Original Paper

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

Hajihasani AH (PhD)[1], Bahrpeyma F (PhD)*[2], Bakhtiari AH (PhD)[3], Taghikhani M (PhD)[4]

[1]Assistant Professor, Department of Physiotherapy, Faculty of Rehabilitation, Semnan University of Medical Science, Semnan, Iran. [2]Assistant Professor, Department of Physiotherapy, Faculty of Medicine, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. [3]Professor, Neuromuscular Rehabilitation Research Center, Semnan University of Medical Science, Semnan, Iran. [4]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_1c in diabetic patients. This study was designed to evaluated 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_1c 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_1c and also increased adiponectin levels ($P<0.05$) in type-2 diabetic patients. However, eccentric exercise also significantly reduced glucose and HbA_1c 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_1c, Adiponectin

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

Received 31 May 2011 **Revised** 17 Aug 2011 **Accepted** 5 Sep 2011

This paper should be cited as: Hajihasani AH, Bahrpeyma F, Bakhtiari AH, Taghikhani M. [Effect of exercises downhill and uphill running on serum Adiponectin and Glucose in type-2 diabetic patients]. J Gorgan Uni Med Sci. 2012; 14(3): 52-59. [Article in Persian]

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[۱]، دکتر فرید بحرپیما*[۲]، دکتر امیرهوشنگ بختیاری[۳]، دکتر محمد تقی‌خانی[۴]

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 به‌صورت 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 کانسنتریک) و منفی (تمرینات اکسنتریک) بر میزان ادیپونکتین پلاسما و گلوکز سرم بیماران مبتلا به دیابت نوع۲ 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 به‌طور تصادفی در دو گروه تمرینات اکسنتریک و کانسنتریک با استفاده از تردمیل قرار گرفتند. قبل و بعد از دوره‌های کنترل و مداخله گلوکز، هموگلوبین گلیکوزیله (HbA_1c) و ادیپونکتین سرم گروه‌ها اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS-18 و آزمون‌های Kolmogorov-Smirnov ، Repeated-Measures ANOVA ، Tukey و independent t-test تجزیه و تحلیل شدند.*

یافته‌ها : *تمرینات اکسنتریک و کانسنتریک 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 اکسنتریک نسبت به تمرینات کانسنتریک سبب کاهش بیشتر گلوکز و هموگلوبین گلیکوزیله سرم و افزایش بیشتر ادیپونکتین سرم بیماران نسبت به گروه تمرینات کانسنتریک گردید ($P<0/05$).*

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

کلید واژه‌ها : *دیابت نوع ۲ ، تمرینات اکسنتریک ، تمرینات کانسنتریک ، گلوکز ، هموگلوبین گلیکوزیله ، ادیپونکتین*

* نویسنده مسؤول : دکتر فرید بحرپیما ، پست الکترونیکی bahrpeyf@modares.ac.ir

نشانی : تهران ، بزرگراه جلال آل احمد ، دانشگاه تربیت مدرس ، دانشکده پزشکی ، گروه فیزیولوژی ، تلفن ۸۲۸۸۳۸۱۹-۰۲۱ ، نمابر ۳۳۵۴۱۸۰-۰۲۳۱

وصول مقاله : ۹۰/۳/۱۰ ، اصلاح نهایی : ۹۰/۵/۲۶ ، پذیرش مقاله : ۹۰/۶/۱۴

مقدمه

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 ۱۸۰میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)، میزان هموگلوبین گلیکوزیله بیش از ۷درصد و برخورداری از سطح ادیپونکتین پایین؛ به‌عنوان بیمار مبتلا به دیابت شناخته می‌شوند (۳). این بیماری بر توانایی بدن در استفاده 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).

ادیپوتکتین 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

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

تمرین‌درمانی از طریق افزایش حساسیت انسولینی، تسهیل انتقال، جذب و مصرف گلوکز در عضلات و بهبود عملکرد رسپتورها، موجب افزایش سطح ادیپونکتین در بیماران دیابتیک می‌شود (۹و۱۰). همچنین ورزش و تمرین‌درمانی با اثر بر متابولیسم عضله، باعث به تاخیر انداختن خستگی و کاهش درد در حین فعالیت می‌شود (۱۱).

تمرینات کانسنتریک می‌تواند بهبود کنترل گلیسمیک، کاهش مقاومت انسولینی، افزایش سیگنالینگ و بهبود عمل انسولین را سبب شود. همچنین این تمرینات باعث افزایش تولید ادیپونکتین، 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 اکسنتریک افزایش قدرت، کیفیت و عملکرد عضلات را سبب می‌گردد (۱۴). این تمرینات کاهش قابل ملاحظه گلوکز سرم را به‌واسطه 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 به‌دلیل افزایش توانایی در فعالیت‌های مختلف اشاره کرد (۱۴).

تمرینات اکسنتریک موجب افزایش سطح ادیپونکتین می‌شود (۱۵). همچنین تمرینات اکسنتریک موجب کاهش لیپیدها و فسفوریلاسیون آدنوزین مونوفسفات کیناز می‌شود که این هم به نوبه خود افزایش سطح ادیپونکتین را به‌همراه دارد (۸). در تمرینات اکسنتریک سطح فعالیت واحدهای حرکتی کاهش می‌یابد و جذب و ذخیره انرژی در طی این تمرینات افزایش می‌یابد. از طرفی تولید لاکتات وآمونیای کمتر شده و Turn overآدنوزین مونوفسفات کمترگردیده و باعث تاخیر در بروز خستگی و افزایش فعالیت بدنی و متابولیسم مناسب‌تر فرد می‌شود (۱۶).

تمرینات اکسنتریک (دویدن روی سطوح شیبدار منفی) موجب افزایش توده عضلانی و عملکرد بهتر نسبت به تمرینات کانسنتریک (دویدن روی سطوح شیبدار مثبت) می‌شود (۱۷). از طرفی تمرینات اکسنتریک دارای خطرضعف، صدمه، درد و سوزش بیشتر نسبت به تمرینات کانسنتریک می‌باشد و افزایش قدرت عضلانی کمتری را نسبت به تمرینات کانسنتریک ایجاد می‌کند (۱۸). تمرینات اکسنتریک موجب سازگاری عصبی بیشتری در سیستم عصبی- عضلانی می‌شود که در نتیجه کاهش اتلاف انرژی و افزایش فعالیت سیستم عضلانی را نسبت به تمرینات کانسنتریک در پی خواهد داشت (۱۹). از طرفی سازگاری عصبی در هر دو نوع تمرین اکسنتریک و کانسنتریک یکسان است (۲۰).

اثرات تمرینات اکسنتریک و کانسنتریک روی میزان ادیپونکتین در افراد سالم و بیماری‌های عضلانی - اسکلتی و عصبی- عضلانی انجام شده است (۲۰-۱۷)؛ اما تمرینات اکسنتریک 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 شیبدار مثبت و منفی بر میزان ادیپونکتین پلاسما و گلوکز سرم بیماران مبتلا به دیابت نوع۲ 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 IRCT۱۳۸۹۰۵۱۲۴۴۸۵N۱ ثبت شده است.

بیماران در مرکز تحقیقات توانبخشی عصبی - عضلانی دانشگاه علوم پزشکی سمنان از نظر تست‌های فیزیکی مفاصل (مفاصل مچ پا، 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 ۱۴نفری تمرینات اکسنتریک و کانسنتریک 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 به‌صورت 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 درنظر گرفته شد. در این پرسشنامه ۶ سؤال مربوط به تغییرات حسی (۱۸ نمره) و ۴ سؤال مربوط به درد نوروپاتیک (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

(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 به‌مدت ۸ هفته تحت دوره کنترل، بدون مداخله تمرینی قرارگرفتند. سپس یک گروه به‌مدت ۸ هفته (۳ جلسه در هفته) برنامه درمانی تمرینات اکسنتریک و گروه دیگر به مدت ۸ هفته (۳ جلسه در هفته) برنامه درمانی تمرینات کانسنتریک را به‌صورت حرکت روی تردمیل انجام دادند.

تمرینات اکسنتریک توسط دویدن روی تردمیل با شیب ۴درجه منفی نسبت به سطح زمین (سرازیری) و تمرینات کانسنتریک شامل دویدن 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 − ۲۰۰= حداکثر ضربان قلب) و به‌مدت ۲۰ دقیقه به‌اضافه ۵ دقیقه زمان گرم شدن و ۵ دقیقه زمان سرد شدن برای هر جلسه درمانی درنظر 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 ۲ساعت بعد، هموگلوبین گلیکوزیله (HbA_1c) و ادیپونکتین سرم بیماران اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری گلوکز سرم به روش گلوکزاکسیداز 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 قرارداشتن نمونه‌های مورد آزمایش در هر کدام از دو گروه تحت مداخله، کاملاً بی‌اطلاع 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 هرجلسه درمانی اندازه‌گیری و ثبت شد.

در صورت کاهش گلوکز سرم بیماران به کمتر از ۱۰۰میلی‌گرم بر دسی‌لیتر هنگام جلسات تمرین درمانی، حدود ۱۵گرم کربوهیدرات و مکمل‌های غذایی به آنان داده شد و پس از اندازه‌گیری مجدد گلوکز سرم و افزایش به بیش از ۱۰۰میلی‌گرم بر دسی‌لیتر، تمرینات آغاز گردید. در صورت وجود گلوکز سرم بالاتر از ۲۵۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر 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 نرم‌افزار آماری SPSS-18 و آزمون‌های Kolmogorov-Smirnov، ANOVA Repeated-Measures، Tukey و independent t-test تجزیه و تحلیل شدند. سطح معنی‌داری 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 اندازه‌گیری 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 تاحد امکان کاهش یابد.

میانگین سنی بیماران مورد مطالعه ۵۱/۷۹ سال بود و بین دو گروه اکسنتریک (۵/۵۲±۵۰/۷۹ سال) و کانسنتریک (۶/۰۷±۵۲/۷۹ سال) تفاوت آماری معنی‌داری وجود نداشت.

هیچیک از مقادیر اندازه‌گیری شده دوره کنترل و قبل از مداخله در گروه‌های اکسنتریک و کانسنتریک تفاوت آماری معنی‌داری نشان ندادند (جدول یک).

بعد از مداخله درمانی گلوکز سرم ناشتا در گروه‌های اکسنتریک و کانسنتریک به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ($P<0/0001$). همچنین میزان گلوکز سرم دو ساعت بعد نیز در هر دو گروه اکسنتریک و کانسنتریک پس از تمرین‌درمانی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ($P<0/0001$). بعد از مداخله میزان ادیپونکتین خون در گروه‌های اکسنتریک ($P<0/001$) و کانسنتریک ($P<0/003$) به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. بعد از مداخله میزان هموگلوبین گلیکوزیله در هر دو گروه تمرین درمانی اکسنتریک و کانسنتریک به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ($P<0/0001$). بعد از تمرین درمانی شاخص توده بدنی در هر دو گروه اکسنتریک و کانسنتریک به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ($P<0/0001$) (جدول یک).

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

	میانگین و انحراف معیار تمرینات اکسنتریک			میانگین و انحراف معیار تمرینات کانسنتریک		
	قبل از مداخله	بعد از مداخله	p-value	قبل از مداخله	بعد از مداخله	p-value
قند خون ناشتا (mg/dl)	۱۶۴/۶±۸/۵	۱۲۰/۷±۵/۳	<۰/۰۰۱	۱۴۷/۱±۶/۶	۱۲۳/۸±۵	<۰/۰۰۱
قند۲ساعت بعد (mg/dl)	۲۲۸/۹±۸/۴	۱۶۵/۶±۴/۵	<۰/۰۰۱	۱۹۸/۹±۱۱/۱	۱۸۵/۵±۷/۱	<۰/۰۰۱
ادیپونکتین (µg/dl)	۱/۵±۰/۲۲	۳±۰/۳۵	<۰/۰۰۵	۲/۵±۰/۳۶	۳/۱±۰/۴۷	<۰/۰۰۵
هموگلوبین گلیکوزیله (درصد)	۷/۱±۰/۱	۶/۸±۰/۱	<۰/۰۰۱	۶/۹±۰/۰۷	۶/۷±۰/۰۵	<۰/۰۰۱
نمایه‌توده‌بدنی (وزن به کیلوگرم تقسیم بر مجذورقد به متر)	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 اکسنتریک و کانسنتریک بر قند خون ناشتا، قند خون ۲ ساعت بعد، ادیپونکتین، هموگلوبین گلیکوزیله و نمایه توده بدنی

	میانگین و انحراف معیار تمرینات		فاصله اطمینان ۹۵ درصد		p-value
	اکسنتریک	کانسنتریک	Upper	Lower	
قند خون ناشتا (mg/dl)	۴۳/۸±۲۴/۵	۲۳/۲±۹/۱	۳۴/۹۴	۶/۱۹	۰/۰۰۷
قند۲ساعت بعد (mg/dl)	۶۳/۱±۲۱/۸	۴۰/۴±۱۷/۹	۳۸/۲۵	۷/۱۸	۰/۰۰۶
ادیپونکتین (µg/dl)	۱/۵±۱/۳	۰/۶±۰/۶	۱/۷۳	۰/۱۵	۰/۰۲۲
هموگلوبین گلیکوزیله (درصد)	۰/۳۵±۰/۲	۰/۲±۰/۲	۰/۳۲۲	−۰/۰۰۶	۰/۰۴۲
نمایه‌توده‌بدنی (وزن به کیلوگرم تقسیم بر مجذورقد به متر)	۱/۵±۰/۵	۰/۸±۰/۴	۰/۹۷	۰/۲۹	۰/۰۰۱

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

بحث

این مطالعه نشان داد که تمرینات اکسنتریک و کانسنتریک به مدت ۸ هفته (هر هفته ۳ جلسه) می‌تواند اثرات مثبت و قابل قبولی را در کنترل و پایین آوردن گلوکز سرم و افزایش سطح ادیپونکتین بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ نشان دهد. همچنین در کنترل بلندمدت گلوکز سرم (هموگلوبین گلیکوزیله) در تمرینات اکسنتریک و کانسنتریک می‌تواند بهبود معنی‌داری را سبب شود.

مطالعات انجام شده حاکی از اثرات مثبت تمرینات اکسنتریک و کانسنتریک روی افراد سالم در کنترل و کاهش قندخون و افزایش سطح ادیپونکتین است (۱۷-۱۴).

در مطالعه Sven Asp و همکاران که تمرینات کانسنتریک روی بیماران دیابتیک نوع ۲ انجام شد؛ این تمرینات موجب بهبود و کنترل معنی‌دار گلوکز سرم بیماران گردید (۹). این یافته با نتایج تمرینات کانسنتریک مطالعه ما مشابه است. نتایج نشان داد که هر دو گروه تمرینات اکسنتریک و کانسنتریک سبب کاهش معنی‌دار میزان گلوکز سرم و هموگلوبین گلیکوزیله گردید که در گروه تمرینات اکسنتریک کاهش بیشتری داشت. علت آن را می‌توان به افزایش گردش خون و حجم آن و افزایش اکسیژن‌رسانی به بافت‌ها مربوط دانست که در نتیجه بازده مطلوب‌تر سیستم قلبی- عروقی و افزایش فعالیت در تمرینات اکسنتریک نسبت به تمرینات کانسنتریک است (۱۴). با توجه به این ویژگی‌ها به‌نظر می‌رسد که انتقال گلوکز و متابولیسم آن در عضلات فعال در تمرینات اکسنتریک بیشتر افزایش یافته است (۲۲). همچنین تمرینات اکسنتریک موجب افزایش بیشتر حجم عضله و قدرت عضلانی می‌گردد و به‌دنبال آن افزایش کارایی عضله را سبب می‌شود. به‌طوری که تمایل مصرف انرژی از اسیدهای چرب آزاد را به سوی مصرف توام اسیدهای چرب، ذخیره گلیکوژن و گلوکز موجود در بافت‌های بدن سوق می‌دهد. در نتیجه باعث متعادل‌تر شدن سوخت‌وساز گلوکز و تجزیه گلیکوژن می‌گردد (۱۷). همچنین انجام تمرینات اکسنتریک نسبت به تمرینات کانسنتریک برای فرد ناآشناتر و غیرشایع‌تر است؛ لذا انجام این تمرینات سازگاری عصبی بیشتر و بهتری را می‌طلبد و در نتیجه تحریکات عصبی مناسب‌تری را ایجاد می‌کند. به دلیل فعال‌تر شدن سیستم عصبی فرد، امکان

افزایش قدرت عضلانی نیز بیشتر می‌شود. این مسأله هم به‌نوبه 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 اکسنتریک نسبت به تمرینات کانسنتریک در بیماران دیابتیک بود که می‌تواند تاکیدی بر استفاده از تمرینات اکسنتریک در بیماران مبتلا به دیابت باشد.

در رابطه با اثر تمرینات اکسنتریک و کانسنتریک 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 اکسنتریک 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 اکسنتریک و کانسنتریک 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 Bluher و همکاران تمرینات اکسنتریک و کانسنتریک موجب کاهش لیپیدها و فسفوریلاسیون آدنوزین مونوفسفات کیناز (AMPK) و استیل کوآنزیم 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 اکسنتریک و کانسنتریک موجب بهبود شاخص توده بدنی می‌شوند و دلیل این امر را می‌توان در اثر تمرینات اکسنتریک و کانسنتریک 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 اکسنتریک و کانسنتریک 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 وگردن 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 اکسنتریک و کانسنتریک 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 اکسنتریک اثر مثبت بیشتر و معنی‌داری نسبت به تمرینات کانسنتریک بر این شاخص‌ها داشت. به‌نظر می‌رسد که انجام تمرین درمانی به‌صورت تمرینات اکسنتریک می‌تواند در کنترل و بهبود گلوکز سرم مناسب‌تر از تمرینات کانسنتریک باشد.

تعداد کم بیماران شرکت کننده در این مطالعه به علت شرایط ورود به مطالعه و مدت زمان طولانی تحقیق (دوره های 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 شرکت‌کننده در مطالعه و ثبت روزانه میزان گلوکز سرم آنها، به‌علت در اختیار نبودن و عدم امکان کنترل کامل بیماران درکل 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 تمرین‌درمانی 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.

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. بدین‌وسیله از تمامی مسؤولین دانشگاه تربیت مدرس سپاسگزاری می‌گردد. همچنین از همکاری بسیار ارزشمند گروه فیزیوتراپی دانشکده پزشکی دانشگاه تربیت مدرس، مسؤولین 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 می‌نماییم.

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, Klöting 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, Daugaard 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.

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. 2006Jun; 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, Daugaard 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.