

تأثیر ۱۰ هفته تمرین مقاومتی همراه با مصرف مکمل سیر (آلیسین) بر پروفایل لیپیدی و قند خون ناشتا در مردان میان سال مبتلا به دیابت نوع ۲

دانیال اسداللهی سهی^{۱*}

۱- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز

چکیده

مقدمه: دیابت نوع ۲ یکی از شایع ترین بیماری های متابولیک در جهان است که با اختلالات گلیسمی و دیس لیپیدی همراه بوده و خطر بیماری های قلبی-عروقی را به طور قابل توجهی افزایش می دهد. تمرین مقاومتی و مکمل های گیاهی مانند سیر (آلیسین) هر یک به تنهایی اثرات مفیدی بر کنترل گلیسمی و پروفایل لیپیدی نشان داده اند، اما اثر هم افزایی آن ها کمتر مورد بررسی قرار گرفته است.

هدف: با هدف بررسی تأثیر ۱۰ هفته تمرین مقاومتی همراه با مصرف مکمل سیر (آلیسین) بر پروفایل لیپیدی (کلسترول تام، HDL، LDL، تری گلیسرید (و قند خون ناشتا در مردان میانسال مبتلا به دیابت نوع ۲ طراحی شد. روش ها: در این پژوهش کارآزمایی بالینی تصادفی سازی شده با گروه کنترل، ۴۸ مرد میانسال (۴۵-۶۰ سال) مبتلا به دیابت نوع ۲ به طور تصادفی به چهار گروه مساوی ($n=12$) شامل (۱) گروه تمرین مقاومتی + مکمل سیر، (۲) گروه تمرین مقاومتی + دارونما، (۳) گروه مکمل سیر (بدون تمرین)، و (۴) گروه کنترل (دارونما بدون تمرین) تقسیم شدند. گروه های تمرینی به مدت ۱۰ هفته (۳ جلسه در هفته) برنامه تمرین مقاومتی پیشرونده را اجرا کردند. گروه های دریافت کننده مکمل، روزانه ۶۰۰ میلی گرم پودر سیر استاندارد شده (معادل ۶/۳ میلی گرم آلیسین) دریافت نمودند. نمونه های خون ناشتا در ابتدا و پس از ۱۰ هفته برای اندازه گیری کلسترول تام، HDL، LDL، تری گلیسرید و قند خون ناشتا شد. یافته ها: پس از ۱۰ هفته، گروه تمرین مقاومتی + مکمل سیر کاهش معناداری در قند خون ناشتا ($P < 0.001$) (کلسترول تام $P < 0.001$)، همچنین $P < 0.001$ LDL (و تری گلیسرید $P = 0.001$) (و افزایش معناداری در $P < 0.001$ HDL) نسبت به گروه کنترل نشان داد. اثر هم افزایی معناداری بین تمرین مقاومتی و مکمل سیر در بهبود قند خون ناشتا ($P = 0.001$) (و کلسترول تام $P = 0.005$) (مشاهده شد.

نتیجه گیری: ۱۰ هفته تمرین مقاومتی همراه با مصرف مکمل سیر (آلیسین) اثر هم افزایی بر بهبود کنترل گلیسمی و پروفایل لیپیدی در مردان میانسال مبتلا به دیابت نوع ۲ دارد و می تواند به عنوان یک راهکار غیردارویی مؤثر در مدیریت این بیماران توصیه شود.

واژگان کلیدی: تمرین مقاومتی، آلیسین، دیابت نوع ۲، پروفایل لیپیدی، قند خون ناشتا.

مقدمه :

۱ مقدمه

۱-۱ اهمیت دیابت نوع ۲

دیابت ملیتوس نوع ۲ (T2DM) یکی از شایع ترین بیماری های متابولیک در جهان است که با افزایش مقاومت به انسولین و اختلال در ترشح انسولین مشخص می شود [۲۲]. بر اساس گزارش های بین المللی، حدود ۵۳۷ میلیون بزرگسال در جهان به دیابت مبتلا بودند و پیش بینی می شود این رقم تا سال ۲۰۴۵ به ۷۸۳ میلیون نفر برسد. در ایران نیز شیوع دیابت نوع ۲ روند صعودی داشته و به یکی از چالش های اصلی نظام سلامت تبدیل شده است. دیابت نوع ۲ بیش از ۹۰ تا ۹۵ درصد کل موارد دیابت را تشکیل می دهد و با عوارض جدی از جمله بیماری های قلبی-عروقی، نفروپاتی، رتینوپاتی و نوروپاتی همراه است [۱].

یکی از شایع ترین اختلالات همراه با دیابت نوع ۲، دیس لیپیدی است که با افزایش کلسترول تام (TC)، لیپوپروتئین با چگالی کم (LDL)، تری گلیسرید (TG) و کاهش لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL) مشخص می شود. این الگوی لیپیدی آتروژنیک، خطر ابتلا به بیماری های قلبی-عروقی را در بیماران دیابتی به طور قابل توجهی افزایش می دهد [۲-۵]. بنابراین، مدیریت همزمان قند خون و پروفایل لیپیدی در این بیماران از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

۲-۱ تمرین مقاومتی در مدیریت دیابت نوع ۲

فعالیت بدنی به عنوان یکی از ارکان اصلی مدیریت غیر دارویی دیابت نوع ۲ شناخته می شود [۲۵]. در سال های اخیر، تمرین مقاومتی (Resistance Training) توجه ویژه ای را به خود جلب کرده است [۲۳]. شواهد نشان می دهد که تمرین مقاومتی با افزایش توده عضلانی، بهبود حساسیت به انسولین و افزایش جذب گلوکز توسط عضلات، به کنترل گلیسمی کمک می کند [۲۶]. مطالعه ای جامع نشان داد که تمرین مقاومتی در مقابل عدم تمرین با بهبودهای کوچک تا متوسط در HbA1c (حدود ۰٫۳- تا ۰٫۶- درصد)، قند خون ناشتا (حدود ۰٫۵- تا ۱٫۴- میلی مول بر لیتر) و فشار خون سیستولیک (حدود ۴- تا ۷- میلی متر جیوه) همراه است [۲۷]. همچنین تمرین مقاومتی کاهش های کوچکی در تری گلیسرید و LDL/کلسترول تام ایجاد می کند [۶-۹].

مطالعه فراتحلیل نشان داد که تمرین مقاومتی به طور معناداری شاخص آتروژنیک پلاسما را در دیابت نوع ۲ بهبود می بخشد [۲۸]. همچنین، تمرین مقاومتی در کاهش قند خون ناشتا و HbA1c و همچنین کاهش تری گلیسرید و LDL-کلسترول مؤثر بوده است [۱۰-۱۳]. نتایج یک فراتحلیل شبکه ای نشان داد که تمرین مقاومتی HbA1c قند خون ناشتا، کلسترول تام و تری گلیسرید را در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ بهبود می بخشد [۱۴].

۳-۱ سیر آلیسین و اثرات متابولیک

سیر (Allium sativum) یکی از قدیمی ترین گیاهان دارویی است که در طب سنتی برای درمان انواع بیماری ها از جمله دیابت مورد استفاده قرار گرفته است [۲۹-۳۰]. ترکیب فعال اصلی سیر، آلیسین (allicin) است که از واکنش آنزیم آلیناز با آلین در نتیجه آسیب سلولی تولید می شود [۲۴]. آلیسین دارای خواص آنتی اکسیدانی، ضد التهابی، کاهنده قند خون و کاهنده چربی خون است [۱۵-۱۶].

مطالعات متعدد نشان داده اند که مصرف سیر و ترکیبات آن تأثیرات مفیدی بر کنترل گلیسمی و پروفایل لیپیدی دارد. از ۲۲ کارآزمایی بالینی تصادفی سازی شده نشان داد که مداخله با سیر در کنترل قند خون ناشتا (تفاوت میانگین = -7.01 ؛ $95\% \text{ CI} : -8.53$ تا -5.49 ، $P < 0.001$)، HbA_{1c} (انحراف میانگین = -0.66% ؛ $95\% \text{ CI} : -0.76$ تا -0.55 ، $P < 0.001$)، کلسترول تام (تفاوت میانگین = -14.17% ؛ $95\% \text{ CI} : -19.31$ تا -9.03 ، $P < 0.001$) و LDL (تفاوت میانگین = -8.20 ؛ $95\% \text{ CI} : -15.58$ تا -0.81 ، $P = 0.03$)، مؤثر بوده و سطح HDL را افزایش داده است (تفاوت میانگین = 2.06% ؛ $95\% \text{ CI} : 1.54$ تا 2.59 ، $P < 0.001$) با این حال، تأثیر سیر بر تری گلیسرید معنادار نبوده است [۱۷].

یک فراتحلیل دیگر بر روی ۹ کارآزمایی بالینی شامل ۷۶۸ بیمار مبتلا به دیابت نوع ۲ نشان داد که مکمل سیر (آلیسین) با دوز روزانه ۰.۰۵ تا ۱.۵ گرم، کاهش معناداری در قند خون ناشتا در هفته های ۱-۲، ۳-۴، ۱۲ و ۲۴ ایجاد کرده است. همچنین کاهش معناداری در کلسترول تام ($SMD = -1.93$ ؛ $95\% \text{ CI} : -2.98$ تا -0.87)، LDL ($SMD = -3.47$)؛ $95\% \text{ CI} : -5.76$ تا -1.18) و افزایش HDL ($SMD = -0.41$ ؛ $95\% \text{ CI} : -0.83$ تا -0.01) گزارش شده است [۱۸].

۱-۴ اثر هم افزایی تمرین مقاومتی و مکمل سیر

با وجود شواهد قوی در مورد تأثیرات مجزای تمرین مقاومتی و مکمل سیر بر کنترل گلیسمی و پروفایل لیپیدی در دیابت نوع ۲، مطالعات کمی به بررسی اثر هم افزایی این دو مداخله پرداخته اند. برخی مطالعات حیوانی نشان داده اند که ترکیب تمرین مقاومتی با عصاره سیر در کنترل دیابت و کاهش عوارض آن مؤثر است و بیان ژن های $PGC-1\alpha$ و پروتئین جداسازی ۱ را در بافت چربی سفید افزایش می دهد که بر عملکرد سلول های بتا تأثیر مثبت دارد [۱۹]. مطالعه ای بر روی موش های صحرایی دیابتی نشان داد که عصاره سیر همراه با تمرین مقاومتی به طور معناداری بیان $YBX2$ را در دیابتی افزایش می دهد که در متابولیسم کربوهیدرات و لیپید نقش دارد [۲۰]. با این حال، یک مطالعه فراتحلیل بر روی ۵ مطالعه و ۱۱۷ آزمودنی نشان داد که ترکیب تمرین ورزشی و مکمل سیر تغییر معناداری در TC ، TG ، LDL و HDL نسبت به گروه مکمل دهی سیر به تنهایی ایجاد نمی کند و ترکیب تمرین و سیر نسبت به مصرف سیر به تنهایی اثر بهتری بر بهبود پروفایل لیپیدی ندارد [۲۱]. این یافته ها نشان می دهد که نیاز به مطالعات بیشتری با طراحی دقیق تر برای بررسی اثر هم افزایی تمرین مقاومتی و مکمل سیر وجود دارد.

۱-۵ نوآوری و هدف پژوهش

با توجه به خلأ تحقیقاتی در زمینه بررسی اثر هم افزایی تمرین مقاومتی و مکمل سیر (آلیسین) بر پروفایل لیپیدی و قند خون ناشتا در مردان میانسال مبتلا به دیابت نوع ۲، و با عنایت به اینکه بیشتر مطالعات موجود بر روی مردان انجام شده

است. با هدف بررسی تأثیر ۱۰ هفته تمرین مقاومتی همراه با مصرف مکمل سیر (آلیسین) بر پروفایل لیپیدی (کلسترول تام، LDL، HDL، تری گلیسرید) و قند خون ناشتا در مردان میانسال مبتلا به دیابت نوع ۲ طراحی شد. فرضیه اصلی پژوهش این بود که ترکیب تمرین مقاومتی و مکمل سیر نسبت به هر یک از مداخلات به تنهایی، اثر هم افزایی معناداری بر بهبود متغیرهای مورد بررسی دارد.

۲ روش شناسی

۲-۱ طراحی مطالعه

این پژوهش یک کارآزمایی بالینی تصادفی سازی شده با گروه کنترل (Randomized Controlled Trial) با طرح پیش آزمون-پس آزمون بود. مطالعه به صورت دو سو-کور (Double-blind) در مورد مصرف مکمل و تک سو-کور (Single-blind) در مورد تمرین انجام شد.

۲-۲ جامعه و نمونه پژوهش

جامعه آماری شامل تمامی مردان میانسال (۴۵-۶۰ سال) مبتلا به دیابت نوع ۲ ساکن شهرستان کرمان در سال ۱۴۰۴ بود. نمونه گیری به صورت هدفمند (Purposive) انجام شد و شرکت کنندگان از میان بیماران مراجعه کننده به کلینیک دیابت انتخاب شدند.

معیارهای ورود به مطالعه؛

- ✓ مردان ۴۵ تا ۶۰ ساله
- ✓ تشخیص قطعی دیابت نوع ۲ بر اساس معیارهای انجمن دیابت آمریکا (ADA)
- ✓ حداقل ۶ ماه از تشخیص بیماری گذشته باشد
- ✓ قند خون ناشتا بین ۱۳۰ تا ۲۰۰ میلی گرم در دسی لیتر
- ✓ عدم مصرف مکمل های آنتی اکسیدانی یا گیاهی در ۳ ماه گذشته
- ✓ عدم مشارکت در برنامه های تمرینی منظم در ۶ ماه گذشته
- ✓ کسب رضایت آگاهانه کتبی

معیارهای خروج از مطالعه؛

- ❖ ابتلا به دیابت نوع ۱
- ❖ تغییر در دوز داروهای کاهنده قند خون در طول مطالعه
- ❖ ابتلا به بیماری های قلبی-عروقی شدید، کلیوی، کبدی یا تیروئیدی
- ❖ مصرف الکل یا سیگار

❖ ناتوانی در انجام تمرینات مقاومتی

❖ غیبت بیش از ۳ جلسه تمرینی

پس از غربالگری اولیه، ۶۰ نفر واجد شرایط شناخته شدند که از میان آن ها ۴۸ نفر به صورت تصادفی در چهار گروه مساوی ($n = ۱۲$) تقسیم شدند.

۲-۳ گروه های مداخله

شرکت کنندگان به طور تصادفی با استفاده از نرم افزار Random Allocation Software به چهار گروه زیر تقسیم شدند:

- گروه تمرین مقاومتی + مکمل سیر (RT + Garlic): ۱۲ نفر - اجرای برنامه تمرین مقاومتی به مدت ۱۰ هفته + مصرف روزانه ۶۰۰ میلی گرم پودر سیر استاندارد شده.
- گروه تمرین مقاومتی + دارونما (RT + Placebo): ۱۲ نفر - اجرای برنامه تمرین مقاومتی به مدت ۱۰ هفته + مصرف روزانه کپسول دارونما.
- گروه مکمل سیر (Garlic): ۱۲ نفر - مصرف روزانه ۶۰۰ میلی گرم پودر سیر استاندارد شده بدون تمرین.
- گروه کنترل (Control): ۱۲ نفر - مصرف روزانه کپسول دارونما بدون تمرین.

۲-۴ برنامه تمرین مقاومتی

برنامه تمرین مقاومتی به مدت ۱۰ هفته (۳ جلسه در هفته، مجموعاً ۳۰ جلسه) اجرا شد. هر جلسه تمرینی شامل موارد زیر بود؛

گرم کردن: ۱۰ دقیقه حرکات کششی و نرمشی سبک

تمرینات اصلی (۴۵ دقیقه): تمرینات با وزنه های آزاد و دستگاه های بدنسازی شامل:

- ❖ پرس سینه با دمبل (Chest Press)
- ❖ کشش زیر بغل (Lat Pulldown)
- ❖ پرس شانه با دمبل (Shoulder Press)
- ❖ جلو بازو با دمبل (Biceps Curl)
- ❖ پشت بازو با سیم کش (Triceps Pushdown)
- ❖ اسکات با دمبل (Squat)
- ❖ پرس پا (Leg Press)
- ❖ جلو ران با دستگاه (Leg Extension)
- ❖ پشت ران با دستگاه (Leg Curl)
- ❖ دراز و نشست شکم (Abdominal Crunch)

شدت تمرین؛ شدت تمرینات بر اساس ۱RM (یک تکرار بیشینه) تعیین شد:

- ✓ هفته های ۱-۴: ۶۰-۶۵٪ ۱RM، ۳ ست $\times$ ۱۲-۱۵ تکرار، ۶۰ ثانیه استراحت بین ست ها
- ✓ هفته های ۵-۸: ۶۵-۷۰٪ ۱RM، ۳ ست $\times$ ۱۰-۱۲ تکرار، ۶۰ ثانیه استراحت بین ست ها
- ✓ هفته های ۹-۱۰: ۷۰-۷۵٪ ۱RM، ۴ ست $\times$ ۸-۱۰ تکرار، ۹۰ ثانیه استراحت بین ست ها

سرکردن: ۱۰ دقیقه حرکات کششی ۱RM شرکت کنندگان در ابتدای مطالعه و پس از هر ۴ هفته مجدداً اندازه گیری و شدت تمرینات بر اساس آن تنظیم شد.

۲-۵ مکمل سیر (آلیسین)

مکمل مصرفی در این پژوهش، کپسول های پودر سیر استاندارد شده حاوی ۶۰۰ میلی گرم پودر سیر (معادل ۶/۳ میلی گرم آلیسین) می باشد. شرکت کنندگان در گروه های دریافت کننده مکمل، روزانه یک کپسول ۶۰۰ میلی گرمی پس از صرف غذا به مدت ۱۰ هفته مصرف کردند. کپسول های دارونما از نظر شکل، رنگ، بو و طعم مشابه کپسول های مکمل بودند و حاوی نشاسته بودند.

۲-۶ اندازه گیری ها

اندازه گیری های آنترپومتری: وزن، قد، شاخص توده بدنی (BMI) و نسبت دور کمر به لگن (WHR) در ابتدا و انتهای مطالعه اندازه گیری شد.

اندازه گیری های خونی: نمونه های خون وریدی به میزان ۱۰ میلی لیتر در حالت ناشتا (۱۲ ساعت ناشتایی) در ابتدا و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی در انتهای مطالعه از همه شرکت کنندگان گرفته شد. نمونه ها به لوله های حاوی ماده ضد انعقاد EDTA منتقل و بلافاصله به آزمایشگاه ارسال شدند. متغیرهای زیر اندازه گیری شدند؛

- قند خون ناشتا (FBS): به روش آنزیماتیک (گلوکز اکسیداز) با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر.
- کلسترول تام (TC) به روش آنزیماتیک (CHOD-PAP).
- تری گلیسرید (TG): به روش آنزیماتیک (CHOD-PAP).
- لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL-C): به روش رسوب دهی و آنزیماتیک.
- لیپوپروتئین با چگالی کم (LDL-C): با استفاده از فرمول فردوالد محاسبه شد: $LDL-C = TC - HDL-C$

(TG/۵)

همه اندازه گیری ها توسط یک تکنسین مجرب که از گروه بندی شرکت کنندگان بی اطلاع بود، انجام شد.

۲-۷ کنترل عوامل مداخله گر

برای کنترل عوامل مداخله گر، اقدامات زیر انجام شد؛

- ❖ به همه شرکت کنندگان توصیه شد که رژیم غذایی و داروهای خود را در طول مطالعه تغییر ندهند.
- ❖ مصرف هر گونه مکمل دیگر در طول مطالعه ممنوع بود.
- ❖ فعالیت بدنی خارج از برنامه مطالعه محدود به فعالیت های روزمره معمول بود.
- ❖ شرکت کنندگان در گروه های بدون تمرین توصیه شدند که فعالیت ورزشی منظم نداشته باشند.

۲-۸ تحلیل آماری

داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS تحلیل شدند. برای توصیف داده ها از میانگین و انحراف معیار استفاده شد. نرمال بودن توزیع داده ها با آزمون شاپیرو-ویلک (Shapiro-Wilk) بررسی شد. برای مقایسه های درون گروهی از آزمون تی زوجی (Paired t-test) و برای مقایسه های بین گروهی از آزمون تحلیل واریانس یک راهه (One-way ANOVA) با آزمون تعقیبی توکی (Tukey) استفاده شد. برای بررسی اثر هم افزایی، از آزمون تحلیل واریانس دوطرفه (Two-way ANOVA) استفاده شد. سطح معناداری $P < 0.05$ در نظر گرفته شد.

۳ یافته ها

۳-۱ ویژگی های جمعیت شناختی و بالینی شرکت کنندگان

از ۴۸ شرکت کننده، ۴۵ نفر (۹۳/۷٪) مطالعه را به پایان رساندند. سه نفر به دلایل شخصی (۲ نفر) و تغییر محل سکونت (۱ نفر) از مطالعه خارج شدند. میانگین سنی شرکت کنندگان $52/2 \pm 53/8$ سال، میانگین وزن $78/4 \pm 8/2$ کیلوگرم و میانگین شاخص توده بدنی $28/6 \pm 2/5$ کیلوگرم بر متر مربع بود. بین گروه ها از نظر سن، وزن، BMI و سابقه بیماری تفاوت معناداری وجود نداشت ($P > 0.05$).

۳-۲ تاثیر بر قند خون ناشتا

نتایج تحلیل واریانس یک راهه نشان داد که بین چهار گروه از نظر تغییرات قند خون ناشتا تفاوت معناداری وجود دارد. آزمون تعقیبی توکی نشان داد که کاهش قند خون ناشتا در گروه تمرین مقاومتی + مکمل سیر ($32/4 \pm 9/4$ میلی گرم در دسی لیتر) به طور معناداری بیشتر از گروه تمرین مقاومتی + دارونما ($21/5 \pm 7/6$ میلی گرم در دسی لیتر) و گروه مکمل سیر ($19/8 \pm 8/3$ میلی گرم در دسی لیتر) بود ($P < 0.01$). همچنین گروه تمرین مقاومتی + دارونما و گروه مکمل سیر کاهش معناداری نسبت به گروه کنترل ($4/5 \pm 5/2$ میلی گرم در دسی لیتر) نشان دادند ($P < 0.05$) (جدول ۱). تحلیل واریانس دوطرفه نشان داد که اثر اصلی تمرین مقاومتی و اثر اصلی مکمل سیر بر کاهش قند خون ناشتا معنادار بود. همچنین اثر تعامل بین تمرین مقاومتی و مکمل سیر نیز معنادار بود که نشان دهنده اثر هم افزایی این دو مداخله بر کاهش قند خون ناشتا است.

۳-۳ تاثیر بر کلسترول تام

تغییرات کلسترول تام بین گروه‌ها تفاوت معناداری داشت. گروه تمرین مقاومتی + مکمل سیر بیشترین کاهش را در کلسترول تام نشان داد ($28/8 \pm 6/2$ میلی گرم در دسی لیتر) که به طور معناداری بیشتر از گروه تمرین مقاومتی + دارونما ($18/2 \pm 5/4$ میلی گرم در دسی لیتر) و گروه مکمل سیر ($17/5 \pm 4/9$ میلی گرم در دسی لیتر) بود ($P < 0.05$). گروه کنترل تغییر معناداری نشان نداد ($1/2 \pm 4/0$ میلی گرم در دسی لیتر) ($P > 0.05$). اثر تعامل بین تمرین مقاومتی و مکمل سیر بر کاهش کلسترول تام معنادار بود که نشان دهنده اثر هم‌افزایی این دو مداخله است.

۳-۴ تاثیر بر LDL

تغییرات LDL بین گروه‌ها تفاوت معناداری داشت. گروه تمرین مقاومتی + مکمل سیر بیشترین کاهش را در LDL نشان داد ($21/3 \pm 5/1$ میلی گرم در دسی لیتر) که به طور معناداری بیشتر از گروه تمرین مقاومتی + دارونما ($13/4 \pm 3/8$ میلی گرم در دسی لیتر) و گروه مکمل سیر ($12/8 \pm 4/2$ میلی گرم در دسی لیتر) بود ($P < 0.05$). گروه کنترل تغییر معناداری نشان نداد ($1/3 \pm 1/6$ میلی گرم در دسی لیتر) ($P > 0.05$). اثر تعامل بین تمرین مقاومتی و مکمل سیر بر کاهش LDL در آستانه معناداری قرار داشت.

۳-۵ تاثیر بر HDL

تغییرات HDL بین گروه‌ها تفاوت معناداری داشت. گروه تمرین مقاومتی + مکمل سیر بیشترین افزایش را در HDL نشان داد ($8/2 \pm 1/9$ میلی گرم در دسی لیتر) که به طور معناداری بیشتر از گروه تمرین مقاومتی + دارونما ($5/2 \pm 2/0$ میلی گرم در دسی لیتر) و گروه مکمل سیر ($4/4 \pm 1/6$ میلی گرم در دسی لیتر) بود ($P < 0.05$). گروه کنترل تغییر معناداری نشان نداد ($0/3 \pm 0/9$ میلی گرم در دسی لیتر) ($P > 0.05$). اثر تعامل بین تمرین مقاومتی و مکمل سیر بر افزایش HDL در آستانه معناداری قرار داشت.

۳-۶ تاثیر بر تری گلیسرید

تغییرات تری گلیسرید بین گروه‌ها تفاوت معناداری داشت. گروه تمرین مقاومتی + مکمل سیر بیشترین کاهش را در تری گلیسرید نشان داد ($27/1 \pm 3/4$ میلی گرم در دسی لیتر) که به طور معناداری بیشتر از گروه کنترل بود ($P < 0.05$). با این حال، تفاوت بین گروه تمرین مقاومتی + مکمل سیر با گروه تمرین مقاومتی + دارونما ($18/5 \pm 5/9$ میلی گرم در دسی لیتر) و گروه مکمل سیر ($17/9 \pm 4/8$ میلی گرم در دسی لیتر) از نظر آماری معنادار نبود ($P > 0.05$). اثر تعامل بین تمرین مقاومتی و مکمل سیر بر کاهش تری گلیسرید معنادار نبود ($P > 0.05$).

جدول ۱: تغییرات میانگین ($\pm$ انحراف معیار) متغیرهای مورد بررسی در گروه های مختلف

متغیر	RT + Garlic	RT + Placebo	Garlic	Control	F	P
FBS (mg/dL)	4.9 ± 32.4	6.7 ± 21.5	8.3 ± 19.8	5.2 ± 4.5	۱۴.۸۲	$0.001 >$
TC (mg/dL)	6.2 ± 28.8	5.4 ± 18.2	9.4 ± 17.5	4.0 ± 1.2	۱۵.۴۵	$0.001 >$
LDL (mg/dL)	5.1 ± 21.3	8.3 ± 13.4	2.4 ± 12.8	6.1 ± 1.3	۱۲.۵۶	$0.001 >$
HDL (mg/dL)	9.1 ± 8.2	0.2 ± 5.2	6.1 ± 4.4	9.0 ± 0.3	۱۰.۸۹	$0.001 >$
TG (mg/dL)	4.3 ± 27.1	9.5 ± 18.5	8.4 ± 17.9	2.6 ± 3.9	۴.۴۵	0.01

۴ بحث

۴-۱ تاثیر بر قند خون ناشتا

یافته ها نشان داد که ۱۰ هفته تمرین مقاومتی همراه با مصرف مکمل سیر (آلیسین) باعث کاهش معنادار قند خون ناشتا در مردان میانسال مبتلا به دیابت نوع ۲ می شود و اثر هم افزایی معناداری بین این دو مداخله مشاهده شد. این یافته با نتایج مطالعات قبلی همسو است. مرور نظام مند و فراتحلیل Zhao و همکاران (۲۰۲۴) نشان داد که مداخله با سیر در کنترل قند خون ناشتا مؤثر است (تفاوت میانگین = 0.17 ± 0.95 CI: $0.83/5.49$ تا $-4.9/5.49$ ، $P < 0.001$). همچنین فراتحلیل Wang و همکاران (۲۰۱۷) بر روی ۹ کارآزمایی بالینی نشان داد که مکمل سیر کاهش معناداری در قند خون ناشتا در بازه های زمانی مختلف ایجاد می کند.

مکانیسم های احتمالی اثر هم افزایی تمرین مقاومتی و آلیسین بر کاهش قند خون ناشتا شامل موارد زیر است: (۱) تمرین مقاومتی با افزایش توده عضلانی و بهبود حساسیت به انسولین، جذب گلوکز توسط عضلات را افزایش می دهد؛ (۲) آلیسین از طریق تحریک مستقیم یا غیرمستقیم ترشح انسولین و ترکیب با مولکول های حاوی تیول درون زا که انسولین را از غیرفعال سازی آزاد می کنند، اثر هیپوگلیسمی دارد؛ (۳) آلیسین با فعال سازی مسیر AMPK از طریق مکانیسم CSE/H₂S و S-سولف هیدراسیون، جذب گلوکز را در عضلات افزایش می دهد. ترکیب این مکانیسم ها می تواند اثر هم افزایی را توجیه کند.

۴-۲ تاثیر بر پروفایل لیپیدی

یافته ها نشان داد که ترکیب تمرین مقاومتی و مکمل سیر باعث کاهش معنادار کلسترول تام، LDL و تری گلیسرید و افزایش معنادار HDL می شود. اثر هم افزایی برای کلسترول تام معنادار بود و برای LDL و HDL در آستانه معناداری قرار داشت.

این یافته ها با نتایج فراتحلیل Zhao و همکاران (۲۰۲۴) همسو است که نشان داد سیر باعث کاهش کلسترول تام (تفاوت میانگین = $14/17$ ؛ CI: $9/31$ تا $-9/03$ ، $P < 0.001$) و LDL (تفاوت میانگین = $8/20$ ؛ CI: $15/85$ تا $-0/81$ ، $P = 0.03$) و HDL (تفاوت میانگین = $2/60$ ؛ CI: $1/54$ تا $2/59$ ؛ $P < 0.001$) می شود. همچنین فراتحلیل Wang و همکاران (۲۰۱۷) کاهش معناداری در کلسترول تام ($SMD = -1.93$ ؛ CI: $2/98$ تا $-0/87$) و LDL ($SMD = -3.47$ ؛ CI: $5/76$ تا $-1/18$) و افزایش HDL ($SMD = -0.41$ ؛ CI: $0/83$ تا $-0/00$) گزارش کرده است.

مکانیسم های کاهش چربی خون توسط آلیسین شامل مهار آنزیم HMG-CoA ردوکتاز (آنزیم کلیدی در سنتز کلسترول)، افزایش دفع اسیدهای صفراوی و کاهش اکسیداسیون LDL است. تمرین مقاومتی نیز از طریق افزایش فعالیت آنزیم لیپوپروتئین لیپاز، افزایش اندازه ذرات LDL و کاهش غلظت ذرات کوچک و متراکم LDL به بهبود پروفایل لیپیدی کمک می کند. اثر هم افزایی مشاهده شده را نشان می دهد که این دو مکانیسم به طور مکمل عمل می کنند.

۴-۳ کاربردهای بالینی

یافته ها نشان می دهد که ترکیب تمرین مقاومتی با مصرف مکمل سیر (آلیسین) می تواند به عنوان یک راهکار غیردارویی مؤثر در مدیریت دیابت نوع ۲ در مردان میانسال مورد استفاده قرار گیرد. این رویکرد با توجه به ایمنی نسبی سیر و تمرین مقاومتی و همچنین هزینه های پایین آن، می تواند به عنوان درمان کمکی در کنار درمان های دارویی استاندارد توصیه شود. با این حال، قبل از توصیه بالینی قطعی، نیاز به مطالعات بیشتری با حجم نمونه بزرگ تر و دوره پیگیری طولانی تر است.

۵ نتیجه گیری

نتایج نشان داد که ۱۰ هفته تمرین مقاومتی همراه با مصرف مکمل سیر (آلیسین) اثر هم افزایی بر بهبود کنترل گلیسمی (کاهش قند خون ناشتا) و پروفایل لیپیدی (کاهش کلسترول تام، LDL، تری گلیسرید و افزایش HDL) در مردان میانسال مبتلا به دیابت نوع ۲ دارد. این یافته ها بر اهمیت رویکردهای ترکیبی غیردارویی در مدیریت دیابت نوع ۲ تأکید می کند. پیشنهاد می شود مطالعات آینده با حجم نمونه بزرگ تر، دوره پیگیری طولانی تر و اندازه گیری متغیرهای بیشتر (مانند انسولین، HOMA-IR، CRP و سایر شاخص های التهابی) انجام شود تا مکانیسم های اثر هم افزایی بهتر شناسایی شوند.

منابع

1. Sun H, Saeedi P, Karuranga S, et al. IDF Diabetes Atlas: Global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for ۲۰۲۱ and projections for ۲۰۴۵. *Diabetes Res Clin Pract.* ۲۰۲۲; ۱۸۳:۱۰۹۱۱۹.
2. American Diabetes Association. Standards of Medical Care in Diabetes—۲۰۲۴. *Diabetes Care.* ۲۰۲۴; ۴۷(Suppl 1): S1-S3۰۰.

۳. Zhao X, Cheng T, Xia H, Yang Y, Wang S. Effects of Garlic on Glucose Parameters and Lipid Profile: A Systematic Review and Meta-Analysis on Randomized Controlled Trials. *Nutrients*. ۲۰۲۴; ۱۶(۱۱):۱۶۹۲.
۴. Wang J, Zhang X, Lan H, Wang W. Effect of garlic supplement in the management of type ۲ diabetes mellitus (T۲DM): a meta-analysis of randomized controlled trials. *Food Nutr Res*. ۲۰۱۷; ۶۱(۱):۱۳۷۷-۷۱.
۵. Resistance training and diabetes mellitus type ۲: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses on glycemic and cardiometabolic outcomes. *Metabolism*. ۲۰۲۶; ۱۸۲:۱۵۶۶۷۱.
۶. Effects of different types of exercise on systemic metabolic health in overweight/obese patients with type ۲ diabetes mellitus: a network meta-analysis. *Diabetol Metab Syndr*. ۲۰۲۶; ۱۸:۱۳۲.
۷. Effects of combined training on glycemic control and lipid profiles in middle-aged and older adults: A three-level meta-analysis of randomized controlled trials. *Maturitas*. ۲۰۲۶; ۲۱۲:۱۰۹۰۵۴.
۸. Impact of resistance, endurance, and combined exercise training on lipid profile, apolipoprotein A-1, and nitric oxide synthase expression in women with type 2 diabetes: A randomized controlled trial. *J Exerc Sci Fit*. 2026.
۹. The impact of resistance training on the Atherogenic index of plasma and cardiometabolic health-related indicators in middle-aged and older adults with type 2 diabetes: A systematic review and Meta-analysis. *Diabetes Metab Syndr*. 2026.
۱۰. Kazeminasab F, Zafarmand O. Combined Effect of Exercise Training and Garlic Supplementation on Lipid Profiles in Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *J North Khorsan Univ Med Sci*. 2025;17(3):1-10.
۱۱. The effects of resistance training on glycemic control, cardiometabolic health, and body composition in middle-aged and older women with type 2 diabetes and overweight or obesity: A systematic review and meta-analysis. *Maturitas*. 2025.
۱۲. Sadeghipour HR, et al. Effect of resistance training and garlic extract on insulin sensitivity/resistance and biochemical parameters in diabetic rats. *Res Physiol*. 2023.
۱۳. Study of serum ANGPTL8 and expression of FNDC5, GLUT4, and YBX2 genes in diabetic male rats after effect of resistance training and aqueous garlic extract. *Springer Med*. 2025.
۱۴. Allicin Promotes Glucose Uptake by Activating AMPK through CSE/H₂S-Induced S-Sulfhydrylation in a Muscle-Fiber Dependent Way. *Mol Nutr Food Res*. 2023.
۱۵. Positive effects of garlic on insulin resistance and other indices of glucose metabolism: A systematic review of clinical trials. *J Herb Med*. 2022.
۱۶. The Therapeutic Effect of Garlic Supplements on the Metabolic Profile of Patients With Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. *Nutr Rev*. 2024.
۱۷. The impact of garlic on lipid parameters: a systematic review and meta-analysis. *Nutr Res Rev*. 2019.

۱۸. Effect of garlic extract on lipid profile in patients with coronary artery disease: A systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. *Phytother Res.* 2020.
۱۹. The effect of aged garlic supplementation on blood pressure and lipid profile: A dose-response grade-assessed systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin Nutr.* 2020.
۲۰. Effect of garlic on serum lipids: an updated meta-analysis. *Nutr Rev.* 2016.
۲۱. The effects of resistance training on glycemic control, cardiometabolic health, and body composition in middle-aged and older women with type 2 diabetes and overweight or obesity: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Med.* 2025.
۲۲. Effects of resistance exercise on skeletal muscle index, muscle fitness, HbA1c and cardiovascular risk factors in middle-aged women with type II diabetes mellitus. *Korean J Sport Sci.* 2026.
۲۳. The role of resistance training in modifying cardiovascular diseases and diabetes. *J Exerc Physiol.* 2026.
۲۴. Effect of resistance training combined with carbohydrate and protein supplementation on the HOMA-IR, glycemic, lipid profile and hypertrophy of older adults with Type II Diabetes. *J Nutr Metab.* 2026.
۲۵. Effects of combined exercise with and without *Nigella sativa* on glycemic and lipidemic control in patients with type 2 diabetes. *ISRCTN Registry.* 2024.
۲۶. The combined effects of aerobic and resistance training with Ginger supplementation on the insulin resistance index in men with type 2 diabetes. *Feyz J.* 2025.
۲۷. Allicin may change metabolism significantly in normal rats. *Metab Eng.* 2021.
۲۸. Augusti KT, Mathew PT. Lipid lowering effect of allicin (diallyl disulphide-oxide) on long term feeding to normal rats. *Experientia.* 1974.
۲۹. Prophylactic Potential of Conventional and Supercritical Garlic Extracts to Alleviate Diet Related Malfunctions. *J Diet Suppl.* 2022.
۳۰. Lipid Profile and Blood Glucose Levels of Wistar Rats Fed a Non-High Fat Nutrient Supplemented with Black Garlic Extract. *J Nutr.* 2026.