

## تحقیقی

# اثر دویدن روی سطوح شیبدار مثبت و منفی بر میزان ادیپونکتین و گلوکز سرم بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲

دکتر عبدالحمید حاجی حسنی<sup>۱</sup>، دکتر فرید بحریمما<sup>۲</sup>، دکتر امیر هوشنگ بختیاری<sup>۳</sup>، دکتر محمد تقی خانی<sup>۴</sup>

۱- استادیار گروه فیزیوتراپی، دانشگاه علوم پزشکی سمنان. ۲- استادیار گروه فیزیوتراپی، دانشکده پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس.

۳- استاد مرکز تحقیقات توانبخشی عصبی - عضلانی، دانشگاه علوم پزشکی سمنان. ۴- استاد گروه بیوشیمی، دانشکده پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس.

## چکیده

**زمینه و هدف:** ادیپونکتین هورمون مترشحه از سلول‌های ادیپوسیت است که سطح پایین آن نشان‌دهنده مقاومت انسولینی و گسترش بیماری دیابت می‌باشد. تمرین درمانی به صورت منظم و در میان مدت، موجب کاهش مقاومت انسولینی، افزایش جذب گلوکز در عضلات، افزایش سطح ادیپونکتین و کاهش هموگلوبین گلیکوزیله در افراد مبتلا به دیابت می‌گردد. این مطالعه به منظور تعیین اثر دویدن روی سطوح شیبدار مثبت (تمرینات کانستریک) و منفی (تمرینات اکستریک) بر میزان ادیپونکتین پلاسما و گلوکز سرم بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ انجام شد.

**روش بررسی:** این کارآزمایی بالینی روی ۲۸ بیمار (۱۳ مرد و ۱۵ زن) در محدوده سنی ۶۰-۴۰ سال مبتلا به دیابت نوع ۲ ارجاع شده توسط مرکز دیابت سمنان به مرکز تحقیقات توانبخشی عصبی - عضلانی دانشگاه علوم پزشکی سمنان در سال ۱۳۸۹ انجام شد. بیماران به طور تصادفی در دو گروه تمرینات اکستریک و کانستریک با استفاده از ترمیل قرار گرفتند. قبل و بعد از دوره‌های کنترل و مداخله گلوکز، هموگلوبین گلیکوزیله (HbA<sub>1c</sub>) و ادیپونکتین سرم گروه‌ها اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS-18 و آزمون‌های *Kolmogorov-Smirnov*، *Tukey*، *Repeated-Measures ANOVA* و *independent t-test* تجزیه و تحلیل شدند.

**یافته‌ها:** تمرینات اکستریک و کانستریک سبب کاهش آماری معنی‌داری در میزان گلوکز و هموگلوبین گلیکوزیله سرم و نیز افزایش میزان ادیپونکتین سرم بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ گردید ( $P < 0/05$ ). با این وجود تمرینات اکستریک نسبت به تمرینات کانستریک سبب کاهش بیشتر گلوکز و هموگلوبین گلیکوزیله سرم و افزایش بیشتر ادیپونکتین سرم بیماران نسبت به گروه تمرینات کانستریک گردید ( $P < 0/05$ ).

**نتیجه‌گیری:** تمرینات اکستریک در کاهش و کنترل گلوکز سرم و بهبود ادیپونکتین سرم بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ مؤثرتر از تمرینات کانستریک می‌باشد.

**کلید واژه‌ها:** دیابت نوع ۲، تمرینات اکستریک، تمرینات کانستریک، گلوکز، هموگلوبین گلیکوزیله، ادیپونکتین

\* نویسنده مسؤول: دکتر فرید بحریمما، پست الکترونیکی [bahrpeyf@modares.ac.ir](mailto:bahrpeyf@modares.ac.ir)

نشانی: تهران، بزرگراه جلال آل احمد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده پزشکی، گروه فیزیولوژی، تلفن ۸۲۸۸۳۸۱۹-۰۲۱، شماره ۳۳۵۴۱۸۰-۰۲۳۱ و وصول مقاله: ۹۰/۳/۱۰، اصلاح نهایی: ۹۰/۵/۲۶، پذیرش مقاله: ۹۰/۶/۱۴

## مقدمه

از قند، نشاسته، چربی و پروتئین اثر منفی دارد (۴). کاهش فعالیت فیزیکی و میزان حرکات روزمره، موجب افزایش احتمال دیابت و دیگر اختلالات متابولیکی می‌گردد (۵) و برای پیشگیری از عوارض و کنترل دیابت، انجام تمرینات فیزیکی پیشنهاد شده است (۶).

ادیپونکتین هورمون مترشحه از ادیپوسیت است که نقش اساسی در متابولیسم بدن دارد. غلظت ادیپونکتین ارتباط معکوس با چاقی، مقاومت انسولینی و دیابت نوع ۲ دارد و سطح پایین ادیپونکتین نشان‌دهنده گسترش دیابت است (۷). ادیپونکتین از طریق رسپتورهای غشاء سلولی ارتباط مستقیم با ترشح انسولین، جذب

دیابت عارضه‌ای منتشر در سوخت و ساز سلولی است. مشخصه اصلی این بیماری افزایش گلوکز سرم در اثر کاهش ترشح انسولین، ازدیاد مقاومت سلولی در برابر انتقال انسولین به داخل سلول و یا ترکیبی از این دو عامل است (۱). نزدیک به ۷/۷ درصد مردم ایران به این بیماری مبتلا هستند (۲). افرادی با گلوکز سرم (ناشتا) بیش از ۱۲۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر (دو ساعت پس از صرف غذا) بیش از ۱۸۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر، میزان هموگلوبین گلیکوزیله بیش از ۷ درصد و برخورداری از سطح ادیپونکتین پایین؛ به‌عنوان بیمار مبتلا به دیابت شناخته می‌شوند (۳). این بیماری بر توانایی بدن در استفاده

اکستریک موجب سازگاری عصبی بیشتری در سیستم عصبی-عضلانی می‌شود که در نتیجه کاهش اتلاف انرژی و افزایش فعالیت سیستم عضلانی را نسبت به تمرینات کانستریک در پی خواهد داشت (۱۹). از طرفی سازگاری عصبی در هر دو نوع تمرین اکستریک و کانستریک یکسان است (۲۰).

اثرات تمرینات اکستریک و کانستریک روی میزان ادیونکتین در افراد سالم و بیماری‌های عضلانی - اسکلتی و عصبی - عضلانی انجام شده است (۲۰-۱۷)؛ اما تمرینات اکستریک در بیماران دیابتیک مورد بررسی قرار نگرفته است و اثرات آن در این دسته از بیماران ناشناخته است. لذا این مطالعه به منظور تعیین اثر دویدن روی سطوح شیدار مثبت و منفی بر میزان ادیونکتین پلاسما و گلوکز سرم بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ انجام شد.

### روش بررسی

این کارآزمایی بالینی روی ۲۸ بیمار (۱۳ مرد و ۱۵ زن) در محدوده سنی ۶۰-۴۰ سال مبتلا به دیابت نوع ۲ در مرکز تحقیقات توانبخشی عصبی - عضلانی دانشگاه علوم پزشکی سمنان در سال ۱۳۸۹ انجام شد.

اطلاعات این مطالعه در مرکز ثبت کارآزمایی بالینی ایران (IRCT) با شماره IRCT138905124485N1 ثبت شده است.

بیماران در مرکز تحقیقات توانبخشی عصبی - عضلانی دانشگاه علوم پزشکی سمنان از نظر تست‌های فیزیکی (مفاصل (مفاصل مچ پا، زانو و ران)، عصبی (حسی، حرکتی، کنترل و یادگیری حرکتی) و عضلانی مورد معاینه مجدد گرفتند و پس از تایید با توجه به نتایج مطالعه مقدماتی به صورت تصادفی در دو گروه ۱۴ نفری تمرینات اکستریک و کانستریک قرار گرفتند.

حجم نمونه براساس نتایج مطالعه اولیه انجام شده و جدول کوهن تعیین شد.

معیار خروج از مطالعه شامل وجود ضایعات ارتوپدی، نوروپاتی غیروابسته به دیابت، نروماسکولار، رتینوپاتی، زخم پا، نارسایی کلیوی، کبدی، قلبی و عروقی بود و یا کسانی که ورزش خاصی را به صورت حرفه‌ای و منظم انجام داده بودند.

معیار ورود به مطالعه شامل وجود سابقه بیماری دیابت نوع ۲ به مدت حداقل ۵ سال و داشتن نمره پرسشنامه والک بین ۴ تا ۹ بود.

براساس شدت نوروپاتی محیطی در افراد نوروپاتی دیابتیک از طریق بررسی علایم در پرسشنامه والک نمره در نظر گرفته شد. در این پرسشنامه ۶ سؤال مربوط به تغییرات حسی (۱۸ نمره) و ۴ سؤال مربوط به درد نوروپاتییک (۱۲ نمره) است. برای هر سؤال چهار گزینه در نظر گرفته شد. نمره نهایی صفر به عنوان هیچ نوع نوروپاتی، ۱ تا ۹ ملایم، ۱۰ تا ۱۸ متوسط و ۱۸ تا ۳۰ شدید محسوب گردید. اعتبار و تکرارپذیری این پرسشنامه توسط Valk و همکاران

گلوکز و حساسیت انسولینی دارد. افزایش تحرک بدنی و تمرینات، موجب افزایش سطح ادیونکتین و کاهش هموگلوبین گلیکوزیله می‌گردد (۸).

تمرین درمانی از طریق افزایش حساسیت انسولینی، تسهیل انتقال، جذب و مصرف گلوکز در عضلات و بهبود عملکرد رستپورها، موجب افزایش سطح ادیونکتین در بیماران دیابتیک می‌شود (۹ و ۱۰). همچنین ورزش و تمرین درمانی با اثر بر متابولیسم عضله، باعث به تاخیر انداختن خستگی و کاهش درد در حین فعالیت می‌شود (۱۱).

تمرینات کانستریک می‌تواند بهبود کنترل گلیسمیک، کاهش مقاومت انسولینی، افزایش سیگنالینگ و بهبود عمل انسولین را سبب شود. همچنین این تمرینات باعث افزایش تولید ادیونکتین، افزایش ظرفیت اکسیداسیون لیپیدها و تنظیم متابولیسم در عضلات اسکلتی می‌گردد (۱۲). بهبود سیستم قلبی-عروقی و در نتیجه کاهش فشار و استرس بر قلب و عروق و همچنین انجام آسان، ایمن و مانوس بودن نیز از امتیازات آن محسوب می‌شود (۱۳).

تمرینات اکستریک افزایش قدرت، کیفیت و عملکرد عضلات را سبب می‌گردد (۱۴). این تمرینات کاهش قابل ملاحظه گلوکز سرم را به واسطه تسهیل در انتقال و مصرف گلوکز، کاهش مقاومت انسولینی و بهبود عمل انسولین را ایجاد می‌نماید. از مزایای دیگر آن می‌توان به افزایش اکسیداسیون چربی در عضلات اسکلتی و همچنین کاهش استرس روی سیستم قلبی عروقی، افزایش توده عضلانی و کاهش مقاومت عروقی و بالارفتن روحیه بیماران دیابتیک به دلیل افزایش توانایی در فعالیت‌های مختلف اشاره کرد (۱۴).

تمرینات اکستریک موجب افزایش سطح ادیونکتین می‌شود (۱۵). همچنین تمرینات اکستریک موجب کاهش لیپیدها و فسفوریلاسیون آدنوزین مونوفسفات کیناز می‌شود که این هم به نوبه خود افزایش سطح ادیونکتین را به همراه دارد (۸). در تمرینات اکستریک سطح فعالیت واحدهای حرکتی کاهش می‌یابد و جذب و ذخیره انرژی در طی این تمرینات افزایش می‌یابد. از طرفی تولید لاکتات و آمونیاک کمتر شده و Turn over آدنوزین مونوفسفات کمتر گردیده و باعث تاخیر در بروز خستگی و افزایش فعالیت بدنی و متابولیسم مناسب تر فرد می‌شود (۱۶).

تمرینات اکستریک (دویدن روی سطوح شیدار منفی) موجب افزایش توده عضلانی و عملکرد بهتر نسبت به تمرینات کانستریک (دویدن روی سطوح شیدار مثبت) می‌شود (۱۷). از طرفی تمرینات اکستریک دارای خطرضعف، صدمه، درد و سوزش بیشتر نسبت به تمرینات کانستریک می‌باشد و افزایش قدرت عضلانی کمتری را نسبت به تمرینات کانستریک ایجاد می‌کند (۱۸). تمرینات

(۲۱) تایید شده است.

از شرکت کنندگان در مطالعه رضایت نامه کتبی آگاهانه اخذ شد. مطالعه در کمیته اخلاق دانشکده علوم پزشکی دانشگاه تربیت مدرس تایید شد.

پرسشنامه‌ای شامل اطلاعاتی نظیر سن، جنس، قد، وزن، فشارخون، ضربان قلب، زمان تشخیص دیابت، تجویز دارویی، میزان و نوع فعالیت فیزیکی و سایر بیماری‌های همراه تکمیل گردید.

بیماران به مدت ۸ هفته تحت دوره کنترل، بدون مداخله تمرینی قرار گرفتند. سپس یک گروه به مدت ۸ هفته (۳ جلسه در هفته) برنامه درمانی تمرینات اکستریک و گروه دیگر به مدت ۸ هفته (۳ جلسه در هفته) برنامه درمانی تمرینات کانستریک را به صورت حرکت روی تردمیل انجام دادند.

تمرینات اکستریک توسط دودین روی تردمیل با شیب ۴درجه منفی نسبت به سطح زمین (سرازیری) و تمرینات کانستریک شامل دودین روی تردمیل با شیب ۴درجه مثبت نسبت به سطح زمین (سربالایی) انجام شد.

برای هر دو گروه مورد مطالعه، تمرینات با شدت ۷۵-۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب (target heart) (سن - ۲۰ = حداکثر ضربان قلب) و به مدت ۲۰ دقیقه به اضافه ۵ دقیقه زمان گرم شدن و ۵ دقیقه زمان سرد شدن برای هر جلسه درمانی در نظر گرفته شد (۱۷). براساس توصیه انجمن دیابت آمریکا برای فعالیت‌های فیزیکی در بیماران دیابتی حداکثر ضربان قلب ۷۹-۶۰ درصد انتخاب گردید (۳). سرعت حرکت افراد روی تردمیل بستگی به میزان ضربان قلب آنها داشت.

قبل و بعد از دوره‌های کنترل و مداخله (۳۰ دقیقه پس از اتمام تمرینات) گلوکز سرم ناشتا، گلوکز سرم ۲ ساعت بعد، هموگلوبین گلیکوزیله (HbA<sub>1c</sub>) و ادیپونکتین سرم بیماران اندازه گیری شد.

اندازه گیری گلوکز سرم به روش گلوکز اکسیداز با استفاده از کیت شرکت من ساخت ایران، هموگلوبین گلیکوزیله به روش کالریمتری با استفاده از کیت مهسایاران ساخت ایران و ادیپونکتین به روش الیزا با استفاده از کیت Biovendor ساخت کشور آمریکا انجام شد.

همه آزمایش‌ها در یک آزمایشگاه واحد و توسط یک فرد انجام پذیرفت و آنالیز کننده نمونه‌های خونی از چگونگی قراردادن نمونه‌های مورد آزمایش در هر کدام از دو گروه تحت مداخله، کاملاً بی اطلاع بود.

برای همه افراد شرکت کننده در مطالعه، در هر جلسه درمانی گلوکز سرم با استفاده از دستگاه گلوکومتر (Accu-Chek, GO)، فشارخون قبل و بعد از هر جلسه درمانی و ضربان قلب (مانیتور توسط دستگاه Polar ساخت کشور آلمان) قبل، حین و بعد از

هر جلسه درمانی اندازه گیری و ثبت شد.

در صورت کاهش گلوکز سرم بیماران به کمتر از ۱۰۰ میلی گرم بر دسی لیتر هنگام جلسات تمرین درمانی، حدود ۱۵ گرم کربوهیدرات و مکمل‌های غذایی به آنان داده شد و پس از اندازه گیری مجدد گلوکز سرم و افزایش به بیش از ۱۰۰ میلی گرم بر دسی لیتر، تمرینات آغاز گردید. در صورت وجود گلوکز سرم بالاتر از ۲۵۰ میلی گرم بر دسی لیتر در این دسته از بیماران (در هر جلسه) تمرینات انجام نشد. همچنین در صورتی که طی جلسه تمرین درمانی نشانه‌ای از هایپوگلیسمی در بیمار دیابتی آشکار گردید؛ بلافاصله گلوکز سرم وی مورد ارزیابی مجدد قرار گرفت (۱۸).

داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS-18 و آزمون‌های Repeated-Measures ANOVA, Kolmogorov-Smirnov، independent t-test و Tukey تجزیه و تحلیل شدند. سطح معنی داری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

#### یافته‌ها

دو گروه مورد بررسی از لحاظ شاخص‌های دموگرافیک سن، قد، وزن، شاخص توده بدن و مدت ابتلا به دیابت یکسان بودند. همچنین با توجه به نقش تغذیه و رعایت اصول مصرف داروهای دیابت در متغیرهای اندازه گیری شده این دسته از بیماران، سعی گردید با معاینه مکرر و توصیه پزشکان، تست روزانه گلوکز سرم و یادآوری مکرر مجریان طرح به داوطلبان، میزان اثر این تورش‌ها تا حد امکان کاهش یابد.

میانگین سنی بیماران مورد مطالعه ۵۱/۷۹ سال بود و بین دو گروه اکستریک (۵۲/۵۲±۵/۷۹ سال) و کانستریک (۵۲/۷۹±۶/۰۷ سال) تفاوت آماری معنی داری وجود نداشت.

هیچیک از مقادیر اندازه گیری شده دوره کنترل و قبل از مداخله در گروه‌های اکستریک و کانستریک تفاوت آماری معنی داری نشان ندادند (جدول یک).

بعد از مداخله درمانی گلوکز سرم ناشتا در گروه‌های اکستریک و کانستریک به طور معنی داری کاهش یافت (P<۰/۰۰۰۱). همچنین میزان گلوکز سرم دو ساعت بعد نیز در هر دو گروه اکستریک و کانستریک پس از تمرین درمانی به طور معنی داری کاهش یافت (P<۰/۰۰۰۱). بعد از مداخله میزان ادیپونکتین خون در گروه‌های اکستریک (P<۰/۰۰۱) و کانستریک (P<۰/۰۰۳) به طور معنی داری افزایش یافت. بعد از مداخله میزان هموگلوبین گلیکوزیله در هر دو گروه تمرین درمانی اکستریک و کانستریک به طور معنی داری کاهش یافت (P<۰/۰۰۰۱). بعد از تمرین درمانی شاخص توده بدنی در هر دو گروه اکستریک و کانستریک به طور معنی داری کاهش یافت (P<۰/۰۰۰۱) (جدول یک).

جدول ۱: اثر تمرینات اکستریک و کانستریک بر قند خون ناشتا، قند خون ۲ ساعت بعد، ادیونکتین، هموگلوبین گلیکوزیله و نمایه توده بدنی در در دوره‌های کنترل، قبل و بعد از مداخله

میانگین و انحراف معیار تمرینات اکستریک			میانگین و انحراف معیار تمرینات کانستریک		
قبل از مداخله	بعد از مداخله	p-value	قبل از مداخله	بعد از مداخله	p-value
۱۶۴/۶±۸/۵	۱۲۰/۷±۵/۳	<۰/۰۰۱	۱۴۷/۱±۶/۶	۱۲۳/۸±۵	<۰/۰۰۱
۲۲۸/۹±۸/۴	۱۶۵/۶±۴/۵	<۰/۰۰۱	۱۹۸/۹±۱۱/۱	۱۸۵/۵±۷/۱	<۰/۰۰۱
۱/۵±۰/۲۲	۳±۰/۳۵	<۰/۰۰۵	۲/۵±۰/۳۶	۳/۱±۰/۴۷	<۰/۰۰۵
۷/۱±۰/۱	۶/۸±۰/۱	<۰/۰۰۱	۶/۹±۰/۰۷	۶/۷±۰/۰۵	<۰/۰۰۱
۳۰/۲±۱/۴	۲۸/۷±۱/۳	<۰/۰۰۱	۲۸/۹±۱/۴	۲۷/۹±۱/۴	<۰/۰۰۱

جدول ۲: مقایسه تفاوت میانگین و انحراف معیار تغییرات گروه‌های تمرینات اکستریک و کانستریک بر قند خون ناشتا، قند خون ۲ ساعت بعد، ادیونکتین، هموگلوبین گلیکوزیله و نمایه توده بدنی

p-value	فاصله اطمینان ۹۵ درصد		میانگین و انحراف معیار تمرینات کانستریک		میانگین و انحراف معیار تمرینات اکستریک
	Lower	Upper	کانستریک	اکستریک	
۰/۰۰۷	۶/۱۹	۳۴/۹۴	۲۳/۲±۹/۱	۴۳/۸±۲۴/۵	قند خون ناشتا (mg/dl)
۰/۰۰۶	۷/۱۸	۳۸/۲۵	۴۰/۴±۱۷/۹	۶۳/۱±۲۱/۸	قند ۲ ساعت بعد (mg/dl)
۰/۰۲۲	۰/۱۵	۱/۷۳	۰/۶±۰/۶	۱/۵±۱/۳	ادیونکتین (μg/dl)
۰/۰۴۲	-۰/۰۰۶	۰/۳۲۲	۰/۲±۰/۲	۰/۳۵±۰/۲	هموگلوبین گلیکوزیله (درصد)
۰/۰۰۱	۰/۲۹	۰/۹۷	۰/۸±۰/۴	۱/۵±۰/۵	نمایه توده بدنی (وزن به کیلوگرم تقسیم بر مجذور قد به متر)

در مطالعه Sven Asp و همکاران که تمرینات کانستریک روی بیماران دیابتیک نوع ۲ انجام شد؛ این تمرینات موجب بهبود و کنترل معنی دار گلوکز سرم بیماران گردید (۹). این یافته با نتایج تمرینات کانستریک مطالعه ما مشابه است. نتایج نشان داد که هر دو گروه تمرینات اکستریک و کانستریک سبب کاهش معنی دار میزان گلوکز سرم و هموگلوبین گلیکوزیله گردید که در گروه تمرینات اکستریک کاهش بیشتری داشت. علت آن را می توان به افزایش گردش خون و حجم آن و افزایش اکسیژن رسانی به بافت ها مربوط دانست که در نتیجه بازده مطلوب تر سیستم قلبی-عروقی و افزایش فعالیت در تمرینات اکستریک نسبت به تمرینات کانستریک است (۱۴). با توجه به این ویژگی ها به نظر می رسد که انتقال گلوکز و متابولیسم آن در عضلات فعال در تمرینات اکستریک بیشتر افزایش یافته است (۲۲). همچنین تمرینات اکستریک موجب افزایش بیشتر حجم عضله و قدرت عضلانی می گردد و به دنبال آن افزایش کارایی عضله را سبب می شود. به طوری که تمایل مصرف انرژی از اسیدهای چرب آزاد را به سوی مصرف توام اسیدهای چرب، ذخیره گلیکوژن و گلوکز موجود در بافت های بدن سوق می دهد. در نتیجه باعث متعادل تر شدن سوخت و ساز گلوکز و تجزیه گلیکوژن می گردد (۱۷). همچنین انجام تمرینات اکستریک نسبت به تمرینات کانستریک برای فرد ناآشنا تر و غیر شایع تر است؛ لذا انجام این تمرینات سازگاری عصبی بیشتر و بهتری را می طلبد و در نتیجه تحریکات عصبی مناسب تری را ایجاد می کند. به دلیل فعال تر شدن سیستم عصبی فرد، امکان

میانگین تغییرات بین دو گروه تمرینات اکستریک و کانستریک در بیماران دیابتی مورد مطالعه در جدول ۲ مقایسه شده است. میزان گلوکز سرم ناشتا در گروه تمرینات اکستریک با کاهش معنی داری نسبت به گروه تمرینات کانستریک همراه بود (P<۰/۰۰۷). همچنین میزان گلوکز سرم دو ساعت بعد نیز در گروه اکستریک کاهش معنی داری نسبت به گروه کانستریک نشان داد (P<۰/۰۰۶). میزان ادیونکتین در گروه تمرینات اکستریک نسبت به گروه تمرینات کانستریک افزایش آماری معنی داری نشان داد (P<۰/۰۱۸). هموگلوبین گلیکوزیله نیز در گروه اکستریک با کاهش آماری معنی داری نسبت به گروه کانستریک همراه بود (P<۰/۰۴۲). تمرینات اکستریک موجب کاهش آماری معنی دار میزان شاخص توده بدنی نسبت به تمرینات کانستریک گردید (P<۰/۰۰۱) (جدول ۲).

### بحث

این مطالعه نشان داد که تمرینات اکستریک و کانستریک به مدت ۸ هفته (هر هفته ۳ جلسه) می تواند اثرات مثبت و قابل قبولی را در کنترل و پایین آوردن گلوکز سرم و افزایش سطح ادیونکتین بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ نشان دهد. همچنین در کنترل بلندمدت گلوکز سرم (هموگلوبین گلیکوزیله) در تمرینات اکستریک و کانستریک می تواند بهبود معنی داری را سبب شود. مطالعات انجام شده حاکی از اثرات مثبت تمرینات اکستریک و کانستریک روی افراد سالم در کنترل و کاهش قندخون و افزایش سطح ادیونکتین است (۱۷-۱۴).

افزایش قدرت عضلانی نیز بیشتر می‌شود. این مسأله هم به نوبه خود می‌تواند نقش مهمی را در کاهش و کنترل گلوکز سرم و افزایش توده عضلانی در بیماران مبتلا به دیابت ایفا نماید (۲۲).

هموگلوبین گلیکوزیله یکی از عوامل مهم ارزیابی و تشخیصی بیماران دیابتیک است. براساس اطلاعات منتشر شده از EPIC (European Prospective Investigation Cancer and nutrition) مشخص گردید که غلظت هموگلوبین گلیکوزیله نشان‌دهنده افزایش خطر مرگ و میر در بیماران مبتلا به دیابت است (۲۳). نتایج این مطالعه نشانگر کاهش معنی‌دار میزان هموگلوبین گلیکوزیله در تمرینات اکستریک نسبت به تمرینات کانستریک در بیماران دیابتیک بود که می‌تواند تأکیدی بر استفاده از تمرینات اکستریک در بیماران مبتلا به دیابت باشد.

در رابطه با اثر تمرینات اکستریک و کانستریک در کاهش گلوکز سرم و میزان هموگلوبین گلیکوزیله، چندین مکانیسم مطرح است. اهم آنها شامل سازگاری‌های بیوشیمیایی و ساختاری عضلات اسکلتی و اثرات سیستمیک روی فعالیت‌های فیزیکی است. سازگاری بیوشیمیایی شامل تنظیم پروتئین‌های میتوکندری درگیر در سیستم تنفسی (ساخت نیترات)، افزایش فعالیت ساخت گلوکز و افزایش پروتئین‌های GLUT4 است. همچنین سازگاری ساختاری این تمرینات شامل افزایش پروتئین‌های قابل انقباض (هایپرتروفی) و در نتیجه جذب بالاتر گلوکز خالص می‌باشد (۲۴).

تمرینات تحملی و به‌خصوص تمرینات اکستریک موجب افزایش پروتئین‌های میتوکندری و بهبود ظرفیت نسبی فیبرهای عضلانی می‌شود. این اثر به‌ویژه در چربی‌های ذخیره شده در احشاء و داخل عضله به‌طور مستقیم از طریق راه‌های میانجی سیتوکین با حساسیت انسولینی در ارتباط است. در نتیجه با اثر بر ذخیره چربی داخل سلول عضلانی موجب تسهیل در عملکرد گیرنده‌های انسولینی در داخل بافت عضله می‌گردد (۲۴).

در مطالعه ما اثر مثبت و معنی‌دار تمرینات اکستریک و کانستریک بر افزایش سطح ادیپونکتین خون مشاهده شد. در مطالعه‌ای نیز تمرین درمانی موجب افزایش ارتباط تنگاتنگ و مثبت سطح ادیپونکتین با میزان جذب گلوکز و افزایش حساسیت انسولینی شد. به طوری که تمرینات منظم و مدت‌دار باعث افزایش معنی‌دار در حساسیت انسولینی و جذب گلوکز توسط عضلات و متعاقب آن افزایش سطح ادیپونکتین گردید (۸). در مطالعه Blüher و همکاران تمرینات اکستریک و کانستریک موجب کاهش لیپیدها و فسفوریلاسیون آدنوزین مونوفسفات کیناز (AMPK) و استیل‌کوآنزیم آ کربوهیدرات (ACC) گردید. به‌دلیل این که میزان ادیپونکتین با سطح اسیدهای چرب و هایپرگلیسمی نسبت معکوس دارد؛ این عامل هم به نوبه خود می‌تواند سبب تسهیل در افزایش

سطح ادیپونکتین خون گردد (۷).

نتایج این مطالعه نشان داد که تمرینات اکستریک و کانستریک موجب بهبود شاخص توده بدنی می‌شوند و دلیل این امر را می‌توان در اثر تمرینات اکستریک و کانستریک بر افزایش اکسیداسیون لیپیدها، بهبود متابولیسم فرد و افزایش تقاضا و مصرف انرژی توسط بافت‌ها و سیستم‌های بدن و در نتیجه کاهش اضافه وزن دانست. در صورت انجام این تمرینات صورت منظم و مدت‌دار؛ می‌توان شاهد اصلاح شاخص توده بدنی و اختلالات متابولیکی و در نهایت افزایش سطح سلامت فرد باشیم (۲۵).

نتایج مطالعه ما نشان داد که افزایش فعالیت فیزیکی هنگام انجام تمرینات اکستریک و کانستریک شامل دویدن روی تردمیل می‌تواند منجر به بهبود عوامل بیوشیمیایی و شاخص توده بدنی در بیماران دیابتیک نوع ۲ گردد که حاکی از فواید فیزیولوژیکی و عملکردی تمرینات روی دستگاه تردمیل است. به‌نظر می‌رسد که هنگام این تمرینات روی تردمیل گروه زیادی از عضلات اندام تحتانی و تنه همراه با کار هماهنگ و منظم، اندام فوقانی و سر و گردن را درگیر می‌کند. دویدن و راه‌رفتن روی تردمیل همه ویژگی‌های قدم‌زدن را تحریک می‌کند و فواید زیادی دارد (۲۶). در صورت استفاده منظم می‌تواند باعث کنترل گلیسمی، کاهش وزن، کاهش خطر بیماری‌های قلبی - عروقی، بهبود وضعیت روحی و روانی فرد در جهت کاهش اضطراب، افسردگی و حس بهتر بودن، افزایش کیفیت زندگی و همچنین تشویق به انجام بهتر و بیشتر فعالیت‌های اجتماعی و بدنی فرد شود. تمرین روی تردمیل موجب کاهش فشارخون، افزایش مصرف و انتقال اکسیژن و افزایش جریان خون می‌گردد. همچنین می‌تواند باعث تسهیل کنترل گلیسمی به‌وسیله افزایش حساسیت انسولینی، بهبود منابع سوخت برای اکسیداسیون و افزایش ذخیره گلیکوژن عضلانی شود. این دسته از تمرینات موجب افزایش حساسیت عضله به انسولین و افزایش تعداد گیرنده‌های انسولین در عضله می‌شوند که منجر به کاهش تولید انسولین پانکراس می‌گردند. بنابراین عضله می‌تواند حتی با کاهش تولید انسولین، گلوکز بیشتری را استفاده نماید که در نهایت منجر به کاهش سطح گلوکز می‌گردد (۲۶).

در مطالعه حاضر تمرینات اکستریک و کانستریک باعث کاهش و کنترل گلوکز سرم، کاهش میزان هموگلوبین گلیکوزیله و افزایش سطح ادیپونکتین خون و بهبود شاخص توده بدن در بیماران دیابت نوع ۲ گردید. ولی تمرینات اکستریک اثر مثبت بیشتر و معنی‌داری نسبت به تمرینات کانستریک بر این شاخص‌ها داشت. به‌نظر می‌رسد که انجام تمرین درمانی به‌صورت تمرینات اکستریک می‌تواند در کنترل و بهبود گلوکز سرم مناسب‌تر از تمرینات کانستریک باشد.

### نتیجه‌گیری

یافته‌های این مطالعه نشان داد که تمرینات اکسنتریک در کاهش و کنترل گلوکز سرم و بهبود ادیپونکتین سرم بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ مؤثرتر از تمرینات کانسنتریک می‌باشد.

### تشکر و قدردانی

این مقاله بخشی از نتایج پایان‌نامه آقای عبدالحمید حاجی حسنی برای اخذ درجه دکتری در رشته فیزیوتراپی از دانشگاه تربیت مدرس بود که با حمایت مالی دانشگاه تربیت مدرس انجام گردید. بدین وسیله از تمامی مسئولین دانشگاه تربیت مدرس سپاسگزاری می‌گردد. همچنین از همکاری بسیار ارزشمند گروه فیزیوتراپی دانشکده پزشکی دانشگاه تربیت مدرس، مسئولین و پزشکان محترم بیمارستان فاطمیه سمنان، مرکز دیابت سمنان، مرکز تحقیقات توانبخشی عصبی-عضلانی دانشگاه علوم پزشکی سمنان، آزمایشگاه تشخیص طبی رازی سمنان، آقای دکتر وحید سمنانی و خانم‌ها دکتر مریم امینیان و فاطمه فرخ نژاد و آقای محسن عموزاده کمال تشکر و قدردانی خود را اعلام می‌نمایم.

### References

1. Clark M. Diabetes self-management education: a review of published studies. *Prim Care Diabetes*. 2008 Sep;2(3):113-20.
2. Esteghamati A, Gouya MM, Abbasi M, Delavari A, Alikhani S, Alaedini F, et al. Prevalence of diabetes and impaired fasting glucose in the adult population of Iran: National Survey of Risk Factors for Non-Communicable Diseases of Iran. *Diabetes Care*. 2008 Jan;31(1):96-8.
3. American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*. 2010 Jan; 33(Suppl 1):S62-9.
4. Mueller MJ. People with diabetes: a population desperate for movement. *Phys Ther*. 2008 Nov;88(11):1250-3.
5. Isaacs AJ, Critchley JA, Tai SS, Buckingham K, Westley D, Harridge SD, et al. Exercise Evaluation Randomised Trial (EXERT): a randomised trial comparing GP referral for leisure centre-based exercise, community-based walking and advice only. *Health Technol Assess*. 2007 Mar;11(10):1-165, iii-iv.
6. Gordon BA, Benson AC, Bird SR, Fraser SF. Resistance training improves metabolic health in type 2 diabetes: a systematic review. *Diabetes Res Clin Pract*. 2009 Feb;83(2):157-75.
7. Blüher M, Bullen Jr JW, Lee JH, Kralisch S, Fasshauer M, Klötting N, et al. Circulating Adiponectin and Expression of Adiponectin Receptors in Human Skeletal Muscle: Associations with Metabolic Parameters and Insulin Resistance and Regulation by Physical Training. *JCEM*. 2006; 91 (6): 2310.
8. Blüher M, Brennan AM, Kelesidis T, Kratzsch J, Fasshauer M, Kralisch S, et al. Total and high-molecular weight adiponectin in relation to metabolic variables at baseline and in response to an exercise treatment program: comparative evaluation of three assays. *Diabetes Care*. 2007 Feb;30(2):280-5.
9. Asp S, Dagaard JR, Kristiansen S, Kiens B, Richter EA. Eccentric exercise decreases maximal insulin action in humans: muscle and systemic effects. *J Physiol*. 1996 August; 494(Pt 3): 891-8.

تعداد کم بیماران شرکت کننده در این مطالعه به علت شرایط ورود به مطالعه و مدت زمان طولانی تحقیق (دوره‌های کنترل و مداخله) از مشکلات و محدودیت‌های بارز مطالعه بود. همچنین علی‌رغم معاینه مکرر و توصیه‌های موکد پزشکان متخصص در این طرح و کنترل و یادآوردهای دائم مجریان طرح به بیماران دیابتی شرکت کننده در مطالعه و ثبت روزانه میزان گلوکز سرم آنها، به‌علت در اختیار نبودن و عدم امکان کنترل کامل بیماران در کل زمان انجام مطالعه و احتمال عدم رعایت بعضی از بیماران در بحث تغذیه، مسائل روحی روانی، رعایت مقدار و زمان مصرف داروهای دیابت و دیگر عوامل محیطی اثرگذار در فرد دیابتیک؛ نمی‌توان با قاطعیت نتایج حاصل از این مطالعه را فقط به اثرات تمرین درمانی نسبت داد.

انجام این مطالعه در گروه‌های بزرگ‌تر و با شدت‌های مختلف تمرینات اکسنتریک و ایجاد راهکاری برای کنترل بیشتر بیماران در موارد تغذیه، عوامل روحی روانی و مصرف داروهای دیابت می‌تواند در ارائه برنامه‌درمانی مناسب برای بیماران دیابتیک نوع ۲ کمک شایانی نماید.

10. Hara K, Horikoshi M, Yamauchi T, Yago H, Miyazaki O, Ebinuma H, et al. Measurement of the high-molecular weight form of adiponectin in plasma is useful for the prediction of insulin resistance and metabolic syndrome. *Diabetes Care*. 2006 Jun; 29(6):1357-62.
11. Horstmann T, Mayer F, Maschmann J, Niess A, Roecker K, Dickhuth HH. Metabolic reaction after concentric and eccentric endurance-exercise of the knee and ankle. *Med Sci Sports Exerc*. 2001 May;33(5):791-5.
12. Ando D, Hosaka Y, Suzuki K, Yamagata Z. Effects of exercise training on circulating high molecular weight adiponectin and adiponectin oligomer composition: a randomized controlled trial. *J Atheroscler Thromb*. 2009;16(6):733-9.
13. Kirwan JP, Bourey RE, Kohrt WM, Staten MA, Holloszy JO. Effects of treadmill exercise to exhaustion on the insulin response to hyperglycemia in untrained men. *J Appl Physiol*. 1991 Jan; 70(1): 246-50.
14. Dunstan DW, Puddey IB, Beilin LJ, Burke V, Morton AR, Stanton KG. Effects of a short-term circuit weight training program on glycaemic control in NIDDM. *Diabetes Res Clin Pract*. 1998 Apr;40(1):53-61.
15. Asp S, Dagaard JR, Kristiansen S, Kiens B, Richter EA. Exercise metabolism in human skeletal muscle exposed to prior eccentric exercise. *J Physiol*. 1998 May 15; 509(Pt 1): 305-13.
16. Roigpull M, Ranson C. Eccentric muscle actions: Implications for injury prevention and rehabilitation. *Physical Therapy in Sport*. 2007; 8(2): 88-97.
17. Warren F. Eccentric movements: Description, definition and designing programmes. *Eccentric Training Level 3 ASCA Assignment*. 2007; 2-8.
18. Kaminski TW, Wabbersen CV, Murphy RM. Concentric versus enhanced eccentric hamstring strength training: clinical implications. *J Athl Train*. 1998 Jul;33(3):216-21.

19. Remaud A, Cornu C, Guével A. A methodologic approach for the comparison between dynamic contractions: influences on the neuromuscular system. *J Athl Train*. 2005 Oct-Dec;40(4):281-7.
20. Carrasco DI, Delp MD, Ray CA. Effect of concentric and eccentric muscle actions on muscle sympathetic nerve activity. *J Appl Physiol*. 1999 Feb; 86(2): 558-63.
21. Valk GD, Grootenhuis PA, van Eijk JT, Bouter LM, Bertelsmann FW. Methods for assessing diabetic polyneuropathy: validity and reproducibility of the measurement of sensory symptom severity and nerve function tests. *Diabetes Res Clin Pract*. 2000 Feb;47(2):87-95.
22. Gulve EA. Exercise and glycemic control in diabetes: benefits, challenges, and adjustments to pharmacotherapy. *Phys Ther*. 2008 Nov; 88(11):1297-321.
23. Holten MK, Zacho M, Gaster M, Juel C, Wojtaszewski JF, Dela F. Strength training increases insulin-mediated glucose uptake, GLUT4 content, and insulin signaling in skeletal muscle in patients with type 2 diabetes. *Diabetes*. 2004 Feb;53(2):294-305.
24. Dunstan DW, Daly RM, Owen N, Jolley D, De Courten M, Shaw J, et al. High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2002 Oct;25(10):1729-36.
25. Hawley JA, Zierath JR. *Physical Activity and Type 2 Diabetes: Therapeutic Effects and Mechanisms of Action*. 1st. Auckland: Human Kinetics. 2008; pp: 60-4.
26. Nayak S, Maiya A, Hande M. Influence of aerobic treadmill exercise on blood glucose homeostasis in noninsulin dependent diabetes mellitus patients. *IJCB*. 2005; 20(1):47-51.

## Original Paper

# Effect of exercises downhill and uphill running on serum Adiponectin and Glucose in type-2 diabetic patients

Hajihassani AH (PhD)<sup>1</sup>, Bahrpeyma F (PhD)\*<sup>2</sup>, Bakhtiari AH (PhD)<sup>3</sup>, Taghikhani M (PhD)<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Assistant Professor, Department of Physiotherapy, Faculty of Rehabilitation, Semnan University of Medical Science, Semnan, Iran. <sup>2</sup>Assistant Professor, Department of Physiotherapy, Faculty of Medicine, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. <sup>3</sup>Professor, Neuromuscular Rehabilitation Research Center, Semnan University of Medical Science, Semnan, Iran. <sup>4</sup>Professor, Department of Biochemistry, Faculty of Medicine, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

---

## Abstract

**Background and Objective:** Adiponectin is an adipocyte-secreted hormone. Low levels of Adiponectin may indicate the insulin resistance and development of diabetes. The regular exercise therapy induces insulin resistance to be reduced. Glucose uptake increase in muscles, increased adiponectin levels and decreased of HbA<sub>1c</sub> in diabetic patients. This study was designed to evaluate the effect of down-hill and up-hill running exercises on the adiponectin and serum glucose in type-2 diabetic patients.

**Materials and Methods:** This clinical trial study was conducted on 28 patients (13 male and 15 female), age 40 to 60 years, with type-2 diabetes, in neuromuscular rehabilitation research center, Semnan, Iran during 2009. Participants were assigned randomly in one of the two experimental groups, eccentric or concentric exercise using treadmill. Before and after control and intervention period, glucose, HbA<sub>1c</sub> and adiponectin serum were measured in both groups. Data were analyzed using SPSS-18, Kolmogorov-Smirnov, Repeated Measures ANOVA, Tukey and independent t tests.

**Results:** Eccentric and concentric exercise significantly decreased glucose, HbA<sub>1c</sub> and also increased adiponectin levels ( $P < 0.05$ ) in type-2 diabetic patients. However, eccentric exercise also significantly reduced glucose and HbA<sub>1c</sub> and increased adiponectin levels compared to the concentric exercise ( $P < 0.05$ ).

**Conclusion:** This study showed that eccentric exercise are more effective than concentric exercise to reduce and control the blood glucose level and improve serum adiponectin in type-2 diabetes mellitus patients.

**Keywords:** Type-2 Diabetes, Eccentric Exercise, Concentric Exercise, Glucose, HbA<sub>1c</sub>, Adiponectin

---

\* **Corresponding Author:** Bahrpeyma F (PhD), E-mail: bahrpeyf@modares.ac.ir

Received 31 May 2011

Revised 17 Aug 2011

Accepted 5 Sep 2011