

## بررسی تأثیر مصرف مکمل اسپیرولینا و هشت هفته تمرینات ترکیبی بر فشارخون و پروفایل لیپیدی در زنان مبتلا به فشارخون بالا: مطالعه کارآزمایی بالینی

الهه رسولی جوکار<sup>۱</sup>، سعید شاملو کاظمی<sup>۲</sup>، هما نادری فر<sup>۳\*</sup>

### چکیده

**زمینه و هدف:** فشارخون بالا و افزایش پروفایل لیپیدی از عوامل خطر ساز برای بیماری‌های قلبی عروقی هستند. برای ارتقای سلامت قلب و عروق، تغییر سبک زندگی باید به‌عنوان راهنمای کاهش بی‌حرکی افراد و اصلاح الگوی تغذیه‌ی سالم در نظر گرفته شود. اسپیرولینا یک جلبک سبز است و برای درمان بیماری‌های مختلف به‌عنوان مکمل غذایی مورد توجه قرار گرفته است. این مطالعه با هدف تعیین تأثیر مصرف مکمل اسپیرولینا و هشت هفته تمرینات ترکیبی بر فشارخون و پروفایل لیپیدی در زنان مبتلا به فشارخون بالا انجام شد.

**روش بررسی:** مطالعه به‌صورت کارآزمایی بالینی در ۴۰ زن مبتلا به فشارخون بالا (۶۰-۵۰ سال) انجام شد. افراد در ۴ گروه مداخله‌ای و کنترل وارد مطالعه شدند. داده‌ها طی دو مرحله پیش‌آزمون-پس‌آزمون از نظر میزان تغییرات فشارخون و پروفایل لیپیدی جمع‌آوری شدند. گروه مداخله‌ی مکمل روزانه ۴/۲ گرم مکمل اسپیرولینا مصرف نمودند و مداخله‌ی تمرینی ۸ هفته تمرینات ترکیبی هوازی و مقاومتی داشتند. تجزیه و تحلیل اطلاعات با استفاده از نرم افزار SPSS و با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی توکی در سطح  $\alpha=0/05$  انجام شد.

**یافته‌ها:** نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین فشارخون سیستولیک، کلسترول تام و VLDL، پس از آزمون در گروه‌های مطالعه وجود دارد ( $P\text{-value}<0/05$ ). بیشترین مقدار میانگین  $\pm$ انحراف معیار فشارخون سیستولیک ( $9/85 \pm 14/90$ ) و کلسترول تام ( $28/93 \pm 213/30$ )، پس از آزمون در گروه تمرینات ترکیبی، و میانگین  $\pm$ انحراف معیار VLDL پس از آزمون در گروه کنترل ( $6/46 \pm 34/60$ ) مشاهده شد. همچنین، نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین میانگین فشارخون در گروه‌های کنترل-مکمل اسپیرولینا، کنترل-تمرینات ترکیبی، مکمل اسپیرولینا-مکمل اسپیرولینا و تمرینات ترکیبی، و تمرینات ترکیبی-مکمل اسپیرولینا و تمرینات ترکیبی وجود دارد. همچنین تفاوت معنی‌داری بین میانگین کلسترول تام و میانگین VLDL به‌ترتیب در گروه‌های تمرینات ترکیبی-مکمل اسپیرولینا، تمرینات ترکیبی و کنترل-مکمل اسپیرولینا وجود دارد ( $P<0/05$ ).  
**نتیجه‌گیری:** به‌نظر می‌رسد که ممکن است مصرف مکمل اسپیرولینا و هشت هفته تمرینات ترکیبی بر فشارخون و پروفایل لیپیدی در زنان مبتلا به فشارخون بالا تأثیرات مفیدی داشته باشد.

**واژه‌های کلیدی:** اسپیرولینا، فشارخون، پروفایل لیپیدی، تمرینات ترکیبی، زنان، مکمل

دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۸/۷

پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۲/۱۱

\* نویسنده مسئول:

هما نادری فر؛

مرکز تحقیقات اختلالات شنوایی دانشگاه علوم

پزشکی همدان

Email:

homa.naderifar@ut.ac.ir

۱ کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه دانش البرز، قزوین، ایران

۲ دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا همدان، همدان، ایران

۳ دکتری آسیب‌شناسی ورزشی، مرکز تحقیقات اختلالات شنوایی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

## مقدمه

فشارخون بالا و دیس لیپیدمی (Dyslipidemia) (افزایش یا کاهش غیر طبیعی در سطح سرمی چربی های خون) از عوامل خطر ساز اصلی برای بیماری های قلبی - عروقی هستند و بیش از ۸۰ درصد مرگ و میرها و ناتوانی ها را در کشورهای با درآمد کم و متوسط ایجاد می کنند (۱ و ۲). در بیشتر موارد بیماری های قلبی - عروقی با دیس لیپیدمی همراه است. در سراسر جهان تغییرات گسترده ای در سطوح پروفایل لیپیدی سرم در بین گروه های مختلف جمعیت وجود دارد (۳ و ۴). افزایش سطوح سرمی کلسترول تام (TC: Total Cholesterol)، تری گلیسیرید (TG: Triglyceride) و لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL: Low Density Lipoprotein) و کاهش لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL: High Density Lipoprotein) از عوامل شناخته شده است که با عوامل خطر اصلی بیماری های قلبی - عروقی (CVD: Cardio Vascular Disease) مرتبط می باشد (۵ و ۶). به منظور ارتقای سلامت قلب و عروق، تغییر سبک زندگی باید به عنوان راهنمای کاهش بی تحرکی افراد و اصلاح الگوی تغذیه ای سالم در نظر گرفته شود (۷). کاملاً مشهود است که کم تحرکی و رژیم های غذایی پر چرب، باعث کاهش حساسیت به انسولین و دیس لیپیدمی می شود (۸ و ۹). ورزش منظم حداکثر جذب اکسیژن را افزایش می دهد و باعث افزایش مصرف انرژی از ذخایر چربی می شود و دیس لیپیدمی را کاهش می دهد (۹ و ۱۰). بهینه سازی شیوه ی زندگی، اولین خط درمان اکثر بیماران دارای اضافه وزن یا چاقی است. شواهدی وجود دارد که نشان می دهد که برخی غذاها ممکن است در کنترل و درمان مولفه های سندروم متابولیک مانند چاقی، فشارخون بالا یا اختلالات چربی مفید باشد (۱۱).

اسپیرولینا (Spirulina) یک جلبک سبز است که سال ها پیش تجاری شده و در سال های اخیر برای درمان بیماری های مختلف به عنوان مکمل غذایی انسان به آن توجه بیشتری شده است (۱۲). این جلبک با پروتئین بالا، گاما لینولنیک اسید، ویتامین ها و مواد معدنی در حال حاضر به عنوان مکمل تغذیه ای عرضه می شود. اسپیرولینا در محصولات غذایی مختلف برای افزایش کیفیت تغذیه ای و آماده سازی آن برای درمان بیماری های مزمن مانند دیابت، فشارخون بالا و بیماری های قلبی عروقی و همچنین برای پیشگیری از چاقی و کبد چرب و به عنوان یک ضد ویروس و ضد سرطان استفاده می شود (۱۳ و ۱۴). مکانیسم عملکرد مکمل های غذایی اساساً بر اساس کاهش استرس اکسیداتیو، افزایش سنتز نیتریک اکساید (NO: Nitric Oxide)، کاهش اکسیداسیون LDL، جلوگیری از رشد سلول های عضلانی صاف عروق خونی، تعدیل مقاومت به انسولین و کاهش فشارخون است (۱۵). پپتیدهای بیواکتیو قطعات پروتئینی با

پپتیدهایی هستند که نقش مهمی در سلامت انسان دارند. این پپتیدها را می توان در منابع طبیعی مانند ماست و پنیر، فرآورده های حیوانات و گیاهان و سیانوباکتری ها یافت (۱۶). پپتیدهای بیواکتیو موجود در اسپیرولینا، یک سیانوباکتریوم مورد استفاده به عنوان مکمل غذایی، منابع بسیار خوبی از پروتئین های رژیم غذایی (شامل ۷۰-۶۰ درصد از وزن خشک آن)، اسیدهای آمینه ضروری (لوسین، والین، ایزولوسین و میتیونین) ویتامین ها و مواد معدنی و ترکیبات فعال زیستی آن است. پپتیدهای بیواکتیو موجود در اسپیرولینا نقش مهمی در مهار آنزیم تبدیل کننده ی آنژیوتانسین ۱ (ACE: Angiotensin Converter Enzyme) دارد، ACE هدف اصلی در درمان های فشارخون بالاست. در نتیجه از سنتز آنژیوتانسین ۲ پپتیدی که باعث انقباض عروق رگ های خونی و آزاد شدن آلدسترون از قشر آدرنال می شود جلوگیری می کند و در نتیجه فشارخون کاهش می یابد (۱۷). همچنین مکمل اسپیرولینا تأثیرات قابل توجهی در راستای تغییرات چربی خون دارد. این مکمل با کاهش میزان چربی، نقش بالقوه ای در کاهش احتمال ابتلا به بیماری آترواسکلرو تیک ایفا می کند. آنتی اکسیدان ها موجود در اسپیرولینا با از بین بردن پراکسیدهای چربی حاصل از پراکسیداسیون لیپیدها و رادیکال های آزاد، نقش مهمی در جلوگیری از تجمع چربی ها در رگ های خونی ایفا می کنند (۱۵). پیشگیری و درمان غیر دارویی فشارخون شریانی شامل تغییر در شیوه ی زندگی از جمله فعالیت بدنی برای کنترل سطح فشارخون است (۱۸).

فعالیت بدنی می تواند به کاهش زیاد تنش، حتی بعد از یک جلسه تمرین به دلیل پدیده ای به نام کاهش فشارخون بعد از ورزش (PEH: Post Exercise Hypertension) کمک کند. ترکیب تمرینات هوازی (Aerobic Training) و تمرینات قدرتی (Strength Training) باعث بهبود قابل توجهی در حفظ و کاهش سطح فشارخون می شود (۱۹). همچنین براساس مطالعات انجام شده تمرینات ترکیبی باعث بهبود ترکیب بدن، افزایش قدرت عضلانی و تغییر مطلوب پروفایل لیپیدی و آپولیپوپروتئین خون می شود (۲۰ و ۲۱). مطالعات زیادی در خصوص بررسی تأثیر تمرینات در افراد مبتلا به بیماری قلبی انجام شده است اما مطالعات در خصوص زنان مبتلا به فشارخون محدود است؛ این مطالعه با هدف تعیین تأثیر مصرف مکمل اسپیرولینا و هشت هفته تمرینات ترکیبی بر فشارخون و پروفایل لیپیدی خون در زنان مبتلا به هایپر تنشن انجام شد.

## روش بررسی

مطالعه ای حاضر به صورت کارآزمایی بالینی با هدف تعیین تأثیر مصرف

کوتاه مدت مکمل اسپیرولینا و تمرینات ترکیبی بر فشارخون و پروفایل لیپیدی خون در ۴ گروه از زنان دارای فشارخون بالا و چربی خون بالا به صورت پیش آزمون و پس آزمون در زمستان ۱۴۰۱ در شهر تهران انجام شد. به دلیل جلوگیری از عوامل مخدوش کننده ی هورمونی در زنان، محدوده سنی ۶۰-۵۰ در نظر گرفته شد. مطالعه ی حاضر را کلیه زنان مراجعه کننده به باشگاه های وابسته به سازمان شهرداری منطقه ۵ شهر تهران که رضایت به شرکت در مطالعه داشتند، براساس معیارهای ورود و خروج تشکیل دادند. تعداد این افراد در نهایت ۴۰ نفر بود که به ۴ گروه ۱۰ نفری (مکمل اسپیرولینا، تمرینات ترکیبی، اسپیرولینا+تمرینات ترکیبی و گروه کنترل) تقسیم شدند. از طریق تشکیل یک جلسه توجیهی اطلاع رسانی لازم در خصوص زمان و شیوه ی اجرای تمرینات و نحوه ی مصرف مکمل ها توسط محقق انجام شد. در ابتدا کلیه مراحل پژوهش برای افراد توضیح داده شد؛ پس از تکمیل و امضای رضایت نامه و فرم اطلاعات فردی، هماهنگی های لازم با افراد جهت شرکت در مطالعه برای انجام مراحل بعدی پژوهش صورت گرفت. معیار ورود به مطالعه شامل عدم ابتلا به بیماری های زمینه ای، خودایمنی، هورمونی، بیماری های قلبی-عروقی و عدم حساسیت به غذاهای دریایی، عدم مصرف داروهای گیاهی به عنوان مداخله، عدم مصرف داروهای کنترل فشارخون و چربی خون و مکمل تغذیه ای مرتبط، داشتن فشارخون بالای کنترل شده  $SBP < 160$  mmHg (فشارخون سیستولیک) و  $DBP < 100$  MmHg (فشارخون دیاستولیک) بود (۲۲ و ۲۳). معیار خروج از مطالعه شامل فشارخون ثانویه، عملکرد غیرطبیعی کبد، کلیه یا شرایط دیگری که به گفته محققان در مطالعه برای بیمار مناسب نیست یا می تواند مانع، محدود یا مختل کننده ی ارزیابی های اثربخشی پروتکل شود (۲۴) و انجام ندادن تمرینات بیشتر از ۲ جلسه در هفته- مصرف نکردن مکمل ها به صورت روزانه- آسیب دیدگی و عدم حضور در تمرینات بود (۲۵ و ۲۶). همچنین از افراد مورد مطالعه درخواست شد تا قبل از اجرای آزمون، الگوهای خواب طبیعی (حداقل ۸ ساعت خواب)، الگوهای فعالیت های روزانه و رژیم غذایی (۱۲ ساعت حالت ناشتا قبل از آزمون) در طول پژوهش را رعایت کنند و از هرگونه فعالیت بدنی شدید، مصرف مکمل غذایی، مصرف دارو، مصرف قهوه، دخانیات و کاکائو تا ۴۸ ساعت قبل از انجام آزمون و تا زمان جمع آوری نمونه خونی که بر روی سیستم و عملکرد ایمنی تأثیر دارد، خودداری کنند (۲۶). تمام این اطلاعات با پرسش نامه ی آمادگی برای فعالیت بدنی و سابقه پزشکی (PAR-Q) در بین آزمودنی ها به دست آمد.

در بخش اول، با استفاده از روش های آمار توصیفی نظیر فراوانی و درصد، متغیرهای مربوط به مشخصات فردی آزمودنی ها شامل سن، قد و وزن ارزیابی گردید. در بخش دوم برای بررسی، نرمال بودن داده ها از آزمون شاپیروویلیک استفاده گردید. همچنین جهت مقایسه ی متغیرهای کمی بین گروه های مطالعه از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه و جهت انجام مقایسات دو به دو از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. کلیه محاسبات آماری در سطح معناداری ۰/۰۵ و با استفاده از نرم افزار SPSS انجام گرفت.

#### • نمونه گیری

جهت انجام این مطالعه، اولین مرحله خون گیری در آزمایشگاه قبل از آزمون در مرحله پیش آزمون در وضعیت ۱۴-۱۲ ساعت ناشتا بودن و مجدداً ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین و مکمل دهی (در پس آزمون)، جهت پیشگیری از تأثیر حاد ناشی از تمرین بر لیپیدهای خون اجرا شد. از افراد آزمودنی ۴ میلی لیتر نمونه خون سیاهرگی از سطح داخلی آرنج گرفته شد. این نمونه ها به دلیل به حداقل رساندن تغییرات احتمالی روزانه بین ساعت ۰۹:۰۰ تا ۱۱:۰۰ گرفته و در لوله حاوی EDTA (Ethylene Diamine Tetra Acetic Acid) ریخته شد. سپس کلسترول تام، تری گلیسیرید، کلسترول HDL، کلسترول LDL و VLDL اندازه گیری شد: میزان تری گلیسیرید به روش آنزیماتیک (لیپاز برای تبدیل تری گلیسیرید به گلیسرول) و کلسترول به روش آنزیماتیک کلسترول استراز، HDL توسط روش رسوبی آنزیمی (همگی تست ها با به کارگیری کیت تجاری شرکت پارس آزمون که مورد تایید آزمایشگاه مرجع سلامت ایران بود و با دستگاه اتوآنالایزر Japan Hitachi) انجام شد. کلسترول LDL توسط فرمول فریدوالد محاسبه شد (۲۲).

سنجش وزن، قد و فشار خون به ترتیب توسط ترازوی دیجیتالی (OMRON) متر نواری (SECA) و فشارسنج جیوه ای (OMRON) انجام شد.

وسایل بدن سازی (کش های مقاومتی برند RACINESS با سختی های متفاوت (رنگ های مختلف)، دمبل، نیمکت یا صندلی) برای انجام پروتکل تمرینی در نظر گرفته شد.

جهت اندازه گیری فشارخون سیستولی و دیاستولی آزمودنی ها، افراد پس از ۱۵ دقیقه نشستن بر روی صندلی در حالی که بازوی راست آن ها با زاویه ۴۵ درجه نسبت به قفسه سینه و آرنج در فضای بین دنده ۵-۳ بدون پوشش بر روی صندلی و یا سطح صاف دیگری قرار داده شده بود، به طوری که دستگاه فشارسنج متناسب با قطر دور بازو در حالی که کیسه فشارسنج به فاصله ۲/۵ سانتیمتر بالاتر

از آرنج بسته شده بود یک مرتبه از بازوی راست با استفاده از دستگاه فشارسنج OMRON اندازه‌گیری شد. فشارخون سیستولی براساس اولین صدای کورتکوف و فشارخون دیاستولی براساس پنجمین صدای کورتکوف اندازه‌گیری شد (۲۲).

#### ● مکمل اسپیرولینا

مکمل یاری مکمل اسپیرولینا به آزمودنی‌های گروه تجربی (مکمل اسپیرولینا) و (تمرینات ترکیبی + اسپیرولینا) داده شد. روزانه ۴/۲ گرم مکمل اسپیرولینا، به صورت ۷ عدد کپسول ۶۰۰ میلی گرمی روزانه توسط آزمودنی‌ها مصرف گردید. میزان ۲ عدد کپسول قبل از ۲ وعده صبحانه و شام و ۳ عدد قبل از وعده ناهار مصرف شد. مصرف مکمل‌ها هم روزانه قبل از وعده‌های غذایی به میزان مشخص شده به مدت ۸ هفته انجام شد. مصرف مکمل‌ها هم توسط آزمودنی‌ها و زیر نظر محقق و پزشک مربوط انجام شد (۲۷).

#### ● پروتکل تمرینی

انجام پروتکل‌های تمرینی این پژوهش در زمستان ۱۴۰۱ و به صورت سه بار در هفته به مدت هشت هفته انجام شد. مداخله تمرینی در این پژوهش انجام هشت هفته تمرینات ترکیبی هوازی و مقاومتی بود. تمرینات سه روز در هفته (شنبه-

دوشنبه-چهارشنبه) ساعت ۵ تا ۶ عصر توسط آزمودنی انجام گردید. تمرین هوازی شامل ۳۰ دقیقه پیاده‌روی بی‌وقفه (۲۸) هفته‌ی اول تا چهارم با شدت ۴۰ درصد ضربان قلب بیشینه (MHR: Maximum Heart Rate) و هفته‌ی چهارم تا هشتم پژوهش با شدت ۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه (MHR) انجام شد. سپس گرم کردن بین دو تمرین با ۱۰ بار تکرار یک حرکت و بعد از ۵ دقیقه تست IRM انجام و بعد از آن تمرینات مقاومتی انجام شد. تمرینات مقاومتی هم ۳۰ دقیقه در ۴ هفته‌ی اول با شدت ۴۰ درصد یک تکرار بیشینه (استفاده از دمبل ۲ یا ۳ کیلویی و کش‌های مقاومتی با رنگ زرد (شدت کم) برند RACINESS) و در ۴ هفته‌ی دوم با شدت ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه (استفاده از دمبل ۴ یا ۵ کیلویی و کش‌های مقاومتی با رنگ آبی (شدت متوسط) برند RACINESS) انجام شد. تمامی حرکات در ۳ دست با تکرار ۱۲ تایی و استراحت بین هر دست ۹۰ ثانیه و بین هر تمرین ۱۲۰ ثانیه بود. تمرینات مقاومتی طبق جدول ۱ شامل پرس پای افقی (Horizontal Leg Press)، پارویی از پایین (Low Row)، تمرینات نشسته با صندلی (Extensor Chair)، تمرینات پرس نشسته روی نیمکت (سینه و سرشانه) (Seat Bench Press) بود (۲۸).

جدول ۱: پروتکل تمرینات مقاومتی و متغیرهای آن برگرفته از مطالعه‌ی Brown و همکاران (۲۹)

شدت حرکات حرکات	هفته اول-چهارم			هفته چهارم-هشتم		
	سبک		دست	متوسط		مقاومت (درصد)
	تکرار	مقاومت (درصد)		تکرار	مقاومت (درصد)	
پرس پای افقی	۳	۴۰	۳	۱۲	۶۰	
پارویی از پایین	۳	۴۰	۳	۱۲	۶۰	
تمرینات نشسته با صندلی	۳	۴۰	۳	۱۲	۶۰	
پرس سینه نشسته روی نیمکت	۳	۴۰	۳	۱۲	۶۰	
پرس سرشانه نشسته روی نیمکت	۳	۴۰	۳	۱۲	۶۰	

\* استراحت: بین هر دست ۹۰ ثانیه و بین هر تمرین ۱۲۰ ثانیه

## یافته‌ها

ویژگی‌های پایه افراد شرکت‌کننده به تفکیک گروه‌های مطالعه در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲: توزیع ویژگی‌های پایه به تفکیک گروه‌های مورد مطالعه (N=۴۰)

P-value	گروه‌های مطالعه			
	مکمل اسپیرولینا و تمرینات ترکیبی	تمرینات ترکیبی	مکمل اسپیرولینا	کنترل
۰/۲۶۷	۵۷/۰۰±۴/۱۱	۵۴/۵۰±۲/۶۷	۵۵/۴۰±۳/۵۹	۵۵/۵۰±۳/۰۲
۰/۳۵۶	۶۵/۵۰±۳/۹۹	۶۵/۴۰±۴/۲۴	۶۶/۷۰±۴/۹۲	۶۸/۶۰±۵/۳۱
۰/۱۶۷	۱۶۶/۰۰±۶/۱۳	۱۶۳/۰۰±۷/۱۳	۱۶۲/۹۰±۷/۵۷	۱۶۷/۰۰±۴/۰۵

\* نتایج به صورت میانگین±انحراف معیار گزارش شده است.

نتایج آنالیز واریانس یک طرفه (جدول ۲) نشان داد که تفاوت معنی داری بین ویژگی‌های پایه در گروه‌های مختلف وجود ندارد ( $P\text{-value} < 0.05$ ).

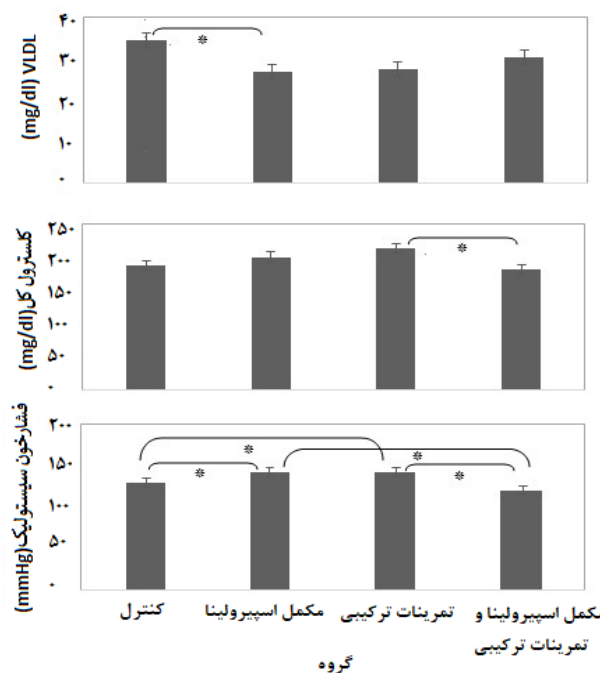
جدول ۳: توزیع فشارخون و فاکتورهای لیپیدی پس از آزمون در گروه‌های مورد مطالعه (N=40)

P-value	گروه‌های مطالعه				متغیرها
	مکمل اسپیرولینا و تمرینات ترکیبی	تمرینات ترکیبی	مکمل اسپیرولینا	کنترل	
<0.001*	120/730/00	141/90±9/85	141/80±7/95	129/20±13/56	میانگین فشارخون سیستولیک (mm Hg)
0.340	78/10±4/67	78/90±5/60	81/60±6/73	83/30±10/08	فشارخون دیاستولیک (mm Hg)
0.582	186/60±26/79	208/50±25/64	190/00±28/67	173/70±38/79	تری گلیسرید (mg/dl)
0.009*	181/20±15/12	213/30±28/93	200/40±23/67	187/80±13/34	کلسترول تام (mg/dl)
0.057	38/60±9/52	44/90±13/21	47/00±12/51	36/40±5/62	HDL (mg/dl)
0.196	126/40±23/35	137/90±8/96	127/50±26/11	117/80±18/90	LDL (mg/dl)
0.025	30/20±5/71	27/40±6/75	26/80±4/96	34/60±7/46	VLDL (mg/dl)

\* نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

گروه‌های کنترل-مکمل اسپیرولینا، کنترل-تمرینات ترکیبی، مکمل اسپیرولینا-مکمل اسپیرولینا و تمرینات ترکیبی، و تمرینات ترکیبی-مکمل اسپیرولینا وجود دارد. همچنین تفاوت معنی داری بین میانگین کلسترول تام و میانگین VLDL به ترتیب در گروه‌های تمرینات ترکیبی-مکمل اسپیرولینا و تمرینات ترکیبی، و کنترل-مکمل اسپیرولینا وجود دارد ( $P\text{-value} < 0.05$ ).

نتایج آنالیز واریانس یک طرفه که در جدول ۳ گزارش شده است نشان می‌دهد که تفاوت معنی داری بین فشارخون سیستولیک، کلسترول تام و VLDL، پس از آزمون، در گروه‌های مطالعه وجود دارد ( $P\text{-value} < 0.05$ ).  
از آزمون تعقیبی توکی برای مقایسه‌ی دو به دو بین گروه‌ها استفاده شد (نمودار ۱). نتایج این آزمون نشان داد که تفاوت معنی داری بین میانگین فشارخون در



نمودار ۱: مقایسات دو به دو میانگین فشارخون و فاکتورهای لیپیدی پس از آزمون در گروه‌های مورد مطالعه

ویژگی‌های پایه در گروه‌های مختلف وجود ندارد. همچنین نتایج نشان داد که تفاوت معنی داری بین میانگین فشارخون در گروه‌های کنترل-مکمل اسپیرولینا، کنترل-تمرینات ترکیبی، مکمل اسپیرولینا-مکمل اسپیرولینا و تمرینات ترکیبی، و تمرینات ترکیبی-مکمل اسپیرولینا وجود دارد. همچنین

این مطالعه با هدف تعیین تأثیر مصرف مکمل اسپیرولینا و هشت هفته تمرینات ترکیبی بر فشارخون و پروفایل لیپیدی خون در زنان مبتلا به فشارخون بالا انجام شد. نتایج آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد که تفاوت معنی داری بین

## بحث



تفاوت معنی داری بین میانگین کلسترول تام و میانگین VLDL به ترتیب در گروه‌های تمرینات ترکیبی-مکمل اسپیرولینا و تمرینات ترکیبی، و کنترل-مکمل اسپیرولینا وجود دارد.

نتایج مطالعه‌ی حاضر نشان داد که مصرف مکمل اسپیرولینا بر کاهش فشارخون زنان مبتلا به فشارخون بالا تأثیر مثبت دارد. نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج Martínez-Sámano و همکاران (۳۰) در زمینه‌ی اثرات ضد فشارخونی و آنتی‌اکسیدانی اسپیرولینا بر روی بیماران مبتلا به فشارخون شریانی درمان شده با مهارکننده‌های آنزیم مبدل آنژیوتانسین (ACE)، همخوانی داشت. مطالعه‌ی Miczke و همکاران (۳۱) نیز در زمینه‌ی تأثیر مصرف اسپیرولینا روی فشارخون ۴۰ بیمار دارای فشارخون بالا و اضافه‌وزن بدون مشکلات قلبی عروقی بوده است که با مطالعه‌ی حاضر همخوانی داشت. در این مطالعه همانند مطالعه‌ی حاضر کاهش قابل توجهی در فشارخون سیستمیک مشاهده شده است؛ اما در فشارخون دیاستولیک هرچند معنادار نبوده است اما گرایش به کاهش داشته و این با مطالعه‌ی حاضر همسو نیست. ممکن است این معنادار نبودن به دوز مصرفی مکمل و سن و جنسیت افراد مربوط باشد. در مطالعه‌ی Huang و همکاران کاهش فشارخون دیاستولیک مشاهده شد که این نتیجه با مطالعه‌ی حاضر همسوست ولی کاهش در فشارخون سیستمیک بسته به دوز مصرفی مکمل اسپیرولینا و مدت زمان مداخله متفاوت بود (۱۵). فیکوسیانیین حاصل از اسپیرولینا با بهبود اختلال عملکرد اندوتلیال در سندروم متابولیک، اقدامات ضد فشارخون را انجام می‌دهد. تجزیه و تحلیل ایمونوهیستوشیمی ارتباط معنی دار و مثبتی را بین سطوح بیان سنتز نیتریک اکساید اندوتلیال آئورت (ENOS) که توسط آدیپونکتین تحریک می‌شود را نشان می‌دهد و همچنین این نتایج نشان می‌دهد که تجویز طولانی مدت فیکوسیانیین ممکن است با افزایش بیان ENOS در آئورت، فشارخون سیستمیک را بهبود بخشد. فیکوسیانیین ممکن است برای پیشگیری از بیماری‌های مرتبط با اختلال اندوتلیال در سندرم متابولیک مفید باشد (۳۲). همچنین نتیجه‌ی مطالعه‌ی حاضر نشان داد که مصرف مکمل اسپیرولینا بر کنترل پروفایل لیپیدی در زنان مبتلا به فشارخون بالا تأثیر مثبت دارد. نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج تحقیق Szulinska و همکاران در زمینه‌ی تأثیر مصرف مکمل اسپیرولینا روی پروفایل لیپیدی در افراد چاق مبتلا به فشارخون همخوانی دارد. این مطالعه‌ی به مدت ۳ ماه مصرف روزانه ۲ گرم اسپیرولینا بود که کاهش قابل توجهی در میزان LDL خون افراد دیده شد. مولفه‌ی اصلی اسپیرولینا

که باعث کاهش غلظت LDL در سرم می‌شود، فیکوسیانیین کاهنده‌ی چربی است که جذب کلسترول را در روده مهار کرده و غلظت لیپوپروتئین لیپاز در روده را افزایش می‌دهد و باعث تجزیه لیپوپروتئین‌ها می‌شود که به معنی کاهش LDL است. وجود اسیدهای چرب اشباع نشده مانند پالمیتیک اسید، اسیداستئاریک، GLA و ترکیبات فیتوشیمیایی مانند اسیدهای چرب غیر اشباع، روغن‌های ثابت، اسیدهای آمینه و فلاونوئیدها مسئول فعالیت ضد چربی اسپیرولیناست (۲۴). همچنین نتیجه‌ی تحقیق Huang و همکاران در زمینه‌ی تأثیر اسپیرولینا روی چربی‌های پلاسما با این پژوهش همخوانی دارد. در این مطالعه مکانیسم‌های دقیق کاهش چربی توسط مکمل اسپیرولینا به طور کامل بررسی نشده است ولی نشان داده شده است که اثر هیپوکلسترولمی کنسانتره اسپیرولینا ممکن است شامل مهار جذب کلسترول و جذب مجدد اسید صفراوی باشد؛ همچنین این موضوع به متابولیت‌های آنتی‌اکسیدانی اسپیرولینا نسبت داده می‌شود (۱۵). فیکوسیانیین C، عنصر اصلی اسپیرولینا، غلظت چربی را از طریق حذف رادیکال‌های آزاد، مهار پراکسیداسیون لیپیدها، بیان نیکوتین آمین آدنین دی نوکلئوتید فسفات اکسیداز و افزایش فعالیت لیپوپروتئین لیپاز، تری‌گلیسیرید کبدی لیپاز، پروتئین پراکسیداز سرم گلیکوزیله شده کاهش می‌دهد (۳۳).

در مطالعه‌ی van den Driessche و همکاران در زمینه‌ی تأثیر مصرف مکمل اسپیرولینا بر جذب کلسترول روده و چربی خون با مطالعه‌ی حاضر ناهمسو است. در این مطالعه مصرف روزانه ۴/۸ گرم اسپیرولینا روی نشانگرهای جذب کلسترول روده و سنتز کلسترول درون‌زا بر غلظت چربی سرم تأثیر نداشت. مهار جذب کلسترول روده یا سرکوب سنتز کلسترول درون‌زا باعث کاهش غلظت کلسترول LDL سرم می‌شود. نمونه‌های اثبات شده از ترکیبات طبیعی مؤثر بر جذب یا سنتز کلسترول شامل استرول‌ها و استانول‌های گیاهی است؛ با این حال غذاهای دیگر مانند جلبک‌ها ممکن است حاوی اجزای فعال زیستی باشند که غلظت LDL-C سرم را کاهش می‌دهد. استفاده از غلظت استرول و استانول غیر کلسترولی سرمی به عنوان جذب نشانگرهای روده و سنتز کلسترول درون‌زا به خوبی تأیید شده است. با این حال هنگامی که میزان مصرف این استرول‌ها تغییر می‌کند، دیگر بر جذب کلسترول تأثیر نمی‌گذارد (۳۴). نتایج مطالعه‌ی حاضر نشان داد که انجام هشت هفته تمرینات ترکیبی بر کاهش فشارخون در زنان مبتلا به فشارخون بالا تأثیر مثبت دارد. نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج حاصل از تحقیق Son و همکاران در زمینه تأثیر تمرینات ترکیبی در کاهش فشارخون و

این ظرفیت گشادکنندگی عروق بعد از هردو حالت تمرینی کاهش یافت ولی در تمرینات مقاومتی بیشتر بود (۳۸). مطالعه‌ی Cardoso-Jr و همکاران در زمینه‌ی تأثیر تمرینات حاد و مزمن هوازی و مقاومتی با مطالعه‌ی حاضر همسو نیست. براساس این مطالعه تمرینات ورزشی مختلف اثرات متفاوتی را روی فشارخون افراد ایجاد می‌کند (۳۹). واضح است که تمرینات هوازی حاد می‌تواند سطح فشارخون سرپایی را هنگامی که این سطوح افزایش یافته‌اند کاهش دهد، درحالی‌که ورزش هوازی مزمن می‌تواند فشارخون سرپایی را در افراد دارای فشارخون بالا کاهش دهد. بنابراین، تمرینات هوازی یک ابزار بسیار مفید برای پیشگیری و درمان فشارخون بالاست (۴۱ و ۴۰). در مقابل، اثرات حاد و مزمن تمرینات مقاومتی بر سطح فشارخون سرپایی به دلیل محدودیت داده‌های موجود که به این موضوع می‌پردازد، نامشخص است. تأکید بر این نکته ضروری است که شرکت مکرر در تمرینات مقاومتی باعث فشارخون بالا نمی‌شود. با وجود این، نبود اثرات فشارخون اثبات شده نشان می‌دهد که تمرینات مقاومتی انحصاری نباید برای بیماران مبتلا به فشارخون بالا توصیه شود (۴۲). به‌طور خلاصه، تمرینات هوازی باید برای کاهش فشارخون سرپایی در افراد مبتلا به فشارخون بالا توصیه شود، در حالی که تمرینات مقاومتی به دلیل مزایای استخوانی و عضلانی، مکمل مهمی برای تمرینات هوازی می‌باشد (۳۸ و ۳۷). نتایج این مطالعه تغییرات آماری معناداری را در سایر فاکتورهای پروفایل‌های لیپیدی از جمله کلسترول تام، LDL و HDL نشان نداد (۴۳) و با مطالعه‌ی حاضر همسو نیست که ممکن است به علت شدت و حجم تمرینات انجام شده باشد. تمرینات ترکیبی که شامل تمرینات هوازی و مقاومتی است برای افراد دارای اضافه‌وزن و چاق ممکن است باعث تقویت عملکرد میتوکندری شود از جمله افزایش حجم میتوکندری و گردش پروتئین به دلیل تخریب پروتئین آسیب‌دیده و سنتز پروتئین عملکردی جدید، سبب تغییرات در ساختار عضلات اسکلتی از جمله افزایش آنزیم‌های متابولیک و افزایش نسبت مویرگ‌ها به فیبرهای عضلانی می‌شود که همسو با نتایج حاضر می‌باشد (۴۴).

نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج مطالعه‌ی Junga Lee و Hyun Suk Lee در زمینه‌ی تأثیر تمرینات ترکیبی و رژیم کم کربوهیدرات کتوزنیک بر کاهش تری‌گلیسیرید افراد چاق و دارای اضافه‌وزن با نتایج مطالعه‌ی حاضر همسوست؛ افزایش شدت ورزش باعث تحریک لیپاز حساس به هورمون می‌شود که منجر به افزایش هیدرولیز تری‌گلیسیرید داخل عضلانی می‌گردد (۴۳). نتیجه‌ی تحقیق

سفتی عروق در زنان یائسه‌ی دارای فشارخون با مطالعه حاضر همخوانی دارد. کاهش سفتی شریان را می‌توان با افزایش تنش برشی ناشی از ورزش توضیح داد که با بازسازی ساختاری در سلول‌های اندوتلیال (EC) یکپارچگی EC را افزایش می‌دهد و در نتیجه تولید نیتریک اکساید (NO) را بهبود می‌بخشد. افزایش تنش برشی ممکن است باعث ترشح شدیدتر مواد گشادکننده‌ی عروق مانند NO شود که عوامل ایجادکننده‌ی تصلب شریان در جمعیت بیمار را از بین ببرد. علاوه بر این یافته‌ها در مورد کاهش فشارخون و تصلب شریان پس از تمرینات ترکیبی ممکن است با کاهش تن سمپاتیک و یا بهبود تن پاراسمپاتیک که با کاهش ضربان قلب در حال استراحت پس از ۱۲ هفته تمرینات ترکیبی همراه است، توضیح داده شود. با این حال، مکانیسم دقیق زمینه‌ساز کاهش تصلب شریان و فشارخون، هنوز مشخص نیست (۳۵). نتیجه‌ی پژوهش حاضر با نتیجه‌ی مطالعه‌ی Pedralli و همکاران در زمینه‌ی تأثیر شیوه‌های مختلف تمرینی (هوازی AT، مقاومتی RT، ترکیبی CT) بر فشارخون و بهبود عملکرد اندوتلیال افراد دارای فشارخون بالا و در معرض فشارخون همخوانی دارد. اختلال عملکرد اندوتلیال مشخصه‌ی فشارخون شریانی سیستمیک و نشانگر اولیه آترواسکلروز است. پس از ۸ هفته تمرینات ورزشی در ۳ گروه کاهش پیدا کرد (۵/۱ میلی‌متر جیوه SBP در AT، ۰/۴ میلی‌متر جیوه SBP در RT، ۳/۲ میلی‌متر جیوه DBP در CT) و هر ۳ تمرین ورزشی باعث بهبود مشابه در اختلال عملکرد اندوتلیال شد (۳۶). مکانیسم‌های فیزیولوژیکی که ورزش منظم باعث بهبود عملکرد اندوتلیال شد، ناشی از پرفیوژن مکرر است که منجر به تنش برشی بیشتر در دیواره‌ی عروق می‌شود. این مکانیسم به‌وضوح برای تمرینات هوازی قابل اجراست ولی مشخص نیست که چه مکانیسم‌هایی باعث بهبود عملکرد اندوتلیال ناشی از تمرینات مقاومتی می‌شود. در حین اجرای تمرینات قدرتی، فشردگی مکانیکی عروق مقاومتی ناشی از انقباضات عضلانی باعث ایسکمی گذرا می‌شود. پس از شل شدن عضلات، آزاد شدن جریان خون باعث ایجاد پرخونی و متعاقب آن افزایش تنش برشی می‌گردد. اگرچه محرک‌ها ممکن است متفاوت باشند اما به نظر می‌رسد که تمرینات هوازی و مقاومتی مزایای مشابهی با اندوتلیوم دارند (۳۷). مطالعه‌ی Collier و همکاران در زمینه تأثیر تمرینات هوازی و مقاومتی در سفتی عروق و فشارخون با مطالعه حاضر ناهمسوست. در این مطالعه انجام تمرینات مقاومتی منجر به افزایش تصلب شریان می‌شود. درحالی‌که تمرینات هوازی تصلب شریان را در افراد دارای فشارخون بالا با وجود میزان مشابه، کاهش می‌دهد. علاوه بر

بیماری‌هایی همچون فشارخون و بیماری‌های مرتبط با پروفایل لیپیدی پیشنهاد شود. همچنین انجام تمرینات ورزشی و مکمل‌های گیاهی که بتوانند بر فشارخون تأثیر بگذارند می‌توانند به‌عنوان یک درمان در نظر گرفته شوند. با وجود این به دلیل محدودیت‌های این مطالعه نیاز به مطالعات بیشتر جهت تأیید و رد این نتایج و همچنین تعیین نقش مکمل‌ها، بر درمان و کنترل بیماری‌ها، با طراحی آینده‌نگر مورد نیاز می‌باشد.

## تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان‌نامه جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد با عنوان «تأثیر مصرف مکمل اسپیرولینا و هشت هفته تمرینات ترکیبی بر فشارخون و پروفایل لیپیدی در زنان مبتلا به فشار خون بالا» در رشته فیزیولوژی ورزشی گرایش فیزیولوژی فعالیت بدنی و تندرستی دانشگاه دانش البرز با کد اخلاق IR.SSRI.REC.2021.11013.1224 و کد آزمایشی بالینی IRCTID: IRCT20221120056548N2 می‌باشد. تیم پژوهش از تمام مشارکت‌کنندگان مطالعه که نقش مؤثری در تولید این شواهد ایفا کردند و همچنین از پزشک محترم، دکتر امیراحمد نصیری که در این پژوهش ما را یاری نمودند، تقدیر و تشکر به عمل می‌آورد. همچنین از نظرات ارزشمند تیم داوری جهت غنی شدن پژوهش تشکر می‌گردد.

## References

1. Wyszynska J, Luszczyk E, Sobek G, Mazur A & Deren K. Association and risk factors for hypertension and dyslipidemia in young adults from Poland. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2023; 20(2): 982.
2. Choudhury KN, Mainuddin AKM, Wahiduzzaman M & Shariful-Islam SM. Serum lipid profile and its association with hypertension in Bangladesh. *Vascular Health and Risk Management* 2014; 10(1): 327-32.
3. Kundu S, Rahman MA, Kabir H, Al-Banna MH, Hagan-Jr JE, Srem-Sai M, et al. Diabetes, hypertension, and comorbidity among Bangladeshi adults: Associated factors and socio-economic inequalities. *Journal of Cardiovascular Development and Disease* 2022; 10(1): 7.
4. Biswas T, Islam A, Rawal LB & Islam SMS. Increasing prevalence of diabetes in Bangladesh: A scoping review. *Public Health* 2016; 138(1): 4-11.
5. Navya D, Prakash GM & Lokesh NK. Study of correlation of microalbuminuria and lipid profile in hypertensive individuals. *The Journal of the Association of Physicians of India* 2022; 70(4): 11-2.
6. Purwanto DS, Mewo YM & Jim EL. Evaluation of lipid profile on hypertensive patients: An observational study from North Sulawesi, Indonesia. *Cardiology and Cardiovascular Research* 2022; 6(1): 39-44.
7. Naderifar H, Mohammadkhani-Gangeh M, Mehri F & Shamloo-Kazemi S. Effects of high intensity interval training and consumption of Matcha green tea on Malondialdehyde and Glutathione Peroxidase levels in women. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences* 2022; 32(212): 42-53 [Article in Persian].

Xin و همکاران در زمینه‌ی تأثیر ورزش بر عملکرد عروقی و لیپیدهای خون در زنان یائسه با پژوهش حاضر همخوانی دارد؛ در این مطالعه اثرات مفید فعالیت منظم بر سطح کلسترول تأیید و تأثیر حجم و شدت متفاوت ورزش بر انواع مختلف کلسترول بررسی شد (۴۵). مطالعه‌ی Rossi و همکاران در زمینه تأثیر تمرینات ترکیبی روی پروفایل لیپیدی و چربی بدن در زنان یائسه با مطالعه حاضر همسو نبود. این مطالعه روی ۶۵ زن یائسه در ۳ گروه تمرینات هوازی، ترکیبی و کنترل به مدت ۱۶ هفته انجام شد. نتیجه‌ی مطالعه در مورد پروفایل لیپیدی هیچ تغییری را برای HDL-C برای تمرینات ترکیبی یا شاخص آتروژنیک برای گروه تمرینات هوازی نشان نداد. علت این ناهمسو بودن می‌تواند حجم یا شدت تمرینات باشد (۴۶). از محدودیت‌های این مطالعه محدودیت حجم نمونه و محدودیت مراجعان به دلیل وجود بیماری کووید-۱۹ بود. پیشنهاد می‌شود در آینده مطالعاتی در خصوص سایر برنامه‌های تمرینی و مکمل‌های غذایی بر روی جامعه آماری بزرگتری انجام گیرد.

## نتیجه‌گیری

باتوجه به این‌که فشارخون یک بیماری حائز اهمیت است و از هر سه بزرگ‌سال یک نفر مبتلا به این بیماری است و با توجه به نتایج این مطالعه ممکن است مصرف مکمل اسپیرولینا به‌عنوان یک هدف درمانی جدید برای

8. Samtid S, Noonil N & Akwarangkoon S. Food intake and lipids profiles among hypertensive patients at the community hospitals in Trang province. *Science, Technology and Social Sciences Procedia* 2022; 2022(1): 1-10.
9. Wake AD. Antidiabetic effects of physical activity: How it helps to control type 2 Diabetes. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy* 2020; 13(1): 2909-23.
10. Mofid M, Mohebi S, Darbani M, Basiri Z, Naderifar H & Torkaman G. Fat mass as an independent variable to assess the possibility of predicting the stability in postmenopausal women with and without osteoporosis. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal (MLTJ)* 2022; 12(3): 352-60.
11. Moraru C, Mincea MM, Frandes M, Timar B & Ostafe V. A meta-analysis on randomised controlled clinical trials evaluating the effect of the dietary supplement chitosan on weight loss, lipid parameters and blood pressure. *Medicina* 2018; 54(6): 109.
12. Sathasivam R, Radhakrishnan R, Hashem A & Abd-Allah EF. Microalgae metabolites: A rich source for food and medicine. *Saudi Journal of Biological Sciences* 2019; 26(4): 709-22.
13. Koite NDLN, Sanogo NI, Lepine O, Bard JM & Ouguerram K. Antioxidant efficacy of a spirulina liquid extract on oxidative stress status and metabolic disturbances in subjects with metabolic syndrome. *Marine Drugs* 2022; 20(7): 441.
14. Lafarga T, Fernandez-Sevilla JM, Gonzalez-Lopez C & Acien-Fernandez FG. Spirulina for the food and functional food industries. *Food Research International* 2020; 137(1): 109356.
15. Huang H, Liao D, Pu R & Cui Y. Quantifying the effects of spirulina supplementation on plasma lipid and glucose concentrations, body weight, and blood pressure. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy* 2018; 11(1): 729-42.
16. Akbarian M, Khani A, Eghbalpour S & Uversky VN. Bioactive peptides: Synthesis, sources, applications, and proposed mechanisms of action. *International Journal of Molecular Sciences* 2022; 23(3): 1445.
17. Anekthanakul K, Senachak J, Hongsthong A, Charoonratana T & Ruengjitchatchawalya M. Natural ACE inhibitory peptides discovery from Spirulina (*Arthrospira platensis*) strain C1. *Peptides* 2019; 118(1): 170107.
18. Verma N, Rastogi S, Chia YC, Siddique S, Turana Y, Cheng HM, et al. Non-pharmacological management of hypertension. *The Journal of Clinical Hypertension* 2021; 23(7): 1275-83.
19. Deka P, Pathak D, Klompstra L, Sempere-Rubio N, Querol-Giner F & Marques-Sule E. High-intensity interval and resistance training improve health outcomes in older adults with coronary disease. *Journal of the American Medical Directors Association* 2022; 23(1): 60-5.
20. Doewes RI, Gharibian Gh, Abolhasani-Zadeh F, Abdullah-Zaman B, Vahdat S & Akhavan-Sigari R. An updated systematic review on the effects of aerobic exercise on human blood lipid profile. *Current Problems in Cardiology* 2023; 48(5): 101108.
21. Theodorou AA, Panayiotou G, Volaklis KA, Douda HT, Paschalis V, Nikolaidis MG, et al. Aerobic, resistance and combined training and detraining on body composition, muscle strength, lipid profile and inflammation in coronary artery disease patients. *Research in Sports Medicine* 2016; 24(3): 171-84.
22. Dehghani A, Momeni Z, Fallahzadeh H, Dafei M, Hekmati-Moghaddam H, Mojibian M, et al. Compare lipid profile and anthropometric indices and blood pressure in women with and without low-dose birth control pills. *The Journal of Toloo-e-Behdasht* 2017; 15(1): 85-97[Article in Persian].
23. Naderifar H, Mohammadi S, Moradi A & Majidi M. Frequency of complications and mortality due to intertrochanteric fracture of the hip joint in individuals over 60 years of age receiving vitamin D. *Avicenna Journal of Clinical Medicine* 2022; 29(3): 149-55[Article in Persian].
24. Szulinska M, Gibas-Dorna M, Miller-Kasprzak E, Suliburska J, Miczke A, Walczak-Galezewska M, et al. Spirulina maxima improves insulin sensitivity, lipid profile, and total antioxidant status in obese patients with well-treated hypertension: A randomized double-blind placebo-controlled study. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences* 2017; 21(10): 2473-81.

25. Kazemi AS, Babakhani F, Sheikhhoseini R & Naderifar H. Effect of eight-week proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) pattern-based exercises on performance scores and postural stability in elite men basketball players. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal (MLTJ)* 2022; 12(4): 562-9.
26. Karimizadeh-Ardakani M, Soroushfar Z, Amirizadeh F & Naderifar H. Effect of thoracic hyper-kyphosis posture on upper extremity function of female students. *Journal of Rehabilitation Sciences and Research* 2022; 9(1): 30-5.
27. Torres-Duran PV, Ferreira-Hermosillo A & Juarez-Oropeza MA. Antihyperlipemic and antihypertensive effects of *Spirulina maxima* in an open sample of Mexican population: A preliminary report. *Lipids in Health and Disease* 2007; 6(1): 33.
28. Leandro MPG, De-Moura JLS, Barros GWP, De-Silva-Filho AP, De-Oliveira-Farias AC & Carvalho PRC. Effect of the aerobic component of combined training on the blood pressure of hypertensive elderly women. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 2019; 25(6): 469-73.
29. Brown MA, Magee LA, Kenny LC, Karumanchi SA, Mc-Carthy FP, Saito S, et al. Hypertensive disorders of pregnancy: ISSHP classification, diagnosis, and management recommendations for international practice. *Hypertension* 2018; 72(1): 24-43.
30. Martinez-Samano J, Torres-Montes-De-Oca A, Luqueno-Bocardo OI, Torres-Duran PV & Juarez-Oropeza MA. *Spirulina maxima* decreases endothelial damage and oxidative stress indicators in patients with systemic arterial hypertension: Results from exploratory controlled clinical trial. *Marine Drugs* 2018; 16(12): 496.
31. Miczke A, Szulinska M, Hansdorfer-Korzon R, Kręgielska-Narozna M, Suliburska J, Walkowiak J, et al. Effects of spirulina consumption on body weight, blood pressure, and endothelial function in overweight hypertensive Caucasians: A double-blind, placebo-controlled, randomized trial. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences* 2016; 20(1): 150-6.
32. Carpio G, Gil-Kodaka P & Villanueva ME. Perfil hepatico de acidos grasos de ratas gestantes-lactantes y virgenes suplementadas con espirulina (*Arthrospira platensis*). *Revista Chilena De Nutricion: Organo Oficial De La Sociedad Chilena De Nutricion, Bromatologia y Toxicologia* 2021; 48(2): 147-56.
33. Hernandez-Lepe MA, Olivas-Aguirre FJ, Gomez-Miranda LM, Hernandez-Torres RP, Manriquez-Torres JDJ & Ramos-Jimenez A. Systematic physical exercise and *Spirulina maxima* supplementation improve body composition, cardiorespiratory fitness, and blood lipid profile: Correlations of a randomized double-blind controlled trial. *Antioxidants* 2019; 8(11): 507.
34. Van-Den-Driessche JJ, Plat J, Konings MCJM & Mensink RP. Effects of spirulina and wakame consumption on intestinal cholesterol absorption and serum lipid concentrations in non-hypercholesterolemic adult men and women. *European Journal of Nutrition* 2020; 59(5): 2229-36.
35. Son WM, Sung KD, Cho JM & Park SY. Combined exercise reduces arterial stiffness, blood pressure, and blood markers for cardiovascular risk in postmenopausal women with hypertension. *Menopause* 2017; 24(3): 262-8.
36. Pedralli ML, Marschner RA, Kollet DP, Neto SG, Eibel B, Tanaka H, et al. Different exercise training modalities produce similar endothelial function improvements in individuals with prehypertension or hypertension: A randomized clinical trial. *Scientific Reports* 2020; 10(7628): 1-9.
37. Boeno FP, Ramis TR, Munhoz SV, Farinha JB, Moritz CE, Leal-Menezes R, et al. Effect of aerobic and resistance exercise training on inflammation, endothelial function and ambulatory blood pressure in middle-aged hypertensive patients. *Journal of Hypertension* 2020; 38(12): 2501-9.
38. Collier SR, Kanaley JA, Carhart R, Frechette V, Tobin MM, Hall AK, et al. Effect of 4 weeks of aerobic or resistance exercise training on arterial stiffness, blood flow and blood pressure in pre-and stage-1 hypertensives. *Journal of Human Hypertension* 2008; 22(10): 678-86.
39. Cardoso-Jr CG, Gomides RS, Queiroz ACC, Pinto LG, Da-Silveira-Lobo F, Tinucci T, et al. Acute and chronic effects of aerobic and resistance exercise on ambulatory blood pressure. *Clinics* 2010; 65(3): 317-25.

40. Da-Silva RSN, Da-Silva DS, Waclawovsky G & Schaun MI. Effects of aerobic, resistance, and combined training on endothelial function and arterial stiffness in older adults: Study protocol for a systematic review and meta-analysis. *Systematic Reviews* 2022; 11(171): 1-9.
41. Li G, Lv Y, Su Q, You Q & Yu L. The effect of aerobic exercise on pulse wave velocity in middle-aged and elderly people: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in Cardiovascular Medicine* 2022; 9(1): 960096.
42. Barone-Gibbs B, Hivert MF, Jerome GJ, Kraus WE, Rosenkranz SK, Schorr EN, et al. Physical activity as a critical component of first-line treatment for elevated blood pressure or cholesterol: Who, what, and how? A scientific statement from the American heart association. *Hypertension* 2021; 78(2): e26-e37.
43. Lee HS & Lee J. Effects of combined exercise and low carbohydrate ketogenic diet interventions on waist circumference and triglycerides in overweight and obese individuals: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2021; 18(2): 828.
44. Colleluori G, Aguirre L, Phadnis U, Fowler K, Armamento-Villareal R, Sun Z, et al. Aerobic plus resistance exercise in obese older adults improves muscle protein synthesis and preserves my cellular quality despite weight loss. *Cell Metabolism* 2019; 30(2): 261-73.
45. Xin C, Ye M, Zhang Q & He H. Effect of exercise on vascular function and blood lipids in postmenopausal women: A systematic review and network meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2022; 19(19): 12074.
46. Rossi FE, Fortaleza ACS, Neves LM, Buonani C, Picolo MR, Diniz TA, et al. Combined training (aerobic plus strength) potentiates a reduction in body fat but demonstrates no difference on the lipid profile in postmenopausal women when compared with aerobic training with a similar training load. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 2016; 30(1): 226-34.

# Effect of Spirulina Supplementation and Eight Weeks of Combined Exercises on Blood Pressure and Lipid Profile in Women with Hypertension

Elaha Rasouli Jokar<sup>1</sup> (M.S.), Saeid Shamlou Kazemi<sup>2</sup> (M.S.), Homa Naderifar<sup>3\*</sup> (Ph.D.)

1 Master of Science in Exercise Physiology, Faculty of Human Sciences, Danesh Alborz University, Qazvin, Iran

2 Ph.D. Candidate in Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran

3 Ph.D. in Sport Injury and Corrective Exercise, Hearing Disorders Research Center, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

## Abstract

Received: 29 Oct. 2022

Accepted: 1 May. 2023

**Background and Aim:** High blood pressure and increased lipid profile are risk factors for cardiovascular diseases. To improve cardiovascular health, lifestyle changes should be considered as a guide to reduce people's inactivity and modify healthy eating patterns. Spirulina is a green alga and has been considered as a food supplement for the treatment of various diseases. This study was conducted with the aim of determining the effect of spirulina supplement and eight weeks of combined exercises on blood pressure and lipid profile in women with high blood pressure.

**Materials and Methods:** The study was conducted as a clinical trial in 40 women with high blood pressure (50-60 years old). People were included in the study in 4 intervention and control groups. The data were collected during two stages of pre-test and post-test in terms of changes in blood pressure and lipid profile. The supplement intervention group consumed 4.2 grams of spirulina supplement daily and had an exercise intervention of 8 weeks of combined aerobic and resistance exercises. Data analysis was conducted using SPSS software (version 23), one-way analysis of variance (ANOVA) and Tukey's post hoc test at level 0.05.

**Results:** The results of ANOVA showed that there was a significant difference between systolic blood pressure, total cholesterol, and VLDL, after the test, in the study groups ( $P$ -value $<0.05$ ). The highest mean $\pm$ standard deviation (SD) of systolic blood pressure ( $141.90\pm 9.85$ ), and total cholesterol ( $213.30\pm 28.93$ ), after the test, was observed in combined exercise group and the mean $\pm$  SD of VLDL after the test ( $34.60\pm 6.46$ ) was observed in the control group. Also, the results of Tukey's post hoc test showed that there was a significant difference between the mean blood pressure in the control groups-spirulina supplement, control-combined exercises, spirulina supplement-spirulina supplement and combined exercises, and combined exercises-spirulina supplement and combined exercises. Also, there was a significant difference between the mean of total cholesterol and VLDL in combined exercises-spirulina supplement, combined exercises, and control-spirulina supplement groups, respectively ( $P<0.05$ ).

**Conclusion:** It seems that the use of spirulina supplement and eight weeks of combined exercises may have beneficial effects on blood pressure and lipid profile in women with high blood pressure.

**Keywords:** Spirulina, Blood Pressure, Lipid Profile, Combined Exercises, Women, Supplement

\* Corresponding Author:

Naderifar H

Email:

homa.naderifar@ut.ac.ir