA1
مردان چاق

زمینه و هدف: چاقی تقریباً بر تمام عملکردهای فیزیولوژیکی بدن تأثیر منفی می‌گذارد. هدف از انجام تحقیق حاضر تعیین تأثیر ۸ هفته تمرین هوایی فراینده بر 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 هوایی فراینده و کنترل تقسیم شدند. برنامه گروه تمرین هوایی ۸ هفته که در هر هفته ۳ جلسه انجام گردید. تمرین در هفته اول و دوم ۳۰ دقیقه و با ۰۶ درصد ضربان قلب بیشینه آغاز و هر دو هفته ۵ دقیقه به مدت و ۵ درصد بر شدت تمرین هوایی افزوده شد تا در نهایت در دو هفته پایانی مدت به ۴۵ دقیقه و شدت به ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه رسید. همچنین نمونه‌های خونی پیش و پس از اتمام ۸ هفته از ورید بازویی در شرایط ناشایی ۲۴ ساعت قبل از شروع پروتکل و ۴۸ ساعت پس از اتمام پروتکل گرفته شد. نهایتاً از آمار توصیفی و آزمون‌های شاپیرو ویلک و تحلیل کوواریانس تک متغیره (آنکووا) برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که تمرین هوایی فراینده باعث افزایش معنی‌دار ABCA1 و FGF21 و کاهش معنی‌دار آدیپسین در مردان چاق شد.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج استفاده از تمرینات هوایی فراینده جهت تأثیر بر فاکتورهای موثر در چاقی و در نتیجه جلوگیری و درمان چاقی پیشنهاد می‌شود.

تعارض منافق: گزارش نشده است.

منبع حمایت‌کننده: حامی مالی ندارد.

شیوه استناد به این مقاله:

Jamali Fashi R, Arshadi S, Banaeifar A, Azarbayanji MA. Effect of 8 Weeks of Incremental Aerobic Training on Adipsin, FGF21 and ABCA1 in Obese Men. Razi J Med Sci. 2023(22 Nov);30.129.

*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 4.0 صورت گرفته است.



Effect of 8 Weeks of Incremental Aerobic Training on Adipsin, FGF21 and ABCA1 in Obese Men

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

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

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

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

Abstract

Background & Aims: The worldwide prevalence of overweight and obesity has doubled since 1980 so that almost a third of the world's population is now classified as overweight or obese. Obesity hurts almost all physiological functions of the body and is a significant threat to public health. It can be said that obesity is a multifactorial and complex metabolic disease with epigenetic interactions. So the expression of some genetic factors along with inactive lifestyle (low energy cost) and intake of high-calorie foods interact together to cause the phenomenon of obesity and obesity-related diseases. However, for a long time, adipose tissue is no longer the only passive tissue for storing extra energy. From the identification of leptin and other adipokines, it was found that adipose tissue is one of the most active endocrine glands that play an essential role in regulating systemic energy and glucose homeostasis. Meanwhile, adipsin is one of the most abundant adipokines, which is produced almost exclusively by fat cells and is known as a supplement of factor D. Its amount in plasma increases significantly in obesity and high body mass index. Identification of adipsin as an important factor in diseases such as obesity and diabetes is not long ago and the function of this protein is not yet fully known. However, the researchers found that the release of adipsin from fatty tissue causes the synthesis of C3a, which plays a role in the islets of Langerhans, where beta cells are present, and stimulates the secretion of insulin and ultimately reduces the output of hepatic glucose. Adipsin plays a role in triglyceride metabolism by converting complement factor C3 to C3a, which stimulates triglyceride production in fat tissue. Therefore, adipsin may be indirectly related to adipose tissue fat metabolism. This contradiction has caused the function of this protein to remain in mystery until now. Due to the importance of adipsin, various researches have been conducted in this field. On the other hand, one of the organs that is directly related to obesity is the liver, and fibroblast growth factor 21 (FGF21) belongs to the hFGF subfamily, (FGF19, FGF21, FGF23) version its removal is done in the liver by direct control of PPAR α and in adipose tissue by PPAR γ . Fibroblast growth factor 21 (FGF21: Fibroblast growth factor 21) is a family of fibroblast growth factors. This protein has various biological functions, including cell differentiation. , is responsible for cell growth and angiogenesis. In addition, FGF21 regulates the body's metabolism, because it plays a role in energy balance, glucose and fat homeostasis, and leads to improved glucose homeostasis, fat parameters, and weight loss in animal models. Regarding the importance of FGF21, various research have been conducted and contradictory results have been obtained. On the other hand, mammalian cells cannot reduce excess cholesterol; therefore,

Keywords

incremental aerobic training, Adipsin, FGF21, ABCA1, Obese men

Received: 05/08/2023

Published: 22/11/2023

removing excess intracellular cholesterol is essential. HDL particles are the primary system. Can remove excess cholesterol from peripheral cells through reverse cholesterol transport. Reverse cholesterol transport (RCT: Reverse Cholesterol Transport) refers to the process of collecting excess cholesterol from peripheral tissues, including macrophages in the arterial wall, and returning them to the liver for Cleaning through bile and excreting it through feces is said to play an important role in this step (ABCA1: ATP-Binding Cassette Transporter Protein). This process is especially important for macrophages in atherosclerotic plaques. Investigation of other influencing factors, including the role of aerobic exercises, has not been done so far. Certainly, new and more research in this regard by comparing different training methods with each other can to some extent find the best training method to get the maximum benefit from it with the minimum time, a great help in improving the abnormal condition of cardiovascular diseases. will do Considering the above information and the importance and role of adipsin, FGF21, and ABCA1 in obesity and its related complications, as well as the existence of contradictory results related to the effect of sports activity on these variables and the lack of sufficient information in this field, the question is whether increasing aerobic exercise Effects on adipsin, FGF21 and ABCA1 in obese men?

Methods: To carry out this practical and semi-experimental research, among obese men with a body mass index above 30 who were referred to the health center of Ilam city in the age range of 30-40 years, 24 people were randomly selected and divided into two groups: increasing aerobic exercise and Controls were divided. Aerobic exercise group program for 8 weeks, 3 sessions per week. In the first and second weeks, training started with 30 minutes and with 60% of the maximum heart rate, and every two weeks, the duration of 5 minutes and the intensity of aerobic exercise was increased by 5%, until finally, in the last two weeks, the duration was 45 minutes and the intensity was 75% of the heart rate. The heart reached the maximum. Also, blood samples were taken before and after the completion of 8 weeks from the brachial vein in fasting conditions 24 hours before the start of the protocol and 48 hours after the completion of the protocol. Finally, descriptive statistics, Shapiro-Wilk tests, and univariate analysis of covariance (ANCOVA) were used to analyze the data.

Results: The results showed that increasing aerobic training caused a significant increase in FGF21 and ABCA1 and a significant decrease in adipsin in obese men.

Conclusion: In summary, the findings of the present study show that eight weeks of increasing aerobic exercise increased adipsin, FGF21, and ABCA1 indices in obese men. Therefore, it is recommended to use these exercises to reduce the negative effects of obesity. However, the lack of control over the mental conditions and hereditary characteristics of the subjects during the exercises, and the lack of control over their economic conditions were among the limitations of the present research that may affect the results. Also, the results of the present research can provide experts, researchers, and obese people with a clear view of the impact of increasing aerobic exercises, and according to the results, the use of these exercises to reduce the complications of obesity is recommended to obese people in consultation with a doctor.

Conflicts of interest: None

Funding: None

Cite this article as:

Jamali Fashi R, Arshadi S, Banaeifar A, Azarbajani MA. Effect of 8 Weeks of Incremental Aerobic Training on Adipsin, FGF21 and ABCA1 in Obese Men. Razi J Med Sci. 2023(22 Nov);30:129.

*This work is published under CC BY-NC-SA 4.0 licence.

مقدمه

مختلفی در این زمینه انجام شده است. به عنوان مثال نatarajan (Natarajan) و همکاران (۲۰۱۵) و همکاران در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که در مردان میزان آدیپسین در بافت چربی مرکزی افزایش و در بافت چربی زیر پوستی کاهش می‌یابد (۱۲). بنابراین با افزایش شاخص توده بدنی، نسبت چربی مرکزی به چربی زیر پوستی، آدیپسین افزایش می‌یابد (۱۲, ۷). در مطالعه دیگری گزارش شد که هشت هفته تمرین هوایی آثار سلامتی مثبتی به ویژه در کنترل وضعیت گلایسمی زنان چاق مبتلا به دیابت نوع دو داشت بدون آنکه تغییرات معناداری در مقادیر آدیپسین و شاخص عملکرد سلول بتا رخ داده باشد (۱۳). از طرف دیگر یکی از ارگان‌هایی که بطور مستقیم با چاقی در ارتباط است، کبد می‌باشد و فاکتور رشد فیبروبلاست (Fibroblast growth factor 21 (FGF21)) متعلق به زیر خانواده hFGF، FGF19، FGF21، FGF23) است که نسخه برداری از آن در کبد تو سط کنترل مستقیم PPAR γ و در بافت چربی توسط PPAR γ انجام می‌گیرد (۱۴). فاکتور رشد فیبروبلاست FGF21 از خانواده فاکتورهای Fibroblast growth factor 21 (Fibroblast growth factor 21 (FGF21)) رشدی فیبروبلاستی می‌باشد. این پروتئین عملکردهای بیولوژیکی متنوعی از جمله تمايز سلولی، رشد سلولی و رگزایی را به عهده دارد. علاوه بر این FGF21 تنظیم کننده متابولیسم بدن است؛ زیرا در تعادل انرژی، هموستاز گلوکز و چربی نقش دارد و بهبود هموستاز گلوکز، پارامترهای چربی و کاهش وزن در مدل‌های حیوانی منجر می‌شود (۱۵). با توجه به اهمیت FGF21 تحقیقات مختلفی انجام شده و نتایج متناقضی نیز به دست آمده است. از جمله Morovil (Morville) (۲۰۱۸) و همکاران در پژوهشی اثر تمرین‌های استقامتی و مقاومتی را بر روی ده مرد سالم با سطح تمرین متوسط FGF21 مورد بررسی قرار دادند؛ نتایج حاکی از افزایش FGF21 در پاسخ به تمرین هوایی و عدم تغییر پس از تمرینات قدرتی بود (۱۶). از طرف دیگر سلول‌های پستانداران نمی‌توانند کلسترول اضافی را کاهش دهند؛ بنابراین، حذف کلسترول اضافی داخل سلولی ضروری است. ذرات HDL سیستم اولیه‌ای هستند که قادر به حذف کلسترول اضافی از سلول‌های محیطی از طریق انتقال معکوس کلسترول هستند (۱۷). انتقال معکوس

شیوع اضافه وزن و چاقی در سراسر جهان از سال ۱۹۸۰ دو برابر افزایش یافته است به گونه‌ای که تقریباً یک سوم جمعیت جهان اکنون به عنوان افراد دارای اضافه وزن یا چاق طبقه‌بندی شده‌اند (۱). چاقی تقریباً بر تمام عملکردهای فیزیولوژیکی بدن تأثیر منفی می‌گذارد و یک تهدید قابل توجه برای سلامت عمومی می‌باشد (۲). می‌توان گفت که چاقی یک بیماری سوخت و سازی چند عاملی و پیچیده با تعاملات اپی ژنتیک است (۳). به طوری که بیان برخی از عوامل ژنتیکی به همراه سبک زندگی غیر فعال (هزینه انرژی پایین) و دریافت غذاهای پرکالری، در تعامل با هم باعث بروز پدیده چاقی و بیماری‌های مرتبط با چاقی می‌شوند (۴). با این حال مدت طولانی است که بافت چربی دیگر تنها بافت غیرفعال برای ذخیره انرژی اضافی محسوب نمی‌شود (۵). از شنا سایی لپتین و سایر آدیپوکین‌ها، مشخص شد که بافت چربی یکی از غدد درون‌ریز بسیار فعال است که در تنظیم انرژی سیستمیک و هموستاز گلوکز نقش اساسی دارد (۶). در این بین آدیپسین یکی از فراوان‌ترین آدیپوکین‌ها است که تقریباً به طور انحصاری به وسیله سلول‌های چربی تولید می‌شود و به عنوان مکمل فاکتور D شناخته می‌شود (۷). میزان آن در پلاسما به طور قابل توجهی در چاقی و بالا رفتن شاخص توده بدن، افزایش می‌یابد (۸). شناسایی آدیپسین به عنوان فاکتور مهم در بیماری‌هایی چون چاقی و دیابت قدمت زیادی ندارد و هنوز به طور کامل عملکرد این پروتئین شناخته نشده است (۹). با این حال محققان دریافتند که ترشح آدیپسین از بافت چربی باعث سنتز C3a 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 (۱۰). آدیپسین در متابولیسم تری‌گلیسرید از طریق تبدیل عامل مکمل C3 به C3a که در بافت چربی باعث تحریک تولید تری‌گلیسرید می‌شود، نقش دارد (۱۱). بنابراین ممکن است آدیپسین 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 آدیپسین تحقیقات

روش کار

برای انجام تحقیق نیمه آزمایشی و از نوع کاربردی حاضر که به صورت میدانی و با طرح پیش آزمون-پس آزمون انجام شد، از بین مردان چاق دارای شاخص توده بدنی بالای ۳۰ مراجعت کننده به خانه سلامت شهرستان ایلام در دامنه سنی ۳۰-۴۰ سال به شرط داشتن شرایط ورود به تحقیق تعداد ۲۴ نفر به طور تصادفی انتخاب و به دو گروه تمرین هوایی فراینده (۱۲ نفر) و کنترل (۱۲ نفر) تقسیم شدند. بعد از تکمیل فرم رضایت‌نامه در ۲۴ ساعت قبل و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین نمونه‌های خونی از ورید بازویی در شرایط ناشتایی گرفته شد. سپس آزمودنی‌های گروه تمرین هوایی برنامه خود را زیر نظر محقق به این ترتیب انجام دادند که تمرین‌ها در هفته اول و دوم با ۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه آغاز و هر دو هفته ۵ درصد بر شدت تمرین‌های هوایی افزوده شد تا در نهایت در دو هفته پایانی به ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه رسید (جدول شماره ۱). تمرین‌ها هفت‌های سه جلسه و هر جلسه به مدت ۳۰ تا ۴۵ دقیقه از هفته اول تا هفته هشتم انجام شد به این صورت که در دو هفته اول کل مدت زمان فعالیت آزمودنی‌ها ۳۰ دقیقه بود و هر دو هفته، ۵ دقیقه به این مدت زمان اضافه می‌شد که در نهایت به ۴۵ دقیقه در هفته هفتم و هشتم رسید (۲۱).

$$MHR=208-(0.7 \times \text{age})$$

میزان آدیپسین به روش الیزا با کیت ایستابیوفارم

(Reverse Cholesterol Transport : RCT) به فراینده جمع آوری کلسترول اضافی از بافت‌های پیرامونی از جمله ماکرو فاژ‌های دیواره سرخرگی و بازگرداندن آن‌ها به کبد برای پاکسازی از طریق صfra و دفع آن از طریق مدفوع گفته می‌شود که در این مرحله، ATP-Binding Cassette Transporter : ABCA1 (Protein برای ماکروفازها در پلاک‌های آترواسکلروتیک مهم است (۱۸). اولین روند انتقال معکوس کلسترول وابسته به پذیرنده خارج سلوی آن؛ یعنی آپولیپوبوتین-A عاری از لیپید یا دارای حداقل لیپید است که این فراینده توسط ناقل ABCA1 میانجی‌گری می‌شود و سبب تشکیل ذرات پری بتا HDL می‌شود. با این حال تاثیر تمرینات ورزشی بر این فاکتور هنوز در هاله‌ای از ابهام قرار دارد به طوری که نتایج تحقیقات در این زمینه متناقض می‌باشد (۱۵). به طور 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 (۱۹) با این حال، عوامل خطر و بروز بیماری‌های قلبی - عروقی هنوز هم به طور نگران کننده‌ای بالا می‌باشد و برای آن دسته از بیمارانی که مقاومت به درمان دارویی یا تحمل نکردن آن را نشان می‌دهند، گزینه‌های درمانی محدود هستند (۲۰). بنابراین، بررسی عوامل اثرگذار دیگر، از جمله نقش تمرین‌های ورزشی هوایی تاکنون انجام نشده است. مطمئناً تحقیقات جدید و بیشتر 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 هوایی فراینده بر آدیپسین، FGF21 و ABCA1 در مردان چاق تأثیر دارد؟

جدول ۱- پروتکل تمرین هوایی					
شدت تمرین (درصد)	شدت تمرین (دقیقه)	مدت تمرین (دقیقه)	جلسه در هفته	فاکتور	هفته
۶۰	۳۰	۳	۲	اول	
۶۰	۳۰	۳	۳	دوم	
۶۵	۳۵	۳	۳	سوم	
۶۵	۳۵	۳	۴	چهارم	
۷۰	۴۰	۳	۳	پنجم	
۷۰	۴۰	۳	۴	ششم	
۷۵	۴۵	۳	۳	هفتم	
۷۵	۴۵	۳	۴	هشتم	

جدول شماره ۲ گزارش شده است. نتایج تحقیق حاضر نشان داد تفاوت بین گروه‌ها در پس آزمون معنادار می‌باشد ($P \leq 0.001$, $F = 30/555$). بنابراین بین دو گروه در پس آزمون تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۳). همچنین نتایج مقایسه دو گروه نشان داد که تمرين هوازی فراینده باعث کاهش معنی‌دار آدپسین در مردان چاق شده است ($P \leq 0.001$, $F = 38/337$). بنابراین بین دو گروه در پس آزمون معنادار می‌باشد ($P \leq 0.001$, $F = 30/79$). در رابطه با ABCA1 مشخص شد تفاوت بین گروه‌ها در پس آزمون معنادار می‌باشد ($P \leq 0.001$, $F = 30/1$). بنابراین بین دو گروه در پس آزمون تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۵). همچنین نتایج مقایسه دو گروه نشان داد که تمرين هوازی باعث افزایش معنی‌دار FGF21 در مردان چاق شده است ($P \leq 0.001$).

در رابطه با ABCA1 مشخص شد تفاوت بین گروه‌ها در پس آزمون معنادار می‌باشد ($P \leq 0.001$, $F = 30/1$). بنابراین بین دو گروه در پس آزمون تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۵). همچنین نتایج مقایسه دو گروه نشان داد که تمرين هوازی فراینده

آمریکایی با حساسیت $0/05$ نانوگرم و ضریب تغییرات 5 در صد اندازه‌گیری شد. میزان FGF21 به روش الایزا $3/9$ با استفاده از کیت کمپانی کازابیو چین با حساسیت $0/05$ پیکو گرم و ضریب تغییرات $8/4$ اندازه‌گیری شد. میزان پروتئین ABCA1 از طریق کیت الایزای شرکت کاسابیوی چین با حساسیت $0/057$ نانوگرم بر میلی لیتر و ضریب تغییرات کمتر از 10 در صد سنجش شد. برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک، برای آزمون فرضیه‌ها از آزمون‌های تحلیل کوواریانس تک متغیره (آنکووا) 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.

لازم به ذکر است که طرح تحقیق حاضر کد اخلاق IR.SSRC.REC.1399.637 را از پژوهشگاه تربیت بدنی دریافت کرد.

یافته‌ها

ویژگی‌های فردی و آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها در

جدول ۲- ویژگی‌های فردی و آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها

گروه	سن (سال)	وزن (kg)	قد (cm)	BMI	درصد چربی بدن
هوایی	$35/5 \pm 3/56$	$87/1 \pm 6/72$	$170/4 \pm 4/56$	$30/18$	$30/1 \pm 3/25$
کنترل	$32/2 \pm 3/21$	$93/3 \pm 9/12$	$174/8 \pm 5/86$	$30/59$	$30/79 \pm 3/15$

جدول ۳- نتایج تحلیل کوواریانس آدپسین پس از تعديل پیش آزمون

متغیر همپراش (پیش آزمون)	گروه	مجموع مجذورات	تفاوت‌ها	DF	میانگین مجذورات	F	SIG	ضریب اتا
$481/682$		$481/682$			$481/682$	$36/359$	$0/001$	$0/533$
$80/9/569$		$80/9/569$			$40/4/784$	$30/555$	$0/001$	$0/656$

جدول ۴- نتایج تحلیل کوواریانس FGF21 پس از تعديل پیش آزمون

متغیر همپراش (پیش آزمون)	گروه	مجموع مجذورات	تفاوت‌ها	DF	میانگین مجذورات	F	SIG	ضریب اتا
$4352/684$		$4352/684$			$4353/684$	$8/010$	$0/008$	$0/200$
$41675/451$		$41675/451$			$20/837/7725$	$38/337$	$0/0001$	$0/706$

جدول ۵- نتایج تحلیل کوواریانس ABCA1 پس از تعديل پیش آزمون

متغیر همپراش (پیش آزمون)	گروه	مجموع مجذورات	تفاوت‌ها	DF	میانگین مجذورات	F	SIG	ضریب اتا
$28/861$		$28/861$			$28/861$	$17/180$	$0/000$	$0/349$
$564/206$		$564/206$			$28/103$	$167/926$	$0/000$	$0/913$

آدیپسین پلاسمای گروه ۱ منجر شده است، اما در گروه ۲ و ۳ اجرای ۱۲ هفته تمرین ترکیبی منجر به کاهش معنی داری نشد. به طور کلی، به نظر می رسد ۱۲ هفته تمرین ترکیبی می تواند به واسطه کاهش توده چربی بدن، محیط دور کمر و باسن، کاهش وزن و بهبود در کاهش آدیپسین پلاسمای زنان مبتلا به MS موثر باشد (۸). نتایج این تحقیق، از لحاظ کاهش آدیپسین با تحقیق حاضر همانگ بوده، اما از لحاظ نوع تمرینات ترکیبی (بدن) متفاوت است. این یافته ها بیانگر آن است که تمرینات ترکیبی یا ابتلاء به MS تاثیری بر این تشابه نتایج نداشتند. به نظر می رسد تمرین هوایی به واسطه کاهش توده چربی بدن، محیط دور کمر و باسن، کاهش وزن و بهبود در کاهش آدیپسین پلاسمای تاثیر داشته باشد. با این حال هم سو با نتایج تحقیق حاضر دُمین (Domin) و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی و مقایسه تأثیر هشت هفته تمرین ترکیبی و مصرف مکمل قهقهه سبز بر سطح سرمی آدیپسین، مقاومت به انسولین و شاخص توده بدن در زنان چاق پرداختند. نتایج نشان داد که میانگین آدیپسین در هر سه گروه تجربی بعد از ۸ هفته، کاهش یافت و میانگین انسولین در گروه تمرین کاهش و در سایر گروهها افزایش داشت. بنابراین زنان چاق می توانند به منظور کاهش وزن از این نوع تمرین و مکمل قهقهه سبز در کنار هم استفاده کنند (۱۴).

در رابطه با تأثیر تمرین هوایی فراینده بر FGF21 نتایج حاکی از افزایش این فاکتور در نتیجه تمرینات هوایی فراینده بود. همسو با یافته تحقیق حاضر از پلتا (Ezpeleta) و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی اثر هشت هفته تمرین هوایی بر سطح سرمی FGF21 آپولیپوپروتئین-A1 و نسبت LDL-C به HDL-C در زنان چاق پرداخته و نتیجه گرفتند سطح سرمی FGF21 در گروه تمرین افزایش معناداری یافت، اما این افزایش در مقایسه با گروه کنترل معنادار نبود. با توجه به نتایج این تحقیق این احتمال وجود دارد که تمرینات هوایی بتوانند از طریق افزایش احتمالی FGF21 و همچنین کاهش نسبت LDL-C به HDL-C جلوگیری از بسیاری بیمارهای مرتبط با چاقی سودمند باشد (۹). همچنین فنزل (Fenzl) و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهشی

باعث افزایش معنی دار ABCA1 در مردان چاق شده است ($P \leq 0.001$).

بحث

نتایج نشان داد تمرین هوایی فراینده موجب کاهش معنی دار میزان آدیپسین در مردان چاق شد. مغایر با یافته تحقیق حاضر دسوسا (de Sousa) و همکاران (۲۰۲۱) تأثیر هشت هفته تمرین هوایی بر موسهای سرمی آدیپسین و عملکرد سلول های بتا در موسهای نر دیابتی نوع ۲ را مورد بررسی قرار داده و افزایش معنادار مقادیر آدیپسین و عملکرد سلول های بتا (HOMA- β) را در گروه تمرینی نشان دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که بهتر شدن عملکرد سلول های بتای گروه تمرین هوایی می تواند هم راستا با افزایش مقادیر آدیپسین و کاهش گلوكز ناشتا گروه تمرینی باشد (۱۰). از جنبه اثر تمرین هوایی بر مقادیر آدیپسین، افزایش آن با نتیجه مطالعه حاضر همخوانی ندارد که ممکن است به دلیل گونه های متفاوت آزمودنی ها و یا ابتلای موسهای به دیابت نوع ۲ و غیره باشد (۱۱). علیزاده و همکاران (۲۰۲۲) نیز در پژوهشی به مقایسه آثار دو پروتکل هشت هفته ای تمرین هوایی و مقاومتی بر عملکرد سلول های بتا، نشانگرهای التهابی و استرس اکسیداتیو در زنان چاق مبتلا به دیابت نوع ۲ پرداختند. یافته های این پژوهش در سطوح متغیرهای آدیپسین، مالون دی آلدئید، هاپتوگلوبین، اسیدهای چرب آزاد و شاخص HOMA- β در هیچ یک از گروه ها تغییرات معناداری را نشان نداد (۷). نتیجه این تحقیق نیز با تحقیق حاضر از لحاظ تأثیر تمرین هوایی و مقاومتی بر میزان آدیپسین همسو نیست. آزمودنی های این گروه نیز علاوه بر تفاوت در جنسیت به دیابت نوع ۲ مبتلا بودند که اختلاف در آزمودنی ها ممکن است دلیل اصلی اختلاف نتایج تحقیقات باشد. در تحقیق دیگری در همین زمینه ما (Ma) و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی به بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرین ترکیبی بر غلظت آدیپسین سرم و مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به MS پرداختند. یافته های این تحقیق نشان داد اجرای ۱۲ هفته تمرین ترکیبی به کاهش سطح سرمی

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 روشی در زمینه تأثیر تمرینات هوایی فراینده در اختیار متخصص‌های 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.

نتیجه‌گیری

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

References

- Jin L, Geng L, Ying L, Shu L, Ye K, Yang R, et al. FGF21-Sirtuin 3 Axis Confers the Protective Effects of Exercise Against Diabetic Cardiomyopathy by Governing Mitochondrial Integrity. *Circulation*. 2022;146(20):1537-1557.
- Gao Y, Zhang W, Zeng LQ, Bai H, Li J, Zhou J, et al. Exercise and dietary intervention ameliorate high-fat diet-induced NAFLD and liver aging by inducing lipophagy. *Redox Biol*. 2020;36:101635.
- Li XH, Liu LZ, Chen L, Pan QN, Ouyang ZY, Fan DJ, et al. Aerobic exercise regulates FGF21 and NLRP3 inflammasome-mediated pyroptosis and inhibits atherosclerosis in mice. *PLoS One*. 2022;17(8):e0273527.
- Bo W, Ma Y, Xi Y, Liang Q, Cai M, Tian Z. The Roles of FGF21 and ALCAT1 in Aerobic Exercise-Induced Cardioprotection of Postmyocardial Infarction Mice. *Oxid Med Cell Longev*. 2021;2021:8996482.
- Geng L, Liao B, Jin L, Huang Z, Triggle CR, Ding H, et al. Exercise Alleviates Obesity-Induced Metabolic Dysfunction via Enhancing FGF21 Sensitivity in Adipose Tissues. *Cell Rep*. 2019;26(10):2738-2752.e4.
- Katsumura S, Siddiqui N, Goldsmith MR, Cheah JH, Fujikawa T, Minegishi G, et al. Deadenylation-dependent mRNA decay of GDF15 and FGF21

به بررسی اثرات تمرین هوایی در مقابل تمرین مقاومتی بر سطح سرمی fetuin-A، fetuin-B و فاکتور رشد فیبروبلاست ۲۱ در بیماران دیابتی مرد پرداختند. یافته‌ها در هر دو گروه افزایش FGF21 را نشان داد، اما این افزایش در گروه هوایی بیشتر از گروه حاضر تراهن (۲۲). با این حال مغایر با نتایج تحقیق حاضر تراهن (Trayhurn) (۲۰۱۷) به مقایسه تأثیر هشت هفته تمرین اینتروال شدید و ترکیبی قدرتی-استقامتی بر سطوح سرمی FGF21 در زنان دیابتی نوع دو پرداخته و نشان دادند که میزان FGF21 سرمی نیز در هیچ یک از گروه‌های تناوبی شدید، ترکیبی و کنترل تغییر معنی‌داری نداشت. با توجه به کارایی یکسان دیده شده بین دو مداخله ورزشی می‌توان نتیجه گرفت که برنامه‌های مراقبت پرستاری برای بیماران که اختلاف نتایج تحقیقات ممکن است به دلیل نوع پروتکل (شدت و مدت) و آزمودنی‌ها (جنسیت و دیابتی بودن) باشد (۲۳).

یافته دیگر تحقیق حاضر حاکی از افزایش ABCA1 در اثر تمرین هوایی در مردان چاق بود. در همین رابطه و همسو با یافته تحقیق حاضر فرانسی و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی اثرات هشت هفته تمرین ترکیبی تناوبی بر مقادیر برخی عوامل کلیدی در انتقال معکوس کلسترول از جمله بیان پروتئین ABCA1 لنفوسيتی، ApoA-1، پروفایل‌های چربی خون و برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی در نوجوانان دارای اضافه وزن و چاق پرداخته و نتیجه گرفتند بعد از هشت هفته تمرین استقامتی تناوبی ترکیبی در گروه تجربی در مقایسه با گروه شاهد، مقدار پروتئین ABCA1 لنفوسيتی افزایش معنادار داشته است (۲۴). در تحقیق دیگری در همین زمینه و همسو با یافته تحقیق حاضر جعفرزاده و همکاران (۲۰۲۱) افزایش بیان ژن ABCA1 در اثر تمرینات استقامتی را نشان دادند (۲۵). سرلک و همکاران نیز به بررسی اثرات تمرین هوایی قبل و بعد از القای بیماری آزاریم بر بیان ABCA1 و بیان mRNA APOE در هیپوکامپ موش‌های صحرایی نر پرداخته و افزایش معنی‌داری در بیان ABCA1 از mRNA در نتیجه تمرین را نشان دادند (۸).

- orchestrates food intake and energy expenditure. *Cell Metab.* 2022;34(4):564-580.e8.
7. Alizadeh Pahlavani H. Exercise Therapy for People With Sarcopenic Obesity: Myokines and Adipokines as Effective Actors. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2022;13:811751.
 8. Ma Y, Kuang Y, Bo W, Liang Q, Zhu W, Cai M, et al. Exercise Training Alleviates Cardiac Fibrosis through Increasing Fibroblast Growth Factor 21 and Regulating TGF- β 1-Smad2/3-MMP2/9 Signaling in Mice with Myocardial Infarction. *Int J Mol Sci.* 2021;22(22):12341.
 9. Ezpeleta M, Gabel K, Cienfuegos S, Kalam F, Lin S, Pavlou V, et al. Effect of alternate day fasting combined with aerobic exercise on non-alcoholic fatty liver disease: A randomized controlled trial. *Cell Metab.* 2023;35(1):56-70.e3.
 10. de Sousa CAZ, Sierra APR, Martínez Galán BS, Maciel JFS, Manoel R, Barbeiro HV, et al. Time Course and Role of Exercise-Induced Cytokines in Muscle Damage and Repair After a Marathon Race. *Front Physiol.* 2021;12:752144.
 11. Huang Q, Wu M, Wu X, Zhang Y, Xia Y. Muscle-to-tumor crosstalk: The effect of exercise-induced myokine on cancer progression. *Biochim Biophys Acta Rev Cancer.* 2022;1877(5):188761.
 12. Natarajan R, Hagman S, Hämäläinen M, Leppänen T, Dastidar P, Moilanen E, et al. Adipsin Is Associated with Multiple Sclerosis: A Follow-Up Study of Adipokines. *Mult Scler Int.* 2015;2015:371734.
 13. Porflitt-Rodríguez M, Guzmán-Arriagada V, Sandoval-Valderrama R, Tam CS, Pavicic F, Ehrenfeld P, et al. Effects of aerobic exercise on fibroblast growth factor 21 in overweight and obesity. A systematic review. *Metabolism.* 2022;129:155137.
 14. Domin R, Dadej D, Pytka M, Zybek-Kocik A, Ruchała M, Guzik P. Effect of Various Exercise Regimens on Selected Exercise-Induced Cytokines in Healthy People. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(3):1261.
 15. Lee P, Linderman JD, Smith S, Brychta RJ, Wang J, Idelson C, et al. Irisin and FGF21 are cold-induced endocrine activators of brown fat function in humans. *Cell Metab.* 2014;19(2):302-9.
 16. Morville T, Sahl RE, Trammell SA, Svenningsen JS, Gillum MP, Helge JW, et al. Divergent effects of resistance and endurance exercise on plasma bile acids, FGF19, and FGF21 in humans. *JCI Insight.* 2018;3(15):e122737.
 17. Virtanen KA. BAT thermogenesis: Linking shivering to exercise. *Cell Metab.* 2014;19(3):352-4.
 18. Lee P, Werner CD, Kebebew E, Celi FS. Functional thermogenic beige adipogenesis is inducible in human neck fat. *Int J Obes (Lond).* 2014;38(2):170-6.
 19. Rodríguez A, Becerril S, Ezquerro S, Méndez-Giménez L, Frühbeck G. Crosstalk between adipokines and myokines in fat browning. *Acta Physiol (Oxf).* 2017;219(2):362-381.
 20. Martin AR, Chung S, Koehler K. Is Exercise a Match for Cold Exposure? Common Molecular Framework for Adipose Tissue Browning. *Int J Sports Med.* 2020;41(7):427-442.
 21. Wu MV, Bikopoulos G, Hung S, Ceddia RB. Thermogenic capacity is antagonistically regulated in classical brown and white subcutaneous fat depots by high fat diet and endurance training in rats: impact on whole-body energy expenditure. *J Biol Chem.* 2014;289(49):34129-40.
 22. Fenzl A, Kiefer FW. Brown adipose tissue and thermogenesis. *Horm Mol Biol Clin Investig.* 2014;19(1):25-37.
 23. Trayhurn P. Origins and early development of the concept that brown adipose tissue thermogenesis is linked to energy balance and obesity. *Biochimie.* 2017;134:62-70.
 24. Farsani ZH, Banitalebi E, Faramarzi M, Bigham-Sadegh A. Effects of different intensities of strength and endurance training on some osteometabolic miRNAs, Runx2 and PPAR γ in bone marrow of old male wistar rats. *Mol Biol Rep.* 2019;46(2):2513-2521.
 25. Jafarzadeh G, Shakerian S, Farbood Y, Ghanbarzadeh M. Effects of Eight Weeks of Resistance Exercises on Neurotrophins and Trk Receptors in Alzheimer Model Male Wistar Rats. *Basic Clin Neurosci.* 2021;12(3):349-359.