http://dx.doi.org/ 10.22049/JAHSSP.2023.29001.1588

Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology
Spring/Summer 2024
Volume 11, Number 1
208-222

Original Article **Open Access**

Comparison of the effect of submaximal exercise with and without caffeine consumption on alpha-amylase, leptin, glycemic indices and energy intake in obese and overweight people

Zeynab Karimzadeh[1*], Farhad Gholami [1], Fatemeh sheykhpour[1]

Receive 2023 September 19; Accepted 2023 November 17

Abstract

Aim: The aim of this study was to compare the effects of maximal exercise with and without caffeine supplementation on serum alpha-amylase, blood glucose, insulin, leptin, and energy intake in overweight or obese individuals. **Materials and methods**: This crossover study was conducted on 16 overweight or obese male and female volunteers aged over 18 years with a body mass index (BMI) > 25 kg/m^2. Participants were randomly assigned into two conditions: maximal exercise with caffeine supplementation and maximal exercise without placebo supplementation. Participants received a dose of 200 mg caffeine capsule and starch powder and then performed 30 minutes of submaximal exercise at 60% of HRR. Blood samples were collected before and after caffeine supplementation and following exercise. The data were analyzed using repeated-measures ANOVA. **Result**: caffeine increased blood glucose, insulin, and serum alpha-amylase ($p < 0.05$). Exercise significantly decreased serum alpha-amylase, insulin and blood glucose levels and increased leptin levels ($p < 0.05$). The change in insulin and blood glucose levels in response to exercise were greater with caffeine supplementation than with placebo ($p < 0.05$). However, caffeine had no significant effect on leptin levels or its response to exercise ($p > 0.05$). **Conclusion**: Although caffeine affected metabolic responses to exercise, it has no effect on appetite hormone leptin and subsequent food intake. Energy intake seemingly increases following exercise regardless of caffeine consumption, which should be considered in weight management.

Keywords: serum alpha-amylase, blood glucose, obesity, caffeine supplement, submaximal activity, energy intake, leptin, insulin

Scan this QR code to see the accompanying video, or visit jahssp.azaruniv.ac.ir

1. Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Physical Education, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran.
***(corresponding author)** (reyhaneh.karimzadeh@gmail.com)

Cite as: Karimzadeh, Zeynab. Gholami, Farhad. Sheykhpour, Fatemeh. Comparison of the effect of submaximal exercise caffeine co-ingestion on leptin levels and energy intake in obese and overweight individuals. Applied Health Studies in Sport Physiology. 2024; 11(1): 208-222.
Owner and Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University
Journal ISSN (online): 2676-6507
Access Type: Open Access

DOI: 10.22049/JAHSSP.2023.29001.1588

Copyright ©The authors

http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2023.29001.1588

Extended abstract

Background: Obesity is a growing health problem and the underlying cause of numerous cardiovascular and metabolic diseases. Life-style modification including regular exercise training and calorie deficit are the principal strategies to address obesity and its related consequences. Exercise training, aerobic modality in particular, is recommended for weight management. Previous studies indicate that aerobic exercise elevates energy expenditure and alters secretion of appetite regulating hormones such as leptin that may play a role in appetite suppression following exercise. Besides, some agents are known for their thermogenic and appetite-suppression potential that may help enhance negative energy balance throughout weight-loss. Caffeine, as a critical ingredient in weight-loss supplements, is suggested to increase energy expenditure upon ingestion and suppress appetite. Thus, in the present study we investigated the effect of submaximal exercise with and without caffeine ingestion on serum alpha-amylase, blood glucose, insulin, leptin, and energy intake in overweight or obese individuals.

Materials and Methods: This is a placebo-controlled randomized crossover study in which 20 overweight or obese male and females volunteered to participate of which 4 participants dropped throughout the study and 16 completed the trial. The participants with the following criteria were included: healthy adults >18 years, inactive life-style, body mass index (BMI) ≥ 25 kg/m2. Participants were randomly assigned into two conditions: submaximal exercise with caffeine supplementation and submaximal exercise with placebo supplementation. Participants received either a dose of 200 mg caffeine capsule or placebo (starch) prior to the exercise intervention. Following this, they performed a 30-minute submaximal exercise on treadmill at 60% of HRR. Target heart rate was defined by resting and maximum heart rate using Karvonen formula. It needs to be mentioned that supplement and placebo were similar in taste and appearance. At each session, blood samples were collected before and after caffeine supplementation and immediately following the exercise. The samples were used to assess serum levels of leptin, alpha-amylase and glucose. In addition, dietary intake was recorded the day before and for 24-h following intervention sessions. The data were analyzed using repeated-measures ANOVA at significance level of $p < 0.05$.

Results: Data analysis indicated that caffeine ingestion increased blood glucose, insulin, and serum alpha-amylase compared to placebo ($p < 0.05$). Furthermore, acute submaximal exercise significantly decreased serum alpha-amylase, insulin and blood glucose levels and increased leptin level regardless of supplementation ($p < 0.05$). Further analysis indicated that the change in insulin and blood glucose levels following submaximal exercise were greater with caffeine intake than with placebo ($p < 0.05$). However, caffeine had no significant effect on leptin levels neither at rest nor following exercise ($p > 0.05$).

Discussion: According to the findings of the study, a 30-min submaximal exercise following caffeine ingestion lowered glucose and insulin level to a greater extent compared to placebo that is consistent with a number of previous studies (1-3). For instance, zahareiva et al., (2015) reported that caffeine ingestion with aerobic exercise at 60% of maximal oxygen consumption significantly decreased blood glucose level (1). Muscle contraction increases insulin sensitivity and glucose uptake lowering reliance to higher concentrations of insulin. Moreover, elevated circulatory level of catecholamines and lactate production during exercise can also suppress insulin secretion. In addition to exercise, caffeine is also suggested to exert sympathetic effects. We also observe that exercise decreased alpha-amylase concentration, as suggested by Lippi et al (2015) there seems to be a correlation between alpha-amylase and glucose concentration (4).Another finding of the study was elevated level of leptin following acute submaximal exercise. However, the alteration in leptin concentration by exercise was independent of caffeine or placebo intake. There seems to be an inconsistency in studies investigating the effect of caffeine on appetite regulating hormones including leptin (5). 24-h dietary recall also indicated that following submaximal exercise energy intake increases regardless of caffeine or placebo intake. Thus, caffeine ingestion prior to exercise with the doses applied in this study has no significant effect on post-exercise appetite regulation.

Copyright ©The authors Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2023.29001.1588

Article message

Acute intake of caffeine, as a popular weight-loss agent. has no effect on appetite hormone leptin and subsequent food intake. However, it may elicit different effect in long-term ingestion that needs to be answered in future studies. Energy intake seemingly increases following exercise regardless of caffeine consumption, which should be considered in weight management.

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

JAHSSP

http://jahssp.azaruniv.ac.ir/
http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2023.29001.1588

مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش
سال یازدهم، شماره اول ؛
بهار و تابستان ۱۴۰۳؛ صفحات ۲۰۸-۲۲۲

Open Access

مقاله پژوهشی

مقایسه اثر فعالیت ورزشی زیربیشینه با و بدون مصرف کافئین بر سطوح آلفا آمیلاز، لپتین، شاخص‌های گلایسمی و انرژی دریافتی در افراد چاق و اضافه وزن

زینب کریم زاده[1*]، فرهاد غلامی[1]، فاطمه شیخ پور[1]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۲۶

چکیده

هدف: هدف از تحقیق حاضر، مقایسه اثر فعالیت زیر بیشینه با و بدون مصرف مکمل کافئین بر آلفا آمیلاز سرم، گلوکز خون، انسولین، لپتین و دریافت انرژی در افراد چاق و دارای اضافه وزن بود. **روش شناسی:** تحقیق حاضر به صورت متقاطع تصادفی شده با ۱۶ نفر آزمودنی داوطلب مرد و زن چاق با رده سنی بالای ۱۸ سال شاخص توده‌ی بدنی (BMI) بیشتر از ۲۵ کیلوگرم بر متر مربع انجام شد. آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در دو وضعیت: فعالیت زیر بیشینه با مصرف مکمل کافئین، فعالیت زیر بیشینه بدون مصرف مکمل کافئین (دارونما) قرار گرفتند. یک دوز کپسول کافئین ۲۰۰ میلی‌گرم و پودر نشاسته توسط آزمودنی‌ها دریافت شده و ۶۰ دقیقه پس از آن به انجام فعالیت ورزشی شدت ۶۰ درصد ضربان قلب ذخیره به مدت ۳۰ دقیقه پرداختند. نمونه‌های خونی قبل و بعد از مصرف مکمل و بعد از فعالیت ورزشی جمع‌آوری شد. داده ها با استفاده از آزمون تحلیل واریانس مکرر تحلیل شد. **یافته‌ها:** کافئین باعث افزایش قند خون، انسولین و آلفا آمیلاز سرم شد ($p<۰/۰۵$) و فعالیت ورزشی باعث کاهش معنادار آلفا آمیلاز سرم، گلوکز و انسولین و افزایش لپتین شد ($p<۰/۰۵$). کاهش انسولین و قند خون در پاسخ به فعالیت ورزشی، با مصرف کافئین بیشتر از دارونما بود ($p<۰/۰۵$). با این‌حال، کافئین تاثیر معنادار بر لپتین و پاسخ آن به فعالیت ورزشی نداشت ($p>۰/۰۵$). **نتیجه گیری:** اگرچه پاسخ شاخص‌های متابولیک به فعالیت ورزشی تحت تاثیر کافئین قرار گرفت اما بنظر نمی‌رسد کافئین بر هورمون موثر در اشتهای لپتین و دریافت غذایی متعاقب فعالیت ورزشی تاثیرگذار باشد. بنابراین، دریافت انرژی بعد از فعالیت ورزشی صرفنظر از مصرف کافئین افزایش می‌یابد که باید در کنترل وزن افراد چاق مورد توجه باشد.

واژه‌های کلیدی: آلفا آمیلاز سرم، گلوکز خون، چاقی، مکمل کافئین، فعالیت زیر بیشینه، انرژی دریافتی، لپتین، انسولین

با اسکن QR فوق می‌توانید جزئیات مقاله حاضر را در سایت www.jahssp.azaruniv.ac.ir/. مشاهده کنید

۱. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده تربیت بدنی دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران.
(نویسنده مسئول):
(reyhaneh.karimzadeh@gmail.com)

نحوه ارجاع: کریم‌زاده، زینب. غلامی، فرهاد. شیخ‌پور، فاطمه." " مقایسه اثر فعالیت ورزشی زیربیشینه با و بدون مصرف کافئین بر سطوح آلفا آمیلاز، لپتین، شاخص‌های گلایسمی و انرژی دریافتی در افراد چاق و اضافه وزن". مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش. ۱۴۰۳: ۱۱ (۱)،۲۰۸-۲۲۲.

صاحب امتیاز و ناشر: دانشگاه شهید مدنی آذربایجان

شاپای الکترونیکی: ۲۶۷۶-۶۵۰۷

نوع دسترسی: آزاد

DOI: 10.22049/JAHSSP.2023.29001.1588

Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

مقدمه

چاقی به عنوان یک مشکل سلامتی عمومی و یک بیماری مزمن و شایع تلقی می‌شود که در دهه‌های اخیر در دنیا به میزان دو برابر افزایش یافته است (۶, ۷). از پیامدهای چاقی می‌توان به بیماری‌های قلبی–عروقی، دیابت نوع دو، فشار خون و افزایش چربی خون اشاره کرد. علت اصلی چاقی افزایش انرژی دریافتی در مقابل انرژی مصرفی است. بنابراین، برقراری تعادل بین کالری مصرفی و انرژی دریافتی مهمترین راهکار برای پیشگیری و درمان چاقی است (۸, ۹). از سایر عوامل ایجاد کننده چاقی می‌توان به کم تحرکی، افزایش حساسیت سیستم پاداش مغز به دریافت وعده غذایی (به عنوان یک ویژگی شخصیتی روان–بیولوژیکی)، اختلالات روانشناختی، بارداری، مصرف برخی از داروها، ژنتیک و بیماری‌ها اشاره کرد (۱۰, ۱۱). هیپوتالاموس عامل تنظیم کننده انرژی و وزن بدن است و از طریق ایجاد دو گروه سیگنال با نوروپپتیدها و انتقال دهنده‌های شیمیایی مختلف با تنظیم اشتها این نقش مهم را ایفا می‌کند (۱۲, ۱۳). برای کنترل و تنظیم اشتها و پیشگیری از چاقی استراتژی‌های درمانی وجود دارد که عبارت‌اند از تحریک مسیرهای ضد اشتها، مهار مسیرهای اشتها آور و افزایش مصرف انرژی (۱۱) در این راستا هورمون‌های مانند لپتین و انسولین در تحریک و مهار مسیرهای تنظیم اشتها نقش کلیدی دارند (۱۱).

هورمون لپتین از طریق اتصال به گیرنده‌های هیپوتالاموس موجب تغییر بیان ژن نوروپپتیدهای کنترل کننده دریافت و مصرف انرژی می‌گردد و به‌گونه‌ای از چاقی جلوگیری می‌کند (۱۴). بنابراین، هورمون لپتین به عنوان یک هورمون سرکوبگر اشتها شناخته می‌شود. غلظت لپتین سرم با میزان ذخیره انرژی در بافت چربی، با مقدار و درصد چربی و توده بدن همبستگی مثبت زیادی دارد و با افزایش درصد چربی بدن سطح لپتین سرم بالا می‌رود (۱۵–۱۸). هورمون لپتین، در افراد چاق به دلیل افزایش بیان **mRNA** ژن **ob** در سلوهای چربی به نسبت افراد لاغر سطح بالاتری دارد (۱۹). از طرفی، این هورمون تحت تاثیر هورمون‌های مهمی مانند انسولین، کورتیزول، تستوسترون و برخی از هورمون‌های تیروئیدی می‌باشد (۲۰). در واقع، هورمون انسولین از مهم‌ترین هورمون‌هایی است که بر بیان ژن و ترشح هورمون لپتین تاثیر می‌گذارد (۲۱, ۲۲). هورمون انسولین مانند هورمون لپتین در تعادل انرژی و کنترل متابولیسم نقش مهمی دارد بطوری که، برخی از مطالعات گزارش کردند که، هورمون انسولین و لپتین با یکدیگر در ارتباط هستند و لپتین می‌تواند از طریق افزایش اندازه سلول‌های بتای پانکراس موجب افزایش ترشح هورمون انسولین شود (۲۳). از طرفی، از عوامل موثر بر افزایش سطح قند خون پس از مصرف یک وعده‌ی غذایی؛ فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز است (۲۴). آنزیم آلفا آمیلاز کربوهیدرات‌ها را قبل از جذب شدن توسط بدن، باید به منوساکاریدها تجزیه کند و باعث ازدیاد قند خون می‌شود (۲۵). همچنین، متخصصان تغذیه و فیزیولوژی ورزش پیشنهاد می‌کنند که برنامه تمرینی و مداخلات تغذیه‌ای دو عامل مهم در جهت کاهش چربی و وزن بدن و تنظیم اشتها هستند که استفاده توأم می‌تواند اثربخشی بیشتری داشته باشد (۶). کافئین، به عنوان یکی از مکمل‌های مورد استقبال در کاهش وزن، متداولترین مکمل در سراسر جهان است که می‌تواند بر کنترل قند خون و مصرف انرژی تاثیر بگذارد (۲۲, ۲۶, ۲۷). در تحقیقی گزارش شده است که مصرف مقدار متوسط قهوه ممکن است باعث کاهش انرژی دریافتی بعد از غذا و در کل روز در مقایسه با مصرف کمتر یا عدم مصرف قهوه در شرکت کنندگان دارای اضافه وزن یا چاق شود (۲۲, ۲۶, ۲۷). همچنین، در مطالعه‌ای به بررسی میزان دریافت وعده غذایی پس از مصرف دوزهای مختلف از کافئین در کوتاه مدت و بلند مدت بر موش‌های آزمایشگاهی پرداختند؛ نتایج حاکی از آن بود که مصرف کوتاه مدت کافئین با دوز کم (۶ میلی‌گرم/کیلوگرم، ۱۲ میلی‌گرم/کیلوگرم و ۲۴ میلی‌گرم/کیلوگرم (افزایش روزانه) حل شده در ۲۰۰ میلی لیتر منیزیم ۰/۰۹ درصد) نسبت به دوز بالای کافئین (۲۰ میلی‌گرم/کیلوگرم حل شده در ۲۰۰ میلی لیتر منیزیم ۰/۰۹ درصد) در طولانی مدت (۱۰ روز)، باعث افزایش دریافت وعده غذایی می‌شود (۲۸). همچنین طبق نتایج برخی از تحقیقات نشان داده شده است که، مصرف طولانی مدت کافئین خطر ابتلا به دیابت نوع ۲ را کاهش می‌دهد (۶, ۷, ۱۳). در بررسی تاثیر کافئین بر اشتها نتایج تحقیق لیو[1] و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که مصرف کافئین به عنوان یک مکمل سرکوب کننده اشتها و کمک ترموژنیک شناخته می‌شود که ممکن است برای کاهش وزن موثر باشد. اما در این مکمل به دلیل وجود مواد دیگر در ترکیبات آن مانند افدرین، نمی‌توان به طور قطع علت اصلی کاهش وزن را تنها وجود کافئین دانست (۲۹). همچنین، کافئین ممکن است باعث کاهش حساسیت گیرنده های لپتین در مغز شود و در نتیجه منجر به افزایش اشتها گردد (۳۰). این در حالی است که، طبق گزارش برخی از مطالعات مصرف کوتاه مدت کافئین ممکن است منجر به افزایش سطح آدنوزین مونوفسفات حلقوی **(cAMP)** در سلول‌های چربی گردد که باعث تحریک آزادسازی لپتین می‌شود (۳۱). در تحقیقی عنوان شد گزارشات و شواهد قطعی در ارتباط با تاثیرگذاری کافئین بر عملکرد فیزیولوژیک سیستم گوارش مانند هورمون‌های اشتها، تخلیه معده و همچنین ادراک ذهنی اشتها وجو ندارد (۲۳).

[1] Liu
[3.] Hagobian TA (Todd Hagobian

Copyright ©The authors

JAHSSP

http://jahssp.azaruniv.ac.ir/
http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2023.29001.1588

و از طرفی، در مورد اثر بخشی متغیرهای کمک کننده مانند ژنتیک متابولیسم کافئین، نتایج واضح و شناخته شده‌ای وجود ندارد (۳۲). از طرفی، از عوامل مهمی که در پژوهش‌های مختلف به عنوان یک فاکتور موثر بر سرکوب اشتها و مصرف انرژی اشاره شده است، فعالیت بدنی است (۹). در این راستا، اثر فعالیت ورزشی حاد بر تعدیل اشتها و متعاقبا دریافت انرژی در برخی از تحقیقات بررسی شده و نتایج متناقضی در این زمینه گزارش شده است (۳۳). هاگوبیان [۳] و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که ورزش حاد هوازی، ممکن است باعث کاهش دریافت انرژی شود و یا موجب سرکوب آن گردد (۱۲).

با توجه به مصرف انرژی بیشتر مرتبط با ورزش حاد هوازی در مقایسه با سایر اشکال فعالیت ورزشی، این نوع فعالیت ممکن است برای دستیابی به تعادل انرژی منفی ارجح‌تر باشد (۳۴). طی انجام فعالیت ورزشی تک جلسه‌ای هوازی سطح هورمون‌هایی مانند انسولین کاهش می‌یابد که یک فاکتور موثر بر اشتها در نظر گرفته می‌شود (۲۲). علاوه بر این، اوه دی-اچ[۱] و همکاران (۲۰۲۳) در مطالعه‌ای به بررسی تاثیر شدت‌های مختلف فعالیت ورزشی هوازی با مقاومتی بر چربی بدن، پروفایل لیپیدی و آدیپونکتین‌ها در زنان مبتلا به چاقی پرداختند، نتایج این تحقیق نشان داد که سطوح لپتین در افراد چاق با انجام فعالیت هوازی، فعالیت ورزشی قدرتی و همینطور ترکیبی از هر دو ترجیحا با شدت متوسط، می‌تواند موجب کاهش سطوح لپتین در این افراد شود (۳۵). با توجه به اثر مجزای ورزش حاد هوازی و کافئین بر هورمون‌های تنظیم کننده اشتها و میزان دریافت انرژی، به نظر می‌رسد دریافت همزمان این دو تاثیر مضاعفی بر کاهش اشتها و متعاقبا دریافت مواد غذایی داشته باشد. بر همین اساس، در تحقیق حاضر مقایسه اثر فعالیت زیر بیشینه با و بدون مصرف مکمل کافئین بر لپتین، انسولین، آلفا آمیلاز سرم و دریافت انرژی در افراد چاق و اضافه وزن صورت گرفت.

روش پژوهش

تحقیق حاضر در قالب طرح پژوهشی متقاطع تصادفی سازی شده با اندازه‌گیری پیش آزمون-پس آزمون انجام شد. کد اخلاق پروژه حاضر با شناسه **IR.SHAHROODUT.REC.1401.030** در کمیته اخلاق دانشگاه صنعتی شاهرود مورد تایید قرار گرفت. با استفاده از روش نمونه‌گیری در دسترس، از طریق اطلاع رسانی با نصب دعوتنامه در دانشگاه صنعتی شاهرود افراد داوطلب و علاقه‌مند در طرح پژوهش شرکت کردند (۳۶, ۳۷). آزمودنی‌ها شامل ۲۰ زن و مرد چاق (۵۷, ۵۸). با رده سنی بالای ۱۸ سال بودند که ۴ نفر از آزمودنی‌ها به دلیل عدم هماهنگی با زمانبندی پروتکل تمرین از تحقیق خارج شدند. سپس، آزمونگر جهت تخصیص تصادفی شرکت کنندگان، پیش از شروع پروتکل تمرین، جهت تعیین ترتیب بندی افراد (۸ نفر آقا و ۸ نفر خانم) برای مصرف مکمل یا دارونما در دو جلسه تمرینی از یک دستیار استفاده کرد، تا به شیوه دوسوکور ترتیب افراد را برای مصرف مکمل و دارونما (پودر نشاسته) به صورت تصادفی (قرعه کشی کردن) مشخص نمایند. ملاک‌های ورود به تحقیق شامل شاخص توده بدنی [۲] **(BMI)** بیش از ۲۵ کیلوگرم بر متر مربع، عدم ابتلا به بیماری قلبی-عروقی، متابولیکی، اختلالات گوارشی، مفصلی، عدم پیروی از روش‌های درمانی جهت کاهش وزن مانند دارو درمانی، رژیم درمانی (به عنوان مثال رژیم گیاهخواری، رژیم کم کربوهیدرات و غیره) و عدم استفاده از مکمل‌های آنتی اکسیدانی و ضد التهاب، داروهای دیابت، عدم اعتیاد به مواد مخدر، مشروبات الکلی، نداشتن مداخلات جراحی، عدم شرکت در هیچ گونه فعالیت بدنی منظم و سنگین در طی یکسال اخیر و عدم مصرف قرص‌های ضد بارداری بود (۲۷).

جهت همسان سازی دوره قاعدگی آزمودنی‌های زن، در مرحله فولیکولی (۱ تا ۴ روز پس از قاعدگی) آزمون دادند. شرکت کنندگان در دو وضعیت فعالیت زیر بیشینه با مصرف کافئین و فعالیت زیر بیشینه بدون مصرف کافئین (دارونما) قرار گرفتند. به منظور رعایت اخلاق در پژوهش و کسب اطمینان از رضایت شرکت کنندگان یک فرم رضایت نامه و فعالیت بدنی (**PAR-Q**) در یک جلسه توجیهی به آزمودنی‌ها ارائه شد. یک هفته قبل از آزمون، شرکت کنندگان جهت اندازه‌گیری‌های آنتروپومتری و متغیرهای ترکیب بدن در وضعیت ناشتا قبل از اجرای پروتکل تمرین به آزمایشگاه مراجعه کردند. برای اندازه‌گیری قد آزمودنی‌ها از قدسنج دیواری مدیزین تکنیک **(Medizintechnik Seit 1890 kawe)** ساخت کشورآلمان با دقت ۰/۱ سانتیمتر استفاده شد. به منظور اندازه‌گیری قد، شاخص توده بدن و درصد چربی آزمودنی‌ها از دستگاه آنالیز ترکیب بدنی (**Inbody 230, Korea**) استفاده شد. روش اندازه‌گیری بدین گونه بود که آزمودنی‌ها با حداقل لباس، بدون کفش و در حالت ناشتا بر روی دستگاه تا زمان اتمام آنالیز کل نواحی بدن در وضعیت بی‌حرکت قرار گرفتند. قد و وزن آزمودنی‌ها بر حسب سانتی متر و کیلوگرم ثبت گردید. پس از آن افراد برای شرکت در پروتکل اصلی تحقیق به آزمایشگاه دعوت شدند. جلسات آزمون، به گونه‌ای بود که طی دو جلسه با یک هفته فاصله ما بین جلسات به منظور پاکسازی در نظر گرفته شد (۲۷). از آزمودنی‌ها خواسته

[۱] Oh DH (Du-Hwan Oh)

[۲] Body mass index

Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

شد که حداقل یک روز قبل از آزمون از هر گونه فعالیت شدید خودداری کنند. آزمودنی‌ها در دو جلسهٔ مجزا، به آزمایشگاه مراجعه کردند و به روش دوسوکور، ۲۰۰ میلی‌گرم کپسول کافئین ۲۰۰ (یک عدد کپسول کافئین **Enercaff 200** محصول شرکت داروسازی الحاوی) و یا یک کپسول ژلاتینی حاوی پودر نشاسته (۲۰۰ میلی‌گرم) همراه با ۲۰۰ میلی لیتر آب قبل از شروع آزمون مصرف کردند (۳۶, ۳۸-۴۲). برای به حداکثر رسیدن غلظت کافئین در خون؛ آزمودنی‌ها پس از مصرف، به مدت ۶۰ دقیقه در استراحت کرده و سپس تمرین زیربیشینه بر روی نوارگردان با شدت ۶۰ درصد ضربان قلب ذخیره (بر اساس معادله کارونن) و به مدت ۳۰ دقیقه انجام دادند (۲۵) . نمونه‌گیری خون در در سه وضعیت ناشتا قبل از دریافت مکمل یا دارونما، قبل از ورزش و بلافاصله پس از اتمام فعالیت به عمل آمد. به علاوه، برای برآورد میزان وعده‌های دریافتی و کالری شماری از آزمودنی‌ها خواسته شد در طول ۲۴ ساعت پس از اتمام فعالیت ورزشی؛ تمامی مواد غذایی مصرفی خود را در نرم‌افزار ثبت غذایی و محاسبه کالری کرفس ثبت کنند. با توجه به اینکه این نرم افزار در برگیرنده غذاهای ایرانی و واحدهای ساده سازی شده برای کاربران است و محاسبات کالری و درشت مغذی‌ها را ارائه می‌کند، از این نرم افزار جهت ثبت غذایی استفاده شد.

اندازه‌گیری شاخص‌های بیوشیمیایی خون:

با هدف بررسی تغییرات بیوشیمیایی خون، نمونه‌گیری خون در حالت ناشتا از ورید بازویی انجام شد. سپس آزمودنی‌ها مکمل کافئین و یا دارونما را مصرف کردند و در حالت نشسته قرار گرفتن و زمان مصرف مکمل یا دارونما توسط آزمونگر ثبت گردید و بعد از ۶۰ دقیقه نمونه خون دوم و بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی نمونه خون سوم گرفته شد. این مراحل در جلسه دوم و با فاصله یک هفته تکرار گردید. سطح هورمون انسولین توسط کیت مونوبایند (ساخت آلمان) با شماره کیت (**Lot No**): **58K2E2** اندازه‌گیری شد و همچنین جهت سنجش میزان غلظت آنزیم آلفا آمیلاز توسط کیت دلتا درمان پارت (ساخت ایران) با شماره کیفی (**Lot No**): **1551522**، قند خون توسط کیت پارس آزمون (ساخت ایران) با شماره کیفی (**Lot No**): **1401-07** , لپتین توسط کیت **ZellBio GmbH (Germany)** ساخت کشور آلمان با شماره کیت **Cat. No : ZB-11559C-H9648** اندازه‌گیری شد.

روش‌های آماری

داده‌های تحقیق بصورت میانگین و انحراف استاندارد گزارش شده و با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ تحلیل شد. جهت بررسی نحوه توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو_ویلک استفاده شد. با توجه به طبیعی بودن توزیع داده‌ها، برای بررسی تفاوت بین دریافت مکمل و دارونما در زمان‌های مختلف از آزمون تحلیل واریانس مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی با سطح معناداری p<۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها

ویژگی‌های اولیه آزمودنی‌ها در جدول ۱ و مقادیر متغیرهای تحقیق در زمان‌های مختلف در جدول ۲ ارائه شده است.

جهت آزمون فرضیه‌ها و بررسی تاثیر کافئین بر متغیرهای تحقیق در پاسخ به فعالیت ورزشی، آزمون تحلیل واریانس مکرر استفاده شد. براساس نتایج این آزمون، تفاوت معناداری بین دو حالت کافئین و دارونما در تغییرات قند خون مشاهده شد (**p** = ۰/۰۰۰۱) که شامل تفاوت بین زمان (**p**=۰/۰۰۰۱) و تعامل زمان*مداخله (**p**=۰/۰۰۰۱) بود. آزمون تحلیل واریانس مکرر نشان داد کافئین باعث افزایش معنادار قند خون در مقایسه با دارونما شد (**p** = ۰/۰۰۷). همچنین قند خون در پاسخ به فعالیت ورزشی، صرفنظر از مصرف مکمل یا دارونما، به طور معنادار کاهش یافت (**p** =۰/۰۰۰۱) که این تغییرات در حالت مصرف کافئین نسبت به دارونما به طور معنادار بیشتر بود (**p** =۰/۰۰۱).

علاوه‌براین، براساس نتایج آزمون آماری، تفاوت معناداری بین دو حالت کافئین و دارونما در تغییرات انسولین مشاهده شد (**p**=۰/۰۰۰۱) که شامل تفاوت بین زمان (**p**=۰/۰۱۸) و تعامل زمان*مداخله (**p**=۰/۰۰۰۱) بود. آزمون تحلیل واریانس مکرر نشان داد کافئین باعث افزایش معنادار انسولین در مقایسه با دارونما شد (**p**=۰/۰۰۰۱). همچنین انسولین در پاسخ به فعالیت ورزشی به طور معنادار کاهش یافت (**p** =۰/۰۰۰۱). که این تغییرات در حالت مصرف کافئین نسبت به دارونما به طور معنادار بیشتر بود (**p** =۰/۰۰۱).

تحلیل داده‌های نشان داد تفاوت معناداری بین دو حالت کافئین و دارونما در تغییرات آلفا آمیلاز سرم بین زمان (**p**=۰/۰۰۰۱) و تعامل زمان*مداخله (**p**=۰/۰۰۰۱) وجود دارد. آزمون تحلیل واریانس مکرر نشان داد کافئین باعث افزایش در آلفا آمیلاز سرم در مقایسه با دارونما شد (**p**=۰/۰۱۲). همچنین آلفا آمیلاز سرم در پاسخ به فعالیت ورزشی به طور معنادار کاهش یافت (**p**=۰/۰۱) که این تغییرات در حالت مصرف کافئین نسبت به دارونما تفاوت معناداری مشاهده نشد (**p**=۰/۷۲۳).

همچنین، براساس نتایج آزمون آماری، تفاوت معناداری بین دو حالت کافئین و دارونما در تغییرات لپتین مشاهده نشد (**p**=۰/۲۶۹) و تنها تفاوت بین زمان (**p**=۰/۰۰۲) دیده شد. آزمون تحلیل واریانس مکرر نشان داد کافئین باعث تفاوت معنادار در لپتین در مقایسه با دارونما نشد (**p**=۰/۵۱۷). همچنین لپتین در پاسخ به فعالیت ورزشی به طور معنادار افزایش یافت (**p** =۰/۰۰۰۱) که این تغییرات در حالت مصرف کافئین نسبت به دارونما تفاوت معناداری مشاهده نشد (**p** =۰/۰۶۸).

Copyright ©The authors

http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2023.29001.1588

از طرفی، براساس نتایج تحلیل آماری، افزایش کالری دریافت در طی ۲۴ ساعت بعد از فعالیت ورزشی نسبت به قبل از فعالیت رخ داد اما تفاوت معناداری بین دو حالت کافئین و دارونما در تغییرات کالری دریافتی آزمودنی‌ها در ۲۴ ساعت پیش از و ۲۴ ساعت پس از آزمون مشاهده نشد (**p**=۰/۲۲۹).

جدول ۱. شاخص‌های اندازه‌گیری شده منطبق با معیار ورود تحقیق پیش آزمون (مرد و زن)

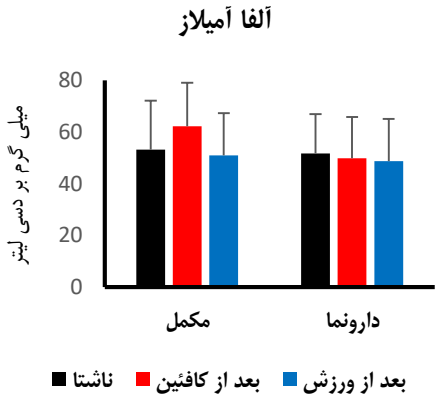
شاخص‌های اندازه‌گیری شده	تعداد	انحراف استاندارد±میانگین
سن (سال)	۱۶	۲۸/۵۶۸±/۵۴۰
وزن (کیلوگرم)	۱۶	۸۶/۸±۱۶/۷۹
قد (سانتی‌متر)	۱۶	۱۶۷/۵۰ ± ۱۱/۴۹۱
شاخص توده بدن (کیلوگرم/مترمربع)	۱۶	۳۱/۲۶ ± ۵/۹۰۷

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای تحقیق در زمان‌های مختلف

متغیرها	گروه	زمان		
		انحراف استاندارد±میانگین		
		ناشتا	پس از مصرف کافئین	پس از مداخله ورزشی
قندخون (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	مکمل	۸۸/±۵۱ ۶/۲۹	۹۸/۶ ± ۶/۶۷ *	۷۸/۸۱ ± ۵/۹۶ *
	دارونما	۹۲/±۳۷ ۸/۴۷	۹۲/۷۵±۷/۶۵	۶۹/۸۷±۹/۴۹
انسولین (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	مکمل	۱۵/۹۰± ۲/۸۸	۶۳/۵±۱۴	۱۳/۲۵± ۵/۵۲
	دارونما	۱۵/۸۳± ۶/۱	۱۳/۲۹±۳/۵۶	۱۳/۰۳± ۳/۴۴
لپتین (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	مکمل	۳۲۴/۲۲±۷۲/۰۴	۳۰۶/۲۸±۶۸/۱۱	۳۷۹/۸۷±۷۶/۵۴
	دارونما	۳۰۹/۱۰± ۱۰۴/۱۶	۳۲۷/۵۵±۹۶/۳۹	۳۵۶/۸۶± ۷۶/۵۵
		۲۴ ساعت پیش از فعالیت ورزشی		۲۴ ساعت پس از فعالیت ورزشی
کالری دریافتی (کیلوکالری)	مکمل	۱۹۴۲/۵۶± ۷۹۵/۹۵		۲۲۲۳/۱۳± ۷۵۹/۷۷
	دارونما	۱۶۸۱/۵۰± ۵۶۲/۷۶		۲۲۸۷/۸۸±۵۸۴/۸۷

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

تفاوت معنادار با دارونما: p < ۰/۰۵



نمودار۱. تغییرات آلفاآمیلاز در سه بازه اندازه‌گیری ناشتا، پس از مصرف کافئین و پس از مداخله فعالیت ورزشی در دو گروه مکمل و دارونما

بحث

این پژوهش با هدف بررسی اثربخشی مصرف مکمل کافئین همراه با فعالیت زیر بیشینه بر آلفا آمیلاز سرم، قندخون، انسولین، لپتین و انرژی دریافتی در افراد چاق و دارای اضافه وزن انجام شد. بر اساس، نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر، با انجام ۳۰ دقیقه فعالیت زیربیشینه با شدت ۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره همراه با مصرف ۲۰۰ میلی‌گرم مکمل کافئین در مقایسه با دارونما کاهش معناداری در سطوح قند خون آزمودنی‌ها مشاهده شد. مقدار کافئین مورد استفاده در این تحقیق با برخی از تحقیقات پیشین متفاوت بود. بطوریکه، در این تحقیق کافئین تجویز شده مقدار ثابت ۲۰۰ میلی گرم در روز بود که مشابه است با میزان دریافتی افراد عادی از مصرف معمول نوشیدنی‌های کافئینی مانند قهوه. یافته تحقیق ما با نتایج دی. پی. زاهاریوا[۱] و همکاران (۲۰۱۵) همسو است که عنوان کردند با مصرف ۶ میلی‌گرم/کیلوگرم از وزن بدن کافئین همراه با انجام فعالیت ورزشی هوازی با شدت ۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی به مدت ۴۵ دقیقه کاهش معناداری در سطوح قند خون مشاهده شد (۱). همچنین، تریس و هایمس[۲] (۱۹۹۵) گزارش کردند که، با مصرف ۵ میلی‌گرم/کیلوگرم کافئین در مقایسه با دارونما قبل از ورزش با شدت ۸۵–۹۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی، میزان گلوکز خون به طور معنی‌داری کمتر بود (۲). این در حالی است که اس جی لی[۳] و همکاران (۲۰۰۵) بیان کردند که مصرف کافئین همراه با ۶۰ دقیقه فعالیت ورزشی می‌تواند باعث افزایش سطح گلوکز خون و کاهش حساسیت به انسولین منجر گردد (۴۳) که با نتایج این تحقیق نا همسو است. همچنین، در چندین پژوهش گزارش شده است که، کافئین سطح گلوکز خون را هنگام انجام تمرینات ورزشی و فعالیت بدنی نیز افزایش می‌دهد بطوریکه میزان قند خون فرد با مصرف ۵ میلی گرم بر کیلوگرم کافئین به طور معناداری افزایش می‌یابد (۳۲, ۴۴–۴۶). در طول فعالیت ورزشی، سطح گلوکاگون به تدریج افزایش می‌یابد که این افزایش گلوکاگون با مدت تمرین مرتبط است بطوریکه در فعالیت‌های طولانی سطح گلوکاگون بیشتر افزایش می‌یابد تا با افزایش برون‌ده گلوکز کبدی، گلوکز خون و نیازهای عضلانی تأمین شود. بنابراین، تفاوت در مدت اجرای تمرین می‌تواند یک دلیل تناقض بین تحقیقات باشد. گلوکاگون در کبد غلظت گلوکز پلاسما را از طریق تحریک گلیکوژنولیز کبدی حفظ می‌کند. بدین ترتیب، دسترسی سلول‌ها به گلوکز بیشتر می‌شود و در نهایت بدین صورت گلوکز پلاسما جهت رفع نیازهای فزاینده‌ی متابولیک حفظ می‌گردد (۵۱, ۵۲). در واقع، با توجه به نتایج این پژوهش مصرف کافئین به تنهایی موجب افزایش قندخون شد که ممکن است موجب افزایش برون‌ده کبدی گلوکز شود (۴۷). تحقیقات نشان می‌دهد که کافئین می‌تواند با افزایش **cAMP** سطوح اپی نفرین را افزایش دهد که این هورمون نیز محرکی برای گلیکوژنولیز کبدی است (۴۸). آپوستولیدویس[۴] و همکاران (۲۰۲۲) گزارش کردند مصرف کافئین باعث افزایش گلوکز خون شد و افزایشی نیز در اپی نفرین مشاهده شد (۴۹). همچنین، در این تحقیق، سطوح انسولین با انجام فعالیت زیر بیشینه با مصرف مکمل کافئین در مقایسه با دارونما کاهش معناداری نشان داد. در تایید نتایج این تحقیق، کنیا مارتینز[۵] و همکاران (۲۰۱۵) عنوان کردند که آزمودنی‌ها با انجام سه شیوه تمرینی متفاوت با شدت کم، متوسط و زیاد هوازی کاهش معناداری در سطوح انسولین مشاهده شد (۵۰). همچنین، نتایج این پژوهش، فرج پور و همکاران (۱۳۹۶) کاهش سطوح انسولین و قند خون با مصرف مکمل کافئین همراه با انجام تمرین ترکیبی هوازی–قدرتی (۳۰ دقیقه تمرین هوازی و ۳۰ دقیقه تمرین قدرتی (۶۵ – ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره و ۷۰ –۷۵ درصد یک تکرار بیشینه) به مدت ۳ هفته گزارش کردند (۳). در واقع، مکانیسم اثرگذاری فعالیت ورزشی بر تغییرات انسولین و قند خون را می‌توان اینگونه توجیه کرد که

[۱] zahareiva D
[۲] Trice.l
[۳] Lee's
[۴] Apostolidis
[۵] Martins.c

Copyright ©The authors

با افزایش فعالیت عضلانی حساسیت سلول‌ها به انسولین افزایش می‌یابد که نیاز به انسولین را کاهش می‌دهد. علاوه‌براین، تغییرات هورمونی و متابولیک در حین تمرین از جمله افزایش سطوح کاتکولامین‌ها، افزایش نیاز به استفاده از منابع انرژی و تولید متابولیت‌های مانند اسید لاکتیک می‌تواند در کاهش ترشح انسولین تاثیرگذار باشد. هنگام فعالیت ورزشی، برای فراخوانی فرآیندهای کاتابولیکی و استفاده از مواد سوختنی، با افزایش رهایش هورمون‌های ضد تنظیمی (مانند گلوکاگون) منجر به سرکوب ترشح انسولین شده و از اعمال هیپوگلیسمی و ضد لیپولیزی آن جلوگیری می‌شود. بطوریکه، فعالیت ورزشی با شدت متوسط (۵۰-۷۵ درصد **Vo2max**)، غلظت کاتکولامین‌ها بین ۴ تا ۶ برابر زمان استراحت می‌رسد (۵۲).

از سوی دیگر، آلفا آمیلاز سرم در طول فعالیت ورزشی زیر بیشینه همراه با مصرف مکمل کافئین به طور معنادار کاهش یافت. با توجه به گزارش آذربایجانی و همکاران (۱۳۸۹)، سطح آلفا آمیلاز بزاقی به طور معناداری در بین جلسات تمرین متفاوت بود و کاهش معناداری بعد از اتمام تمرین بر روی الپتیکال و تردمیل با ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب مشاهده شد (۵۱). عامری و همکاران (۱۴۰۰) نیز گزارش کردند فعالیت ورزشی استقامتی باعث افزایش غلظت آلفاآمیلاز در مردان جوان شد (۵۲). این در حالی است که شواهد اندکی در خصوص تاثیر فعالیت زیربیشینه با شدت ۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره بر سطوح آلفا آمیلاز سرم در افراد چاق و دارای اضافه وزن وجود دارد. لیپی[1] و همکاران (۲۰۱۵) عنوان کردند که با انجام فعالیت ورزشی با شدت ۷۵-۸۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی غلظت آلفا آمیلاز سرم پایه با تغییرات گلوکز خون در طول کارآزمایی همبستگی مثبت داشت (۴). همچنین، شواهد موجود در خصوص تاثیر کافئین بر آلفا آمیلاز سرم مستقل از ورزش وجود دارد که نتایج این تحقیقات حاکی از آن است که مصرف کافئین موجب افزایش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز سرم می‌شود. بطوریکه، ماجا پاجچین[2] و همکاران (۲۰۱۹) عنوان کردند که با مصرف آدامس حاوی ۲۰۰ میلی‌گرم کافئین افزایش معنادار در سطوح آلفا آمیلاز بزاق مشاهده کردند (۵۳). اگرچه، برخی از تحقیقات گزارش کردند با مصرف ۲۰۰ میلی‌گرم و ۴۰۰ میلی میلی‌گرم کافئین در میزان سطوح آلفا آمیلاز بزاقی تفاوت معناداری مشاهده نشد (۴۲). اما این در حالی است که، نتایج این تحقیق نشان داد که آلفا آمیلاز سرم همراه با مصرف مکمل کافئین مستقل از فعالیت ورزشی افزایش معناداری داشت.

از طرفی، در سطوح لپتین تغییر معناداری با مصرف مکمل کافئین همراه با انجام فعالیت زیربیشینه مشاهده شد بطوریکه، پس از ۶۰ دقیقه از مصرف کافئین و سپس ۳۰ دقیقه انجام فعالیت ورزشی زیربیشینه، افزایش در سطوح لپتین مشاهده شد اما از لحاظ آماری در مقایسه با مصرف دارونما این تغییرات معنادار نبود. طبق مطالعات مروری عنوان شده است که شواهد متناقضی در خصوص تاثیر کافئین بر لپتین وجود دارد (۵). لوئیس ای سیمنتال مندیا[3] و همکاران (۲۰۲۳) عنوان کردند که مکمل قهوه تاثیری بر تغییرات سطوح لپتین نداشت (۵۴). همچنین، حقیقی و همکاران (۱۳۹۱) طی یک دوره تمرینات هوازی و مکمل چای سبز بر مقدار لپتین سرمی و مقاومت به انسولین در مردان دارای اضافه وزن و چاق تغییر معناداری در مقدار لپتین و شاخص مقاومت به انسولین ایجاد نمی‌کند (۳). همینطور، ایراندوست و همکاران (۱۳۹۶)، طی پژوهشی با عنوان؛ بررسی تأثیر یک دوره تمرین هوازی ویژه بر میزان هورمون لپتین مردان ورزشکار کاهش معناداری در سطوح لپتین مشاهده کردند (۵۵). گزارشات موجود در خصوص تاثیر فعالیت ورزشی بر لپتین متناقض است که دلیل این تناقضات را مدت فعالیت بدنی و میزان کالری مصرفی عنوان کردند در واقع برای تغییرات در سطوح غلظت لپتین در افراد غیر ورزشکار به فعالیت بدنی بیش از ۶۰ دقیقه و کالری مصرفی بیش از ۸۰۰ کیلوکالری نیاز است (۵۶). که با توجه به نتایج برخواسته از این پژوهش، پس از فعالیت ورزشی افزایش در سطوح کالری دریافتی هم در حالت دارونما و هم حالت کافئین نسبت به ۲۴ ساعت پیش از آزمون مشاهده شد اما این تفاوت بین دو حالت دارونما و کافئین از لحاظ آماری معنادار نبود. که طبق نتایج تحقیق مروری فرشته شهیدی و همکاران (۱۳۹۳) گزارش کردند جهت اثر بخشی فعالیت ورزشی بر میزان کالری دریافتی و سطوح اشتها در افراد غیر فعال می‌بایست مدت فعالیت ورزشی افراد بیش از ۶۰ دقیقه باشد (۵۰). با مقایسه تغییرات لپتین در پاسخ به فعالیت ورزشی و میزان کالری دریافتی در ۲۴ ساعت متعاقب فعالیت ورزشی، به نظر می‌رسد ارتباطی بین تغییرات لپتین در پاسخ به فعالیت ورزشی و میزان مصرف غذا بعد از آن و میل به غذا وجود ندارد. بااینحال، این فرضیه که آیا تغییرات هورمون‌های دخیل در اشتها از جمله لپتین در پاسخ به فعالیت ورزشی تاثیری بر میزان انرژی دریافتی دارد، نیاز به بررسی در تحقیقات آتی دارد.

نتیجه گیری

بطور کلی نتایج تحقیق حاضر نشان داد ۳۰ دقیقه فعالیت زیر بیشینه با شدت ۶۰ درصد ضربان قلب ذخیره همراه با مصرف ۲۰۰ میلی‌گرم مکمل کافئین باعث کاهش سطوح قند خون، آلفا آمیلاز سرم و انسولین شد و تاثیری بر سطوح لپتین نداشت.

[1] Lippi G

[2] Pajcin M

[3] Simental-Mendía LE

Copyright ©The authors

همچنین، پس از فعالیت ورزشی زیر بیشینه افزایش در میزان کالری دریافتی ۲۴ ساعت متعاقب فعالیت مشاهده شد که این افزایش مستقل از مصرف کافئین و دارونما بود.اگرچه پاسخ شاخص‌های متابولیک به فعالیت ورزشی تحت تاثیر کافئین قرار گرفت اما بنظر نمی‌رسد کافئین بر هورمون موثر در اشتهای لپتین و دریافت غذایی متعاقب فعالیت ورزشی تاثیرگذار باشد. بنابراین، بنظر می‌رسد دریافت انرژی بعد از فعالیت ورزشی صرفنظر از مصرف کافئین افزایش می‌یابد که باید در کنترل وزن افراد چاق مورد توجه باشد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از تمام آزمودنی‌های شرکت کننده در مطالعه اعلام می دارد.

تعارض مناقع

در انجام مطالعه ی حاضر نویسندگان هیچ گونه تضاد منافعی نداشتند.

Reference

1. Zaharieva D, Miadovnik L, Rowan C, Gumieniak R, Jamnik V, Riddell M. Effects of acute caffeine supplementation on reducing exercise-associated hypoglycaemia in individuals with Type 1 diabetes mellitus. Diabetic Medicine. 2016;33(4):488-96.
2. Trice I, Haymes EM. Effects of caffeine ingestion on exercise-induced change during high-intensity intermittent exercise. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. 1995;5(1):37-44.
3. Jamali Qarakhanlou B. The effect of four weeks caffeine supplementation with concurrent training on glycemic markers and insulin resistance in serum of girls with overweight. Complementary Medicine Journal. 2017;7(3):1944-57.
4. Lippi G, Salvagno GL, Danese E, Tarperi C, La Torre A, Guidi GC, et al. The baseline serum value of α-amylase is a significant predictor of distance running performance. Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM). 2015;53(3):469-76.
5. da Silva Rolim P, da Costa Matos RA, Von Koenig Soares EdMK, Molina GE, da Cruz CJG. Caffeine increases parasympathetic reactivation without altering resting and exercise cardiac parasympathetic modulation: A balanced placebo design. European Journal of Sport Science. 2019;19(4):490-8.
6. Dewar L, Heuberger R. The effect of acute caffeine intake on insulin sensitivity and glycemic control in people with diabetes. Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews. 2017;11:S631-S5.
7. Bassami M, Ahmadizad S, Rahmani H, Khodamoradi A. The Effect of Resistance Exercise Intensity on Plasma Visfatin Levels and Its Relationship with Insulin Resistance and Related Hormones. Journal of Sport Biosciences. 2015;7(1):31-44.
8. Karimnezhad N, Mahdavi Roshan M, Izaddost F, Shabani R. The simultaneous effects of green coffee and combine exercise training on body composition and glucose homeostasis in obese and overweight women. Journal of Medicinal Plants. 2019;18(72):215-27.
9. Gourcerol G, Coskun T, Craft LS, Mayer JP, Heiman ML, Wang L, et al. Preproghrelin-derived peptide, obestatin, fails to influence food intake in lean or obese rodents. Obesity. 2007;15(11):2643-52.
10. Azarbaijani M, ALIPOUR S, BAKHSHANDEH H, REZAEIAN S, Tojari F. The relation between daily physical activity and obesity in 11-year old girls. 2009.
11. Zarineh F, Avandi SM, Ebrahimi M. The effect of eight weeks high-intensity interval training with milk supplementation on Appetite and Body Composition in obese women. Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology. 2017;4(1):82-90.
12. Hagobian TA, Yamashiro M, Hinkel-Lipsker J, Streder K, Evero N, Hackney T. Effects of acute exercise on appetite hormones and ad libitum energy intake in men and women. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism. 2013;38(999):66-72.
13. Dray C, Daviaud D, Guigné C, Valet P, Castan-Laurell I. Caffeine reduces TNFα up-regulation in human adipose tissue primary culture. Journal of physiology and biochemistry. 2007;63:329-36.
14. Ruhl CE, Everhart JE. Leptin concentrations in the United States: relations with

Copyright ©The authors

24. Agarwal P, Gupta R. Alpha-amylase inhibition can treat diabetes mellitus. Res Rev J Med Health Sci. 2016;5(4):1-8.
25. Mahmood N. A review of α-amylase inhibitors on weight loss and glycemic control in pathological state such as obesity and diabetes. Comparative Clinical Pathology. 2016;25(6):1253-64.
26. Khalil-Moghaddam S, Ebrahim-Habibi A, Pasalar P, Yaghmaei P, Hayati-Roodbari N. Reflection on design and testing of pancreatic alpha-amylase inhibitors: an in silico comparison between rat and rabbit enzyme models. DARU Journal of Pharmaceutical Sciences. 2012;20:1-9.
27. Nakajima K. Low serum amylase and obesity, diabetes and metabolic syndrome: A novel interpretation. World journal of diabetes. 2016;7(6):112.
28. Sweeney P, Levack R, Watters J, Xu Z, Yang Y. Caffeine increases food intake while reducing anxiety-related behaviors. Appetite. 2016;101:171-7.
29. Liu AG, Smith SR, Fujioka K, Greenway FL. The effect of leptin, caffeine/ephedrine, and their combination upon visceral fat mass and weight loss. Obesity. 2013;21(10):1991-6.
30. Rasaei B, Karim NA, Abd Talib R, Noor IM, Karandish M. The effect of simultaneous consumption of coffee caffeine and sleep deprivation on plasma ghrelin and leptin levels. Int J Nutr Sci June. 2019;4(2):88-96.
31. Wu L, Meng J, Shen Q, Zhang Y, Pan S, Chen Z, et al. Caffeine inhibits hypothalamic A1R to excite oxytocin neuron and ameliorate dietary obesity in mice. Nature communications. 2017;8(1):15904.
32. Schubert MM, Irwin C, Seay RF, Clarke HE, Allegro D, Desbrow B. Caffeine, coffee, and appetite control: a review. International journal of food sciences and nutrition. 2017;68(8):901-12.
33. Petridou A, Siopi A, Mougios V. Exercise in the management of obesity. Metabolism. 2019;92:163-9.
34. Balaguera-Cortes L, Wallman KE, Fairchild TJ, Guelfi KJ. Energy intake and appetite-related hormones following acute demographic and anthropometric measures. The American journal of clinical nutrition. 2001;74(3):295-301.
15. Ruhl CE, Everhart JE, Ding J, Goodpaster BH, Kanaya AM, Simonsick EM, et al. Serum leptin concentrations and body adipose measures in older black and white adults. The American journal of clinical nutrition. 2004;80(3):576-83.
16. Mantzoros CS, Moschos SJ. Leptin: in search of role (s) in human physiology and pathophysiology. Clinical endocrinology. 1998;49(5):551-67.
17. Fried SK, Ricci MR, Russell CD, Blandine L. Symposium: Adipocyte function, differentiation and metabolism. J Nutr. 2000;130:3127S-31S.
18. Blum WF, Englaro P, Attanasio AM, Kiess W, Rascher W. Human and clinical perspectives on leptin. Proceedings of the Nutrition Society. 1998;57(3):477-85.
19. Kuczmarski RJ. Leptin concentrations in US adults. Oxford University Press; 2001. p. 277-8.
20. Abaassi Daluee A, Ghanbari Niaki A, Fathi R, Hedayati M. The Effect of a Single Session Aerobic Exercise on Plasma Ghrelin, GH, Insulin and Cortisol in Non-Athlete University Male Students. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism. 2011;13(2):197-201.
21. Khorshidi D, Azizbeigi K, Abedi B. Effect of progressive aerobic training on leptin, insulin, cortisol and testosterone in obese sedentary men. Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences. 2014;19(4):118-27.
22. Campfield LA, Smith FJ, Guisez Y, Devos R, Burn P. Recombinant mouse OB protein: evidence for a peripheral signal linking adiposity and central neural networks. Science. 1995;269(5223):546-9.
23. Kusminski CM, Bickel PE, Scherer PE. Targeting adipose tissue in the treatment of obesity-associated diabetes. Nature reviews Drug discovery. 2016;15(9):639-60.

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

components on the gastrointestinal tract and the brain–gut axis. Nutrients. 2020;13(1):88.
45. Paluska SA. Caffeine and exercise. Current sports medicine reports. 2003;2(4):213-9.
46. Bottoms L, Westhead R, Evans J, Blyth J, Sleet T, Sinclair J. The effects of carbohydrate ingestion on 30 minute rowing time trial performance. Comparative Exercise Physiology. 2014;10(4):247-52.
47. Desbrow B, Biddulph C, Devlin B, Grant GD, Anoopkumar-Dukie S, Leveritt MD. The effects of different doses of caffeine on endurance cycling time trial performance. Journal of sports sciences. 2012;30(2):115-20.
48. Darakjian LI, Kaddoumi A. Physiologically based pharmacokinetic/pharmacodynamic model for caffeine disposition in pregnancy. Molecular pharmaceutics. 2019;16(3):1340-9.
49. Apostolidis A, Mougios V, Smilios I, Frangous M, Hadjicharalambous M. Caffeine supplementation is ergogenic in soccer players independent of cardiorespiratory or neuromuscular fitness levels. Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2020;17(1):31.
50. Martins C, Stensvold D, Finlayson G, Holst J, Wisloff U, Kulseng B, et al. Effect of moderate-and high-intensity acute exercise on appetite in obese individuals. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2015;47(1):40-8.
51. Azarbayjani MA, Fatolahi H, Rasaee MJ, Peeri M, Babaei R. The effect of exercise mode and intensity of sub-maximal physical activities on salivary testosterone to cortisol ratio and α-amylase in young active males. International journal of exercise science. 2011;4(4):283.
52. Ameri M, Ghazalian F, Shakeri N, Akhoond MR. Effect of exercise with mental stress on cortisol and alpha-amylase changes in young men. Middle East Journal of Rehabilitation and Health Studies. 2020;7(1).
53. Pajcin M, White JM, Banks S, Dorrian J, Paech GM, Grant CL, et al. Effects of strategic early-morning caffeine gum administration on association between salivary alpha-amylase and neurobehavioural performance during 50 h of aerobic and resistance exercise. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism. 2011;36(6):958-66.
35. Oh D-H, Lee J-K. Effect of Different Intensities of Aerobic Exercise Combined with Resistance Exercise on Body Fat, Lipid Profiles, and Adipokines in Middle-Aged Women with Obesity. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2023;20(5):3991.
36. Damirchi A, Rahmani-Nia F, Mirzaie B, Hasan-Nia S, Ebrahimi M. Effect of caffeine on metabolic and cardiovascular responses to submaximal exercise in lean and obese men. Biomedical Human Kinetics. 2009;1(2009):31-5.
37. Dorling J, Broom DR, Burns SF, Clayton DJ, Deighton K, James LJ, et al. Acute and chronic effects of exercise on appetite, energy intake, and appetite-related hormones: the modulating effect of adiposity, sex, and habitual physical activity. Nutrients. 2018;10(9):1140.
38. Bérubé-Parent S, Pelletier C, Doré J, Tremblay A. Effects of encapsulated green tea and Guarana extracts containing a mixture of epigallocatechin-3-gallate and caffeine on 24 h energy expenditure and fat oxidation in men. British Journal of Nutrition. 2005;94(3):432-6.
39. Spriet LL. Exercise and sport performance with low doses of caffeine. Sports medicine. 2014;44:175-84.
40. Titlow LW, Ishee JH, Riggs CE. Failure of caffeine to affect metabolism during 60 min submaximal exercise. Journal of sports sciences. 1991;9(1):15-22.
41. Lahman K. The Effect of Caffeine on a Submaximal Exercise Bout. 2017.
42. Klein LC, Whetzel CA, Bennett JM, Ritter FE, Nater UM, Schoelles M. Caffeine administration does not alter salivary α-amylase activity in young male daily caffeine consumers. BMC research notes. 2014;7:1-6.
43. Lee S, Hudson R, Kilpatrick K, Graham TE, Ross R. Caffeine ingestion is associated with reductions in glucose uptake independent of obesity and type 2 diabetes before and after exercise training. Diabetes Care. 2005;28(3):566-72.
44. Iriondo-DeHond A, Uranga JA, Del Castillo MD, Abalo R. Effects of coffee and its

Copyright ©The authors

sleep deprivation. Accident Analysis & Prevention. 2019;126:160-72.

54. Simental-Mendía LE, Simental-Mendía M, Ríos-Mier M. Effects of Coffee Supplementation on Homocysteine and Leptin Levels: A Systematic Review and Meta-analysis of Clinical Trials. Current Pharmaceutical Design. 2023;29(1):30-6.

55. IRANDOOST H, Siahkuhian M, Sadeghi A. The effects of specific aerobic exercise on leptin serum in athletes men. Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology. 2017;4(1):68-73.

56. Shahidi F, Pirhadi S. The effect of physical exercise and training on serum leptin levels. Razi J Med Sci. 2014;21(126):1-14.

Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University