

# Interactive effect of spinning training and capsaicin consumption on body composition and Vo2 max in overweight adolescents

Dana Salar Abdellah Hamid<sup>1</sup>, Allahyar Arabmomeni<sup>2\*</sup>

1. Department of Sports Physiology, Faculty of Physical Education & Sports Sciences, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran
2. Department of Sports Sciences, Faculty of Humanities, Khomeinishahr Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

\* Corresponding author e-mail: arabmomeni@iaukhsh.ac.ir

## Abstract

**Background and Objective:** Being overweight and obese during adolescence is associated with a wide range of complications and an increased risk of sudden occurrence of physical problems, mental disorders, and some cancers. Therefore, the purpose of this study was to investigate the effect of spinning training and capsaicin consumption on body composition and VO2 max in overweight adolescents.

**Materials and Methods:** In this quasi-experimental study, with a pre- and post-test design and a placebo group, 60 overweight teenagers with BMI=26.52±1.38 kg/m<sup>2</sup> were selected purposefully and using a systematic random method were divided into 4 groups of 15 people (Exercise, Supplement, Combined, and Placebo). The spinning training protocol was performed for 10 weeks and 3 sessions per week. Furthermore, supplement and combined groups consumed capsules containing 500 mg of capsaicin extract with the usual breakfast for 10 weeks. The measurement of height, weight, BMI, and Vo2 max was done in two stages, pre-test, and post-test. In order to analyze the data, multivariate covariance, and post hoc Bonferroni tests were used using SPSS26 software at a significant level (P<0.05).

**Results:** The results of the study showed that the exercise and combined (Exercise+Supplement) interventions caused a significant reduction in weight, fat percentage, and BMI of overweight teenagers (p=0.001). In addition, a significant increase in Vo2 max was observed in both exercise and combined training groups (p=0.001). Moreover, the changes caused by the combined group on all variables were significantly more than other groups.

**Conclusion:** These findings indicate the beneficial effects of the interactive effect of spinning exercise and capsaicin consumption on body composition and VO2 max. Therefore, using spinning exercises and capsaicin herbal supplements is recommended as a suitable method to lose weight in overweight teenagers.

**Keywords:** Spinning exercise, Capsaicin, Body composition, VO2 max, Adolescents

Received: Sep 13, 2023

Revised: Dec 13, 2023

Accepted: Dec 27, 2023

**How to cite this article:** Salar Abdellah Hamid D, Arabmomeni A. Interactive effect of spinning training and capsaicin consumption on body composition and Vo2 max in overweight adolescents. Daneshvar Medicine 2024; 31(5):49-61. 10.22070/DANESHMED.2024.18179.1394

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non Commercial License 4.0 (CCBYNC), where it is permissible to download, share, remix, transform, and buildup the work provided it is properly cited. The work cannot be used commercially without permission from the journal.

## بررسی تأثیر تعاملی تمرین اسپینینگ و مصرف کپسایسین بر ترکیب بدن و Vo2max نوجوانان دارای اضافه وزن

دانا سالار عبدالله حمید<sup>۱</sup>، الله یار عرب مومنی<sup>۲\*</sup>

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران
۲. گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد خمینی شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران

Email: arabmomeni@iaukhsh.ac.ir

\*نویسنده مسئول: الله یار عرب مومنی

### چکیده

**مقدمه و هدف:** اضافه وزن و چاقی در دوران نوجوانی با طیف گسترده‌ای از عوارض و افزایش خطر بروز ناگهانی مشکلات جسمی، اختلالات روانی و برخی سرطان‌ها همراه است. مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر تعاملی تمرین اسپینینگ و مصرف کپسایسین بر ترکیب بدن و Vo2max نوجوانان دارای اضافه وزن انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه نیمه‌تجربی، با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون و گروه دارونما، ۶۰ نوجوانان دارای اضافه وزن (میانگین سن:  $14 \pm 1/14$  سال؛ وزن:  $34 \pm 3/37$  کیلوگرم؛  $BMI=26.52 \pm 1.38$  کیلوگرم بر مترمربع)، به شیوه هدفمند انتخاب و با استفاده از روش تصادفی به ۴ گروه همگن ۱۵ نفری (تمرین، مکمل، ترکیبی و دارونما) تقسیم شدند. پروتکل تمرینی اسپینینگ به مدت ۱۰ هفته و هر هفته ۳ جلسه انجام شد. همچنین آزمودنی‌های گروه‌های مکمل و ترکیبی، کپسول حاوی ۵۰۰ میلی‌گرم عصاره کپسایسین را همراه با صبحانه معمول به مدت ۱۰ هفته دریافت کردند. اندازه‌گیری قد، وزن، شاخص BMI، و Vo2max در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون‌های کواریانس چندمتغیری و تعقیبی بنفرونی استفاده شد.

**نتایج:** نتایج مطالعه نشان داد که مداخلات تمرین و ترکیبی (تمرین + مکمل) باعث کاهش معنادار وزن، درصد چربی و شاخص BMI نوجوانان شد ( $P=0/001$ ). با این وجود، مداخله مکمل اگرچه باعث بهبود متغیرها شد، ولی این تغییرات معنادار نبود. علاوه بر این، افزایش معنادار Vo2max در دو گروه تمرین و ترکیبی مشاهده شد ( $P=0/001$ ). همچنین، میانگین تغییرات ایجاد شده ناشی از گروه ترکیبی بر تمام متغیرها به‌طور معناداری بیشتر از گروه‌های تمرین و مکمل به‌نهایی بود.

**نتیجه‌گیری:** این یافته‌ها، بیانگر آثار سودمند تأثیر تعاملی تمرین اسپینینگ و مصرف کپسایسین بر ترکیب بدن و Vo2max نوجوانان است. از این رو، استفاده ترکیبی از تمرینات اسپینینگ و مکمل کپسایسین به‌عنوان یک روش پیشگیری و کاهش وزن مناسب به نوجوانان توصیه می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** تمرین اسپینینگ، کپسایسین، ترکیب بدن، Vo2max، نوجوانان

وصول مقاله: ۱۴۰۲/۰۶/۱۸

اصلاحیه نهایی: ۱۴۰۲/۰۹/۲۸

پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۱۲

## مقدمه

پیشرفت روزافزون فناوری و ماشینی شدن زندگی و ویژگی‌های دنیای مدرن امروزی است. پیامد ماشینی شدن زندگی، فقر حرکتی بوده که از دیدگاه تندرستی از مهم‌ترین مشکلات بشر در زمان حاضر است. فقر حرکتی مشکلات بزرگ‌تری به نام چاقی و اضافه‌وزن را به دنبال دارد که بسیاری از افراد با آن دست‌به‌گریبان هستند. در واقع چاقی را می‌توان سندرم دنیای جدید معرفی کرد که بزرگ‌ترین معضل سلامتی در دنیای صنعتی و مدرن محسوب می‌شود (۱). اضافه‌وزن و چاقی عارضه متابولیکی رو به افزایشی است که نه تنها کشورهای توسعه‌یافته، بلکه کشورهای در حال توسعه را نیز متأثر ساخته است. طبق پیش‌بینی‌های انجام‌شده، شیوع چاقی و اضافه‌وزن رو به افزایش است (۲). اضافه‌وزن و چاقی به علت ترکیبی از عوامل مختلف جسمی، روانی، اجتماعی و یا تعامل آنها ایجاد می‌شود (۳). چاقی در دوران نوجوانی با طیف گسترده‌ای از عوارض و افزایش خطر بروز زودرس مشکلات جسمی مانند بیماری‌های قلبی عروقی، دیابت نوع دو، افزایش فشارخون، بیماری کلیوی و تنفسی، آپنه خواب، اختلالات عضلانی و اسکلتی، سکنه مغزی و برخی از سرطان‌ها همراه است. علاوه‌براین، افراد چاق، به‌جز وزن زیاد و تصویر منفی بدنی، دارای نشاط کمتر، افسردگی، اضطراب و خستگی بیشتر هستند (۴).

یکی از شیوه‌های مطلوب جهت رسیدن به ترکیب بدنی مناسب و سازگاری‌های مطلوب فیزیولوژیک انجام فعالیت‌های بدنی است. اسپینینگ فعالیت ورزشی است که با دوچرخه ثابت اصلاح‌شده اسپینینگ اجرا می‌شود و از محبوبیت زیادی برخوردار است. این ورزش به‌صورت هوازی، مقاومتی، ترکیبی و گروهی همراه با موزیک و هدایت مربی انجام می‌شود و به علت مهیج‌بودن می‌تواند انگیزه زیادی در افراد ایجاد کند که بتوانند تداوم بیشتری در ادامه این ورزش خوشایند داشته باشند. گزارش شده است که این نوع تمرینات با شدت‌های متغیر طی مراحل مختلف، این امکان را فراهم می‌کند که برنامه تمرینی در مقطعی از زمان با شدت بالا اجرا شود و در نتیجه از مزایای تمرینات با شدت بالا بهره‌مند شود و احتمالاً تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر سیستم قلبی عروقی و متابولیسم چربی داشته

باشد (۵). صفرپور و همکاران (۲۰۲۰) بیان کردند تمرینات اسپینینگ، به‌واسطه افزایش مارکر ضدالتهابی *CTRP-3* که در متابولیسم بدن، کبد و بافت چربی نقش دارد، می‌تواند در پیشگیری از بیماری‌های متابولیکی مؤثر باشد (۶). به‌علاوه این تمرینات، می‌تواند یک وضعیت بی‌اشتهایی زودگذر ایجاد کند که برای مدت کمی پس از فعالیت ورزشی احساس گرسنگی را به تعویق اندازد، اما این اثر کوتاه‌مدت است. همچنین در تغییر انرژی مصرفی از طریق تغییر در سیگنال‌های گرسنگی و اشتها و پپتیدهای تنظیمی در سطوح سیگنال‌های کوتاه تا بلندمدت افراد چاق و دارای اضافه‌وزن نقش دارد (۷) و موجب سازگاری‌هایی مانند افزایش اکسیداسیون چربی و بهبود تحمل گلوکز می‌شود (۸) و در نتیجه باعث تغییر و بهبود ترکیب بدن و کاهش چربی زیرپوستی می‌شود. ضمن اینکه بخش مهمی از برنامه‌های تمرینی برای کنترل وزن، چاقی و پیشگیری از خطرات ناشی از آن، تمرینات هوازی است. شواهد قوی وجود دارد که نشان می‌دهد فعالیت بدنی، به‌ویژه تمرینات هوازی؛ مانند تمرینات اسپینینگ، به جلوگیری از افزایش وزن و کاهش درصد چربی بدن کمک قابل ملاحظه‌ای می‌کند (۹). اما علی‌رغم مزایای فراوان و محبوبیت جهانی این نوع فعالیت‌های تفریحی، مطالعات اندکی در مورد تأثیر اسپینینگ بر عملکردهای متابولیک انجام شده است.

به نظر می‌رسد، یکی از شاخص‌های فیزیولوژیک مرتبط با عوارض چاقی که می‌تواند، تحت تأثیر تمرینات اسپینینگ و مکمل‌های گیاهی قرار گیرد، حداکثر اکسیژن مصرفی (*VO2max*) باشد (۷). *VO2max* به حداکثر اکسیژنی اشاره دارد که بدن می‌تواند در طول ورزش و فعالیت بدنی از آن استفاده کند. مقدار اکسیژن مصرفی می‌تواند بهترین شاخص برای تعیین میزان آمادگی قلبی و عروقی یا ظرفیت هوازی (استقامت) بدن باشد و با میزان تمرینات هوازی ارتباط مستقیم دارد. از این رو، این شاخص در سازوکارهای مصرف چربی و کاهش وزن درگیر است (۱۰).

به‌منظور پیشگیری از اضافه‌وزن و چاقی، علاوه بر تمرینات ورزشی برنامه‌های رژیم‌ی و مداخله‌های دارویی نیز مورد توجه قرار گرفته است (۱۱). استفاده از برخی گیاهان

نمونه‌ها در مراحل مختلف پژوهش، تعداد ۱۵ نفر در هر گروه در نظر گرفته شد.

معیارهای ورود شامل؛ داشتن سن بین ۱۴ تا ۱۷ سال، نوجوانان پسر، BMI در دامنه ۲۵-۲۹/۹ کیلوگرم بر متر مربع، نداشتن هیچ‌گونه تمرینی با تأکید بر کاهش وزن در طول یک سال گذشته، عدم مصرف هرگونه دارو و مکمل، عدم استعمال دخانیات، نداشتن سابقه بیماری و عفونت اثرگذار بر فاکتورهای ایمنی، نداشتن آسیب حاد در اندام تحتانی در طول ۶ ماه گذشته و نداشتن درد در قسمت تنه و اندام تحتانی و معیارهای خروج شامل؛ غیبت دو جلسه پیاپی در جلسات تمرینی، عدم همکاری مناسب برای انجام مداخله و آسیب‌دیدگی بود.

یک هفته قبل از شروع پروتکل تمرینی و مداخله مصرف مکمل، در یک جلسه توجیهی کلیه برنامه‌ها، مزایا و خطرات احتمالی، شیوه صحیح اجرای تمرینات اسپینینگ و مصرف کپسایسین برای شرکت‌کنندگان توضیح داده شد. همچنین با توجه به مداخله تمرینی در این پژوهش و جلوگیری از اثرات تداخلی با داروها از آزمودنی‌ها درخواست شد که در طول مطالعه از مصرف هر نوع دارو به‌خصوص داروهای کاهش‌دهنده فشارخون اجتناب کنند و در صورت مصرف گزارش کنند. البته قابل ذکر است که در جریان اجرای پژوهش کلیه آزمودنی‌ها تحت نظر پزشک متخصص کنترل شدند تا از بروز هر نوع خطر احتمالی جلوگیری شود. علاوه‌براین، در این جلسه به آزمودنی‌ها اطمینان خاطر داده شد که اطلاعات شخصی آنها در نزد پژوهشگران به‌صورت محرمانه حفظ شده و درنهایت به‌صورت کلی گزارش می‌شود و به آنان این اختیار نیز داده شد که در هر مرحله از تمرین، در صورت عدم تمایل به ادامه همکاری می‌توانند، انصراف دهند. همچنین در پایان این جلسه به همه آزمودنی‌ها فرم‌های مربوطه داده شد تا به‌صورت آگاهانه و داوطلبانه آمادگی خود را برای شرکت در مطالعه اعلام کنند. لازم به ذکر است که تمامی مراحل تحقیق توسط کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان با شناسه اخلاق IR.IAU.KHUISF.REC.1402.219 مورد تأیید قرار گرفت.

دارویی برای ایجاد سازگاری‌های بهینه، می‌تواند در پیشگیری و کنترل چاقی نقش به‌سزایی ایفا کند. یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی با این خاصیت کپسایسین (*Capsaicin*) است. کپسایسین مهم‌ترین ترکیب زیست‌فعال گیاهی در فلفل قرمز بوده که مسئول طعم تند فلفل قرمز و فواید آن برای سلامتی است (۱۲، ۱۳). مطالعات تجربی و بالینی نشان داده است که کپسایسین در افزایش اکسیداسیون لیپیدها، پروتئین‌ها و DNA مؤثرتر از آنتی‌اکسیدان‌های کلاسیک است (۱۴). با این وجود، هنوز آثار سلامتی این مکمل گیاهی به‌طور کامل روشن نشده است.

با عنایت به مطالب عنوان‌شده و محدودیت مطالعات در خصوص اثر تعاملی تمرین و مصرف کپسایسین و با توجه به شیوع گسترده اضافه‌وزن و چاقی بین نوجوانان و افزایش عوارض و بیماری‌های ناشی از آن، شناخت روش‌های مؤثری که بتواند عوامل خطرزا و عوارض ناشی از آن را کاهش دهد، می‌تواند کاربردهای بسیار مهمی از نظر بالینی و سلامتی داشته باشد. در راستای نیل به این مهم، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر تعاملی تمرین اسپینینگ و مصرف کپسایسین بر ترکیب بدن و *VO2max* نوجوانان دارای اضافه‌وزن انجام شد.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش به لحاظ موضوع، تکنیک و روش کار از نوع تحقیقات نیمه‌تجربی و به لحاظ استفاده از نتایج از نوع تحقیقات کاربردی است که به‌صورت میدانی انجام شد. جامعه آماری این پژوهش نوجوانان پسر دارای اضافه‌وزن با دامنه سنی ۱۴ تا ۱۷ سال و با BMI در دامنه ۲۵-۲۹/۹ کیلوگرم بر متر مربع، شهر الدیوانیه عراق بودند که ۶۰ نفر از آنها از طریق فراخوان در گروه‌های اجتماعی به شیوه هدفمند انتخاب شدند و به روش تصادفی سیستماتیک به ۴ گروه ۱۵ نفری (تمرین، مکمل، ترکیبی و دارونما) تقسیم شدند. بر اساس نرم‌افزار جی پاور (*G\* Power* نسخه ۲،۹،۱،۳)، حداقل اندازه نمونه ۵۲ نفر (دوازده نفر در هر گروه) با احتساب آلفای ۵ درصد، بتای ۸۰ درصد و اندازه اثر ۰/۳۰ به دست آمد (۱۵)، ولی با در نظر گرفتن افت

شد. آزمودنی‌های با BMI در دامنه ۲۵-۲۹/۹ کیلوگرم بر متر مربع برای شرکت در مطالعه انتخاب شدند.

### روش اندازه‌گیری چربی زیرپوستی

چربی زیرپوستی آزمودنی‌ها نیز با استفاده از کالیپر لافایت مدل USA.Lafayette Inc.gms/mm2۱۰ به روش اندازه‌گیری چربی زیرپوستی (دونقطه‌ای) و معادله اسلاتر (۱۹۸۸) که توسط لوهمن (۱۹۹۲) بازنویسی شده است، اندازه‌گیری شد (۱۶).

### روش اندازه‌گیری شاخص VO2max

شاخص VO2max با استفاده از آزمون تناوبی ریکاوری یویو (Yo-Yo intermittent recovery test) مرحله ۱ انجام گرفت. این آزمون به این صورت انجام شد که ابتدا دو خط به فاصله ۲۵ متر از یکدیگر و سپس خط استارت با فاصله ۵ متر از خط اول، رسم شد. شرکت‌کننده‌ها با صدای بوق مسیر ۲۰ متری را طی کرده و برمی‌گردند و سپس حدفاصل خط اول تا خط استارت را در زمان ۵ ثانیه برای ریکاوری فعال طی می‌کنند. زمانی که شرکت‌کننده نتوانست دو بار به خط برسد از آزمون حذف و VO2max وی با فرمول  $۳۶/۴ + \text{مسافت دویدن (متر)} \times ۰۰/۰۰۸۴ =$  حداکثر اکسیژن مصرفی (کیلوگرم/وزن بدن/دقیقه) محاسبه شد (۱۷).

### پروتکل تمرینی

در پژوهش حاضر هر دو گروه فعال تحقیق به مدت ۱۰ هفته و هر هفته ۳ جلسه تحت تأثیر تمرینات اسپینینگ رکاب‌زدن دوچرخه با موزیک قرار گرفتند. جلسه تمرینی در دو هفته اول ۴۵ دقیقه و با محدوده ضربان قلب ۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه بود که به‌طور فزاینده هر هفته دو دقیقه به زمان و هر دو هفته ۵ درصد به‌شدت افزوده شد. درنهایت در دو هفته آخر مطالعه، جلسه تمرینی به ۶۰ دقیقه و با محدوده ضربان قلب ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه رسید. این برنامه با حدود ۷ دقیقه گرم‌کردن شروع و ۶ دقیقه سردکردن با حرکات کششی و سبک به پایان رسید (۱۸، ۱۹). تمام تمرینات با نظارت مربی انجام شد تا اطمینان حاصل شود که همه حرکات ورزشی با دقت انجام می‌شود. طبق توصیه کالج طب ورزشی آمریکا برای بهبود

پس از تکمیل پرسش‌نامه پزشکی و آمادگی شرکت در فعالیت بدنی و فرم رضایت کتبی همراه با تعهدات اخلاقی متقابل آزمودنی‌ها و محقق و با توجه به شرایط گزینش داوطلبان که خود شامل رعایت رژیم غذایی، عدم مصرف هرگونه دارو و مکمل، عدم استعمال دخانیات و نداشتن سابقه بیماری بود. سپس آزمودنی‌ها به ۳ گروه آزمایشی؛ تمرین اسپینینگ، مصرف مکمل کپسایسین و ترکیبی (تمرین اسپینینگ و مصرف مکمل کپسایسین) و یک گروه دارونما تقسیم شدند. پروتکل تمرینی به مدت ۱۰ هفته و سه جلسه در هفته اجرا شد. همچنین مصرف مکمل کپسایسین مدت ۱۰ هفته بر اساس برنامه مشخص انجام شد. گروه دارونما در این مدت کپسول حاوی میکروکریستالین سلولز دریافت کردند. کپسول‌ها در دو هر گروه نظر از رنگ، اندازه و شکل یکسان بودند. پیگیری به‌منظور مصرف کپسول‌ها هر هفته انجام می‌شد. به‌علاوه، اندازه‌گیری قد، وزن، شاخص BMI، و VO2max در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام گرفت.

### روش اندازه‌گیری قد، وزن و شاخص توده بدنی (BMI)

برای اندازه‌گیری قد از قدسنج آلمانی، SECA model 210 با دقت ۳ میلی‌متر استفاده شد. بدین صورت که آزمودنی با پای برهنه پشت به نوار قدسنجی که به دیوار چسبانده شده بود، طوری قرار گرفتند که اولاً وزن بدنش به‌طور مساوی روی دو پا تقسیم شود، ثانیاً سر و تنه و پاها در یک راستا قرار گیرد و پشت پاها، باسن و سر فرد دیوار را لمس کند. سپس با استفاده از خط‌کش که روی سر آزمودنی قرار داده می‌شد، در حالت بازدم، قد فرد برحسب سانتی‌متر اندازه‌گیری و ثبت شد. به‌علاوه، برای اندازه‌گیری وزن از ترازوی دیجیتال، KEEP FIT model 6657 ساخت کشور چین استفاده شد. آزمودنی‌ها با لباس سبک و بدون کفش روی ترازوی پزشکی طوری قرار گرفتند که وزنشان روی هر دو پا تقسیم شود. سپس وزن بدن فرد با دقت ۰/۱ کیلوگرم ثبت شد. همچنین شاخص توده بدنی (BMI) آزمودنی‌ها بر اساس اندازه‌گیری‌های قد و وزن انجام شد و برای محاسبه BMI از فرمول  $\text{BMI} = \text{kg}/\text{m}^2$  (وزن به کیلوگرم تقسیم بر توان دوم قد به متر) استفاده

### تجزیه و تحلیل آماری

به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات، از روش‌های آمار توصیفی برای محاسبه شاخص‌های مرکزی و پراکندگی استفاده شد و داده‌ها بر اساس میانگین و انحراف معیار گزارش شدند. از آزمون شاپیروویلک برای بررسی نرمال بودن داده‌ها و از آزمون لوین برای بررسی برابری واریانس استفاده شد ( $p \geq 0/05$ ). علاوه بر این، برای آزمون معناداری تفاوت‌های میانگین گروه‌ها (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) از روش آماری تجزیه و تحلیل کواریانس چندمتغیری و آزمون تعقیبی بنفرونی با استفاده از نرم‌افزار SPSS26 در سطح معناداری 0/05 استفاده شد.

### نتایج

شاخص‌های میانگین و انحراف معیار مربوط به سن، قد، وزن و شاخص توده بدن آزمودنی‌ها در گروه‌های مختلف در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار مربوط به سن، قد، وزن، BMI، درصد چربی و Vo2max آزمودنی‌ها

گروه	تعداد	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	BMI (کیلوگرم بر متر مربع)	درصد چربی	Vo2max (میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه)
تمرین	۱۵	۱۵/۲۱ ± ۱/۵	۱۵۶/۷۵ ± ۶/۴۸	۶۵/۴۰ ± ۴/۷۲	۲۶/۶۹ ± ۲/۸۴	۳۱/۱۲ ± ۹/۳	۳۵/۱۲ ± ۲/۶۷
مکمل	۱۵	۱۵/۶۷ ± ۱/۳	۱۵۶/۷۱ ± ۵/۸۵	۶۴/۲۳ ± ۵/۹۲	۲۶/۲۱ ± ۱/۳۴	۳۲/۱۱ ± ۷/۱۲	۳۴/۸۷ ± ۱/۳
تمرین+مکمل	۱۵	۱۵/۳۱ ± ۱/۶	۱۵۷/۱۹ ± ۵/۸	۶۵/۱۴ ± ۵/۹۲	۲۶/۴۸ ± ۲/۳۰	۳۱/۴۶ ± ۱/۴۵	۳۵/۲۹ ± ۱/۲
دارونما	۱۵	۱۵/۶۵ ± ۱/۴	۱۵۵/۷۳ ± ۶/۴۰	۶۴/۷۰ ± ۵/۵۶	۲۶/۷۳ ± ۲/۷۴	۳۱/۷۸ ± ۴/۲۲	۳۴/۹۸ ± ۱۱/۲

جدول ۲. تغییرات بین گروهی و درون گروهی شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)

گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	تفاوت‌های درون گروهی		تفاوت‌های بین گروهی (آزمون کواریانس)	
			t	p	F	p
تمرین	۲۶/۶۹ ± ۲/۸۴	۲۵/۰۲ ± ۱/۱۴	۴/۱۴	۰/۰۰۱ †		
مکمل	۲۶/۲۱ ± ۱/۳۴	۲۵/۹۹ ± ۱/۹۹	۵/۱۶	۰/۲۱	۲۷/۸۴	
تمرین+مکمل	۲۶/۴۸ ± ۲/۳۰	۲۴/۱۲ ± ۱/۲	۵/۰۸	۰/۰۰۱ †		۰/۵۸
دارونما	۲۶/۷۳ ± ۲/۷۴	۲۶/۱۸ ± ۳/۰۱	۲/۱۰	۰/۲۹		۰/۰۰۱*

†: تفاوت‌های معنادار از پیش‌آزمون به پس‌آزمون؛ \*: تفاوت معنادار بین چهار گروه.

( $P=0/21$ ). علاوه بر این، نتایج جدول نشان می‌دهد که بین گروه‌ها با اندازه اثر 0/58 در میزان BMI نوجوان دارای اضافه‌وزن تفاوت معناداری وجود دارد ( $P=0/001$ ). برای مقایسه دوه‌دوی گروه‌ها از آزمون تعقیبی بنفرونی استفاده شد که نتایج آن در جدول ۳ ارائه شده است.

آمادگی قلبی عروقی شدت تمرینات باید بین ۸۵-۵۰ درصد ضربان قلب ذخیره معادل ۱۷-۱۳ مقیاس درک فشار یعنی شدت سبک تا خیلی سخت باشد (۲۰). شدت تمرینات بر اساس ضربان قلب آزمودنی‌ها از رابطه ضربان قلب پیش‌بین و معادله کارونن برابر ۵۰ تا ۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره برآورد شد. شدت تمرینات پیوسته از طریق ضربان‌سنج پولار (Polar beat، N2965، CE 0537، T31، ساخت فنلاند) در دامنه مذکور کنترل شده و در صورت نیاز به افزایش یا کاهش شدت تمرینات بازخوردهای لازم به آزمودنی‌ها داده می‌شد.

### مداخله مکمل کپسایسین

در پژوهش حاضر آزمودنی‌ها روزانه مکمل کپسایسین را به صورت مکمل غذایی و کپسول حاوی ۵۰۰ میلی‌گرم عصاره کپسایسین با نام تجاری Cayenne محصول شرکت Food Now آمریکا، همراه با صبحانه معمول دریافت کردند.

جدول ۲ تغییرات بین گروهی و درون گروهی شاخص توده بدنی را نشان می‌دهد. بر اساس داده‌های این جدول، تمرین اسپینینگ (گروه تمرین) و تمرین اسپینینگ + مکمل کپسایسین (گروه تمرین+مکمل) بر شاخص توده بدنی (BMI) نوجوان دارای اضافه‌وزن تأثیر کاهشی معناداری دارد ( $P=0/001$ ). با این حال در گروه مکمل، اگرچه کاهش BMI مشاهده می‌شود، ولی این کاهش معنادار نیست.

جدول ۳. نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی برای مقایسه BMI گروه‌ها

گروه	تمرین	مکمل	تمرین+مکمل	دارونما	اختلاف میانگین با گروه دارونما
تمرین	-	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۲*	-۱/۱۶
مکمل	-	-	۰/۰۰۱	۰/۸۳۵	-۰/۱۹
تمرین+مکمل	-	-	-	۰/۰۰۱*	-۲/۰۶

\* تفاوت معناداری با گروه دارونما در سطح  $p < 0/05$ ; \*\* تفاوت معنادار بین دویه‌دوی گروه‌ها در سطح  $p < 0/05$

جدول ۳ نشان می‌دهد که تفاوت معناداری بین گروه دارونما و گروه‌های مداخله "تمرین" و "تمرین+مکمل" وجود دارد ( $P=0/002$  و  $P=0/001$ )، ولی این تفاوت بین گروه‌های مکمل و دارونما معنادار نیست ( $P=0/835$ ). همچنین تفاوت معناداری بین گروه‌های "تمرین و مکمل"؛ "تمرین و تمرین+مکمل"؛ "مکمل و تمرین+مکمل" وجود دارد ( $P=0/001$ ،  $P=0/002$  و  $P=0/003$ ).

جدول ۴. تغییرات بین گروهی و درون‌گروهی درصد چربی (BF%)

گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	تفاوت‌های درون‌گروهی		تفاوت‌های بین‌گروهی (آزمون کوواریانس)	
			t	p	F	P
تمرین	۳۱/۱۲±۹/۳	۲۹/۰۲±۴/۲	۵/۸۴	۰/۰۰۱ †		
مکمل	۳۲/۱۱±۷/۱۲	۳۱/۲۲±۳/۰۹	۶/۲۶	۰/۲۱۴		
تمرین+مکمل	۳۱/۴۶±۱/۴۵	۲۷/۹۹±۲/۰۱	۴/۹۱	۰/۰۰۱ †	۱۸/۹۸۴	۰/۰۰۱*
دارونما	۳۱/۷۸±۴/۲۲	۳۱/۶۵±۵/۱۷	۱/۱۰	۰/۲۹		۰/۵۳

† تفاوت‌های معنادار از پیش‌آزمون به پس‌آزمون؛ \* تفاوت معنادار بین چهار گروه.

جدول ۴ تغییرات بین‌گروهی و درون‌گروهی درصد چربی (BF%) را نشان می‌دهد. بر اساس داده‌های جدول مذکور، تمرین اسپینینگ (گروه تمرین) و تمرین اسپینینگ + مکمل کپسایسین (گروه تمرین+مکمل) بر درصد چربی (BF%) نوجوان دارای اضافه‌وزن تأثیر کاهشی معناداری دارد ( $P=0/001$ ). با این حال در گروه مکمل، اگرچه کاهش BF% مشاهده می‌شود، ولی این کاهش معنادار نیست ( $P=0/21$ ).

علاوه بر این، نتایج جدول نشان می‌دهد که بین گروه‌ها با اندازه اثر ۰/۵۳ در درصد چربی (BF%) نوجوان دارای اضافه‌وزن تفاوت معناداری وجود دارد ( $P=0/001$ ). ( $F=18/984$ ). برای مقایسه دویه‌دوی گروه‌ها از آزمون تعقیبی بنفرونی استفاده شد که نتایج آن در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۵. نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی برای مقایسه درصد چربی بدن گروه‌ها

گروه	تمرین	مکمل	تمرین+مکمل	دارونما	اختلاف میانگین با گروه دارونما
تمرین	-	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۲*	-۲/۵۸
مکمل	-	-	۰/۰۰۱	۰/۱۴۱	-۰/۴
تمرین+مکمل	-	-	-	۰/۰۰۱*	-۳/۶۱

\* تفاوت معناداری با گروه دارونما در سطح  $p < 0/05$ ; \*\* تفاوت معنادار بین دویه‌دوی گروه‌ها در سطح  $p < 0/05$

نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد که تفاوت معناداری بین گروه دارونما و گروه‌های مداخله "تمرین" و "تمرین+مکمل" وجود دارد ( $P=0/002$  و  $P=0/001$ )، ولی این تفاوت بین گروه‌های مکمل و دارونما معنادار نیست ( $P=0/141$ ). همچنین تفاوت معناداری بین گروه‌های "تمرین و مکمل"؛ "تمرین و تمرین+مکمل"؛ "مکمل و تمرین+مکمل" وجود دارد ( $P=0/001$ ،  $P=0/002$  و  $P=0/002$ ).

جدول ۶. تغییرات بین گروهی و درون گروهی حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی لیتر بر کیلوگرم در دقیقه)

گروه	پیش آزمون	پس آزمون	تفاوت‌های درون گروهی		تفاوت‌های بین گروهی (آزمون کوواریانس)	
			t	p	F	P
تمرین	۳۵/۱۲ ± ۲/۶۷	۳۸/۸۲ ± ۱/۹۱	۳/۴۸	۰/۰۰۱ †		
مکمل	۳۴/۸۷ ± ۱/۳	۳۵/۹۴ ± ۲/۱	۴/۳۲	۰/۲۴		
تمرین+مکمل	۳۵/۳۳ ± ۱/۲	۴۰/۱۱ ± ۲/۳	۷/۰۲	۰/۰۰۱ †	۱۵/۵۳	۰/۰۰۱*
دارونما	۳۴/۹۸ ± ۱۱/۲	۳۵/۰۲ ± ۲/۴	۲/۱۱	۰/۷۰		۰/۴۲

†: تفاوت‌های معنادار از پیش آزمون به پس آزمون؛ \*: تفاوت معنادار بین چهار گروه.

جدول ۶ تغییرات بین گروهی و درون گروهی حداکثر اکسیژن مصرفی را نشان می‌دهد. بر اساس داده‌های جدول مذکور، حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه تمرین و گروه تمرین+مکمل افزایش معناداری یافته است ( $P=0/001$ ). با این حال در گروه مکمل، اگرچه افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی مشاهده می‌شود، ولی این افزایش معنادار نیست.

جدول ۷. نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی برای مقایسه حداکثر اکسیژن مصرفی گروه‌ها

گروه	تمرین	مکمل	تمرین+مکمل	دارونما	اختلاف میانگین با گروه دارونما
تمرین	-	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱*	۳/۶۲
مکمل	-	-	۰/۰۰۱	۰/۳۲۴	۰/۷۴
تمرین+مکمل*	-	-	-	۰/۰۰۱*	۵/۱۱

\* تفاوت معناداری با گروه دارونما در سطح  $P \leq 0/05$ ; \*\* تفاوت معنادار بین دویه‌دوی گروه‌ها در سطح  $P \leq 0/05$

نتایج جدول ۷ نشان می‌دهد که تفاوت معناداری بین گروه دارونما و گروه‌های مداخله "تمرین" و "تمرین+مکمل" وجود دارد ( $P=0/001$  و  $P=0/001$ )، ولی این تفاوت بین گروه‌های مکمل و دارونما معنادار نیست ( $P=0/324$ ).

همچنین تفاوت معناداری بین گروه‌های "تمرین و مکمل"، "تمرین و تمرین+مکمل"، "مکمل و تمرین+مکمل" وجود دارد ( $P=0/002$ ،  $P=0/001$  و  $P=0/001$ ).

## بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که مداخلات (تمرین اسپینینگ و تمرین اسپینینگ + مصرف مکمل کپسایسین) اعمال شده در این مطالعه باعث کاهش معنادار وزن، درصد چربی و شاخص BMI نوجوانان دچار اضافه وزن شده است. با این وجود، مداخله مکمل اگرچه باعث کاهش این متغیرها شد، ولی این کاهش معنادار نبود. ضمن اینکه بیشترین تأثیر در تعامل تمرین و مکمل در گروه ترکیبی (تمرین اسپینینگ + مصرف مکمل کپسایسین) ایجاد شد، به طوری که این گروه، پس از ۱۰ هفته مداخله به دسته

وزن طبیعی ( $BMI < 25$ ) رسیدند. همسو با این نتایج، لانگ و همکاران در یک مطالعه متاآنالیز با بررسی تأثیر رژیم گیاه‌خواری همراه با ورزش هوازی بر کنترل قند خون، مقاومت به انسولین و ترکیب بدن گزارش کردند که ترکیبی از مداخلات رژیم گیاه‌خواری و ورزش باعث کاهش وزن بدن، چربی بدن، اندازه محیط کمر و لگن می‌شود. این تغییرات ترکیب بدن را بهبود می‌بخشد (۲۱). علیخانی و همکاران هم نشان دادند، پس از هشت هفته مداخله تمرین و چای سبز، درصد چربی بدن و شاخص توده بدن کاهش معنادار داشتند (۲۲). همچنین، مصطفویان



و همکاران گزارش کردند، تمرین ورزشی و کپسایسین باعث تأثیر بر مسیر قهوه‌ای شدن بافت چربی احشایی در موش‌ها می‌شود (۲۳). در یک مطالعه متاآنالیز دیگر، خدادادی و همکاران تغییرات ترکیب بدن، از جمله توده چربی (FM)، درصد چربی بدن (BF%) و توده بدون چربی (FFM) را بین انواع مختلف برنامه‌های تمرینی ایتروال شدید (HIIT) (دوچرخه‌سواری در مقابل دویدن روی زمین و دویدن روی تردمیل) مقایسه کردند. یافته‌های این مطالعه نشان داد که همه روش‌های HIIT کاهش قابل توجهی در FM ایجاد کرد. با این حال، هیچ تغییری با دویدن روی تردمیل در FM وجود نداشت. به علاوه، کاهش معناداری در BF% با همه روش‌های ترکیبی HIIT در مقایسه با کنترل وجود داشت. با این حال، دویدن روی زمین بیشترین اثر کلی را ایجاد کرد (۲۴).

موفق با این یافته‌ها، چاواریز و همکاران در مقاله‌ای سیستماتیک مطالعات منتشر شده در مورد مزایای تمرین دوچرخه‌سواری داخل سالن را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که دوچرخه‌سواری در داخل سالن می‌تواند ظرفیت هوازی، فشارخون، پروفایل چربی و ترکیب بدن را بهبود بخشد. این پیشرفت‌ها احتمالاً ناشی از یک مداخله مستقل یا ترکیب با سایر مداخلات مانند، تمرینات بدنی با رژیم غذایی حاصل می‌شود (۲۵). علاوه بر این، یون و همکاران هم نشان دادند، تمرینات اسپینینگ و دوچرخه ثابت منجر به تغییرات مثبتی در متغیرهای خونی از جمله کلسترل، لیوپروتئین، ترکیب بدنی و آمادگی جسمانی می‌شود (۱۹). در مطالعه‌ای دیگر، صفرپور و همکاران به بررسی اثر ۶ هفته تمرینات اسپینینگ و دوچرخه ثابت بر سطوح سرمی CTRP-3 و درصد چربی بدن زنان چاق و دارای اضافه‌وزن پرداختند. این محققان گزارش کردند، درصد چربی بدن در گروه اسپینینگ به میزان ۶ درصد و در گروه دوچرخه ثابت به میزان ۴ درصد، کاهش معنادار یافت (۶). کایا و همکاران نیز در مطالعه‌ای تأثیر ۶ هفته تمرین دوچرخه اسپینینگ بر ترکیب بدن زنان را مورد

بررسی قرار دادند. این مطالعه گزارش کرد که در پایان ۶ هفته تمرینات اسپینینگ، تغییرات مثبتی در بسیاری از پارامترهای مربوط با ترکیب بدن مشاهده شد، به طوری که افرادی که دارای اضافه‌وزن بودند، وارد دسته وزن طبیعی و افراد چاق به رده اضافه‌وزن رسیدند (۲۶). با این وجود، روسی و همکاران تأثیر معناداری ناشی از مکمل کپسایسین بر اشتها، اکسیداسیون چربی و مصرف انرژی مشاهده نکردند. این نتایج حاکی از این است که مصرف مکمل کپسایسین حاد همراه با ورزش هوازی تأثیر محدودی بر متغیرهای مورد بررسی دارد (۲۷). به علاوه، اوسان-پرییتو و همکاران در مطالعه‌ای با بررسی تأثیر مصرف دی‌هیدروکپسایسین (کپسینوئید فلفل قرمز) در طول یک دوره تمرین هوازی حاد در مردان دارای اضافه‌وزن و چاق، تفاوت معناداری را در افزایش مصرف انرژی و اکسیداسیون چربی در گروه‌های مختلف مشاهده نکردند (۲۸).

همان‌طور که عنوان شد، در مطالعه حاضر کاهش وزن، درصد چربی و شاخص BMI متعاقب با تمرین اسپینینگ همراه با مصرف مکمل کپسایسین مشاهده شد، این تغییرات احتمالاً با چندین مکانیسم ممکن مرتبط است. تمرین ورزشی از جمله تمرینات هوازی با شدت متوسط در افراد دارای اضافه‌وزن یا چاق، عملکرد میتوکندری، حجم میتوکندری، پروتئین در گردش، تغییرات آنزیم‌های متابولیک عضلات اسکلتی، نسبت شبکه مویرگی به تارهای عضلانی و حساسیت به انسولین را افزایش می‌دهد (۲۹). به علاوه، تمرین ورزشی بیان mRNA کاتابولیک، تغییرات قلبی و تغییرات شریانی را کاهش می‌دهد که منجر به بهبود سلامت قلب و عروق می‌شود. همچنین کپساید می‌تواند با تنظیم بیان PPAR $\gamma$  و UCP-1، چربی‌زایی در پیش‌آدیپوسیت‌ها و سلول‌های چربی را مهار و با افزایش بیان UCP-1 و PGC-1 $\alpha$ ، بافت BAT (چربی قهوه‌ای) را فعال کند. علاوه بر این، کپسایسین اشتها را سرکوب، سیری را افزایش و مقاومت به انسولین را

وزن استفاده شود (۳۳). پاهو و همکاران هم در مطالعه‌ای با هدف بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرین تناوبی شدید بر شاخص‌های فیزیولوژیک و حداکثر اکسیژن مصرفی در پسران چاق و دارای اضافه‌وزن نتیجه‌گیری کردند که تمرین تناوبی شدید باعث افزایش قابل ملاحظه میزان  $VO_2max$  می‌شود (۳۴). در مطالعه ابراهیم و همکاران نیز گزارش شد که تمرین استقامتی بر افزایش  $VO_2max$  افراد غیرفعال تأثیر معناداری داشته است، اما مصرف سیر همراه با تمرین استقامتی تأثیر مضاعفی بر این شاخص داشت (۳۵). در مطالعه‌ای دیگر، تأثیر تمرین ورزشی بر  $VO_2max$  از دیدگاه مطالعات مختلف در یک پژوهش سیستماتیک و متاآنالیز مورد ارزیابی قرار گرفت. تمام مطالعات مورد بررسی با وجود تفاوت‌هایی در متدولوژی، نوع و شدت تمرین، آزمودنی‌ها و روش‌های ارزیابی نشان دادند که تمرین ورزشی  $VO_2max$  را در تمام شدت‌های تمرینی افزایش می‌دهد (۳۶). مکانیسم‌های متفاوتی در افزایش  $VO_2max$  به دنبال تمرینات اسپینینگ درگیر هستند. ذخایر سوختی درون سلولی (فسفوکراتین، گلیکوژن و تری‌گلیسیرید درون عضلانی) از مهم‌ترین سوبستراهای سیستم‌های تولید انرژی در عضلات اسکلتی هستند. مطالعات نشان داده‌اند استفاده از پروتکل‌های تمرینی مناسب به‌ویژه تمرینات هوازی شدید (مانند تمرینات اسپینینگ) می‌تواند افزایش ذخایر انرژی درون سلولی را به همراه داشته باشد و بر  $VO_2max$  تأثیر بگذارد. به‌علاوه، عوامل قلبی-عروقی مانند حجم پلاسما، غلظت هموگلوبین، برون‌ده قلبی و دیگر شاخص‌های قلبی عروقی مؤثر بر عملکرد هوازی، متعاقب با تمرینات اسپینینگ بهبود می‌یابند و در نتیجه این تغییرات همودینامیکی، شبکه خون‌رسانی عضلات فعال، اکسیژن و مواد مغذی ضروری تأمین خواهد شد. ضمن اینکه افزایش فعالیت آنزیم‌های اکسایشی ناشی از تمرینات منظم ورزشی می‌تواند، واکنش‌های سوخت و سازی و فرایند تولید انرژی در سلول‌ها را تسریع کنند. فعالیت بیشتر این

بهبود می‌بخشد و با تحریک ترشح  $GLP-1$ ، فعال‌کننده رونویسی  $STAT-3$  و افزایش جمعیت باکتری‌های روده و عملکرد در دستگاه گوارش و میکروبیوم روده تعدیل می‌کند (۳۰). این مکانیسم‌های مرتبط با کپسایسین به همراه اجرای تمرینات اسپینینگ منجر به چربی‌سوزی، کاهش وزن و نهایتاً تقویت و ارتقای ترکیب بدنی خواهد شد. البته، تمرینات اسپینینگ به‌تنهایی هم، به دلیل هزینه انرژی بالا و در نتیجه فعال‌شدن مسیر سیگنالی  $AMPK$  که اکسیداسیون چربی را زیاد می‌کند، می‌تواند موجب کاهش درصد چربی بدن شود (۳۱). مکانیسم مهم دیگر در کاهش چربی بدن متعاقب تمرینات ورزشی مانند اسپینینگ، افزایش تولید  $PGC-1\alpha$  است که عامل مهمی در کنترل متابولیسم و افزایش اکسیداسیون چربی است و از چاقی و اضافه‌وزن جلوگیری می‌کند.

دیگر نتایج مطالعه حاضر، افزایش معنادار  $VO_2max$  را در دو گروه تمرین اسپینینگ و تمرین اسپینینگ + مصرف مکمل کپسایسین نشان داد. با این حال در گروه مصرف مکمل کپسایسین، اگرچه افزایش  $VO_2max$  مشاهده شد، ولی این افزایش معنادار نبود. علاوه‌براین تأثیر تمرین اسپینینگ + مصرف مکمل کپسایسین بر  $VO_2max$  به‌طور معناداری بیشتر از تمرین اسپینینگ به‌تنهایی بود. اگرچه مطالعات پیشین نشان داده‌اند که متعاقب با تمرینات منظم ورزشی، به‌ویژه تمرینات هوازی،  $VO_2max$  افزایش می‌یابد، ولی مطالعات محدودی به بررسی تأثیر مکمل‌های گیاهی و یا تأثیر تعاملی تمرین و مکمل گیاهی بر  $VO_2max$  پرداخته‌اند (۳۲). به همین علت جهت اظهار نظر روشن‌تر در این خصوص به مطالعات بیشتری نیاز است.

اریف و آکر در یک مطالعه مروری گزارش کردند که کپسایسین با تأثیر بر مکانیسم‌های درگیر در متابولیسم پایه بر کل انرژی مصرفی، مصرف اکسیژن و اکسیداسیون لیپید مؤثر است. به دلیل این ویژگی‌ها، کپسایسین می‌تواند به‌عنوان درمان کمکی در رژیم‌های غذایی برای کاهش

هفته بر ترکیب بدن و  $VO_2max$  نوجوانان دارای اضافه‌وزن را نشان داد. از این‌رو، استفاده ترکیبی از فعالیت بدنی و مکمل‌های گیاهی مانند کپسایسین با هدف افزایش مصرف انرژی و اکسیداسیون چربی و بهبود  $VO_2max$  به‌عنوان یک روش پیشگیری و درمانی مناسب در بروز اضافه‌وزن و چاقی و عوارض ناشی از آنها به نوجوانان دارای اضافه‌وزن و همه کسانی که به دنبال سبک زندگی سالم هستند توصیه می‌شود.

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از همکاران و به‌خصوص از آزمودنی‌های شرکت‌کننده که در انجام این مطالعه همکاری کردند، نهایت تشکر و قدردانی را داریم.

### ملاحظات اخلاقی

تمامی مراحل تحقیق توسط کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان با شناسه اخلاق IR.IAU.KHUISF.REC.1402.219 مورد تأیید قرار گرفت.

### تعارض و منافع

نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند که هیچ گونه تضادی در منافع وجود ندارد.

آنزیم‌ها، فرایند فسفوریلاسیون اکسایشی و روند تولید انرژی درون‌سلولی را تسریع و تسهیل می‌کند و در نهایت باعث بهبود  $VO_2max$  خواهد شد (۳۷). اضافه‌براین، فعالیت ورزشی به‌عنوان یک محرک خارجی که ارگانسیم را تحت فشار قرار می‌دهد، باعث تحریک مسیرهای پیام‌رسانی درون‌سلولی برای افزایش بیوژنز میتوکندریایی می‌شود. مسیر پیام‌رسانی AMPK/PGC-1a یکی از مهم‌ترین مسیرهای پیام‌رسانی افزایش بیان ژن‌های بیوژنز میتوکندریایی است که در پاسخ به تمرین ورزشی هوازی و تناوبی با شدت بالا، دچار تنظیم افزایشی می‌شود. تراکم میتوکندریایی بیشتر و فعالیت زیاد آنزیم‌های میتوکندریایی می‌تواند در سوخت و ساز بهتر چربی‌ها و کربوهیدرات‌ها شرکت کند و فرایند بازسازی و تولید ATP از راه فسفوریلاسیون اکسایشی را بهبود بخشد. نتیجه این سازگاری‌ها، ذخایر میتوکندریایی بیشتر همواره با بهبود  $VO_2max$  خواهد بود (۳۸).

مطالعه حاضر دارای محدودیت‌هایی بود که در تعمیم نتایج باید به آن توجه شود. این مطالعه روی نوجوانان پسر دچار اضافه‌وزن انجام شد؛ بنابراین در تعمیم نتایج آن به جنسیت و شرایط دیگر باید احتیاط کرد. ضمن اینکه مدت اجرای این مطالعه ۱۰ هفته بود، شاید دوره‌های طولانی‌تر آثار بارزتری داشته باشند.

### نتیجه‌گیری

به‌طور خلاصه، نتایج مطالعه حاضر آثار سودمند تأثیر تعاملی تمرین اسپینینگ و مصرف کپسایسین به مدت ۱۰

### منابع

1. Silva LO, Silva P, Nogueira AMOC, Silva MB, Luz GCP, Narciso FV, et al. Valuation of exercise-induced bronchospasm assessed by Peak Flow Meter in obese adolescents. *RBME J* 2011; 17(6): 389-91.
2. Sood A, Sundararaj P, Sharma S, Kurpad AV, Muthayya S. BMI and body fat percent: affluent adolescent girls in Bangalore City. *Indian Pediatr* 2007;44(8):587-91. PMID: 17827634.
3. Wang wm, Li sm, Du fm, Zhu zc, Zhang jc, Li yx. Ghrelin and obestatin levels in hypertensive obese patients. *The Journal of International Medical Research* 2014;42(6):1202-8.
4. Seyedamini B, Malek A, Ebrahimi-Mameghani M, Tajik A. Correlation of obesity and overweight with emotional-behavioral problems in primary school age girls in tabriz, iran. *Iran J Pediatr* 2012;22(1):15-22 .
5. Kang J, Chaloupka EC, Mastrangelo MA, Hoffman JR, Ratamess NA, O'Connor E. Metabolic and perceptual responses during Spinning cycle exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2005;37(5):853-9 .

6. Safarpour Z, Nayebifar S, Nikoofar M. Effect of 6 weeks of spinning and stationary bicycle trainings on serum levels of CTRP3 and PBF in overweight and obese women. *Feyz* 2020; 24 (6):639-648. [in Persian.]
7. Mabhout Moghadam T, Mosaferi Ziaaldini M, Fathi M, Attarzadeh Hoseini S. R. Review the effect of hgh intensity interval training on obesity- Related Hormones. *Researches in Sport Sciences and Medical Plants* 2020; 1(1): 1-18. [in Persian.]
8. Zhang H, Tong TK, Qiu W, Wang J, Nie J, He Y. Effect of high intensity interval training protocol on abdominal fat reduction in overweight chinese women. *Kinesiology* 2015;47(1):57-66 .
9. Jakicic JM, Powell KE, Campbell WW, Dipietro L, Pate RR, Pescatello LS, Collins KA, Bloodgood B, Piercy KL; 2018 PHYSICAL ACTIVITY GUIDELINES ADVISORY COMMITTEE\*. Physical Activity and the Prevention of Weight Gain in Adults: A Systematic Review. *Med Sci Sports Exerc* 2019;51(6):1262-1269 .
10. Sartor F, Vernillo G, de Morree HM, Bonomi AG, La Torre A, Kubis HP, Veicsteinas A. Estimation of maximal oxygen uptake via submaximal exercise testing in sports, clinical, and home settings. *Sports Med* 2013;43(9):865-73 .
11. Carter R, Chevront SN, Wray DW, Kolka MA, Stephenson LA, Sawka MN. The influence of hydration status on heart rate variability after exercise heat stress. *Journal of Thermal Biology* 2005; 30(7):495-502 .
12. Duncker DJ, Bache RJ. Regulation of coronary blood flow during exercise. *Physiol Rev* 2008; 88(3):1009-86 .
13. Gomes MdR, Tirapegui J. [Relation of some nutritional supplements and physical performance]. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion* 2000; 50 (4):317-29.
14. Yoshioka M, St-Pierre S, Suzuki M, Tremblay A. Effects of red pepper added to high-fat and high-carbohydrate meals on energy metabolism and substrate utilization in Japanese women. *Br J Nutr* 1998;80(6):503-10 .
15. Faul F, Erdfelder E, Lang A-G, Buchner A. G\* Power 3: A Flexible statistical power analysis program for the social, Behavioral, And Biomedical Sciences. *Behav. Res. Methods* 2007; 39(2): 175-191 .
16. Koozehchian MS, Nazem F, Kreider RB, Roberts WJ, Best TM, Rong Y, et al. The role of exercise training on lipoprotein profiles in adolescent males. *Lipids in Health Anddisease* 2014;13(1):95.
17. Bangsbo J, Laia F.M, Krstrup P. The Yo-Yo intermittent recovery test. *Sports Medicine* 2008; 38(1), 37-51.
18. Hornberg K, Angstrom L, Wallberg-Jonsson S. Benefits of spinning exercise on cardiovascular risk factors in rheumatoid arthritis: a pilot study. *Cardiopulmonary Physical Therapy Journal* 2014;
19. Yoon J-G, Kim S-H, Rhyu H-S. Effects of 16-week spinning and bicycle exercise on body composition, physical fitness and blood variables of middle school students. *Journal of Exercise Rehabilitation* 2017;13(4):40 .
20. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43(7):1334-59 .
21. Long Y, Ye H, Yang J, Tao X, Xie H, Zhang J, Zhong Y, Wang M. Effects of a vegetarian diet combined with aerobic exercise on glycemic control, insulin resistance, and body composition: a systematic review and meta-analysis. *Eat Weight Disord* 2023;28(1):9 .
22. Alikhani S, Etemad Z, Azizbeigi K. Benefits of Spinning Training and Green Tea on Risk Factors of Cardiovascular in Overweight Women. *Payavard* 2021; 15 (3) :212-223.
23. Mostafavian M, Abdi A, Mehrabani J, Barari A. Synergistic Effects of aerobic training and capsaicin on FNDC5 gene expression and Irisin protein level of visceral adipose tissue in Rat Fed a High-Fat Diet. *Metabolism and Exercise* 2020; 10(2).
24. Khodadadi F, Bagheri R, Negaresh R, Moradi S, Nordvall M, Camera DM, Wong A, Suzuki K. The Effect of high-intensity interval training type on body fat percentage, fat and fat-free mass: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. *Journal of Clinical Medicine* 2023; 12(6):2291 .
25. Chavarrias M, Carlos-Vivas J, Collado-Mateo D, Pérez-Gómez J. Health Benefits of Indoor Cycling: A Systematic Review. *Medicina (Kaunas)* 2019;55(8):452 .
26. Kaya F, Nar D, Erzeybek MS. Effect of spinning cycling training on body composition in women. *Educ Train Educ Train* 2018;6(4):154 .
27. Rossi PAQ, Lira FS, Bezerra VR, Clark NW, Fukuda DH, Panissa VLG. Acute response to capsiate supplementation at rest and during exercise on energy intake, appetite, metabolism, and autonomic function: A randomized trial. *J Am Nutr Assoc* 2022;41(6):541-550 .
28. Osuna-Prieto FJ, Acosta FM, Perez de Arrilucea Le Floch UA, Riquelme-Gallego B, Merchan-Ramirez E, Xu H, De La Cruz-Márquez JC, et al. Dihydrocapsiate does not increase energy expenditure nor fat oxidation during aerobic exercise in men with overweight/obesity: a randomized, triple-blinded, placebo-controlled, crossover trial. *J Int Soc Sports Nutr* 2022;19(1):417-436 .
29. Zheng J, Zheng S, Feng Q, Zhang Q, Xiao X. Dietary capsaicin and its anti-obesity potency: from mechanism to clinical implications. *Biosci Rep* 2017;37(3):BSR20170286 .
30. Wedell Neergaard AS, Lehrskov LL, Christensen RH, Legaard GE, Dorph E, Larsen MK, et al. Exercise-induced changes in visceral

- adipose tissue mass are regulated by IL-6 signaling: A randomized controlled trial. *Cell Metabolism* 2019; 29(4): 844-55.
31. De Melo Dos Santos R, E Costa FC, Saraiva TS, Callegari B. Muscle fatigue in participants of indoor cycling. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal* 2017; 7(1): 173-9.
  32. Gao J, Yu L. Effects of concurrent training sequence on VO<sub>2</sub>max and lower limb strength performance: A systematic review and meta-analysis. *Front Physiol* 2023;14:1072679 .
  33. Arif Icer M, Acar Tek N. Effects of red pepper, ginger, and turmeric on energy metabolism: Review of Current Knowledge. *Altern Ther Health Med* 2023;29(3):81-87 .
  34. Paaho A, Tadibi V, Behpour N. The effect of 12 weeks of intense interval training on the levels of total cholesterol, triglyceride, high and low density lipoprotein, testosterone to cortisol ratio, maximal oxygen consumption and body composition in obese and overweight boys. *Research in Sports Biology* 2014; 18(17): 85-103 .
  35. Ebrahim K, Ahmadi zadeh S, Ghanimati R, Bagheri A, Sheykhi S, Ghanimati M. The effect of endurance training and garlic supplementation on VO<sub>2</sub>max in non- active men. *Applied Research in Sport Management* 2012; 1(2): 11-18 .
  36. Emmet C, Cormac P, Brian P, Robert W. The effect of exercise training intensity on VO<sub>2</sub>max in healthy adults: An overview of systematic reviews and meta-analyses". *Translational Sports Medicine* 2022; 1-10.
  37. Mohajan D, Mohajan H. Long-Term regular exercise increases  $\dot{V}O_{2max}$  for cardiorespiratory fitness. Published in: *Innovation in Science and Technology* 2023; (2)2: 38-43.
  38. Azlan A, Sultana S, Huei CS, Razman MR. Antioxidant, anti-obesity, nutritional and other beneficial effects of different chili pepper: A Review. *Molecules* 2022;27(3):898.