

مقاله اصلی

بررسی اثر فعالیت ورزشی هوازی بر کنترل قند خون و عوامل خطرزای قلبی- عروقی در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲

تاریخ دریافت: ۹۳/۶/۲۴ - تاریخ پذیرش: ۹۳/۹/۲۲

خلاصه

مقدمه

دیابت نوع ۲ در ارتباط با افزایش عوامل خطرزای اختلالات قلبی- عروقی از جمله؛ افزایش فشار خون بالا، هیپرلیپیدمی، هموگلوبین گلیکوزیله، افزایش گلوکز خون ناشتا و کمبود فعالیت بدنی است. تمرینات هوازی، نوع رایج فعالیت ورزشی هستند که باعث بهبود در کنترل گلیسمیک، وضعیت لیپیدهای سرم و کاهش گلوکز خون می شود. هدف تحقیق حاضر بررسی اثر فعالیت ورزشی هوازی بر تغییرات گلوکز خون، هموگلوبین گلیکوزیله و عوامل خطرزای قلبی- عروقی در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ است.

روش کار

در این مطالعه نیمه تجربی در سال ۱۳۹۱، از مراجعه کنندگان به انجمن دیابت کرمانشاه تعداد ۱۶ نفر به طور داوطلبانه به عنوان آزمودنی در این پژوهش شرکت کرده و به صورت تصادفی در دو گروه هوازی (۸ نفر) و کنترل (۸ نفر) قرار گرفتند. برنامه تمرینی گروه هوازی شامل ۳ جلسه دویدن در هفته با شدت ۶۰ تا ۸۰٪ ضربان قلب بیشینه به مدت ۸ هفته بود. پیش و پس از مداخله، وزن، BMI، گلوکز خون ناشتا، HbA1c، پروفایل لیپیدی، فشار خون سیستولیک و دیاستولیک و Vo₂max اندازه گیری شدند. اطلاعات با نرم افزار SPSS و آزمون کولوگروف اسمیرنوف و تی تجزیه و تحلیل و بررسی شدند.

نتایج

بعد از ۸ هفته تمرین هوازی HbA1c، LDL-c، TG، گلوکز خون ناشتا در گروه هوازی کاهش معنادار یافتند و تغییر معناداری در گروه کنترل نداشتند. Vo₂max در گروه هوازی افزایش معنادار پیدا کرد. در HDL-c، کلسترول، فشار خون سیستولیک و دیاستولیک، وزن و BMI هیچگونه تغییر معناداری مشاهده نشد.

نتیجه گیری

انجام ۸ هفته فعالیت هوازی باعث کاهش HbA1c، گلوکز خون ناشتا و بهبود در پروفایل لیپیدی می شود اما باعث تغییرات معنادار در فشار خون، وزن و BMI در این دسته بیماران نمی شود.

کلمات کلیدی: پروفایل لیپیدی، دیابت، فعالیت هوازی، HbA1c

پی نوشت: این پژوهش برآمده از پایان نامه کارشناسی ارشد است که تحت راهنمایی نویسنده دوم در دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه رازی انجام شده است.

^۱ پیمان یوسفی پور
^۲ وحید تأدیبی*
^۳ ناصر بهپور
^۴ عبدالحسین پرنو
^۵ محمد احسان دلبری
^۶ صیاد رشیدی

۶،۵،۱- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی،
دانشگاه رازی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران
۲- دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده
تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه رازی
کرمانشاه، کرمانشاه، ایران
۴،۳- استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی،
دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه
رازی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

*کرمانشاه- دانشکده تربیت بدنی و علوم
ورزشی، دانشگاه رازی کرمانشاه، کرمانشاه،
ایران
تلفن: +۹۸-۸۳-۳۴۲۷۴۵۸۵
email:vahidtadibi@razi.ac.ir

مقدمه

دیابت نوع ۲ شایعترین نوع دیابت است و حدود ۹۰ - ۹۵٪ انواع دیابت را شامل می‌شود (۱). دیابت نوع ۲ در ارتباط با افزایش عوامل خطرزای اختلالات قلبی - عروقی از جمله چاقی، افزایش فشار خون بالا^۱، هیپرلیپیدمی^۲، کمبود فعالیت بدنی، افزایش گلوکز خون ناشتا و هموگلوبین گلیکوزیله است (۲-۴). ابتلا به اختلالات قلبی - عروقی در بیماران دیابتی نوع ۲، حدود ۲ تا ۴ برابر بیشتر از افراد دیگر است و عامل اصلی مرگ و میر در این دسته از بیماران است (۵). برخی مطالعات، عوامل خطرزای گسترش بیماری‌های قلبی - عروقی را ناشی از دیابت نوع ۲؛ دیس لیپیدمی، افزایش تری گلیسیرید و لیپوپروتئین کم چگالی (LDL) و کاهش لیپوپروتئین پر چگالی (HDL) معرفی کرده اند (۶، ۷). از جمله اهداف درمانی مهم در کنترل بیماری دیابتی بهبود کنترل عوامل متابولیک است که شامل مجموعه‌ای از آزمایشها و بررسی‌های مرتبط با دیابت است. از جمله مهمترین این آزمایشها می‌توان به اندازه‌گیری میزان هموگلوبین گلیکوزیله، لیپوپروتئین کم چگالی^۳ (LDL-C)، لیپوپروتئین پرچگالی^۴ (HDL-C)، کلسترول، تری گلیسیرید، فشار خون و ترکیب بدن اشاره کرد. رایج‌ترین آزمایش برای درجه‌بندی کنترل متابولیک اندازه‌گیری هموگلوبین گلیکوزیله و بهترین هدف درمانی در افراد مبتلا به دیابت، تعدیل هموگلوبین گلیکوزیله است (۱). کاهش سطوح هموگلوبین گلیکوزیله A1c فواید بسیاری در کاهش عوارض قلبی - عروقی دارد (۸). با توجه به تحقیقات صورت گرفته در ارتباط با هموگلوبین گلیکوزیله، هر ۱٪ افزایش در هموگلوبین گلیکوزیله برابر است با افزایش ۱۸٪ خطر بیماری‌های رگی - مغزی و هر یک٪ کاهش آن با کاهش ۳۷٪ خطر ابتلا به عوارض میکروواسکولار و ۲۰٪ عوارض ماکروواسکولار همراه است (۹). وقوع دیابت نوع ۲ با افزایش فاکتورهایی همچون چاقی، تغییرات رژیم غذایی و کاهش فعالیت بدنی بالا می‌رود (۱۰). فعالیت ورزشی در

پیشگیری اولیه و ثانویه از بیماری‌های قلبی - عروقی و پیشگیری از عوارض خاص بیماری دیابت کمک‌کننده است (۱۱، ۱۲). هدف بیشتر مراکز درمانی، پیشگیری از وقوع دیابت و عوامل خطرزای قلبی - عروقی و درمان آن است که در نتیجه چاقی و کم تحرکی ایجاد می‌شوند. فعالیت ورزشی با کاهش وزن باعث کاهش سطوح تری گلیسیریدها و لیپوپروتئین‌های کم چگالی، از بین رفتن چربی اضافی بدن و باعث تنظیم فشار خون می‌شود (۱۳). تمرینات هوازی نوع رایج فعالیت ورزشی در معالجه افراد دیابتی نوع ۲ است که باعث بهبود در کنترل گلیسیمیک، وضعیت لیپید، کاهش چربی بدن و کاهش گلوکز خون ناشتا می‌شود (۱۴، ۱۵). تمرینات ورزشی با کاهش لیپوپروتئین‌های کم چگالی (LDL-C) و افزایش لیپوپروتئین‌های پر چگالی (HDL-C) باعث تغییرات در نیمرخ چربی و کاهش چربی‌های اضافی بدن می‌شود (۱۶). انجمن دیابت آمریکا توصیه می‌کند که بیماران دیابتی نوع ۲ حداقل ۱۵۰ دقیقه در هفته ورزش هوازی با شدت متوسط یا ۹۰ دقیقه در هفته فعالیت هوازی شدید را انجام دهند (۱۷). این تمرینات باعث بهبود اکسیژن مصرفی بیشینه به میزان ۱۰٪ (به علت بهبود در سیستم قلبی - عروقی - تنفسی) در بیماران دیابتی نوع ۲ نیز می‌شود و با این میزان تغییر انتظار می‌رود که خطر بیماری‌های قلبی - عروقی به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یابد (۱۸).

هر چند که مطالعات زیادی اثرات تمرینات ورزشی هوازی را در این دسته از بیماران مورد بررسی قرار داده‌اند؛ اما وجود نتایج متضاد و ناهمگن این پژوهش‌ها می‌تواند دلیلی برای بررسی‌های بیشتر باشد. در پژوهش جورجیو^۵ و همکاران، هیچگونه تغییر معناداری در سطوح HbA1c بعد از تمرینات ورزشی هوازی بر آزمودنی‌های دیابتی نوع ۲ گزارش نشده است و در سوی دیگر کادوگلو^۶ و همکاران و مایورانانا^۷ و همکاران، کاهش معنی‌دار HbA1c را بعد از تمرینات هوازی گزارش کردند (۱۹-۲۱). همچنین برخی مطالعات بهبود در کنترل گلیسیمیک و پروفایل لیپیدی و برخی دیگر هیچگونه تغییر معنی‌داری را مشاهده

¹Hypertension²Hyperlipidemia³Low Density Lipoprotein⁴High Density Lipoprotein⁵ Jorgea⁶ Kadoglo⁷ Maiorana

نکرده‌اند (۱۶، ۱۹، ۲۰، ۲۲-۲۴). لذا با توجه به آثار سودمند تمرینات هوازی بر عوامل کنترل گلیسیمیک، هموگلوبین گلیکوزیله، عوامل خطرزای قلبی-عروقی و همچنین وجود نتایج ناهمگن در ارتباط با فعالیت‌های ورزشی هوازی بر روی آزمودنی‌های دیابتی نوع ۲، آثار تمرینات ورزشی هوازی بر تغییرات گلوکز خون، هموگلوبین گلیکوزیله و عوامل خطرزای قلبی-عروقی است.

روش کار

این مطالعه نیمه تجربی در سال ۱۳۹۱ در انجمن دیابت کرمانشاه انجام شد. طرح پژوهش حاضر از ماهیتی مداخله‌گرایانه برخوردار بود که دارای آزمون‌های پیش آزمون و پس‌آزمون بود. در این پژوهش یک جلسه توجیهی برگزار شد و آزمودنی‌ها ضمن آشنایی با فرآیند کار فرم رضایت‌نامه و فرم سلامت را تکمیل کردند.

جامعه‌ی آماری هدف را افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ که در انجمن دیابت استان کرمانشاه پرونده پزشکی داشتند تشکیل می‌داد. که از میان آنها ۲۴ نفر به عنوان نمونه آماری به صورت تصادفی و با توجه به شرایط ورود به پژوهش (عدم ابتلا به بیماری دیگری به جزء دیابت نوع ۲، عدم مصرف دخانیات، نداشتن فعالیت بدنی منظم در طول یکسال گذشته، داشتن $BMI \geq 25$ کیلوگرم بر متر مربع، قند خون ناشتا زیر ۳۰۰ میلی گرم بر دسی لیتر، دامنه سنی ۴۵-۶۰ سال، عدم تزریق انسولین و توانایی حضور در پروتکل به مدت ۲ ماه) انتخاب شدند. سپس آزمودنی‌ها در ۲ گروه ۱۲ نفری کنترل و تمرین هوازی قرار گرفتند که البته با توجه به شرایط خروج از پژوهش (از جمله غیبت در برنامه‌های تمرین، ابتلا به بیماری حاد حین مطالعه، شرکت در تمرینات ورزشی دیگر به غیر از پروتکل پژوهش حاضر و ..) در پایان ۸ هفته تمرین، در هر گروه فقط ۸ نفر باقی ماند. این افراد تحت درمان‌های دارویی عمومی و معمولی دیابت نوع ۲ از سوی یک پزشک متخصص بودند. همچنین در طول انجام این مطالعه و تمرینات ورزشی تغییر قابل توجهی در تجویز داروهای آزمودنی‌ها در زمینه کنترل قند خون و یا کنترل لیپیدی انجام نشد. میانگین قند خون این افراد ۱۴۳/۴۰ میلی گرم بر دسی لیتر بود.

برنامه تمرینی شامل ۸ هفته تمرین هوازی بود که ۳ جلسه در هفته و هر جلسه ۶۰ دقیقه انجام می‌شد. انجمن دیابت امریکا، دیابتی‌های نوع ۲ را به ۲ تا ۳ جلسه تمرین ورزشی (هوازی یا مقاومتی و یا ترکیبی) با گروه‌های عضلانی عمده در هفته (۲۵) که حداقل ۱۵۰ دقیقه در هفته ورزش هوازی با شدت متوسط و یا حداقل ۹۰ دقیقه در هفته ورزش هوازی با شدت بالا باشد توصیه می‌کند (۱۷). برنامه تمرین هوازی شامل: ۱۰ دقیقه تمرین گرم کردن (نرم دویدن، حرکات ترکیبی دست و پا و حرکات کششی)، ۴۰ دقیقه تمرین اصلی دویدن با شدت ۶۰ تا ۸۰٪ ضربان قلب بیشینه و در پایان ۱۰ دقیقه سردکردن و بازگشت به حالت اولیه بود. ضربان قلب بیشینه توسط فرمول کارونن (سن-۲۲۰) برآورد شد و ضربان قلب آزمودنی‌ها حین تمرین با استفاده از دستگاه ضربان سنج پولار دستی کنترل می‌شد. تمرینات هوازی با توجه به عدم فعالیت ورزشی منظم این افراد و آمادگی جسمانی پایین در دو هفته اول به صورت پیاده‌روی سریع (شدت ضربان در این دو هفته در حدود ۶۰٪ ضربان قلب و مدت بین ۱۵ تا ۳۰ دقیقه) بود و شدت و مدت تمرین هر هفته به صورت تدریجی و پیوسته افزایش می‌یافت. در تمرین هوازی، آزمودنی‌ها در هنگام خستگی به انجام پیاده‌روی و ترکیب حرکات دست و پا تا آخر تمرین تشویق می‌شدند. از گروه کنترل در این مدت خواسته شد که فعالیت ورزشی نداشته باشند.

تست‌های ورزشی و خونگیری در پیش و پس از مداخله در ساعت ۸ صبح در آزمایشگاه دانشکده تربیت بدنی دانشگاه رازی کرمانشاه صورت گرفت. در ابتدا و در حالت ناشتا از هر آزمودنی تست شاخص توده بدن توسط دستگاه Body composition zeus9 ساخت کشور کره جنوبی گرفته شد. پروفایل لیپیدی در آزمایشگاه مرکز آموزشی طالقانی انجمن دیابت کرمانشاه با روش اتوالایزر و دستگاه سینوا (ساخت کشور چین) سنجیده شد. هموگلوبین گلیکوزیله نیز با روش HPLC، کیت کروماتوگرافی ستون (ساخت کشور فرانسه) و توسط دستگاه آنالایزر هموگلوبین گلیکوزیله آزمایشگاهی مدل DS¹ (ساخت آلمان) اندازه‌گیری شد. قبل از تست‌ها از

¹ HbA1c Analyzer, Drew Scientific5(DS5)

جدول ۱- میانگین و انحراف استاندارد داده‌های توصیفی

متغیر	گروه هوازی	گروه کنترل
طول دوره بیماری (سال)	۵/۸۷±۲/۰۳	۵/۷۵±۲/۱۲
سن (سال)	۵۵/۵۰±۳/۰۷	۵۵/۷۵±۳/۴۱
قد (سانتی متر)	۱۷۶/۱۲±۸/۹	۱۷۱/۶۲±۵/۱۸
جرم بدن (کیلو گرم)	۸۵/۶۷±۱۲/۱۴	۸۵/۸۱±۹/۲۵

جدول ۲- میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای پژوهش از

پیش آزمون به پس آزمون

متغیر	پیش آزمون	پس آزمون	P
HbA1c	۷/۸۰±۱/۴۵	۶/۵۳±۰/۹۷	۰/۰۰۳*
کنترل	۷/۳۳±۱/۱۵	۶/۹۸±۰/۶۶	۰/۲۶۵
TG	۱۶۷/۸۷±۴۵/۵۵	۱۵۰/۱۲±۴۱/۵۸	۰/۰۰۳*
کنترل	۱۶۰/۵۰±۳۹/۲۹	۱۷۰/۳۷±۳۲/۵۸	۰/۳۹۴
Cholestreol	۱۷۱/۶۲±۲۰/۴۸	۱۵۸/۵۰±۱۸/۶۳	۰/۰۸۹
کنترل	۱۵۸/۲۵±۲۸/۱۹	۱۶۴/۳۷±۲۳/۰۱	۰/۵۳۳
LDL-c	۸۷/۸۷±۱۸/۶۸	۷۳/۷۵±۱۸/۵۲	۰/۰۱۴*
کنترل	۹۲/۶۲±۱۸/۱۶	۹۵/۶۲±۱۱/۸۱	۰/۵۷۵
HDL-c	۵۴/۰۰±۱۵/۸۹	۵۵/۳۷±۵/۹۷	۰/۸۴۷
کنترل	۴۹/۶۲±۱۵/۲۱	۴۶/۲۵±۱۱/۳۶	۰/۲۷۵
Vo2max	۳۰/۳۳±۲/۰۸	۳۳/۱۲±۳/۲۰	۰/۰۰۲*
کنترل	۲۹/۲۵±۲/۴۰	۲۹/۰۱±۲/۳۰	۰/۴۸۳
glucose	۱۵۰/۲۵±۴۶/۶۶	۱۳۴/۳۷±۳۶/۸۴	۰/۰۱۶*
کنترل	۱۴۲/۷۵±۲۸/۴۸	۱۴۷/۸۷±۳۱/۱۱	۰/۱۹۷
Sitolic	۱۲۳/۸۷±۱۳/۸۶	۱۱۷/۱۲±۷/۱۰	۰/۱۸۶
کنترل	۱۱۹/۱۲±۱۲/۵۴	۱۱۸/۸۷±۹/۹۶	۰/۸۸۹
Diastolic	۷۹/۷۵±۶/۲۰	۸۴/۵۰±۵/۰۱	۰/۱۵۹
کنترل	۸۱/۷۵±۵/۸۴	۷۵/۳۵±۲۷/۳۵	۰/۶۷۷
وزن (کیلوگرم)	۸۵/۸۱±۹/۲۵	۸۱/۷۵±۵/۸۴	۰/۲۷۳
کنترل	۸۵/۸۱±۹/۲۵	۸۶/۷۷±۱۰/۵۰	۰/۱۵۹
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۷/۴۴±۴/۱۴	۲۷/۴۱±۴/۴۱	۰/۰۵۷
کنترل	۲۹/۰۹±۲/۳۵	۲۹/۴۰±۲/۷۱	۰/۱۶۸

کاهش ۱۵/۳٪ی را در گروه هوازی پیدا کرد اما در گروه کنترل هیچگونه تغییر معناداری نداشت. تری گلیسیرید (با کاهش ۱۰/۵۵٪) و LDL-C (با کاهش ۱۵/۹٪) در گروه هوازی کاهش معنادار پیدا کردند اما در گروه کنترل هیچگونه تغییری در این دو متغیر مشاهده نشد. کلسترول خون (کاهش ۷/۱٪) و HDL-C (افزایش ۸/۶۸٪) با وجود اینکه در گروه هوازی تغییر کردند اما این تغییرات از لحاظ آماری معنادار نبودند. کلسترول و HDL-C در گروه کنترل نیز هیچگونه تغییر معناداری را پیدا نکردند.

آزمودنی‌های خواسته شد قبل از خون‌گیری، مقدار و نوع غذایی را که مصرف می‌کنند در پرسشنامه تغذیه یادداشت کنند و پس از آخرین جلسه تمرین و در روز خون‌گیری پس آزمون، رژیم غذایی مشابهی را با پیش آزمون داشته باشند.

تست تردمیل تک مرحله‌ای^۱ یک تست آمادگی هوازی زیر بیشینه است که اکسیژن مصرفی بیشینه را برآورد می‌کند که برای بزرگسالان غیر ورزشکار ۲۰ تا ۵۹ ساله تدوین شده است (۲۶).

در پژوهش حاضر برای اندازه‌گیری اکسیژن مصرفی بیشینه از این تست استفاده شد. این تست توسط دستگاه تردمیل h/p/Cosmos pulsar 3p 4.0 ساخت کشور آلمان، در آزمایشگاه دانشکده تربیت بدنی دانشگاه رازی انجام شد.

داده‌های پژوهشی به کمک نرم افزار SPSS مورد پردازش قرار گرفت. جهت نشان دادن شاخص‌های گرایش مرکزی و پراکندگی از آمار توصیفی استفاده شد. طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفت. پس از اطمینان از طبیعی و همگن بودن گروه‌ها، از آزمون تی همبسته و مستقل برای بررسی تغییرات درون گروهی از پیش آزمون به پس آزمون و تفاوت‌های بین گروهی استفاده شد. سطح معنی‌داری آزمون‌های آماری در سطح $p < 0/05$ تعریف شد.

نتایج

اطلاعات توصیفی مربوط به طول دوره بیماری، سن، قد و وزن آزمودنی‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

همچنین نتایج به دست آمده از HbA1c، تری گلیسیرید، کلسترول، HDL-c، LDL-c، Vo2max، گلوکز خون، فشار خون سیستولیک و دیاستولیک، وزن و شاخص توده بدن در جدول ۲ آمده است.

* نشان دهنده تفاوت معنادار نسبت به پیش آزمون (آزمون t همبسته $n=16$, $p < 0/05$). براساس نتایج به دست آمده بعد از ۸ هفته تمرین هوازی، گلوکز خون ناشتا با کاهش ۹/۶٪ در گروه هوازی تغییر معناداری را پیدا کرد اما در گروه کنترل هیچگونه تغییر معناداری در این متغیر مشاهده نشد. HbA1c

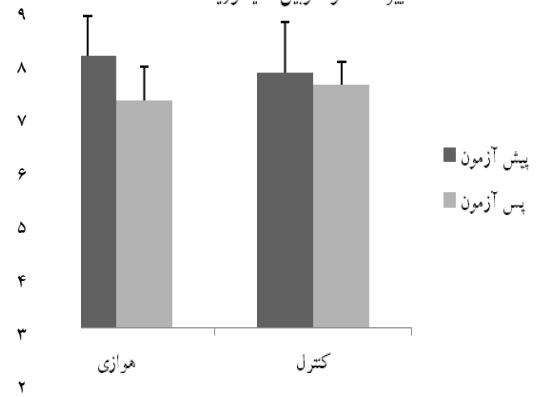
¹The single stage Treadmill Walking Test

بحث

بعد از مداخلات ورزشی $LDL-c$ ، $HbA1c$ ، تری گلیسیرید و گلوکز خون ناشتا در گروه ورزشی کاهش معنادار پیدا کردند اما $HDL-C$ و کلسترول تغییر معناداری نداشتند. علاوه بر این هیچ تغییر معناداری در متغیرهای مذکور در گروه کنترل مشاهده نشد. حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه هوازی افزایش معنادار پیدا کرد اما در گروه کنترل تغییر نکرد. وزن و BMI ، فشار خون سیستولیک و دیاستولیک در هیچکدام از گروه‌ها تغییر معناداری را نداشتند.

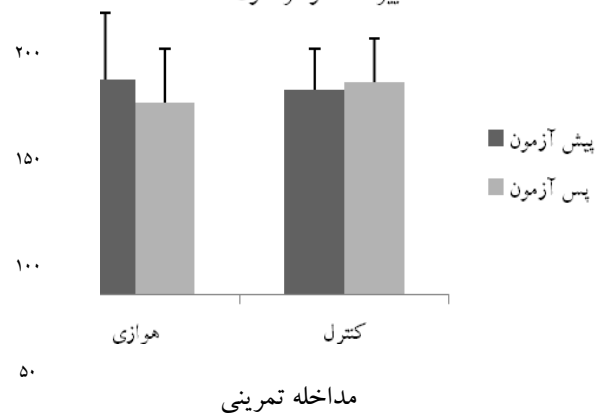
یکی از نتایج قابل توجه فعالیت‌های ورزشی که آثار مفید فعالیت ورزشی برای بیماران دیابتی نوع ۲ را تایید می‌کند بهبود گلوکز خون ناشتا است که در پژوهش حاضر در گروه ورزشی ۹/۶ کاهش معنادار پیدا کرد. تمرینات ورزشی، باعث افزایش برداشت گلوکز در عضلات بدن می‌شوند که این تغییرات وابسته به تغییرات عملکردی در سیگنال‌های انسولینی و مرتبط با افزایش محتویات پروتئین GLUT-4 می‌باشند (۲۷). این نتایج همسو با نتایج تکمکیدیس^۱ و همکاران و لویزا و همکاران بود (۱۹، ۲۸). تکمکیدیس و همکاران بعد از ۴ و ۱۶ هفته تمرینات ورزشی، کاهش معنی‌دار گلوکز خون ناشتا و بهبود حساسیت به انسولین را در آزمودنی‌های دیابتی نوع ۲ مشاهده کردند (۲۸). اما مغایر با نتایج حاضر، کوزا^۲ و همکاران (۲۳) بعد از ۴ ماه تمرینات هوازی بر آزمودنی‌های دیابتی نوع ۲ و بیلو^۳ و همکاران بعد از ۸ هفته فعالیت ورزشی هوازی هیچگونه کاهش معناداری در گلوکز خون مشاهده نکردند (۱۶، ۲۳). در مطالعه کوزا و همکاران، مدت تمرینات در هر جلسه (۱۵ تا ۳۰ دقیقه) نسبتاً کم بود (۲۳). همچنین در مطالعه بیلو و همکاران، هم شدت و هم مدت تمرینات نسبتاً پایین بود (۵۰ - ۷۵٪ ضربان قلب بیشینه به مدت ۳۰ دقیقه در هر جلسه) و شاید علت عدم تغییر معنادار در گلوکز خون ناشتا به همین سبب باشد؛ زیرا مدت و شدت کافی تمرینات ورزشی از عوامل موثر در کاهش گلوکز خون است (۱۶، ۲۹).

تغییرات هموگلوبین گلیکوزیله



نمودار ۱- تغییرات غلظت هموگلوبین گلیکوزیله قبل و بعد از

تغییرات گلوکز خون



نمودار ۲- تغییرات غلظت گلوکز خون ناشتا قبل و بعد از

مداخله تمرینی

VO_{2max} در گروه هوازی افزایش ۹/۲۷٪ را داشت و این تغییر نیز معنادار بود اما در گروه کنترل هیچگونه تغییر معناداری مشاهده نشد. فشار خون سیستولیک و دیاستولیک، وزن و BMI در هیچکدام از گروه‌ها تغییر معناداری نداشتند. تغییرات $HbA1c$ و گلوکز خون ناشتا در نمودارهای (۱) و (۲) آمده است.

¹ Takmakidis

² Cauza

³ Bello

ابریج^۱ و همکاران بعد از ۴ هفته تمرینات ورزشی هوازی، کاهش معناداری در تری گلیسیرید و LDL-C را گزارش کردند (۲۲). افزایش در غلظت LDL-C و کاهش بیشتر HDL-C در این دسته از بیماران از جمله عوامل ابتلای افراد دیابتی به اختلالات قلبی-عروقی است (۵). LDL-C بیشتر در دیواره عروق خونی جمع شده و باعث اختلالات در فعالیت قلب و عروق می-شود در حالی که HDL-C باعث انتقال کلسترول از عروق خونی به سوی کبد می شود و از تجمع چربی ها در عروق خونی جلوگیری می کند (۵). مکانیسمی که توسط فعالیت ورزشی باعث بهبود در افزایش متابولیسم چربی می شود می تواند ناشی از تغییرات در فعالیت آنزیم های لیپازی از جمله لیپوپروتئین لیپاز (LPL) و لیپاز حساس به هورمون (HL) باشد (۲۴). مغایر با این نتایج، کوزا و همکاران بعد از ۴ ماه تمرینات ورزشی هوازی (شدت تمرینات ۶۰٪ VO_{2max} ، ۳ جلسه در هفته و هر جلسه ۱۵ تا ۳۰ دقیقه)، هیچ تغییر معناداری در تری گلیسیرید و LDL-C مشاهده نکردند (۲۳). همچنین در پژوهش حاضر، کلسترول تام کاهش و HDL-C افزایش یافتند اما این تغییرات از لحاظ آماری معنادار نبودند. این نتایج همسو با نتایج بیلو بود. بیلو و همکاران بعد از ۸ هفته فعالیت ورزشی هوازی با شدت ۵۰ - ۷۵٪ ضربان قلب بیشینه (۳ جلسه در هفته و هر جلسه ۳۰ دقیقه) هیچگونه تغییر معناداری را در قند خون ناشتا، LDL-C و HDL-C مشاهده نکردند و جهت تغییر معنادار در پارامترهای مذکور، مدت طولانی تر تمرینات را پیشنهاد کردند (۱۶). مغایر با این نتایج، کادوگلو و همکاران بعد از ۱۶ هفته تمرینات هوازی با شدت ۵۰ تا ۸۵٪ VO_{2max} (۴۵ تا ۶۰ دقیقه در هر جلسه و ۴ جلسه در هفته) کاهش معنی دار در LDL-C، HDL-C و TG، کلسترول تام را گزارش کردند (۲۰). فعالیت بدنی باید در هفته توزیع شود و با توجه به علم تمرین نباید دو روز پیوسته فعالیت قطع گردد. انجام ۴ جلسه تمرین هوازی متوسط تا شدید در هفته، باعث کاهش بیشتر خطر ابتلا به بیماری های قلبی عروقی و بهبود بیشتر در متابولیسم چربی بدن و کنترل گلیسمیک می شود و شاید

HbA1c بعد از ۸ هفته فعالیت ورزشی هوازی در گروه هوازی ۱۵/۳۰٪ کاهش معنادار یافت اما در گروه کنترل تغییر معناداری مشاهده نشد. این نتایج همسو با نتایج کادوگلو همکاران و مایورانا و همکاران بود (۲۰، ۲۱). کادوگلو همکاران بعد از ۱۶ هفته تمرینات ورزشی هوازی با شدت ۵۰ - ۸۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی و مایورانا و همکاران بعد از ۸ هفته تمرینات هوازی در آزمودنی های دیابتی نوع ۲، کاهش معنادار در سطوح HbA1c را گزارش کردند (۲۰، ۲۱). یک بدن کامل از اطلاعات تمرینات ورزشی را به عنوان راهی برای کنترل وزن و کنترل گلیسمیک همراه با کاهش HbA1c تایید کرده اند (۱۶). بهبود در سطوح هموگلوبین گلیکوزیله و پروفایل لیپیدی بر اثر تمرینات ورزشی هوازی؛ باعث کاهش در نشانگرهای التهابی که از بافت چربی ترشح می شوند نیز می شود و با توجه به اینکه این نشانگرهای التهابی باعث مقاومت به انسولین می شوند؛ کاهش هموگلوبین گلیکوزیله و پروفایل لیپیدی با کاهش مقاومت به انسولینی همراه است (۳۰). این نتایج همچنین مغایر با نتایج لویزا و همکاران و بیلو و همکاران بود (۱۶، ۱۹). لویزا و همکاران بعد از ۱۲ هفته تمرینات ورزشی هوازی و بیلو و همکاران بعد از ۸ هفته فعالیت ورزشی هوازی هیچگونه تغییر معناداری را در سطوح HbA1c و BMI مشاهده نکردند (۱۶، ۱۹). در پژوهش لویزا و همکاران، آزمودنی ها دارای میانگین سنی ۳۰ - ۷۰ سال و BMI: ۲۵-۴۰ بودند که می توان گفت این اختلافات بالا در سن و BMI علت عدم ناهمگنی این تغییرات در سطوح HbA1c با پژوهش حاضر باشد (۱۹). همچنین شاید عدم تضاد نتایج پژوهش بیلو و همکاران با نتایج پژوهش حاضر، به علت تفاوت میانگین سنی پایین تر ($9/79 \pm 46/22$) و همچنین شدت نسبتاً کمتر تمرینات در مقایسه با پژوهش حاضر باشد (۱۶). عدم کاهش معنادار در سطوح HbA1c می تواند ناشی از محدودیت در تعداد آزمودنی ها، مدت تمرینات، سطوح اولیه خوب در آزمودنی ها ($A1c \leq 7/6$) و آثار داروهای آنتی بیوتیکی باشد که آثار ورزش را تحت تاثیر قرار می دهند باشد (۱۹).

در پژوهش حاضر، کاهش معنادار در LDL-C (۱۵/۹۰٪) و تری گلیسیرید (۱۰/۵۵٪) در گروه هوازی مشاهده شد اما هیچ تغییری در گروه کنترل مشاهده نشد. همسو با پژوهش حاضر،

¹ Oberbach

ورزشی باشد که ٪ چربی کاهش یافته و بافت عضلانی بدن، تا حدودی بیشتر شده است (۱۹، ۲۰، ۳۰). در تایید این مطلب؛ گلن^۴ و همکاران نشان دادند که فعالیت‌های ورزشی بدون تغییر معنادار در کاهش وزن بدن، باعث بهبود در آنزیم‌های لیپازی و متابولیسم پروفایل لیپیدی می‌شوند (۲۴). همچنین براساس نتایج کادوگلو و همکاران تمرینات ورزشی بدون کاهش وزن، باعث بهبود در کنترل گلیسیمیک در افراد دیابتی نوع ۲ می‌شوند (۳۳). در مطالعه حاضر هیچگونه تغییر معناداری در فشار خون سیستولیک و دیاستولیک در هیچکدام از گروه‌ها مشاهده نشد. این نتایج همسو با نتایج کوزا و همکاران و یوکایاما^۵ و همکاران بود (۲۳، ۳۲). کوزا و همکاران بعد از ۴ ماه تمرینات ورزشی هوازی (شدت تمرینات ۶۰٪ VO_{2max} ، ۳ جلسه در هفته و هر جلسه ۱۵ تا ۳۰ دقیقه)، یوکایاما و همکاران بعد از ۲ هفته تمرینات هوازی ارگومتر دوچرخه سواری (با شدت $8/6 \pm 5/6$ ٪ ضربان قلب بیشینه، ۵ جلسه در هفته و هر جلسه ۴۰ دقیقه) همراه با یک جلسه پیاده‌روی (۱۰۰۰۰ گام در روز) هیچ تغییر معنی‌داری در فشار خون سیستولیک و دیاستولیک مشاهده نکردند (۲۳). براساس نتایج مطالعات، آثار تمرینات ورزشی بر روی فشار خون، وضعیت لیپید سرم و کنترل گلیسیمیک ناممکن هستند (۱۹). می‌توان گفت که بهبود در فشار خون، بیشتر مربوط به درمان‌های دارویی و کنترل رژیم غذایی می‌باشد که همراه با فعالیت ورزشی صورت می‌گیرند تا خود فعالیت ورزشی و بیشتر در آزمودنی‌هایی که اختلالات فشار خون دارند ایجاد شود (۱۹). علاوه بر این تمامی آزمودنی‌های پژوهش حاضر هیچگونه سابقه افزایش فشار خون سیستولیک و دیاستولیک نداشتند و وضعیت فشار خون آنها طبیعی بود. به نظر می‌رسد فعالیت ورزشی با کاهش چربی‌های بدن و بهبود در غلظت هورمون‌های کاتکولامینی، نقشی محافظتی در برابر اختلالات افزایش و یا کاهش فشار خون در این افراد در پی دارد.

همچنین در پژوهش حاضر بعد از ۸ هفته فعالیت ورزشی، افزایش معنادار VO_{2max} (افزایش ۹/۷٪) در گروه هوازی مشاهده شد. این نتایج همسو با نتایج جورجیو، کادگلو، بالداجی بود (۱۹)،

بتوان گفت که علت کاهش معنی‌دار در $LDL-C$ ، TG ، کلسترول تام و بهبود $HDL-C$ در پژوهش کادوگلو و همکاران علاوه بر شدت و مدت بیشتر تمرین، تواتر بیشتر جلسات در هفته باشد (۲۰، ۳۱).

در تحقیق حاضر هیچ تغییر معنی‌داری در وزن و BMI در هیچ کدام از گروه‌ها مشاهده نشد. این نتایج همسو با نتایج کوزا، بالداجی^۱، هیسایو^۲، کاوگلو بود (۲۳، ۳۰، ۳۲، ۳۳). بالدوچی و همکاران بعد از ۱۲ هفته تمرینات ورزشی هوازی با شدت پایین و شدت بالا (۷۰ تا ۸۰٪ VO_{2max}) هیچ تغییر معناداری در وزن و BMI مشاهده نکردند (۳۰). کادوگلو و همکاران نیز بعد از ۶ ماه فعالیت ورزشی با شدت ۵۰ تا ۸۰٪ VO_{2max} (۴ جلسه در هفته و ۴۵ تا ۶۰ دقیقه در هر جلسه)، هیچگونه تغییر معناداری را در وزن و BMI مشاهده نکردند (۳۳). این نتایج مغایر با نتایج ابریاچ، مونزیلو^۳ بود (۲۲، ۳۴). مونزیلو و همکاران بعد از ۲۶ هفته برنامه فعالیت ورزشی با شدت متوسط که در ترکیب با رژیم غذایی هیپوکالریک در آزمودنی‌های چاق مقاوم به انسولین یا دیابتی نوع ۲ صورت گرفت، کاهش وزن با بهبود در BMI را گزارش کردند (۳۴). ابریاچ و همکاران نیز بعد از ۴ هفته تمرینات ورزشی هوازی (دوچرخه سواری یا دویدن همراه با تمرینات توانی به مدت ۶۰ دقیقه در هر جلسه و ۳ جلسه در هفته)، بهبود معنادار در BMI و وزن را گزارش کردند (۲۲). در تحقیقات مغایر با پژوهش حاضر، هم شدت و هم مدت تمرینات بیشتر بود و همچنین در بعضی از آنها، تمرینات در ترکیب با کنترل رژیم غذایی بوده است در حالی که در پژوهش حاضر هیچگونه تلاشی برای کنترل رژیم غذایی صورت نگرفت (۳۴). همچنین در پژوهش ابریاچ و همکاران، تمرین ۳ جلسه در هفته در ترکیب با تمرینات توانی و همچنین یک جلسه شنا در هفته صورت می‌گرفت (تواتر ۴ جلسه در هفته) (۲۲). بیشتر مطالعات با وجود کاهش چربی‌های بدن، هیچگونه تغییر معناداری را در وزن و BMI مشاهده نکرده‌اند و این شاید به دلیل کاهش ٪ چربی بدن و بهبود بافت عضلانی و بافت‌های بدون چربی بدن در گروه‌های

¹ Baldacci

² Hisayo

³ Monzillo

⁴ Glen

⁵ Yokoyama

باعث بهبود در پروفایل لیپیدی و کاهش عوامل خطرزای قلبی-عروقی می‌شوند، با توجه به بهبود پروفایل لیپیدی و VO_{2max} ، فعالیت ورزشی می‌تواند به عنوان یک راه مفید درمانی و همچنین پیشگیری کننده از بیماریهای قلبی-عروقی در این دسته از بیماران باشد. اما به نظر می‌رسد جهت تغییرات معنادار در وزن، ترکیب بدن و فشار خون به مدت زمان طولانی تر و یا کنترل رژیم غذایی نیاز باشد.

تشکر و قدردانی

در پایان از تمامی آزمودنی‌های حاضر در این پژوهش، کارمندان و کارکنان دانشکده تربیت بدنی، جناب آقای فرامرز آذین (مسئول آزمایشگاه دانشکده تربیت بدنی دانشگاه رازی)، جناب آقای دکتر مهرعلی رحیمی (رئیس مرکز انجمن دیابت کرمانشاه) و تمامی افرادی که در اجرای این پژوهش سهیم بوده و ما را یاری دادند تقدیر و سپاسگزاری می‌شود.

۲۰، ۳۰). بالادوچی و همکاران بعد از ۱۲ هفته تمرینات هوازی و کادوگلو و همکاران بعد از ۱۶ هفته تمرینات هوازی افزایش معنادار VO_{2max} را گزارش کردند (۲۰، ۳۰). فعالیت ورزشی هوازی باعث بهبود مصرف اکسیژن و بهبود در پارامترهای گلیسیمیک می‌شود که می‌تواند بازتابی از کاهش گلوکز خون و هموگلوبین گلیکوزیله A1c باشد (۳۵). عمدتاً با افزایش اکسیژن مصرفی بیشینه؛ گلوکز خون، % چربی و مقاومت به انسولین کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد که احتمالاً سازگاری‌های مرکزی و پیرامونی از جمله مهمترین عوامل افزایش اکسیژن مصرفی بیشینه می‌باشند. انجام فعالیت‌های ورزشی باعث افزایش حجم پلاسما شده، که این خود افزایش بازگشت وریدی به قلب و پیش بار بطنی را به همراه دارد که در نتیجه حجم ضربه‌ای به ازای یک شدت فعالیت بدنی معین افزایش می‌یابد که مجموعه این عوامل باعث بهبود VO_{2max} می‌شود (۳۶). براساس نتایج حاصل از پژوهش حاضر می‌توان گفت که فعالیت‌های ورزشی هوازی

References:

1. American Diabetes Association. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. Diabetes care Jan;34 Suppl 1:S62-69.
2. Fowler MJ. Microvascular and Macrovascular Complications of Diabetes. Clin diabetes 2011;29(3):116-122.
3. Gerich J. Type 2 diabetes mellitus is associated with multiple cardiometabolic risk factors. Clin Cornerstone 2007;8(3):53-68.
4. Nathan D, Cleary P, Backlund J, Genuth S, Lachin J, Orchard T, et al. (Diabetes control and complications trial/epidemiology of diabetes interventions and complications study research group). Intensive diabetes treatment and cardiovascular disease in patients with type 1 diabetes. N Eng J Med. 2005;353(25):2643-2653.
5. Verges B. Lipid modification in type 2 diabetes: the role of LDL and HDL. Fundam Clin Pharmacol 2009;23(3):681-685.
6. Uusitupa M, Niskanen L, Siitonen O, Voutilainen E, Pyorala K. Ten-year cardiovascular mortality in relation to risk factors and abnormalities in lipoprotein composition in type 2 (non-insulin-dependent) diabetic and non-diabetic subjects. Diabetologia 1993;36(11):1175-1184.
7. Lu W, Resnick H, Jablonski K, Jones K, Jain A, Howard W, et al. Non-HDL cholesterol as a predictor of cardiovascular disease in type 2 diabetes: the strong heart study. Diabetes Care 2003;26(1):16-23.
8. Rizos E, Mikhailidis DP. Glycated Haemoglobin: A Predictor of Vascular Risk? Int J Diabetes & Metabolism 2001;9:3-7.
9. Sigal R, Kenny G, Boule N, Wells G, Prudhomme D, Fortier M. Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. Ann Intern Med 2007;147(6):357-369.
10. Soria M, Sy R, Vega B, Ty-Willing T, Abenir-Gallardo A, Vellandria F, et al. The incidence of type 2 Mellitus in Phillipines: A 9-year cohort study. Diabetes Res and Clin Prac 2009;86(2):130-133.
11. Verity L. Diabetes Mellitus and Exercise. ACSM's Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins;2006.
12. Stewart K. Exercise training: can it improve cardiovascular health in patients with type 2 diabetes. Br J Sports Med 2004;38(3):250-252.
13. Maggio C, Pi-Sunyer F. The prevention and treatment of obesity. Application to type 2 diabetes. Diabetes 1997;20(11):1744-1766.

14. Fritz T, Rosenquist U. Walking for exercise-immediate effect on blood glucose levels in type 2 diabetes. *Scand J Prim Health Care* 2001;19(1):31-33.
15. Segal K, Edano A, Abalos A. Effects of exercise training on insulin sensitivity and glucose metabolism in lean, obese and diabetic men. *J Appl Physiol* 1991;71(6):2402-2411.
16. Bello AI, Owusu-Boakye E, Adegoke BO, Adjei DN. Effects of aerobic exercise on selected physiological parameters and quality of life in patients with type 2 diabetes mellitus. *Int J General Med* 2011;4(2):723-727.
17. Praet S, Loon LV. Optimizing the therapeutic benefits exercise in type 2 diabetes. *J Appl Physiol* 2007;103(4):1113-1120.
18. Boule N, Kenny G, Haddad E, Wells G, Sigal R. Meta-analysis of the effect of structured exercise training on cardiorespiratory fitness in Type 2 diabetes mellitus. *Diabetologia* 2003;46(8):1071-1081.
19. Jorgea MLMP, Oliveiraa VN, Resendea NM, Paraisoa LF, Calixtob A, Diniza ALD, *et al.* The effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic control, inflammatory markers, adipocytokines, and muscle insulin signaling in patients with type 2 diabetes mellitus. *Metab clin experimental* 2011;60(9):1-9.
20. Kadoglou N, Perrea D, Iliadis F. Exercise Reduces Resistin and Inflammatory Cytokines in Patients With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care* 2007;30(3):719-721.
21. Maiorana A, O'Driscoll G, Goodman C, Taylor R, Green D. Combined aerobic and resistance exercise improves glycemic control and fitness in type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract* 2002;56(2):115-123.
22. Oberbach A, Tonjes A, Kloeting N, Fasshauer M, Kratzsch Jr, Busse MW, *et al.* Effect of a 4 week physical training program on plasma concentrations of inflammatory markers in patients with abnormal glucose tolerance. *Eur J of Endocrin* 2006;154(4):577-585.
23. Cauza E, Hanusch-Enserer U, Strasser B, Ludvik B, Metz-Schimmerl S, Pacini G, *et al.* The Relative Benefits of Endurance and Strength Training on the Metabolic Factors and Muscle Function of People With Type 2 Diabetes Mellitus. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86(6):1527-1533.
24. Duncan GE, Perri MG, Theriaque DW, Hutson AD, Eckel RH, Stacpoole PW. Exercise Training, Without Weight Loss, Increases Insulin Sensitivity and Postheparin Plasma Lipase Activity in Previously Sedentary Adults. *Diabetes Care* 2003;26(3):557-562.
25. American Diabetes Association. standards of medical care in diabetes-2011. *diabetes care* 2011;34(Suppl 1):S11-S61.
26. Ebbeling CB, Ward A, Puleo EM, Widrick J, Rippe JM. Development of a single-stage submaximal treadmill walking test. *Med Sci Sports Exerc* 1991;23(8):966-973.
27. O'Gorman DJ, Karlsson HKR, McQuaid S, Yousif O, Rahman Y, Gasparro D, *et al.* Exercise training increases insulin-stimulated glucose disposal and GLUT4 (SLC2A4) protein content in patients with type 2 diabetes. *Diabetologia* 2006;49(12):2983-2992.
28. Tokmakidis SP, Christos EZ, Konstantinos AV, Kotsa K, Touvra AM. The effects of a combined strength and aerobic exercise program on glucose control and insulin action in women with type 2 diabetes. *Eur J Appl Physiol* 2004;92(4-5):437-442.
29. Gray S, Baker G, Wright A, Fitzsimons C, Mutrie N, Nimmo M. The effect of a 12 week walking intervention on markers of insulin resistance and systemic inflammation. *Preventive Med* 2009;48(1):39-44.
30. Balducci S, Zanuso S, Nicolucci A, Fernando F, Cavallo S, Cardelli P. Anti-inflammatory effect of exercise training in subjects with type 2 diabetes and the metabolic syndrome is dependent on exercise modalities and independent of weight loss. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2010;20(8):608-617.
31. Sigal RJ, Kenny G, Wasserman D, Castaneda-Sceppa C, White R. Physical Activity/Exercise and Type 2 Diabetes. *Diabetes care* 2006;29(6):1433-1438.
32. Yokoyama H, Emoto M, Araki T, Fujiwara S, Motoyama K, Morioka T *et al.*, Effect of Aerobic Exercise on Plasma Adiponectin Levels and Insulin Resistance in Type 2 Diabetes. *Diabetes Care* 2004;27(7):1756-1758.
33. Kadoglou N, Iliadis F, Liapis CD, Perrea D, Angelopoulou N, Alevizos M. Beneficial Effects of Combined Treatment With Rosiglitazone and Exercise on Cardiovascular Risk Factors in Patients With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care* 2007;30(9):2242-2244.
34. Monzillo LU, Hamdy O, Horton ES, Ledbury S, Mullooly C, Jarema C, *et al.* Effect of Lifestyle Modification on Adipokine Levels in Obese Subjects with Insulin Resistance. *Obesity Res* 2003;11(9):1048-1054.
35. Boule N, Haddad E, Kenny G, Wells GA, Sigal RJ. Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. *JAMA* 2001;286(10):1218-1217.
36. Misra A, Alappan N, Vikram N, Goel K, Gupta N, Mittal K, *et al.* Effect of supervised progressive resistance exercise training protocol on insulin sensitivity, glycemia, lipids, and body composition in Asian Indians with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2008;31(7):1282-1291.