



## تأثیر ۱۰ هفته تمرین CX بر حساسیت انسولین و HbA1C در زنان پری دیابتی

محمد رشیدی<sup>۱</sup>، سمیه افضلی فر<sup>۲</sup>

Doi: 10.30495/NSSEM.2023.1982380.1008

### چکیده:

**مقدمه و هدف:** در مطالعه حاضر، اثر ۱۰ ماه تمرین سی ایکس ورکس (CX) بر برخی شاخص های تعیین دیابت در زنان چاق پری دیابتی اندازه گیری شد.

**مواد و روش:** نمونه آماری ۲۴ زن چاق پری دیابتی هستند که به شیوه تصادفی به دو گروه CX و کنترل تقسیم شدند. گروه CX در یک برنامه تمرینات ۱۰ هفته ای CX به تعداد ۳ جلسه در هفته شرکت کرده و گروه کنترل از شرکت در هر گونه فعالیت ورزشی منع شدند. سطوح ناشتایی گلوکز، انسولین، حساسیت انسولین و هموگلوبین گلیکوزیله (HbA1C) و شاخص های آنترپومتریکی در هر دو گروه در شرایط قبل و بعد از دوره تمرینی اندازه گیری شدند. نمونه گیری های خون ناشتا نیز در شرایط قبل و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی با هدف اندازه گیری متغیرهای وابسته در هر دو گروه انجام گرفت.

**نتایج:** ۱۰ هفته تمرین CX به کاهش معنی دار گلوکز، انسولین و هموگلوبین گلیکوزیله و افزایش معنی دار حساسیت انسولین در زنان چاق پری دیابتی در مقایسه با گروه کنترل منجر شد. تمرینات CX همچنین به کاهش معنی دار درصد چربی بدن در مقایسه با گروه کنترل منجر نشد.

**نتیجه گیری:** اجرای تمرینات CX به عنوان یکی از شیوه های جدید تمرین مقاومتی با بهبود شاخص های تعیین دیابت در زنان چاق پری دیابتی همراه است. از این رو، اجرای چنین تمریناتی برای یک دوره نسبتاً طولانی با هدف بهبود نیمرخ گلاسمیک پیشنهاد می شود.

**کلیده واژه ها:** ورزش سی ایکس ورکس، پری دیابت، نیمرخ گلاسمیک، هموگلوبین گلیکوزیله

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزش، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد بجنورد، دانشگاه آزاد اسلامی، بجنورد، ایران.

۲. استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد بجنورد، دانشگاه آزاد اسلامی، بجنورد، ایران.



## **The effect of 10 weeks of CX training on insulin sensitivity and HbA1C in prediabetic women**

Mohamad Rashidi<sup>1</sup>, Somayeh Afzalifar<sup>2</sup>

Doi: 10.30495/NSSEM.2023.1982380.1008

### **Abstract:**

**roduction and purpose:** In this study, the effect of 10 months of CXWorks (CX) training on indicators of diabetes in obese prediabetic women was measured.

**aterials and methods:** The statistical sample is 24 obese peri-diabetic women who were randomly divided into two CX and control groups. The CX group participated in a 10-week CX training program 3 sessions per week, and the control group was prohibited from participating in any sports activities. Fasting levels of glucose, insulin, insulin sensitivity and glycosylated hemoglobin (HbA1C) and anthropometric indices were measured in both groups before and after the training period. Fasting blood samples were taken before and 48 hours after the last training session with the aim of measuring dependent variables in both groups.

**Results:** 10 weeks of CX training led to a significant decrease in glucose, insulin and glycosylated hemoglobin and a significant increase in insulin sensitivity in obese pre-diabetic women compared to the control group. CX training also did not result in a significant decrease in body fat percent compared to the control group.

**Conclusion:** The implementation of CX exercises as one of the new methods of resistance training is associated with the improvement of diabetes indicators in obese pre-diabetic women. Therefore, it is suggested to perform such exercises for a relatively long period with the aim of improving glycemic profile.

**Keywords:** CXWorks exercise, prediabetes, glycemic profile, glycosylated hemoglobin

1. Ph.D Student of Exercise Physiology, Department of Physical Education and Sport Science, Bojnourd Branch, Islamic Azad University, Bojnourd, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Science, Bojnourd Branch, Islamic Azad University, Bojnourd,

## مقدمه:

شواهد علمی به وضوح از چاقی به عنوان مهمترین عامل بروز دیابت نوع ۲ حمایت نموده اند. همچنین چاقی بواسطه افزایش مقاومت به انسولین و افزایش گلوکز خون، شیوع ابتلا به دیابت نوع ۲ را تسریع می بخشد(۱). دیابت نوع ۲ شایع ترین بیماری درون ریز است که ناشی از عدم تحمل گلوکز در اثر تعادل بین ذخایر و تقاضای انسولین می باشد. بیماری قند یا دیابت یک بیماری است که در اثر ناتوانی بدن در تولید انسولین یا کاهش یا عدم اثر انسولین در سوخت و ساز مواد قندی پدید می آید(۲). از طرفی چاقی بویژه در افراد مستعد با شرایط پیش دیابتی یا پره دیابت همراه است. پری دیابت به شرایطی اطلاق می شود که در آن قند خون بالا می رود اما نه به اندازه ای که دیابت تلقی شود. اگرچه پری دیابت تا اندازه ای ریشه در ژنتیک دارد از طرفی، عواملی نظیر کم تحرکی، رژیم های غذایی نامتعرف، استرس همچنین چاقی زمینه را جهت بروز دیابت نوع ۲ فراهم می کند. بطوریکه افراد پری دیابتی از مقاومت انسولین و هموگلوبین گلیکوزیله بالاتری نسبت به افراد سالم برخوردارند.

مقاومت انسولین یا کاهش حساسیت انسولین به عدم پاسخ سلول ها در بافت های مختلف نظیر کبد، بافت چربی و عضلانی به انسولین اطلاق می شود بطوریکه در افراد چاق سالم یا بیمار، سطوح گلوکز خون حتی در حضور انسولین کافی یا افزایش ترشح انسولین افزایش می یابد. تحت این شرایط، در واقع مشکل اصلی سطوح انسولین خون نیست بلکه عدم پاسخ مناسب سلول ها به انسولین موجب افزایش گلوکز خون است(۳). مطالعات کلینیکی به ارتباط متقابل چاقی و مقاومت انسولین اشاره نموده اند. بطوریکه افراد چاق و آنهایی که از سطوح چربی بالاتری برخوردارند دارای مقاومت به انسولین بالاتری نسبت به افراد دارای وزن نرمال هستند(۴). از طرفی، نقش شیوه های تمرینی مختلف بر شاخص های تعیین دیابت در جمعیت های چاق سالم یا بیمار کمابیش مشخص است. بطوریکه ورزش به عنوان یکی از روش های درمانی در جمعیت های چاق و وابسته به چاقی، به کاهش قند خون، هموگلوبین گلیکوزیله و عوامل خطر ساز قلبی-عروقی منجر می شود و از عوارض جبران ناپذیر دیابت نوع ۲ جلوگیری می کند(۵). در این زمینه، در مطالعه کویدی او همکاران(۲۰۰۵) ۶ هفته تمرین شنا به بهبود فاکتورهای موثر در مقاومت انسولین نظیر افزایش بیان ژن آدیپونکتین و GLUT4، کاهش گلوکز، تری گلیسرید و کلسترول تام در رت های دیابتی نوع ۲ منجر شد(۶).

---

<sup>1</sup> . Kouidhi

از طرفی، بین متدهای تمرینی، سی ایکس یک از ورزش های جدید و ناشناخته است که اخیر بویژه در سالن های بدنسازی و تناسب اندام رایج شده است و هدف از این ورزش تمرکز روی بالا تنه و عضلات آن است و هدف اصلی آن نیز تقویت کردن عضلات مرکزی بدن میباشد (۷) با این وجود، بر خلاف دیگر تمرینات ورزشی، تاکنون مطالعه ای که با هدف پاسخ شاخص های تعیین دیابت نظیر مقاومت انسولین و هموگلوبین گلیکوزیله به این شیوه تمرینی در جمعیت های سالم یا بیمار انجام گیرد به چشم نمی خورد. از این رو، تناقض در یافته ها در خصوص سایر مولفه های متابولیکی یا میانجی های التهابی در پاسخ به تمرینات ورزشی در افراد چاق بویژه افراد چاق پری دیابتی از یک سو و عدم وجود مطالعات کافی در خصوص پاسخ یا سازگاری این متغیرها به ورزش سی ایکس از سوی دیگر، زمینه را جهت اجرای مطالعه حاضر با هدف تعیین اثر ۱۰ هفته تمرین سی ایکس بر برخی شاخص های تعیین دیابت در زنان پری دیابتی غیر فعال از اهداف مطالعه حاضر است.

#### مواد و روش ها :

مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح کلی پیش و پس آزمون است.

#### جامعه و نمونه آماری :

جامعه آماری مطالعه نیمه تجربی حاضر را زنان پری دیابتی چاق سطح شهر سمنان تشکیل می دهند. افراد مورد مطالعه در دامنه سنی ۳۰ تا ۴۵ سال قرار دارند. نمونه آماری شامل ۲۴ زن چاق پری دیابتی غیرفعال هستند که بعد از اطمینان از معیارهای ورود به مطالعه به طور هدفمند از بین جامعه آماری جهت شرکت در مطالعه انتخاب می گردند قبل از شروع پژوهش ماهیت، اهداف و خطرات این مطالعه در جلسه حضوری برای آزمودنی ها توضیح داده شد و از آنان جهت شرکت در این مطالعه رضایت نامه کتبی اخذ شد.

#### متغیرهای تحقیق:

متغیرهای مستقل : تمرین CX

متغیرهای وابسته : گلوکز ناشتا، انسولین سرم، حساسیت انسولین، هموگلوبین گلیکوزیله

## - ابزار گردآوری داده ها

- دستگاه سنجش ترکیب بدن OMRON ساخت کشور انگلیس
- کورنومتر کاسیو CASIO مدل PC80 ساخت کشور ژاپن
- قدسنج سکا ساخت کشور آلمان
- گوشی پزشکی لیتمن مدل کلاسیک III ساخت کشور آمریکا
- متر نواری پلاستیکی غیر قابل ارتجاع
- نبض سنج پولار
- تجهیزات آزمایشگاهی نمونه گیری خون
- کیت های آزمایشگاهی سنجش گلوکز، انسولین و هموگلوبین گلیکوزیله (HbA1C)

## - معرفی گروه های مورد مطالعه

- (۱) گروه کنترل: هیچ گونه مداخله ای روی آزمودنی های این گروه انجام نگرفته است. متغیرهای وابسته و زمینه ای در دو وضعیت پیش و پس آزمون در گروه اندازه گیری شدند.
- (۲) گروه CX: در این گروه آزمودنی ها یک دوره تمرینات CX را برای مدت ۱۰ هفته (۳ جلسه در هفته) اجرا نمودند. متغیرهای وابسته و زمینه ای در دو وضعیت پیش و پس آزمون در گروه اندازه گیری شدند.

## - مراحل اجرای طرح

- مرحله اول

در این مرحله ابتدا شاخص های آنتروپومتریکی افراد مورد مطالعه در هر ۴ گروه اندازه گیری شد. به صورتیکه قد افراد بدون کفش و در وضعیت ایستاده طوری که کتف ها از پشت با دیوار مماس باشند اندازه گیری شد. وزن و درصد چربی بدن با استفاده از دستگاه سنجش ترکیب بدن (مدل OMRON ، ساخت کشور فنلاند) ثبت

شد. اندازه های دور شکم و باسن در برجسته ترین نقطه توسط یک متر نواری غیر قابل ارتجاع اندازه گیری شد. با استفاده از مقادیر مربوط به اندازه های قد و وزن، شاخص توده بدن هر شخص محاسبه شد.

- مرحله دوم

افراد مورد مطالعه در هر ۲ گروه بعد ۱۰ تا ۱۲ ساعت گرسنگی شبانه (ناشتا) در محیط آزمایشگاه حضور یافته و پس از ۱۵ دقیقه استراحت، مقدار ۵ سی سی خون از ورید بازویی آنها در حالت نشسته بین ساعت ۸ تا ۹ صبح از آنها گرفته شد (پیش آزمون).

- مرحله سوم

در این مرحله، تمرینات CX برای مدت ۱۰ هفته روی گروه تجربی مورد مطالعه اعمال شد. بطوریکه: در گروه CX، آزمودنی ها یک دوره تمرینات CX را برای مدت ۱۰ هفته (۳ جلسه در هفته) اجرا نمودند. اما در گروه کنترل، آزمودنی ها الگوی زندگی معمول خود را که قبل از مطالعه داشته اند ادامه داده و هیچ گونه مداخله تمرینی روی آنها انجام نگرفت.

- مرحله چهارم

در این مرحله، ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، آزمودنی ها در هر ۲ گروه مورد مطالعه مجدداً پس از ۱۰ تا ۱۲ ساعت گرسنگی شبانه (ناشتا) در آزمایشگاه هماتولوژی حضور یافته و نمونه گیری خون مشابه با مرحله قبل به عمل آمد (پس آزمون). همچنین اندازه گیری های آنتروپومتریکی مشابه با مرحله قبل در همه آزمودنی ها تکرار شد.

پروتکل تمرینات CX

تمرینات CX در جلسات تمرینی ۳۰ دقیقه ای انجام می گیرد. اگرچه توزیع شدت و مدت در جلسات تمرینی این متد تمرینی تاکنون در هیچ مطالعه ای در قالب جدول ارائه نشده است اما این تمرین اصولاً در ۶ مرحله اصلی زیر انجام می گیرد:

گرم کردن : انجام حرکات مختلف کششی تا موجب آماده سازی عضلات شوند.

حرکات قدرتی و استقامتی مربوط به عضلات مرکزی یک: این حرکات معمولا در حالت دراز کش یا معلق بر روی دست ها انجام شود.

حرکات استقامتی ایستاده یک: حرکاتی که در حالت ایستاده انجام میشوند و قسمت بالایی و پایینی بدن را درگیر میکند.

حرکات استقامتی ایستاده دو: این حرکات هم در حالت ایستاده انجام میشوند و بر روی ماهیچه های سرینی، باسن و پا تاثیر میگذارند.

حرکات قدرتی و استقامتی مربوط به عضلات مرکزی دو: این حرکات بر چرخش و تقویت ماهیچه های بیرونی شکم کار میکند.

حرکات قدرتی و استقامتی مربوط به عضلات مرکزی سه: این حرکات بر روی عضلات کمر متمرکز میشوند و باعث تقویت آن نیز میشوند.

در مطالعه حاضر تمرینات CX مطابق با اصول اصلی تمرین انجام شد اما شدت تمرین در هر جلسه بر پایه درجه ای از مقیاس درک فشار کنترل شد. به عبارتی، اگرچه تمرینات اغلب در قالب مقاومتی انجام می گرفت اما میزان شدت تمرین در خلال تمرینات اصلی بر پایه مقیاس درک فشار (شاخص بورگ) کنترل می شد.

### نمونه گیری خون و آنالیز متغیرهای بیوشیمیایی

بر پایه آنچه قبلا اشاره شد نمونه گیری های خون در شرایط پیش و پس آزمون، بعد از ۱۰ تا ۱۲ ساعت گرسنگی شبانه (ناشتا) بین ساعت ۸ تا ۹ صبح انجام گرفت. بطوریکه هر آزمودنی بعد از حضور در آزمایشگاه به مدت ۱۵ دقیقه استراحت نمود. سپس مقدار ۵ سی سی خون از ورید بازویی در حالت نشسته با هدف اندازه گیری گلوکز به روش گلوکز اکسیداز، انسولین به روش الیزا، هموگلوبین گلیکولیزه به روش کالریمتریک (کیت تخصصی، پارس آزمون - تهران) گرفته شد. نمونه های خون بلافاصله پس از نمونه گیری به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۳۵۰۰ RPM جهت جداسازی سرم سانتریفیوژ شدند و تا زمان اندازه گیری در دمای منفی ۸۰ درجه فریز شدند.

## روش های آماری

مقایسه های آماری در محیط نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام گردید. جهت اطمینان از توزیع طبیعی داده ها از آزمون کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد. جهت مقایسه و بررسی تغییرات متغیرها در ۲ گروه پژوهش و در ۲ زمان قبل و بعد از مداخله، ابتدا دلتای هر متغیر را از طریق تفاضل مقادیر عددی پیش و پس آزمون آن متغیر محاسبه شد سپس مقادیر دلتای مربوط به هر متغیر توسط آزمون تی مستقل بین گروه ها با یکدیگر مقایسه شدند. از آزمون تی همبسته نیز جهت تعیین سطح تغییرات درون گروهی استفاده شد. تغییرات کمتر از ۵ صدم معنی دار تلقی می شود..

### یافته ها:

- توصیف متغیرهای زمینه ای در دو وضعیت پیش آزمون در گروه های مورد مطالعه

بر پایه یافته های حاصل از آزمون تی مستقل، تفاوت معنی داری در سطوح پایه (پیش آزمون) هر یک از شاخص های آنترپومتریکی بین گروه های مورد مطالعه مشاهده نشد ( $p > 0.05$ ) (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین و انحراف استاندارد شاخص های آنترپومتریکی در وضعیت پیش آزمون بین گروه های مورد مطالعه

Sig	CX	گروه	
		کنترل	متغیر
۰/۲۳۳	۳۷ ± ۴/۲۳	۳۸/۷ ± ۳/۴۷	سن (سال)
۰/۲۱۴	۱۶۳/۸ ± ۵/۳۲	۱۶۴/۳ ± ۳/۴۱	قد (سانتی متر)
۰/۵۴۶	۸۰/۶۵ ± ۳/۴۲	۸۳/۳۶ ± ۴/۳۴	وزن (کیلوگرم)
۰/۴۵۸	۱۰۷ ± ۱۱	۱۰۷ ± ۶	محیط شکم (سانتی متر)
۰/۲۳۹	۴۱/۳۳ ± ۵/۵۳	۴۴/۳۳ ± ۴/۲۱	درصد چربی بدن
۰/۵۶۸	۳۰/۰۴ ± ۳/۲۹	۳۰/۸۹ ± ۳/۲۸	شاص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)



- تغییرات بین گروهی و درون گروهی شاخص‌های آنترپومتریکی در پاسخ به مداخله تمرین (مقایسه پیش و پس آزمون)

برای مقایسه تغییرات بین گروهی هر یک از شاخص‌های آنترپومتریکی، ابتدا دلتای هر متغیر را از طریق تفاضل مقادیر عددی پیش و پس آزمون آن متغیر محاسبه شد سپس مقادیر دلتای مربوط به هر متغیر توسط آزمون تی مستقل بین گروه‌ها با یکدیگر مقایسه شدند. بر پایه یافته‌های آماری تفاوت معنی داری در هر یک شاخص‌ها بین گروه‌های مورد مطالعه مشاهده نشد (جدول ۲). به عبارتی، اجرای تمرینات CX به تغییر معنی داری در شاخص‌های آنترپومتریکی در گروه‌های مورد مطالعه منجر نشد.

جدول ۲- نتایج آزمون تی مستقل مربوط به تغییرات بین گروهی شاخص‌های آنترپومتریکی

Sig	خطای استاندارد	درجه آزادی	میانگین اختلاف	
۰/۲۱۹	۵۵/۳۳۶	۱	۱۶۲/۲۱۱	وزن (کیلوگرم)
۰/۳۶۵	۵۱/۳۶۵	۱	۱۳۳/۲۵۶	محیط شکم (سانتی متر)
۰/۶۵۸	۵۰/۲۵۶	۱	۲۵۶/۴۵۸	درصد چربی بدن
۰/۴۵۸	۹/۲۵۶	۱	۲۴/۵۲۶	شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)

همچنین جهت تعیین سطح معنی داری تغییرات درون گروهی در هر یک از شاخص‌های آنترپومتریکی بین دو وضعیت پیش و پس آزمون در هر گروه از آزمون تی همبسته استفاده گردید. به طوری که:

در گروه کنترل، تفاوت معنی داری در هیچ یک از شاخص‌های آنترپومتریکی بین دو وضعیت پیش و پس آزمون مشاهده نشد ( $p < ۰/۰۵$ ) (جدول ۳).

جدول ۳- میانگین و انحراف استاندارد شاخص‌های آنترپومتریکی در پیش و پس آزمون در گروه کنترل

متغیر	پیش آزمون	پس آزمون	Sig
وزن (کیلوگرم)	۸۳/۳۶ ± ۴/۳۴	۸۳/۶۹ ± ۴/۳۲	۰/۳۲۵
محیط شکم (سانتی متر)	۱۰۷ ± ۶	۱۰۸ ± ۸	۰/۴۵۴
درصد چربی بدن	۴۴/۳۳ ± ۴/۲۱	۴۴/۶۸ ± ۴/۳۲	۰/۵۲۲
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	۳۰/۸۹ ± ۳/۲۸	۳۱/۰۱ ± ۳/۵۱	۰/۳۶۹

در گروه CX، به غیر از کاهش معنی دار درصد چربی بدن ( $p = 0/031$ )، تفاوت معنی داری در دیگر شاخص‌های آنروپومتریکی بین دو وضعیت پیش و پس از آزمون مشاهده نشد ( $p < 0/05$ ) (جدول ۴).

جدول ۴- میانگین و انحراف استاندارد شاخص‌های آنروپومتریکی در پیش و پس از آزمون در گروه CX

متغیر	پیش آزمون	پس آزمون	Sig
وزن (کیلوگرم)	$80/65 \pm 3/42$	$80/19 \pm 6/31$	0/268
محیط شکم (سانتی متر)	$107 \pm 11$	$104 \pm 8$	0/524
درصد چربی بدن	$41/33 \pm 5/53$	$40/21 \pm 4/26$	0/031
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	$30/04 \pm 3/29$	$29/86 \pm 3/24$	0/329

- مقایسه سطوح پایه متغیرهای وابسته در گروه‌های مورد مطالعه

بر پایه یافته‌های حاصل از آزمون تی مستقل، تفاوت معنی داری در سطوح پایه (پیش از آزمون) هر یک از متغیرهای وابسته بین گروه‌های مورد مطالعه مشاهده نشد ( $p > 0/05$ ) (جدول ۵).

جدول ۵- میانگین و انحراف متغیرهای وابسته در وضعیت پیش از آزمون بین گروه‌های مورد مطالعه

گروه متغیر	کنترل	CX	Sig
گلوکز (mg/dL)	$119 \pm 3$	$119 \pm 3$	0/685
انسولین ( $\mu\text{IU/ml}$ )	$7/53 \pm 0/53$	$7/64 \pm 0/59$	0/617
حساسیت انسولین (HOMA-IS)	$0/59 \pm 0/01$	$0/59 \pm 0/01$	0/879
هموگلوبین گلیکوزیله (%)	$3/28 \pm 0/21$	$3/35 \pm 0/24$	0/419

جدول ۶- نتایج آزمون تی مستقل مربوط به سطوح پایه متغیرهای وابسته بین گروه های مورد مطالعه

متغیر	میانگین اختلاف	درجه آزادی	خطای استاندارد	Sig
گلوکز (mg/dL)	- ۰/۵۰۰	۲۲	۱/۲۱۲	۰/۶۸۵
انسولین (μIU/ml)	۰/۱۱۶۷	۲۲	۰/۲۲۹۸	۰/۶۱۷
حساسیت انسولین (HOMA-IS)	- ۰/۰۰۰۸۳	۲۲	۰/۰۰۵۴۳	۰/۸۷۹
هموگلوبین گلیکوزیله (%)	۰/۰۷۵۰۰	۲۲	۰/۰۹۱۰۹	۰/۴۱۹

- آزمون فرضیه ها  
آزمون تجانس واریانس ها(لوین)

جدول (۷) نتایج آزمون تجانس واریانس ها(لوین) را برای متغیرهای وابسته نمایش می دهد.

جدول ۷- نتایج مربوط به آزمون تجانس واریانس ها (لوین)

متغیر	Sig	F
گلوکز (mg/dL)	۰/۷۲۷	۰/۱۲۵
انسولین (μIU/ml)	۰/۵۳۸	۰/۳۹۱
حساسیت انسولین (HOMA-IS)	۰/۴۳۰	۰/۶۴۶
هموگلوبین گلیکوزیله (%)	۰/۶۷۹	۰/۱۷۶

- آزمون فرضیه اول

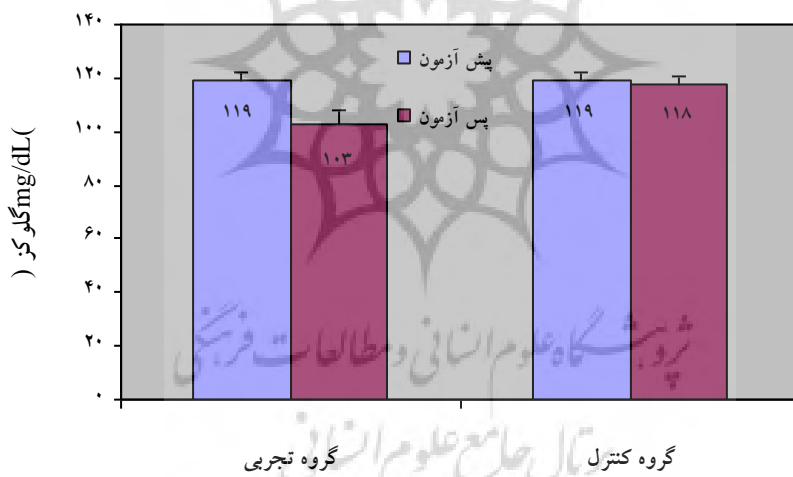
فرض صفر: ۱۰ هفته تمرین CX بر سطوح گلوکز خون در زنان پری دیابتی تاثیر ندارد.

یافته های حاصل از آزمون تی مستقل تفاوت معنی داری را در دلتای گلوکز بین دو گروه نشان داد (۰/۰۰۱ = p). از این رو، فرض صفر مورد تایید قرار نمی گیرد(جدول ۸). به عبارتی، ۱۰ هفته تمرین سی ایکس ورکس به کاهش معنی دار گلوکز منجر می شود. در جدول ۹ به سطوح معنی داری تغییرات درون گروهی گلوکز توسط آزمون تی همبسته اشاره شده است.

جدول ۸: نتایج آزمون تی مستقل برای مقایسه دلتای گلوکز ناشتا در (تفاضل پیش و پس آزمون) بین گروه های تجربی و کنترل							
متغیر	آماره	تعداد	درجه آزادی	ی	اختلاف میانگین	t	Sig
گلوکز (mg/dL)		۲۴	۲۲		- ۱۵/۱۶۶۶۷	- ۷/۸۲۵	۰/۰۰۱

جدول ۹: میانگین و انحراف استاندارد گلوکز ناشتا در شرایط قبل و پس از مداخله تمرین در گروه های مورد مطالعه

متغیر	گروه تجربی		گروه کنترل		Sig
	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	
گلوکز (mg/dL)	۱۱۹ ± ۳	۱۰۳ ± ۵	۱۱۹ ± ۳	۱۱۸ ± ۳	۰/۷۰۰



نمودار ۱: سطوح گلوکز ناشتا در شرایط قبل و پس از مداخله تمرین در گروه های مورد مطالعه

- آزمون فرضیه دوم

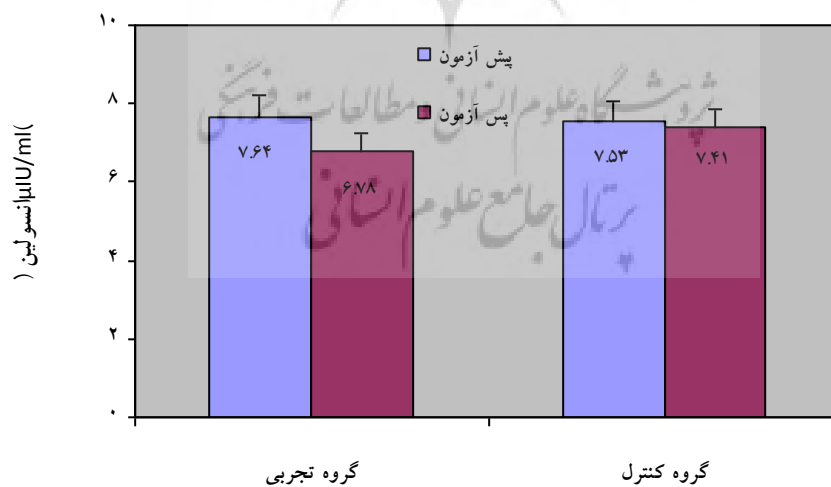
فرض صفر: ۱۰ هفته تمرین CX بر سطوح انسولین سرم در زنان پری دیابتی تاثیر ندارد.

یافته های حاصل از آزمون تی مستقل تفاوت معنی داری را در دلتای انسولین دو گروه نشان داد ( $p = 0.001$ ). از این رو، فرض صفر مورد تایید قرار نمی گیرد (جدول ۱۰). به عبارتی، ۱۰ هفته تمرین سی ایکس ورکس به کاهش معنی دار انسولین منجر می شود. در جدول ۱۱ به سطوح معنی داری تغییرات درون گروهی انسولین توسط آزمون تی همبسته اشاره شده است.

جدول ۱۰: نتایج آزمون تی مستقل برای مقایسه دلتای انسولین سرم (تفاضل پیش و پس آزمون) بین گروه های تجربی و کنترل							
متغیر	آماره	تعداد	درجه آزادی	ی	اختلاف میانگین	t	Sig
انسولین ( $\mu\text{IU/ml}$ )	۲۴	۲۲			- ۰/۷۴۱۶۷	- ۳/۰۵۴	۰/۰۰۶

جدول ۱۱: میانگین و انحراف استاندارد انسولین سرم در شرایط قبل و پس از مداخله تمرین در گروه های مورد مطالعه

متغیر	گروه تجربی		گروه کنترل	
	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون
انسولین ( $\mu\text{IU/ml}$ )	sig	±	sig	±
	۰/۵۹	۰/۴۴ ±	۰/۵۳	۰/۴۴ ±
	۷/۶۴	۶/۷۸	۷/۵۳	۷/۴۱



نمودار ۲: سطوح انسولین سرم در شرایط قبل و پس از مداخله تمرین در گروه های مورد مطالعه

- آزمون فرضیه سوم

فرض صفر: ۱۰ هفته تمرین CX بر سطح حساسیت انسولین در زنان پری دیابتی تاثیر ندارد.

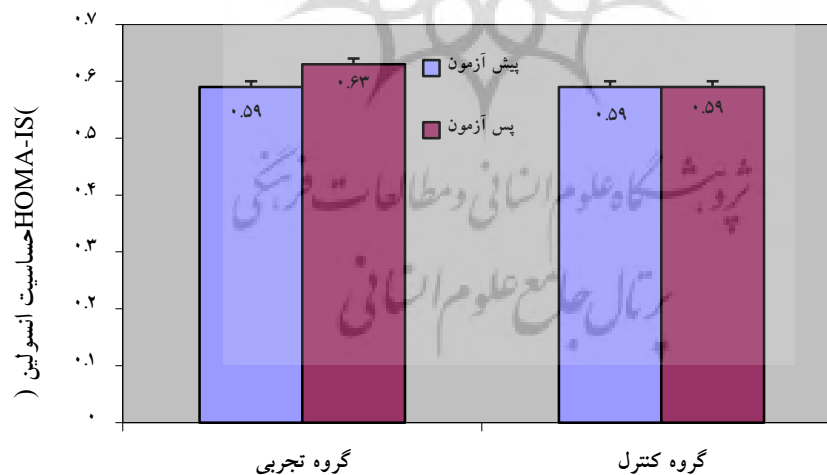
یافته های حاصل از آزمون تی مستقل تفاوت معنی داری را در دلتای حساسیت انسولین دو گروه نشان داد ( $p = 0/001$ ). از این رو، فرض صفر مورد تایید قرار نمی گیرد (جدول ۱۲). به عبارتی، ۱۰ هفته تمرین سی ایکس ورکس به افزایش معنی دار حساسیت انسولین منجر می شود. در جدول ۱۳ به سطوح معنی داری تغییرات درون گروهی حساسیت انسولین توسط آزمون تی همبسته اشاره شده است.

جدول ۱۲: نتایج آزمون تی مستقل برای مقایسه دلتای حساسیت انسولین (تفاضل پیش و پس آزمون) بین گروه های تجربی و کنترل

متغیر	آماره	تعداد	درجه ی آزادی	اختلاف میانگین	t	Sig
حساسیت انسولین (HOMA-IS)	۲۴	۲۲	۰/۰۴۰۰۰	۶/۳۴۳	۰/۰۰۱	

جدول ۱۳: میانگین و انحراف استاندارد حساسیت انسولین در شرایط قبل و پس از مداخله تمرین در گروه های مورد مطالعه

متغیر	گروه تجربی پیش آزمون پس آزمون sig		گروه کنترل پیش آزمون پس آزمون sig	
حساسیت انسولین (HOMA-IS)	۰/۰۱ ±	۰/۰۱ ±	۰/۰۱ ±	۰/۰۱ ±
	۰/۵۹	۰/۶۳	۰/۵۹	۰/۵۹
	۰/۴۳۸		۰/۴۳۸	



نمودار ۳: سطوح حساسیت انسولین در شرایط قبل و پس از مداخله تمرین در گروه های مورد مطالعه

-آزمون فرضیه چهارم

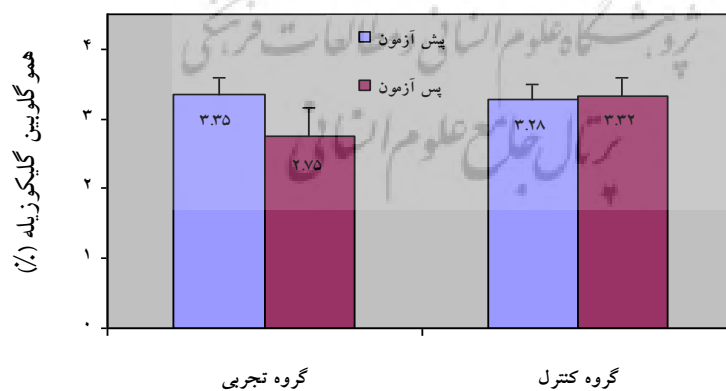
فرض صفر: ۱۰ هفته تمرین CX بر سطوح هموگلوبین گلیکوزیله در زنان پری دیابتی تاثیر ندارد.

یافته های حاصل از آزمون تی مستقل تفاوت معنی داری را در دلتای گلوکز بین دو گروه نشان داد ( $p = 0/001$ ). از این رو، فرض صفر مورد تایید قرار نمی گیرد (جدول ۱۴). به عبارتی، ۱۰ هفته تمرین سی ایکس ورکس به کاهش معنی دار گلوکز منجر می شود. در جدول ۱۵ به سطوح معنی داری تغییرات درون گروهی گلوکز توسط آزمون تی همبسته اشاره شده است.

جدول ۱۴: نتایج آزمون تی مستقل برای مقایسه دلتای HbA1C (تفاضل پیش و پس آزمون) بین گروه های تجربی و کنترل						
متغیر	آماره	تعداد	درجه آزادی	ی	اختلاف میانگین	t
هموگلوبین گلیکوزیله (%)	۲۴	۲۴	۲۲	-	- ۰/۶۴۳۳۳	- ۳/۸۹۸
						۰/۰۰۱

جدول ۱۵: میانگین و انحراف استاندارد HbA1C در شرایط قبل و پس از مداخله تمرین در گروه های مورد مطالعه

متغیر	گروه تجربی		گروه کنترل	
	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون
هموگلوبین گلیکوزیله (%)	۰/۲۴ ± ۳/۳۵	۰/۴۲ ± ۲/۷۵	۰/۲۱ ± ۳/۲۸	۰/۲۷ ± ۳/۳۲
				۰/۵۳۶ ±



نمودار ۴: سطوح HbA1C در شرایط قبل و پس از مداخله تمرین در گروه های مورد

## بحث و نتیجه گیری:

کاهش گلوکز، انسولین و هموگلوبین گلیکوزیله همراه با افزایش حساسیت انسولین از یافته های اصلی مطالعه حاضر است. به عبارتی، ۱۰ هفته تمرین CX به کاهش گلوکز و هموگلوبین گلیکوزیله همراه به افزایش انسولین سرم و حساسیت انسولین در زنان چاق پری دیابتی در مقایسه با گروهی از این جمعیت که در تمرینات شرکت نداشته اند منجر شد. علیرغم عدم تغییر وزن و شاخص توده بدن، بهبود در این شاخص های تعیین دیابت را شاید بتوان به کاهش معنی دار درصد چربی بدن در پاسخ به به تمرینات سی ایکس نسبت داد. در میان مطالعات پیشین، آن دسته از مطالعاتی که تاثیر تمرینات ورزشی را بر سطوح گلوکز ناشتا در جمعیت های سالم یا بیمار بررسی نموده اند بهبود نیمرخ گلیسمیک یا کاهش گلوکز خون را گزارش نموده اند اگرچه مکانیسم اصلی عهده دار این پاسخ هنوز به خوبی شناخته نشده است. همسو با یافته های ما، در مطالعه وی و همکاران (۲۰۱۳)، ۱۰ هفته تمرینات شنای استقامتی با کاهش معنی دار گلوکز ناشتا همراه با افزایش قابل توجه آدیپونکتین در موش های دارای رژیم غذایی پرچرب منجر شد. این یافته ها نشان داد که اجرای تمرینات شنای مداوم با بهبود متابولیسم گلوکز و چربی همراه است که دارای نقش مهمی در بهبود مقاومت انسولین ناشی از رژیم غذایی پر چرب در موش ها منجر می شود (۸). در مطالعه بای و همکاران (۲۰۱۳) نیز ۲ ماه تمرین هوازی به کاهش معنی دار گلوکز ناشتا در دانشجویان دختر و پسر دارای اضافه وزن منجر شد (۹).

همچنین در مطالعه دی رایموندو و همکاران (۲۰۱۳)، ۲۴ هفته تمرین ورزشی در قالب ۱ ساعت قدم زدن روی تردمیل به تعداد ۵ جلسه در هفته به کاهش معنی دار گلوکز و هموگلوبین گلیکوزیله در بیماران دارای سندرم متابولیک منجر شد (۱۰). افزایش سطوح انسولین سرم در افراد چاق نسبت به افراد دارای وزن نرمال توسط مطالعات پیشین گزارش شده است (۱۱). در واقع، ترشح بیشتر انسولین از سلول های بتای پانکراس در

<sup>2</sup> . Wei

<sup>3</sup> . Di Raimondo



افراد چاق به جهت جبران مقاومت انسولین اتفاق می افتد(۱۱). از این رو، این فرضیه مطرح است که اجرای تمرینات ورزشی بواسطه کاهش مقاومت انسولین یا افزایش حساسیت سلول های هدف به انسولین، نیاز به ترشح بیشتر انسولین توسط سلول های بتا در این افراد را کاهش می دهد(۱۱). اما پاسخ های انسولین به تمرینات ورزشی اغلب متناقض گزارش شده اند. بطوریکه در مطالعه تانگ و همکاران(۲۰۰۵)، ۸ هفته تمرین شنا در موش های دیابتی با افزایش بیان ژن GLUT4 و کاهش انسولین ناشتا همراه بود(۱۲). در مطالعه شوو همکاران(۲۰۰۸) نیز یک برنامه کاهش وزن ۱۲ هفته ای در قالب رژیم غذایی و فعالیت ورزشی که به میانگین کاهش ۴ کیلوگرمی وزن بدن در زنان چاق غیر دیابتی منجر شد با کاهش معنی دار سطوح انسولین و گلوکز ناشتا همراه بود(۱۳). افزایش حساسیت انسولین در زنان چاق پری دیابتی از دیگر یافته های اصلی مطالعه حاضر است. به عبارتی ۱۰ هفته تمرین CX با افزایش معنی دار حساسیت انسولین در زنان پری دیابتی که دارای یک الگوی تحرک غیر فعال بوده اند همراه بود. از طرفی، این شاخص در گروه کنترل که در مداخله تمرینی شرکت نداشتند دستخوش تغییر معنی داری نشد.

در این زمینه، برخی مطالعات به یافته های همسو و برخی دیگر عدم تغییر مقاومت یا حساسیت انسولین را به تمرینات ورزشی کوتاه یا طولانی مدت گزارش نموده اند.

همسو با افزایش حساسیت انسولین به عنوان یکی از متغیرهای اصلی در مطالعه حاضر در پاسخ به تمرینات CX، مطالعه دیگری توسط هو و همکاران(۲۰۱۵) نیز با هدف تاثیر ۱۲ ماه برنامه کاهش وزن در قالب محدودیت رژیم غذایی روی مقاومت و حساسیت انسولین و مارکهای التهابی در افراد چاق و دارای اضافه وزن انجام گرفت و نشان داد که برنامه کاهش وزن یک ساله به کاهش معنی دار وزن و توده چربی و درصد چربی

---

4 . Tang

5 . Sheu

6 . Ho

بدن، همچنین کاهش معنی دار مقاومت انسولین همراه با افزایش حساسیت انسولین همراه است (۱۴). اثر بخشی تمرینات CX روی حساسیت انسولین را شاید بتوان به سایر تغییرات ناشی از تمرین نسبت داد. بطوریکه، سامجو<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۱۳) آشکار نمودند که ۳ ماه ورزش هوازی با شدت متوسط به بهبود معرف های استرس اکسیداتیو و همچنین بهبود مقاومت انسولین و نیمرخ التهابی مستقل از کاهش وزن در افراد چاق منجر می شود (۱۵).

این محققان با استناد به یافته های خود اشاره نموده اند که ورزش دارای اثرات درمانی مفید جهت کاهش ریسک فاکتورهای مرتبط با پاتوژنز عملکرد انسولین در افراد چاق می باشد. از طرفی ورزش حداقل از طریق فعال سازی مسیر پروتئین کیناز AMP با عث افزایش حساسیت انسولینی و در نتیجه کاهش مقاومت انسولین می شود. علیرغم این شواهد که با یافته های ما همسو بوده اند برخی مطالعات دیگر عدم همسویی یافته های خود را با یافته های ما گزارش نموده اند. برای مثال، در مطالعه لگات و همکاران (۲۰۱۲)، ۶ جلسه تمرین HIIT در یک دوره دو هفته ای با تغییر معنی داری در حساسیت انسولین در مردان چاق همراه نبود (۱۶). در مطالعه دانگز و همکاران (۲۰۱۳) نیز ۱۲ هفته تمرین استقامتی و مقاومتی با تغییر معنی داری در عملکرد انسولین و انتقال سلولی گلوکز در مردان چاق میانسال همراه نبود (۱۷). در یک مطالعه دیگر (مقدسی، ۲۰۱۳)، ۱۲ هفته قدم زدن به تعداد ۴ روز در هفته که با کاهش معنی دار وزن و چربی احشایی و زیرپوستی همراه بود به تغییر معنی داری در سطوح مقاومت به انسولین در زنان بزرگسال دیابتی نوع ۲ چاق یا دارای اضافه وزن منجر نشد (۱۸). در زمینه سازگاری هموگلوبین گلیکوزیله به تمرینات CX یا سایر شیوه های تمرینی برخی مطالعات روی افراد سالم یا بیمار با نتایجی همسو و برخی با نتایجی ناهمسو با مطالعه حاضر گزارش شده اند. بطوریکه در مطالعه مارکوئیس و همکاران (۲۰۱۵)، ۹ ماه تمرین تناوبی و مقاومتی در ترکیب با رژیم غذایی مدیترانه ای به

7. Samjoo

8. Leggate

9. Donges

تغییری در هموگلوبین گلیکوزیله در افراد چاق میانسال منجر نشد (۱۹). همچنین در مطالعه دیگری ۲۰ هفته فعالیت ورزش در قالب ۳ الی ۵ جلسه با شدت ۷۰ درصد  $VO_2max$  در هفته به تغییری در  $HbA1C$  منجر نشد (۲۰). از طرفی، در مطالعه عبدقادر و همکاران (۲۰۱۳)، ۱۲ هفته تمرین هوازی با شدت متوسط به بهبود  $HbA1C$  در بیماران دیابتی نوع ۲ منجر شد (۲۱). در مطالعه سولومون و همکاران (۲۰۱۳)، ۱۲ هفته تمرین هوازی به کاهش معنی دار سطوح هموگلوبین گلیکوزیله و افزایش ۹۰ درصدی حساسیت انسولین در افراد دیابتی نوع ۲ منجر شد (۲۲).

در یک جمع بندی، اگرچه اغلب مطالعاتی که در خصوص اثرات آنها بر شاخص های تعیین دیابت در جمعیت های چاق سالم یا بیمار ذکر شد از نوع هوازی، مقاومتی، تناوبی یا ترکیبی بودند که اغلب یافته ها نیز متناقض گزارش شده اند اما تاکنون مطالعه ای که مستقیماً اثر تمرینات CX را بر این مولفه های تعیین دیابت گزارش نماید به چشم نمی خورد که البته به دلیل استفاده از این شیوه تمرینی به عنوان یک متد تمرینی جدید است. از طرفی، با توجه به ماهیت تمرین CX از آن می توان به عنوان یکی از انواع تمرینات تناوبی قلمداد نمود. بر پایه این شواهد نتایج مطالعه حاضر را شاید بتوان به این صورت گزارش نمود که اجرای تمرینات CX به عنوان یک شیوه نوین از تمرینات مقاومتی به بهبود شاخص های تعیین دیابتی در زنان چاق پری دیابتی منجر می شود.

#### - نتیجه گیری

علیرغم عدم وجود شواهد کافی در خصوص پاسخ یا سازگاری شاخص های تعیین دیابت در افراد پره دیابتی به تمرینات CX، یافته های مطالعه حاضر از تاثیر بالقوه تمرینات این شیوه تمرینی بر این متغیرها در این جمعیت حمایت می کند. به عبارتی، ۱۰ هفته تمرین CX به تعداد ۳ جلسه در هفته با حساسیت انسولین و کاهش قابل توجه گلوکز ناشتا و هموگلوبین گلیکوزیله در زنان چاق پره دیابتی همراه است. از این رو، علیرغم مطالعات کافی

در خصوص این شیوه تمرینی اما اجرای آن با هدف بهبود نیمرخ گلیسیمیک در زنان پری دیابتی پیشنهاد می شود.

References:

1. Maggio CA, Pi-Sunyer FX. The prevention and treatment of obesity: Application to type 2 diabetes. *Diabetes Care* 1997; 20: 1744-1766.
2. Kaplan NM. Hypertension and diabetes. *J Hum Hypertens*. 2002; 16 Suppl 1: 56- 60.
3. Silha JV, Krsek M, Skrha JV, Sucharda P, Nyomba BL, Murphy LJ. Plasma resistin, adiponectin and leptin levels in lean and obese subjects: correlations with insulin resistance. *Eur J Endocrinol*. 2003 Oct; 149(4):331-5.
4. Alexandraki K, Piperi C, Kalofoutis C, Singh J, Alaveras A, Kalofoutis A. Inflammatory process in type 2 diabetes: The role of cytokines. *Ann N Y Acad Sci*. 2006 Nov; 1084: 89-117.
5. Martinus R, Carban R, Wackerhage H, Atkins S, Singh J. Effect of psychological intervention on exercise adherence in type 2 Diabetes subjects. *J Ann New York Acad Sci* 2006; 1084:350–60.
6. Kouidhi S, Jarboui S, Marrakchi R, Clerget Froidevaux MS, Seugnet I, Abid H et al. Adiponectin expression and metabolic markers in obesity and type 2 diabetes. *J Endocrinol Invest*. 2010 Jul 22. [Epub ahead of print].
7. Vanltallie TB. Resistance to weight gain during overfeeding: a NEAT explanation. *Nutr Rev*. 2001; 59: 48–51.
8. Wei SS, Liang DD. *Zhongguo Ying Yong Sheng Li Xue Za Zhi*. The effect of exercises on TNF-alpha, IL-6 and adiponectin in different fat diet rats 2013 May; 29(3):280-2.
9. Bai Y, Zhang J, Jiang S, Sun J, Zheng C, Wang K, Qian J, Nie L. Effects of the body fat mass and blood sugar and plasma resistin to slim exercise prescription for overweight and obesity students. *Wei Sheng Yan Jiu*. 2013 Jul; 42(4):538-42, 549.
10. Di Raimondo D, Tuttolomondo A, Buttà C, Casuccio A, Giarrusso L, Miceli G, Licata G, Pinto A. Metabolic and anti-inflammatory effects of a home-based programme of aerobic physical exercise. *Int J Clin Pract*. 2013 Dec; 67(12):1247-53.
11. Kriketos AD, Gan SK, Poynten AM, Furler SM, Chisholm DJ, Campbell LV. Exercise increases adiponectin levels and insulin sensitivity in humans. *Diabetes Care* 2004; 27: 629–630.
12. Tang Z, Yuan L, Gu C, Liu Y, Zhu L. Effect of exercise on the expression of adiponectin mRNA and GLUT4 mRNA in type 2 diabetic rats. *J Huazhong Univ Sci Technolog Med Sci*. 2005; 25(2):191-3, 201.
13. Sheu WH, Chang TM, Lee WJ, Ou HC, Wu CM, Tseng LN ET AL. Effect of weight loss on proinflammatory state of mononuclear cells in obese women. *Obesity (Silver Spring)*. 2008 May; 16(5):1033-8.

14. Ho TP, Zhao X, Courville AB, Linderman JD, Smith S, Sebring N, Della Valle DM, Fitzpatrick B, Simchowitz L, Celi FS. Effects of a 12-month moderate weight loss intervention on insulin sensitivity and inflammation status in nondiabetic overweight and obese subjects. *Horm Metab Res.* 2015 Apr;47(4):289-96.
15. Samjoo IA, Safdar A, Hamadeh MJ, Raha S, Tarnopolsky MA. The effect of endurance exercise on both skeletal muscle and systemic oxidative stress in previously sedentary obese men. *Nutr Diabetes.* 2013 Sep 16; 3:88.
16. Leggate M, Carter WG, Evans MJ, Vennard RA, Sribala-Sundaram S, Nimmo MA. Determination of inflammatory and prominent proteomic changes in plasma and adipose tissue after high-intensity intermittent training in overweight and obese males. *J Appl Physiol (1985).* 2012 Apr; 112(8):1353-60.
17. Donges CE, Duffield R, Guelfi KJ, Smith GC, Adams DR, Edge JA. Comparative effects of single-mode vs. duration-matched concurrent exercise training on body composition, low-grade inflammation, and glucose regulation in sedentary, overweight, middle-aged men. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2013 Jul; 38(7):779-88.
18. Kozakova M, Balkau B, Morizzo C, Bini G, Flyvbjerg A, Palombo C. Physical activity, adiponectin, and cardiovascular structure and function. *Heart Vessels.* 2013 Jan; 28(1):91-100.
19. Nishida Y, Hara M, Sakamoto T, Shintani K, Kawai S, Naito M, Hamajima N, Kadota A, Suzuki S, Ibusuki R, Hirata A, Yamaguchi M, Kuriyama N, Oze I, Mikami H, Kubo M, Tanaka H; Japan Multi-Institutional Collaborative Cohort (J-MICC) Study Group. Influence of cigarette smoking and inflammatory gene polymorphisms on glycated hemoglobin in the Japanese general population. *Prev Med Rep.* 2016 Mar 24; 3: 288-95.
20. Marquis-Gravel G, Hayami D, Juneau M, Nigam A, Guilbeault V, Latour É, Gayda M. Intensive lifestyle intervention including high-intensity interval training program improves insulin resistance and fasting plasma glucose in obese patients. *Prev Med Rep.* 2015 Apr 28; 2:314-8.
21. Lakhdar N1, Ben Saad H, Denguezli M, Zaouali M, Zbidi A, Tabka Z, Bouassida A. Effects of intense cycling training on plasma leptin and adiponectin and its relation to insulin resistance. *Neuro Endocrinol Lett.* 2013; 34(3):229-35.
22. Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Castaneda-Sceppa C. 2004. Physical Activity/Exercise and Type 2 Diabetes. *Diabetes Care* 27(10), 2518-39.