



Research Article

Comparison of the Effect of Concurrent Moderate-Intensity Continuous Training and High-Intensity Interval Training with High-Intensity Interval Training Alone on Body Composition, Cortisol and Mental Health of Overweight 16-19-Year-old Male Students

Fateme Tahsinin¹ , Ali Heidarianpour^{2*} , Elnaz Shokri³

¹ MSc in Exercise Physiology, School of Physical Education, Department of Exercise Physiology, BU-Ali-Sina University, Hamedan, Iran

² Professor of Exercise Physiology, School of Physical Education, Department of Exercise Physiology, BU-Ali-Sina University, Hamedan, Iran

³ PhD in Exercise Physiology, School of Physical Education, Department of Exercise Physiology, BU-Ali-Sina University, Hamedan, Iran

* **Corresponding author:** Ali Heidarianpour, Professor of Exercise Physiology, School of Physical Education, Department of Exercise Physiology, BU-Ali-Sina University, Hamedan, Iran. Email: a.heidarianpour@basu.ac.ir

DOI: [10.61186/jams.28.1.34](https://doi.org/10.61186/jams.28.1.34)

How to Cite this Article:

Tahsinin F, Heidarianpour A, Shokri E. Comparison of the Effect of Concurrent Moderate-Intensity Continuous Training and High-Intensity Interval Training with High-Intensity Interval Training Alone on Body Composition, Cortisol and Mental Health of Overweight 16-19-Year-old Male Students. *J Arak Uni Med Sci.* 2025;28(1): 34-42. DOI: [10.61186/jams.28.1.34](https://doi.org/10.61186/jams.28.1.34)

Received: 20.12.2024

Accepted: 09.04.2025

Keywords:

Moderate-intensity continuous training;
High-intensity interval training;
Cortisol;
Overweight;
Anxiety;
Depression

© 2024 Arak University of Medical Sciences

Abstract

Introduction: Being overweight is associated with increased cortisol secretion, along with heightened anxiety and depression. This study aimed to compare the effect of six weeks of concurrent moderate-intensity continuous training (MICT) and high-intensity interval training (HIIT) with HIIT training alone on body composition, plasma cortisol levels, and anxiety and depression levels in overweight male students.

Methods: In this semi-experimental research, 27 overweight students were selected and randomly divided into three groups: MICT+HIIT concurrent training, HIIT training, and a control group. The MICT group performed 15 minutes of exercise per day at 60-65% of maximum heart rate with an additional 5 minutes every two weeks. The HIIT group performed 3 minutes of running at 70-75% of maximum heart rate, followed by 3 minutes of active rest at 50% of maximum heart rate, with three repetitions in the first two weeks, four repetitions in the second two weeks, and five repetitions in the final two weeks.

Results: Both types of training protocols resulted in reductions in weight, body mass index, cholesterol, low-density lipoprotein, cortisol levels, anxiety, depression, and an increase in high-density lipoprotein ($P < 0.05$). There was no significant difference between the two types of exercise in terms of effectiveness on these variables; however, only peak oxygen consumption and triglycerides were associated with better changes in the MICT+HIIT group.

Conclusions: For overweight male adolescents aiming for weight loss and improved mental health, HIIT alone is sufficient, and adding MICT does not provide additional clinical benefits.

مقایسه تأثیر تمرین همزمان استقامتی - تداومی و استقامتی - تناوبی با تمرین استقامتی تناوبی به تنهایی بر ترکیب بدن، کورتیزول و سلامت روان دانش آموزان پسر ۱۹-۱۶ ساله دارای اضافه وزن

فاطمه تحسینی^۱، علی حیدریان پور^{۲*}، الناز شکری^۳ ID

^۱ کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

^۲ استاد فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

^۳ دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

* نویسنده مسئول: علی حیدریان پور، استاد فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا،

همدان، ایران. ایمیل: a.heidarianpour@basu.ac.ir

DOI: 10.61186/jams.28.1.34

چکیده	تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۳۰
مقدمه: اضافه وزن با افزایش ترشح کورتیزول و به همراه آن افزایش اضطراب و افسردگی همراه است. هدف از این مطالعه، مقایسه اثر شش هفته تمرین همزمان استقامتی-تداومی (MICT) و استقامتی-تناوبی (HIIT) با تمرین HIIT به تنهایی بر ترکیب بدن، سطوح پلاسمایی کورتیزول و سطح اضطراب و افسردگی در دانش آموزان پسر دارای اضافه وزن بود.	تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۲۰
روش کار: در این مطالعه نیمه تجربی، ۲۷ نفر از دانش آموزان دارای اضافه وزن، انتخاب شدند و به صورت تصادفی به ۳ گروه ۹ نفری، تمرین همزمان MICT+HIIT و تمرین HIIT و گروه شاهد تقسیم شدند. تمرین MICT (۱۵ دقیقه در روز با شدت ۶۵ - ۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه و با اضافه بار ۵ دقیقه ای در هر دو هفته) تمرین HIIT (۳ دقیقه دویدن با شدت ۷۵-۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه، ۳ دقیقه استراحت فعال با شدت ۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه، ۳ تکرار در دو هفته دوم و ۵ تکرار در دو هفته آخر) بود.	واژگان کلیدی: تمرین استقامتی-تناوبی؛ تمرین استقامتی-تداومی؛ کورتیزول؛ اضافه وزن؛ اضطراب؛ افسردگی
یافته ها: هر دو نوع پروتکل تمرینی منجر به کاهش وزن، شاخص توده بدنی، کلسترول، لیپوپروتئین با چگالی پایین، کورتیزول، اضطراب و افسردگی و افزایش لیپوپروتئین با چگالی بالا شد ($P < ۰/۰۵$) و تفاوتی بین دو نوع تمرین وجود نداشت؛ تنها اکسیژن مصرفی اوج و تری گلیسیرید در گروه MICT+HIIT با تغییرات بهتری همراه بود.	تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی اراک محفوظ است.
نتیجه گیری: برای نوجوانان پسر دارای اضافه وزن با هدف کاهش وزن و بهبود سلامت روان، انجام تمرینات HIIT به تنهایی کفایت می کند و افزودن تمرینات MICT از نظر بالینی فواید بیشتری برای آنان به همراه نخواهد داشت.	

ارجاع: تحسینی فاطمه، حیدریان پور علی، شکری الناز. مقایسه تأثیر تمرین همزمان استقامتی-تداومی و استقامتی-تناوبی با تمرین استقامتی تناوبی به تنهایی بر ترکیب بدن، کورتیزول و سلامت روان دانش آموزان پسر ۱۹-۱۶ ساله دارای اضافه وزن. *مجله دانشگاه علوم پزشکی اراک* ۱۴۰۴؛ ۲۸ (۱): ۳۴-۴۲.

مقدمه

غیر الکلی، آپنه انسدادی خواب و بسیاری از بیماری های مزمن دیگر نقش دارد (۳). چاقی شکمی همچنین با افزایش طولانی مدت سطوح کورتیزول و به دنبال آن اختلالات روانی خاص همراه است (۴). از سوی دیگر کورتیزول باعث توزیع بافت چربی سفید در ناحیه شکم می شود و علاوه بر آن اشتها را افزایش می دهد (۴) بنابراین یک ارتباط دو سویه بین کورتیزول و چاقی وجود دارد. به دلیل مشکلات روانی و اجتماعی که با اضافه وزن و چاقی همراه است، افرادی که تحت تأثیر این شرایط قرار می گیرند در معرض تبعیض در زندگی شخصی و کاری، عزت نفس پایین و افسردگی هستند (۵). عواقب پزشکی و روانشناختی ناشی از اضافه وزن و چاقی، موجب می شود که این افراد به طور قابل توجهی از خدمات مراقبت های بهداشتی بیشتری بهره برداری کنند. همچنین، این وضعیت منجر به ایجاد

طبق تعریف سازمان بهداشت جهانی (World Health Organization) WHO اضافه وزن و چاقی عبارت است از تجمع غیرطبیعی یا بیش از حد چربی که خطری برای سلامتی ایجاد می کند. شاخص توده بدنی (Body Mass Index) BMI بالای ۲۵ اضافه وزن و بالای ۳۰ چاق محسوب می شود. در سال ۲۰۱۹، تخمین زده می شود که ۵ میلیون مرگ ناشی از بیماری های غیرواگیر به دلیل BMI بالاتر از حد مطلوب بوده است (۱). در سال های اخیر، آمار چاقی و بیماری های ناشی از آن در کشور افزایش یافته است، به طوری که ۷۱ درصد از زنان و مردان ایرانی از عارضه ی اضافه وزن و چاقی رنج می برند (۲). توزیع نامناسب چربی (اضافه وزن و چاقی) در ایجاد دیابت، دیس لیپیدمی، بیماری قلبی، بیماری کبد چرب

کاهش خطر بروز بیماری‌های قلبی و متابولیکی (۲۳) و نیز اهمیت انتخاب روش تمرینی مناسب و با بازده بالا در جهت تعدیل و تنظیم وزن و بهبود سلامت روان نوجوانان پسر، ضرورت تحقیق بر روی پسران نوجوان دارای اضافه‌وزن احساس می‌شود. نتایج حاصل از این تحقیق می‌تواند بینش‌هایی را در مورد انتخاب شیوه تمرینی مناسب ارائه دهد که به بهبود ترکیب بدن و کاهش کورتیزول، افسردگی و اضطراب پسران نوجوان دارای اضافه وزن منجر می‌شود.

روش کار

جامعه پژوهشی تحقیق نیمه تجربی و کاربردی حاضر (با طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون)، دانش‌آموزان پسر دارای اضافه‌وزن دبیرستان‌های شبانه‌روزی شهرستان رزن بودند. در ابتدا با نصب اعلامیه‌های فراخوان، از افرادی که مایل به اجرای تمرین‌های ورزشی برای تعدیل وزن و بهبود وضعیت فیزیولوژیکی خود بودند، دعوت به عمل آمد. آزمودنی‌ها در این پژوهش پرسشنامه‌ای شامل مشخصات فردی، سابقه بیماری، داروی مصرفی، استعمال سیگار و میزان فعالیت روزانه را تکمیل نمودند. از بین ۶۰ نفر از دانش‌آموزان پسر داوطلب، ۲۷ نفر مطابق با معیارهای ورود شامل: محدوده سنی ۱۹-۱۶ سال، دارای اضافه‌وزن (با شاخص توده بدن ۲۵-۲۹/۹ کیلوگرم بر مترمربع)، سالم (عدم کم کاری تیروئید، نداشتن سابقه بیماری قلبی- عروقی، کبدی، کلیوی، ریه و دیابت و نداشتن گزارشی از هر نوع ضایعه‌ی جسمی و ارتوپدی که با اجرای تمرین‌ها تداخل داشته باشد) و غیرفعال (عدم مشارکت در فعالیت‌های ورزشی منظم و سازمان‌یافته) انتخاب شدند.

پس از ارائه توضیحات کامل درباره‌ی روند اجرای پژوهش، فواید و مضرات احتمالی پژوهش، رضایت‌نامه‌ی کتبی از آزمودنی‌ها اخذ گردید. آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در سه گروه ۹ نفر شامل، گروه تمرین همزمان استقامتی- تداومی و استقامتی- تناوبی (HIIT+MICT)، گروه تمرین استقامتی- تناوبی (HIIT) و گروه شاهد (CO) تقسیم شدند.

اندازه‌گیری شاخص‌های آنروپومتریک و نمونه‌های خونی

تمام اندازه‌گیری‌های آنروپومتریک توسط دو معلم باتجربه تربیت بدنی انجام شد. قد آزمودنی‌ها با استفاده از استادیومتر سکا ۲۱۶ ساخت آلمان و وزن بوسیله ترازوی دیجیتال بیور ساخت آلمان اندازه‌گیری شد. BMI از طریق تقسیم وزن به کیلوگرم بر مجذور قد به متر محاسبه شد. اندازه‌گیری دور کمر (WC)، و دور باسن (HC) با استفاده از نوار اندازه‌گیری الاستیک، مطابق با توصیه‌های WHO انجام شد (۲۴). جهت اندازه‌گیری ضربان قلب حین تمرین از ضربان سنج مچی بیور استفاده شد تا شدت تمرین کنترل شده و آزمودنی‌ها در محدوده شدت تعیین شده فعالیت نمایند. زمان فعالیت ورزشی در طول تمرینات از طریق زمان سنج، کرنومتر ورزشی فورتکس با دقت یک‌صدم ثانیه پایش گردید. توده چربی (FM) و درصد چربی بدن (BF) با استفاده از فرمول اسدی و همکاران محاسبه شد که برای کودکان و نوجوانان ایرانی تأیید شده است (۲۵). جهت اندازه‌گیری توده عضلانی از روش استروش Poortmans و همکاران، استفاده شد که در کودکان و نوجوانان تأیید شده است (۲۶). اکسیژن مصرفی اوج (Vo2peak) با یک تست پیاده روی ۶ دقیقه‌ای (6MWT)

هزینه‌های اقتصادی اضافی می‌گردد (۲۶). بنابراین توجه به درمان زود هنگام و پیشگیری از اضافه وزن و چاقی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

مطالعات اخیر نشان داده است که فعالیت بدنی یک راهکار مؤثر در مدیریت اضافه وزن و چاقی است و می‌تواند تأثیر مثبتی بر سلامت جسمی و روانی داشته باشد (۷). فعالیت بدنی یک رفتار سبک زندگی سالم است که باید تا حدی به همه کودکان، نوجوانان و بزرگسالان توانمند معرفی شود (۸). فعالیت بدنی باعث بهبود افسردگی (۹) و اضطراب (۱۰) می‌شود. همچنین فعالیت بدنی نمایه چربی را بهبود می‌بخشد و از طریق افزایش سطح لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL (High-density Lipoprotein) بر حساسیت به انسولین، ضربان قلب در حالت استراحت، فشارخون، برون‌ده قلبی و همچنین متابولیسم لیپید تأثیر مثبتی دارد (۱۱).

در پژوهشی نشان داده شده است که استفاده از ورزش به عنوان یک تکنیک مدیریت استرس، اثرات پیشگیرانه و درمانی بر اضطراب دارد (۱۲). محققان توصیه کرده‌اند که به منظور کاهش افسردگی و اضطراب، یک فرد باید به مدت ۱۵ تا ۳۰ دقیقه و حداقل سه بار در هفته در برنامه‌های ۱۰ هفته‌ای و یا بیشتر شرکت نماید (۱۳). علاوه بر این، یک مطالعه نشان داد که ورزش به طور قابل توجهی بر کاهش سطح کورتیزول تأثیر می‌گذارد (۱۴) و از آنجایی که ارتباط مثبتی بین کورتیزول و اضطراب وجود دارد؛ کاهش کورتیزول می‌تواند در کاهش اضطراب نقش داشته باشد (۱۵).

تحقیقات پیشین تأثیر تمرینات استقامتی- تداومی (Moderate- Intensity Continuous Training) و استقامتی- تناوبی (HIIT (High-Intensity Interval Training) را جداگانه بر روی این شاخص‌ها بررسی کرده و یا این دو نوع تمرین را با یکدیگر مقایسه نموده‌اند (۱۶-۱۸). نتایج مطالعات قبلی نشان داده است که HIIT با بهبود مؤلفه‌هایی مانند VO2 max، آمادگی قلبی- عروقی را به طور قابل توجهی افزایش می‌دهد علاوه بر مزایای قلبی- عروقی، به بهبود سلامت متابولیک، از جمله کنترل قند خون و تنظیم نمایه چربی کمک می‌کند و همچنین بر سلامت روان و بهبود کیفیت زندگی تأثیر دارد (۱۹). برخی بررسی‌ها بیان کرده‌اند که شرح کورتیزول با افزایش شدت تمرین افزایش می‌یابد و دریافتند که غلظت هورمون کورتیزول در جریان ورزش زیر بیشینه با شدت متوسط کوتاه‌مدت کاهش می‌یابد (۲۰). مدت‌زمان تمرین نیز به عنوان عامل اثرگذار بر واکنش هورمون کورتیزول شناخته شده است (۲۱). با توجه به وجود پیشینه مناسب در خصوص تمرینات HIIT در این حوزه، ما فرض کردیم اضافه کردن تمرینات MICT به تمرینات HIIT تأثیر بیشتری بر بهبود ترکیب بدن و سطوح کورتیزول و همچنین سلامت روان پسران نوجوان دارای اضافه وزن خواهد داشت و با توجه به اینکه تاکنون هیچکدام از مطالعات انجام گرفته در ایران و همچنین سایر مطالعات خارجی به بررسی تأثیر تمرینات HIIT و MICT به طور هم‌زمان و مقایسه آن با تمرینات HIIT به تنهایی، بر ترکیب بدن، کورتیزول و سلامت روان نپرداخته‌اند و در این زمینه با خلاء پژوهشی مواجه هستیم؛ مطالعه حاضر را می‌توان به نوعی یکی از پیشگامان در این حوزه دانست که در گسترش ادبیات پژوهشی و دانش موجود مشارکت می‌نماید.

با توجه به نقش چاقی به‌ویژه در دوران نوجوانی و جوانی در وقوع بیماری‌ها و اختلالات مزمن و ناتوان‌کننده (۲۲) و همچنین با تأکید بر توانمندی ورزش و فعالیت بدنی در کنترل وزن در جهت حفظ سلامتی و

طبق قوانین (American Thoracic Society) ATS اندازه‌گیری شد. این آزمون در یک راهرو مسطح ۳۰ متری انجام شد، که در آن از آزمودنی‌ها خواسته شد بیشترین مسافتی که می‌توانند را به صورت رفت و برگشت با سرعت ترجیحی با الگوی پیاده روی (نه دویدن) طی کنند و همچنین با جملات انگیزشی استاندارد تشویق می‌شدند (۲۷). این آزمون قبلاً در پسران نوجوان ایرانی اعتبارسنجی و تأیید شده است (۲۸).

نمونه‌های خونی پس از یک دوره ناشتا بودن ۱۲ ساعته و به فاصله حداکثر ۲ ساعت پس از بیدار شدن، توسط متخصص آزمایشگاه بین ساعت ۸:۳۰ تا ۹:۰۰ صبح جمع‌آوری شد. کورتیزول با روش الکتروکمی لومینسانس (Electrochemiluminescence) توسط دستگاه وایداس ساخت کشور آلمان اندازه‌گیری شد. سطح سرمی کلسترول تام (TC) و تری گلیسیرید (TG) با روش‌های آنزیمی اندازه‌گیری شد (۲۹، ۳۰). تخمین HDL با استفاده از روش توصیف شده توسط بورستین و همکاران (۱۹۷۰) انجام شد (۳۱). در حالی که روش استفاده شده توسط Assmann و همکاران (۱۹۸۴) در تعیین لیپوپروتئین با چگالی کم (LDL) به کار گرفته شد (۳۲). ضربان قلب بیشینه با استفاده از فرمول $MHR = 220 - AGE \pm 10$ به دست آمد.

اندازه‌گیری شاخص‌های روانشناختی

برای سنجش سطح اضطراب آزمودنی‌ها، از پرسشنامه خودگزارشی اضطراب بک (BAI) استفاده شد که برای اندازه‌گیری شدت اضطراب در نوجوانان و بزرگسالان تهیه شده است (۳۳). این پرسشنامه یک مقیاس ۲۱ ماده‌ای است که هر یک از ماده‌های آزمون، یکی از مؤلفه‌های شایع اضطراب شامل: مؤلفه ذهنی، مؤلفه بدنی و مؤلفه هراس را توصیف می‌کند. شیوه امتیازبندی پاسخ‌ها به صورت اصلاً (صفر)، خفیف (یک)، متوسط (دو) و شدید (سه) است. به ترتیب دامنه نمره فرد از ۰ تا ۶۳ می‌تواند در نوسان باشد. کمترین میزان اضطراب آزمودنی صفر و بیشترین آن ۶۳ است. بر اساس سیستم نمره‌گذاری بک، نمره‌های صفرتا ۹ بدون اضطراب و ۱۰ و بیشتر از آن مضطرب در نظر گرفته می‌شود. نمره‌های ۱۰-۱۹ اضطراب خفیف، نمره‌های ۲۰-۲۹ اضطراب متوسط، ۳۰-۳۹ اضطراب نسبتاً شدید و ۴۰-۶۳ اضطراب شدید به شمار می‌روند. استفاده از BAI در نوجوانان دارای اعتبار و پایایی است (۳۴).

افسردگی با استفاده از مقیاس افسردگی مرکز مطالعات اپیدمیولوژیک (Center for Epidemiologic Studies)

(Depression Scale) (CES-D) ارزیابی شد (۳۵). این مقیاس خودگزارشی شامل ۲۰ گویه است که از شرکت کنندگان می‌خواهد که تعداد دفعات مشاهده علائم مرتبط با افسردگی را در هفته گذشته ارزیابی کنند. گزینه‌های پاسخ برای هر مورد از ۰ تا ۳ متغیر است (۰ = به ندرت یا هیچ یک از زمان‌ها، ۱ = مقداری یا کمی زمان، ۲ = متوسط یا بیشتر اوقات، ۳ = بیشتر یا تقریباً همیشه). نمرات از ۰ تا ۶۰ است که نمرات بالا نشان‌دهنده علائم افسردگی بیشتر می‌باشد. نقطه برش تشخیص افسردگی نمره ۱۶ است. این مقیاس یک ساختار با چهار خرده مقیاس (عاطفه افسرده، عاطفه مثبت، علائم جسمی، و مشکلات بین فردی) است در ابتدا در یک نمونه آمریکایی ۱۴ تا ۶۵ ساله شناسایی شد اما استفاده از آن در نوجوانان زیر ۱۸ سال نیز تأیید گردید (۳۶).

پروتکل تمرینی

جلسه اول به اندازه‌گیری شاخص‌های آنروپومتریک و آشنایی آزمودنی‌ها با تمرینات اختصاص داشت. در جلسات بعدی آزمودنی‌های هر گروه، تمرینات ورزشی را مطابق جدول ۱، سه جلسه در هر هفته انجام و تا پایان هفته ششم ادامه دادند. تمرین HIIT ۳ دقیقه دویدن با شدت ۷۵-۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه به همراه ۳ دقیقه استراحت فعال با شدت ۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه صورت گرفت. تعداد تکرارها ۳ تکرار در دو هفته اول، ۴ تکرار در دو هفته دوم و ۵ تکرار در دو هفته آخر می‌باشد. تمرین MICT شامل دویدن به مدت ۱۵ دقیقه که هر دو هفته پنج دقیقه به زمان آن اضافه شد. (دو هفته اول ۱۵ دقیقه، دو هفته دوم ۲۰ دقیقه، دو هفته سوم ۲۵ دقیقه). شدت تمرین نیز ۶۵-۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه در نظر گرفته شد و تا پایان هفته ششم ثابت ماند زیرا مشخصه اصلی تمرینات MICT شدت کمتر، مدت زمان طولانی‌تر و سطح ایمنی بالاتر است (۳۷). در گروه HIIT+MICT فاصله زمانی بین دو نوع تمرین به مدت ۳۰ دقیقه استراحت غیر فعال بود هر جلسه تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن در ابتدای تمرین و ۵ دقیقه سرد کردن در انتهای تمرین بود. گفتنی است گروه شاهد در هیچ برنامه تمرینی شرکت نکردند. تمام شاخص‌های آنروپومتریک، خون‌گیری، و شاخص‌های سلامت روان از همه آزمودنی‌ها در دو مرحله اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری‌های اولیه یک روز قبل از شروع برنامه تمرینی انجام شد و مرحله دوم اندازه‌گیری، ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، در آزمودنی‌های گروه‌های آزمایش و شاهد انجام شد.

جدول ۱. خلاصه پروتکل تمرینی

جلسات تمرینی	گروه تمرینی HIIT+MICT	گروه تمرینی HIIT
جلسه اول (یک روز قبل از شروع برنامه تمرینی)	اندازه‌گیری قد و وزن، Vo2peak و آشنایی با تمرینات	اندازه‌گیری قد و وزن، Vo2peak و آشنایی با تمرینات
هفته اول و دوم	۱۵ دقیقه دویدن با شدت ۶۵-۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه + ۳ دقیقه استراحت غیر فعال + ۳ دقیقه دویدن با شدت ۷۵-۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه به همراه ۳ دقیقه استراحت فعال با شدت ۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه با ۳ تکرار	۳ دقیقه دویدن با شدت ۷۵-۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه به همراه ۳ دقیقه استراحت فعال با شدت ۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه با ۳ تکرار
هفته سوم و چهارم	۲۰ دقیقه دویدن با شدت ۶۵-۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه + ۳ دقیقه استراحت غیر فعال + ۳ دقیقه دویدن با شدت ۷۵-۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه به همراه ۳ دقیقه استراحت فعال با شدت ۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه با ۴ تکرار	۳ دقیقه دویدن با شدت ۷۵-۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه به همراه ۳ دقیقه استراحت فعال با شدت ۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه با ۴ تکرار
هفته پنجم و ششم	۲۵ دقیقه دویدن با شدت ۶۵-۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه + ۳ دقیقه استراحت غیر فعال + ۳ دقیقه دویدن با شدت ۷۵-۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه به همراه ۳ دقیقه استراحت فعال با شدت ۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه با ۵ تکرار	۳ دقیقه دویدن با شدت ۷۵-۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه به همراه ۳ دقیقه استراحت فعال با شدت ۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه با ۵ تکرار

در سطح آمار توصیفی از شاخص‌هایی چون میانگین و انحراف استاندارد و در سطح آمار استنباطی؛ برای تعیین نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون Kolmogorov-Smirnov و برای مقایسه تفاوت میانگین‌ها با توجه به وجود ۳ گروه و اندازه‌گیری ۲ مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون از آزمون آماری تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری (ANOVA) استفاده شد. کلیه داده‌ها در محیط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ (version 20, IBM Corporation, Armonk, NY) در سطح معنی‌داری $0.05 < P$ استفاده شد.

این مطالعه زیر نظر کمیته اخلاق پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی همدان با کد: IR.UMSHA.REC.1400.883 انجام شد.

یافته‌ها

شاخص‌های آنروپومتریکی و نمایه چربی خون شرکت‌کنندگان در ۳ گروه (HIIT، MICT+HIIT، CO) و ۲ مرحله (پیش و پس‌آزمون) در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که وزن، BMI، نسبت دور کمر به باسن، FM، BF، Vo2peak، TC، LDL پس از انجام هر

دو نوع تمرین MICT+HIIT و HIIT کاهش معنی‌دار و HDL افزایش معنی‌دار داشت. در واقع هر دو نوع تمرین تأثیر یکسانی بر شاخص‌های آنروپومتریکی و نمایه چربی داشتند و تنها اختلاف اثرگذاری این دو نوع تمرین تأثیر بیشتر تمرین MICT+HIIT بر Vo2peak و TG بود. شاخص‌های آنروپومتریکی و نمایه چربی خون در گروه شاهد پس از ۶ هفته تغییر معنی‌دار نداشتند به جز دور کمر و سطوح کلسترول تام که در گروه شاهد افزایش معنی‌دار داشتند. جدول ۲ همچنین میانگین سطوح پلاسمایی کورتیزول افراد، قبل و بعد از شش هفته را نشان می‌دهد. تحلیل‌های آماری نشان داد سطوح کورتیزول پس از ۶ هفته تمرین MICT+HIIT و HIIT کاهش معنی‌داری داشت و تفاوتی بین این دو نوع پروتکل وجود نداشت.

جدول ۳، نمرات اضطراب و افسردگی آزمودنی‌ها را در ۳ گروه (HIIT، MICT+HIIT، CO) و ۲ مرحله (پیش و پس‌آزمون) نشان می‌دهد. انجام هر دو نوع تمرین MICT+HIIT و HIIT با کاهش معنی‌دار اضطراب و افسردگی همراه بود در حالیکه در گروه شاهد نمرات اضطراب و افسردگی پس از ۶ هفته تغییر معنی‌داری نداشته است.

جدول ۲. شاخص‌های آنروپومتریکی و نمایه چربی خون شرکت‌کنندگان در ۳ گروه (HIIT، MICT+HIIT، CO) و ۲ مرحله (پیش و پس‌آزمون)

متغیر	مرحله	HIIT	MICT+HIIT	CO
قد (سانتی‌متر)	پیش‌آزمون	۱۵۵/۸±۲۹/۴۸	۱۵۶/۹±۳۷/۱۷	۱۵۶/۱۰±۸۹/۳۱
	پس‌آزمون	۱۵۵/۱۰±۴۸/۹۳	۱۵۶/۹±۷۸/۶۲	۱۵۷/۱۱±۰۷/۲۶
وزن (کیلوگرم)	پیش‌آزمون	۶۰/۴±۷۲/۳۹	۶۱/۳±۵۶/۲۴	۶۰/۳±۴۸/۵۵
	پس‌آزمون	۵۸/۴±۱۹/۷۷ab	۵۹/۳±۳۳/۱۱ab	۶۱/۵±۰۹/۷۲
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	پیش‌آزمون	۲۷/۱±۸۶/۱۸	۲۸/۱±۴۷/۶۸	۲۷/۲±۵۱/۳۹
	پس‌آزمون	۲۶/۱±۳۹/۳۵ ab	۲۷/۱±۱۱/۴۴ab	۲۸/۲±۰۶/۲۳
دور کمر (سانتی‌متر)	پیش‌آزمون	۷۴/۵±۶۷/۳۶	۷۳/۵±۲۲/۸۲	۷۲/۳±۲۴/۵۵
	پس‌آزمون	۷۱/۳±۱۰/۰۸ ab	۷۱/۴±۴۲/۴۴ ab	۷۵/۴±۱۶/۸۳a
دور باسن (سانتی‌متر)	پیش‌آزمون	۹۲/۱±۰۴/۲۴	۹۱/۱±۳۹/۷۳	۹۱/۹±۴۲/۲۲
	پس‌آزمون	۹۰/۱±۸۵/۰۸a	۹۰/۱±۶۶/۴۵	۹۱/۱±۵۱/۶۸
نسبت دور کمر به دور باسن	پیش‌آزمون	۰/۰±۸۳/۱۱	۰/۰±۸۳/۲	۰/۰±۸۱/۱۵
	پس‌آزمون	۰/۰±۷۸/۱۳ ab	۰/۰±۷۹/۰۷ ab	۰/۰±۸۵/۱۱
توده چربی	پیش‌آزمون	۲۲/۵±۸۶/۵۵	۲۳/۶±۴۵/۹۴	۲۲/۴±۱۱/۸۳
	پس‌آزمون	۲۰/۴±۴۹/۲۱ ab	۲۱/۴±۱۷/۷۳ ab	۲۴/۵±۳۴/۱۷
درصد چربی بدن	پیش‌آزمون	۳۱/۲±۲۷/۳۷	۳۱/۳±۶۶/۱۹	۳۲/۴±۳۱/۵۱
	پس‌آزمون	۲۹/۳±۶۵/۰۵ ab	۲۹/۲±۳۱/۵۶ ab	۳۳/۳±۶۴/۶۸
توده عضلانی (کیلوگرم)	پیش‌آزمون	۲۲/۲±۶۴/۱۸	۲۳/۱±۴۸/۷۹	۲۲/۲±۳۴/۵۲
	پس‌آزمون	۲۲/۲±۸۱/۴۴	۲۳/۲±۷۵/۵۸	۲۳/۲±۳۶/۰۶
اکسیژن مصرفی اوج (میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه)	پیش‌آزمون	۳۳/۳±۷۹/۸۰	۳۴/۴±۸۱/۷۸	۳۲/۴±۵۸/۸۵
	پس‌آزمون	۳۵/۳±۵۲/۳۷ ab	۳۸/۴±۶۴/۹۴ abc	۳۱/۴±۰۶/۶۹
تری‌گلیسیرید (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	پیش‌آزمون	۱۴۵/۱۹±۷۳/۵۷	۱۴۳/۱۸±۶۶/۹۸	۱۴۶/۱۴±۷۶/۷۱
	پس‌آزمون	۱۳۰/۱۳±۵۸/۲۶ ab	۱۲۲/۱۶±۱۵/۱۴ abc	۱۴۸/۱۲±۲۳/۵۵
کلسترول تام (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	پیش‌آزمون	۱۹۷/۶±۲۳/۵۱	۱۹۹/۸±۷۰/۴۸	۱۹۸/۷±۰۹/۳۸
	پس‌آزمون	۱۹۴/۷±۲۲/۳۴ ab	۱۹۶/۸±۲۵/۶۳ ab	۱۸۲/۰/۸۸a
لیپوپروتئین با چگالی بالا (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	پیش‌آزمون	۴۱/۳±۵۱/۲۸	۴۲/۳±۴۵/۶۷	۴۱/۳±۷۹/۵۲
	پس‌آزمون	۴۳/۴±۶۶ ab	۴۳/۳±۱۹/۲۹ ab	۴۲/۴±۹۸/۱۱
لیپوپروتئین با چگالی پایین (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	پیش‌آزمون	۱۰۰/۹±۸۸/۱۵	۱۰۳/۸±۲۸/۵۶	۱۰۱/۶±۹۱/۴۴
	پس‌آزمون	۹۵/۸±۲۴/۶ ab	۹۵/۷±۵۳/۲۱ ab	۱۰۲/۷±۶۹/۴۳*
کورتیزول (میکروگرم بر دسی‌لیتر)	پیش‌آزمون	۲۰/۵±۱۲/۱۸	۱۸/۵±۵۵/۱۷	۱۸/۴±۸۶/۷۲
	پس‌آزمون	۱۵/۵±۱۳ ab	۱۳/۴±۶۳/۷۹ ab	۱۸/۴±۲/۹۱

داده‌ها بصورت میانگین ± انحراف استاندارد نشان داده شده است. a: تفاوت معنی‌دار نسبت به مرحله پیش‌آزمون، b: تفاوت معنی‌دار با گروه شاهد، c: تفاوت معنی‌دار با گروه HIIT

جدول ۳. نمرات اضطراب و افسردگی شرکت کنندگان در ۳ گروه (HIIT، MICT+HIIT و CO) و ۲ مرحله (پیش و پس از آزمون)

متغیر	مرحله	HIIT	CO
اضطراب	پیش آزمون	۳۵/۵±۶۱/۰	۳۲/۴±۲۵/۶۶
	پس آزمون	۲۸/۴±۵۷/۴۸	۳۲/۴±۳۴/۵۹
افسردگی	پیش آزمون	۴۰/۳±۳۶/۰۸	۳۸/۳±۶۲/۱۶
	پس آزمون	۲۳/۲±۹۲/۲۷ ab	۴۱/۳±۳۵/۹۷

داده‌ها بصورت میانگین $\pm$ انحراف استاندارد نشان داده شده است. a: تفاوت معنی دار نسبت به مرحله پیش آزمون، b: تفاوت معنی دار با گروه شاهد

بحث

پژوهش حاضر نشان داد، شرکت در برنامه تمرینی HIIT و برنامه ترکیبی MICT+HIIT به مدت ۶ هفته با کاهش معنی دار وزن، BMI، TC، LDL، سطوح کورتیزول، اضطراب و افسردگی و افزایش Vo2peak و HDL همراه بود و تفاوتی بین این نوع پروتکل تمرینی در متغیرهای مذکور مشاهده نشد. تنها برتری تمرینی ترکیبی MICT+HIIT، اثرگذاری بیشتر این پروتکل بر Vo2peak و TG بود.

در ارتباط با ترکیب بدن، دو متآنالیز اخیراً نشان داد که هم MICT و هم HIIT کاهش مشابهی در وزن (بین ۲ تا ۵ کیلوگرم) در نوجوانان مبتلا به چاقی طی یک دوره متوسط ۱۲ هفته‌ای ایجاد کردند (۳۸، ۳۹). شرکت در برنامه‌های تمرینی با سازوکارهای مختلفی ممکن است باعث کاهش وزن و کاهش چربی بدن شود از جمله اینکه ورزش می‌تواند مصرف انرژی را افزایش دهد و تعادل انرژی را تنظیم کند، چربی بدن را کاهش دهد، متابولیسم انسولین را تنظیم کند و متابولیسم لیپیدها را بهبود بخشد (۴۰). علاوه بر این، فراتحلیل میلانوویک و همکاران نشان داد که هم تمرینات HIIT و هم تمرینات MICT می‌توانند باعث بهبود زیادی در VO2max در بزرگسالان سالم ۱۸ تا ۴۵ ساله شوند در حالیکه HIIT در مقایسه با تمرینات استقامتی تأثیر کمتری بر VO2max دارد (۴۱). بنابراین احتمالاً انجام تمرینات MICT در گروه MICT+HIIT باعث شده که این گروه افزایش بیشتری در VO2max نسبت به گروه HIIT تجربه کنند. در همین راستا مک و همکاران اعلام کردند این احتمال وجود دارد که پروتکل‌های تمرینی طولانی‌تر که منجر به تغییرات قابل توجه در آمادگی جسمانی می‌شوند (همچون افزایش Vo2peak در پژوهش حاضر) به طور مطلوب‌تری بر غلظت TG در جمعیت هدف تأثیر بگذارند (۴۲).

در مطالعه حاضر نیز آزمودنی‌های گروه MICT+HIIT مدت طولانی‌تری به نسبت گروه HIIT در حال فعالیت بودند بنابراین احتمالاً به این علت سطوح تری‌گلیسرید در گروه MICT+HIIT کاهش بیشتری داشته است. البته قابل ذکر است با ارزیابی سایر فاکتورهای آمادگی جسمانی می‌توانستیم با اطمینان بیشتری در این خصوص نظر دهیم.

در ارتباط با کورتیزول؛ همسو با نتایج پژوهش حاضر Bell و همکاران (۴۳)، Ben Ounis و همکاران (۴۴)، Budde و همکاران (۴۵) کاهش سطوح کورتیزول را در نتیجه تمرینات بدنی گزارش کرده‌اند. در حالیکه Abdel Kawy و همکاران، افزایش سطوح کورتیزول پس از پروتکل تمرینی HIIT گزارش کردند (۴۶).

نتایج مطالعات قبلی نشان داد که کاهش وزن، کاهش دریافت کالری و حالت کاتابولیک تأثیر بسیار قوی بر محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال و سایر سیستم‌های غدد درون ریز دارد (۴۷)، بنابراین احتمالاً کاهش وزن و BMI، مشاهده شده در گروه‌های تمرینی در طول این مطالعه می‌تواند دلیل

کاهش سطح کورتیزول در این گروه‌ها باشد. فرضیه دیگری برای تبیین کاهش سطوح کورتیزول در پژوهش حاضر، اشاره به این نکته است که در سطح سیستم عصبی مرکزی، نوروپپتیدها و گیرنده‌های کورتیکواستروئیدی (گیرنده‌های گلوکوکورتیکوئیدی و مینرالوکورتیکوئیدی) در مغز و هیپوفیز قدامی نقش عمده‌ای در تنظیم سطح کورتیزول در گردش دارند کاهش حساسیت هیپوفیز در ورزشکاران تمرین کرده استقامتی یکی از مکانیسم‌های کاهش کورتیزول است (۱۴). همچنین، با انجام ورزش منظم سازگاری در هیپوتالاموس و غده فوق کلیوی رخ می‌دهد که در نتیجه باعث کاهش تولید هورمون آزادکننده کورتیکوتروپین و کاهش حساسیت آدرنال به هورمون آدرنوکورتیکوتروپیک می‌شود (۴۸).

در ارتباط با سلامت روان؛ آزمودنی‌های هر دو نوع پروتکل تمرینی کاهش معنی داری را در نمرات اضطراب و افسردگی نشان دادند. همسو با نتایج مطالعه حاضر، برخی محققان اعلام کردند تمرینات HIIT استرس و علائم افسردگی را در دانش آموز ۱۸ تا ۲۵ ساله کاهش می‌دهد (L)، برخی نیز با بررسی مقایسه‌ای شرکت در برنامه تمرینی HIIT و MICT، کاهش اضطراب، استرس و افسردگی را پس از هر دو تمرین HIIT و MICT گزارش نموده‌اند اما مداخله HIIT را در کاهش افسردگی مفیدتر اعلام نمودند (۴۹). در حالیکه اخیراً فراتحلیل انجام شده توسط Gaia و همکاران نشان دادند، تمرینات HIIT علائم افسردگی و اضطراب را در افراد سالم بهبود نمی‌بخشد (۵۰). تفاوت‌های موجود در نتایج می‌تواند به علت تفاوت آزمودنی‌ها (سالم در برابر نوجوانان چاق) باشد. به علاوه یک متآنالیز تأیید کرده است که فعالیت بدنی مزایای قابل توجهی در کاهش علائم افسردگی و اضطراب در میان جمعیت‌های مختلف بزرگسال دارد. این جمعیت‌ها شامل عموم مردم، افراد مبتلا به اختلالات سلامت روان و کسانی که از بیماری‌های مزمن رنج می‌برند، بود (۵۱).

یافته‌ها ثابت می‌کند که ورزش می‌تواند اثرات مفید متعددی بر سلامت جسمی و روانی افراد مبتلا به طیف وسیعی از اختلالات روانی داشته باشد (۵۲). مکانیسم‌های مسئول اثرات احتمالی مهار استرس ورزش هنوز مشخص نیست. قبلاً استدلال می‌شد که مزایای مرتبط با تمرین ممکن است ناشی از انتقال دهنده‌های عصبی، تعدیل‌کننده عصبی و مکانیسم‌های روانی (۵۳)، استرس اکسیداتیو، سایتوکاین‌های پیش التهابی و سایتوکاین‌های ضد التهابی باشد (۵۴). تمرین همچنین ممکن است دمای بدن و گردش خون در مغز را افزایش دهد و بر محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال و واکنش فیزیولوژیکی به استرس تأثیر بگذارد (۱۲). در مطالعات انسانی و حیوانی مشخص شده است که ورزش اثر ضد افسردگی دارد. این امر با تقویت فعالیت میتوکندری در نورون‌های مغز، ترویج آزاد سازی انتقال دهنده‌های عصبی مونوآمین، افزایش سطح فاکتورهای نوروتروپیک، جلوگیری از تولید بیش از حد فاکتورهای التهابی به دست می‌آید (۹). در موش‌ها، نشان داده شده است که ورزش با تغییر سیستم‌های مغزی

تشکر و قدردانی

از همکاری شرکت کنندگان در این مطالعه صمیمانه سپاسگزاریم. این مطالعه با کد ۱۱۶۳۱۳۶ در دانشگاه بوعلی سینا همدان به تصویب رسید.

سهم نویسندگان

ف.ت: اجرای پروتکل تمرین، جمع‌آوری داده‌ها، ع.ج: ارائه ایده برای تحقیق، طراحی، نظارت، راهنمایی، ا.ش: نظارت بر اجرای پروتکل، تجزیه و تحلیل داده‌ها، نگارش و ویرایش نسخه خطی.

تضاد منافع

این مقاله فاقد هرگونه تضاد منافع است.

References

- World Health Organization. Obesity and overweight. [1 March 2024] Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Schwartz MW, Seeley RJ, Zeltser LM, Drewnowski A, Ravussin E, Redman LM, et al. Obesity pathogenesis: an endocrine society scientific statement. *Endocr Rev*. 2017;38(4):267-96. doi:10.1210/er.2017-00111
- Mohamadnejad M, Pourshams A, Malekzadeh R, Mohamadkhani A, Rajabiani A, Asgari AA, et al. Healthy ranges of serum alanine aminotransferase levels in Iranian blood donors. *World J Gastroenterol*. 2003;9(10):2322-4. pmid: 14562401 doi: 10.3748/wjg.v9.i10.2322
- van der Valk ES, Savas M, van Rossum EF. Stress and obesity: are there more susceptible individuals? *Curr Obes Rep*. 2018;7(2):193-203. pmid: 29663153 doi: 10.1007/s13679-018-0306-y
- Purnell JQ. Definitions, Classification, and Epidemiology of Obesity. In: Feingold KR, Anawalt B, Blackman MR, Boyce A, Chrousos G, Corpas E, et al. *Endotext*. South Dartmouth (MA): MDText.com, Inc.; 2000. pmid: 25905160
- Ling J, Chen S, Zahry NR, Kao TA. Economic burden of childhood overweight and obesity: A systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2023;24(2):e13535. pmid: 36437105 doi: 10.1111/obr.13535
- Penedo FJ, Dahn JR. Exercise and well-being: a review of mental and physical health benefits associated with physical activity. *Curr Opin Psychiatry*. 2005;18(2):189-93. pmid: 16639173 doi: 10.1097/00001504-200503000-00013
- DELLIOTT L, Wilson OW, Holland KE, Bopp M. Using exercise as a stress management technique during the COVID-19 pandemic: the differences between men and women in college. *Int J Exerc Sci*. 2021;14(5):1234-46. pmid: 35096245 doi: 10.70252/OYJS9238
- Ma K, Liu J, Fu C, Zhang H, Jia S. Research progress on the intervention effect and mechanism of exercise on depression. *China Sports Technology*. 2020;56(11):13-24.
- Crews DJ, Landers DM. A meta-analytic review of aerobic fitness and reactivity to psychosocial stressors. *Med Sci Sports Exerc*. 1987;19(5 Suppl):S114-20. pmid: 3316910
- Perrone MA, Feola A, Pieri M, Donatucci B, Salimei C, Lombardo M, et al. The effects of reduced physical activity on the lipid profile in patients with high cardiovascular risk during COVID-19 lockdown. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(16): 8858. pmid: 34444607 doi: 10.3390/ijerph18168858
- Jackson EM. Stress relief: The role of exercise in stress management. *ACSM's Health & Fitness Journal*. 2013;17(3):14-9. DOI: 10.1249/FIT.0b013e31828cb1c9
- Guszkowska M. [Effects of exercise on anxiety, depression and mood]. [in Polish]. *Psychiatr Pol*. 2004;38(4):611-20. PMID: 15518309
- Duclos M, Tabarin A. Exercise and the hypothalamo-pituitary-adrenal axis. *Front Horm Res*. 2016;47:12-26. pmid: 27348531 doi: 10.1159/000445149
- Chan, II, Wu AMS. Assessing the Role of Cortisol in Anxiety, Major Depression, and Neuroticism: A Mendelian Randomization Study Using SERPINA6/SERPINA1 Variants. *Biol Psychiatry Glob Open Sci*. 2024;4(3):100294. pmid: 38525495 doi: 10.1016/j.bpsgos.2024.100294
- Song X, Cui X, Su W, Shang X, Tao M, Wang J, et al. Comparative effects of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on weight and metabolic health in college students with obesity. *Sci Rep*. 2024;14(1):16558. doi:10.1038/s41598-024-67331-z
- Javelle F, Bloch W, Borges U, Burberg T, Collins B, Gunasekara N, et al. Eight weeks of high-intensity interval training versus stretching do not change the psychoneuroendocrine response to a social stress test in emotionally impulsive humans. *Eur J Appl Physiol*. 2024;124(10):2893-908. pmid: 38710835 doi: 10.1007/s00421-024-05471-w
- Martínez-Díaz IC, Escobar-Muñoz MC, Carrasco L. Acute effects of high-intensity interval training on brain-derived neurotrophic factor, cortisol and working memory in physical education college students. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(21):8216. pmid: 33172145 doi: 10.3390/ijerph17218216
- Kumar A, Gupta M, Kohat AK, Agrawal A, Varshney A, Chugh A, et al. Impact of High-Intensity Interval Training (HIIT) on patient recovery after myocardial infarction and stroke: a fast track to fitness. *Cureus*. 2024;16(11):e73910. pmid: 39697960 doi: 10.7759/cureus.73910
- Sueya Y. The effect of aerobic exercise on anxiety and secretion of cortisol in young male volleyball players [in Persian]. *Int J Sport Stud*. 2011;15(3):15-21.
- Cho M-H. The strength of motivation and physical activity level during leisure time among youth in South Korea. *Youth & Society*. 2004;35(4):480-94. doi:10.1177/0044118X03258242
- Soori R, Rezaeian N, Salehian O. Effects of interval training on leptin and hormone levels affecting lipid metabolism in young

- obese/overweight men [in Persian]. *Journal of Endocrinology and Metabolism*. 2012;14(3):248-56.
23. Lois K, Valsamakis G, Mastorakos G, Kumar S. The impact of insulin resistance on woman's health and potential treatment options. *Ann N Y Acad Sci*. 2010;1205(1):156-65. **pmid:** 20840268 **doi:** 10.1111/j.1749-6632.2010.05646.x
 24. World Health Organization. WHO Expert Committee on Physical Status: the Use and Interpretation of Anthropometry (1993: Geneva, Switzerland) & World Health Organization. Physical status: the use of and interpretation of anthropometry, report of a WHO expert committee. 1995.[accessed 02 March 2019].
 25. Asadi M, Zare Javid A, Kazemi P, Sharifat M, Samadani M, Bavi Behbahani H. Development and validation of a simple equation to fat mass and percentage of body fat in children and adolescents [in Persian]. *J Kerman Univ Med Sci*. 2024;31(1):8-16.
 26. Poortmans JR, Boisseau N, Moraine J-J, Moreno-Reyes R, Goldman S. Estimation of total-body skeletal muscle mass in children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc*. 2005;37(2):316-22. **pmid:** 15692329 **doi:** 10.1249/01.mss.0000152804.93039.ce
 27. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166(1):111-7. **pmid:** 12091180 **doi:** 10.1164/ajrccm.166.1.at1102
 28. Jalili M, Nazem F. Evaluation of validity and reliability of diagnostic 6 minute walk test (6MWT) in the measurment of cardio-respiratory efficiency with gass exchange analysis in boys [in Persian]. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2017;16(2):209-22. **doi:** 10.22118/jsmj.2017.49246
 29. Allain CC, Poon LS, Chan CS, Richmond W, Fu PC. Enzymatic determination of total serum cholesterol. *Clin Chem*. 1974;20(4):470-5.
 30. Sampson EJ, Demers LM, Krieg AF. Faster enzymatic procedure for serum triglycerides. *Clin Chem*. 1975;21(13):1983-5. **pmid:** 4818200
 31. Burstein M, Scholnick HR, Morfin R. Rapid method for the isolation of lipoproteins from human serum by precipitation with polyanions. *J Lipid Res*. 1970;11(6):583-95. **pmid:** 4100998
 32. Assmann G, Jabs HU, Kohnert U, Nolte W, Schriewer H. LDL-cholesterol determination in blood serum following precipitation of LDL with polyvinylsulfate. *Clin Chim Acta*. 1984;140(1):77-83. **pmid:** 6744629 **doi:** 10.1016/0009-8981(84)90153-0
 33. Beck AT, Epstein N, Brown G, Steer RA. An inventory for measuring clinical anxiety: psychometric properties. *J Consult Clin Psychol*. 1988;56(6):893-7. **pmid:** 3204199 **doi:** 10.1037//0022-006x.56.6.893
 34. Jolly JB, Aruffo JF, Wherry JN, Livingston R. The utility of the Beck Anxiety Inventory with inpatient adolescents. *Journal of anxiety disorders*. 1993;7(2):95-106. **doi:** 10.1016/0887-6185(93)90008-9
 35. Lewinsohn PM, Seeley JR, Roberts RE, Allen NB. Center for Epidemiologic Studies Depression Scale (CES-D) as a screening instrument for depression among community-residing older adults. *Psychology and aging*. 1997;12(2):277. **pmid:** 9189988 **doi:** 10.1037//0882-7974.12.2.277
 36. Blodgett JM, Lachance CC, Stubbs B, Co M, Wu Y-T, Prina M, et al. A systematic review of the latent structure of the Center for Epidemiologic Studies Depression Scale (CES-D) amongst adolescents. *BMC Psychiatry*. 2021;21(1):197. **pmid:** 33874939 **doi:** 10.1186/s12888-021-03206-1
 37. Wu Q, Niu X, Zhang Y, Song J, Chi A. A comparative study of inhibition function between high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training in healthy people: a systematic review with meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(4):2859. **pmid:** 36833556 **doi:** 10.3390/ijerph20042859
 38. Liu J, Zhu L, Su Y. Comparative effectiveness of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training for cardiometabolic risk factors and cardiorespiratory fitness in childhood obesity: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in Physiology*. 2020;11:214. **pmid:** 32308627 **doi:** 10.3389/fphys.2020.00214
 39. Guo Z, Li M, Cai J, Gong W, Liu Y, Liu Z. Effect of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on fat loss and cardiorespiratory fitness in the young and middle-aged a systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(6):4741. **pmid:** 36981649 **doi:** 10.3390/ijerph20064741
 40. Shen TY, Li JH, Huang L, Tang W. Biological mechanism of losing weight by exercise. *Journal of Clinical Rehabilitative Tissue Engineering Research*. 2007;11:3415-8.
 41. Milanović Z, Sporiš G, Weston M. Effectiveness of High-Intensity Interval Training (HIT) and Continuous Endurance Training for VO2max Improvements: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Trials. *Sports Med*. 2015;45(10):1469-81. **pmid:** 26243014 **doi:** 10.1007/s40279-015-0365-0
 42. McCormick CP, Mamikunian G, Thorp DB. The effects of HIIT vs. MICT and sedentary controls on blood lipid concentrations in nondiabetic overweight and obese young adults: a meta-analysis. *Int J Exerc Sci*. 2023;16(3):791-813. **pmid:** 37649465 **doi:** 10.70252/WGFU4000
 43. Bell GJ, Syrotuik D, Martin TP, Burnham R, Quinney HA. Effect of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentrations in humans. *European journal of applied physiology*. 2000;81(5):418-27. **pmid:** 10751104 **doi:** 10.1007/s004210050063
 44. Ben Ounis O, Elloumi M, Zouhal H, Makni E, Lac G, Tabka Z, et al. Effect of an individualized physical training program on resting cortisol and growth hormone levels and fat oxidation during exercise in obese children. *Ann Endocrinol (Paris)*. 2011;72(1):34-41. **pmid:** 20494822 **doi:** 10.1016/j.ando.2010.04.002
 45. Budde H, Voelcker-Rehage C, Pietrassyk-Kendziorra S, Machado S, Ribeiro P, Arafat AM. Steroid hormones in the saliva of adolescents after different exercise intensities and their influence on working memory in a school setting. *Psychoneuroendocrinology*. 2010;35(3):382-91. **pmid:** 19716238 **doi:** 10.1016/j.psyneuen.2009.07.015
 46. Abdel Kawy NS, Hassan ZM, EL Bendary AS, Abdeen HA. Effect of High Intensity Interval Training on Plasma Cortisol Level in Women with Abdominal Obesity. *The Medical Journal of Cairo University*. 2022;90(6):997-1003. **doi:** 10.21608/mjcu.2022.257363
 47. Fichter MM, Pirke KM. Effect of experimental and pathological weight loss upon the hypothalamo-pituitary-adrenal axis. *Psychoneuroendocrinology*. 1986;11(3):295-305. **PMID:** 3786635 **doi:** 10.1016/0306-4530(86)90015-6
 48. Campbell JE, Király MA, Atkinson DJ, D'Souza AM, Vranic M, Riddell MC. Regular exercise prevents the development of hyperglucocorticoidemia via adaptations in the brain and adrenal glands in male Zucker diabetic fatty rats. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2010;299(1):R168-76. **pmid:** 20393161 **doi:** 10.1152/ajpregu.00155.2010
 49. Borrega-Mouquinho Y, Sánchez-Gómez J, Fuentes-García JP, Collado-Mateo D, Villafaina S. Effects of high-intensity interval training and moderate-intensity training on stress, depression, anxiety, and resilience in healthy adults during coronavirus disease 2019 confinement: a randomized controlled trial. *Front Psychol*. 2021;12:643069. **pmid:** 33716913 **doi:** 10.3389/fpsyg.2021.643069
 50. Gaia JWP, Schuch FB, Ferreira RW, Souza EL, Ferreira VMS, Pires DA. Effects of high-intensity interval training on depressive and anxiety symptoms in healthy individuals: A

- systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Scand J Med Sci Sports*. 2024;34(4):e14618. **pmid:** 38566446 **doi:** 10.1111/sms.14618
51. Singh B, Olds T, Curtis R, Dumuid D, Virgara R, Watson A, et al. Effectiveness of physical activity interventions for improving depression, anxiety and distress: an overview of systematic reviews. *Br J Sports Med*. 2023;57(18):1203-9. **pmid:** 36796860 **doi:** 10.1136/bjsports-2022-106195.
 52. Schuch FB, Vancampfort D. Physical activity, exercise, and mental disorders: it is time to move on. *Trends Psychiatry Psychother*. 2021;43(3):177-84. **pmid:** 33890431 **doi:** 10.47626/2237-6089-2021-0237
 53. DeBoer LB, Powers MB, Utschig AC, Otto MW, Smits JA. Exploring exercise as an avenue for the treatment of anxiety disorders. *Expert Rev Neurother*. 2012;12(8):1011-22. **pmid:** 23002943 **doi:** 10.1586/ern.12.73
 54. Gerber M, Imboden C, Beck J, Brand S, Colledge F, Eckert A, et al. Effects of aerobic exercise on cortisol stress reactivity in response to the trier social stress test in inpatients with major depressive disorders: a randomized controlled trial. *J Clin Med*. 2020;9(5):1419. **pmid:** 32403243 **doi:** 10.3390/jcm9051419.
 55. Greenwood BN, Foley TE, Day HE, Campisi J, Hammack SH, Campeau S, et al. Freewheel running prevents learned helplessness/behavioral depression: role of dorsal raphe serotonergic neurons. *J Neurosci*. 2003;23(7):2889-98. **pmid:** 12684476 **doi:** 10.1523/JNEUROSCI.23-07-02889.2003