پژوهش‌های فیزیولوژی و مدیریت در ورزش

دورهٔ ۱۷، شمارهٔ ۱، بهار ۱۴۰۴

ص ص : ۱۹۰ – ۱۷۲

The effect of eight weeks of combined training with and without royal jelly supplementation on some fat metabolism factors and physical fitness indices in postmenopausal women with nonalcoholic fatty liver disease

Roya Askari[۴], Zahra Mazhari Majd[2], Amirhossein Haghighi[۳], Marzieh Sadat Azarnive[۴], Nazanin Rabbani[2]

1. Associate Professor, Department of Exrcise Physiology, Faculty of Sports Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran. 2. Master's degree, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sports Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran. 3. Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sports Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran. 4. Assistant Professor, Department of Exercise Sciences, Faculty of Literature and Humanities, Zabol University, Zabol, Iran.

(Received:2025/2/3; Accepted:2025/6/18)

Abstract

Non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD) is prevalent among postmenopausal women. This study investigated the effects of 8-week combined training with and without royal jelly supplementation on physical fitness and lipid profiles in postmenopausal women with NAFLD. Twenty-three participants were randomly assigned to either an exercise plus royal jelly supplement group (n=11, 500 mg/day) or an exercise plus placebo group (n=12). The training protocol consisted of 3 weekly sessions of 35-40 minutes of resistance circuit training (8 stations) followed by aerobic interval training at 40-85% of target heart rate (2-minute intervals with 45-second rest periods). Measurements were taken 48 hours before and after the intervention period. Statistical analysis using repeated measures ANOVA revealed that while both groups showed significant improvements in aerobic fitness and dynamic balance ($p<0.05$), there was no significant interaction effect between groups for these parameters ($p=0.407$ and $p=0.806$, respectively). The supplement group demonstrated significantly greater improvements in HDL ($p=0.005$), LDL ($p=0.027$), total cholesterol ($p=0.045$), and triglycerides ($p=0.013$) compared to the placebo group, though no significant effect was observed for Apo B ($p=0.107$). Interestingly, the placebo group showed greater improvement in lower extremity muscle strength ($p=0.008$). These findings suggest that while combined training with royal jelly supplementation provides superior benefits for lipid profile modification, resistance training alone may be more effective for strength gains in this population. Both interventions improved functional fitness indicators, indicating their potential value in managing NAFLD in postmenopausal women. Further controlled studies with larger sample sizes are needed to confirm these observations.

Keywords: Apolipoprotein B, Combined exercise, Menopausal women, Non-alcoholic fatty liver, Physical fitness indicators, Royal jelly.

*Corresponding Author: r.askari@hsu.ac,,ir

پژوهش‌های فیزیولوژی و مدیریت در ورزش
دورهٔ ۱۷، شمارهٔ ۱، بهار ۱۴۰۴
ص ص : ۱۹۰ – ۱۷۲

اثر هشت هفته تمرینات ترکیبی با و بدون مصرف مکمل ژل رویال بر برخی عوامل متابولیسم چربی و شاخص‌های آمادگی جسمانی در زنان یائسه مبتلا به کبدچرب غیرالکلی

رؤیا عسکری*[۱]، زهرا مظهری مجد [۲]، امیرحسین حقیقی [۳]، مرضیه السادات آذرنیوه [۴]، نازنین ربانی [۲]

۱. دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران ۲. کارشناس‌ارشد، 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: ۱۴۰۳/۱۱/۱۵، تاریخ تصویب: ۱۴۰۴/۳/۲۹)

چکیده

کبدچرب غیرالکلی (NAFL) در زنان یائسه بیماری شایعی است. هدف مطالعه، بررسی تغییرات برخی فاکتورهای آمادگی جسمانی - لیپیدی زنان یائسه مبتلا به NAFL متعاقب تمرینات ترکیبی با و بدون مکمل ژل رویال است. ۲۳ زن یائسه مبتلا به NAFL به‌طور تصادفی در دو گروه تمرین+مکمل (۱۱ نفر) و تمرین+ دارونما (۱۲ نفر) تقسیم شدند. تمرینات مقاومتی شامل ۸ هفته، ۳ جلسه‌ی ۴۰-۳۵ دقیقه‌ای، هشت ایستگاه، به‌دنبال ۱۵-۱۰ دقیقه استراحت، تمرینات هوازی با شدت ۸۵-۴۰٪ ضربان قلب هدف، در تناوب‌های دو دقیقه ای با ۴۵ ثانیه استراحت، اجرا شد. گروه‌ها ۵۰۰ میلی‌گرم قبل از جلسات تمرینی، مکمل ژل رویال و دارونما مصرف کردند. آزمون‌های آمادگی جسمانی و بیوشیمیایی ۴۸ ساعت قبل و پس از آخرین جلسه تمرین انجام شد. تحلیل آماری با آزمون واریانس با اندازه‌های مکرر در نرم‌افزار SPSS با سطح معناداری p<۰/۰۵ انجام شد. اثر تمرین+مکمل برای آپولیپوپروتئین B (P=۰/۱۰۷) معنادار نبود. افزایش معنادار لیپوپروتئین پر چگال (P=۰/۰۰۵)، کاهش معنادار لیپوپروتئین کم چگال (P=۰/۰۲۷)، کلسترول (P=۰/۰۴۵) و تری‌گلیسرید (P=۰/۰۱۳) در گروه تمرین+مکمل نسبت به گروه دیگر مشاهده شد. افزایش معناداری در قدرت عضلانی پایین‌تنه (P=۰/۰۰۸) در گروه تمرین+ دارونما نسبت به گروه دیگر یافت شد. با وجود بهبود معنادار آمادگی هوازی و تعادل پویا در هر دو گروه، اثر تعاملی معنادار نبود (p=۰/۴۰۷؛ p=۰/۸۰۶). تمرین+مکمل اثرات بیشتری بر نیم‌رخ لیپیدی نسبت به تمرین+دارونما داشت، اما قدرت در گروه تمرین+دارونما افزایش بیشتری را نشان داد. سایر شاخص‌های عملکردی در هر دو گروه بهبود داشت. به نظر می‌رسد با انجام مطالعات کنترل‌شده بتوان به شواهد علمی قوی‌تری دست‌یافت.

واژه‌های کلیدی

آپولیپوپروتئین B، تمرین ترکیبی، زنان یائسه، ژل رویال، شاخص‌های آمادگی جسمانی، کبدچرب غیرالکلی.

* نویسنده مسئول: r.askari@hsu.ac.ir

مقدمه

بیماری کبدچرب غیرالکلی[۱] (NAFLD) شایع‌ترین بیماری مزمن کبدی است که به‌علت رسوب و تجمع ذرات درشت چربی (به‌ویژه تری‌گلیسرید) در سیتوپلاسم سلول های کبدی به مقدار پنج درصد یا بیشتر از وزن کبد ایجاد می‌شود (۱) و شامل طیف وسیعی از آسیب‌های کبدی از ساده‌ترین استئاتوز تا استئاتو هپاتیت غیرالکلی[۲] (NASH)، فیبروز، سیروز و حتی سرطان کبد می‌شود (۲). پس از یائسگی، چربی کبد و چربی احشایی رو به افزایش می‌گذارد (۳) که احتمالاً به تغییرات فیزیولوژیکی ناشی از کاهش استروژن و تغییرات مرتبط با آن، از جمله افزایش تجمع چربی در احشا، افزایش تری‌گلیسرید و کلسترول و کاهش در مصرف انرژی بازمی‌گردد که در نهایت می‌تواند منجر به اختلال در متابولیسم چربی و انرژی کبد شود و احتمال ابتلا به بیماری کبدچرب غیرالکلی را در زنان یائسه افزایش دهد (۴). پیش‌بینی می‌شود که اگر روندهای فعلی کنترل نشود، شیوع بیماری کبدچرب غیرالکلی تا سال ۲۰۳۰ در چندین منطقه جهان به‌طور قابل توجهی افزایش یابد (۵). در مطالعه‌ای مروری توسط حسن پور و همکاران (۲۰۲۳) جمعیت مبتلا به کبد چرب غیرالکلی در ایران بررسی شد، شیوع کل این بیماری در بزرگسالان ۳۶/۹ درصد گزارش شد که برای مردان ۳۳/۸ درصد و برای زنان ۳۹/۹ درصد به‌دست آمد (۶).

در بیماران مبتلا به کبدچرب غیرالکلی علاوه بر تغییرات سطوح آنزیم‌های کبدی، نیم‌رخ لیپیدی و لیپوپروتئین‌های پلاسما نیز دستخوش تغییر می‌شود، به طوری که معمولاً با افزایش سطوح تری‌گلیسرید[۳] (TG)، کلسترول تام[۴] (TC)، لیپوپروتئین کم‌چگال[۵] (LDL) و کاهش سطوح لیپوپروتئین پر چگال[۶] (HDL) همراه است. همچنین با افزایش نسبت کلسترول تام به کلسترول HDL و نسبت آپولیپوپروتئین B[۷] (Apo B) به آپولیپوپروتئین A-1[۸] (Apo A-1) در ارتباط است (۹-۷). بنابراین، پیدا کردن راهکارهایی برای کاهش میزان Apo B، LDL، TG و افزایش میزان HDL ممکن است نقش مهمی در پیشگیری از بیماری‌های کبدی و کاهش چربی کبد ایفا کند (۱۰).

از طرفی، کبد به‌عنوان اندامی اصلی برای تولید کلسترول و لیپوپروتئین‌ها، نقش حیاتی در حفظ متابولیسم چربی بدن ایفا می‌کند (۱۱). کبد، کلسترول و اسیدهای چرب را از رژیم غذایی و بافت چربی محیطی می‌گیرد، آن‌ها را به ترکیب‌های لیپوپروتئین تبدیل می‌کند و در نهایت آن‌ها را در گردش خون آزاد می‌کند. در وضعیت نارسایی هایی کبدی، توانایی کبد در متابولیسم چربی دچار اختلال می‌شود (۱۲). آپولیپوپروتئین‌ها در فرآیند سوخت‌وساز لیپیدها نقش حیاتی دارند. حتی تغییرات کوچک در ساختار و عملکرد آنها می‌تواند منجر به مشکلات جدی در فرآیند ترکیب چربی‌ها گردد. Apo B یکی از اجزای اساسی لیپوپروتئین‌های LDL و ساختارهای مشابه آن است. این Apo B در کبد تولید می‌شود و به‌عنوان یک جزء از لیپوپروتئین خیلی کم‌چگال[۹] (VLDL) به جریان خون ترشح می‌شود و در انتقال کلسترول به بافت‌ها نقش دارد. تعامل Apo B با گیرنده کلسترول - LDL در

۱ Non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD)
۲ Nonalcoholic steatohepatitis (NASH)
۳ Triglycerides (TG)
۴ Total cholesterol (TC)
۵ Low-density lipoprotein (LDL)
۶ High-density lipoprotein (HDL)
۷ Apolipoprotein B (Apo B)
۸ Apolipoprotein A-1 (Apo A-1)
۹ Very-low-density lipoprotein (VLDL)

فرآیند جذب آن از سلول‌های اطراف و کبد، نقش مهمی دارد (۴).

از جمله راهکارهای درمان بیماری کبدچرب غیرالکلی می‌توان به تمرینات منظم ورزشی و مصرف مکمل‌های طبیعی اشاره کرد (۱۴-۱۳). تمرینات ترکیبی نوعی از تمرینات است که می‌تواند به مهار چربی کبد به‌وسیله افزایش انرژی مصرفی، بهتر کردن اکسیداسیون چربی، کاهش در چربی زیرپوستی و جریان اسید چرب آزاد کمک کند. این در حالی است که اسکریپنیگ[۱] و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند استفاده از تمرین ترکیبی تأثیر مثبتی در بهبود چربی کبد و کاهش آنزیم‌های کبدی دارد (۱۵). رجبی و همکاران (۱۳۹۹) نیز نشان دادند دوازده هفته تمرین ترکیبی باعث کاهش معنادار در ابعاد و درجه کبد چرب می‌شود (۱۶). به‌علاوه اثرات مثبت تمرینات ترکیبی بر بهبود تغییرات فیزیولوژیکی ناشی از دوران یائسگی در زنان تأیید شده است (۱۷). نوع فعالیت‌های ورزشی به کار گرفته‌شده اثرات متفاوتی بر سیستم‌های ترشحی و متابولیسمی دارد. به نظر می‌رسد تمرین هوازی با تکیه‌بر دستگاه هوازی و بالا بردن اکسیداسیون اسید چرب از یک سوء و تمرین مقاومتی با افزایش متابولیسم پایه و درگیری بیشتر توده عضلانی از سویی دیگر باعث افزایش اکسیداسیون لیپید، حساسیت به انسولین و همچنین افزایش میزان متابولیسم پایه می‌شود. این تغییرات منجر به کاهش سطح آنزیم‌های کبدی می‌شود (۳). همچنین تمرین بر بهبود پروفایل لیپوپروتئین‌ها و نیم‌رخ لیپیدی خون تأثیرگذار است، به‌نحوی که می‌تواند سطوح TG و LDL را در خون کاهش و HDL را افزایش دهد (۱۸-۱۹). از آنجایی که Apo B جز پروتئین اصلی LDL است، محققان انتظار دارند در نتیجه تمرین با کاهش سطح LDL میزان Apo B نیز کاهش یابد. محمدی و همکاران (۲۰۱۵) گزارش دادند که فعالیت شدید منجر به کاهش میزان کاتابولیسم HDL و افزایش Apo B می‌شود (۲۰). همچنین، شوریده یزدی و همکاران (۱۳۹۶) نشان دادند هشت هفته تمرین هوازی منظم در آب، منجر به کاهش معنادار سطح Apo B در زنان یائسه می‌شود (۲۱). با این حال، برخی نتایج متضاد را گزارش کرده‌اند (۲۳-۲۲).

از طرفی تأثیر مصرف مکمل ژل رویال نیز در بررسی های متعدد بر کبد تأیید شده است (۲۶،۱۴-۲۴). ژل رویال محصول ترشح غدد سفالیک زنبورهای پرستار است و به عنوان مهم‌ترین بخش رژیم لارو زنبور عسل عمل می‌کند. ژل رویال یکی از مؤثرترین و مفیدترین داروها برای انسان است که هم در طب عامیانه و هم در طب سنتی به‌طور گسترده استفاده می‌شود و یک مکمل غذایی بحث‌برانگیز است. ژل رویال به‌دلیل ترکیب پیچیده (آب، پروتئین‌ها، لیپیدها، کربوهیدرات‌ها، اسیدهای آمینه، نمک‌های معدنی، ویتامین‌ها، آنزیم‌ها، هورمون‌ها، عناصر اولیگو، آنتی‌بیوتیک های طبیعی)، دارای فعالیت‌های دارویی متعددی است: آنتی‌اکسیدان، نوروتروفیک، هیپوگلیسمی، هیپوکلسترولمی و محافظ کبد، کاهش فشار خون و تنظیم کننده فشار خون، ضد تومور، آنتی‌بیوتیک، ضد التهاب، تعدیل‌کننده ایمنی و ضد حساسیت، مقوی عمومی و ضد پیری است (۲۶).

اثر کاهندگی کلسترول و محافظت از کبد ژل رویال، استفاده مؤثری در کاهش و کنترل TG و TC در انسان دارد که یافته‌هایی این اثرات را نشان داده است. برای مثال، در افراد مسن، مصرف ۱۰ گرم ژل رویال روزانه به‌مدت ۱۴ روز، سطوح سرمی HDL را افزایش می‌دهد و سطوح LDL را بدون تأثیر بر TG سرم بهبود می‌بخشد (۲۷). مطالعه دیگری نشان‌می‌دهد که مصرف ۶ گرم ژل رویال در

۱- Skrypnik

روز به‌مدت چهار هفته منجر به کاهش TC و LDL سرم می‌شود، اما تأثیری بر HDL یا TG نداشت (۲۸). به‌علاوه، در حیوانات آزمایشگاهی یا انسان، ژل رویال به بازسازی گلیکوژن و به سم‌زدایی آمونیاک و لاکتیک (مسئول خستگی) کمک کرده؛ جریان اکسیژن را به کبد افزایش و سلامت کبد و رشد سلول‌های کبدی را ارتقا داده است (۲۹).

اسیدهای چرب غیراشباع موجود در ژل رویال مانند اسید ترانس-۱۰-هیدروکسی-۲ دسنوئیک، اسیدهای چرب ضروری، اسید آراشیدونیک احتمالاً متابولیسم لیپید را تنظیم می‌کنند (۱۴). پژوهشگران فرض می‌کنند که به دلیل داشتن ویژگی‌های آنتی‌اکسیدان، این ژل ممکن است نقش مهمی در بهبود و پیشگیری از پیشرفت بیماری کبد چرب ایفا کند (۲۴). در مطالعات قبل‌تر توانایی ژل رویال در کاهش سمیت کبدی ترکیبات مختلف تأیید شده است (۳۰-۳۱). در مطالعه ژو[۱] و همکاران (۲۰۲۲) مشاهده شد که پروتئین‌های ژل رویال می‌تواند کبدچرب غیرالکلی را در موش‌ها بهبود ببخشد (۱۴). در مطالعه‌ای خوش‌پی و همکاران (۲۰۱۶) دریافتند که مصرف ژل رویال اثرات مطلوبی بر گلوکز سرم، غلظت Apo A و نسبت Apo A بر Apo B در افراد مبتلا به دیابت نوع دو دارد (۲۵).

همچنین، گزارش شده است ژل رویال و تمرین هوازی باعث فعال‌شدن فاکتور هسته‌ای رونویسی ۲ [۲](NRF2) شده و متعاقباً به هسته منتقل شده و منجر به تنظیم آنزیم های آنتی اکسیدانی پایین دست می‌شود (۳۲). در مطالعه ای دیگر اثر تعاملی تمرین هوازی و ژل رویال بر سایتوکاین های التهابی اینترلوکین 1B [۳](IL-1B)، فاکتور هسته‌ای کاپا-زنجیره سبک-افزایش‌دهنده سلول‌های B فعال (NF-kB) [۴]و فاکتور نکروز تومور α [۵] (TNF-α) در موش چاق ناشی از رژیم غذایی پرچرب نشان داد که این شاخص‌های التهابی کاهش یافته‌است و استئاتوز کبدی بهبود یافته است (۳۳).

با توجه به نتایج فوق به نظر می‌رسد استفاده از روش های غیردارویی از جمله تمرینات ورزشی (۱۶، ۱۵، ۳) و مداخلات غذایی (۳۳، ۲۴، ۱۴) می‌تواند در درمان بیماری NAFLD مفید باشد. با توجه به اینکه عوامل لیپیدی و Apo B در بروز اختلالات کبدی در دوران سالمندی و یائسگی نقش دارند و طبق جستجوهای به عمل آمده مطالعه‌ای که اثر تعاملی مصرف مکمل ژل رویال و تمرین ترکیبی (با این نوع و شدت) را بر متغییرهای مذکور آن هم در آزمودنی یائسه مبتلا به کبد چرب غیرالکلی مطالعه کرده باشند تاکنون یافت نشد؛ لذا بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات ترکیبی / همزمان (هوازی و مقاومتی) با و بدون مصرف مکمل ژل رویال بر تغییرات نیم‌رخ لیپیدی، Apo B و برخی شاخص‌های عملکرد جسمانی در زنان مبتلا به کبدچرب غیرالکلی ضروری به نظر می‌رسد.

روش‌شناسی پژوهش

آزمودنی‌ها

این تحقیق از نوع نیمه تجربی و کاربردی بود و با طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون انجام شد. جامعه آماری این تحقیق شامل تمام زنان دارای کبد چرب غیرالکلی درجه یک بودند که در منطقه غرب شهر مشهد زندگی می‌کردند.

۱-Zhu
۲-Nuclear factor erythroid 2-related factor 2 (NRF2)
۳-Interleukin-1 beta (IL-1)
۴-Nuclear factor kappa-light-chain-enhancer of activated B cells (NF-κB)
۵-Tumor necrosis factor (TNF-α)

ابتدا براساس مناطق جغرافیایی شهر مشهد دسته‌بندی شد و منطقه غرب به‌صورت تصادفی انتخاب شد. افرادی از این جامعه آماری از طریق فراخوان دعوت به همکاری شدند و پس از تأیید پزشک و بر اساس معیارهای ورود به تحقیق از جمله سلامت عمومی و توانایی اجرای تمرینات، دامنه سنی بین ۴۵ تا ۵۵ سال، گذشت حداقل یکسال از تاریخ یائسگی، ابتلا به کبد چرب غیرالکلی گرید یک، عدم رژیم غذایی و ورزش منظم طی شش ماه گذشته، ۳۰ نفر به عنوان نمونه انتخاب شدند. برای تعیین حجم نمونه از نرم افزار جی پاور استفاده شد و با در نظر گرفتن مولفه‌های اندازه اثر ۰/۳، سطح آلفا ۰/۰۵، توان آزمون ۰/۹۵ تعداد ۲۴ نفر درنظر گرفته شد که با احتساب ریزش نمونه‌ها به ۳۰ نفر افزایش یافت. سپس، افراد به‌صورت تصادفی در دو گروه تمرین+ مکمل و تمرین+ دارونما تقسیم شدند. لازم به توضیح است که در طول تمرینات، ۷ نفر کنار گذاشته شدند (به‌دلایل شخصی و یا عدم حضور مرتب در جلسات تمرینی) و در نهایت اطلاعات برای دو گروه ۱۱ و ۱۲ نفری جمع آوری و تحلیل شدند. پس از انتخاب شرکت‌کنندگان، فرم رضایت‌نامه و پرسشنامه‌های مربوط تکمیل گردید. در یک جلسه توجیهی اطلاعات کامل درباره اجرای برنامه‌های تمرینی و آزمون‌ها داده شد. یک هفته قبل از انجام اولین تمرین و در پس‌آزمون، خون‌گیری و آزمون‌های عملکردی گرفته شد. شایان‌ذکر است، این پژوهش با رعایت کامل اصول اخلاقی و کد اخلاق انجام‌شده و دارای شماره شناسه اخلاقیIR.HSU.REC.1402.034 از دانشگاه حکیم سبزواری است.

تمرینات ترکیبی / همزمان

پروتکل تمرین برنامه‌ای بود که توسط محقق و بر اساس اصول علم تمرینی طراحی شد و شامل تمرینات ترکیبی مقاومتی و هوازی بود (۳۴). این برنامه به‌مدت هشت هفته، سه بار در هفته اجرا شد. هر جلسه تمرین با یک دوره گرم‌کردن عمومی به‌مدت ۱۰ دقیقه آغاز و سپس تمرینات مقاومتی با استفاده از باند کشی به‌مدت ۳۵ تا ۴۰ دقیقه به صورت دایره‌ای انجام شد و پس از ۱۰ تا ۱۵ دقیقه استراحت فعال، تمرینات هوازی روی تردمیل انجام گردید و هر جلسه، با سرد کردن به‌مدت پنج دقیقه به پایان رسید (جدول ۱).

برنامه تمرینات مقاومتی: شامل تمرین‌هایی برای عضلات بالاتنه و پایین‌تنه می‌شد که شدت و بار تمرینات در مراحل مختلف پیش‌رونده بود. (شدت تمرینات بر اساس مقیاس تلاش ادراک‌شده با استفاده از کش‌های تمرین مقاومتی (از ۱۰ تا ۱۵) RPE تنظیم شد. بار مقاومت ابتدایی برای همه شرکت‌کنندگان با کش زرد رنگ بود و پس از گذشت هر دو هفته یکبار در برنامه تمرینی، اصلاحاتی اعمال می‌شد که شامل تغییر رنگ کش بر اساس نیازهای فردی بود. حرکات برنامه تمرین مقاومتی در ۸ ایستگاه شامل خم کردن آرنج در حالت نشسته، باز کردن آرنج در حالت ایستاده، عضلات بازکننده فوقانی (شامل عضلات سینه و سه سر)، عضلات خم‌کننده فوقانی (شامل عضلات پشتی بزرگ و ذوزنقه‌ای)، 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 نشسته‌بود (جدول ۱). **برنامه تمرینات هوازی:** شامل تمرین به‌مدت دو دقیقه با ۴۵ ثانیه استراحت فعال می‌شد و شدت تمرین بین ۴۰ تا ۸۵ درصد ضربان قلب هدف (با استفاده از فرمول کارونن) بود. همچنین، تعداد تکرارها از ۸ تا ۱۲ بار با توجه به توانایی و سطح آمادگی شرکت‌کنندگان در طول هشت هفته افزایش یافت (جدول ۱).

جدول ۱. برنامه تمرینات ترکیبی (مقاومتی-هوازی)

برنامه تمرینات 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	۱۲ - ۸	۶۰ - ۹۰ ثانیه	۹۰ ثانیه	زرد	۱۰-۱۱
دومین هفته	ایستگاه ۱ - ۸	۲	۱۲ - ۸	۶۰ - ۹۰ ثانیه	۹۰ ثانیه	زرد	۱۲-۱۳
سومین هفته	ایستگاه ۱ - ۸	۳	۱۲ - ۸	۶۰ - ۹۰ ثانیه	۹۰ ثانیه	سبز	۱۲-۱۳
چهارمین هفته	ایستگاه ۱ - ۸	۳	۱۲ - ۸	۶۰ - ۹۰ ثانیه	۹۰ ثانیه	سبز	۱۳-۱۴
پنجمین هفته	ایستگاه ۱ - ۸	۳	۱۲ - ۸	۶۰ - ۹۰ ثانیه	۹۰ ثانیه	آبی	۱۳-۱۴
ششمین هفته	ایستگاه ۱ - ۸	۴	۱۲ - ۸	۶۰ - ۹۰ ثانیه	۹۰ ثانیه	آبی	۱۴-۱۵
هفتمین هفته	ایستگاه ۱ - ۸	۴	۱۲ - ۸	۶۰ - ۹۰ ثانیه	۹۰ ثانیه	قرمز	۱۴-۱۵
هشتمین هفته	ایستگاه ۱ - ۸	۴	۱۲ - ۸	۶۰ - ۹۰ ثانیه	۹۰ ثانیه	قرمز	۱۴-۱۵

برنامه تمرینات هوازی							
هفته	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم
٪حداکثر ضربان قلب هدف	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 درصد ضربان قلب هدف)	۴۵ ثانیه	۴۵ ثانیه	۴۵ ثانیه	۴۵ ثانیه	۴۵ ثانیه	۴۵ ثانیه	۴۵ ثانیه	۴۵ ثانیه

مکمل یاری

نحوه مصرف مکمل به‌صورت یک سو کور بود. در این راستا با توجه به عدم معناداری در میانگین وزنی آزمودنی ها قبل از شروع مطالعه ($p>0.05$) و به‌استناد مقالات قبلی دوز متوسط مؤثر مکمل ژل رویال به میزان ۵۰۰ میلی گرم انتخاب و در کپسول‌های خوراکی ریخته شد که با استفاده از یک ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شد. برای گروه دارونما نیز همانند گروه مکمل در کپسول‌هایی با همان شکل و رنگ (حاوی پودر نشاسته) تهیه شد (۲۴). نحوه مصرف مکمل و دارونما یک ساعت پیش از هر جلسه تمرینی بود.

ارزیابی‌های بیوشیمیایی و عملکردی

از همه شرکت‌کنندگان با ناشتایی شبانه، ۴۸ ساعت پیش از جلسه اول تمرین و پس از آخرین جلسه، نمونه خونی به میزان ۱۰ میلی‌لیتر از ورید جلوکوبیتال توسط فرد متخصص گرفته شد. سپس در لوله‌های حاوی ماده ضد انعقاد خون با غلظت ۳ تا ۴ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر اتیلن آمین تترا استیک اسید به‌سرعت سانتریفیوژ شدند (با سرعت ۲۰۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۱۰ دقیقه) و پلاسمای به‌دست‌آمده تا زمان آزمایش در فریزر با دمای منفی ۸۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. در نهایت، سطوح Apo B،

TC، HDL، LDL و TG با استفاده از یک آنالایزر شیمیایی خودکار و کیت‌های خونی برند Zellbio ساخت کشور آلمان اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل شدند.

همچنین جهت اندازه‌گیری قدرت عضلانی پایین‌تنه، از آزمون نشستن و بلند شدن از صندلی[۱] به‌مدت ۳۰ ثانیه استفاده شد (۳۴). جهت اندازه‌گیری تعادل پویا، از آزمون زمان برخاستن و رفتن[۲] یا به‌اختصار TUG استفاده شد (۳۵) و برای اندازه‌گیری استقامت قلبی تنفسی (آمادگی هوازی) از آزمون ۶ دقیقه راه رفتن[۳] استفاده گردید (۳۶).

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

از آمار تو صیفی و ا ستنباطی جهت تو صیف و تف سیر داده‌ها اســتفاده شــد. بدین‌منظور ابتدا از آزمون شــاپیرو ویلک برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. سپس جهت برر سی تجانس واریانس‌ها، آزمون لون به کار گرفته شــد. در بخش آمار اســتنباطی از آزمون واریانس با ا ندازه های مکرر (دو گروه × دو مرح له پیش‌آزمون-پس آزمون) جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها اســتفاده شــد. کلیه محا سبات آماری با ا ستفاده از نرم‌افزار SPSS ن سخه ۲۶ انجام و سطح معناداری p<۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

این پژوهش روی ۲۳ زن مبتلا به کبدچرب گرید یک با میانگین وزن (۱۰/۴۹ ± ۷۴/۰۸) و درصد چربی و (۴/۲۳ ± ۳۴/۵۸) برای گروه تمرین+مکمل و وزن (۱۱/۵۸ ± ۶۶/۸۵) و درصد چربی (۳/۱۴ ± ۳۳/۲۲) برای گروه تمرین+دارونما اجرا گردید. نتایج تحلیل آماری برای Apo B نشان داد علی‌رغم کاهش در پس‌آزمون بین دو گروه از نظر آماری تفاوت معناداری وجود نداشت ($p > 0.05$) (جدول ۲، شکل ۱). درحالی‌که نتایج در مورد شاخص‌های لیپیدی حاکی از آن بود که بین سطوح HDL، LDL، TC و TG در گروه‌های مورد مطالعه تفاوت معناداری وجود دارد ($p < 0.05$)، طوری که علاوه بر افزایش معنادار درون گروهی برای HDL در گروه تمرین+ مکمل (P=۰/۰۰۱)، افزایش معنادار بین گروهی (P=۰/۰۰۵) نیز مشاهده شد. اما برای شاخص‌های LDL، TC و TG کاهش معناداری در گروه تمرین+ مکمل نسبت به گروه دیگر مشاهده شد (p<۰/۰۵). کاهش معنادار درون گروهی نیز در گروه تمرین+ مکمل (p<۰/۰۵) مشاهده شد، اما برای گروه تمرین+دارونما ($p > 0.05$) تفاوت معناداری یافت نشد (جدول ۲، شکل ۱).

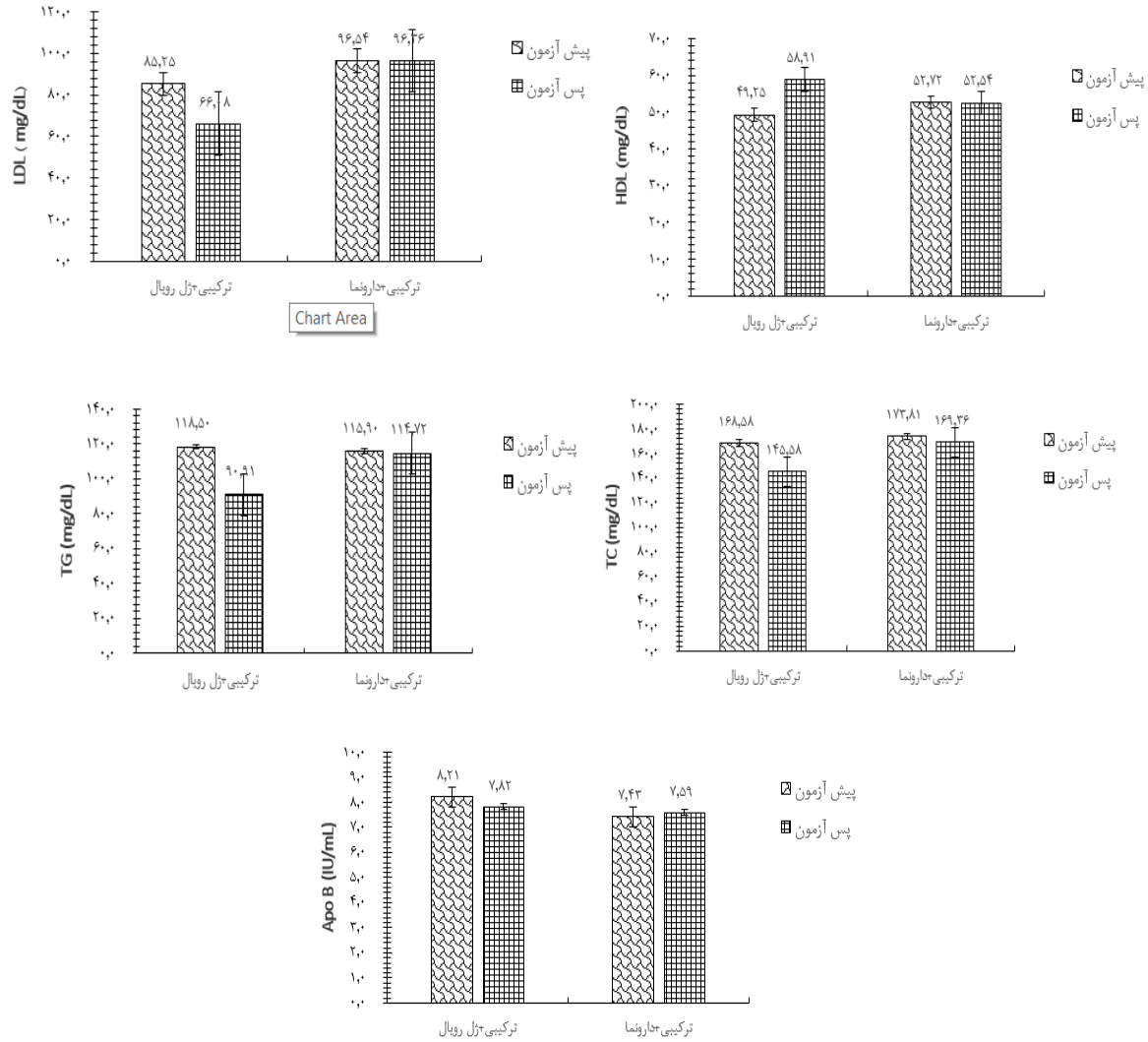
جدول ۲. نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر مربوط به Apo B و نیم‌رخ لیپیدی در گروه‌های مورد مطالعه

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	درصد تغییرات	اثر زمان	اثر گروه	اثر تعاملی
Apo B (IU/mL)	تمرین+ مکمل	۸/۲۱ ± ۰/۵۸	۷/۸۲ ± ۰/۸۰	۴/۷	F=۲/۸۶ P=۰/۱۱۹	F =۱/۹۴ P=۰/۱۷۸	F=۲/۸۲ P=۰/۱۰۷
	تمرین+دارونما	۷/۴۳ ± ۱/۲۴	۷/۵۹ ± ۱/۰۹	۲/۱	F=۰/۴۷۸ P=۰/۵۰۵		
HDL (mg/dL)	تمرین+ مکمل	± ۷/۱۳ ۴۹/۲۵	± ۱/۶۷ ۵۸/۹۱	۱۹/۶	F=۲۷/۱۲ P=۰/۰۰۱*	F =۰/۷۱۰ P=۰/۴۰۹	F=۱۰/۰۱ P=۰/۰۰۵*
	تمرین+دارونما	± ۸/۰۱ ۵۲/۷۲	± ۷/۲۴ ۵۲/۵۴	۰/۳	F=۰/۱۵۱ P=۰/۷۰۶		

۱-sit-to-stand test (STS)
۲-Timed Up and Go Test (TUG)
۳-Six Minute Walk Test

LDL (mg / dL)	تمرین+ مکمل	۲۹/۶۱ ±	۱۸/۶۹ ±	۱۹/۶	F= ۷/۰۶ P=۰/۰۲۲*	F =۳/۱۵ P=۰/۰۹۰	F=۵/۶۸ P=۰/۰۲۷*
		۸۵/۲۵	۶۶/۰۸				
	تمرین+دارونما	۳۶/۲۵ ±	۳۱/۸۷ ±	۰/۳	F=۰/۰۰۵ P=۰/۹۴۷		
		۹۶/۵۴	۹۶/۳۶				
TC (mg / dL)	تمرین+ مکمل	۲۷/۸۸ ±	۲۵/۱۱ ±	۱۳/۶	F=۱۰/۰۷ P=۰/۰۰۹*	F =۱/۱۲ P=۰/۳۰۱	F=۴/۵۳ P=۰/۰۴۵*
		۱۶۸/۵۸	۱۴۵/۵۸				
	تمرین+دارونما	۴۶/۵۸ ±	۳۵/۲۴ ±	۲/۶	F= ۰/۹۹۲ P=۰/۳۴۳		
		۱۷۳/۸۱	۱۶۹/۳۶				
TG (mg / dL)	تمرین+ مکمل	۴۳/۵۴ ±	۳۲/۰۳ ±	۲۳/۲	F=۹/۵۰ P=۰/۰۱۰*	F =۰/۳۱۵ P=۰/۵۸۰	F=۷/۳۲ P=۰/۰۱۳*
		۱۱۸/۵۰	۹۰/۹۱				
	تمرین+دارونما	۵۴/۴۵ ±	۵۴/۷۹ ±	۰/۱	F= ۰/۱۷۱ P=۰/۶۸۸		
		۱۱۵/۹۰	۱۱۴/۷۲				

مقادیر به‌صورت میانگین±انحراف معیار گزارش شده است و *سطح معنی‌داری p<۰/۰۵ در نظر گرفته شد.



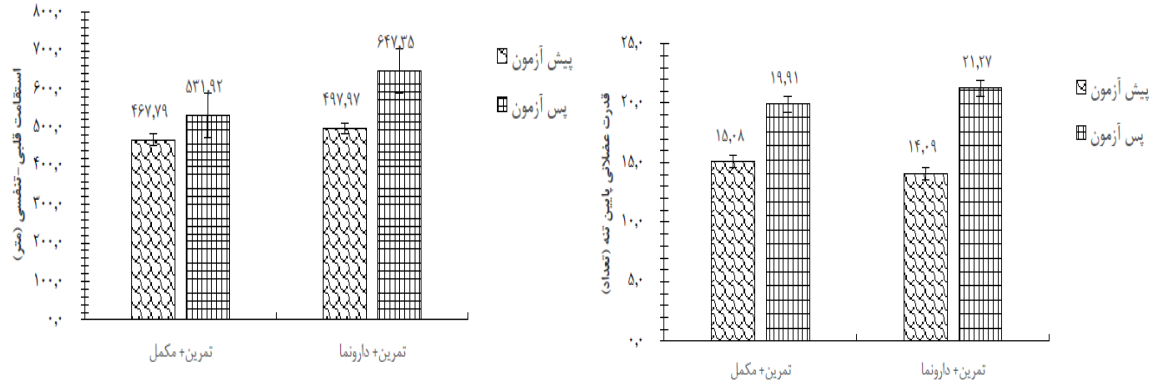
شکل ۱. اثرات تمرین ترکیبی (مقاومتی+هوازی) با و بدون مکمل‌یاری ژل رویال بر شاخص‌های Apo B و نیم‌رخ لیپیدی

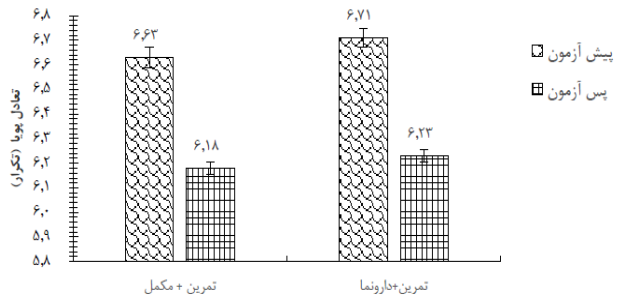
نتایج آزمون آماری برای شاخص‌های عملکردی نشان داد که افزایش معناداری برای قدرت عضلانی پایین‌تنه در گروه تمرین+دارونما نسبت به گروه دیگر وجود دارد (P=۰/۰۰۸) و افزایش معنادار درون گروهی برای قدرت عضلانی پایین‌تنه در گروه تمرین+مکمل (P=۰/۰۰۱) و گروه تمرین+دارونما (P=۰/۰۰۱) مشاهده شد. درحالی‌که علی‌رغم افزایش معنادار درون گروهی برای آمادگی قلبی-تنفسی در گروه تمرین+مکمل (P=۰/۰۰۱) و گروه تمرین+دارونما (P=۰/۰۰۱)؛ اختلاف معناداری برای آمادگی قلبی-تنفسی در بین گروه‌ها مشاهده نشد (P=۰/۴۰۷). همچنین، با وجود کاهش معنادار درون گروهی برای تعادل پویا در گروه تمرین+مکمل (P=۰/۰۰۱) و گروه تمرین+دارونما (P=۰/۰۰۱)؛ اختلاف معناداری برای تعادل پویا بین گروه‌ها مشاهده نشد (P=۰/۸۰۶) (جدول ۳، شکل ۲).

جدول ۳. نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر مربوط به شاخص‌های عملکردی در گروه‌های مورد مطالعه

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	درصد تغییرات	اثر زمان	اثر گروه	اثر تعاملی
قدرت عضلانی پایین‌تنه (تعداد)	تمرین+ مکمل	± ۴/۵۶ ۱۵/۰۸	± ۵/۰۸ ۱۹/۹۱	۳۲	F=۷۴/۰۰ P=۰/۰۰۱*	۰/۰۰۹ F = =۰/۹۲۴ P	F=۸/۵۹ ۰/۰۰۸* P=
	تمرین+دار ونما	± ۳/۶۴ ۱۴/۰۹	± ۵/۰۴ ۲۱/۲۷	۵۰/۹	F=۱۵۹/۲۰ P=۰/۰۰۱*		
آزمون شش دقیقه راه رفتن (متر)	تمرین+ مکمل	± ۶۲/۰۵ ۴۶۷/۷۹	± ۴۳/۶۹ ۵۳۱/۹۲	۱۳/۷	F=۲۰/۵۱ P=۰/۰۰۱*	=۱/۲۵ F =۰/۲۷۶ P	=۰/۷۱۷ F =۰/۴۰۷ P
	تمرین+دار ونما	± ۵۲/۲۶ ۴۹۷/۹۷	± ۴۷/۲۸ ۵۴۷/۳۵	۱۰	F=۲۶/۶۶ P=۰/۰۰۱*		
تعادل پویا (تکرار)	تمرین+ مکمل	۶/۶۳ ± ۱/۳۲	۶/۱۸ ± ۱/۲۴	۶۷	F=۲۱/۹۲ P=۰/۰۰۱*	۰/۰۱۵ F = =۰/۹۰۳ P	=۰/۰۶۲ F =۰/۸۰۶ P
	تمرین+دار ونما	۶/۷۱ ± ۱/۳۸	۶/۲۳ ± ۱/۲۹	۷۱	F=۱۳/۸۱ P=۰/۰۰۴*		

مقادیر به‌صورت میانگین±انحراف معیار گزارش شده است و *سطح معنی‌داری p<۰/۰۵ در نظر گرفته شد.





شکل ۲. اثرات تمرین ترکیبی (مقاومتی+هوازی) با و بدون مکمل‌یاری ژل رویال بر شاخص‌های عملکردی

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده از تحلیل آماری نشان داد علی‌رغم کاهش(۴/۷ ٪) Apo B در گروه تمرین+ مکمل و (۲/۱ ٪) در گروه تمرین+دارونما، اما این تغییرات بین گروهی و درون گروهی معناداری نداشتند. این نتایج با یافته‌های یکتایار و همکاران (۱۳۹۰) (۳۷)؛ آلبرگیا و همکاران (۲۰۱۵) (۳۸) و شوریده و همکاران (۱۴۰۰) (۳۹) همسو نبود. آنان کاهش معناداری Apo B را به‌دنبال یک دوره تمرین ترکیبی گزارش کردند. اما با نتایج بهارلو و همکاران (۱۴۰۰) (۲۲) همخوانی داشت. بهارلو و همکاران (۱۴۰۰) علت احتمالی را عدم تغییرات در LDL بیان کردند که عاملی مهمی در عدم تغییرات Apo B است. این در حالی بود که در نتایج حاضر کاهش معنادار LDL در گروه تمرین+ مکمل مشاهده شد. اما به نظر می‌رسد که احتمالاً این تغییرات اثر معناداری بر تغییرات Apo B نداشته‌است و بهبود شاخص‌های نیم‌رخ لیپیدی باید تغییرات قابل‌توجه تری داشته‌باشد تا تأثیر آن بر Apo B آشکار گردد.

فعالیت ورزشی با تأثیرگذاری روی هورمون‌های کاتکولامینی و افزایش فعالیت عصب سمپاتیک سبب افزایش هورمون‌های متابولیکی (هورمون رشد، کورتیزول، اپی نفرین و گلوکاگون) شده و نقش مهاری بر هورمون انسولین دارد. برآیند این تغییرات زمینه مناسبی برای فراخوانی و بسیج اسیدهای چرب آزاد فراهم می‌آورد (۴۰). فعالیت لیپوپروتئین لیپاز نیز به‌دنبال فعالیت ورزشی افزایش می‌یابد که سبب تجزیه تری‌گلیسیریدها و بهبود نیم‌رخ لیپیدی می‌شود. با توجه به این نکته که هورمون های زنانه باعث افزایش فعالیت آنزیم هپاتیک لیپاز می‌شود؛ انتظار می‌رود فعالیت ورزشی بر ترشح این هورمون‌ها و اثر آنها بر آنزیم هپاتیک لیپاز تا حدودی علت کاهش بیشتر Apo B در زنان باشد (۴۱). اما در پژوهش حاضر از زنان یائسه دارای کبد چرب استفاده شد که میزان ترشح هورمون های استروژن در کمترین میزان خود بوده و احتمالاً این تغییرات روی نتایج اثرگذار بوده است. در این پژوهش میزان دوز مصرفی در روزهای تمرین تغییرات معناداری را ایجاد نکرد. بنابراین مطالعه بیشتر در خصوص دوز مصرفی و مدت مصرف آن نیاز است تا اهمیت مصرف ژل رویال را روشن نماید.

از مهم‌ترین نتایج مطالعه حاضر تغییرات معنادار نیم‌رخ لیپیدی بود که حاکی از برتری قابل‌توجه گروه تمرین+ مکمل نسبت به گروه دیگر داشت. طوری‌که، نتایج درون گروهی در گروه تمرین+ مکمل در مقابل تمرین+دارونما افزایش معنادار برای HDL (۱۹/۶٪ در مقابل ۰/۳٪)، کاهش معنادار LDL (۲۲/۴٪ در مقابل ۰/۱٪)، TC (۱۳/۶٪ در مقابل به ۲/۶٪) و TG (۲۳/۲٪ در مقابل ۰/۱٪)

مشاهده شد. بنابراین می‌توان گفت یک دوره تمرین ترکیبی همراه با مصرف ژل رویال در مقایسه با تمرین ترکیبی به‌تنهایی سبب بهبود متغیرهای نیم‌رخ لیپیدی در زنان دارای کبدچرب غیرالکلی می‌گردد. این نتایج با یافته های نژاد سلیم و همکاران (۱۳۹۷) (۴۱)، نوروز پور و همکاران (۱۳۹۹) (۴۳)، بوبانی و همکاران (۲۰۱۹) (۴۴)، چیو[۱] و همکاران (۲۰۱۷) (۴۵)، پتلین[۲] و همکاران (۲۰۱۹) (۴۶) همسو بود، اما با نتایج ودوریوس[۳] و همکاران (۲۰۲۳) (۴۷) و رجبی و همکاران (۱۴۰۰) (۴۸) همخوان نبود. برای مثال، نوروزپور و همکاران (۱۳۹۹) تأثیر تمرین ترکیبی هوازی و مقاومتی بر شاخص‌های متابولیکی در زنان یائسه مبتلا به کبدچرب غیرالکلی را بررسی کردند. آنها به نتیجه رسیدند که تمرین هوازی - مقاومتی می‌تواند در زنان یائسه منجر به کاهش مقاومت به انسولین، کاهش چاقی شکمی و بهبود پروفایل لیپیدی به‌منظور بهبود کبدچرب غیرالکلی گردد (۴۳). درحالی‌که، در این زمینه رجبی و همکاران (۱۴۰۰) گزارش کردند که تمرین ترکیبی در زنان چاق یا دارای اضافه وزن مبتلا به کبد چرب سبب تغییرات معنادار در شاخص‌های نیم‌رخ لیپیدی نمی‌شود. آنان اعلام‌کردند که عدم تغییرات مطلوب می‌تواند ناشی از عوامل مختلفی از قبیل مشخصات آزمودنی‌ها مانند جنسیت، سطح آمادگی، بیمار یا سالم بودن، برنامه تمرینی مورد استفاده، طول دوره تمرینی باشد (۴۸). تمرین ترکیبی با استفاده از توده عضلانی بیشتر سبب افزایش استرس بدنی و در نتیجه افزایش انرژی مصرفی در طول تمرین می‌شود (۴۴). به‌خوبی مشخص شده است که تمرین از طریق افزایش بیوژنز میتوکندری ایی، افزایش آنزیم‌های اکسیداسیون لیپیدی و اکسایش، افزایش ناقل‌های اصلی اسید چرب به داخل سلول مانند FABPpm[۴] و FAT/CD36[۵] و بالا رفتن فعالیت آنزیمی لیپوپروتئین لیپاز، همچنین افزایش رهایش هورمونی لیپولیز مانند هورمون رشد و کاتکولامین ها احتمالاً می‌تواند در تنظیم عوامل نیم‌رخ لیپیدی بسیار تأثیرگذار باشد (۴۹).

در این مطالعه، نتایج مصرف مکمل ژل رویال در کنار تمرین ترکیبی، تأثیر مثبتی را نشان داد. قبلاً نیز مشخص شده مصرف مکمل ژل رویال می‌تواند در بهبود نیم‌رخ لیپیدی مؤثر باشد (۴۵، ۴۹). چیو و همکاران (۲۰۱۷) دریافتند مصرف روزانه ۹ کپسول ژل رویال ۱۰۰ میلی گرمی می‌تواند در کاهش سطح TC و LDL مؤثر باشد (۴۴). همچنین اثرات مثبت مصرف ژل رویال به میزان ۶۰۰ میلی گرم در روز بر شاخص‌های نیم‌رخ لیپیدی گزارش شده است (۴۹). مکانیسم‌های احتمالی زیربنای اثر کاهش دهنده چربی ژل رویال در دست بررسی است. اما احتمالاً پروتئین‌های ژل رویال با اسیدهای صفراوی در روده تعامل می‌کنند و جذب آن‌ها را مهار می‌کنند که منجر به افزایش دفع اسیدهای صفراوی و کلسترول از طریق مدفوع می‌شود. علاوه بر این، ژل رویال حاوی اسیدهای چرب با زنجیره متوسط منحصربه‌فرد است که بر خلاف اسیدهای چرب با زنجیره بلند اثرات متابولیکی مفیدی دارند. در واقع اسید چرب کوتاه زنجیر، به‌دلیل اندازه مولکولی کوچک‌تر، از طریق سیستم پورتال جذب می‌شود و انرژی سریع را برای کبد فراهم ساخته و در نتیجه نیاز به گلوکز را کاهش می دهد (۵۱).

یکی دیگر از یافته‌های پژوهش حاضر بررسی قدرت عضلانی بود. تغییرات درون گروهی افزایش معنادار قدرت عضلانی پایین‌تنه برای گروه تمرین+ مکمل (۳۲ ٪) و گروه

۱- Choi
۲- Petelin
۳- Voudouris
۴- Fatty acid-binding protein
۵- Fat/cluster of differentiation 36

تمرین+دارونما (۵۰/۹ ٪) را نشان داد. به‌عبارتی شاهد برتری معنادار گروه تمرین+دارونما نسبت به گروه دیگر بودیم. نتایج پژوهش حاضر با نتایج رجبی و همکاران (۱۴۰۰) (۴۷)، لیکساندرو و همکاران (۲۰۱۲) (۵۲)، اسچومن و همکاران (۲۰۱۵) (۵۳)، رجبی و همکاران (۱۳۹۹) (۱۶) و رواسی و همکاران (۱۳۹۸) (۵۴) همسو بود که گزارش کردند تمرین ترکیبی با و بدون مصرف ژل رویال در بهبود قدرت عضلانی تأثیر مثبت دارد.

برای مثال رجبی و همکاران (۱۳۹۹) بهبود قدرت عضلانی را در زنان مبتلا به کبد چرب پس از یک دوره تمرین ترکیبی گزارش کردند. آنان استدلال کردند که افزایش قدرت عضلانی تا حد قابل توجهی وابسته به تمرین مقاومتی از تمرین ترکیبی است و سازگاری‌های عصبی-عضلانی نقش تعیین کننده دارد (۱۶). البته از تغییرات سازگاری‌های عضلات اسکلتی به‌دنبال پاسخ‌های هورمونی (افزایش توده عضلانی) حمایت کردند. هرچند که در پژوهش حاضر تغییرات هورمون‌های آنابولیکی بررسی نشد. همچنین، رواسی و همکاران (۱۳۹۸) دریافتند که تمرین ترکیبی و مصرف ژل رویال سبب بهبود قدرت عضلانی در ورزشکاران سنگ‌نورد می‌شود. آنان استدلال کردند که ترکیب ترمتلین موجود در ژل رویال می‌تواند به تقویت سریع و بازسازی بهتر سلولی‌های عصبی در ترکیب با سازگاری عصبی-عضلانی تمرین، کمک‌کننده باشد (۵۴) و این شاید محتمل‌ترین دلیل اثربخشی تمرین و ژل رویال بر بهبود قدرت عضلانی است. با این وجود؛ به نظر می‌رسد که سازگاری‌های عصبی-عضلانی در ماه‌های اول تمرین مقاومتی نقش مهمی در توسعه قدرت عضلانی دارد و با توجه به نتایج کسب شده و افزایش بالاتر قدرت در گروه تمرین+دارونما به نظر می‌رسد که سازگاری‌های عصبی مداخله مهم‌تری نسبت به ژل رویال بوده است.

تغییرات تعادل پویا از دیگر یافته‌های این مطالعه بود که شاهد بهبود معنادار تعادل پویا در هر دو گروه تمرین+ مکمل (۶۷ ٪) و گروه تمرین+دارونما (۷۱ ٪) بودیم. به عبارت‌دیگر شرکت کنندگان هر دو گروه توانستند در زمان کمتری آزمون را تکمیل کنند. هرچند که تغییرات بین گروهی معنادار نبود. در این شاخص نیز نقش تمرین از مکمل مهم‌تر به نظر می‌رسد. این نتایج با یافته هول ویالا[۱] و همکاران (۲۰۱۲) (۵۵) همسو بود که استفاده از تمرینات ترکیبی بر بهبود تعادل پویا را گزارش کردند. محققین دریافتند که بهبود سازگاری‌های عصبی-عضلانی می‌تواند در بهبود تعادل پویا مؤثر باشد (۵۵) و یکی از مهم‌ترین دلایل احتمالی افزایش قدرت عضلانی پایین‌تنه در بهبود تعادل پویا باشد. در واقع بهبود قدرت عضلانی سبب افزایش کارآمد سیستم عصبی-عضلانی می‌شود که به افزایش همسان‌سازی واحد حرکتی و تغییرات در نسبت همکاری عضلات مخالف-موافق کمک می‌کند (۵۶). از سویی دیگر استفاده از تمرین هوازی یا دویدن در پژوهش حاضر به‌دلیل تحمل وزن بدن و ایجاد ضربه‌های مکانیکی در عضلات پایین‌تنه سبب تقویت عضلات اندام تحتانی و مرکزی شده که برای تعادل پویا اهمیت دارند (۵۸-۵۷). از طرفی مصرف مکمل ژل رویال به‌همراه تمرین ترکیبی با بهبود تعادل در پژوهش حاضر همراه بود. گزارش شده است ترکیب ترمتلین موجود در ژل رویال می‌تواند به تقویت سریع و بازسازی بهتر سلول‌های عصبی در ترکیب با سازگاری عصبی-عضلانی تمرین، کمک کننده باشد (۵۴). هرچند بررسی دقیق‌تر این موضوع مطالعات بیشتر در این زمینه را ضروری می‌سازد.

۱- Holviala

آمادگی قلبی تنفسی در گروه تمرین+مکمل (۱۳/۷٪) و گروه تمرین+دارونما (۱۰ ٪) بهبود نشان داد؛ اما تغییرات بین گروهی معنادار نبود. نتایج این مطالعه با نتایج حسینی کاخک و همکاران (۱۳۹۴) (۵۹)، نایبی فر و همکاران (۱۳۹۱) (۶۰)، همت فر و همکاران (۱۳۹۶) (۶۱) و سوری و همکاران (۱۳۹۷) (۶۲) همسو بود که بهبود ظرفیت هوازی را پس از یک دوره تمرین ترکیبی مشاهده کردند. به نظر می‌رسد برنامه تمرین هوازی در تمرین ترکیبی از طریق تغییرات فعالیت AMPK[1] توانسته است روی بهبود اکسیژن مصرفی اوج شرکت‌کنندگان در پژوهش حاضر تأثیرگذار باشد؛ این در حالی بود که امکان اندازه‌گیری میزان تغییرات AMPK در طول پژوهش حاضر وجود نداشت. احتمالاً تمرین ترکیبی با افزایش ظرفیت قلبی-تنفسی، بهبود حجم پلاسمایی خون، انتقال بهتر اکسیژن رسانی به عضلات در حال فعالیت، بهبود عملکرد بطن چپ، بهبود عصب‌رسانی به قلب می‌گردد. همچنین تمرین مقاومتی که بخشی از تمرین ترکیبی است؛ به نظر می‌رسد که تمرین مقاومتی با افزایش سازوکار عصبی-عضلانی و کارآمدی بهتر واحدهای حرکتی و افزایش استقامت عضلانی در افزایش آمادگی قلبی-تنفسی نیز اثر بخش بوده است (۶۳). در ارتباط با مصرف ژل رویال و تأثیر آن روی توان هوازی باید اذعان کرد که ژل رویال نقش مؤثری در افزایش گردش خون از طریق القای تولید نیتریک اسید بر سلول‌های اندوتلیال عروقی دارد (۶۴). همچنین ژل رویال به‌خاطر اثرات ضدالتهابی و ترمیم‌کنندگی در بافت عضلانی سبب تسهیل بهتر ریکاوری در بین جلسات تمرین می‌شود که این تغییرات می‌تواند در بهبود توان هوازی مؤثر باشد (۵۵). از این رو؛ مصرف ژل رویال به‌عنوان یک مکمل گیاهی به بهبود توان هوازی و ریکاوری بهتر بدن به سازگاری‌های ایجاد شده ناشی از تمرین کمک می‌کند؛ با این حال نیاز است که دوزها و زمان‌بندی مصرف ژل رویال در مطالعات آینده بیشتر مورد بررسی قرار گیرد.

از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به عدم امکان مدیریت دقیق وضعیت روحی و روانی و فعالیت‌های جانبی آزمودنی‌ها و نبود گروه کنترل با توجه به مشکلات مالی اشاره کرد. لذا پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی اثرات بلند مدت تمرین ترکیبی (بیش از ۱۲ هفته تمرین) و دوزهای متفاوت مکمل ژل رویال در نمونه آماری بیشتر و با گروه کنترل بر تغییرات ریسک فاکتورهای کبدچرب در زنان میانسال بررسی گردد.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد تعامل تمرین ترکیبی و مصرف ژل رویال نسبت به تمرین تنها، اثرات قابل توجهی بر نیم‌رخ لیپیدی دارد. اما علی‌رغم بهبود سطوح Apo B این تغییرات معنادار نبود. به‌علاوه شاخص‌های عملکردی در هر دو گروه افزایش قابل توجه داشت. لذا به نظر می‌رسد با انجام مطالعات کنترل‌شده و طولانی‌تر، بتوان به شواهد علمی قوی‌تری در مورد کاربردهای درمانی ژل رویال دست یافت و دوزهای بهینه را برای شرایط بالینی تعیین کرد.

تعارض منافع

این مطالعه هیچ‌گونه تضاد منافعی برای نویسندگان نداشته‌است.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از آزمودنی‌ها و کلیه افرادی که در تهیه و تدوین این مقاله ما را یاری کردند تشکر و قدردانی می نماییم.

۱-AMP-activated protein kinase

Refrences

1. Bruno, A. D. S., Rodrigues, M. H., Alvares, M. C. B., Nahas-Neto, J., & Nahas, E. P. Non-alcoholic fatty liver disease and its associated risk factors in Brazilian postmenopausal women. Climacteric. 2014; 17(4), 465-471.
2. Zhou, Z., Chen, H., Ju, H., & Sun, M. Circulating retinol binding protein 4 levels in nonalcoholic fatty liver disease: a systematic review and meta-analysis. Lipids in health and disease. 2017;16(1), 1-8.
3. Moradi Kelardeh, B., Azarbayjani, M. A., Peeri, M., & Matin Homaee, H. Effects of nonlinear resistance training on liver biochemical marker levels in postmenopausal women with nonalcoholic fatty liver disease. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2016;*5*(4), 136-145. (In Persian).
4. Brady, C. W. Liver disease in menopause. World Journal of Gastroenterology: WJG. 2015; 21(25), 7613.
5. Teng, M. L., Ng, C. H., Huang, D. Q., Chan, K. E., Tan, D. J., Lim, W. H.,... & Muthiah, M. D. Global incidence and prevalence of nonalcoholic fatty liver disease. *Clinical and Molecular Hepatology*. 2023;*29*(Suppl), S32.
6. Hassanipour S, Amini-Salehi E, Joukar F, Khosousi MJ, Pourtaghi F, Ansar MM, Mahdavi-Roshan M, Heidarzad F, Rashidi-Mojdehi G, Abdzadeh E, Vakilpour A, Mansour-Ghanaei F. The Prevalence of Non-Alcoholic Fatty Liver Disease in Iranian Children and Adult Population: A Systematic Review and Meta-Analysis. Iran J Public Health. 2023; Aug;52(8):1600-1612. doi: 10.18502/ijph.v52i8.13399. PMID: 37744533; PMCID: PMC10512128.
7. Toledo, F. G., Sniderman, A. D., & Kelley, D. E. Influence of hepatic steatosis (fatty liver) on severity and composition of dyslipidemia in type 2 diabetes. Diabetes care. 2006; 29(8), 1845-1850.
8. Van den Berg, E. H., Amini, M., Schreuder, T. C., Dullaart, R. P., Faber, K. N., Alizadeh, B. Z., & Blokzijl, H. Prevalence and determinants of non-alcoholic fatty liver disease in lifelines: A large Dutch population cohort. PLoS One. 2017; 12(2), e0171502.
9. McQueen, M. J., Hawken, S., Wang, X., Ounpuu, S., Sniderman, A., Probstfield, J.,... & INTERHEART Study Investigators. Lipids, lipoproteins, and apolipoproteins as risk markers of myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): a case-control study. The lancet. 2008; 372 (9634), 224-233.
10. Ghasemi E, Afzalpour ME, Zarban A. Effect of a10 week high intensity interval training supplemented with green tea on lipid profiles and body composition in overweight women. J Birjand Univ Med Sci. 2016; 23(3):198-210. (In Persian).
11. Heeren J, Scheja L. Metabolic-associated fatty liver disease and lipoprotein metabolism. Mol Metab. 2021 Aug;50:101238. doi: 10.1016/j.molmet. 2021;101238. Epub 2021 Apr 20.
12. Arain, S. Q., Talpur, F. N., Channa, N. A., Ali, M. S., & Afridi, H. I. Serum lipid profile as a marker of liver impairment in hepatitis B Cirrhosis patients. Lipids in health and disease. 2017; 16(1), 1-10. (In Persian).
13. Van der Windt, D. J., Sud, V., Zhang, H., Tsung, A., & Huang, H. The effects of physical exercise on fatty liver disease. *Gene Expression The Journal of Liver Research*. 2018;*18*(2), 89-101.
14. Zhu, Y. Y., Meng, X. C., Zhou, Y. J., Zhu, J. X., & Chang, Y. N. Major royal jelly proteins alleviate non-alcoholic fatty liver disease in mice model by regulating disordered metabolic pathways. Journal of Food Biochemistry. 2022; e14214.

15. Skrypnik, D., Ratajczak, M., Karolkiewicz, J., Mądry, E., Pupek-Musialik, D., Hansdorfer-Korzon, R., & Bogdański, P. Effects of endurance and endurance–strength exercise on biochemical parameters of liver function in women with abdominal obesity. Biomedicine & Pharmacotherapy. 2016; 80, 1-7.
16. Rajabi, S., Askari, R., Haghighi, A. H., & Razaviyanzadeh, 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. (In Persian).
17. Nuri, R., Mahmudieh, B., Akochakian, M., & Moghaddasi, M. Effect of 15 weeks combination exercise training on lipid profile and fatty liver indices in postmenopausal women with breast cancer. *Brazilian Journal of Biomotricity*. 2012; *6*(4), 297-303.
18. Mann, S., Beedie, C., & Jimenez, A. Differential effects of aerobic exercise, resistance training and combined exercise modalities on cholesterol and the lipid profile: review, synthesis and recommendations. Sports medicine. 2014; 44, 211-221.
19. Wang, Y., & Xu, D. Effects of aerobic exercise on lipids and lipoproteins. Lipids in health and disease. 2017; 16(1), 1-8.
20. Mohammadi, S., Ahmadi, S., Yektayar, M., & Dehrashid, K. A. Effects of three different modes of exercise training on plasma lipoprotein profile in healthy men. British Journal of Medicine and Medical Research. 2015; 6(5), 493. (In Persian).
21. Yazdi, Sh., Bijeh, N., Khoshraftar, N. The impact of 8 weeks of aquatic aerobic exercise on lipid profile, glucose, insulin resistance, and apolipoproteins A and B in overweight postmenopausal women. Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility. 2017; 20(8), 89-100.
22. Baharloo, S., Shakeri, N., Ebrahim, K., Ramezani Tehrani, F., & Allameh, Z. The effect of 12 weeks water-based Tabata training on insulin resistance, apolipoprotein A and apolipoprotein B in obese women with polycystic ovary syndrome. Razi Journal of Medical Sciences. 2021;28(5), 11-20. (In Persian).
23. Kirti, D., Kanchan, M., Bhalla, A. S., Rita, S., Pandey, R. M., Randeep, G.,... & Vikram, N. K. Effect of progressive resistance exercise training on hepatic fat in Asian Indians with non-alcoholic fatty liver disease. *British Journal of Medicine and Medical Research.* 2014; *4*(1), 114-124.
24. Etemad, Z., & Zohali, S. The effect of aerobic training and royal jelly supplementation on some inflammatory markers in overweight women. 2021. (In Persian).
25. Khoshpey, B., Djazayeri, S., Amiri, F., Malek, M., Hosseini, A. F., Hosseini, S & Shidfar, F. Effect of royal jelly intake on serum glucose, apolipoprotein AI (ApoA-I), apolipoprotein B (ApoB) and ApoB/ApoA-I ratios in patients with type 2 diabetes: a randomized, double-blind clinical trial study. Canadian journal of diabetes. 2016; 40(4), 324-328.
26. Mărghitaş, L. A. Produsele apicole şi principalele lor însuşiri terapeutice. *Albinele şi produsele lor. LA Mărghitaş, 2nd ed., Ceres, Bucharest, Romania*. 2008; 280-378.
27. Münstedt, K., Henschel, M., Hauenschild, A., & von Georgi, R. Royal jelly increases high density lipoprotein levels but in older patients only. Journal of alternative and complementary medicine (New York, NY). 2009; 15(4), 329-330.
28. Guo, H., Saiga, A., Sato, M., Miyazawa, I., Shibata, M., Takahata, Y., & Morimatsu, F. Royal jelly supplementation improves lipoprotein metabolism in humans. *Journal of nutritional science and vitaminology*. 2007; *53*(4), 345-348.
29. Pavel, C. I., Mărghitaş, L. A., Bobiş, O., Dezmirean, D. S., Şapcaliu, A., Radoi, I., & Mădaş, M. N. Biological activities of royal jelly-review. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies.* 2011; *44*(2), 108-108.

30. El-Nekeety, A. A., El-Kholy, W., Abbas, N. F., Ebaid, A., Amra, H. A., & Abdel-Wahhab, M. A. Efficacy of royal jelly against the oxidative stress of fumonisin in rats. *Toxicon*. 2007; *50*(2), 256-269.
31. Karadeniz, A., Simsek, N., Karakus, E., Yildirim, S., Kara, A., Can, I., Kisa, F., Emre, H. & Turkeli, M. Royal jelly modulates oxidative stress and apoptosis in liver and kidneys of rats treated with cisplatin. Oxidative medicine and cellular longevity. 2011; 2011, 981793.
32. Ray, P. D., Huang, B. W., & Tsuji, Y. Reactive oxygen species (ROS) homeostasis and redox regulation in cellular signaling. *Cellular signalling*. 2012;*24*(5), 981-990.
33. Ghasemi, M., Abdi, A., & Abbassi Daloii, A. The Effect of Combining Aerobic Exercise and Royal Jelly on the Expression of Pro-Inflammatory Cytokines in Liver Tissue of Obese Rats. *Iranian Journal of Diabetes and Metabolism*. 2022;*22*(5), 282-293. (In Persian).
34. Askari, R., Rabani, N., Marefati, H., Azarnive, M. S., Pusceddu, M., & Migliaccio, G. M.. Aerobic-Resistance Training with Royal Jelly Supplementation Has a Synergistic Effect on Paraoxonase 1 Changes and Liver Function in Women with MASLD. Medicina. (2025) 61(2), 349.
35. Jones, C. J., & Rikli, R. E. Measuring functional. The Journal on active aging. 2002; 1(24-30).
36. Dalgas, U., Stenager, E., & Ingemann-Hansen, T. Multiple sclerosis and physical exercise: recommendations for the application of resistance-, endurance-and combined training. Multiple Sclerosis Journal. 2008; 14(1), 35-53.
37. Yektayar, M., Mohammadi, S., Deharshid, K. A., & Khodamoradpour, M. Comparison of the effects of resistance, endurance and combined exercises on lipid profile of non-athlete healthy middle aged men. *Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences*. 2011;*16*(4).
38. Alberga, A. S., Prud'Homme, D., Kenny, G. P., Goldfield, G. S., Hadjiyannakis, S., Gougeon, R.,... & Sigal, R. J. Effects of aerobic and resistance training on abdominal fat, apolipoproteins and high-sensitivity C-reactive protein in adolescents with obesity: the HEARTY randomized clinical trial. *International journal of obesity*. 2015;*39*(10), 1494-1500.
39. Shorideh, Z., Ravasi, A. A., & Rashidlamir, A. Effect of different exercises on effective factors involved in reverse cholesterol transfer in patients with coronary artery bypass surgery. *Yafteh*. 2021;*23*(4). (In Persian).
40. Rahimi, N., Marandi, S. M., & Kargarfard, M. The effect of eight weeks aquatic training on lipid profile of patients who suffer from type II diabetes. *Journal of Isfahan Medical School*. 2011;*29*(148), 988-996. (In Persian).
41. Ostrowska, J., & Skrzydlewska, E. The comparison of effect of catechins and green tea extract on oxidative modification of LDL in vitro. *Advances in medical sciences*. 2006;*51*, 298-303.
42. Nejadsalim, S., & Gholami, M. Effect of Eight Weeks Resistance Training on Serum Levels of Hepatic Enzymes Including AST, ALT and ALP in Overweight Mens with Nonalcoholic Fatty Liver Disease. *Journal of Animal Biology*. 2018;*10*(4), 69-76.
43. 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), 171-186. (In Persian).
44. Buonani, C., Rossi, F. E., Diniz, T. A., Fortaleza, A. C., Viezel, J., Picolo, M. R. & Freitas Júnior, I. F. Concurrent training and taurine improve lipid profile in

postmenopausal women. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. 2019;25(2), 121-126.
45. Choi, S. H., & Ginsberg, H. N. Increased very low density lipoprotein (VLDL) secretion, hepatic steatosis, and insulin resistance. *Trends in Endocrinology & Metabolism*. 2011;*22*(9), 353-363.
46. 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.
47. Voudouris, D., Horianopoulou, M., Apostolopoulou, Z., Chryssanthopoulos, C., Bardopoulou, M., Maridaki, M.,... & Philippou, A. 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.
48. Rajabi, Samieh, Askari, Roya, Haghighi, Amirhossein, Rezvaneh Zadeh, Nasrin. The impact of combined resistance-aerobic exercise on hepatic steatosis, liver dimensions, and liver enzymes in overweight or obese women with fatty liver. Journal of Community Health. 2020; 14(4), 65-74.
49. Tyler J. Bruinsma. High intensity v High intensity versus r ersus resistance ex esistance exercise on postpr cise on postprandial triglycerides in healthy college students. College of Saint Benedict and Saint John's University. 2017; 180-200.
50. Guo, H., Saiga, A., Sato, M., Miyazawa, I., Shibata, M., Takahata, Y., & Morimatsu, F. Royal jelly supplementation improves lipoprotein metabolism in humans. *Journal of nutritional science and vitaminology*. 2007;*53*(4), 345-348.
51. Lambrinoudaki, I., Augoulea, A., Rizos, D., Politi, M., Tsoltos, N., Moros, M.,... & Moutsatsou, P. Greek-origin royal jelly improves the lipid profile of postmenopausal women. Gynecological Endocrinology. 2016; 32(10), 835-839.
52. Lixandrão, M. E., Bonganha, V., Conceição, M. S., Libardi, C. A., de Barros Berton, R. P., Cavaglieri, C. R.,... & Madruga, V. A. Effect of concurrent training on muscle hypertrophy and strength of postmenopausal women. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*. 2012;*17*(4), 247-251.
53. Schumann, M., Yli-Peltola, K., Abbiss, C. R., & Häkkinen, K. Cardiorespiratory adaptations during concurrent aerobic and strength training in men and women. *PloS one*. 2015;*10*(9), e0139279.
54. Ravasi Ali Asghar, Naqibi Saeed, Sanaz apprentice. The effect of consuming eight weeks of royal jelly along with combined training on the performance of climbers. Payam Noor University in the center of Karaj. Master's thesis. 2018.
55. Holviala, J., Kraemer, W. J., Sillanpää, E., Karppinen, H., Avela, J., Kauhanen, A.,... & Häkkinen, K. Effects of strength, endurance and combined training on muscle strength, walking speed and dynamic balance in aging men. *European journal of applied physiology*. 2012;*112*, 1335-1347.
56. Netreba, A. I., Popov, D. V., Liubaeva, E. V., IaR, B., Prostova, A. B., IuS, L., & Vinogradova, O. L. Physiological effects of using the low intensity strength training without relaxation in single-joint and multi-joint movements. *Rossiiskii fiziologicheskii zhurnal imeni IM Sechenova*. 2007;*93*(1), 27-38.
57. Razeghi, M., & Batt, M. E. Foot type classification: a critical review of current methods. *Gait & posture*. 2002;*15*(3), 282-291.
58. Aghayari, A., Afroundeh, R., & Saeidi Azad, P. The effect of 6 weeks aerobic training on balance and on flexibility in elderly women in Hamadan. *Journal of Gerontology*. 2016;*1*(2), 1-9.

59. Hosseini Kakhk, A., Khalegh Zadeh, H., Nematy, M., & Hamedi 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. (In Persian).
60. Nayebifar, S. H., Afzalpour, M. E., Saghebjoo, M., Hedayati, M., & Shirzaee, P. The effect of aerobic and resistance trainings on serum C-Reactive Protein, lipid profile and body composition in overweight women. *Modern Care Journal*. 2011;*8*(4).
61. Hematfar, A., Sharif, M. A. S., Valizadeh, Y., Siavoshy, 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). (In Persian).
62. 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), 446-460. (In Persian).
63. Nader, G. A. Concurrent strength and endurance training: from molecules to man. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2006;*38*(11), 1965-1970.
64. Liang, Y., Kagota, S., Maruyama, K., Oonishi, Y., Miyauchi-Wakuda, S., Ito, Y.,... & Shinozuka, K. Royal jelly increases peripheral circulation by inducing vasorelaxation through nitric oxide production under healthy conditions. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2018;*106*, 1210-1219.