

مقایسه اثر تمرینات ترکیبی همراه با مصرف ژل رویال بر ترکیب بدنی و شاخص‌های کبد چرب زنان یائسه: یک مطالعه نیمه تجربی

زهرا مظهری مجد^۱، دکتر رویا عسکری^{۲*}، دکتر امیرحسین حقیقی^۳، دکتر مرضیه‌السادات آذرنیوه^۴، نازنین ربانی^۱

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.
۲. دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.
۳. استاد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.
۴. استادیار گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۰۶

خلاصه

مقدمه: کبد چرب غیر الکلی، یک اختلال متابولیکی است و یائسگی، شیوع آن را افزایش می‌دهد. مطالعه حاضر با هدف مقایسه اثر تأثیر تمرینات ترکیبی همراه با مصرف ژل رویال بر ترکیب بدنی و شاخص‌های کبد چرب زنان یائسه انجام شد.

روش کار: این مطالعه نیمه تجربی در سال ۱۴۰۲ بر روی ۲۳ زن یائسه مبتلا به کبد چرب غیر الکلی در مشهد انجام شد. افراد به‌طور تصادفی در دو گروه تمرین ترکیبی + ژل رویال و تمرین ترکیبی + دارونما قرار گرفتند. گروه‌ها به مدت ۸ هفته، ۳ جلسه در هفته، تمرینات مقاومتی و هوازی را انجام دادند. ژل رویال و دارونما در روزهای تمرین مصرف شد. قبل از اولین جلسه و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، شاخص‌های تن‌سنجی شامل: قد، وزن، شاخص توده بدنی و درصد چربی زیرپوستی اندازه‌گیری و خون‌گیری انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS (نسخه ۲۶) و آزمون‌های شاپیروویلک و واریانس با اندازه‌های مکرر انجام شد. میزان p کمتر از ۰/۰۵ معنی‌دار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: در این مطالعه کاهش معناداری در مقادیر آنزیم‌های ALT ($p=0/015$) و AST ($p=0/002$) در گروه تمرین ترکیبی + ژل رویال مشاهده شد. اثر تعاملی تمرین ترکیبی و مکمل ژل رویال با وجود کاهش در مقادیر شاخص توده بدن ($p=0/829$)، وزن بدن ($p=0/978$)، چربی بدن ($p=0/864$)، شاخص کبد چرب ($p=0/569$) و آنزیم GGT ($p=0/420$) از نظر آماری معنادار نبود.

نتیجه‌گیری: تمرین ترکیبی همراه با مصرف ژل رویال، سبب بهبود آنزیم‌های کبدی در زنان یائسه مبتلا به کبد چرب غیر الکلی شد. علی‌رغم بهبود شاخص کبد چرب و ترکیب بدن در هر دو گروه، تغییرات قابل توجه نبود. برای آگاهی دقیق‌تر از اثرات بلندمدت و دوزهای متفاوت ژل رویال، پژوهش‌هایی همراه با گروه کنترل ضروری به‌نظر می‌رسد.

کلمات کلیدی: بیماری کبد چرب غیر الکلی، دوران پس از یائسگی، ترکیب بدنی، تمرینات مقاومتی، ژل رویال

* نویسنده مسئول مکاتبات: دکتر رویا عسکری؛ دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران. تلفن: ۴۴۰۱۲۷۶۳ - ۰۵۱؛ پست الکترونیک:

r.askari@hsu.ac.ir

مقدمه

کبد چرب غیر الکلی (NAFLD)^۱ یک اختلال متابولیکی است که از دلایل مهم آسیب‌های مزمن کبدی می‌باشد و یکی از بیماری‌های شایع کبدی محسوب می‌گردد (۱). NAFLD اپیدمی بیماری کبدی قرن ۲۱ محسوب شده و پیش‌بینی می‌شود شیوع آن در سطح جهانی افزایش بیشتری نیز پیدا کند (۲)؛ به‌طوری‌که شیوع این بیماری برای حدود ۲۰٪ جمعیت جهان برآورد شده است و انتظار می‌رود تا سال ۲۰۳۵ به حدود ۳۹/۱٪ برسد (۳). بیش از ۵/۲۱٪ از جمعیت ایران نیز مبتلا به NAFLD هستند (۴). به‌نظر می‌رسد که با پیشروی سن، افزایش وزن و ورود به دوره پس از یائسگی، شیوع آن افزایش می‌یابد؛ چنان‌که شیوع این بیماری در بین زنان یائسه ۵۸-۱۵٪ گزارش شده است که نشان‌دهنده تأثیر یائسگی در بروز NAFLD است (۵). در این دوران سندرم متابولیک، چاقی شکمی و مقاومت به انسولین، کاهش اثرات محافظتی استروژن (به‌ویژه بتا استرادیول به کمتر از ۱۲ پیکوگرم بر میلی-لیتر) و کم‌حرکی ناشی از تغییرات فیزیولوژیکی، از دلایل ابتلاء به بیماری NAFLD و پیشرفت آن در زنان یائسه است (۶).

بیماری کبد چرب به‌طور معمول با افزایش آنزیم‌های کبدی در بدن تشخیص داده می‌شود. آنزیم‌های آلانین آمینوترانسفراز (ALT)^۲، آسپاراتات آمینوترانسفراز (AST)^۳، آلکالین فسفاتاز (ALP)^۴ و گاماگلوتامین ترانسفراز (GGT)^۵ به‌عنوان شاخص‌های حساس عملکرد کبد در بدن محسوب می‌شوند. این آنزیم‌ها به‌طور طبیعی درون سلول‌های کبدی وجود دارند و زمانی که کبد آسیب می‌بیند، سلول‌های کبدی این آنزیم‌ها را به جریان خون منتقل می‌کنند (۷). همچنین، در سال‌های اخیر روش‌های مختلفی برای تشخیص غیرتهاجمی کبد چرب پیشنهاد شده است. اگرچه تشخیص کبدچرب غیرالکلی نیاز به بیوپسی کبد دارد،

روش‌های غیرتهاجمی توسعه یافته‌اند که مطابقت کافی با نتایج بافت‌شناسی را نشان می‌دهند که از جمله آن می‌توان به شاخص کبد چرب اشاره کرد. شاخص کبد چرب، یک الگوریتم ترکیبی از شاخص توده بدنی، دور کمر، GGT و سطوح تری‌گلیسیرید است و نشان داده شده است که ابزار مفیدی برای پیش‌بینی وجود کبد چرب غیر الکلی است. هم‌خوانی بالایی با معیارهای تصویربرداری و همچنین بافت‌شناسی برای کبدچرب غیرالکلی نشان می‌دهد (۸).

درمان اولیه برای بیماری NAFLD، تغییر مثبت در سبک زندگی است که شامل مداخلات رژیم غذایی به همراه تمرینات ورزشی است و برای دستیابی به کاهش وزن و کاهش مقاومت به انسولین و استئاتوز التهاب کبدی در بیماران مبتلا به NAFLD ضروری می‌باشد (۹، ۱۰). استفاده از مکمل‌ها و داروها و در کنار آن‌ها رعایت سبک زندگی سالم می‌تواند از پیشرفت بیماری جلوگیری کرده و بهبود فرد را تسهیل نماید. از جمله مکمل‌ها می‌توان به ژل رویال (RJ)^۶ اشاره کرد که یک محصول از زنبور عسل است و ارزش غذایی بالایی دارد. ژل رویال، غذای ملکه زنبورهای عسل شناخته می‌شود (۱۱) و به‌عنوان یکی از مکمل‌های طبیعی با فعالیت بیولوژیکی فراوان، تأثیرات مثبتی بر شاخص‌های سلامتی دارد (۱۲). شریف و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه خود گزارش کردند که مصرف روزانه ۱۰۰۰ میلی‌گرم ژل رویال خوراکی به‌مدت ۸ هفته در کاهش علائم یائسگی مؤثر است (۱۳). در مطالعه دیگر از ژل رویال به‌عنوان یک مکمل غذایی برای زنان یائسه در درمان آسیب‌های مرتبط با افزایش سن، مانند بیماری‌های عصبی، دیابت، چاقی، سرطان، پوکی استخوان یا آسیب‌های قلبی - عروقی یاد شده است (۱۴). همچنین به‌دلیل اثرات آنتی‌اکسیدانی با کاهش پاسخ لکوسیت‌ها و بهبود زنجیره تنفسی میتوکندری، تولید گونه‌های اکسیژن فعال را کاهش می‌دهد، بنابراین ژل رویال سطح پراکسیداسیون لیپیدی را کاهش می‌دهد (۱۵). پژوهشگران فرض می‌کنند که این ژل به‌دلیل کاهش تجمع چربی در سلول‌های کبدی ممکن است در بهبود و جلوگیری از

¹ Nonalcoholic fatty liver disease

² Alanine Aminotransferase

³ Aspartate Aminotransferase

⁴ Alkaline Phosphatase

⁵ Gamma-glutamyl Transpeptidase

⁶ Royal Jelly

پژوهش‌های مختلفی نیز بیان کردند که شیوه‌های مختلف فعالیت ورزشی از جمله تمرینات هوازی و مقاومتی، مقادیر سرمی آنزیم‌های کبدی (ALT، AST، ALP) را کاهش می‌دهد (۳۳-۳۰). با توجه به تأثیرات فرآیند یائسگی و شیوع NAFLD در این دوره زندگی و نظر به اینکه تمرینات ترکیبی (مقاومتی+ هوازی) در تعامل با مکمل ژل رویال ممکن است یک استراتژی جدید درمانی برای افراد مبتلا به NAFLD باشد و احتمالاً بتواند نقش مؤثری بر ترکیب بدن، آنزیم‌ها و شاخص کبد چرب ایفا نماید و با توجه به اینکه علی‌رغم جستجوهای فراوان، مطالعه جامعی در این زمینه یافت نشد؛ لذا مطالعه حاضر با هدف مقایسه اثر تمرینات ترکیبی همراه با مصرف ژل رویال بر ترکیب بدنی و شاخص‌های کبد چرب زنان یائسه انجام شد.

روش کار

این پژوهش نیمه‌تجربی و کاربردی با طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون در سال ۱۴۰۲ بر روی ۲۳ زن دارای کبد چرب غیرالکلی گرید ۱ در سطح شهرستان مشهد انجام شد و بر اساس مناطق جغرافیایی، دسته‌بندی و سپس به‌صورت تصادفی، منطقه غرب انتخاب شد و افراد از طریق فراخوان دعوت به همکاری شدند. حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار جی پاور و با در نظر گرفتن مؤلفه‌های اندازه اثر ۰/۳، سطح آلفای ۰/۰۵، توان آزمون ۹۵٪ برابر ۲۴ نفر در نظر گرفته شد که با احتساب ریزش شرکت-کنندگان، به ۳۰ نفر افزایش یافت که پس از تأیید پزشک و به‌صورت نمونه در دسترس، ۳۰ نفر بر اساس معیارهای ورود به پژوهش به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل: داشتن سلامت عمومی و توانایی اجرای تمرینات، قرارگیری در محدوده سنی ۴۵-۵۵ سال، ابتلاء به کبد چرب غیر الکلی درجه ۱، سابقه حداقل یک‌سال یائسگی و نداشتن هیچ‌گونه رژیم غذایی و تمرین ورزشی منظم طی ۶ ماه گذشته بود. معیارهای خروج از مطالعه شامل: تشخیص ابتلاء به بیماری‌های قلبی- عروقی- تنفسی، کلیوی و سایر بیماری‌های خاص در طی دوره تمرین، مصرف دخانیات و الکل در طول دوره تمرین، استفاده از داروهای خاص

پیشرفت بیماری کبد چرب نقش مهمی داشته باشد (۱۶، ۱۷). از طرفی، مطالعات نشان داده‌اند که مداخلات ورزشی و رژیم غذایی، پروفایل چربی کبد را در افراد در معرض خطر بیماری‌های متابولیکی تغییر داده است (۱۸). جالب توجه است که تمرین و فعالیت‌های ورزشی به‌عنوان یک استراتژی بااهمیت شناخته می‌شود (۱۹). تمرینات ترکیبی (شامل تمرینات مقاومتی و هوازی) یک نوع تمرین است که با افزایش مصرف انرژی، بهبود فرآیند اکسیداسیون چربی، کاهش چربی زیرپوستی و تنظیم جریان اسیدهای چرب آزاد، می‌تواند به کنترل چربی کبد کمک کند (۲۰). همچنین اثرات مثبت این روش تمرینی بر بهبود تغییرات فیزیولوژیکی زنان در نتیجه دوران یائسگی تأیید شده است (۲۱). شواهد قابل اعتمادی وجود دارد که تداخل ورزش با بیشتر شدن فعالیت AMPK^۱ در کبد و از مسیر غیرفعال کردن استیل کوآ کربوکسیلاز کبدی، منجر به کاهش سنتز لیپیدها می‌شود. همچنین فعالیت ورزشی با افزایش بیان PGC-1 α ^۲ باعث بهبود عملکرد میتوکندری و کاهش استئاتوز کبدی، التهاب و فیروز می‌گردد (۲۲). محققان دریافتند تمرینات ترکیبی (مقاومتی و هوازی) که هدف آن، بیشترین سازگاری به هر دو نوع تمرین می‌باشد (۲۳)، بر کاهش و اصلاح استئاتوز کبدی در بیماران مبتلا به NAFLD مؤثرند؛ به‌طوری‌که تمرینات هوازی، با کاهش وزن و تأثیرگذاری بر متغیرهای مرتبط با آن به‌عنوان تداخل‌های مؤثر در برابر NAFLD در نظر گرفته می‌شوند (۱، ۲۴، ۲۵). همچنین، در زمینه NAFLD، ورزش مقاومتی منظم با شدت متوسط به‌مدت حداقل ۳۰ دقیقه، ۳ بار در هفته و به‌مدت ۳ ماه متوالی می‌تواند بافت چربی احشایی، کلسترول و گلوکز را کاهش دهد (۲۶). برخی مطالعات نیز نشان دادند که تمرین هوازی و مقاومتی، نشانگرهای زیستی آسیب کبدی شامل محتوای چربی کبد، تری‌گلیسیرید و سطح سرمی آنزیم‌های کبدی (ALT، AST، ALP) را در بیماران NAFLD کاهش می‌دهد (۲۹-۲۷).

^۱ AMP-activated protein kinase

^۲ Peroxisome proliferator-activated receptor gamma coactivator 1-alpha

و مکمل‌ها و گیاهان دارویی، آسیب دیدگی احتمالی و عدم شرکت منظم به صورت ۳ جلسه غیر متوالی و یا ۲ جلسه متوالی و یا دلایل شخصی بود.

شرکت‌کنندگان به صورت تصادفی ساده در دو گروه مساوی (۱) گروه تمرین ترکیبی + دارونما و (۲) گروه تمرین ترکیبی + ژل رویال تقسیم شدند. لازم به ذکر است که ۷ نفر در طول تمرینات (به دلایل شخصی و یا عدم حضور مرتب در جلسات تمرینی) کنار گذاشته شدند و در نهایت اطلاعات برای دو گروه ۱۱ و ۱۲ نفری جمع‌آوری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. پس از انتخاب شرکت‌کنندگان، اطلاعات کامل درباره اجرای برنامه‌های تمرینی و آزمون‌ها داده شد. فرم رضایت‌نامه و پرسشنامه‌های مربوط تکمیل گردید. یک هفته قبل از انجام اولین تمرین و بعد از اتمام دوره تمرینی، شاخص‌های تن‌سنجی اعم از قد، وزن، شاخص تودن بدنی و چربی زیرپوستی اندازه‌گیری و خونگیری انجام شد. همچنین ۴۸ ساعت قبل از اولین جلسه تمرینی و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی به منظور بررسی تغییرات آنزیم‌های کبدی، ۵ میلی‌لیتر نمونه خونی از ورید ناحیه آرنجی گرفته شد. برنامه تمرین ترکیبی به مدت ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته انجام شد و گروه مکمل در روزهای تمرینی به مصرف مکمل ژل رویال پرداختند.

مکمل ژل رویال

از کپسول‌های یک‌رنگ ۵۰۰ میلی‌گرمی برای مکمل و دارونما استفاده گردید. نحوه مصرف مکمل به صورت یک‌سوکور بود. در این راستا مکمل ژل رویال به میزان ۵۰۰ میلی‌گرم در کپسول‌های خوراکی ریخته شد و

برای گروه دارونما نیز کپسول‌هایی با همان شکل و رنگ (حاوی پودر نشاسته) تهیه شد. زمان مصرف مکمل و دارونما، یک ساعت پیش از هر جلسه تمرینی بود.

پروتکل تمرین: برنامه تمرین ترکیبی (مقاومتی+ هوازی) به مدت ۸ هفته، ۳ بار در هفته انجام شد. هر جلسه تمرینی با یک دوره گرم‌کردن عمومی به مدت ۱۰ دقیقه آغاز شد. سپس تمرینات مقاومتی با استفاده از باند الاستیک (به مدت ۴۰-۳۵ دقیقه) به صورت دایره‌ای انجام گرفت و پس از ۱۵-۱۰ دقیقه استراحت فعال، تمرینات هوازی با استفاده از تردمیل تکمیل شد. در پایان، هر جلسه تمرین با سرد کردن به مدت ۵ دقیقه به پایان رسید.

برنامه تمرینات مقاومتی شامل تمریناتی برای عضلات فوقانی و تحتانی بود که بار و شدت تمرینات در مراحل مختلف پیشرونده بود (شدت تمرینات بر اساس مقیاس تلاش ادراک شده با کمک کش‌های تمرین مقاومتی از ۱۰ تا ۱۵ RPE تنظیم شد. بار مقاومت ابتدایی برای همه شرکت‌کنندگان با کش زرد رنگ بود و پس از گذشته هر ۲ هفته یک‌بار برنامه تمرینی، بازنگری گردید که با تغییر رنگ کش بر اساس تفاوت‌های فردی همراه بود. حرکات برنامه تمرین مقاومتی در ۸ ایستگاه شامل خم کردن آرنج در حالت نشسته، باز کردن آرنج در حالت ایستاده، عضلات باز کننده فوقانی (عضلات سینه و سه سر)، عضلات خم کننده فوقانی (عضلات پشتی بزرگ و دوزنقه‌ای)، باز کردن ساق پا در حالت درازکش، خم کردن زانو در حالت خوابیده، دور و نزدیک کردن پا در حالت ایستاده و باز و بسته کردن مچ پا در حالت نشسته بود (جدول ۱).

جدول ۱- برنامه تمرین مقاومتی

هفته	حرکات	دوره	تکرار	استراحت فعال (حرکات کششی بین هر ایستگاه)	استراحت بین دوره‌ها	رنگ باند الاستیک	RPE
اولین هفته	ایستگاه ۱-۸	۲	۸-۱۲	۶۰-۹۰ ثانیه	۹۰ ثانیه	زرد	۱۰-۱۱
دومین هفته	ایستگاه ۱-۸	۲	۸-۱۲	۶۰-۹۰ ثانیه	۹۰ ثانیه	زرد	۱۲-۱۳
سومین هفته	ایستگاه ۱-۸	۳	۸-۱۲	۶۰-۹۰ ثانیه	۹۰ ثانیه	سبز	۱۲-۱۳
چهارمین هفته	ایستگاه ۱-۸	۳	۸-۱۲	۶۰-۹۰ ثانیه	۹۰ ثانیه	سبز	۱۳-۱۴
پنجمین هفته	ایستگاه ۱-۸	۳	۸-۱۲	۶۰-۹۰ ثانیه	۹۰ ثانیه	آبی	۱۳-۱۴
ششمین هفته	ایستگاه ۱-۸	۴	۸-۱۲	۶۰-۹۰ ثانیه	۹۰ ثانیه	آبی	۱۴-۱۵
هفتمین هفته	ایستگاه ۱-۸	۴	۸-۱۲	۶۰-۹۰ ثانیه	۹۰ ثانیه	قرمز	۱۴-۱۵
هشتمین هفته	ایستگاه ۱-۸	۴	۸-۱۲	۶۰-۹۰ ثانیه	۹۰ ثانیه	قرمز	۱۴-۱۵

برنامه تمرینات هوازی شامل دویدن روی تردمیل به مدت ۲ دقیقه با ۴۵ ثانیه استراحت فعال بود و شدت تمرین بین ۸۵-۷۰٪ ضربان قلب هدف (با استفاده از فرمول کارونن) بود. همچنین، تعداد تکرارها از ۵ به ۱۲ مرتبه با توجه به توانایی و سطح آمادگی شرکت‌کنندگان در طول ۸ هفته افزایش یافت (جدول ۲).

(ضربان قلب ذخیره $\times$ درصد شدت تمرین) + ضربان قلب در حال استراحت = ضربان قلب هدف
ضربان استراحت - ضربان قلب بیشینه = ضربان قلب ذخیره

جدول ۲- برنامه تمرین هوازی

هفته	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم
حداکثر ضربان قلب هدف (درصد)	۷۰	۷۰	۷۵	۷۵	۸۰	۸۰	۸۵	۸۵
ست و تکرار	۵×۲	۶×۲	۷×۲	۸×۲	۹×۲	۱۰×۲	۱۱×۲	۱۲×۲
استراحت فعال بین هر دور (رسیدن به ۴۰٪ ضربان قلب هدف)	۴۵ ثانیه	۴۵ ثانیه	۴۵ ثانیه	۴۵ ثانیه	۴۵ ثانیه	۴۵ ثانیه	۴۵ ثانیه	۴۵ ثانیه

درصد چربی زیرپوستی با اندازه‌گیری چین پوستی با استفاده از کالپر و طبق روش استاندارد سه نقطه‌ای شامل نواحی فوق خاصره، ران و سه سر بازویی اندازه‌گیری شد. سپس برای محاسبه چگالی بدن از معادله سه نقطه‌ای جکسون و پولاک استفاده گردید (۳۴).

$$\text{Body Density} = 1.0994921 - (0.0009929 \times \text{sum of skinfolds}) + (0.0000023 \times \text{square of the sum of skinfolds}) - (0.0001392 \times \text{age})$$

$$\text{Body Fat Percentage (\%)} = (495 / \text{Body Density}) - 450$$

همچنین، شاخص کبدچرب بر اساس BMI و محیط دور شکم و مقادیر تری‌گلیسیرید و آنزیم GGT کبدی بر طبق فرمول زیر سنجیده شد (۳۵).

$$\text{FLI} = (e^{0.953 \times \log_e(\text{triglycerides})} + 0.139 \times \text{BMI} + 0.718 \times \log_e(\text{ggt}) + 0.053 \times \text{waist circumference} - 15.745) / (1 + e^{0.953 \times \log_e(\text{triglycerides})} + 0.139 \times \text{BMI} + 0.71 \times \log_e(\text{ggt}) + 0.053 \times \text{waist circumference} - 15.745)$$

برای توصیف داده‌ها از آمار توصیفی میانگین و انحراف استاندارد استفاده شد و در بخش آمار استنباطی به منظور بررسی اختلاف میانگین شاخص‌های مدنظر در دو گروه مورد مطالعه از آزمون واریانس با اندازه‌های مکرر (دو گروه $\times$ دو مرحله پیش آزمون-پس آزمون) استفاده شد. میزان p کمتر از ۰/۰۵ معنادار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

مطالعه حاضر بر روی ۲۳ زن یائسه مبتلا به کبد چرب غیر الکلی انجام شد. در پیش‌آزمون و پس‌آزمون، تمامی پیش‌فرض‌های آماری جهت استفاده از آزمون‌های پارامتریک برقرار بود. نتایج آزمون شاپیروویلک برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها، نشان‌دهنده توزیع نرمال داده‌ها بود ($p > 0/05$) و بر اساس نتایج آزمون

یک هفته پیش از جلسه اول تمرین و ۴۸ ساعت پس از جلسه تمرین آخر، در حالی که شرکت‌کنندگان حداقل یک شب (۱۲ ساعت) ناشتایی داشتند، نمونه خونی به میزان ۱۰ میلی‌لیتر از ورید جلوکوبیتال توسط فرد متخصص گرفته شد. پس از سانتریفیوژ و جداسازی پلاسما، سطوح آنزیم‌های کبدی و تری‌گلیسیرید با استفاده از یک آنالایزر شیمیایی خودکار و کیت‌های خونی برند Zellbio ساخت کشور آلمان اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS (نسخه ۲۶) انجام گرفت. ابتدا طبیعی بودن توزیع داده‌ها از طریق آزمون شاپیروویلک تأیید گردید. سپس جهت بررسی تجانس واریانس‌ها از آزمون لون،

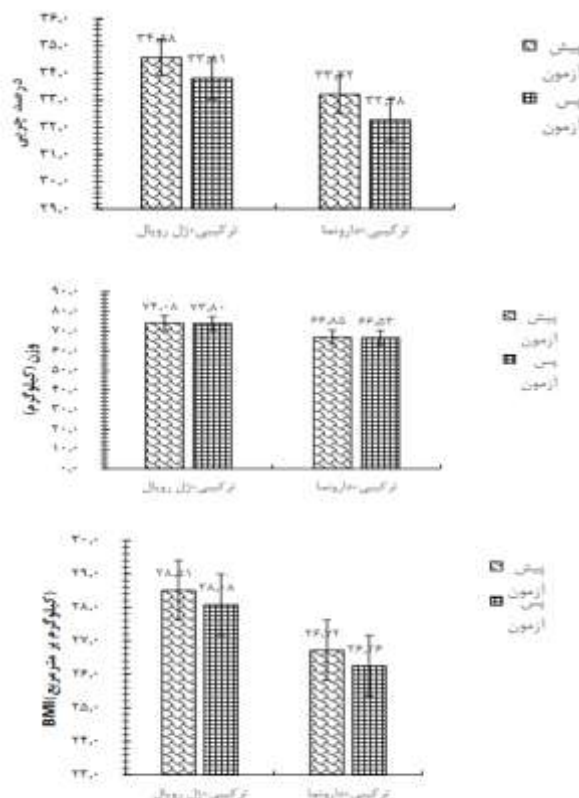
لون، بین واریانس سایر متغیرها در گروه‌ها همگنی واریانس وجود داشت ($p > 0.05$). بر اساس نتایج تحلیل آماری در شاخص‌های مربوط به ترکیب بدن، مقادیر وزن، BMI و چربی بدن در پیش‌آزمون تفاوت

معناداری نداشتند و علی‌رغم کاهش میانگین‌ها در پس‌آزمون، بین دو گروه تفاوت آماری معناداری وجود نداشت ($p > 0.05$) (جدول ۳، شکل ۱).

جدول ۳- نتایج تحلیل آماری تغییرات ترکیب بدن در گروه‌های مورد مطالعه

متغیر	گروه	پیش آزمون	پس آزمون	درصد تغییرات	اثر زمان	اثر گروه	اثر تعاملی
وزن بدن (کیلوگرم)	ترکیبی+ژل رویال	$74/08 \pm 10/49$	$73/80 \pm 10/67$	۰/۳۶	$F=0/108$ $p=0/748$	$F=2/49$ $p=0/129$	$F=0/010$ $p=0/978$
	ترکیبی+دارونما	$66/85 \pm 11/58$	$66/53 \pm 11/66$	۰/۴۸	$F=0/121$ $p=0/735$		
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	ترکیبی+ژل رویال	$28/51 \pm 4/10$	$28/08 \pm 3/99$	۱/۵	$F=16/42$ $p=0/002^*$	$F=1/11$ $p=0/303$	$F=0/048$ $p=0/829$
	ترکیبی+دارونما	$26/72 \pm 4/28$	$26/26 \pm 4/06$	۱/۷	$F=16/21$ $p=0/002^*$		
چربی بدن (درصد)	ترکیبی+ژل رویال	$34/58 \pm 4/23$	$33/81 \pm 3/62$	۲/۲	$F=2/62$ $p=0/134$	$F=1/07$ $p=0/311$	$F=0/030$ $p=0/864$
	ترکیبی+دارونما	$33/22 \pm 3/14$	$32/28 \pm 2/97$	۰/۱	$F=1/05$ $p=0/330$		

مقادیر به صورت میانگین $\pm$ انحراف معیار گزارش شده است و * سطح معناداری $p < 0.05$ در نظر گرفته شد.



شکل ۱- اثرات تمرین ترکیبی (مقاومتی+ هوازی) با و بدون مکمل یاری ژل رویال بر شاخص‌های ترکیب بدنی در پژوهش

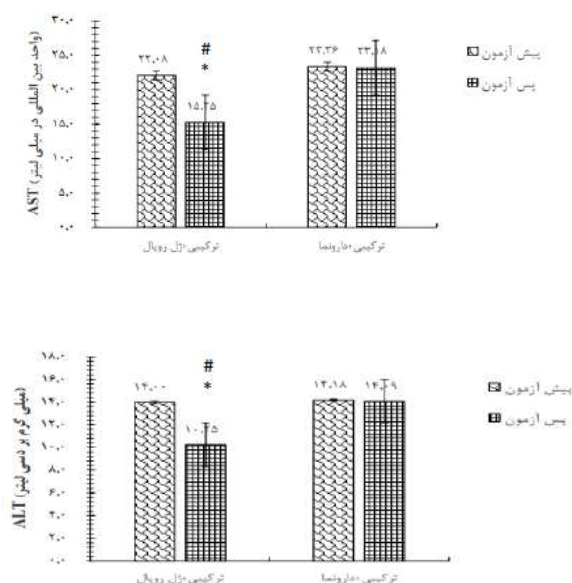
($p < 0.05$)، در حالی که بین مقادیر GGT و شاخص کبد چرب تفاوت معناداری وجود نداشت ($p > 0.05$). سطوح ALT و AST در گروه تمرین ترکیبی + ژل رویال نسبت به گروه تمرین ترکیبی + دارونما به‌طور معناداری کمتر بود ($p < 0.05$) (جدول ۴ و شکل ۲).

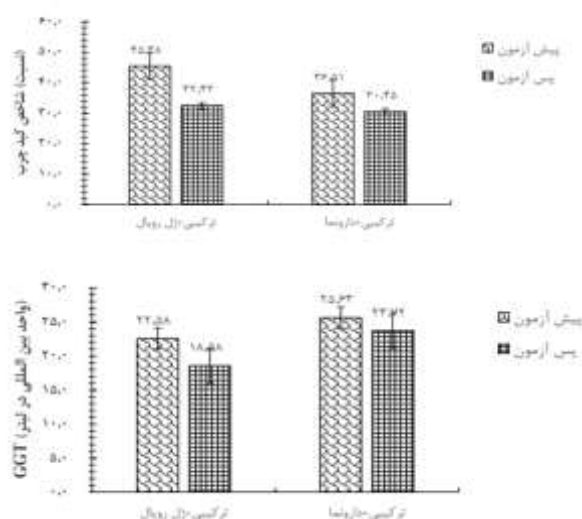
همچنین بر اساس نتایج تحلیل آماری در شاخص‌های کبدی، بین سطوح ALT، AST و GGT در پیش‌آزمون تفاوت معناداری وجود نداشت ($p > 0.05$)، اما در پس‌آزمون بین سطوح ALT و AST پلاسمایی در گروه‌های مورد مطالعه تفاوت معناداری وجود داشت

جدول ۴- نتایج تحلیل آماری تغییرات آنزیم‌های کبدی و شاخص کبد چرب در گروه‌های مورد مطالعه

متغیر	گروه	پیش آزمون	پس آزمون	درصد تغییرات	اثر زمان	اثر گروه	اثر تعاملی
آلانین ترانسفراز (میلی گرم بر دسی لیتر)	ترکیبی + ژل رویال	$14/00 \pm 3/74$	$10/25 \pm 1/65$	۲۶/۷	$F=11/30$ $p=0/006^*$	$F=2/26$ $p=0/148$	$F=6/98$ $p=0/015^*$
	ترکیبی + دارونما	$14/18 \pm 4/49$	$14/09 \pm 4/01$	۰/۶۳	$F=0/14$ $p=0/910$		
آسپارات ترانسفراز (واحد بین‌المللی در لیتر)	ترکیبی + ژل رویال	$22/08 \pm 3/75$	$15/25 \pm 3/44$	۳۰/۹	$F=19/28$ $p=0/001^*$	$F=13/22$ $p=0/002^*$	$F=8/31$ $p=0/009^*$
	ترکیبی + دارونما	$23/36 \pm 3/82$	$23/18 \pm 5/25$	۰/۷	$F=0/11$ $p=0/917$		
گاماگلوتامیل ترانسفراز (واحد بین‌المللی در لیتر)	ترکیبی + ژل رویال	$22/58 \pm 14/47$	$18/58 \pm 5/69$	۱۷	$F=1/06$ $p=0/325$	$F=0/676$ $p=0/420$	$F=0/162$ $p=0/691$
	ترکیبی + دارونما	$25/63 \pm 19/69$	$23/72 \pm 10/34$	۷/۴	$F=0/317$ $p=0/586$		
شاخص کبد چرب (نسبت)	ترکیبی + ژل رویال	$45/38 \pm 29/57$	$32/43 \pm 20/13$	۱۶/۷	$F=9/59$ $p=0/010^*$	$F=0/334$ $p=0/569$	$F=1/97$ $p=0/174$
	ترکیبی + دارونما	$36/51 \pm 19/75$	$30/45 \pm 21/69$	۲۸/۵	$F=6/84$ $p=0/026^*$		

مقادیر به‌صورت میانگین $\pm$ انحراف معیار گزارش شده است و * سطح معناداری $p < 0.05$ در نظر گرفته شد.





شکل ۲- اثرات تمرین ترکیبی (مقاومتی+ هوازی) با و بدون مکمل یاری ژل رویال بر شاخص‌های کبدی در پژوهش نشان‌دهنده تغییرات معنادار نسبت به مقدار پیش‌آزمون؛^{*} نشان‌دهنده تفاوت معنادار با گروه ترکیبی+ دارونما

بحث

از یافته‌های مهم این پژوهش، بررسی تغییرات شاخص‌های کبدی بود. نتایج حاکی از کاهش معنادار ALT (۲۶/۷٪ تمرین ترکیبی+ ژل رویال و ۰/۶۳٪ تمرین ترکیبی+ دارونما) و AST (۳۰/۹٪ تمرین ترکیبی+ ژل رویال و ۰/۷٪ تمرین ترکیبی+ دارونما) برای هر دو گروه بود، اما GGT، کاهش غیرمعناداری را در هر دو گروه نشان داد (برای گروه تمرین ترکیبی+ ژل رویال ۱۷٪ و گروه تمرین ترکیبی+ دارونما ۷/۴٪). اگرچه این شاخص تغییر معناداری را در گروه تمرین+ مکمل ژل رویال نسبت به تمرین به تنهایی نشان نداد، اما عامل اثرگذاری در شاخص کبد چرب محسوب می‌شود. نتایج این پژوهش با نتایج مطالعه شمس‌الدینی و همکاران (۲۰۱۵)، مهربانی و همکاران (۲۰۲۱) و همت‌فر و همکاران (۲۰۱۷) که از تأثیر مثبت تمرین ترکیبی بر بهبود آنزیم‌های کبدی حمایت کردند، همسو بود (۳۱-۲۹)، اما با نتایج بارانی و همکاران (۲۰۱۴) (۳۲) و حسینی کاخک و همکاران (۲۰۱۵) (۳۳) همسو نبود. این محققین که تغییرات معنادار ALT و AST را پس از ۸ هفته تمرین ترکیبی مشاهده نکردند؛ بیان کردند که احتمالاً ناکافی بودن شدت تمرین و نیز مدت کوتاه دوره تمرین (۸ هفته)، نقش بسزایی در عدم تغییرات معنادار دارد (۳۲، ۳۳).

همچنین در مطالعه حاضر شاخص کبد چرب در گروه تمرین ترکیبی+ ژل رویال (۲۸/۵٪) و گروه تمرین ترکیبی+ دارونما (۱۶/۷٪) کاهش معناداری داشت، اما بین دو گروه تفاوت معناداری وجود نداشت. این بدین مفهوم است که هر دو شیوه سبب کاهش شاخص کبد چرب شده است، اما با توجه به اختلاف میانگین‌ها، به نظر می‌رسد تأثیرگذاری تمرین ترکیبی در کنار مصرف ژل رویال شرایط مساعدتری را ایجاد کرده است که نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعه بنی‌طالبی و همکاران (۲۰۱۹)، نوری و همکاران (۲۰۱۲) و ودریوس و همکاران (۲۰۲۳) همسو بود (۳۶، ۳۷). این محققین گزارش کردند که استفاده از تمرین ترکیبی، سبب کاهش قابل ملاحظه‌ای در شاخص کبد چرب می‌شود. مکانیسم دقیقی که چطور شاخص کبد چرب پس از تمرین بهبود می‌یابد، نامشخص است. با این وجود مطالعات موجود اثرات مثبت مداخله ورزش را بر مسیرهای سیگنالینگ متابولیک کبدی مانند بهبود فعالیت آنزیم‌های اکسیداتیو، افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب و کاهش تجمع چربی درون سلولی در کبد را گزارش کرده‌اند (۳۸، ۳۹). در این راستا مطالعاتی که تأثیر تمرین بر تغییرات شاخص‌های کبد چرب را بررسی کرده‌اند، بیانگر بهبود وضعیت این بیماران بود (۳۰، ۴۰). عنوان شده است که تمرین ترکیبی از طریق

کاهش توده چربی و به دنبال آن کاهش رهایش سائتوکاین‌های پیش‌التهابی، سبب بهبود مقاومت به انسولین و افزایش اکسیداسیون اسیدچرب می‌شود که نتیجه این تغییرات، افزایش متابولیسم پایه است و سازگاری‌های تمرین تناوبی از طریق فعالیت سیگنالینگ $PGC1\alpha$ رخ می‌دهد که با افزایش بایوژنز میتوکندریایی همراه است (۳۰). در مطالعه فرائحلیلی ایرانپور و همکاران (۲۰۲۲) نیز نشان داده شد که تمرین هوازی سبب کاهش سطوح آنزیم‌های ALT، AST و GGT در افراد کبد چرب می‌شود (۴۰). در توجیه یافته‌های گذشته، محققین بیان کرده‌اند که استفاده از تمرین ترکیبی شامل فعالیت‌های ورزشی با شدت متوسط تا شدید، به‌طور مؤثری محتوای تری‌گلیسیرید داخل کبدی را در بیماران دارای کبد چرب کاهش می‌دهد (۴۱). از سوی دیگر تمرینات ورزشی، سنتز گلیکوژن عضلات اسکلتی را با کاهش هم‌زمان لیپوژنز دی‌نو و کاهش سنتز تری‌گلیسیرید کبدی بهبود می‌بخشد (۴۲). تصور می‌شود که تمرین با کاهش سنتز تری‌گلیسیرید و افزایش اکسیداسیون اسیدچرب و نیز بهبود عملکرد میتوکندری و کاهش فعالیت آبشارهای سیگنالینگ التهابی، عملکرد بهینه‌تری به بهبود وضعیت سلول‌های کبدی کمک می‌کند که نتیجه این تغییرات، برداشتن بار یا فشار زیاد و بیش از حد آنزیم‌های کبدی است (۴۳). نتایج این پژوهش نشان داد که تمرین ترکیبی همراه با مکمل یاری ژل رویال نیز سبب کاهش آنزیم‌های کبدی می‌شود. اثرات مصرف ژل رویال بر بهبود آنزیم‌های کبدی نیز گزارش شده است (۴۴). مشخص شده است که ژل رویال به‌علت دارا بودن نئوپترین، اثر محافظتی خاص بر روی بافت کبد دارد و با تقویت سیستم ضد اکسایشی، از آپوپتوز و آسیب‌های بافت کبدی جلوگیری می‌کند (۴۵). در این زمینه در مطالعه بصیرت دهکردی و همکاران (۲۰۱۹) تمرینات هوازی و مصرف ژل رویال به میزان ۱۰۰۰ میلی‌گرم در روز، سبب کاهش قابل توجه آنزیم‌های کبدی در افراد دارای بیماری مالتیپل اسکروزیس شد (۴۴). همچنین مطالعات آزمایشگاهی نشان داده است که تمرین هوازی و مصرف ژل رویال، سبب کاهش آنزیم‌های کبدی

می‌شود (۴۶). تصور می‌شود که سازگاری‌های متابولیسم تمرین از یک سو و خواص ضد اکسایشی از طریق ترکیبات فنلی مانند کوئرستین، کامفرول، آپیزین و لوتئولین از سوی دیگر، در بهبود تنظیم متابولیسم کربوهیدرات و لیپیدها اثر مثبت دارد. نتیجه این تغییرات سبب کاهش میزان آسیب به سلول‌های کبدی می‌شود که به عملکرد بهتر آنزیم‌های کبدی منتهی می‌شود (۴۷). این در حالی است که در این پژوهش، اختلاف معناداری به‌نفع گروه تمرین ترکیبی+ ژل رویال در مقابل گروه دیگر بر تغییرات بهینه آنزیم‌های کبدی مشاهده شد. به‌نظر می‌رسد میزان دوز مصرفی مطلوب بوده است. همچنین تصور می‌شود که اثرات مثبت تمرین ترکیبی+ ژل رویال می‌تواند در دوره‌های طولانی‌مدت آشکارتر گردد. بنابراین نتایج آنزیم‌ها و شاخص کبدی نشان داد که احتمالاً تمرین ترکیبی به‌عنوان یک مداخله قوی و مستقل از مصرف مکمل‌های گیاهی مانند ژل رویال، سبب بهبود آنزیم‌های کبدی در بیماران کبد چرب غیر الکلی می‌شود.

یافته‌های این پژوهش حاکی از تغییرات شاخص توده بدنی در هر دو گروه مورد مطالعه بود. در این مطالعه هر دو گروه کاهش معنادار BMI (گروه تمرین ترکیبی+ژل رویال ۱/۵٪ و گروه تمرین ترکیبی+ دارونما ۱/۷٪) را از قبل تا بعد از دوره تمرینی نشان دادند. با این حال، تغییرات بین‌گروهی معنادار نبود. همچنین، کاهش غیرمعنادار وزن بدن در گروه تمرین ترکیبی+ ژل رویال (۳۶/۰٪) و گروه تمرین ترکیبی+ دارونما (۴۸/۰٪) مشاهده شد، اما تغییرات بین گروهی برای وزن بدن نیز معنادار نبود. در نهایت تغییرات درون‌گروهی و بین‌گروهی توده چربی در هر دو گروه تمرین ترکیبی+ ژل رویال (۲/۲٪) و گروه تمرین ترکیبی+ دارونما (کمر از ۱/۰٪) معنادار نبود که نتایج این مطالعه با نتایج مطالعه شمس‌الدینی و همکاران (۲۰۱۵)، مهربانی و همکاران (۲۰۲۱)، همت‌فر و همکاران (۲۰۱۷)، بارانی و همکاران (۲۰۱۴)، سوری و همکاران (۲۰۱۹) و رجبی و همکاران (۲۰۲۰) همسو نبود (۳۲-۲۹، ۴۸، ۴۹). این محققین دریافتند که تمرین ترکیبی، سبب کاهش معنادار شاخص‌های ترکیب بدن مانند توده چربی، نسبت

کمر به دور لگن و شاخص توده بدن می‌شود، اما با نتایج مطالعه چوبینه و همکاران (۲۰۱۵) (۵۰) که بین ترتیب تمرین ترکیبی در زنان یائسه دارای اضافه وزن تغییرات معنادار وزن، شاخص توده بدن و درصد چربی مشاهده نکردند، همسو بود.

اهمیت شرکت در فعالیت‌های ورزشی و تأثیر مثبت فعالیت‌های ورزشی مختلف بر لیپولیز و اکسیداسیون بافت آدیپوز و اسید چرب آزاد و نیز تغییرات در ابعاد بدنی قابل مشاهده است (۵۱، ۵۲). همچنین نوع فعالیت ورزشی می‌تواند در کاهش توده چربی، سازگاری‌های متفاوتی داشته باشد که تحت تأثیر عوامل هورمونی، گیرنده‌های موجود در سطح سلول، تغییرات لاكتات خون، میزان فعالیت آنزیمی و بایوژنز میتوکندریایی قرار دارد که نقش مهمی در متابولیسم بافت آدیپوز دارد (۵۱). چنان‌که، شمس‌الدینی و همکاران (۲۰۱۵) اثرات تمرین هوازی + مقاومتی را بر تغییرات ترکیب بدن در مردان مبتلا به کبد چرب غیرالکلی بررسی کردند. آنان گزارش کردند که تمرین ترکیبی در کاهش چربی بدن و توده چربی (کیلوگرم) اثر مثبت دارد (۲۹). مطالعه مهربانی و همکاران (۲۰۲۱) که بر روی زنان مبتلا به کبد چرب انجام شد، نشان داد که تمرین ترکیبی با شیوه‌های متفاوت (تناوبی - مقاومتی در مقابل هوازی - مقاومتی) در کاهش معنادار درصد چربی بدن مؤثر است (۳۰). در مطالعه همت‌فر و همکاران (۲۰۱۷) پس از ۶ هفته تمرین هوازی و مقاومتی در مردان میانسال مبتلا به کبد چرب غیرالکلی، شاخص‌های نسبت کمر به لگن، شاخص توده بدنی و درصد چربی بدن بهبود یافت (۳۱). در مطالعه رجبی و همکاران (۲۰۲۰) در تأیید مطالعات گذشته، تمرینات ترکیبی در زنان چاق و یا دارای اضافه وزن مبتلا به کبد چرب، سبب کاهش معنادار درصد چربی، وزن بدن و شاخص توده بدنی شد (۴۹). در مطالعه بارانی و همکاران (۲۰۱۴) (۳۲) پس از ۸ هفته تمرینات مقاومتی و ترکیبی، وزن بدن، اندازه دور کمر و درصد چربی به‌طور قابل توجهی کاهش یافت. یکی از مهم‌ترین اثرات مثبت تمرین، رهايش مایوکاین‌های عضلانی به ویژه آیریزین، آدیپونکتین از عضله اسکلتی است که نقش مثبت تنظیمی در افزایش اکسیداسیون

اسیدهای چرب در بافت چربی دارد (۵۱، ۵۲). در واقع انجام فعالیت‌های ورزشی، سبب افزایش میزان هورمون‌های اکسیداسیون اسید چرب، گیرنده‌های موجود در سطح سلول، میزان فعالیت آنزیمی و بایوژنز میتوکندریایی می‌شود که نقش مهمی در متابولیسم بافت آدیپوز و کاهش درصد چربی بدنی دارند (۵۱). مشخص شده است که تمرین مقاومتی با افزایش هورمون رشد، نقش مهمی در فعال کنندهای لیپولیزی دارد (۵۳). در واقع استفاده از حرکات چندمفصله می‌تواند نقش مهمی در افزایش اکسیداسیون و افزایش میزان متابولیسم پایه داشته باشد (۵۴). البته نقش رژیم غذایی بعد از جلسه تمرین، بسیار تعیین کننده است (۵۵). از سوی دیگر جیت ویل و همکاران، (۲۰۱۹) از حجم تمرین بیشتر (فعالیت بیشتر عضلات در طول تمرین) در برنامه‌های تمرین مقاومتی حمایت کردند که سهمی بیشتر در کاهش درصد چربی بدنی دارد (۵۶). در مقابل، تمرین هوازی با افزایش رهايش اپی‌نفرین بر بافت آدیپوز زیرپوستی و درون سلول عضله اسکلتی اثر می‌گذارد و از طریق اتصال به گیرنده بتا آدرنرژیک، حساسیت لیپولیز را افزایش می‌دهد. همچنین اکسیژن مصرفی اضافی پس از تمرین تناوبی بسیار بالاست که ناشی از افزایش عملکرد قلبی-ریوی، دمای بدن، اثرات کاتکولامینی و سنتز مجدد گلیکوژن است که این تغییرات می‌تواند افزایش اکسیداسیون اسید چرب را به‌دنبال داشته باشد (۵۷). با اینکه مطالعات گذشته نشان داده‌اند که تمرین ترکیبی با شدت متوسط می‌تواند سبب بهبود ترکیب بدن گردد، اما پروتکل تجویزی در این پژوهش، تغییرات قابل‌توجهی را ایجاد نکرد، لذا به‌نظر می‌رسد که دست‌کاری حجم تمرین، تواتر تمرین و یا طول مدت تمرین (۱۲ هفته در مقابل ۸ هفته)، متغیرهای مهم‌تری برای افراد دارای کبد چرب غیرالکلی باشد. به‌علاوه؛ ما در این مطالعه علی‌رغم ارائه توصیه‌های غذایی در طول دوره تمرین به افراد شرکت‌کننده، قادر به کنترل رژیم غذایی به‌طور دقیق نبودیم که می‌تواند بر روی نتایج تأثیرگذار بوده باشد. از طرفی با توجه به اینکه شرکت‌کنندگان حاضر یائسه بودند و شواهد نشان می‌دهد که سیگنال‌دهی استروژنی می‌تواند نقش مهمی در

ملاحظات اخلاقی

این پژوهش با رعایت کامل اصول اخلاقی و کد اخلاق به شماره شناسه IR.HSU.REC.1402.034 از دانشگاه حکیم سبزواری انجام شد و هیچ‌کدام از نویسندگان برای انتشار این مقاله تعارض منافع نداشتند.

تضاد منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع در اجرای این پژوهش وجود نداشت.

منابع مالی

پژوهش حاضر تحت حمایت مالی هیچ سازمانی قرار نگرفته است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان استاندارهای نگارش را بر اساس توصیه های کمیته بین‌المللی ویراستاران مجلات پزشکی (ICMJE) رعایت کردند.

ایجاد چاقی در زنان یائسه داشته باشد (۵۸)؛ بنابراین، کمبود استروژن ممکن است نوعی مقاومت در برابر تغییرات توده چربی و در نهایت ترکیب بدن باشد که تا حدودی نتایج حاضر را توجیه کرده و نیاز به بررسی بیشتر دارد. علی‌رغم تلاش‌های فراوان، امکان مدیریت دقیق شرایط تغذیه‌ای، فعالیت‌های جانبی و وضعیت روحی و روانی افراد در این پژوهش وجود نداشت که می‌تواند جزء محدودیت‌های این کار باشد.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش تعامل تمرین ترکیبی (مقاومتی+ هوازی) و مصرف ژل رویال نسبت به تمرین تنها، اثرات قابل‌توجهی بر آنزیم‌های کبدی در زنان یائسه مبتلا به کبد چرب غیر الکلی داشت، اما علی‌رغم بهبود شاخص کبد چرب و ترکیب بدن در هر دو گروه، تغییرات قابل توجه نبود، لذا برای آگاهی دقیق‌تر از اثرات بلندمدت و دوزهای متفاوت ژل رویال، پژوهش‌هایی همراه با گروه کنترل ضروری به‌نظر می‌رسد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از تمامی شرکت‌کنندگان در این مطالعه تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

1. Pouwels S, Sakran N, Graham Y, Leal A, Pintar T, Yang W, et al. Non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD): a review of pathophysiology, clinical management and effects of weight loss. BMC endocrine disorders 2022; 22(1):63.
2. Paternostro R, Trauner M. Current treatment of non-alcoholic fatty liver disease. Journal of internal medicine 2022; 292(2):190-204.
3. Ito T, Ishigami M, Zou B, Tanaka T, Takahashi H, Kurosaki M, et al. The epidemiology of NAFLD and lean NAFLD in Japan: a meta-analysis with individual and forecasting analysis, 1995–2040. Hepatology international 2021; 15(2):366-79.
4. Motamed N, Khoonsari M, Panahi M, Rezaie N, Maadi M, Tameshkel FS, et al. The incidence and risk factors of non-alcoholic fatty liver disease: a cohort study from Iran. Hepatitis Monthly 2020; 20(2).
5. Cai H, Lu S, Chen Y, Niu Z, Zhuo G, Lai L, et al. Serum retinol binding protein 4 and galectin-3 binding protein as novel markers for postmenopausal nonalcoholic fatty liver disease. Clinical biochemistry 2018; 56:95-101.
6. Norouzpour M, Marandi M, Ghanbarzadeh M, ZareMaivan A. The effect of aerobic-resistance exercise on serum level of retinol-bonded protein 4, abdominal obesity, and metabolic markers in postmenopausal women with non-alcoholic fatty liver. Journal of Applied Exercise Physiology 2020; 16(32):171-86.
7. Gunjal C, Sharma A, Kaushik GG, Maheriya M. Relationship of Adiponectin with Liver Enzymes in NAFLD Subjects. AGE 2014; 48(8.42):49-2.
8. Khang AR, Lee HW, Yi D, Kang YH, Son SM. The fatty liver index, a simple and useful predictor of metabolic syndrome: analysis of the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2010–2011. Diabetes, metabolic syndrome and obesity: targets and therapy 2019:181-90.
9. Bellentani S, Dalle Grave R, Suppini A, Marchesini G, Fatty Liver Italian Network (FLIN). Behavior therapy for nonalcoholic fatty liver disease: the need for a multidisciplinary approach. Hepatology 2008; 47(2):746-54.

10. Chalasani N, Younossi Z, Lavine JE, Diehl AM, Brunt EM, Cusi K, et al. The diagnosis and management of non-alcoholic fatty liver disease: practice Guideline by the American Association for the Study of Liver Diseases, American College of Gastroenterology, and the American Gastroenterological Association. *Hepatology* 2012; 55(6):2005-23.
11. Khazaei M, Ansarian A, Ghanbari E. New findings on biological actions and clinical applications of royal jelly: a review. *Journal of dietary supplements* 2018; 15(5):757-75.
12. Petelin A, Kenig S, Kopinč R, Deželak M, Černelič Bizjak M, Jenko Pražnikar Z. Effects of royal jelly administration on lipid profile, satiety, inflammation, and antioxidant capacity in asymptomatic overweight adults. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 2019; 2019(1):4969720.
13. Sharif SN, Darsareh F. Effect of royal jelly on menopausal symptoms: A randomized placebo-controlled clinical trial. *Complementary therapies in clinical practice* 2019; 37:47-50.
14. Bălan A, Moga MA, Dima L, Toma S, Elena Neculau A, Anastasiu CV. Royal jelly—A traditional and natural remedy for postmenopausal symptoms and aging-related pathologies. *Molecules* 2020; 25(14):3291.
15. Uthaibutra V, Kaewkod T, Prapawilai P, Pandith H, Tragoolpua Y. Inhibition of skin pathogenic bacteria, antioxidant and anti-inflammatory activity of royal jelly from northern Thailand. *Molecules* 2023; 28(3):996.
16. Etemad Z, Zohali S. The effect of aerobic training and royal jelly supplementation on some inflammatory markers in overweight women. *Journal of Disability Studies* 2021; 11.
17. Nejati V, Zahmatkesh E, Babaei M. Protective effects of royal jelly on oxymetholone-induced liver injury in mice. *Iranian biomedical journal* 2016; 20(4):229.
18. Sullivan S, Kirk EP, Mittendorfer B, Patterson BW, Klein S. Randomized trial of exercise effect on intrahepatic triglyceride content and lipid kinetics in nonalcoholic fatty liver disease. *Hepatology* 2012; 55(6):1738-45.
19. Kokkinos P, Narayan P. *Cardiorespiratory fitness in cardiometabolic diseases*. Cham: Springer Nature Publications 2019:49-56.
20. Sadeghi S, Asad MR, Ferdowsi MH. The effect of twelve weeks endurance training on liver enzymes levels in Iranian obese women. *Research in Sport Medicine and Technology* 2017; 15(13):49-60.
21. Nuri R, Kordi MR, Moghaddasi M, Rahnema N, Damirchi A, Rahmani-Nia F, et al. Effect of combination exercise training on metabolic syndrome parameters in postmenopausal women with breast cancer. *Journal of cancer research and therapeutics* 2012; 8(2):238-42.
22. Rogers NH, Perfield JW, Strissel KJ, Obin MS, Greenberg AS. Reduced energy expenditure and increased inflammation are early events in the development of ovariectomy-induced obesity. *Endocrinology* 2009; 150(5):2161-8.
23. Monteleone P, Mascagni G, Giannini A, Genazzani AR, Simoncini T. Symptoms of menopause—global prevalence, physiology and implications. *Nature Reviews Endocrinology* 2018; 14(4):199-215.
24. Mucinski JM, Manrique-Acevedo C, Kasumov T, Garrett TJ, Gaballah A, Parks EJ. Relationships between Very Low-Density Lipoproteins—Ceramides, Diacylglycerols, and Triacylglycerols in Insulin-Resistant Men. *Lipids* 2020; 55(4):387-93.
25. Stevanović J, Beleza J, Coxito P, Ascensão A, Magalhães J. Physical exercise and liver “fitness”: Role of mitochondrial function and epigenetics-related mechanisms in non-alcoholic fatty liver disease. *Molecular metabolism* 2020; 32:1-4.
26. Zhang L, She ZG, Li H, Zhang XJ. Non-alcoholic fatty liver disease: a metabolic burden promoting atherosclerosis. *Clinical Science* 2020; 134(13):1775-99.
27. Oh S, So R, Shida T, Matsuo T, Kim B, Akiyama K, et al. High-intensity aerobic exercise improves both hepatic fat content and stiffness in sedentary obese men with nonalcoholic fatty liver disease. *Scientific reports* 2017; 7(1):43029.
28. Zelber-Sagi S, Buch A, Yeshua H, Vaisman N, Webb M, Harari G, et al. Effect of resistance training on non-alcoholic fatty-liver disease a randomized-clinical trial. *World journal of gastroenterology: WJG* 2014; 20(15):4382.
29. Shamsoddini A, Sobhani V, Chehreh ME, Alavian SM, Zaree A. Effect of aerobic and resistance exercise training on liver enzymes and hepatic fat in Iranian men with nonalcoholic fatty liver disease. *Hepatitis monthly* 2015; 15(10):e31434.
30. Mehrabani F, Rahmani Nia F, Mehrabani J, Razavianzadeh N. The effect of combined training (aerobic interval and resistive) with two intensity on FGF-21, liver enzymes, insulin resistance and body composition in women with non-alcoholic fatty liver. *Metabolism and Exercise* 2021; 11(1):19-35.
31. Hematfar A, Sharif MA, Valizadeh Y, Siavoshi H, Keihanshokouh J. Effect of a six-week combined aerobic and resistance exercise training on some liver function parameters in middle-aged men with non-alcoholic fatty liver disease. *Scientific Journal of Hamadan University of Medical Sciences* 2017; 24(3).
32. Barani F, Afzalpour ME, Ilbiegi S, Kazemi T, Mohammadi Fard M. The effect of resistance and combined exercise on serum levels of liver enzymes and fitness indicators in women with nonalcoholic fatty liver disease. *Journal of Translational Medical Research* 2014; 21(2):188-202.
33. Hosseini Kakhk A, Khalegh Zadeh H, Nematy M, Hamedia Nia M. The effect of combined aerobic-resistance training on lipid profile and liver enzymes in patients with non-alcoholic fatty liver under nutrition diet. *Sport Physiology* 2015; 7(27):65-84.

34. Gomes SA, Santos T, Silva RC, Alves MA, Soares BH, de Sousa LL, et al. Association between body fat percentage estimated by DXA and Jackson and Pollock equations in futsal players. *Journal of Physical Education and Sport* 2022; 22(10):2565-74.
35. Bedogni G, Bellentani S, Miglioli L, Masutti F, Passalacqua M, Castiglione A, et al. The Fatty Liver Index: a simple and accurate predictor of hepatic steatosis in the general population. *BMC gastroenterology* 2006; 6(1):33.
36. Banitalebi E, Faramarzi M, Nasiri S, Mardaniyan M, Rabiee V. Effects of different exercise modalities on novel hepatic steatosis indices in overweight women with type 2 diabetes. *Clinical and molecular hepatology* 2019; 25(3):294.
37. Voudouris D, Horianopoulou M, Apostolopoulou Z, Chrysanthopoulos C, Bardopoulou M, Maridaki M, et al. The effects of a short-term combined exercise program on liver steatosis indices and the lipidemic and glycemic profile in NAFLD individuals: A pilot study. *Metabolites* 2023; 13(10):1074.
38. Perseghin G, Lattuada G, De Cobelli F, Ragogna F, Ntali G, Esposito A, et al. Habitual physical activity is associated with intrahepatic fat content in humans. *Diabetes care* 2007; 30(3):683-8.
39. Kotronen A, Juurinen L, Tiikkainen M, Vehkavaara S, Yki-Järvinen H. Increased liver fat, impaired insulin clearance, and hepatic and adipose tissue insulin resistance in type 2 diabetes. *Gastroenterology* 2008; 135(1):122-30.
40. Iranpur H, Ghafari M, Faramarzi M, Rahimi M. The effect of different intensities of chronic aerobic training on changes in liver index enzymes in patients with non-alcoholic fatty liver disease in men and women with different ages, systematic review and meta-analysis. *Sport Physiology* 2022; 14(54):17-46.
41. Zhang HJ, He J, Pan LL, Ma ZM, Han CK, Chen CS, et al. Effects of moderate and vigorous exercise on nonalcoholic fatty liver disease: a randomized clinical trial. *JAMA internal medicine* 2016; 176(8):1074-82.
42. Thyfault JP, Rector RS. Exercise combats hepatic steatosis: potential mechanisms and clinical implications. *Diabetes* 2020; 69(4):517-24.
43. Van Der Windt DJ, Sud V, Zhang H, Tsung A, Huang H. The effects of physical exercise on fatty liver disease. *Gene expression* 2018; 18(2):89.
44. Basirat-Dehkordi S, Vahidian-Rezazadeh M, Moghtaderi A. Response of aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase, and alkaline phosphatase enzymes to aerobic exercise and royal jelly in multiple sclerosis patients. *Feyz Medical Sciences Journal* 2019; 23(4):352-60.
45. Collazo N, Carpena M, Nuñez-Estevez B, Otero P, Simal-Gandara J, Prieto MA. Health promoting properties of bee royal jelly: Food of the queens. *Nutrients* 2021; 13(2):543.
46. Maghouli A, Abdi A, Abbassi DA. Protective effect of aerobic training and royal jelly on profibrogenic parameters of liver tissue and insulin resistance in obese rats. *Journal of Food Technology and Nutrition* 2022; 19(3):67-76.
47. Bešlo D, Golubić N, Rastija V, Agić D, Karnaš M, Šubarić D, et al. Antioxidant activity, metabolism, and bioavailability of polyphenols in the diet of animals. *Antioxidants* 2023; 12(6):1141.
48. Soori R, Darabi M, Mosadegh Neishabouri Z, Ramezankhani A. The effect of concurrent training on apelin, interleukin-6, and C-reactive protein levels in middle-aged sedentary obese men. *Armaghane Danesh* 2019; 24(3):446-60.
49. Rajabi S, Askari R, Haghighi AH, Razaviyazadeh N. Effect of resistance-interval training with two different intensities on cytokeratin18 and some functional parameters in women with fatty liver. *The Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility* 2020; 23(3):68-81.
50. Chobineh Z, Banitalebi E, Bagheri L, Azimian E. Comparing effects of two alternating order combination exercises (strength and endurance) on Blood pressure, Catecholamine's and Body composition in Overweight Postmenopausal Women. *Iranian Journal of Rehabilitation Research* 2015; 2(1):66-78.
51. Tsiloulis T, Watt MJ. Exercise and the regulation of adipose tissue metabolism. *Progress in molecular biology and translational science* 2015; 135:175-201.
52. Andreato LV, Esteves JV, Coimbra DR, Moraes AJ, De Carvalho T. The influence of high-intensity interval training on anthropometric variables of adults with overweight or obesity: a systematic review and network meta-analysis. *Obesity reviews* 2019; 20(1):142-55.
53. Behrad A, Askari R, Hamedinia MR. The effect of high intensity interval training and circuit resistance training on respiratory function and body composition in overweight females. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport* 2016; 4(7):89-101.
54. Paoli A, Pacelli QF, Moro T, Marcolin G, Neri M, Battaglia G, et al. Effects of high-intensity circuit training, low-intensity circuit training and endurance training on blood pressure and lipoproteins in middle-aged overweight men. *Lipids in health and disease* 2013; 12(1):131.
55. Aragon AA, Schoenfeld BJ. Nutrient timing revisited: is there a post-exercise anabolic window?. *Journal of the international society of sports nutrition* 2013; 10(1):5.
56. Jitwil A, Pitol PP, Wahed WJ. High-intensity interval training and high-intensity resistance training on body fat percentage and aerobic fitness among female overweight adults. *Malaysian Journal of Sport Science and Recreation* 2019; 15(2):25-34.
57. Boutcher SH. High-intensity intermittent exercise and fat loss. *Journal of obesity* 2011; 2011(1):868305.
58. Lizcano F, Guzmán G. Estrogen deficiency and the origin of obesity during menopause. *BioMed research international* 2014; 2014(1):757461.

The Effects of Combined Training along with Royal Jelly on Body Composition and Fatty Liver Indices in Postmenopausal Women: A Quasi-Experimental Study

Zahra Mazharimajd¹, Roya Askari^{2*}, Amir Hossein Haghighi³, Marzieh Sadat Azarniveh⁴, Nazanin Rabani¹

1. M.Sc. Student in Sports Physiology, School of Sports Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran.
2. Associate Professor, Department of Exercise Physiology, School of Sports Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran.
3. Professor, Department of Exercise Physiology, School of Sports Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran.
4. Assistant Professor, Department of Sports Sciences, School of Literature and Humanities, Zabol University, Zabol, Iran.

Abstract

Received: Jun 24, 2025 Accepted: Sep 28, 2025

Introduction: Non-alcoholic fatty liver (NAFL) is a metabolic disorder that exhibits an increased prevalence in menopausal women. The present study was conducted with aim to compare the effect of combined training along with royal jelly consumption on body composition and fatty liver indices in postmenopausal women.

Methods: This semi-experimental study was conducted in 2023 on 23 postmenopausal women with non-alcoholic fatty liver disease in Mashhad. Participants were randomly assigned to two groups: combined exercise + royal jelly and combined exercise + placebo. Both groups underwent 8-week resistance and aerobic exercises, 3 sessions per week. Royal jelly and placebo were consumed on training days. Before the first session and 48 hours after the last training session, anthropometric indicators including height, weight, body mass index, and subcutaneous fat percentage were measured and blood sampling was done. Data analysis was performed using the statistical software SPSS (version 26) and Shapiro-Wilk test and repeated measures ANOVA. $P < 0.05$ was considered significant.

Results: The combined training + royal jelly gel group displayed a significant reduction in ALT ($p=0.015$) and AST ($p=0.002$) enzyme levels. The interactive effect of combined exercise and royal jelly supplementation was not statistically significant despite the reduction in body mass index ($p=0.829$), body weight ($p=0.978$), body fat ($p=0.864$), fatty liver index ($p=0.569$), and GGT enzyme ($p=0.420$).

Conclusion: The combined training along with royal jelly consumption resulted in improved liver enzyme levels in menopausal women with NAFL. Despite improvements in fatty liver index and body composition in both groups, the changes were not significant. To gain a more accurate understanding of the long-term effects and different doses of royal jelly, it seems necessary to perform studies with control groups.

Keywords: Body Composition, Nonalcoholic Fatty Liver Disease, Postmenopause, Resistance Training, Royal Jelly

Please cite this article as:

Mazharimajd Z, Askari R, Haghighi AH, Azarniveh MS, Rabani N. The Effects of Combined Training along with Royal Jelly on Body Composition and Fatty Liver Indices in Postmenopausal Women: A Quasi-Experimental Study. *Iran J Obstet Gynecol Infertil* 2025; 28(7):45-58. DOI: 10.22038/ijogi.2025.81474.6151