

تأثیر توأم تمرین اسپینینگ و مصرف فلفل قرمز بر سطوح هورمون گرلین و نیمرخ لیپیدی نوجوانان غیر ورزش کار دارای اضافه وزن

الله یار عرب مؤمنی*^۱ - دانا سالار عبدالله حمید^۲

۱. استادیار، دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد خمینی شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران ۲. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد اصفهان

(خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۲۳، تاریخ تصویب: ۱۴۰۲/۰۶/۰۵)

چکیده

اضافه وزن و چاقی در دوران نوجوانی با طیف گسترده‌ای از عوارض و افزایش خطر بروز زودرس مشکلات جسمی، اختلالات روانی و برخی از سرطان‌ها همراه است. از این رو، مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر توأم تمرین اسپینینگ و مصرف فلفل قرمز بر سطوح هورمون گرلین و نیمرخ لیپیدی نوجوانان پسر غیر ورزشکار دارای اضافه وزن انجام شد. در این مطالعه نیمه تجربی، با طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون و گروه کنترل، ۶۰ نوجوان دارای اضافه وزن با BMI = ۲۶/۵۲ کیلوگرم بر متر مربع، به شیوه هدفمند انتخاب و با استفاده از روش تصادفی سیستماتیک به ۴ گروه ۱۵ نفری (تمرین، مکمل، ترکیبی و کنترل) تقسیم شدند. پروتکل تمرینی اسپینینگ به مدت ۱۰ هفته، سه جلسه در هفته و هر جلسه حدود ۵۰ دقیقه با شدت ۶۵ درصد ضربان قلب بیشینه به صورت فزاینده اجرا شد. هم‌چنین آزمودنی‌های گروه‌های مکمل و ترکیبی، روزانه ۱۰ گرم پودر فلفل قرمز را همراه با صبحانه معمول به مدت ۱۰ هفته استفاده کردند. خون‌گیری در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام گرفت. جهت تحلیل داده‌ها از آزمون‌های کواریانس چند متغیری و تعقیبی بنفرونی با استفاده از نرم‌افزار SPSS26 در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد. نتایج مطالعه نشان داد که پس از ۱۰ هفته تمرین اسپینینگ و مصرف مکمل فلفل قرمز سطوح هورمون گرلین نوجوانان دارای اضافه وزن افزایش معناداری یافت (p = ۰/۰۰۱). علاوه بر این، کاهش معنادار کلسترول تام، تری‌گلیسرید، LDL و افزایش معنادار HDL در دو گروه تمرین و ترکیبی مشاهده شد (p = ۰/۰۰۱). هم‌چنین، تغییرات ایجاد شده ناشی از گروه ترکیبی در تمام متغیرها به‌طور معناداری بیشتر از گروه‌های تمرین و مکمل به‌تنهایی بود. این یافته‌ها بیانگر، آثار مفید تأثیر توأم تمرین اسپینینگ و مصرف فلفل قرمز بر سطوح هورمون گرلین و نیمرخ لیپیدی نوجوانان دارای اضافه وزن است. بنابراین، استفاده ترکیبی از تمرینات اسپینینگ و مکمل گیاهی فلفل قرمز به‌عنوان یک روش کاهش وزن مناسب به نوجوانان دارای اضافه وزن توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی

اضافه وزن، تمرین اسپینینگ، فلفل قرمز، گرلین، نیمرخ لیپیدی، نوجوانان.

مقدمه

کم‌تحرکی یکی از عوامل مؤثر در ایجاد اضافه‌وزن، چاقی، دیابت، برخی سرطان‌ها و بیماری‌های قلبی-عروقی است. این در حالی است که بر اساس پژوهش‌های صورت‌گرفته در ایران، ۴۰ درصد از ایرانیان بزرگسال (۳۱/۶ درصد مردان و ۴۸/۶ درصد زنان) فعالیت بدنی پایینی دارند (۱). شیوع چاقی در تمام گروه‌های سنی، به‌ویژه در میان نوجوانان در حال افزایش است. به‌طوری که پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهند تا سال ۲۰۳۰ به‌طور تقریبی نیمی از جمعیت جهان چاق و یا دارای اضافه‌وزن خواهند بود (۲). یکی از مداخلات کم‌هزینه برای افراد دارای اضافه‌وزن و چاق، استفاده از مکمل‌های گیاهی و انجام تمرینات ورزشی منظم است (۲). تحقیقات نشان داده‌است، متعاقب تمرینات هوازی بهبود عواملی مانند؛ آمادگی هوازی، شاخص‌های قلبی-عروقی، نیم‌رخ لیپیدی، توده عضلانی و کاهش وزن اتفاق می‌افتد (۳). به‌علاوه، سهم اکسیژن مصرفی اضافی بعد از فعالیت ورزشی بالا می‌رود. اکسیژن مصرفی اضافی بعد از فعالیت، برای کنترل وزن مفید است، زیرا باعث افزایش کل هزینه انرژی و اکسیداسیون چربی می‌شود (۴). یکی از فعالیت‌های ورزشی سودمند که علاقه‌مندان فراوانی در بین مردم و به‌ویژه نوجوانان دارد، ورزش اسپینینگ است. این ورزش با دوچرخه‌ی ثابت اصلاح شده اجرا می‌شود و ضمن مهیج بودن می‌تواند، انگیزه‌ی زیادی در نوجوانان برای ادامه فعالیت ایجاد کند. تمرینات اسپینینگ به‌صورت هوازی، مقاومتی و ترکیبی انجام می‌شود و مزایای فراوانی برای کاهش‌وزن، بهبود ترکیب‌بدن و سلامتی عمومی دارد (۵). مشاهده شده‌است که تمرینات اسپینینگ تأثیر بیشتری نسبت به تمرینات دوچرخه معمول دارد. گزارش شده‌است که در تمرینات

هوازی با شدت‌های برابر، نرخ مصرف انرژی در حین تمرینات اسپینینگ حتی تا دو برابر بیش از دوچرخه ثابت می‌باشد، هر چند هر دو نوع تمرین منجر به تغییرات مثبتی در متغیرهای خونی از جمله کلسترل، لیپوپروتئین، ترکیب‌بدنی و آمادگی جسمانی می‌شود (۶).

از سوی دیگر، با توجه به نقش و عملکرد گیاهان دارویی، به‌کارگیری طب گیاهی به‌عنوان یک روش درمانی و مکملی برای بهبود ترکیب بدن و سلامت عمومی توصیه شده‌است (۷). از جمله منابع گیاهی شناخته‌شده فلفل قرمز (Red pepper) است. فلفل قرمز، میوه‌ی گیاه کپسایکوم، سرشار از ویتامین A و دارای ترکیبی از آنتی‌اکسیدان‌های قوی مانند ویتامین C و کاروتن می‌باشد و در تحریک سیستم ایمنی و عفونی نقش مؤثری ایفا می‌کند (۸). مطالعات نشان داده است که فلفل قرمز در افزایش اکسیداسیون لیپیدها، پروتئین‌ها و DNA مؤثرتر از آنتی‌اکسیدان‌های کلاسیک است (۹). کپسایسین (مهم‌ترین ترکیب زیست‌فعال فلفل قرمز) با افزایش مصرف انرژی، اکسیداسیون چربی و کنترل اشتها آثار مطلوبی بر کاهش‌وزن، حفظ وزن و متابولیسم دارد (۱۰). وسترت‌رپ-پلانتنجاو همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که پس از مصرف کپسایسین سیری به‌طور معناداری افزایش و گرسنگی کاهش یافت (۱۱). علاوه‌بر این، گزارش شده‌است که کپسایسین پروتئین‌کیناز شده میتوزن (AMPK) را فعال کرده و مسیر پروتئین‌کیناز B / راپامایسین هدف پستانداران (Akt/mTOR) که تنظیم‌کننده اصلی لیپوزن کبدی است، را مهار می‌کند (۱۲).

مطالعات پیشین بیان کرده‌اند که برخی شاخص‌های فیزیولوژیک مرتبط با عوارض چاقی مانند تغییرات هورمون گرلین و نیم‌رخ لیپیدی می‌توانند، تحت‌تأثیر تمرینات

از آن جایی که اعصاب حسی آوران حساس به کپسایسین در کل دستگاه گوارش یافت می‌شوند، این مکانیسم فعال می‌شود و احساس سیری و تخلیه معده را افزایش می‌دهد (۱۹).

افزون بر این، نیم‌رخ لیپیدی شامل؛ لیپوپروتئین‌ها با چگالی بالا (High-Density-Lipoprotein, HDL)، لیپوپروتئین با چگالی پایین (Low density Lipoprotein, LDL)، کلسترول و تری‌گلیسرید هستند. میزان رسوب کلسترول در جدار شریان‌ها به‌طور مستقیم با میزان کالری رژیم غذایی متناسب است، مخصوصاً هنگامی که این میزان از نیاز روزانه بیشتر باشد یا این که رژیم غذایی حاوی درصد بالایی کلسترول و چربی باشد که منجر به اضافه‌وزن و چاقی می‌شود. عدم فعالیت بدنی و رژیم غذایی پرچرب روی لیپوپروتئین‌ها اثر منفی می‌گذارد. پژوهشگران معتقدند، بهترین روش برای درمان اضافه‌وزن، چاقی و کاهش لیپوپروتئین‌های مضر خون استفاده از رژیم غذایی مناسب توأم با فعالیت ورزشی است (۲۰).

با توجه به تأثیر تمرینات اسپینینگ و خواص فلفل قرمز؛ به نظر می‌رسد، ترکیبی از این دو روش مداخله‌ای سالم، استراتژی کارآمدی جهت بهبود شاخص‌های فیزیولوژیک و ترکیب بدن باشد. با این وجود، در این زمینه مطالعات اندکی انجام گرفته و مطالعات بیشتر ضروری به نظر می‌رسند.

با عنایت به موارد عنوان‌شده، توجه به استراتژی‌های غیرتهاجمی مانند استفاده از فعالیت‌های بدنی و مکمل‌های گیاهی برای کنترل اضافه‌وزن و چاقی، همواره مد نظر پژوهشگران بوده است. از این‌رو، مطالعه حاضر در صدد پاسخ به این پرسش است که آیا تمرین اسپینینگ و مصرف

ورزشی و مکمل‌های گیاهی قرار گیرند (۴، ۷). گرلین هورمون پپتید ۲۸ اسیدآمینوای است که به‌طور غالب توسط بخش ترشح‌کننده اسید فوندوس معده تولید می‌شود و به‌عنوان یک لیگاند درون‌زاد برای گیرنده ترشح‌کننده هورمون رشد مطرح است. این هورمون یکی از مهم‌ترین فاکتورهای شناخته‌شده محیطی است که احتمالاً در تنظیم دریافت غذا و کنترل وزن بدن نقش مهمی بازی می‌کند، و از جمله هورمون‌های مرتبط با اضافه‌وزن و چاقی محسوب می‌شود (۱۳).

اثرگیری و همکاری همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند که تمرین حاد تولید آسپیل‌گرلین را سرکوب می‌کند، ولی برنامه‌های تمرینی طولانی‌مدت باعث افزایش گرلین کل و دی‌اسپیل‌گرلین می‌شود (۱۴). به‌علاوه، نشان داده‌شده است، ۱۲ هفته تمرین موازی مقاومتی-استقامتی موجب افزایش گرلین آسپیل‌دار می‌شود (۱۵). اضافه‌بر این، تمرین ورزشی ترشح دوپامین را افزایش می‌دهد و پیام‌های گرلین به قسمت میانی مغزی ارسال و چرخه پاداش را فعال می‌کند و باعث تداوم فعالیت ورزشی می‌شود. این نقش میانجی گرلین باعث می‌شود، هیپوتالاموس سیگنال‌های وضعیت انرژی عصبی، هورمونی و مواد مغذی را با تنظیم انرژی دریافتی و مصرف انرژی ترکیب کند و در نتیجه بر کاهش وزن و چاقی مؤثر باشد (۱۶).

از طرف دیگر، کپسایسین از طریق آزادسازی پپتیدهای گوارشی (هورمون‌های مشتق از روده)، مانند گرلین، پپتید YY (PYY)، و پپتید شبه گلوکاگون ۱ (GLP-1) موجب سیری و کاهش کالری دریافتی می‌شود که به نوبه خود می‌تواند منجر به کاهش وزن شود (۱۷)، اما هنوز مکانیسم دقیق این اثر سیرکننده ناشناخته مانده است، ولی احتمالاً به‌دلیل درگیری یک مکانیسم مرتبط با گیرنده TRPV1 (گیرنده کپسایسین یا مواد شیمیایی تحریک‌زا) است (۱۸).

لفل قرمز بر تغییرات هورمون گرلین و نیم‌رخ لیپیدی نوجوانان غیرورزشکار دارای اضافه‌وزن تأثیر دارد؟

روش پژوهش

این پژوهش به‌لحاظ موضوع، تکنیک و روش کار از نوع تحقیقات نیمه‌تجربی و به‌لحاظ استفاده از نتایج از نوع تحقیقات کاربردی می‌باشد که به‌صورت میدانی انجام شد. جامعه آماری این پژوهش نوجوانان پسر غیرورزشکار 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 به‌روش تصادفی سیستماتیک به ۴ گروه ۱۵ نفری (تمرین، مکمل، ترکیبی و کنترل) تقسیم شدند. بر اساس نرم‌افزار جی‌پاور (G* Power) نسخه ۳،۱،۹،۲، حداقل اندازه نمونه ۵۲ نفر (دوازده نفر در هر گروه) با احتساب آلفا ۵ درصد، بتای ۸۰ درصد و اندازه اثر ۰/۳۰ به‌دست آمد، ولی با در نظر گرفتن افت 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 کاهش‌وزن در طول یک سال گذشته، عدم مصرف هر گونه 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 فلفل قرمز 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 کاهش دهنده فشارخون، اجتناب نمایند و در صورت مصرف گزارش کنند. قابل‌ذکر است که در جریان اجرای پژوهش کلیه آزمودنی‌ها تحت نظر پزشک متخصص کنترل شدند تا از بروز هر نوع خطر احتمالی جلوگیری شود. علاوه‌بر این، در این جلسه به آزمودنی‌ها اطمینان خاطر داده شد که اطلاعات شخصی آن‌ها در نزد پژوهشگران به‌صورت محرمانه حفظ شده و در نهایت 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. 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 هر گونه دارو و مکمل، عدم استعمال دخانیات و نداشتن سابقه بیماری بود، آزمودنی‌ها به ۳ گروه آزمایشی؛ تمرین اسپینینگ، مصرف مکمل فلفل قرمز و ترکیبی (تمرین اسپینینگ و مصرف مکمل فلفل قرمز) و یک گروه کنترل تقسیم شدند.

پروتکل تمرینی به‌مدت ۱۰ هفته و سه جلسه در هفته اجرا شد. هم‌چنین مصرف مکمل فلفل قرمز به‌مدت ۱۰ هفته بر اساس برنامه مشخص انجام شد. گروه کنترل در

محاسبه BMI از فرمول $BMI = kg/m^2$ (وزن به کیلوگرم تقسیم بر توان دوم قد به متر) استفاده گردید. آزمودنی‌های با BMI در دامنه ۲۵-۲۹/۹ کیلوگرم بر متر مربع برای شرکت در مطالعه انتخاب شدند.

برای اندازه‌گیری قد از قدسنج آلمانی، SECA model 210 با دقت ۳ میلی‌متر و برای اندازه‌گیری وزن از ترازوی دیجیتال، KEEP FIT model 6657 ساخت کشور چین با دقت ۰/۱ کیلوگرم استفاده شد. افزون‌براین، سطح هورمون گرلین پلازما به روش الایزا و با استفاده از کیت ساخت کشور آلمان (Medical Viovendor Laboratorni) و درصد ضربیب تغییرات درون‌آزمونی کمتر از ۴/۷ درصد تعیین شد (۲۳). کلسترول تام ناشتا، HDL-C، LDL-C و TG با روش رنگ سنجی آنزیمی با استفاده از کیت (Roche Diagnostics) D2400، بازل، سوئیس) اندازه‌گیری شد (۲۴).

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 در محدوده ۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه بود که به‌طور فزاینده هر هفته دو دقیقه به زمان و هر دو هفته ۵ درصد به‌شدت افزوده شد. در نهایت در دو هفته آخر مطالعه، جلسه تمرینی به ۶۰ دقیقه و در محدوده ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه رسید. این برنامه با حدود ۷ دقیقه گرم کردن شروع و ۶ دقیقه سرد کردن با حرکات کششی و سبک به پایان رسید (۶، ۲۵). تمام تمرینات با نظارت مربی انجام شد تا اطمینان حاصل شود که تمامی حرکات ورزشی با دقت انجام می‌شود. طبق توصیه کالج طب ورزشی آمریکا برای بهبود آمادگی قلبی عروقی شدت تمرینات باید بین ۸۵-۵۰ درصد ضربان قلب

این مدت برنامه مداخله‌ای نداشتند. به‌علاوه اندازه‌گیری قد، وزن، BMI، و هورمون گرلین و شاخص‌های نیمرخ لیپیدی در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام شد.

سطح فعالیت‌بدنی شرکت‌کنندگان با استفاده از نسخه کوتاه پرسش‌نامه بین‌المللی فعالیت‌بدنی (IPAQ) اندازه‌گیری شد و شرکت‌کنندگان برای مطالعه انتخاب شدند که سطح فعالیت‌بدنی آن‌ها کم بود. ابزار سنجی نسخه ایرانی این پرسش‌نامه توسط مقدم و همکاران بررسی شد (۲۱). نتایج نشان‌دهنده شاخص روایی محتوایی به میزان ۰/۸۵ و نسبت روایی محتوایی به میزان ۰/۷۷ و حاکی از روایی محتوایی مطلوب بود. هم‌چنین همسانی درونی آن با توجه به ضربیب آلفا کرونباخ مساوی ۰/۷ و رضایت‌بخش بود و ضربیب همبستگی اسپیرمن به میزان ۰/۹ نشان‌دهنده مطلوبی از لحاظ پایایی آزمون-بازآزمون بود. در این پرسش‌نامه ۵ سؤال مربوط به تعداد دفعات و مدت زمان صرف‌شده در یک هفته گذشته برای انجام پیوسته ۱۰ دقیقه فعالیت‌های بدنی شدید (فعالیت بدنی نیازمند به قوه بدنی زیاد که موجب نفس کشیدن بسیار شدیدتر از حالت عادی می‌شود)، فعالیت‌های بدنی متوسط (فعالیت بدنی نیازمند به قوه بدنی متوسط که موجب نفس کشیدن کمی تندتر از حالت عادی می‌شود)، و فعالیت‌های بدنی کم (پیاده‌روی و فعالیت‌های مرتبط با نشستن) پرسیده می‌شود. پاسخ فرم کوتاه پرسش‌نامه بین‌المللی فعالیت‌بدنی براساس نمرات MET (یک مت برابر با ۳/۵ میلی‌لیتر اکسیژن به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه می‌باشد) دسته‌بندی شده‌است که افراد را به سه گروه با فعالیت کم (کمتر از ۶۰۰ مت)، فعالیت متوسط (بین ۶۰۰ تا ۳۰۰۰ مت) و با فعالیت بالا (بیشتر از ۳۰۰۰ مت) طبقه‌بندی می‌کند (۲۲).

هم‌چنین شاخص توده بدنی (BMI) آزمودنی‌ها براساس اندازه‌گیری‌های قد و وزن انجام گرفت و برای

تجزیه و تحلیل آماری

به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات، از روش‌های آمار توصیفی برای محاسبه شاخص‌های مرکزی و پراکندگی استفاده گردید و داده‌ها بر اساس میانگین و انحراف معیار گزارش شدند. از آزمون شاپیروویلیک برای بررسی نرمال بودن داده‌ها و از آزمون لوین برای بررسی برابری واریانس استفاده شد ($p \geq 0.05$). علاوه بر این، جهت آزمون معناداری تفاوت‌های میانگین گروه‌ها (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) از روش آماری تجزیه و تحلیل کواریانس چند متغیری و آزمون تعقیبی بنفرونی با استفاده از نرم‌افزار SPSS²⁶ در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد.

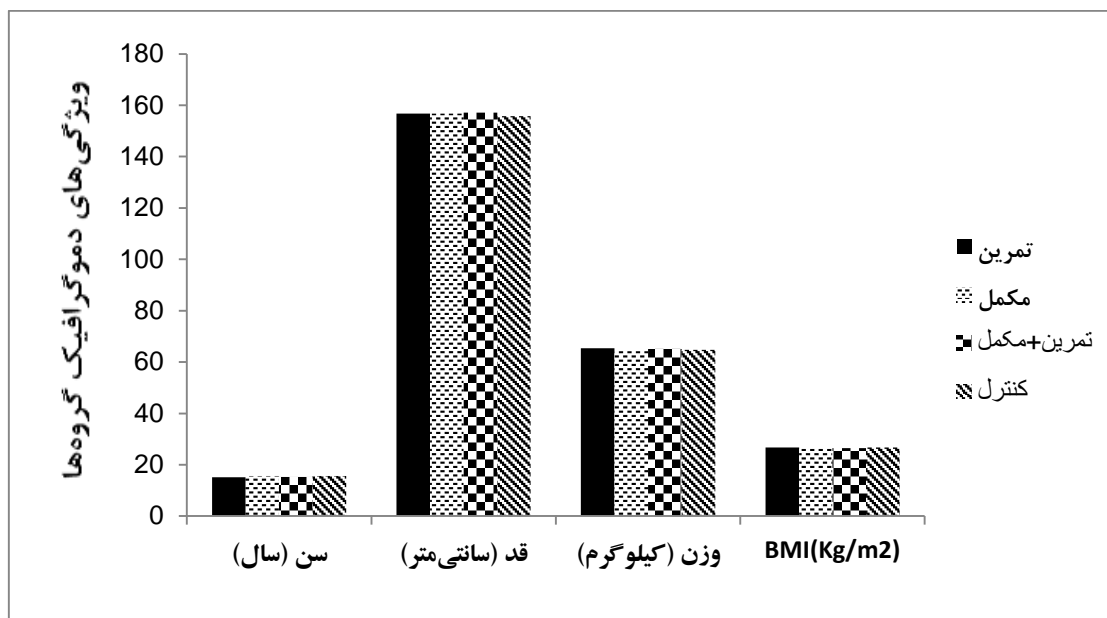
یافته‌ها

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

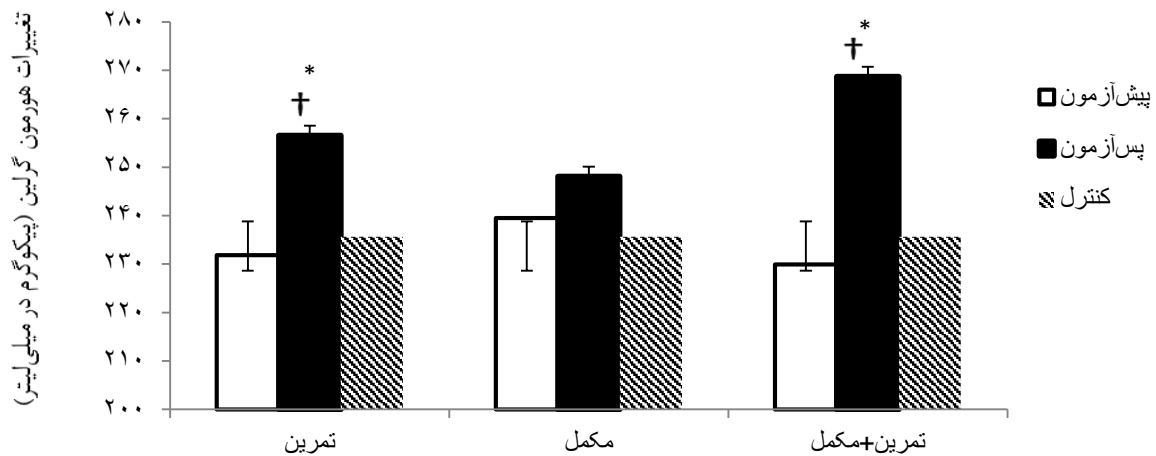
ذخیره معادل ۱۷-۱۳ مقیاس درک فشار یعنی شدت سبک تا خیلی سخت باشد (۲۶). شدت تمرینات بر اساس ضربان قلب آزمودنی‌ها از رابطه ضربان قلب پیش‌بین و معادله کارونن برابر ۵۰ تا ۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره برآورد شد. شدت تمرینات پیوسته از طریق ضربان‌سنج پولار (CE 0537، N2965، Polar beat T31، ساخت فنلاند) در دامنه مذکور کنترل می‌گردید و در صورت نیاز به افزایش یا کاهش شدت تمرینات بازخوردهای لازم به آزمودنی‌ها داده می‌شد.

مداخله مکمل فلفل قرمز

در پژوهش حاضر آزمودنی‌ها روزانه ۱۰ گرم پودر فلفل قرمز که از آسیاب کردن فلفل قرمز خشک شده به دست آمده بود را همراه با صبحانه معمول مصرف کردند (۹). پودر فلفل قرمز از شرکت دانش‌بنیان رویش پژوهان نگین پارس کرج دارای مجوز از سازمان غذا و دارو (شماره ثبت: ۳۴۰۹۷) تهیه شد.



نمودار ۱. مقایسه میانگین نمرات مربوط به سن، قد، وزن و BMI گروه‌های مختلف

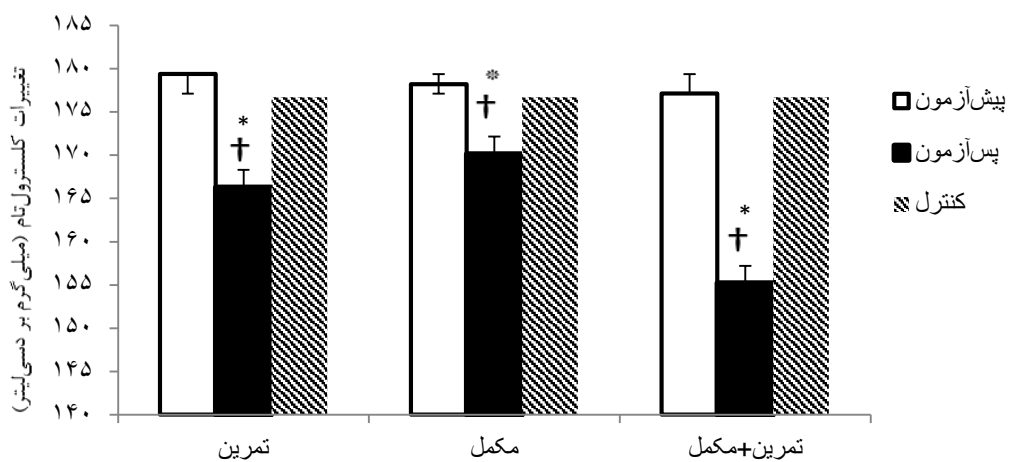


* تفاوت معنادار از پیش‌آزمون به پس‌آزمون، † تفاوت معنادار با گروه کنترل ($P \leq 0.05$)

نمودار ۲. تغییرات سطوح هورمون گرلین (پیکوگرم در میلی لیتر) در گروه‌های مختلف

نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی نشان داد که تفاوت معناداری بین گروه کنترل و گروه‌های تمرین و تمرین+مکمل در سطوح هورمون گرلین وجود دارد ($P=0/001$ و $P=0/001$)، ولی این تفاوت بین گروه‌های مکمل و کنترل معنادار نبود ($P=0/11$).

نمودار ۲ نشان می‌دهد که پس از اجرای مداخله، سطوح هورمون گرلین در گروه تمرین و گروه تمرین+مکمل افزایش معناداری یافته‌است ($P=0/001$). با این حال در گروه مکمل، اگر چه افزایش هورمون گرلین مشاهده می‌شود، ولی این افزایش معنادار نیست ($P=0/12$). به‌علاوه،

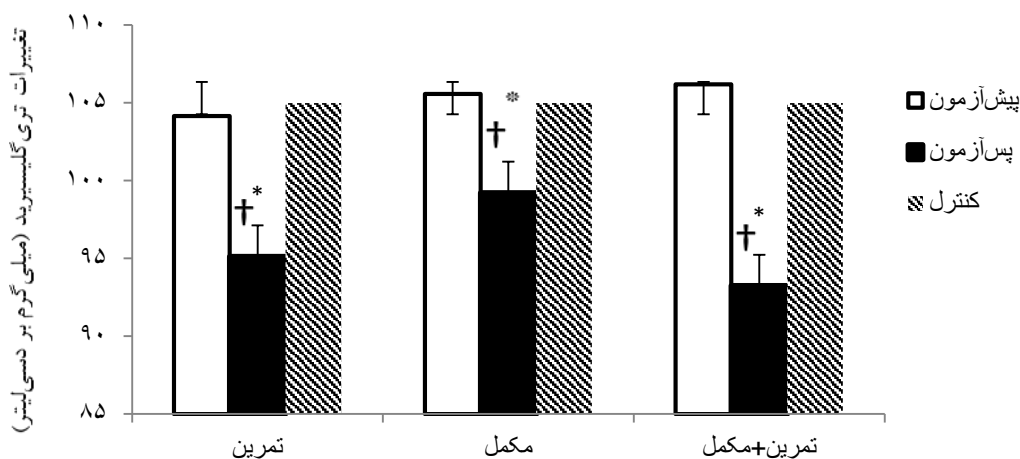


* تفاوت معنادار از پیش‌آزمون به پس‌آزمون، † تفاوت معنادار با گروه کنترل ($P \leq 0.05$)

نمودار ۳. تغییرات کلسترول تام (میلی گرم بر دسی لیتر) در گروه‌های مختلف

آزمون تعقیبی نشان می‌دهد که تفاوت معناداری بین گروه کنترل و گروه‌های مداخله تمرین، مکمل و تمرین+مکمل در میزان کلسترول تام وجود دارد ($P=0/001$ و $P=0/013$).

نمودار ۳ نشان می‌دهد که پس از اجرای مداخله، میزان کلسترول تام در گروه‌های تمرین، مکمل و تمرین+مکمل کاهش معناداری یافته‌است ($P=0/001$). به‌علاوه، نتایج

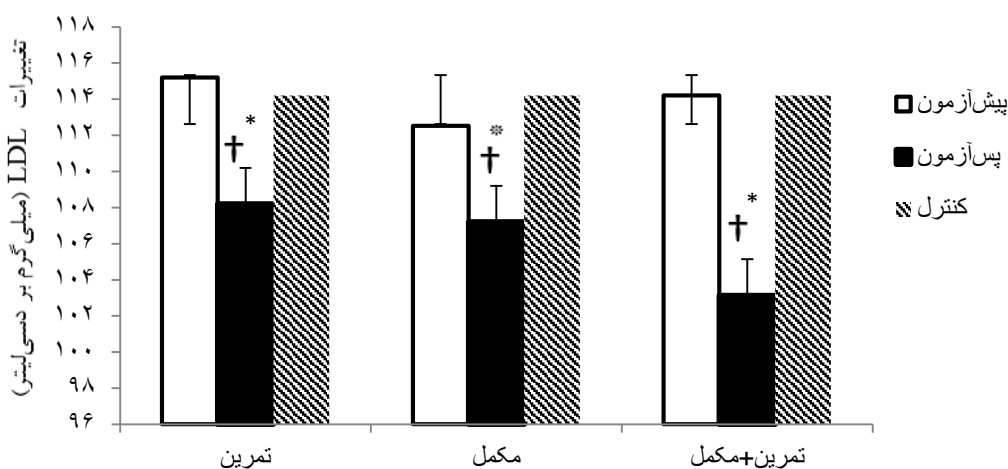


* تفاوت معنادار از پیش‌آزمون به پس‌آزمون، † تفاوت معنادار با گروه کنترل ($P \leq 0.05/0$)

نمودار ۴. تغییرات تری‌گلیسیرید (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) گروه‌های مختلف

تعقیبی بنفرونی نشان می‌دهد که تفاوت معناداری بین گروه کنترل و گروه‌های تمرین، مکمل و تمرین+مکمل در میزان تری‌گلیسیرید وجود دارد ($P=0/001$ ، $P=0/014$ و $P=0/001$).

همان‌طور که در نمودار ۴ مشاهده می‌شود، پس از اجرای مداخله، میزان تری‌گلیسیرید در گروه تمرین، گروه مکمل و گروه تمرین+مکمل کاهش معناداری یافته‌است ($P=0/001$ ، $P=0/003$ ، $P=0/014$). به‌علاوه، نتایج آزمون

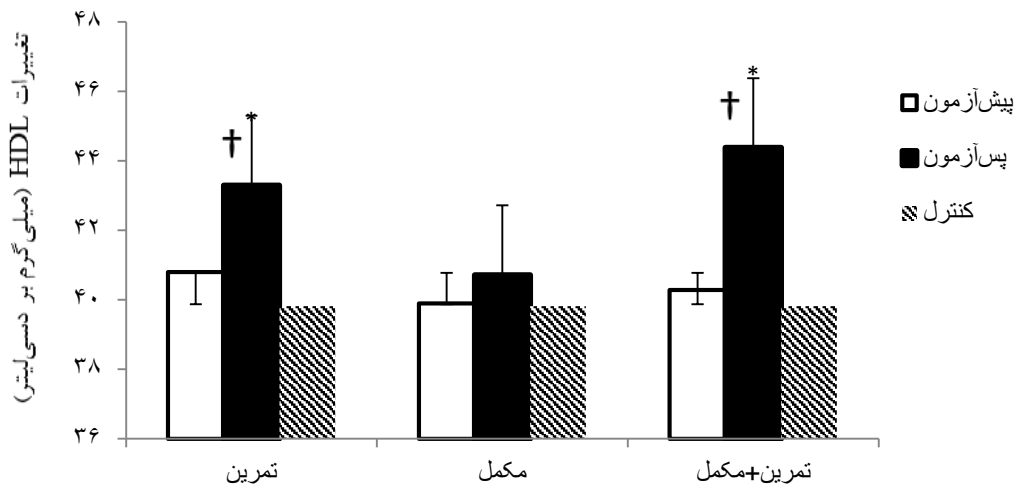


* تفاوت معنادار از پیش‌آزمون به پس‌آزمون، † تفاوت معنادار با گروه کنترل ($P \leq 0.05/0$)

نمودار ۵. تغییرات LDL (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) گروه‌های مختلف

همان‌طور که در نمودار ۵ مشاهده می‌شود، پس از اجرای مداخله، میزان LDL در گروه تمرین، گروه مکمل و گروه تمرین+مکمل کاهش معناداری یافته‌است ($P=0/002$ ، $P=0/001$ و $P=0/001$).

همان‌طور که در نمودار ۵ مشاهده می‌شود، پس از اجرای مداخله، میزان LDL در گروه تمرین، گروه مکمل و گروه تمرین+مکمل کاهش معناداری یافته‌است ($P=0/002$ ، $P=0/001$ و $P=0/001$).



* تفاوت معنادار از پیش آزمون به پس آزمون، † تفاوت معنادار با گروه کنترل ($P \leq 0.05/0$)

نمودار ۶. تغییرات HDL (میلی گرم بر دسی لیتر) گروه‌های مختلف

این، تأثیر افزایشی تمرین اسپینینگ+ مصرف مکمل فلفل قرمز بر گرلین به‌طور معناداری بیشتر از تمرین اسپینینگ به‌تنهایی بود.

همسو با یافته‌های این مطالعه، دروا^۱ و همکاران (۲۰۲۳) در مطالعه‌ای رابطه هورمون‌های پانکراس و دستگاه گوارش را با دو روش روزه‌داری و تمرین ورزشی بررسی کردند. این مطالعه نشان داد که شروع یک روزه‌داری با یک دوره تمرین شدید روی ترمیم باعث کاهش گرلین و افزایش غلظت GLP-1 در مقایسه با روزه‌داری به‌تنهایی می‌شود (۲۷). علاوه بر این، اوئرگی و همکاران (۲۰۲۱) در یک مطالعه مروری سیستماتیک با هدف خلاصه کردن داده‌های موجود در مورد رابطه بین گرلین و تمرین ورزشی، ۸۰ مقاله را مورد بررسی قرار دادند. این پژوهش نشان داد که علی‌رغم ناهمگونی مطالعات و تنوع یافته‌ها، ورزش حاد تولید آسیل‌گرلین (AG) را بدون توجه به آزمودنی‌ها و ویژگی‌های تمرین، سرکوب می‌کند، ولی برنامه‌های تمرینی طولانی‌مدت بیشتر باعث افزایش

نمودار ۶ نشان می‌دهد که پس از اجرای مداخله، میزان HDL در گروه تمرین و گروه تمرین+مکمل افزایش معناداری یافته‌است ($P=0/001$, $P=0/056$, $P=0/001$). با این حال در گروه مصرف مکمل فلفل قرمز، اگرچه افزایش HDL مشاهده می‌شود، ولی این افزایش معنادار نیست. به‌علاوه، نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی نشان می‌دهد که تفاوت معناداری بین گروه کنترل و گروه‌های تمرین و تمرین+مکمل در میزان HDL وجود دارد ($P=0/001$).

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر توأم تمرین اسپینینگ و مصرف فلفل قرمز بر سطوح هورمون گرلین و نیمرخ لیپیدی نوجوانان پسر غیرورزشکار دارای اضافه‌وزن انجام شد. نتایج مطالعه، افزایش معنادار گرلین را در دو گروه "تمرین اسپینینگ" و "تمرین اسپینینگ+ مصرف مکمل فلفل قرمز" نشان داد. با این حال در گروه مصرف مکمل فلفل قرمز، تغییر معناداری مشاهده نشد. علاوه بر

می‌تواند به دلیل تفاوت در نوع، شدت و مدت تمرین، پروفایل متابولیک، سن افراد مورد مطالعه، و روش خون‌گیری و بررسی آن باشد. به‌عنوان مثال؛ در مطالعه یوسفی چرمهینی و همکاران آزمودنی‌ها زنان دارای اضافه‌وزن، برنامه تمرینی ترکیبی (هوازی-مقاومتی) و مدت آن ۸ هفته بود، در حالی که در مطالعه یو و همکاران مدت فعالیت یک سال بود. ضمن این که در پژوهش اکبرپور (۲۰۱۱)، مدت مطالعه ۱۲ هفته، آزمودنی‌ها مردان چاق و برنامه تمرین موازی (مقاومتی-استقامتی) بود (۲۳). ولی در مطالعه حاضر تأثیر ۱۰ هفته تمرین اسپینینگ همراه با مصرف فلفل قرمز در نوجوانان دارای اضافه‌وزن بررسی شد. با این وجود، تنوع بالای مطالعات از نظر شرکت‌کنندگان و ویژگی‌های تمرین، و ایزوفرم‌های گرلین منجر به نتایج متناقضی می‌شود که نتیجه‌گیری قطعی را دشوار و چالش‌برانگیز می‌کند. در مطالعه حاضر، افزایش گرلین پلاسما ناشی از تمرینات اسپینینگ مشاهده شد. این افزایش به‌دنبال یک برنامه تمرینی نسبتاً طولانی مدت همراه با کاهش وزن در نوجوانان دارای اضافه‌وزن اتفاق افتاد و تغییرات بالقوه مفید گرلین را نشان داد. گزارش شده است که سازوکارهای حفظ کاهش وزن بدن ناشی از تمرین را می‌توان به افزایش سطح گرلین تام نسبت داد (۳۰) و کسانی که از طریق ورزش و رژیم غذایی وزن کم می‌کنند، مقادیر هورمون گرلین در آنها افزایش می‌یابد و این افزایش متناسب با میزان کاهش وزن است (۱۵، ۱۶).

مکانیسم‌هایی که توسط آن کاهش وزن باعث افزایش گرلین می‌شود، هنوز به‌طور کامل شناخته نشده است، اما تصور می‌شود که تعادل انرژی مثبت توسط چند مکانیسم تحریک می‌شود؛ یکی از این مکانیسم‌ها، کاهش مصرف چربی و افزایش مصرف کربوهیدرات بدون توجه به عملکرد

گرلین کل (TG) و دی‌اسیل‌گرلین (DAG) می‌شود. این افزایش در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق بیشتر محسوس است که احتمالاً به دلیل کاهش وزن ناشی از برنامه تمرینی باشد (۱۴). یوسفی چرمهینی و همکاران (۲۰۲۰) نیز در پژوهشی با هدف ارزیابی تأثیر تمرینات ترکیبی بر سطوح گرلین در زنان دارای اضافه‌وزن، ۳۴ زن دارای اضافه‌وزن را به‌صورت تصادفی در دو گروه آزمایش (۱۷ نفر) و کنترل (۱۷ نفر) قرار دادند. گروه آزمایش در یک برنامه تمرینی ترکیبی شامل گرم کردن بدن، تمرین هوازی، تمرین مقاومتی و سرد کردن در ۸ هفته شرکت کردند. یافته‌های این مطالعه نشان داد که وزن بدن، شاخص توده بدن، دور کمر، سطح گلوکز و نسبت گرلین به اوبستاتین بین گروه آزمایش و کنترل پس از ۸ هفته تمرین ترکیبی تفاوت معناداری داشت، اما تفاوت در سطوح گرلین، ابستاتین، انسولین و مقاومت به انسولین بین دو گروه آزمایش و کنترل معنادار نبود (۲۸). یو و همکاران (۲۰۱۸) هم در مطالعه‌ای با بررسی تأثیر یک سال فعالیت یوگا بر گرلین نشان دادند که تمرین یوگا به‌طور قابل‌توجهی، میزان GH و گرلین کل پلاسما را افزایش می‌دهد (۲۹). در مطالعه‌ای دیگر، جهت تعیین اثر ۱۲ هفته تمرین موازی مقاومتی-استقامتی بر سطح سرمی هورمون‌های گرلین‌آسیل‌دار، انسولین و رشد مردان چاق، گزارش شد که ۱۲ هفته تمرین موازی مقاومتی-استقامتی موجب افزایش گرلین‌آسیل‌دار در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل شد، در حالی که این تغییرات پس از اجرای ۶ هفته برنامه تمرینی معنادار نبود (۱۵).

در مطالعات فوق، در حالی که بعضی از این مطالعات افزایش گرلین پلاسما را به‌دنبال ورزش نشان دادند، ولی برخی نیز کاهش و برخی تغییری را در گرلین پلاسما مشاهده نکردند. دامنه وسیع تغییرات گرلین پلاسما

معنادار HDL در گروه‌های "تمرین اسپینینگ" و "تمرین اسپینینگ + مصرف مکمل فلفل قرمز" مشاهده شد. با این حال در گروه مصرف مکمل فلفل قرمز، اگر چه افزایش HDL مشاهده شد، ولی این افزایش معنادار نبود. علاوه بر این، تغییرات ایجاد شده ناشی از گروه ترکیبی (تمرین اسپینینگ + مصرف مکمل فلفل قرمز) در تمام متغیرها به طور معناداری بیشتر از سایر گروه‌ها بود.

مطالعات گوناگونی با هدف بررسی تأثیر تمرینات ورزشی و مکمل‌های گیاهی بر روی لیپیدهای خون انجام شده‌است (۶، ۹، ۲۴)، ولی هنوز کلیه مزایای این مداخلات شناخته نشده است. با این وجود، اکثر اطلاعات منتشر شده نشان می‌دهد که بین عوامل خطرزای قلبی-عروقی مانند کلسترول تام (TC)، تری‌گلیسیرید (TG)، لیپوپروتئین پر چگال (HDL)، لیپوپروتئین کم‌چگال (LDL) و میزان فعالیت بدنی و رژیم غذایی ارتباط وجود دارد.

همسو با نتایج مطالعه حاضر، ترابی پلت کله و همکاران (۱۴۰۱) ضمن بررسی تأثیر هم‌افزایی تمرین هوازی و کپسایسین بر بیان ژن پروتئین کیناز فعال شده با AMP و پروتئین کیناز B بافت کبد در موش‌های صحرایی تغذیه شده با رژیم غذایی پرچرب، گزارش کردند که تمرین و مصرف کپسایسین شاخص‌های لیپوژنز کبدی را در موش‌های صحرایی چاق بهبود می‌بخشد. ولی تعامل تمرین و کپسایسین اثر بیشتری نسبت به هر کدام به‌تنهایی دارد. از این‌رو، ترکیب تمرین و کپسایسین یک راهکار مناسب برای بهبود عملکرد کبدی در رژیم غذایی با چربی بالا می‌باشد (۳۲). به‌علاوه، کتینن^۲ و همکاران (۲۰۲۳) با بررسی مقایسه‌ای تأثیر بازی گلف، پیاده‌روی نوردیک و راه رفتن بر نشانگرهای متابولیک قلبی گزارش کردند که هر سه نوع تمرین بر بهبود پروفایل لیپیدی مؤثر هستند، با

هورمون رشد (GH) است و دیگر تأثیر آنابولیک ناشی از افزایش تولید GH و فاکتور رشد شبه انسولین-۱ (IGF-1) می‌باشد. سومین مکانیسم تحریک مصرف طولانی مدت غذا از طریق نوروپپتید Y (NPY) است (۳۱).

تاجیری^۱ (۲۰۱۷) ارتباط بین فعالیت ورزشی و گرلین را ضروری و عمیق و مانند یک حلقه به‌هم متصل می‌داند، زیرا تمرین ورزشی داوطلبانه ترشح دوپامین را افزایش می‌دهد و از این طریق، بین ورزش و سیستم عصبی مرکزی ارتباط برقرار می‌شود. پیام‌های گرلین به قسمت میانی مغزی ارسال و چرخه پاداش را فعال می‌کند و باعث تداوم فعالیت ورزشی می‌شود. لذا، هیپوتالاموس که هموستاز انرژی را فراهم می‌کند، سیگنال‌های وضعیت انرژی عصبی، هورمونی و مواد مغذی را با تنظیم انرژی دریافتی و مصرف انرژی ترکیب می‌کند و در نتیجه به نظر می‌رسد، گرلین به عنوان یک مکمل مناسب در درمان اضافه‌وزن و چاقی تأثیر گذار است (۱۶).

به هر حال، یک رابطه نزدیک و اساسی بین ورزش (به‌ویژه ورزش طولانی مدت یا شدید) و هورمون‌های تنظیم کننده اشتها (گرلین) وجود دارد. تولید گرلین ناشی از ورزش ممکن است برای حمایت از درمان چاقی یا اختلال در متابولیسم گلوکز استفاده شود. از این‌رو، گرلین می‌تواند به ارائه رویکردهای جدیدی برای بیماری‌های ناشی از اختلال در تعادل انرژی کمک کند. آگاهی در مورد رابطه بین ورزش و اشتها هم برای ورزش‌کاران و هم برای افرادی که علاقه‌مند به حفظ وزن مناسب هستند، اهمیت دارد.

از دیگر نتایج مطالعه حاضر، کاهش معنادار کلسترول تام، تری‌گلیسیرید، و LDL در گروه‌های "تمرین اسپینینگ"، "تمرین اسپینینگ + مصرف مکمل فلفل قرمز" و "مصرف مکمل فلفل قرمز" بود. به‌علاوه، افزایش

نسبت به تمرینات دوچرخه ثابت داشتند. نتایج این مطالعه نشان داد که ۱۶ هفته تمرین با هر دو نوع دوچرخه تغییرات مثبتی در ترکیب بدن، آمادگی جسمانی و ترکیبات خونی ایجاد می‌کند ولی این تغییرات در دوچرخه اسپینینگ بارزتر است (۶).

در مطالعه‌ای دیگر، پائولی و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی تأثیر تمرینات اینتروال با شدت بالا و تمرین استقامتی بر فشار خون و لیپوپروتئین‌های مردان میان‌سال دارای اضافه‌وزن پرداختند. آزمودنی‌های تحقیق به مدت دوازده هفته و هر هفته سه جلسه تحت تأثیر تمرینات ویژه خود قرار گرفتند. یافته‌های تحقیق نشان داد که گروه تمرین اینتروال با شدت بالا باعث کاهش معناداری در فشار خون دیاستولی، وزن بدن، توده چربی، کلسترول تام، لیپوپروتئین کم چگال و آپولیپو پروتئین B شده است (۲۴).

اگر چه مطالعات فوق هم‌خوان با مطالعه حاضر نتایج مشابهی را گزارش کردند؛ با این وجود، روسی و همکاران (۲۰۲۲) در مطالعه‌ای با بررسی تأثیر مکمل کپسیت (مهم‌ترین ترکیب فعال فلفل قرمز) بر دریافت انرژی، اشتها، مصرف انرژی، اکسیداسیون چربی و پارامترهای اتونومیک با و بدون مداخله ورزشی، گزارش کردند که مکمل کپسیت و ورزش هوازی، بر EI، اشتها، اکسیداسیون چربی و مصرف انرژی تأثیر معناداری ندارد (۳۶). احتمالاً یکی از دلایل این ناهم‌خوانی مربوط به آزمودنی‌هاست. آزمودنی‌های مطالعه روسی و همکاران مردان سالم بودند، در حالی که آزمودنی‌های مطالعه حاضر نوجوانان دارای اضافه‌وزن بودند.

اگرچه اکثر مطالعات سطوح پارامترهای بیوشیمیایی قابل مقایسه با آنچه در مطالعه حاضر یافت شد را نشان دادند، اما با توجه به مدت زمان، اندازه، جمعیت و انواع رژیم غذایی و مداخلات ورزشی مورد استفاده تفاوت‌هایی وجود

این حال، هر چند شدت ورزش گلف در مقایسه با پیاده‌روی و پیاده‌روی نوردیک کمتر بود، ولی به نظر می‌رسد که مدت زمان طولانی‌تر و کل انرژی مصرف شده در بازی گلف تأثیر مثبتی بر پروفایل لیپید و متابولیسم گلوکز داشته است (۳۳).

شکیب و همکاران (۱۴۰۱) هم در مطالعه‌ای تغییرات miR-128-1 و برخی لیپوپروتئین‌های خون متعاقب ۱۲ هفته تمرینات همزمان هوازی و قدرتی (CAST) در مردان چاق میان‌سال را بررسی کردند. نتایج نشان داد که پس از ۱۲ هفته تمرینات CAST، هر دو گروه تمرینی کاهش معناداری را در شاخص‌های miR-128-1، HDL-C، LDL-C، تری‌گلیسیرید و کلسترول نسبت به گروه کنترل تجربه کردند (۳۴). چاواریا و همکاران (۲۰۱۹) هم در مقاله‌ای با هدف بررسی سیستماتیک مطالعات منتشر شده در مورد مزایای تمرین دوچرخه سواری داخل سالن و ارائه توصیه‌هایی برای مربیان، محققان و پزشکان، مقالات منتشر شده مرتبط تا ژانویه ۲۰۱۹ را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که دوچرخه سواری در داخل سالن ممکن است ظرفیت هوازی، فشار خون، پروفایل چربی و ترکیب بدن را بهبود بخشد که این بهبودی احتمالاً ناشی از یک مداخله مستقل یا ترکیب با سایر مداخلات مانند، تمرینات بدنی با رژیم غذایی حاصل شود. در مجموع یافته‌های این مطالعه نشان داد که ترکیب دوچرخه سواری داخل سالن و رژیم غذایی برای بهبود پروفایل چربی، کاهش وزن و کاهش فشار خون مفید است (۳۵). در همین زمینه، یون و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند، تمرینات اسپینینگ و دوچرخه ثابت منجر به تغییرات مثبتی در متغیرهای خونی از جمله کلسترل، لیپوپروتئین، ترکیب بدنی و آمادگی جسمانی می‌شود، ضمن این‌که تمرینات اسپینینگ تأثیر بیشتری

است و حتی بیان ABCA1 mRNA بدون توجه به شدت ورزش افزایش می‌یابد (۳۸). بنابراین، ورزش هوازی ممکن است بیان ABCA1 را برای اعمال نقش آن در کاهش خطر قلبی عروقی افزایش دهد. مکانیسم دیگر مربوط به گیرنده Xکبد (LXR) است. این گیرنده یکی از فاکتورهای رونویسی از ابر خانواده گیرنده‌های هسته‌ای است که نقش کلیدی در متابولیسم کلسترول کبد ایفا می‌کند (۳۹). گزارش شده‌است که ورزش با شدت کم منجر به افزایش معناداری در بیان LXR در انسان می‌شود. هم‌چنین LXR در تنظیم بیان ABCA1 نقش دارد. بنابراین، ورزش ممکن است با القای LXR و ABCA1 بالاتر، فرآیند RCT که منجر به افزایش سطح HDL-C پلاسما می‌شود را بهبود بخشد (۳۹).

به هر حال، نتایج بسیاری از مطالعات و متآنالیزها حاکی از تأثیر مفید ورزش هوازی بر سطوح لیپوپروتئین‌ها است. مشخص شده‌است که فعالیت بدنی معمولاً با افزایش کلسترول HDL و کاهش کلسترول LDL و تری‌گلیسیرید مرتبط است. ورزش، جدا از ایجاد تغییرات کمی در لیپیدهای سرم، تأثیر مفیدی بر رشد ذرات HDL، ترکیب و عملکرد آنها دارد. علاوه بر مکانیسم‌های مربوط به ورزش و فعالیت‌های بدنی، ساز و کارهای ناشی از مصرف فلفل قرمز نیز بر بهبود پروفایل لیپیدی حائز اهمیت هستند. مطالعات تجربی و بالینی نشان داده‌است که فلفل قرمز در افزایش اکسیداسیون لیپیدها، پروتئین‌ها و DNA مؤثرتر از آنتی‌اکسیدان‌های کلاسیک است (۹).

فلفل قرمز مصرف غذا را به‌طور آزاد کاهش و هزینه (ترموزن) انرژی و لیپولیز را افزایش می‌دهند و منجر به کاهش وزن در طول زمان می‌شوند. علاوه بر این، مزایای بیشتری مانند بهبود در کاهش استرس اکسیداتیو و التهاب، بهبود سلامت عروق، بهبود

داشت. عوامل زیادی مانند؛ زمان‌های مختلف تمرین، شدت تمرین و مدت تمرین منجر به نتایج متفاوتی در مورد تأثیر ورزش بر سطوح لیپوپروتئین‌ها می‌شود. برای کاهش بیشتر سطوح LDL-C و TG لازم است، شدت ورزش هوازی افزایش یابد. با این حال، دستیابی به این امر در افراد مبتلا به بیماری عروق کرونر که دارای ظرفیت ورزش محدود یا سایر عوامل خطر هستند، دشوار است.

در حال حاضر، محققان در مورد پاسخ‌های مختلف لیپوپروتئین‌ها به تمرینات هوازی متحیر هستند. به نظر می‌رسد وزن بدن، چربی بدن، آمادگی قلبی عروقی، وضعیت تمرین، غلظت چربی منطقه‌ای، تغییرات رژیم غذایی و عوامل ژنتیکی همگی در آن نقش دارند. هم‌چنین، علاوه بر عوامل یاد شده، زمان جمع‌آوری نمونه‌های خونی، فناوری آزمایش خون، حجم نمونه آزمودنی نیز باید در نظر گرفته شود.

با این وجود، اگرچه مکانیسم تغییرات لیپوپروتئین‌ها ناشی از ورزش نامشخص است، اما احتمالاً ورزش مصرف چربی خون را افزایش می‌دهد و در نتیجه سطح لیپیدها کاهش می‌یابد. این مکانیسم ممکن است شامل افزایش فعالیت لیپوپروتئین لیپاز (LPL) باشد که مسئول هیدرولیز شیلومیکرون‌ها و VLDL TAG (تری‌اسیل گلیسرول ناشتا خیلی کم‌چگال) در گرانول‌ها است. هم‌چنین، LPL فعال کاتالیزوری بیشتر در دیواره عروق قرار دارد و سپس از سطح اندوتلیوم جدا شده و پس از تزریق داخل وریدی هپارین در خون آزاد می‌شود (۳۷).

افزون‌براین، افزایش بیان پروتئین انتقال دهنده غشایی (ABC A1) در ماکروفاژها تأثیر قوی بر انتقال معکوس کلسترول (RCT)، تشکیل HDL-C پلاسما و محافظت در برابر آترواسکلروز دارد. مطالعاتی که بر روی تأثیر ورزش بر ABCA1 خون متمرکز شده‌اند، نشان داده‌اند که بیان ژن ABCA1 قبل و بعد از ورزش به‌طور قابل توجهی متفاوت

نویسندگان اعلام می‌دارند که در این مقاله هیچ‌گونه تعارض منافی وجود ندارد.

عملکرد اندوتلیال، کاهش فشار خون، کاهش سیتوکین‌های اندوتلیال، کاهش کلسترول، کاهش گلوکز خون، بهبود حساسیت به انسولین و کاهش عوامل خطر التهاب دارد (۷، ۱۲، ۳۲).

از این‌رو، استفاده ترکیبی از فعالیت بدنی، مواد غذایی طبیعی و مکمل‌هایی مانند فلفل قرمز با هدف افزایش مصرف انرژی و اکسیداسیون چربی توجه زیادی را در دهه گذشته به‌خصوص در میان افراد دارای اضافه‌وزن و چاق به خود جلب کرده است و بر آن تأکید شده‌است.

نتایج مطالعه حاضر، افزایش معنادار سطوح هورمون گرلین را به‌دنبال ۱۰ هفته تمرین اسپینینگ توأم با مصرف مکمل فلفل قرمز نشان داد. همچنین کاهش معنادار کلسترول تام، تری‌گلیسرید، و LDL و افزایش معنادار HDL مشاهده شد. در مجموع یافته‌های این مطالعه نشان داد، تمرین اسپینینگ و مکمل فلفل قرمز سطوح هورمون گرلین و نیم‌رخ لیپیدی را در نوجوانان دارای اضافه‌وزن بهبود می‌بخشد. ولی تعامل این دو روش اثر بیشتری نسبت به هر کدام به‌تنهایی دارد. از این‌رو، ترکیب تمرین اسپینینگ و مکمل فلفل قرمز یک روش عالی برای پیش‌گیری و کاهش اضافه‌وزن در نوجوانان دارای اضافه‌وزن می‌باشد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از کلیه آزمودنی‌ها که در انجام این مطالعه با ما همکاری نمودند، نهایت تشکر و قدردانی را داریم.

تضاد منافع:

References

1. Esteghamati A, Khalilzadeh O, Rashidi A, Kamgar M, Meysamie A, Abbasi M. Physical activity in Iran: results of the third national surveillance of risk factors of non-communicable diseases (SuRFNCD-2007). *Journal of Physical Activity and Health*. 2011;8(1):27-35.
2. Karimnezhad N, Mahdavi Roshan M, Izaddoust 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): 215-227.
3. Gerosa-Neto J, Antunes BM, Campos EZ, Rodrigues J, Ferrari GD, Rosa Neto JC, Bueno CR Junior, Lira FS. Impact of long-term high-intensity interval and moderate-intensity continuous training on subclinical inflammation in overweight/obese adults. *J Exerc Rehabil*. 2016 31;12(6):575-580.
4. Mirghani S.J, Seydyousefi M, Pekkala S, Sharifian S, Beyshami G. Shorter recovery time following high-intensity interval training induced higher body fat loss among overweight women. *Sport Sciences for Health*. 2019; 15(1): 157-165.
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. 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.
7. Kumar M, Kaushik D, Kaur J, Proestos C, Oz F, Oz E, Gupta P, Kundu P, Kaur A, Anisha A, et al. A critical review on obesity: Herbal approach, bioactive compounds, and their mechanism. *Applied Sciences*. 2022; 12(16):8342.
8. Talebi M, Khara H, Zoriehzahra J, Ghobadi SH, Khodabandelo A, Mirrasooli E. Study on effect of red bell pepper on growth, pigmentation and blood factors of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *World Journal of Zoology*. 2013; 8(1): 17-23.
9. 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.
10. Kawabata F, Inoue N, Yazawa S, Kawada T, Inoue K, Fushiki T (2006) Effects of CH-19 sweet, a non-pungent cultivar of red pepper, in decreasing the body weight and suppressing body fat accumulation by sympathetic nerve activation in humans. *Biosci Biotechnol Biochem* 70:2824–2835.
11. Westerterp-Plantenga MS, Smeets A, Lejeune MP. Sensory and gastrointestinal satiety effects of capsaicin on food intake. *Int J Obes (Lond)*. 2005;29(6):682-8.

12. Bort A, Sánchez BG, Mateos-Gómez PA, Díaz-Laviada I, Rodríguez-Henche N. Capsaicin targets lipogenesis in HepG2 cells through AMPK activation, AKT inhibition and PPARs regulation. *Int J Mol Sci.* 2019;20(7):1660.
13. Broom DR, Stensel DJ, Bishop NC, Burns SF, Miyashita M. Exercise-induced suppression of acylated ghrelin in humans. *J Appl Physiol (1985).* 2007;102(6):2165-71.
14. Ouerghi N, Feki M, Bragazzi NL, Knechtle B, Hill L, Nikolaidis PT, Bouassida A. Ghrelin Response to Acute and Chronic Exercise: Insights and Implications from a Systematic Review of the Literature. *Sports Med.* 2021;51(11):2389-2410.
15. Kim HJ, Lee S, Kim TW, Kim HH, Jeon TY, Yoon YS, et al. Effects of exercise-induced weight loss on acylated and unacylated ghrelin in overweight children. 2008;68(3):416-22.
16. Tajiri Y. Ghrelin and exercise: a possible virtuous circle. *Diabetology International.* 2017; 8(4):347-9 .
17. van Avesaat M, Troost FJ, Westerterp-Plantenga MS, Helyes Z, Le Roux CW, Dekker J, Masclee AA, Keszthelyi D. Capsaicin-induced satiety is associated with gastrointestinal distress but not with the release of satiety hormones. *Am J Clin Nutr.* 2016;103(2):305-13.
18. Eldershaw TP, Colquhoun EQ, Bennett KL, Dora KA, Clark MG. Resiniferatoxin and piperine: capsaicin-like stimulators of oxygen uptake in the perfused rat hindlimb. *Life Sci.* 1994;55(5):389-97.
19. Holzer-Petsche U, Seitz H, Lembeck F. Effect of capsaicin on gastric corpus smooth muscle of the rat in vitro. *Eur J Pharmacol.* 1989;162(1):29-36.
20. Cho KH, Nam HS, Kang DJ, Zee S, Park MH. Enhancement of High-Density Lipoprotein (HDL) Quantity and Quality by Regular and Habitual Exercise in Middle-Aged Women with Improvements in Lipid and Apolipoprotein Profiles: Larger Particle Size and Higher Antioxidant Ability of HDL. *Int J Mol Sci.* 2023; 24(2):1151.
21. Moghaddam MB, Aghdam FB, Jafarabadi MA, Allahverdipour H, Nikookheslat SD, Safarpour S. The Iranian version of international physical activity questionnaire (IPAQ) in Iran: content and construct validity, factor structure, internal consistency and stability. *World Applied Sciences Journal.* 2012; 18 (8): 1073-1080.
22. Tully MA, Cupples ME. UNISTEP (university students exercise and physical activity) study: a pilot study of the effects of accumulating 10,000 steps on health and fitness among university students. *J Phys Act Health.* 2011; 8(5): 663-667.
23. Akbarpour M. The effect of parallel training on the levels of ghrelin, insulin and growth hormones in obese men. *Journal of Physiology of Sports and Physical Activity.* 2011; 4(2): 4(1):28-20.
24. Paoli A, Pacelli QF, Moro T, Marcolin G, Neri M, Battaglia G, Sergi G, Bolzetta F, Bianco A. Effects of high-intensity circuit training, low-intensity circuit training and endurance

- training on blood pressure and lipoproteins in middle-aged overweight men. *Lipids Health Dis.* 2013;12:131.
25. 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;8:31-42.
26. 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.
27. Deru LS, Chamberlain CJ, Lance GR, Gipson EZ, Bikman BT, Davidson LE, Tucker LA, Coleman JL, Bailey BW. The effects of exercise on appetite-regulating Hormone concentrations over a 36-h fast in healthy young adults: A Randomized Crossover Study. *Nutrients.* 2023; 15(8):1911.
28. Yosefi Chermahini Z, Taghian F, Hedayati M. Effects of combined training on the levels of obestatin, ghrelin, and insulin resistance in overweight women. *Journal of Research & Health.* 2020; 10(5):287-294.
29. Yu AP, Ugwu FN, Tam BT, Lee PH, Lai CW, Wong CSC, Lam WW, Sheridan S, Siu PM. One year of yoga training alters ghrelin axis in centrally obese adults with metabolic syndrome. *Front Physiol.* 2018;9:1321.
30. Kim HJ, Lee S, Kim TW, Kim HH, Jeon TY, Yoon YS, et al. Effects of exercise-induced weight loss on acylated and unacylated ghrelin in overweight children. 2008; 68(3):416-22.
31. Algul S, Ilcin S, Ozcelik O. Effects of exercise on ghrelin. *Progr Nutr [Internet].* 2021; 23(3):e2021114.1-11.
32. Torabi Palat Kaleh G, Sadeghi A, Abdi A. Synergistic effects of the aerobic training and capsaicin on the expression level of AMP-Activated Protein Kinase and protein kinase B gene of liver tissue in rat fed a high-fat diet. *J Ardabil Univ Med Sci.* 2022; 22 (1) :50-62.
33. Kettinen J, Tikkanen H, Venojärvi M. Comparative effectiveness of playing golf to Nordic walking and walking on acute physiological effects on cardiometabolic markers in healthy older adults: a randomised cross-over study. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2023;9(1):e001474.
34. Shakib A, Amirsasan R, Vakili J, Sari-Saraf V. Alterations in miR-128-1 and some blood lipoproteins following 12 weeks of concurrent aerobic and strength training in obese middle-aged men. *Daneshvar Medicine.* 2023; 30(6): 44-56.
35. 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.
36. 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.

37. Miyashita M, Eto M, Sasai H, Tsujimoto T, Nomata Y, Tanaka K. Twelve-week jogging training increases pre-heparin serum lipoprotein lipase concentrations in overweight/obese middle-aged men. *J Atheroscler Thromb*. 2010; 17(1):21-9.
38. Tofghi A, Rahmani F, Jamali Qarakhani B, Babaei S. The effect of regular aerobic exercise on reverse cholesterol transport A1 and apo lipoprotein a-I gene expression in inactive women. *Iran Red Crescent Med J*. 2015;17(4):e26321.
39. Butcher LR, Thomas A, Backx K, Roberts A, Webb R, Morris K. Low-intensity exercise exerts beneficial effects on plasma lipids via PPARgamma. *Med Sci Sports Exerc*. 2008;40(7):1263-70.