

Research Paper:

Changes in Serum Levels of Retinol Binding Protein 4, Glucose and Insulin in Adaptation to Nettle Supplementation and Combination Training in Overweight Men With Type 2 Diabetes



Vahid Tayid¹, *Aziz Zinivand Lorestani¹, Mahbano Ghaderi², Hadi Qarni¹, Yaser Mehdizadeh¹, Marzieh Hawasi³

1. Department of Sports Physiology, Faculty of Literature and Humanities, Khorramabad, Iran.
2. Department of Sports Physiology, School of Physical Education, Nahavand University, Nahavand, Iran.
3. Department of Clinical Biochemistry, School of Medicine, Ilam University of Medical Sciences, Iran.



Citation Tayid V, Zinivand Lorestani A, Ghaderi M, Qarni H, Mehdizadeh Y, Hawasi M. Changes in Serum Levels of Retinol Binding Protein 4, Glucose and Insulin in Adaptation to Nettle Supplementation and Combination Training in Overweight Men With Type 2 Diabetes. Jundishapur Scientific Medical Journal. 2021; 20(3):236-245. <https://doi.org/10.32598/JSMJ.20.3.2416>

doi <https://doi.org/10.32598/JSMJ.20.3.2416>



ABSTRACT

Background and Objectives Diabetes is one of the most common chronic diseases in the world, and its increasing growth has led to numerous health and socioeconomic problems in the community.

Subjects and Methods In this quasi-experimental study, 40 men with type 2 diabetes were selected from the volunteers based on a nutritional questionnaire, exercise abilities, body mass index, and physical health. They were randomly divided into four groups: exercise, nettle, exercise plus nettle, and control. The resistance training program was performed for 8 weeks, 3 sessions per week with an intensity of 60% to 70% of a maximum repetition, and aerobic exercise with an intensity of 60% to 80% of maximum heart rate. The dose of nettle was 100 mg per day. Blood sampling was performed before fasting and 48 hours after the last training session. Data were analyzed using paired t test and analysis of variance.

Results After eight weeks of intervention, there was a significant difference in fasting insulin and glucose levels between the groups ($P=0.001$ and $P=0.001$, respectively). There was no significant difference in the retinol levels bound to protein 4 between all groups ($P=0.096$).

Conclusion The results showed that both exercise and nettle interventions reduce fasting insulin and glucose levels, but reducing retinol levels bound to protein 4, exercise and nettle interventions are needed.

Received: 28 Feb 2021

Accepted: 22 Jun 2021

Available Online: 01 Aug 2021

Keywords:

Type 2 diabetes,
Exercise
combination, Nettle,
Retinol binded to
protein 4

*** Corresponding Author:**

Aziz Zinivand Lorestani

Address: Department of Sports Physiology, Faculty of Literature and Humanities, Khorramabad, Iran.

Tel: +98 (918) 9527671

E-Mail: aziz.zinivand@yahoo.com

مقاله پژوهشی:

تغییرات سطوح سرمی رتینول متصل به پروتئین ۴، گلوکز و انسولین در سازگاری با مصرف مکمل گزنه و تمرینات ترکیبی در مردان دارای اضافه‌وزن مبتلا به دیابت نوع ۲

وحید تابد^۱، * عزیز زینی وند لرستانی^۲، مهیانو قادری^۲، هادی قرنی^۱، یاسر مهدی زاده^۱، مرضیه هواسی^۳

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، خرم‌آباد، ایران.
۲. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه نهاوند، نهاوند، ایران.
۳. گروه بیوشیمی بالینی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ایلام، ایران.

چکیده

تاریخ دریافت: ۱۰ اسفند ۱۳۹۹

تاریخ پذیرش: ۰۱ تیر ۱۴۰۰

تاریخ انتشار: ۱۰ مرداد ۱۴۰۰

زمینه و هدف: دیابت ملیتوس افزایش وزن و درصد چربی رابطه مستقیمی با مبتلا شدن به دیابت دارد و به دنبال افزایش وزن تغییراتی در هورمون‌های مشتق از بافت آدیپوسیت یا آدیپوسایتوکاين ها شامل لپتین، آدیپونکتین، رزیستین و رتینول متصل به پروتئین ۴ ایجاد می‌شود که منجر به تغییرات قابل توجهی در گلوکز خون، مقاومت به انسولین و اختلال در انتقال GLUT4 می‌شود.

روش بررسی: در این پژوهش نیمه تجربی چهل مرد مبتلا به دیابت نوع ۲ بر اساس پرسش‌نامه تغذیه‌ای، قابلیت‌های ورزشی، شاخص توده بدنی، صحت و سلامت بدنی از بین داوطلبان انتخاب و به صورت تصادفی به چهار گروه تمرین، گزنه، تمرین+گزنه و کنترل تقسیم شدند. برنامه تمرینی مقاومتی به مدت هشت هفته، سه جلسه در هفته و با شدت ۶۰ تا ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه و تمرین هوازی با شدت ۶۰ تا ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب انجام گرفت. دز مصرفی گزنه ۱۰۰ میلی‌گرم در روز بود. خون‌گیری قبل و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، به صورت ناشتا انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون تی زوجی و تحلیل واریانس انجام شد.

یافته‌ها: سطوح انسولین و گلوکز ناشتا بین گروه‌ها تفاوت معنی‌دار داشت (به ترتیب: $P=0/001$ و $P=0/001$). در سطوح رتینول متصل به پروتئین ۴ بین هیچ‌کدام از گروه‌ها تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P=0/096$).

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد هر دو مداخله تمرین و گزنه سطح انسولین و گلوکز ناشتا را کاهش می‌دهند، اما برای کاهش سطح رتینول متصل به پروتئین ۴، نیاز به مداخلات ورزش و گزنه است.

کلیدواژه‌ها:

دیابت نوع ۲، تمرین ترکیبی، گزنه، رتینول متصل به پروتئین ۴

مقدمه

برنامه‌های مداخله در شیوه زندگی شامل فعالیت بدنی است. اما فعالیت بدنی به‌تنهایی در درمان و کنترل قند خون بیماران مؤثر نیست، بلکه انجام رژیم غذایی و داروها باید به فعالیت روزانه افراد دیابتی افزوده شود [۳]. مطالعات روی بیماران دیابتی نشان می‌دهد که درمان‌های مکمل مورد استفاده در این بیماری رژیم‌های غذایی و تغییر سبک زندگی، استفاده از داروهای گیاهی حاوی عوامل ضددیابت و تمرینات ورزشی است. درمان بر پایه گیاهان دارویی به طور معمول در مقایسه با درمان بر پایه داروهای شیمیایی، ارزانتر، آسانتر و در دسترس‌تر است و در برخی موارد عوارض جانبی کمتری را به همراه دارد [۲]. مطالعات متعددی به بررسی تأثیر تمرینات ورزشی در بیماران مبتلا به دیابت نوع

دیابت ملیتوس بیماری متابولیکی است که با هیپرگلیسمی ناشی از نقصان ترشح انسولین، مقاومت به انسولین و یا ترکیبی از هر دو مورد مشخص می‌شود. در افراد مقاوم به انسولین سلول‌های بدن به صورت طبیعی به انسولین پاسخ نداده و گلوکز نمیتواند به‌آسانی وارد سلول بدن آنها شود. افزایش وزن و درصد چربی بدن رابطه مستقیم با افزایش گلوکز خون داشته و میزان ابتلا به دیابت نوع ۲ را افزایش می‌دهد [۱، ۲]. بنابراین با توجه به پیامدهای اقتصادی اجتماعی ناشی از دیابت دست‌یابی به درمان‌های مؤثرتر و کم‌عارضه‌تر ضروری به نظر می‌رسد. اصلاح سبک زندگی به عنوان رویکرد خط اول توصیه می‌شود. بیشتر

* نویسنده مسئول:

عزیز زینی‌وند لرستانی

نشانی: خرم‌آباد، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، گروه فیزیولوژی ورزشی.

تلفن: ۹۵۲۷۶۷۱ (۹۱۸) ۹۸

رایانامه: aziz.zinvand@yahoo.com

در این بین استفاده از داروهای گیاهی به همراه فعالیت‌های بدنی احتمالاً بتواند مؤثر واقع شود. استفاده از گیاهان دارویی برای پیشگیری و درمان بیماری‌ها، از دیرباز توجه متخصصان طب را به خود معطوف کرده است. با توجه به نیاز روزافزون بشر به گیاهان و فرآورده‌های گیاهی، شناخت آن‌ها از جنبه‌های غذایی و دارویی بیشتر احساس می‌شود. گزنه یکی از این داروهای گیاهی است که در طب سنتی هم کاربرد دارد. گزنه با نام علمی *Urtica dioica*، گیاهی علفی و چندساله از تیره *Urticaceae* است که در کتاب‌های طب سنتی نیز با نام آنجره کبیر نامش ذکر شده است. این گیاه بومی اروپا، آفریقا، آسیا و شمال آمریکا است [۷، ۱۱]. گزارش‌های علمی گزنه را به عنوان یک گیاه دارویی مؤثر بر درمان برخی بیماری‌ها از جمله دیابت معرفی کرده‌اند [۷، ۱۲]. طریقت و همکاران در تحقیقی که بر روی پنجاه مرد مبتلا به دیابت نوع ۲ انجام گرفت مشاهده کردند در افرادی که روزانه مقدار ۰۰۱ میلی گرم گزنه دریافت کرده‌اند مقدار گلوکز ناشتا و نیم‌رخ لیپیدی به طور معناداری کاهش یافته است [۱۵-۱۱۳]. اما مطالعه خوری و همکاران که بر روی حیوانات انجام گرفت، بی‌اثر بودن گزنه را نشان داد [۱۱۶]. تحقیقات زیادی در مورد فعالیت‌های ورزشی و گیاهان دارویی انجام گرفته است، ولی در زمینه تمرینات ترکیبی و مصرف مکمل گزنه در بیماران دیابتی نوع ۲ مطالعه زیادی انجام نشده است. در تحقیق حسنی و همکاران که بر روی زنان سالمند انجام شد، مصرف ۶ سی‌سی عصاره گزنه در روز به همراه تمرینات هوازی تأثیر معناداری بر شاخص‌های مقاومت به انسولین و قند خون ناشتا مشاهده نشد [۱۱۷]. ولی در تحقیقات دیگر اثر مصرف مکمل گزنه بر کنترل قند خون مثبت بود [۱۲، ۱۷]. با توجه به اینکه یافته‌های محدود و متناقضی وجود دارد و تحقیقی در زمینه تأثیر هم‌زمان تمرینات ترکیبی و مصرف گیاه گزنه در مردان مبتلا به دیابت نوع ۲ وجود ندارد، این تحقیق در نظر دارد اثر هشت هفته تمرین ترکیبی (هوازی و مقاومتی) به همراه مصرف گزنه بر میزان RBP4، گلوکز و انسولین در مردان مبتلا به دیابت نوع ۲ را بررسی کنند.

روش بررسی

در این پژوهش که به صورت نیمه‌تجربی انجام شد، از ۳۶۵ نفری که از مراجعین به کلینیک تخصصی دیابت بیمارستان ابن سینا همدان بودند و پرونده داشتند، چهل مرد مبتلا به دیابت نوع ۲ انتخاب شدند و به صورت تصادفی به چهار گروه تقسیم شدند: ۱. گروهی که فقط تمرین ترکیبی انجام دادند. ۲. گروهی که فقط گزنه دریافت کردند. ۳. گروهی که هم تمرین ترکیبی و هم گزنه دریافت کردند. ۴. گروه کنترل که هیچ مداخله‌ای در طول هشت هفته دریافت نکردند. در این مطالعه سی مرد با دامنه سنی ۴۵ تا ۶۰ سال و داشتن شروط ورود به تحقیق انتخاب شدند. شروط تحقیق عبارت بودند از: نداشتن بیماری به‌جز دیابت نوع ۲؛ داشتن شاخص توده بدنی بالاتر از ۲۵ کیلوگرم بر متر

۲ پرداخته‌اند و تأثیر فعالیت بدنی را بر بهبود این بیماری تأیید کرده‌اند. همچنین برخی از دستورالعمل‌های اخیر انجمن آمریکایی دیابت، کالج آمریکایی، طب ورزش انجمن اروپایی برای مطالعه دیابت و یافته‌های مطالعات انجام‌شده تا به امروز نشان داده‌اند که ترکیب تمرینات هوازی و مقاومتی ممکن است نسبت به هر کدام از تمرینات هوازی و مقاومتی به‌تنهایی مؤثرتر باشد [۴]. با این حال، اکثر این دستورالعمل‌ها به طور معمول یک دامنه کلی از شدت و یا مدت تمرین را پیشنهاد کرده‌اند. به طور مثال کالج آمریکایی طب ورزش بیان می‌کند که تمرین هوازی برای یک فرد مبتلا به دیابت باید حداقل سه تا پنج روز در هفته با شدت ۴۰ تا ۶۰ و حتی بیشتر از ۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی انجام شود و یا تمرینات هوازی باید ۱۵۰ دقیقه در هفته با شدت متوسط و یا ۶۰ دقیقه با شدت زیاد در هفته انجام گیرد [۵]. فعالیت ورزشی از جمله تمرینات هوازی می‌تواند بر کاهش قند خون مؤثر باشد [۶، ۷]. و از آنجایی که یکی از دلایل دیابت چاقی است، به طبع تلاش برای کاهش وزن یکی از بهترین راهکارهاست. به طور مشخص بافت چربی علاوه بر تنظیم متابولیسم بدن، یک عضو درون‌ریز فعال است که شمار زیادی مولکول‌های پیام‌رسان پپتیدی فعال با عملکرد بیولوژیکی متنوع ترشح می‌کند. تعداد زیادی از هورمون‌های مشتق از آدیپوسیت یا آدیپوسایتوکاین‌ها شامل لپتین، آدیپونکتین، رزیستین و رتینول متصل به پروتئین ۴ شناسایی شده‌اند [۶]. رتینول متصل به پروتئین ۴ (RBP4) جزء لیپو کالپاین‌ها و انتقال‌دهنده مولکول‌های کوچک آگریز رتینول (ویتامین A) در جریان خون است [۸].

کبد جایگاه اصلی تولید این پروتئین است. بافت چربی جایگاه دوم تولید این پروتئین در بدن است. این پروتئین از بافت چربی ترشح شده و با عملکردهای مختلفی در بدن نظیر انتقال رتینول، مقاومت به انسولین و فیبروز همراه است و با سرکوب محیطی انتقال‌دهنده‌های گلوکز (GLUT4) مقاومت به انسولین را افزایش می‌دهد [۹]. انجام فعالیت ورزشی باعث افزایش پروتئین GLUT4 می‌شود که در نتیجه باعث کاهش گلوکز خون ناشتا و در نهایت کاهش مقاومت به انسولین می‌شود [۴]. گلوکز به طور آزادانه از غشای پلازما نشت نمی‌کند و دریافت سلولی این ماده مغذی با پروتئین انتقال‌دهنده غشا انجام می‌گیرد. خانواده GLUT4 از چهارده عضو ناقل گلوکز تشکیل شده که GLUT4 یکی از مهم‌ترین آن‌ها برای انتقال گلوکز به بافت‌های چربی و عضلانی است و نقش اصلی آن تنظیم کلیدی کل گلوکز بدن و تسهیل مکانیسم انتشار است [۱۰]. اضافه‌وزن موجب می‌شود تا اسیدهای چرب تولیدشده از بافت چربی با تجمع در سلول‌های عضلانی، انتقال GLUT4 را به سطح این سلول‌ها مختل کنند و ورزش سبب افزایش انتقال‌دهنده گلوکز GLUT4 به سطح سلول‌های عضلانی می‌شود و تأثیرات مطلوبی در کاهش گلوکز خون و بهبود کنترل متابولیسمی دارد.

1. Retinol Binding Protein 4
2. Glucose transporter type 4

جدول ۱. شدت تمرین در پروتکل تمرین

هفته	تمرین مقاومتی (تکرار بیشینه)	تمرین هوازی (درصد ضربان قلب بیشینه)
۱-۴	۸-۱۰	۶۰-۷۰
۵-۸	۱۰-۱۲	۷۰-۸۰

جندی شاپور

شد. در هر جلسه تمرین، در مرحله اول تمرین پس از ۱۰ دقیقه گرم کردن پروتکل اصلی تمرین شروع می‌شد که شامل ۲۰ دقیقه تمرین مقاومتی با استفاده از وزن بدن شامل حرکات دراز و نشست، فیله کمر خوابیده، بارفیکس اصلاح شده، اسکوات با وزن بدن، شنای سوئدی و لانگ بود. تمرینات مقاومتی در سه ست هشت تا دوازده تکرار با ۳۰ ثانیه استراحت بین ست‌های تمرین انجام شد. استراحت بین حرکات نیز شامل ۲ دقیقه استراحت فعال بود؛ پس از ۳-۵ دقیقه استراحت، برنامه تمرین هوازی شامل ۲۰ دقیقه تمرین هوازی به صورت دویدن تداومی روی نوارگردان بود که با شدت ۶۰ تا ۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه آزمودنی‌ها انجام شد. برای محاسبه ضربان قلب بیشینه، از فرمول تاناکا و همکاران استفاده شد. شدت تمرین هنگام دویدن روی نوارگردان، با استفاده از ضربان سنج پلار ساخت کشور فنلاند کنترل شد [۱۹]. پس از پایان برنامه اصلی تمرین نیز ۱۰ دقیقه سرد کردن اجرا شد. تمام جلسات در یک زمان و در ساعات ۱۶-۱۷ بعد از ظهر برگزار شد (جدول شماره ۱).

نمونه‌گیری خونی

نمونه‌گیری خونی در دو نوبت پیش‌آزمون و پس‌آزمون، از تمامی آزمودنی‌ها به صورت ناشتا (۱۲ تا ۱۴ ساعت بعد از مصرف آخرین وعده غذایی) در صبح اولین جلسه تمرین از ورید بازویی چپ و در حالت نشسته توسط پرستار آزمایشگاه به عمل آمد و به میزان ۲ میلی‌لیتر خون در لوله آزمایش حاوی ماده ضد انعقاد EDTA ریخته شد. نمونه‌های خونی با سرعت ۳ هزار دور در دقیقه در مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند و به همین نحو نمونه‌گیری مجدد ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین تکرار شد و نمونه‌ها در شرایط استاندارد به آزمایشگاه انتقال یافتند.

شاخص‌های بیوشیمیایی

برای اندازه‌گیری RBP4، روش الایزا و کیت ساخت شرکت Cusabio آلمان با حساسیت کمتر از ۱/۵۹ pg/mg و برای اندازه‌گیری گلوکز با روش آنزیمی گلوکز اکسیداز از کیت شرکت پارس‌آزمون، ساخت کشور ایران با حساسیت ۵۰۰-۷/۸ pg/mg و برای اندازه‌گیری انسولین به روش الایزا از کیت ساخت شرکت Demeditec با حساسیت ۵۰۰-۸/۷ pg/mg استفاده شد.

مربع؛ قند خون ناشتای زیر ۳۰۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر؛ دامنه سنی ۴۵ تا ۶۰ سال؛ عدم تزریق انسولین و توانایی شرکت در پروتکل به مدت هشت هفته؛ سابقه داشتن بیماری از ۳ تا ۷ سال. در صورتی که آزمودنی حساسیتی به گزنه داشت و یا بیشتر از دو جلسه غیبت می‌کرد از تحقیق خارج می‌شد. قبل از دریافت رضایت‌نامه، آزمودنی‌ها به صورت شفاهی و کتبی با روش کار آشنا شدند. سپس رضایت‌نامه به آن‌ها داده شد و توسط پزشک متخصص غدد و متابولیسم مورد معاینه قرار گرفتند و در صورت عدم مشکل در تحقیق وارد شدند.

شاخص‌های آنتروپومتریک

شاخص‌های آنتروپومتریک افراد شامل قد، وزن، نمایه توده بدنی (BMI)^۲ است. وزن آزمودنی‌ها با ترازوی دیجیتال مدل سکا ساخت آلمان و بر حسب کیلوگرم بیان شد. شاخص توده بدنی از تقسیم وزن بر مجذور قد محاسبه و بر حسب کیلوگرم بر متر مربع بیان شد، قد بر حسب سانتی‌متر و توسط قدسنج سکا ساخت آلمان با دقت نیم‌سانتی متر اندازه‌گیری شد.

طرح تغذیه

ابتدا برگ‌های گزنه از فروشگاه‌های گیاهان دارویی شهرستان همدان خریداری شد و سپس با استفاده از آسیاب برقی پودر شدند. در طول مداخله، بیماران در حین استفاده از داروهای تجویزی توسط پزشک، ۱۰۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن خود از عصاره هیدروآلکلی گزنه یا دارونما در سه زمان، به صورت محلول در یک لیوان آب بعد از هر وعده اصلی غذایی استفاده کردند [۱۸].

پروتکل تمرینی

پیش از شروع تمرین از آزمودنی‌ها خواسته شد که در سه جلسه آشنایی با اصول و نحوه انجام تمرینات ورزشی حضور یابند، سپس مقدار یک تکرار بیشینه از آزمودنی‌ها گرفته شد، در تمام جلسات یک فرد آشنا به اصول کمک‌های اولیه و پرستاری حضور داشت.

پروتکل تمرین حاضر شامل هشت هفته تمرینات ترکیبی هم‌زمان (مقاومتی هوازی) در سه جلسه غیرمتوالی در هفته انجام

3. Body Mass Index

جدول ۲. داده‌های توصیفی آزمودنی‌ها

متغیر	میانگین ± انحراف معیار		
	گروه تمرین	گروه گزنه	گروه ترکیبی
سن به (سال)	۵۲/۲۱ ± ۲/۰۵	۵۴/۵۰ ± ۳/۱۵	۴۹/۴۵ ± ۴/۰۴
قد سانتی متر	۱۶۹/۲۱ ± ۲/۴۱	۱۷۲/۴۱ ± ۲/۷۶	۱۷۴/۱۱ ± ۶/۵۴
شاخص توده بدنی (BMI)	۲۶/۵۰ ± ۴/۱۵	۲۷/۳۶ ± ۲/۸۷	۲۹/۲۱ ± ۱/۳۴
طول دوره بیماری به سال	۳/۴۵ ± ۱/۰۳	۴/۵۶ ± ۲/۵۴	۶/۳۴ ± ۲/۸۷

مجله علمی پزشکی

جندی شاپور

روشن آماری

در بررسی تغییرات درون گروهی در گروه تمرین، کاهش معناداری در سطح انسولین (۰/۰۱۵) گلوکز ناشتا (۰/۰۰۱) مشاهده شد. سطح RBP4 اگرچه کاهش یافت، اما این کاهش معنادار نبود (۰/۲۹۹). در گروه تمرین به همراه مصرف گزنه، کاهش معناداری در سطح انسولین (۰/۰۰۱) گلوکز ناشتا (۰/۰۰۱) و سطح RBP4 مشاهده شد (۰/۰۱۵). در گروه مصرف گزنه، کاهش معناداری در سطح انسولین (۰/۰۰۱) گلوکز ناشتا (۰/۰۰۲) مشاهده شد. سطح RBP4 در این گروه تغییر معناداری نداشت (۰/۱۸۱). در گروه کنترل تغییرات معناداری مشاهده نشد (جدول شماره ۳).

نتایج آزمون آنوا نشان داد در مرحله پیش‌آزمون تغییرات معناداری در بین گروه‌ها وجود نداشت. اما بعد از مداخله

جهت بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد. از آزمون تی زوجی جهت مقایسه درون گروهی و از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه برای مقایسه تغییرات بین گروهی استفاده شد ($P < 0/05$). تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ انجام شد.

یافته‌ها

اطلاعات توصیفی مربوط به طول دوره بیماری، سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی (BMI) آزمودنی‌ها در جدول شماره ۲ آورده شده است.

جدول ۳. نتایج آزمون تی زوجی برای بررسی تغییرات درون گروهی

متغیر	گروه	میانگین انحراف معیار		P	T
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون		
انسولین pg/mg	کنترل	۶/۴ ± ۰/۷	۶/۶ ± ۱/۱	۰/۷۰۴	-۰/۴۰۸
	تمرین	۶/۶ ± ۱/۱	۱۰/۲ ± ۱/۷۸	۰/۰۱۵	-۴/۸
	گزنه+تمرین	۶/۵ ± ۰/۹۷	۱۴/۶ ± ۱/۱۴	۰/۰۰۱	-۱۷/۳
	گزنه	۶/۱ ± ۱/۲	۱۰/۸ ± ۱/۳۰	۰/۰۰۱	-۸/۳۶
گلوکز pg/mg	کل	۶/۴ ± ۰/۹	۱۰/۶ ± ۳/۱۵	۰/۰۰۱	-۵/۸۸
	کنترل	۲۰۹/۶ ± ۱۶/۲	۲۰۸/۸ ± ۱۹	۰/۹۵	۰/۰۶۱
	تمرین	۱۹۹/۰ ± ۶/۲	۱۴۵/۴ ± ۱۴/۲	۰/۰۰۱	۱۰/۰
	گزنه+تمرین	۲۱۸/۴ ± ۲۹	۱۰۹/۰ ± ۴/۹	۰/۰۰۱	۸/۰۶
رتینول متصل به پروتئین ۴ pg/mg	گزنه	۲۰۵/۸ ± ۲۳/۸	۱۳۵/۰ ± ۹/۳	۰/۰۰۲	۷/۴۷
	کل	۲۰۸/۲ ± ۲۰/۳	۱۴۹/۵ ± ۳۹/۴	۰/۰۰۱	۵/۷
	کنترل	۴/۵ ± ۰/۴	۴/۴ ± ۰/۵	۰/۶۸۶	-۰/۴۳۴
	تمرین	۴/۴ ± ۰/۵	۴/۲ ± ۰/۲۳	۰/۲۹۹	۱/۲
گزنه+تمرین	گزنه	۴/۶ ± ۰/۳	۴/۸ ± ۰/۲۵	۰/۰۱۵	۴/۰۹
	کل	۴/۴ ± ۰/۶	۴/۰ ± ۰/۲۲	۰/۱۸۱	۱/۶۲
		۴/۵ ± ۰/۴	۴/۱ ± ۰/۳۶		۳/۲۷

مجله علمی پزشکی

جندی شاپور

جدول ۴. نتایج تحلیل واریانس برای بررسی تغییرات بین گروهی

متغیر وابسته	مرحله	مجموع مجذورات	df	F	Sig.
انسولین	پیش‌آزمون	۰/۷۵۶	۳	۰/۲۵۶	۰/۸۵۶
	پس‌آزمون	۱۵۹/۳۷۶	۱۶	۲۸/۸۳۲	۰/۰۰۱
گلوکز	پیش‌آزمون	۹۸۲/۰	۳	۰/۷۶۴	۰/۵۳۱
	پس‌آزمون	۲۶۹۱۸/۹۵	۱۶	۵۲/۰۵۵	۰/۰۰۱
رتینول متصل به پروتئین ۴	پیش‌آزمون	۰/۱۵	۳	۰/۲۳۷	۰/۸۶۹
	پس‌آزمون	۰/۷۸۶	۱۶	۲/۵۰۱	۰/۰۹۶

جندی شاپور

ویژه حمل‌ونقل برای رتینول (ویتامین A) در گردش خون است و رتینوئیدها تولید کبدی لیپوپروتئین با چگالی بسیار کم (VLDL)^۲ را افزایش می‌دهند [۲۲]. انتقال گلوکز به عضله اسکلتی از طریق پروتئین‌های ناقل گلوکز انجام می‌شود و ناقل گلوکز ۴ مهم‌ترین ایزوفورم در عضله اسکلتی است که فعالیت آن تحت تأثیر انقباض عضله و انسولین است. انسولین جابه‌جایی انتقال‌دهنده‌های گلوکز ۴ از عمق به سطح سلول را از طریق آبشارهای سیگنالی پیچیده فعال می‌کند. یکی از مکانیسم‌های مسئول کاهش گلوکز خون حین و پس از فعالیت ورزشی در افراد با مقاومت به انسولین، انتقال و جابه‌جایی انتقال‌دهنده‌های گلوکز ۴ از سیتوپلاسم به سطح غشایی سلول‌های عضلانی بیماران دیابتی نوع ۲ است. به طوری که انقباض عضلانی از طریق فعال‌سازی پروتئین کیناز فعال شده با AMP باعث جابه‌جایی انتقال‌دهنده‌های گلوکز ۴ از عمق به سطح سلول می‌شود. عموماً در افراد دیابتی نوع ۲ جابه‌جایی انتقال‌دهنده‌های گلوکز ۴ از عمق به سطح سلول که توسط انسولین تحریک می‌شود، مختل شده است. هردو تمرین هوازی و مقاومتی، فراوانی انتقال‌دهنده‌های گلوکز ۴ و جذب گلوکز را حتی در بیماران دیابتی نوع ۲ افزایش می‌دهند [۱، ۲۳].

بر اساس برخی منابع، تمرین استقامتی سبب بهبود حساسیت به انسولین در افراد جوان، مسن و آزمودنی‌های دارای قند خون می‌شود که این پدیده به هم‌زمانی کاهش درصد چربی بدن و همچنین تنظیم افزایشی انتقال‌دهنده گلوکز نسبت داده شده است. از ویژگی‌های تمرین مقاومتی این است که موجب افزایش توده عضلانی می‌شود و به دنبال آن سطح انسولین و گلوکز خون را بهبود می‌بخشد [۱، ۲۳-۲۵]. آزالای علمداری و همکاران در مطالعه‌ای دریافتند که تمرین هوازی می‌تواند باعث کاهش RBP4 سرمی و بهبود مقاومت انسولینی و برخی شاخص‌های خطر متابولیک در زنان با سندرم متابولیکی شود و احتمالاً شاخص مقاومت انسولینی می‌تواند تحت تأثیر تغییرات RBP4 قرار بگیرد [۲۶]. دلیل تناقض در نتیجه RBP4 در گروه تمرین در مطالعه حاضر با مطالعه تقیان و همکاران، احتمالاً به دلیل تفاوت

هشت‌هفته‌ای در سطوح انسولین بین گروه‌ها تفاوت معناداری وجود داشت ($P=0/001$). نتایج نشان داد بین گروه‌های تمرین، تمرین و گزنه و گروه گزنه با گروه کنترل تفاوت معناداری وجود دارد (به ترتیب $0/004$ ، $0/001$ ، $0/001$). همچنین بین گروه‌های تمرین و تمرین به همراه مصرف گزنه و بین گزنه و تمرین به همراه مصرف گزنه تفاوت معنادار بود (به ترتیب $P=0/001$ و $P=0/002$). اما بین گروه تمرین و گزنه تفاوت معنادار نبود ($P=0/896$).

بعد از هشت هفته در سطوح گلوکز ناشتا بین گروه‌ها تفاوت معنادار بود ($P=0/001$). در بررسی‌های به عمل آمده مشاهده شد بین تمرین و تمرین به همراه مصرف گزنه و بین گزنه و تمرین به همراه مصرف گزنه تفاوت معنادار بود ($P=0/002$)، اما بین گروه‌های تمرین و گزنه تفاوت معنادار وجود نداشت ($P=0/597$). بعد از هشت هفته در سطوح RBP4 بین هیچ کدام از گروه‌ها تفاوت معناداری وجود نداشت ($P=0/096$) (جدول شماره ۴).

بحث

شواهد متعددی در زمینه افزایش غلظت رتینول متصل به پروتئین ۴ در افراد دچار اضافه‌وزن، چاق و مبتلا به بیماری‌های متابولیکی از جمله دیابت نوع ۲ وجود دارد. امروزه افزایش سطح پلاسمایی رتینول متصل به پروتئین ۴ می‌تواند ارتباط مهمی بین توده چربی و مقاومت به انسولین و اختلالات متابولیسمی گلوکز در دیابتی‌ها ایجاد کند [۲۰]. نتایج این مطالعه نشان داد در گروه تمرین، سطح انسولین و گلوکز ناشتا به طور معناداری کاهش می‌یابد، اما سطح RBP4 اگرچه کاهش یافت، اما این کاهش معنادار نبود. در گروه مصرف گزنه نیز سطح انسولین و گلوکز ناشتا به طور معناداری کاهش یافت، اما سطح RBP4 تغییر معناداری نداشت. در گروه تمرین به همراه مصرف گزنه علاوه بر انسولین و گلوکز ناشتا، RBP4 نیز به طور معناداری کاهش یافتند. تمرینات ورزشی باعث افزایش GLUT4 mRNA و بیان پروتئین در سلول‌های چربی می‌شود [۲۱]. افزایش پروتئین GLUT4 و بیان mRNA در سلول‌های چربی ممکن است باعث کاهش غلظت RBP4 در گردش خون شود. علاوه بر این، RBP4 تنها پروتئین

4. Very low density lipoprotein

نتیجه‌گیری

در کل یافته‌های تحقیق حاضر نشان‌دهنده نقش مفید تمرینات ورزشی و مصرف مکمل گیاهی گزنه بر سطح انسولین، گلوکز ناشتا و RBP4 است. همچنین با توجه به نتایج تحقیق می‌توان گفت که استفاده از دو روش مداخله ورزش منظم و مکمل گزنه در کنار هم موجب اثربخشی بیشتر بر کنترل سطح انسولین، گلوکز ناشتا و RBP4 می‌شود. بنابراین می‌توان گفت که تمرینات هوازی و مقاومتی در کنار مصرف دمنوش گزنه می‌تواند از طریق کاهش انسولین، گلوکز ناشتا و پروتئین RBP4 نقش مهمی در بهبود وضعیت بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ داشته باشد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

اصول اخلاقی تماماً در این مقاله رعایت شده است. شرکت کنندگان اجازه داشتند هر زمان که مایل بودند از پژوهش خارج شوند. همچنین همه شرکت کنندگان در جریان روند پژوهش بودند. اطلاعات آن‌ها محرمانه نگه داشته شد.

حامی مالی

دانشگاه لرستان حامی مالی این پژوهش می‌باشد.

مشارکت‌نویسندگان

تمام نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش همه بخش‌های پژوهش حاضر مشارکت داشته‌اند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

در شدت و مدت تمرین باشد، اما در گروه تمرین به همراه مصرف گزنه هم‌افزایی اثر تمرین و گزنه، سطح RBP4 را به طور معنی‌داری کاهش داد. چاقی سطح RBP4 را در انسان افزایش می‌دهد، در حالی که کاهش وزن باعث کاهش غلظت سرمی RBP4 می‌شود. مطالعات نشان داده است که غلظت سرمی RBP4 به طور تقریبی با محیط اطراف، درصد چربی بدن و WHR ارتباط دارد [۲۷]. شیواو نومائو و همکاران، در مطالعه‌ای نشان دادند که تمرین دوازده‌هفته‌ای ورزشی بدون محدودیت کالری، عوامل خطر CVD را بهبود می‌بخشد و غلظت گردش خون RBP4 را در مردان چاق کاهش می‌دهد [۲۸]. غلظت RBP4 در گردش با کاهش انتخابی در انتقال‌دهنده گلوکز ۴ (GLUT4) در سلول‌های چربی افزایش می‌یابد [۲۲]. سه سازوکار احتمالی اثرات گزنه در کاهش قند خون بیان شده است: الف) اثر گزنه بر سلول‌های ماهیچه و افزایش تشکیل منافذ نفوذپذیر که موجب افزایش برداشت گلوکز در عضلات شده و نهایتاً به کاهش بالا رفتن قند خون در دیابت نوع ۴ می‌انجامد. ب) اثر گزنه بر تحریک آزادسازی انسولین از سلول‌های بتای پانکراس و افزایش ترشح انسولین که نهایتاً به کاهش بالا رفتن قند خون در دیابت نوع ۲ می‌انجامد. ج) اثر گزنه بر مهارکننده‌های هیدرولیز کربوهیدرات مهار فعالیت آلفا آمیلاز است که نهایتاً به کاهش بالا رفتن قند خون در دیابت نوع ۴ می‌انجامد [۲]. هم‌راستا با مطالعه حاضر، طریقت اسفنجانی و همکاران در مطالعه‌ای با عنوان «اثر عصاره هیدروالکلی گزنه بر شاخص قند خون و مقاومت به انسولین در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲» گزارش کردند که عصاره هیدروالکلی گزنه سبب کاهش قند خون ناشتا و هموگلوبین گلیکوزیله می‌شود، بدون اینکه سبب تغییر معنی‌داری در غلظت انسولین ناشتا و شاخص مقاومت به انسولین شود [۲۹]. یافته‌های پژوهش حاضر با یافته‌های بررسی فرزانی و همکاران که روی موش صحرایی صورت گرفت، هم‌راستاست. یافته‌های بررسی یادشده، نشان‌دهنده تأثیر عصاره آبی گزنه در افزایش ترشح انسولین در موش‌های صحرایی سالم و دیابتی بود [۳۰]. شهرکی و همکاران در پژوهش خود روی موش‌های صحرایی نر، به این نتیجه رسیدند که مقدار انسولین مورد نیاز در گروه دریافت‌کننده جوشانده گزنه کاهش یافت و سازوکار احتمالی آن را کاهش مقاومت به انسولین عنوان کردند که با یافته‌های پژوهش حاضر هم‌راستاست [۲۷]. گزارش شده است که تمرینات ورزشی با افزایش حساسیت به انسولین در بافت‌های حساس به انسولینی موجب برداشت بیشتر گلوکز خون و در نتیجه کاهش معنادار گلوکز خون ناشتا در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ می‌شود [۳۱، ۲۳] که نشان‌دهنده نقش مؤثر تمرینات ورزشی بر کنترل قند خون و در نتیجه کاهش عوارض ناشی از دیابت نوع ۲ می‌شود.

References

- [1] Tahan P, Ghalavand A, Heydarzadi S, Maleki E, Delaramnasab M. [Effects of aerobic interval training on iron stores and glycemic control in men with type 2 diabetes (Persian)]. *Razi J Me Sci*. 2020; 27(8):105-14. <http://rjms.iuums.ac.ir/article-1-6235-en.html>
- [2] Ghalavand A, Motamedi P, Delaramnasab M, Khodadoust M, Mahmoodkhani Kooskaki R. [Cardiometabolic effects of urtica dioica in type ii diabetes (Persian)]. *J Diabetes Nurs*. 2017; 5(1):59-69. <http://jdn.zbmu.ac.ir/article-1-156-en.html>
- [3] American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes--2012. *Diabetes care*. 2012; 35 Suppl 1(Suppl 1):S11-63. [DOI:10.2337/dc12-s011] [PMID] [PMCID]
- [4] Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ, Rubin RR, et al. Exercise and type 2 diabetes: The American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: Joint position statement. *Diabetes Care*. 2010; 33(12):e147-67. [DOI:10.2337/dc10-9990] [PMID] [PMCID]
- [5] Hordern MD, Dunstan DW, Prins JB, Baker MK, Singh MA, Coombes JS. Exercise prescription for patients with type 2 diabetes and pre-diabetes: A position statement from Exercise and Sport Science Australia. *J Sci Med Sport*. 2012; 15(1):25-31. [DOI:10.1016/j.jsams.2011.04.005] [PMID]
- [6] Soria ML, Sy RG, Vega BS, Ty-Willing T, Abenir-Gallardo A, Velandria F, et al. The incidence of type 2 diabetes mellitus in the Philippines: A 9-year cohort study. *Diabetes Res Clin Pract*. 2009; 86(2):130-3. [DOI:10.1016/j.diabres.2009.07.014] [PMID]
- [7] Ghalavand A, Motamedi P, Delaramnasab M, Khodadoust M. The effect of interval training and nettle supplement on glycemic control and blood pressure in men with type 2 diabetes. *Int J Basic Sci Med*. 2017; 2(1):33-40. [DOI:10.15171/ijbsm.2017.08]
- [8] Goodman E, Graham TE, Dolan LM, Daniels SR, Goodman ER, Kahn BB. The relationship of retinol binding protein 4 to changes in insulin resistance and cardiometabolic risk in overweight black adolescents. *J Pediatr*. 2009; 154(1):67-73.e1. [DOI:10.1016/j.jpeds.2008.07.018] [PMID] [PMCID]
- [9] Kodama S, Tanaka S, Saito K, Shu M, Sone Y, Onitake F, et al. Effect of aerobic exercise training on serum levels of high-density lipoprotein cholesterol: A meta-analysis. *Arch Intern Med*. 2007; 167(10):999-1008. [DOI:10.1001/archinte.167.10.999] [PMID]
- [10] Augustin R. The protein family of glucose transport facilitators: It's not only about glucose after all. *IUBMB Life*. 2010; 62(5):315-33. [DOI:10.1002/iub.315] [PMID]
- [11] Kharaee F, Dalili S, Medghalchi A, Koochmanee S, Bayat R, Zamanfar D, et al. A review of the effects of urtica dioica in control of diabetes: Hopes and challenges. *J Diabetes Nurs*. 2020; 8(2):119-27. <http://jdn.zbmu.ac.ir/article-1-398-en.html>
- [12] Dadvar N, Ghalavand A, Zakerkish M, Hojat S, Alijani E, Mahmoodkhani-kooskaki R. [The effect of aerobic training and urtica dioica on lipid profile and fasting blood glucose in middle age female with type II diabetes (Persian)]. *Jundishapur Sci Med J*. 2017; 15(6):507-16. <https://www.sid.ir/en/Journal/ViewPaper.aspx?ID=533592>
- [13] Liu Y, Liu SX, Cai Y, Xie KL, Zhang WL, Zheng F. Effects of combined aerobic and resistance training on the glycolipid metabolism and inflammation levels in type 2 diabetes mellitus. *J Phys Ther Sci*. 2015; 27(7):2365-71. [DOI:10.1589/jpts.27.2365] [PMID] [PMCID]
- [14] Zarei M, Hamedinia M, Haghghi A, Noorafshar R, Amini S. [Effect of three combined aerobic-resistance exercise training protocols with different intensities on metabolic control and visfatin levels in men with type 2 diabetes (Persian)]. *Iran J Diabetes Metab*. 2017; 16(1):63-76. <http://ijdd.tums.ac.ir/article-1-5492-en.html>
- [15] Tarighat Esfanjani A, Namazi N, Bahrami A. [Effect of Hydro-alcoholic Nettle Extract on Lipid Profiles and Blood Pressure in Type 2 Diabetes Patients (Persian)]. *Iran J Endocrinol Metab*. 2012; 13(5):449-58. <http://80.191.203.9/xmlui/bitstream/handle/123456789/53705/IJEM-v13n5p449-en.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [16] Gohari A, Noorafshan A, Akmal M, Zamani-Garmsiri F, Seghatoleslam A. Urtica dioica distillate regenerates pancreatic beta cells in streptozotocin-induced diabetic rats. *Iran J Med Sci*. 2018; 43(2):174-83. [PMID]
- [17] Hassani A, Ebrahimi M, Ramezanzadeh MR. [Survey on the effect of eight weeks of regular aerobic exercise with consumption of nettle extract on blood glucose and insulin resistance index among women with type ii diabetes (Persian)]. *J Knowl Health*. 2015; 10(4):57-64. [DOI:10.3923/pjbs.2012.98.102]
- [18] Namazi N, Tarighat A, Bahrami A. The effect of hydro alcoholic nettle (*Urtica dioica*) extract on oxidative stress in patients with type 2 diabetes: A randomized double-blind clinical trial. *Pak J Biol Sci*. 2012; 15(2):98-102. [DOI:10.3923/pjbs.2012.98.102] [PMID]
- [19] Yousefipoor P, Tadibi V, Behpoor N, Parnow A, Delbari E, Rashidi S. [The effect of 8-week aerobic and concurrent (aerobic-resistance) exercise training on serum il-6 levels and insulin resistance in type 2 diabetic patients (Persian)]. *J Shahid Sadoughi Univ Med Sci*. 2013; 21(5):619-31. <http://jssu.ssu.ac.ir/article-1-2304-en.html>
- [20] González-López MA, Ocejo-Viñals JG, Mata C, Vilanova I, Guiral S, Portilla V, et al. Association of retinol binding protein4 (RBP4) and ghrelin plasma levels with insulin resistance and disease severity in non-diabetic patients with hidradenitis suppurativa. *Exp Dermatol*. 2020; 29(9):828-32. [DOI:10.1111/exd.14132] [PMID]
- [21] Gray SR, Baker G, Wright A, Fitzsimons CF, Mutrie N, Nimmo MA, et al. The effect of a 12 week walking intervention on markers of insulin resistance and systemic inflammation. *Prev Med*. 2009; 48(1):39-44. [DOI:10.1016/j.ypmed.2008.10.013] [PMID]
- [22] Yang Q, Graham TE, Mody N, Preitner F, Peroni OD, Zablotny JM, et al. Serum retinol binding protein 4 contributes to insulin resistance in obesity and type 2 diabetes. *Nature*. 2005; 436(7049):356-62. [DOI:10.1038/nature03711] [PMID]
- [23] Flores-Opazo M, McGee SL, Hargreaves M. Exercise and GLUT4. *Exerc Sport Sci Rev*. 2020; 48(3):110-8. [DOI:10.1249/JES.000000000000224] [PMID]

- [24] Ghalavand A, Shakerian S, Zakerkish M, Shahbazian H, Monzam Nejad A. [The effect of resistance training on anthropometric characteristics and lipid profile in men with type 2 diabetes referred to Golestan hospital (Persian)]. *Jundishapur sci Med J.* 2017; 13(6):709-20. https://jsmj.ajums.ac.ir/article_52171.html?lang=en
- [25] Horii N, Hasegawa N, Fujie S, Uchida M, Iemitsu M. Resistance exercise-induced increase in muscle 5 α -dihydrotestosterone contributes to the activation of muscle Akt/mTOR/p70S6K-and Akt/AS160/GLUT4-signaling pathways in type 2 diabetic rats. *FASEB J.* 2020; 34(8):11047-57. [DOI:10.1096/fj.201903223RR] [PMID]
- [26] Azali Alamdari K, khalafi M, Ghorbanian B. [Effect of aerobic training on serum adiponectin and ctrp-3 in males with metabolic syndrome (Persian)]. *Iran J Endocrinol Metab.* 2017; 18(5):368-77. <http://ijem.sbmu.ac.ir/article-1-2126-en.html>
- [27] Shahraki MR, Mirshekari H, Shahraki AR, Shahraki E, Divband KH. [Effect of urtica dioica boiling on serum glucose, insulin and lipids in fructose-fed male rats (Persian)]. *Ofogh-E-Danesh.* 2008; 14(3):10-5. <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=86562>
- [28] Numao S, Sasai H, Nomata Y, Matsuo T, Eto M, Tsujimoto T, et al. Effects of exercise training on circulating retinol-binding protein 4 and cardiovascular disease risk factors in obese men. *Obes Facts.* 2012; 5(6):845-55. [DOI:10.1159/000346205] [PMID]
- [29] Tarighat Efsanjani A, Namazi N, Bahrami A, Ehteshami M. [Effect of hydroalcoholic extract of nettle (urtica dioica) on glycemic index and insulin resistance index in type 2 diabetic patients (Persian)]. *Iran J Endocrinol Metab.* 2012; 13(6):561-8. <http://dspace.tbzmed.ac.ir/xmlui/bitstream/handle/123456789/53704/IJEM-v13n6p561-en.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [30] Farzami B, Ahmadvand D, Vardasbi S, Majin FJ, Khaghani S. Induction of insulin secretion by a component of Urtica dioica leave extract in perfused Islets of Langerhans and its in vivo effects in normal and streptozotocin diabetic rats. *J Ethnopharmacol.* 2003; 89(1):47-53. [DOI:10.1016/S0378-8741(03)00220-4]
- [31] Jiang Y, Tan S, Wang Z, Guo Z, Li Q, Wang J. Aerobic exercise training at maximal fat oxidation intensity improves body composition, glycemic control, and physical capacity in older people with type 2 diabetes. *J Exerc Sci Fit.* 2020; 18(1):7-13. [DOI:10.1016/j.jesf.2019.08.003] [PMID] [PMCID]

This Page Intentionally Left Blank
