

## تمرینات ورزشی و دیابت ملیتوس نوع ۲: مروری بر شواهد

عباس صارمی \*

- دانشگاه اراک، دانشکده علوم انسانی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، کد پستی ۳۸۱۵۶  
\* پست الکترونیک نویسنده مسئول: a-saremi@araku.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۰/۲۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۵/۲۴

### چکیده

دیابت ملیتوس نوع ۲ یک معضل مهم برای سلامت عمومی است که بیش از ۲۸۵ میلیون نفر در دنیا به آن مبتلا هستند. بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی، در سال ۲۰۰۰ میلادی تقریباً ۲ میلیون ایرانی دارای دیابت بوده اند. پیش بینی شده است تا سال ۲۰۳۰ تعداد افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ به ۶/۴ میلیون نفر افزایش یابد. تمرینات ورزشی نقش حیاتی در پیشگیری و کنترل دیابت نوع ۲ بازی می کند. از آنجایی که نشان داده شده است فعالیت بدنی از پیشرفت دیابت نوع ۲ جلوگیری می کند، بنابراین برنامه های ورزشی مناسب باید بیشتر در سیستم های مراقبت بالینی افراد در معرض دیابت نوع ۲ قرار گیرد. در این مقاله بطور مختصر مسیرهای پاتوفیزیولوژیک بیماری دیابت نوع ۲ مرور می شود. سپس با جزئیات بیشتر مزایای تمرین درمانی بر کنترل گلیسمیک و ریسک فاکتورهای قلبی عروقی در بیماری دیابت نوع ۲، همراه با توصیه هایی برای شرکت در برنامه های ورزشی بحث خواهد شد.

**واژگان کلیدی:** کنترل گلیسمیک، عمل انسولین، فعالیت بدنی، دیابت نوع ۲

## مقدمه

دیابت نوع ۲ یک بیماری متابولیکی اپیدمیک است که بر اساس تخمین‌های ارائه شده حدود ۵ تا ۸ درصد افراد بزرگسال دنیا به آن مبتلا هستند. فدراسیون بین‌المللی دیابت تعداد افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ را در سال ۲۰۱۰، ۲۸۵ میلیون نفر در دنیا گزارش کرد و پیش‌بینی می‌کند تا سال ۲۰۳۰ به ۴۳۸ میلیون نفر برسد. در دنیا هزینه مستقیم و غیرمستقیم بیماری دیابت ۱۷۴ میلیارد دلار در سال گزارش شده است (۱). خطر مرگ و میر زودرس، بیماری‌های قلبی، کلیوی، عصبی و نابینایی در افراد دیابتی دو برابر افراد غیردیابتی است (۲). جدا از بیماران دیابتی، یک دسته از افراد نیز وجود دارند که کنترل گلوکز خون آنها غیرطبیعی است، هرچند ملاک‌های تشخیصی دیابت در آنها وجود ندارد، از این افراد بعنوان پیش‌دیابتی (Prediabetes) نام برده می‌شود. پیش‌دیابتی بصورت بیماری تعریف می‌شود که وضعیت گلوکز ناشتا (۱۰۰ تا ۱۲۵ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) و تحمل گلوکز (۲ ساعت گلوکز ۱۴۰ تا ۱۹۹ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) آنها مختل شده باشد و در صورت عدم درمان بزودی به دیابت نوع ۲ مبتلا می‌شوند (۳).

اگرچه فعالیت بدنی منظم ممکن است در پیشگیری و درمان دیابت و عوارض ناشی از آن نقش داشته باشد، اما بیشتر افراد در معرض دیابت نوع ۲ غیرفعال هستند. از سویی، علی‌رغم اهمیت فعالیت ورزشی در بهبود شرایط دیابت، بحث‌های زیادی در مورد تجویز برنامه ورزشی برای سلامت این افراد وجود دارد. در این مقاله مروری سعی بر این است که پس از فراهم نمودن آگاهی در مورد اثرات مفید ورزش در دیابتی‌های نوع ۲، دستورالعمل‌هایی در مورد تجویز برنامه تمرینی برای این افراد ارائه شود.

## تشخیص، دسته‌بندی و علت‌شناسی دیابت: اخیراً انجمن

دیابت آمریکا (American diabetes association) چهار ملاک زیر را برای تشخیص دیابت معرفی کرده است: ۱- مقدار هموگلوبین گلیکوزیله (Glycosylated hemoglobin) ( $A_{1c}$ ) ۶/۵ درصد یا بالاتر، ۲- گلوکز ناشتای بالاتر از ۱۲۶ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر، ۳- گلوکز پلاسمایی ۲ ساعته بالاتر از ۲۰۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر حین یک آزمون تحمل گلوکز خوراکی با استفاده از ۷۵ گرم گلوکز و ۴- علائم افزایش گلوکز خون (Hyperglycemia) از جمله افزایش حجم ادرار (Polyuria)، تشنگی بیش از حد (Polydipsia) و کاهش وزن بی‌دلیل. از

سویی، پیش‌دیابتی‌ها بصورت  $A_{1c}$  حدود ۵/۷ تا ۶/۴ درصد، گلوکز ناشتای ۱۰۰ تا ۱۲۵ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر و اختلال در تحمل گلوکز، یعنی گلوکز پلاسمایی ۲ ساعته ۱۴۰ تا ۱۹۹ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر پس از بارگیری گلوکز، مشخص می‌شوند (۴).

دیابت به دو شکل کلی شیرین (Diabetes mellitus) و بی‌مزه (Diabetes insipidus) دسته‌بندی می‌شود. دیابت بی‌مزه یک اختلال در سیستم هورمونی است که در آن اغلب کمبود هورمون ضد ادراری که به طور طبیعی از غده هیپوفیز خلفی ترشح می‌شود، وجود دارد. در دیابت بی‌مزه هیچ اختلالی در قند خون وجود ندارد و فقط به دلیل افزایش حجم ادرار به دیابت شباهت دارد. دیابت شیرین به دو شکل اصلی نوع ۱ و نوع ۲ دسته‌بندی می‌شود. در دیابت نوع ۱ که حدود ۵ تا ۱۰ درصد موارد را شامل می‌شود، بیماری حاصل اختلال در سیستم ایمنی سلول‌های تولیدکننده انسولین در پانکراس است. دیابت نوع ۲ که تقریباً ۹۰ تا ۹۵ درصد موارد دیابت را شامل می‌شود که ناشی از ناتوانی سلول‌های عضلانی برای پاسخ به انسولین (مقاومت به انسولین) است. نوع دیگر و کمتر متداول این بیماری، دیابت بارداری (Gestational diabetes) است که در دوران بارداری اتفاق می‌افتد و با احتمال ۴۰ تا ۶۰ درصد، این افراد در ادامه زندگی به دیابت نوع ۲ مبتلا می‌شوند. عوامل ژنتیک و محیطی بطور قوی در توسعه دیابت نوع ۲ درگیر هستند. نواقص ژنتیکی پیچیده‌اند و بخوبی مشخص نیستند، اما خطر دیابت نوع ۲ با افزایش سن، چاقی و بی‌حرکتی افزایش می‌یابد. در حالیکه دیابت نوع ۱ نتیجه نقص در سیستم ایمنی سلول‌های تولیدکننده انسولین در پانکراس است. از این رو، با توجه به اینکه ورزش با کاهش علائم سندروم متابولیک همراه است، احتمالاً اثرات تمرین ورزشی بر بهبود وضعیت دیابت نوع ۲ مشهودتر خواهد بود (۵).

## هدف‌های درمانی در دیابت نوع ۲: هدف درمان در دیابت

نوع ۲ رسیدن و حفظ گلوکز، چربی و فشار خون بهینه برای پیشگیری یا به تاخیر انداختن معضلات مزمن مرتبط با دیابت و همچنین بهبود کیفیت زندگی در این بیماران است. بسیاری از بیماران دیابتی نوع ۲ می‌توانند گلوکز خون خود را از طریق برنامه ریزی مناسب غذایی، برنامه منظم ورزشی، کاهش وزن، مزاد، انجام رفتارهای خود مراقبتی و دریافت دارو کنترل کنند. البته برخی دیگر نیاز به دریافت انسولین یا داروهای شبه انسولینی دارند. رژیم غذایی و فعالیت بدنی محور مدیریت و

گلیکوژنولیز عضلانی افزایش می‌دهد. از آنجا که هر دو مسیر مجزا از یکدیگر هستند، جذب گلوکز خون به عضله در حال فعالیت در افراد دیابتی نوع ۲ که جذب وابسته به انسولین آنها دچار نقص است، طبیعی است. جذب گلوکز به عضله حتی بعد از ورزش نیز بالا است، زیرا مسیرهای تحریک کننده جذب گلوکز ساعت‌ها بعد از ورزش فعال باقی می‌مانند (۸).

انتقال گلوکز به عضله اسکلتی از طریق پروتئین‌های ناقل گلوکز (Glucose transporter proteins) انجام می‌شود و ناقل گلوکز ۴ (Glucose transporter 4) (GLUT4) مهمترین ایزوفورم در عضله اسکلتی است که فعالیت آن تحت تاثیر انقباض و انسولین است. انسولین جابجایی GLUT4 از عمق به سطح سلول را از طریق آبشارهای سیگنالی پیچیده فعال می‌کند. درحالیکه انقباض عضلانی از طریق فعال سازی پروتئین کیناز فعال شده با AMP (AMP- activated protein kinase) باعث جابجایی GLUT4 از عمق به سطح سلول می‌شود. عموماً در افراد دیابتی نوع ۲ جابجایی GLUT4 از عمق به سطح سلول که توسط انسولین تحریک می‌شود، مختل می‌باشد. هر دوی تمرین هوازی و مقاومتی، فراوانی GLUT4 و جذب گلوکز را حتی در بیماران دیابتی نوع ۲ افزایش می‌دهند (۹).

**جمع‌بندی مبتنی بر شواهد:** جذب گلوکز به عضله اسکلتی حین استراحت عمدتاً توسط تحریک انسولین صورت می‌گیرد که در افراد دیابتی مختل است، در حالیکه انقباض عضلانی انتقال گلوکز را از طریق بهبود حساسیت انسولینی و سازوکارهای مضاعف مجزا تحریک می‌کند.

### ۳- کنترل گلیسمیک پس از ورزش - سطوح گلوکز خون:

**اثرات ورزش هوازی:** حین ورزش با شدت متوسط در افراد غیردیابتی، بالا رفتن جذب گلوکز توسط بافت‌های محیطی (عضله اسکلتی) با افزایش تولید گلوکز کبدی هماهنگ است. نتیجه اینکه گلوکز خون حین ورزش دراز مدت تغییر نمی‌کند (۶). در افراد دیابتی نوع ۲ حین انجام ورزش متوسط (تمرین با ۴۵ تا ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه) استفاده از گلوکز خون توسط عضلات بیش از تولید گلوکز کبدی افزایش می‌یابد و در نتیجه گلوکز خون روند کاهشی خواهد داشت. سطوح انسولین پلاسمایی به طور طبیعی کاهش می‌یابد، بنابراین خطر کاهش گلوکز خون حین ورزش‌های درازمدت در افرادی که انسولین یا محرک‌های انسولین دریافت نمی‌کنند ناچیز است. اثرات یک نوبت ورزش هوازی بر عمل انسولین با توجه به مدت، شدت و

پیشگیری از دیابت نوع ۲ هستند و وقتی از مداخلات دارویی استفاده می‌شود آنها باید به تقویت تعدیل‌های روش زندگی (ورزش و رژیم غذایی) کمک کنند، نه اینکه جایگزین آنها شوند (۲).

## اثرات آنی ورزش

۱- **متابولیسم مواد سوختی حین ورزش:** حفظ گلوکز طبیعی خون حین استراحت و ورزش به هماهنگی و یکپارچگی اعصاب سمپاتیک و سیستم درون ریز بستگی دارد. انقباض عضلانی جذب گلوکز خون به عضلات را افزایش می‌دهد، اگرچه سطوح گلوکز خون معمولاً از طریق تولید گلوکز طی فرایند گلیکوژنولیز (Glycogenolysis) و گلوکونئوژنز (Gluconeogenesis) کبدی و فراخوانی مواد سوختی دیگر، از جمله اسیدهای چرب آزاد حفظ می‌شود (۶). چندین عامل بر استفاده از منابع سوختی حین ورزش موثر هستند، البته مهمترین آنها شدت و مدت فعالیت است. فعالیت بدنی موجب تغییر سوبسترا از اسیدهای چرب آزاد (سوخت غالب حین استراحت) به گلوکز، گلیکوژن عضله، چربی و به مقدار کمتر اسیدهای آمینه می‌شود (۷). با افزایش شدت ورزش اتکا به کربوهیدرات‌ها (موجود در خون و عضله) بیشتر می‌شود. در اوایل ورزش، گلیکوژن حجم زیادی از سوخت عضله در حال فعالیت را فراهم می‌کند، بطوریکه ذخایر گلیکوژن تخلیه می‌شود و همچنین جذب گلوکز از خون و اسیدهای چرب آزاد شده از بافت چربی افزایش می‌یابد. ذخایر چربی درون عضلانی منبع در دسترس تری از چربی حین فعالیت‌های درازمدت ورزشی هستند. همچنان که مدت ورزش ادامه می‌یابد، تولید گلوکز از گلیکوژنولیز کبدی به گلوکونئوژنز جابجا می‌شود (۶).

**جمع‌بندی مبتنی بر شواهد:** فعالیت بدنی باعث افزایش جذب گلوکز به عضلات فعال می‌شود و تولید کبدی گلوکز به حفظ گلوکز خون کمک می‌کند. از سویی، با افزایش شدت ورزش اتکا عضلات فعال به کربوهیدرات بالا می‌رود.

### ۲- جذب گلوکز وابسته به انسولین و بدون وابسته به

**انسولین حین ورزش:** دو مسیر خوب شناخته شده در مورد تحریک جذب گلوکز توسط عضله وجود دارد. در حین استراحت، جذب گلوکز توسط عضله وابسته به انسولین است و نقش اصلی آن بازسازی ذخایر گلیکوژن عضله می‌باشد. هنگام ورزش، انقباض‌های عضلانی جذب گلوکز خون را برای کمک به

آنی یک نوبت ورزش هوازی بهبود عمل انسولین است، بطوریکه در بیشتر افراد متعاقب یک جلسه ورزش با شدت متوسط سطوح گلوکز خون برای ۲ تا ۷۲ ساعت کاهش پیدا می‌کند. برای مثال گورمن و همکاران (۱۳) نشان دادند تا ۱۶ ساعت پس از یک جلسه تمرین هوازی گلوکز خون کاهش می‌یابد و مسیرهای سیگنالی درگیر در جذب گلوکز به درون عضله اسکلتی فعال هستند. کاهش گلوکز خون به مدت و شدت ورزش، وضعیت تمرینی و وضعیت دیابت فرد بستگی دارد. اگرچه تمرین ورزشی به طور کلی موجب افزایش جذب گلوکز و تحریک اکسیداسیون چربی می‌شود، اما فعالیت بدنی طولانی مدت و شدیدتر باعث بهبود دراز مدت تر عمل انسولین می‌شود (۱۴). بطوریکه در یک مطالعه نشان داده شد بهبودهای آنی در حساسیت انسولین زنان دیابتی نوع ۲ حین پیاده روی با شدت کم و با شدت بالا (با مقدار انرژی مصرفی یکسان) مشابه بود، البته این بهبودها متاثر از سن و وضعیت تمرین است. برای مثال اگرچه ۳ جلسه تمرین هوازی متوسط تا شدید در هفته برای ۶ ماه موجب بهبود عمل انسولین در هر دوی زنان جوان و مسن می‌شود، اما ماندگاری اثر تنها در گروه زنان جوان بود (۷۲ تا ۱۲۰ ساعت) (۱۵).

**جمع‌بندی مبتنی بر شواهد:** فعالیت بدنی بطور آنی موجب بهبود عمل انسولین می‌شود که از ۲ تا ۷۲ ساعت ماندگار است.

### اثرات دراز مدت تمرین ورزشی

**۱- سطوح گلوکز خون و مقاومت به انسولین:** بطور مرسوم برای پیشگیری و درمان دیابت تمرین هوازی تجویز می‌شود. حتی یک ساعت تمرین هوازی در هفته می‌تواند حساسیت انسولینی را در افراد دیابتی نوع ۲ بهبود بخشد. تمرین می‌تواند پاسخ عضله اسکلتی به انسولین را از طریق افزایش بیان و یا فعالیت پروتئین‌های درگیر در متابولیسم و سیگنالینگ انسولین بالا ببرد. بطوریکه تمرین متوسط هوازی فعالیت گلیکوژن سنتاز و بیان GLUT4 را افزایش می‌دهد. همچنین اکسیداسیون چربی یک جنبه کلیدی در بهبود عمل انسولین است و تمرین ورزشی ذخایر چربی عضلات و ظرفیت اکسیداسیون چربی را افزایش می‌دهد (۱۶ و ۱۷).

وضعیت تمرینی یک فرد، استفاده از کربوهیدرات حین فعالیت هوازی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. انجام چند هفته تمرین هوازی استفاده از چربی را حین فعالیت مشابه افزایش می‌دهد که این عمل موجب صرفه‌جویی در گلیکوژن عضله و گلوکز خون

رژیم غذایی بعد متفاوت است. به هر حال، یک وهله ورزش هوازی عمل انسولین و تحمل گلوکز (Glucose tolerance) را برای ۲۴ تا ۴۸ ساعت افزایش می‌دهد (۱۰). هنگام ورزش هوازی شدید و کوتاه مدت سطوح کاتکولامین‌های پلازما به طور قابل توجه افزایش می‌یابد که منجر به افزایش در تولید گلوکز می‌شود. بنابراین در چنین فعالیت‌هایی افزایش گلوکز خون می‌تواند ایجاد شود و برای ۱ تا ۲ ساعت ادامه یابد چرا که سطوح پلاسمایی کاتکولامین‌ها و تولید گلوکز بلافاصله بعد از قطع ورزش به سطح طبیعی باز نمی‌گردد (۱۱).

**جمع‌بندی مبتنی بر شواهد:** ورزش هوازی با شدت متوسط، عمل انسولین و جذب گلوکز توسط عضلات اسکلتی را بطور موقت بهبود می‌بخشد. در این شرایط و بدون استفاده از انسولین برون زا (Exogenous) خطر کاهش گلوکز خون ضعیف است. هر چند به دنبال فعالیت بدنی شدید می‌تواند افزایش گلوکز خون موقت اتفاق بیافتد.

**اثرات تمرین مقاومتی:** در مورد اثرات آنی تمرین مقاومتی بر سطوح گلوکز خون افراد دیابتی نوع ۲ نسبت به تمرین هوازی شواهد کمتری وجود دارد. در افراد با شرایط پیش دیابتی (سطح گلوکز ۱۰۰ تا ۱۲۵ میلی گرم بر دسی لیتر) تمرین مقاومتی منجر به کاهش گلوکز خون ناشتا تا ۲۴ ساعت بعد می‌شود. البته کاهش بیشتری در پاسخ به تمرین مقاومتی با حجم بالا (چند ست در مقابل یک ست در هر جلسه) و شدید مشاهده شده است (۱۲). در مجموع، در افراد دیابتی نشان داده شده است که تمرین مقاومتی از طریق افزایش بیان GLUT-4، گلیکوژن سنتاز، آدیپونکتین و کاهش TNF- $\alpha$  منجر به بهبود حساسیت انسولینی می‌شود. بر خلاف تمرین هوازی، شدت‌های بالاتر تمرین مقاومتی (۳ ست ۸ تا ۱۰ تکراری با ۷۵ تا ۸۵ درصد 1RM) توسط افراد دیابتی قابل تحمل است و دارای مزایای زیادی برای این افراد می‌باشد.

**جمع‌بندی مبتنی بر شواهد:** گزارش در مورد اثرات آنی تمرین مقاومتی در دیابتی های نوع ۲ محدود است، اما در افراد پیش دیابتی یک جلسه تمرین مقاومتی منجر به کاهش گلوکز خون برای ۲۴ ساعت می‌شود.

### ۴- مقاومت به انسولین:

**تغییرات آنی در مقاومت به انسولین عضلانی:** بیشتر مزایای فعالیت بدنی در مدیریت و پیشگیری از دیابت نوع ۲ به بهبود آنی و درازمدت عمل انسولین مربوط می‌شود. یکی از اثرات مهم

بررسی بر روی افراد دیابتی مشاهده شد که کاهش دریافت غذایی و انجام فعالیت هوازی باعث کاهش تری گلیسرید و LDL-کلسترول و افزایش HDL-کلسترول می‌شود، درحالی‌که در گروه رژیم غذایی به تنهایی فقط LDL-کلسترول کاهش یافت. بطور کلی مداخلات روش زندگی که با کاهش ۵ کیلوگرمی وزن بدن همراه است، به بهبود نیم رخ چربی خون منجر می‌شود (۲۷).

**جمع‌بندی مبتنی بر شواهد:** پاسخ چربی‌های خون به تمرین به خوبی روشن نیست، اما ممکن است با کاهش جزئی در LDL-کلسترول و عدم تغییر در HDL-کلسترول و تری گلیسرید همراه باشد. اما ترکیب کاهش وزن و فعالیت بدنی نسبت به تمرین ورزشی به تنهایی در بهبود نیم رخ چربی خون موثرتر است.

**۳- پر فشار خونی:** پر فشار خونی یکی از معضلاتی است که حدود ۶۰ درصد دیابتی‌های نوع ۲ با آن مواجه هستند (۲۸). خطر مشکلات قلبی عروقی در افراد دیابتی مبتلا به پر فشار خونی ۶۶ تا ۱۰۰ درصد بیشتر از افراد دیابتی دیگر است (۲۹). هر دو تمرین هوازی و مقاومتی فشار خون را در افراد غیر دیابتی کاهش می‌دهند (۱ و ۲). بیشتر مطالعات نشان می‌دهند که هر دو شیوه تمرینی فشار خون را در افراد دیابتی نیز کاهش می‌دهند. در چندین مطالعه خوب کنترل شده گزارش شده است که متعاقب تمرین ورزشی، فشار خون سیستولیک کاهش می‌یابد، اما فشار خون دیاستولیک تغییری نمی‌کند (۳۱ و ۳۰). در یک مطالعه توسط انجمن دیابت آمریکا مشخص شد متعاقب ورزش و کاهش وزن هر دوی فشار خون سیستولیک و دیاستولیک در دیابتی‌های نوع ۲ کاهش می‌یابد (۳۲)، البته در مطالعاتی نیز گزارش شده است که فشار خون متعاقب ورزش در دیابتی‌ها تغییر نمی‌کند (۳۳).

**جمع‌بندی مبتنی بر شواهد:** تمرین هوازی ممکن است تا حدی فشار خون سیستولیک را کاهش دهد، اما کاهش در فشار خون دیاستولیک متعاقب ورزش در افراد دیابتی نوع ۲ کمتر متداول است.

**۴- مرگ و میر و خطر امراض قلبی عروقی:** دیابت یکی از اصلی‌ترین علل بیماری‌های قلبی عروقی است. بطوریکه شیوع دیابت در بیماران دچار سکته‌های قلبی و مغزی سه برابر گروه شاهد همسان سازی شده است (۲۳). سطوح بالای فعالیت بدنی

می‌شود که در نهایت باعث کاهش آنی کمتر گلیکوژن پس از ورزش می‌گردد. در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ نیز آمادگی بدنی با کاهش اکسیداسیون چربی و جابجایی به سمت اکسیداسیون بیشتر کربوهیدرات در تمام شدت‌های ورزشی همراه است (۱۵ و ۱۸).

همچنین تمرین مقاومتی در کنترل گلوکز خون و عمل انسولین در دیابت نوع ۲ دارای مزیت است. در یک مطالعه خوب کنترل شده، مشاهده گردید انجام ۳ جلسه تمرین مقاومتی در هفته و برای ۳ ماه در مردان مسن دیابتی نوع ۲ موجب افزایش ۵ درصدی عمل انسولین، کاهش ۶/۱ درصدی گلوکز خون و کاهش معنی‌دار چربی احشایی می‌شود (۱۹). در یک مطالعه دیگر محققان دریافتند متعاقب ۱۰ هفته تمرین هوازی و مقاومتی (۳ جلسه در هفته) گلوکز خون آزمودنی‌های دیابتی به طور معنی‌دار کاهش می‌یابد، البته کاهش هموگلوبین A<sub>1c</sub> در گروه تمرین مقاومتی بیشتر بود (۲۰).

**جمع‌بندی مبتنی بر شواهد:** هر دوی تمرین هوازی و مقاومتی عمل انسولین، کنترل گلوکز و اکسیداسیون چربی را بهبود می‌بخشند. البته تمرین مقاومتی همزمان با این اثرات باعث افزایش توده عضلانی نیز می‌شود.

**۲- چربی‌ها و لیپوپروتئین‌ها:** شواهد نشان می‌دهد که تمرین هوازی، کلسترول تام و LDL-کلسترول (Low density lipoprotein-cholesterol) را کاهش و HDL-کلسترول (High density lipoprotein-cholesterol) را در بیماران دیابتی نوع ۲ افزایش می‌دهد (۲۱ و ۲۲). در یک مطالعه گزارش شد که تمرین هوازی کلسترول تام را کاهش می‌دهد، اما اثری بر HDL-کلسترول و LDL-کلسترول ندارد (۲۳). در یک بررسی فراتحلیلی (Meta-analysis) از اثرات تمرین بر چربی‌های خون در افراد دیابتی نوع ۲ مشاهده شد که LDL-کلسترول حدود ۵ درصد متعاقب تمرین هوازی کاهش می‌یابد (۲۴). همچنین شواهد نشان می‌دهد که تمرین مقاومتی نیز اثر معنی‌داری بر بهبود چربی‌های خون و علائم سندروم متابولیک در افراد دیابتی و پیش دیابتی دارد (۲۵ و ۲۶). به نظر می‌رسد مزایای تمرین ورزشی بر نیم رخ چربی خون وقتی که با کاهش وزن توأم باشد، بیشتر است. در برخی مطالعات که بطور همزمان از مداخلات برنامه تمرینی و رژیم غذایی استفاده کرده‌اند، کاهش بیشتری در کلسترول تام و تری گلیسرید گزارش شده است (۲۲). در یک

۶- **اثرات روانی:** ورزش احتمالاً دارای مزایای روانی برای بیماران دیابتی نوع ۲ است. انجمن دیابت آمریکا در یک مطالعه نشان داد که در بیماران دیابتی ۱۷۵ دقیقه در هفته فعالیت بدنی باعث کاهش وزن بدن، آمادگی بدنی و به طور همزمان بهبود کیفیت زندگی مرتبط با سلامت می‌شود (۳۷). در یک مطالعه فراتحلیلی دیگر نشان داده شد که ورزش برای کوتاه مدت و درازمدت منجر به بهبود علائم افسردگی در بیماران دیابتی می‌شود (۳۸). ساز و کارهای روانی اثرات مفید ورزش بر بهبود کیفیت زندگی شامل افزایش خود کارایی (Self-efficacy)، اعتماد به نفس، بهبود آسفتگی و از جمله ساز و کارهای فیزیولوژیک شامل افزایش نوراپی نفرین مرکزی، تغییر در سیستم آدرنوکورتیکال هیپوتالاموس (Hypothalamic adrencortical system)، تغییر در سنتز و متابولیسم سرتونین (Serotonin) و اندورفین‌ها (Endorphins) است (۳۹ و ۴۰). البته اثرات مفید فعالیت بدنی منظم بر سلامت روانی، کیفیت زندگی و افسردگی در دیابتی‌های نوع ۲ که دارای افسردگی و اختلال روانی بودند، بیشتر است (۳۸ و ۳۹).

**جمع بندی مبتنی بر شواهد:** به نظر می‌رسد انجام سه جلسه فعالیت ورزشی در هفته به بهبود وضعیت روانی و کیفیت زندگی افراد دیابتی کمک می‌کند.

### فعالیت بدنی و پیشگیری از دیابت نوع ۲

شرکت در فعالیت بدنی منظم، کنترل گلوکز خون را بهبود می‌بخشد و می‌تواند از دیابت نوع ۲ پیشگیری یا آن را به تاخیر بیاورد. شواهد نشان می‌دهد که سطوح بالای فعالیت بدنی با کاهش خطر دیابت نوع ۲ همراه است. هر دوی فعالیت متوسط پیاده روی و فعالیت شدید منجر به کاهش علائم دیابت نوع ۲ می‌شود، هر چند حجم‌های بیشتر تمرین ممکن است پیشگیری کننده‌تر باشد (۴۱). همچنین شواهد نشان می‌دهند که آمادگی بدنی بیشتر با کاهش خطر توسعه دیابت نوع ۲ همراه است و یا اینکه ورزش با شدت متوسط همچون پیاده روی تند خطر دیابت نوع ۲ را کاهش می‌دهد (۴۲ و ۴۳). در یک بررسی فراتحلیلی از ۱۰ مطالعه به منظور ارزیابی اثرات پیشگیری کننده فعالیت بدنی، گزارش شد که خطر دیابت نوع ۲ در افرادی که فعالیت منظم ورزشی دارند، دو برابر کمتر از افراد بی‌تحرك است. بنابراین مطالعات توصیه می‌کنند که انجام ۲/۵ ساعت در هفته

و آمادگی جسمانی با کاهش خطر بیماری‌های قلبی عروقی و مرگ و میر در افراد سالم و جمعیت‌های بیمار همراه است. افزایش فعالیت بدنی همچنین با کاهش مرگ و میر زودرس در هر دو گروه سالم و بیمار مرتبط است (۱، ۳ و ۲۸). خطر مرگ و میر ناشی از امراض قلبی عروقی در افراد دیابتی نا آماده بدنی ۱/۷ تا ۶/۶ برابر بیشتر از افراد با آمادگی جسمانی بالا است (۳۴). فشار خون بالا، عدم کنترل گلیسمیک، کلسترول خون بالا، توده چربی بالا (علایم سندروم متابولیک)، استرس اکسیداتیو و اختلال اندوتلیال از ریسک فاکتورهای قلبی عروقی هستند و در افراد دیابتی بسیار رایج است. شواهد نشان می‌دهد فعالیت ورزشی احتمالاً از طریق بهبود این عوامل به کاهش خطر امراض قلبی عروقی در افراد دیابتی کمک می‌کند (۱، ۳ و ۲۸).

**جمع بندی مبتنی بر شواهد:** مطالعات پیشنهاد می‌کنند که فعالیت بدنی و آمادگی جسمانی بیشتر با کاهش خطر مرگ و میر ناشی از امراض قلبی عروقی در افراد دیابتی همراه است.

۵- **وزن بدن - حفظ و کاهش:** در دنیا چاقی و دیابت به مرحله هشدار رسیده و ارتباط میان آنها به خوبی پذیرفته شده است. چاقی یک فاکتور خطر برای دیابت نوع ۲ است و اثر منفی معنی‌داری بر پیشرفت و درمان دیابت دارد. حتی شواهد اخیر نشان می‌دهند کاهش وزن از طریق دارو و جراحی نیز اثر مثبتی بر بهبود علایم دیابت دارند (۱ و ۵). موفق‌ترین برنامه‌های کنترل درازمدت وزن مستلزم ترکیبی از رژیم غذایی و فعالیت بدنی است. مداخلات ورزشی که برای کنترل گلوکز خون و کاهش خطر امراض قلبی عروقی توصیه می‌شوند (یعنی ۱۵۰ دقیقه در هفته راه رفتن تند) معمولاً برای کاهش وزن کافی نیستند. حجم بهینه ورزش برای کاهش وزن ادامه‌دار احتمالاً بیشتر از مقدار پیشنهاد شده برای بهبود گلوکز خون و سلامت قلب و عروق است (۲۲). مطالعات نشان می‌دهند افرادی می‌توانند موفق به کاهش وزن معنی‌دار شوند که تقریباً ۷ ساعت در هفته به ورزش متوسط تا شدید بپردازند (۳۵). در مطالعه‌ای دیگر گزارش شد حجم‌های بیشتر تمرین ورزشی (۲۰۰۰ تا ۲۵۰۰ کیلوکالری در هفته) نسبت به ۱۰۰۰ کیلوکالری در هفته منجر به کاهش وزن بیشتر می‌شود (۳۶).

**جمع بندی مبتنی بر شواهد:** شواهد پیشنهاد می‌کنند برای کاهش وزن تنها از طریق ورزش، حداقل ۶۰ دقیقه فعالیت ورزشی در روز نیاز است.

در بیشتر مطالعات بالینی، مداخلات ورزشی در افراد دیابتی نوع ۲ سه روز در هفته است (۳۰ و ۴۱)، اما توصیه‌های اخیر بر انجام ۵ جلسه فعالیت هوازی متوسط تاکید دارند (۴۸).

**مدت:** تمرین هوازی باید با شدت متوسط، یعنی حدود ۴۰ تا ۶۰ درصد حداکثر ظرفیت هوازی (Vo2max) اجرا شود. برای بیشتر دیابتی‌های نوع ۲، پیاده روی تند یک ورزش با شدت متوسط محسوب می‌شود. هر چند با افزایش شدت ورزش (بیش از ۶۰ درصد Vo2max) مزایای بیشتری حاصل می‌شود (۴۳). در یک بررسی فراتحلیلی نشان داده شده است که شدت ورزش بیش از حجم تمرین در بهبود کنترل گلوکز خون مهم است و پیشنهاد می‌کند افرادی که برای مدت‌ها ورزش متوسط انجام داده‌اند برای کسب مزایای بیشتر از ورزش بهتر است جلساتی از تمرینات هفتگی را با شدت بالاتر اجرا کنند (۴۹).

**مدت:** افراد دیابتی حداقل باید ۱۵۰ دقیقه در هفته تمرین با شدت متوسط انجام دهند. اجرای ۱۵۰ دقیقه ورزش با شدت متوسط تا شدید در هفته با کاهش مرگ و میر در افراد دیابتی همراه است (۴۸). دانشکده پزشکی ورزشی امریکا ۱۵۰ دقیقه فعالیت متوسط (۳۰ دقیقه در روز برای ۵ روز در هفته) یا ۶۰ دقیقه فعالیت بدنی شدید (۳۰ دقیقه در روز برای ۳ روز در هفته) را برای بهبود کنترل گلوکز خون و بهبود کارکرد قلب و عروق افراد بزرگسال دیابتی توصیه می‌کند (۵۰).

**نحوه اجرای ورزش هوازی:** هر شکل ورزش هوازی (از جمله پیاده روی تند) که در برگیرنده گروه‌های عضلانی بزرگ بدن باشد و منجر به افزایش ادامه دار ضربان قلب شود، احتمالاً دارای مزایای زیادی در بهبود کنترل گلوکز افراد دیابتی دارد (۴۸ و ۵۰).

**جمع بندی مبتنی بر شواهد:** افراد دیابتی نوع ۲ حداقل باید ۱۵۰ دقیقه در هفته ورزش هوازی متوسط تا شدید برای حداقل ۳ روز در هفته انجام دهند.

## ۲- تمرین مقاومتی

**تعداد جلسات تمرین:** تمرین مقاومتی حداقل باید ۲ نوبت در هفته (البته ۳ نوبت بهتر است) همراه با تمرین هوازی انجام شود، به این معنی که ترکیبی از تمرینات مقاومتی و هوازی در هر جلسه تمرین به بهبود بیشتر حساسیت انسولینی منجر می‌شود (۴۸).

تمرین هوازی یا ۳۰ دقیقه در روز برای ۵ روز در هفته جهت پیشگیری از دیابت نوع ۲ ضروری است (۴۴).

همزمان با افزایش رفتار کم تحرک و چاقی در دنیا، شیوع دیابت نوع ۲ در کودکان و نوجوانان نیز به سرعت رو به گسترش است. در مورد نقش فعالیت بدنی در پیشگیری از دیابت در کودکان و نوجوانان نیز نشان می‌دهد که محدود کردن تماشای تلویزیون و رایانه به کمتر از ۶۰ دقیقه در روز و انجام حداقل ۶۰ دقیقه در روز فعالیت بدنی برای پیشگیری از دیابت در کودکان و در ادامه زندگی مهم است (۴۵).

**جمع بندی مبتنی بر شواهد:** حداقل ۲/۵ ساعت فعالیت بدنی متوسط تا شدید در هفته به عنوان بخشی از زندگی روزمره برای پیشگیری از دیابت نوع ۲ در افراد بزرگسال ضروری است.

## فعالیت بدنی و پیشگیری و کنترل دیابت بارداری

از آنجا که شیوع دیابت در سراسر دنیا رو به افزایش است، شناسایی جمعیت‌های در معرض خطر و استفاده از راهکارهای مناسب جهت تاخیر و پیشگیری از دیابت نوع ۲، حیاتی است (۵). زنانی که در دوران بارداری مبتلا به دیابت می‌شوند، اساساً در معرض خطر دیابت نوع ۲ در ادامه زندگی هستند. بنابراین فعالیت بدنی ممکن است یک ابزار مهم در پیشگیری از دیابت بارداری و احتمالاً دیابت نوع ۲ در ادامه زندگی باشد. فعالیت بدنی در دوران بارداری با کاهش خطر دیابت بارداری همراه است (۱). انجام ۳۰ دقیقه فعالیت بدنی با شدت متوسط (از جمله پیاده روی تند) در بیشتر روزهای هفته (یعنی ۲/۵ ساعت در هفته) برای خانم‌های باردار توصیه شده است (۴۶). در یک بررسی فراتحلیلی گزارش شد اجرای ۳۰ تا ۴۵ دقیقه فعالیت هوازی برای ۳ روز در هفته موجب بهبود و کنترل گلوکز خون و بهبود آمادگی قلبی تنفسی در زنان باردار می‌شود (۴۷).

**جمع بندی مبتنی بر شواهد:** مطالعات همه‌گیرشناسی پیشنهاد می‌کند که سطوح بالای فعالیت بدنی ممکن است خطر پیشرفت دیابت بارداری را کاهش دهد.

## فعالیت بدنی توصیه شده برای افراد دیابتی نوع ۲

### ۱- تمرین هوازی

**تعداد جلسات تمرین:** تمرین هوازی حداقل باید ۳ روز در هفته و با ۴۸ ساعت استراحت بین وهله‌های تمرین انجام شود.

کاهش گلوکز خون است. از این رو آنها باید یکسری ملاحظات بالینی ویژه را جهت شرکت در تمرینات ورزشی در نظر بگیرند که در زیر به برخی از آنها اشاره می‌شود:

دوز مصرفی انسولین قبل و حتی بعد از ورزش باید کاهش یابد

گلوکز خون باید قبل، حین و بعد از ورزش کنترل شود

با سطوح پایین گلوکز خون اقدام به ورزش نشود

یک وعده غذایی یا میان وعده حاوی کربوهیدرات ۳ ساعت قبل از ورزش دریافت شود

همیشه برخی ترکیبات کربوهیدراتی مثل شکلات، میوه‌جات خشک (کشمش) و میوه‌جات تازه همراه فرد باشد

مربی و هم تیمی‌های فرد از وضعیت دیابت فرد مطلع باشند

به منظور پیشگیری از کم آبی همیشه به مقدار زیاد آب دریافت شود (۵۴ و ۵۵)

### نتیجه گیری

ورزش نقش کلیدی در پیشگیری و کنترل مقاومت به انسولین، شرایط پیش دیابتی، دیابت بارداری، دیابت نوع ۲ و مشکلات سلامتی مرتبط با دیابت بازی می‌کند. هر دوی تمرین هوازی و مقاومتی عمل انسولین را بهبود می‌بخشند و در مدیریت گلوکز خون، چربی‌های خون، فشار خون، خطر مرگ و میر قلبی عروقی و کیفیت زندگی موثر هستند. البته باید توجه داشت برای بهره مندی از این مزایا، ورزش باید بصورت منظم و ادامه‌دار انجام شود.

### منابع

1. Rawal LB, Tapp RJ, Williams ED, Chan C, et al. Prevention of type 2 diabetes and its complications in developing countries: A Review. *Int J Behav Med.* 2011; 4: 18-28.
2. Thomas GN, Jiang CQ, Taheri S, Xiao ZH, et al. A systematic review of lifestyle modification and glucose intolerance in the prevention of type 2 diabetes. *Curr Diabetes Rev.* 2010; 6: 378-87.
3. Earnest CP. Exercise interval training: an improved stimulus for improving the physiology of pre-diabetes. *Med Hypotheses.* 2008; 71: 752-61.
4. Rossi G, American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Recenti Prog Med.* 2010; 101(7-8): 274-6.

**شدت:** تمرین مقاومتی باید با شدت متوسط (۵۰ درصد یک تکرار بیشینه، حداکثر وزنه‌ای که یکبار می‌توان بلند کرد) یا شدید (۷۵ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه) برای رسیدن به هدف بهینه در تقویت قدرت عضله و بهبود عمل انسولین انجام شود (۲۵). تمرینات قدرتی خانگی که کمتر تحت نظارت متخصص علوم ورزشی است، هر چند در حفظ قدرت و توده عضله موثر است، اما اثر چندانی بر کنترل گلوکز خون ندارد (۵۱).

**مدت:** هر جلسه تمرین حداقل باید ۵ تا ۱۰ حرکت باشد که در برگیرنده عضلات بزرگ بالا و پایین تنه است و هر حرکت باید بین ۱۰ تا ۱۵ بار در هر ست تکرار شود. شروع تمرین با حداقل یک ست است که به تدریج برای کسب مزایای بیشتر بر عمل انسولین باید به ۳ ست برسد (۲۵، ۲۶، ۳۰ و ۵۲).

**نحوه انجام تمرین مقاومتی:** ماشین‌های مقاومتی و وزنه‌های آزاد از جمله ابزاری هستند که می‌توانند برای بهبود قدرت و توده عضلانی افراد دیابتی بکار گرفته شوند. البته وزنه‌های با مقاومت‌های سنگین‌تر در کنترل گلوکز خون و عمل انسولین موثرترند (۵۲).

**جمع بندی مبتنی بر شواهد:** علاوه بر تمرین هوازی، افراد دیابتی نوع ۲ باید در هفته به ۲ تا ۳ جلسه تمرین مقاومتی متوسط تا شدید (حداقل ۶ تکرار برای هر حرکت) بپردازند.

### ۳- ترکیب تمرین هوازی و مقاومتی:

توصیه شده است تمرین هوازی و مقاومتی با یکدیگر اجرا شوند. انجام ۳ جلسه در هفته تمرین ترکیبی در افراد دیابتی نوع ۲ نسبت به تمرین هوازی یا مقاومتی به تنهایی در کنترل گلوکز خون موثرتر است. به هر حال، کل مدت تمرین و کالری مصرفی در تمرین ترکیبی بیشتر از هر یک از تمرین‌ها به تنهایی است (۵۳).

### ورزشکاران دیابتی و ملاحظات بالینی

در دنیای ورزش بسیاری از قهرمانان رشته‌های مختلف به دیابت مبتلا هستند. از جمله کولمن (Coleman) قهرمان شنای استقامتی دنیا، فوی (Foy) دونده ماراتن، فری من (Freeman) قهرمان اسکی استقامت المپیک و جارویس (Jarvis) قهرمان قایقرانی دنیا. شواهد نشان می‌دهد یکی از مهمترین مشکلات پیش روی افراد دیابتی شرکت کننده در برنامه های ورزشی،

5. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes. *Diabetes Care*. 2011; 34: 11-61.
6. Suh SH, Paik IY, Jacobs K. Regulation of blood glucose homeostasis during prolonged exercise. *Mol Cells*. 2007; 23:272-9.
7. Goodwin ML. Blood glucose regulation during prolonged, submaximal, continuous exercise: a guide for clinicians. *J Diabetes Sci Technol*. 2010; 4(3): 694-705.
8. Goodyear LJ, Kahn BB. Exercise, glucose transport, and insulin sensitivity. *Annu Rev Med*. 1998; 49: 235-61.
9. Frosig C, Richter EA. Improved insulin sensitivity after exercise: focus on insulin signaling. *Obesity*. 2009; 17:15-20.
10. Gomes RJ, Leme JA, de Moura LP, de Araújo MB, et al. Growth factors and glucose homeostasis in diabetic rats: effects of exercise training. *Cell Biochem Funct*. 2009; 27: 199-204.
11. Marliss EB, Vranic M. Intense exercise has unique effects on both insulin release and its roles in glucoregulation: implications for diabetes. *Diabetes*. 2002; 51: 271-83.
12. Black LE, Swan PD, Alvar BA. Effects of intensity and volume on insulin sensitivity during acute bouts of resistance training. *J Strength Cond Res*. 2010; 24: 1109-16.
13. O'Gorman DJ, Karlsson HK, McQuaid S, Yousif O, et al. Exercise training increases insulin-stimulated glucose disposal and GLUT4 (SLC2A4) protein content in patients with type 2 diabetes. *Diabetologia*. 2006; 49: 2983-92.
14. Boulé NG, Weisnagel SJ, Lakka TA, Tremblay A, et al. Effects of exercise training on glucose homeostasis: the Heritage family study. *Diabetes Care*. 2005; 28: 108-14.
15. Galbo H, Tobin L, van Loon LJ. Responses to acute exercise in type 2 diabetes, with an emphasis on metabolism and interaction with oral hypoglycemic agents. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2007; 32(3): 567-75.
16. Christ-Roberts CY, Pratipanawatr T, Pratipanawatr W. exercise training increases glycogen synthase activity and GLUT-4 expression but not insulin signaling in overweight non-diabetic and type 2 diabetic subjects. *Metabolism*. 2004; 53: 1233-42.
17. Goodpaster BH, Katsiaras A, Kelley DE. Enhanced fat oxidation through physical activity is associated with improvements in insulin sensitivity in obesity. *Diabetes*. 2003; 52: 2191-7.
18. Pruchnic R, Katsiaras A, He J, Kelley DE, et al. Exercise training increases intramyocellular lipid and oxidative capacity in older adults. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2004; 287: 857-62.
19. Saremi A, Moslehabadi M, Parastesh M. [Effects of Twelve-week Strength Training on Serum Chemerin, TNF- $\alpha$  and CRP Level in Subjects with the Metabolic Syndrome]. *IJEM*. 2011; 12: 536-43.
20. Bweir S, Al-Jarrah M, Almalty AM, Maayah M, et al. Resistance exercise training lowers HbA1c more than aerobic training in adults with type 2 diabetes. *Diabetol Metab Syndr*. 2009; 1:27-34.
21. Saremi A, Asghari M, Ghorbani A. Effects of aerobic training on serum omentin-1 and cardiometabolic risk factors in overweight and obese men. *J Sports Sci*. 2010; 28:993-8.
22. Bahrami A, Saremi A. [Effect of caloric restriction with or without aerobic training on body composition, blood lipid profile, insulin resistance, and inflammatory marker in middle-age obese /overweight men]. *AMUJ*. 2011; 14: 11-19.
23. Gordon LA, Morrison EY, McGrowder DA. Effect of exercise therapy on lipid profile and oxidative stress indications in patients with type 2 diabetes. *BMC Complement Altern Med*. 2008; 8: 21-29.
24. Kelley GA, Kelley KS. Effects of aerobic exercise on lipids and lipoproteins in adults with type 2 diabetes: a meta-analysis of randomized-controlled trials. *Public Health*. 2007; 121: 643-55.
25. Saremi A, Gheraati MR. [The effect of resistance training on serum myostatin level and insulin resistance in obese/overweight men]. *HARAKAT*. 2010; 4: 93-108.
26. Saremi A. Effects of resistance training on serum chemerin level and cardiometabolic risk factors in obese men. 2<sup>nd</sup> International Congress of Metabolic Syndrome, Obesity & Diabetes. 2010; Zanjan, Iran.
27. Pi-Sunyer X, Blackburn G, Brancati FL, Bray GA, et al. Reduction in weight and cardiovascular disease risk factors in individuals with type 2 diabetes: one-year results of the look AHEAD trial. *Diabetes Care*. 2007; 30: 1374-83.
28. Stewart KJ. Role of exercise training on cardiovascular disease in persons who have type 2 diabetes and hypertension. *Cardiol Clin*. 2004; 22: 569-86.
29. Mourad JJ, Le Jeune S. Blood pressure control, risk factors and cardiovascular prognosis in patients with diabetes: 30 years of progress. *J Hypertens Suppl*. 2008; 26: 7-13.
30. Saremi A. Effects of resistance training on serum omentin-1 level and cardiometabolic risk factors in overweight/obese men. 15<sup>th</sup> Annual ECSS Congress. 2010; Antalya, Turkey.
31. Saremi A, Shavandi N, Parastesh M, Daneshmand H. Twelve-week aerobic training

- decreases chemerin level and improves cardiometabolic risk factors in overweight and obese men. *Asian Journal of Sports Medicine*. 2010; 1: 151-8.
32. Pi-Sunyer X, Blackburn G, Brancati FL, Bray GA, et al. Reduction in weight and cardiovascular disease risk factors in individuals with type 2 diabetes: one-year results of the look AHEAD trial. *Diabetes Care*. 2007; 30: 1374-83.
33. Sigal RJ, Kenny GP, Boulé NG, Wells GA, et al. Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. *Ann Intern Med*. 2007; 147:357-69.
34. Church TS, LaMonte MJ, Barlow CE, Blair SN. Cardiorespiratory fitness and body mass index as predictors of cardiovascular disease mortality among men with diabetes. *Arch Intern Med*. 2005; 165: 2114-20.
35. Donnelly JE, Blair SN, Jakicic JM, Manore MM, et al. American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009; 4: 459-71.
36. Jeffery RW, Wing RR, Sherwood NE, Tate DF. Physical activity and weight loss: does prescribing higher physical activity goals improve outcome? *Am J Clin Nutr*. 2003; 78: 684-9.
37. Williamson DA, Rejeski J, Lang W, Van Dorsten B, et al. Impact of a weight management program on health-related quality of life in overweight adults with type 2 diabetes. *Arch Intern Med*. 2009; 169: 163-71.
38. Craft LL, Perna FM. The Benefits of Exercise for the Clinically Depressed. *Prim Care Companion J Clin Psychiatry*. 2004; 6: 104-111.
39. Shahrjerdi SH, Shavandi N, Sheikh Hoseini R. [The effect of aerobic training on metabolic factors, quality of life and mental health in women with type 2 diabetes]. *AMUJ*. 2010; 12: 25-35.
40. Dishman RK, Renner KJ, Youngstedt SD, Reigle TG, et al. Activity wheel running reduces escape latency and alters brain monoamine levels after footshock. *Brain Res Bull*. 1997; 42: 399-406.
41. Droste SK, Gesing A, Ulbricht S, Müller MB, et al. Effects of long-term voluntary exercise on the mouse hypothalamic-pituitary-adrenocortical axis. *Endocrinology*. 2003; 144(7): 3012-23.
42. Shavandi N, Saremi A, Ghorbani A. [Effect of aerobic training on resistin levels and insulin resistance in adults with type 2 diabetes]. *Research on Sport Science*. In press.
43. Shavandi N, Saremi A, Ghorbani A, Parastesh M. [Relationship between adiponectin and insulin resistance in type II diabetic men after aerobic training]. *AMUJ*. 2011; 14(55): 43-50.
44. Jeon CY, Lokken RP, Hu FB, van Dam RM. Physical activity of moderate intensity and risk of type 2 diabetes: a systematic review. *Diabetes Care*. 2007; 30: 744-52.
45. McGavock J, Sellers E, Dean H. Physical activity for the prevention and management of youth-onset type 2 diabetes mellitus: focus on cardiovascular complications. *Diab Vasc Dis Res*. 2007; 4: 305-10.
46. Practice ACO. ACOG Committee Opinion. Exercise during pregnancy and the postpartum period. *Obstet Gynecol*. 2002; 99: 171-3.
47. Ceysens G, Rouiller D, Boulvain M. Exercise for diabetic pregnant women. *Cochrane Database Syst Rev*. 2006; 3: 4225-37.
48. Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, et al. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*. 2007; 39: 1435-45.
49. Boulé NG, Kenny GP, Haddad E, Wells GA, et al. Meta-analysis of the effect of structured exercise training on cardiorespiratory fitness in Type 2 diabetes mellitus. *Diabetologia*. 2003; 46: 1071-81.
50. Physical activity guidelines advisory committee. physical activity guidelines advisory committee report, 2008. Washington; US Department of health and Human Services; 2008. 608p.
51. Dunstan DW, Daly RM, Owen N, Jolley D, et al. Home-based resistance training is not sufficient to maintain improved glycemic control following supervised training in older individuals with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2005; 28: 3-9.
52. 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; 83: 157-75.
53. Sigal RJ, Kenny JP, Boule NG, et al. Effect of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. *Ann Intern Med*. 2007; 147: 357-69.
54. American Diabetes Association. Diabetes mellitus and exercise. *Diabetes Care*. 2002; 25: 564-570.
55. Hornsby WG, Chetlin RD. Management of competitive athletes with diabetes. *Diabetes Spectrum*. 2005; 18: 102-7.

## **Sporting Exercises and Diabetes Mellitus Type 2: A Review on Evidences**

Saremi A \*

- Department of Sport Sciences, Arak University, Arak 38156, Iran

\* Email corresponding author: a-saremi@araku.ac.ir

Received: 15 Agu. 2011

Accepted: 15 Jan. 2012

---

### **Abstract**

Diabetes mellitus type 2 is an importance public health problem affecting more than 285 million people in the world. According to the World Health Organization, about 2 million Iranian people had diabetes in 2000. It is expected that the affected people by diabetes mellitus type 2 will be increased from 2 million people to 6.4 in 2030. Sporting exercises play a critical role in prevention and control of diabetes type 2. Since physical activity has been shown to protect against the diabetes type 2 development, so suitable sporting programs have to incorporated into the clinical care system of high risk people for diabetes type 2. In this paper the pathophysiological pathways of diabetes type 2 is briefly reviewed. Then training therapy benefits effects with more details on glycemic control and cardiovascular risk profile in diabetes type 2 is investigated with recommendations for participation in sporting programs.

**Keywords:** Glycemic control, Diabetes mellitus type 2, Sporting exercises, Physical activity

