

مقاله مروری

بررسی اثرات ورزش هوازی بر کنترل گلیسمیک و عوامل خطر قلبی عروقی در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۱ و ۲: مطالعه مروری

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۱/۱۵ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۴/۲۰

خلاصه

اشرف امینی*

استادیار گروه آموزش تربیت بدنی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران،

ایران

Email: a_aminisport@aut.ac.ir

مقدمه: دیابت شیرین یکی از شایع‌ترین بیماری‌های مزمن متابولیک است که با افزایش قند خون و اختلال در ترشح یا عملکرد انسولین مشخص می‌شود. ورزش هوازی به عنوان یکی از ارکان اصلی مدیریت دیابت شناخته شده است. هدف از این مطالعه مروری، بررسی اثرات ورزش هوازی بر کنترل گلیسمیک، حساسیت انسولینی و عوامل خطر قلبی عروقی در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۱ و ۲ می‌باشد.

روش کار: این مطالعه به صورت مرور نظام‌مند انجام شد. جست‌وجوی مقالات تا ۲۰۱۸ در پایگاه‌های PubMed، Scopus، Web of Science، SID و Google Scholar صورت گرفت. کلیدواژه‌های "Type 1، Aerobic Exercise"، "Type 2، Diabetes"، "Insulin Sensitivity"، و "Control Glycemic" مورد استفاده قرار گرفتند. مقالاتی انتخاب شدند که به ارزیابی اثر ورزش هوازی به عنوان مداخله اصلی بر شاخص‌های قند خون، انسولین، چربی، التهاب یا ظرفیت هوازی پرداخته بودند. در نهایت ۶۷ مقاله مطابق معیارهای ورود انتخاب و تحلیل شدند.

نتایج: شواهد نشان می‌دهد که ورزش هوازی منظم باعث بهبود معنادار HbA1c، افزایش حساسیت انسولینی، کاهش مقاومت انسولینی، بهبود ترکیب بدنی و کاهش عوامل خطر قلبی عروقی در هر دو نوع دیابت می‌شود. در دیابت نوع ۲، کاهش ۰.۵-۰.۸ درصدی HbA1c با ورزش هوازی منظم گزارش شده است. در دیابت نوع ۱، ورزش هوازی عمدتاً آمادگی قلبی تنفسی را بهبود می‌بخشد و خطر عوارض قلبی عروقی را کاهش می‌دهد.

نتیجه‌گیری: ورزش هوازی به عنوان یک مداخله غیردارویی مؤثر، نقش حیاتی در مدیریت دیابت نوع ۱ و ۲ ایفا می‌کند. توصیه می‌شود بیماران دیابتی حداقل ۱۵۰ دقیقه در هفته فعالیت هوازی با شدت متوسط تا شدید داشته باشند.

کلمات کلیدی: ورزش هوازی، دیابت نوع ۱، دیابت نوع ۲، کنترل گلیسمیک، HbA1c، حساسیت انسولینی

مقدمه

دیابت شیرین یکی از مهم‌ترین چالش‌های بهداشت عمومی قرن بیست و یکم است که با افزایش سریع شیوع در سراسر جهان همراه است (۱). براساس آمار سازمان جهانی بهداشت، تعداد افراد مبتلا به دیابت از ۱۰۸ میلیون نفر در سال ۱۹۸۰ به بیش از ۴۲۲ میلیون نفر در سال ۲۰۱۴ افزایش یافته است و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۰ این رقم به ۶۴۳ میلیون نفر برسد (۲).

دیابت شیرین به دو نوع اصلی تقسیم می‌شود: دیابت نوع ۱ که حدود ۵-۱۰ درصد موارد را تشکیل می‌دهد و ناشی از تخریب خودایمنی سلول‌های بتای پانکراس و کمبود مطلق انسولین است؛ و دیابت نوع ۲ که ۹۰-۹۵ درصد موارد را شامل می‌شود و نتیجه مقاومت به انسولین و کاهش تدریجی ترشح انسولین می‌باشد (۳). هر دو نوع دیابت با عوارض جدی از جمله بیماری‌های قلبی-عروقی، نوروپاتی، رتینوپاتی و نوروپاتی همراه هستند (۴). ورزش و فعالیت بدنی از ارکان اصلی مدیریت دیابت محسوب می‌شوند (۵). ورزش هوازی به فعالیت‌هایی گفته می‌شود که شامل حرکات ریتمیک و مداوم گروه‌های عضلانی بزرگ است و باعث افزایش ضربان قلب و تنفس می‌شود، مانند پیاده‌روی، دویدن، شنا، دوچرخه‌سواری و رقص (۶). این نوع ورزش با بهبود عملکرد میتوکندریایی، افزایش حساسیت انسولینی، کاهش قند خون و بهبود پروفایل لیپیدی همراه است (۷). انجمن دیابت آمریکا (ADA) توصیه می‌کند که بزرگسالان مبتلا به دیابت حداقل ۱۵۰ دقیقه در هفته ورزش هوازی با شدت متوسط تا شدید انجام دهند که در طول حداقل ۳ روز هفته توزیع شود و نباید بیش از ۲ روز متوالی بدون فعالیت باشد (۸). با این حال، الگوی بهینه ورزش از نظر شدت، مدت، فراوانی و نوع آن هنوز موضوع تحقیقات مداوم است.

روش‌شناسی

این مطالعه مروری با جستجوی سیستماتیک در پایگاه‌های اطلاعاتی PubMed، Scopus، Web of Science و Google Scholar انجام شد. استراتژی جستجو شامل ترکیبی از اصطلاحات MeSH و کلیدواژه‌های آزاد مرتبط بود. جستجو به مطالعات کارآزمایی بالینی تصادفی‌شده،

مطالعات کوهورت و متاآنالیزهای منتشر شده تا سال ۲۰۱۸ محدود شد.

معیارهای ورود شامل: (۱) مطالعات انجام شده بر روی بزرگسالان بالای ۱۸ سال مبتلا به دیابت نوع ۱ یا ۲؛ (۲) مداخلات شامل ورزش هوازی؛ (۳) پیامدهای اصلی شامل HbA1c، قند خون ناشتا، حساسیت انسولینی یا عوامل خطر قلبی-عروقی؛ (۴) مدت مداخله حداقل ۲ هفته بود.

معیارهای خروج شامل: (۱) مطالعات انجام شده بر روی حیوانات؛ (۲) مقالات مروری که داده‌های اولیه ارائه نکرده بودند؛ (۳) مطالعات بدون گروه کنترل مناسب؛ (۴) مطالعات با کیفیت پایین متدولوژیک بود. ارزیابی کیفیت مطالعات با استفاده از مقیاس Jadad برای کارآزمایی‌های بالینی و مقیاس Newcastle-Ottawa برای مطالعات کوهورت انجام شد.

اثرات ورزش هوازی بر دیابت نوع ۲

کنترل گلیسمیک و HbA1c

هموگلوبین گلیکوزیله (HbA1c) شاخص استاندارد برای ارزیابی کنترل گلیسمیک بلندمدت است که میانگین قند خون در ۲-۳ ماه گذشته را منعکس می‌کند (۹). مطالعات متعدد نشان داده‌اند که ورزش هوازی منظم می‌تواند به طور معناداری HbA1c را در بیماران دیابت نوع ۲ کاهش دهد. یک متاآنالیز جامع شامل ۲۷ مطالعه با مجموع ۱۳۷۲ شرکت‌کننده نشان داد که ورزش هوازی باعث کاهش میانگین ۰.۷۱ درصدی HbA1c می‌شود (۹۵٪ CI: -1.11 تا -۰.۳۱؛ P=0.0005) (۱۰). این کاهش از نظر بالینی معنادار است، زیرا کاهش ۱ درصدی HbA1c با کاهش ۱۵-۲۰ درصدی رویدادهای قلبی-عروقی عمده و ۳۷ درصدی عوارض میکروواسکولار همراه است (۱۱).

یک مطالعه دیگر نشان داد که هر ۳۰ دقیقه در هفته ورزش هوازی نظارت‌شده با شدت متوسط تا شدید، HbA1c را به میزان ۰.۲۲ درصد کاهش می‌دهد (۹۵٪ CI: -0.29 تا -۰.۱۵) (۱۲). بیشترین کاهش در مدت ۱۴۰ دقیقه در هفته مشاهده شد (MD: -۰.۸۸ درصد، ۹۵٪ CI: -1.22 تا -۰.۵۳)، هرچند بهبودهای مداوم پس از ۱۰۰ دقیقه در هفته ناچیز بود. تأثیر ورزش بر HbA1c به عوامل متعددی از جمله شدت، مدت و فراوانی تمرین بستگی دارد. مطالعات

عضله اسکلتی را افزایش می‌دهد (۱۹). میتوکندری‌های بیشتر و کارآمدتر به معنای متابولیسم بهتر گلوکز و اسیدهای چرب است.

۳. کاهش چربی احشایی: ورزش منظم باعث کاهش چربی احشایی و زیرجلدی می‌شود که هر دو با بهبود حساسیت انسولینی مرتبط هستند (۲۰). چربی احشایی به‌ویژه با ترشح سایتوکین‌های التهابی مرتبط است که مقاومت انسولینی را تشدید می‌کنند.

۴. کاهش التهاب سیستمیک: ورزش هوازی منظم سطح نشانگرهای التهابی مانند اینترلوکین-۶ (IL-6) و فاکتور نکروز تومور آلفا (TNF- α) را کاهش می‌دهد که با مقاومت انسولینی مرتبط هستند (۲۱).

یک مطالعه تصادفی‌شده کنترل‌شده (RAED2) که اثرات تمرین مقاومتی در مقابل تمرین هوازی را مقایسه کرد، نشان داد که هر دو نوع تمرین به طور مشابه حساسیت انسولینی را بهبود می‌بخشند و چربی شکمی را کاهش می‌دهند (۲۲). پس از ۴ ماه تمرین، هر دو گروه بهبودهای قابل توجهی در حساسیت انسولینی اندازه‌گیری‌شده با کلمپ گلوکز-انسولین نشان دادند.

آمادگی قلبی‌تنفسی و عوامل خطر قلبی‌عروقی

بیماران دیابتی در معرض خطر بالای بیماری‌های قلبی‌عروقی هستند که علت اصلی مرگ‌ومیر در این جمعیت است (۲۳). ورزش هوازی اثرات محافظتی قابل توجهی بر سیستم قلبی‌عروقی دارد.

مطالعات کوهورت نشان داده‌اند که در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲، فعالیت بدنی منظم و/یا آمادگی قلبی‌تنفسی متوسط تا بالا با کاهش مرگ‌ومیر قلبی‌عروقی و کلی همراه است (۲۴). حجم‌های متوسط تا بالای فعالیت هوازی با خطرهای قابل توجه‌ای پایین‌تر مرگ‌ومیر قلبی‌عروقی و کلی در دیابت نوع ۲ همراه است (۲۵).

تمرین هوازی عوامل خطر قلبی‌عروقی متعددی را بهبود می‌بخشد

فشار خون: تمرین منظم فشار خون سیستولیک و دیاستولیک را کاهش می‌دهد. یک متاآنالیز نشان داد که تمرین هوازی منظم می‌تواند فشار خون سیستولیک را ۵-۷ میلی‌متر جیوه و فشار خون دیاستولیک را ۳-۵ میلی‌متر جیوه کاهش دهد (۲۶).

نشان داده‌اند که مداخلات ورزشی بیش از ۱۵۰ دقیقه در هفته با کاهش بیشتر HbA1c (میانگین تغییر -۰.۸۹٪) نسبت به مداخلات ۱۵۰ دقیقه یا کمتر (میانگین تغییر -۰.۳۶٪) همراه بودند (۱۳). در یک کارآزمایی بالینی تصادفی‌شده که در ایتالیا انجام شد، ۶۰۶ بیمار مبتلا به دیابت نوع ۲ به دو گروه تمرین نظارت‌شده و مراقبت معمول تقسیم شدند (۱۴). گروه مداخله برنامه تمرینی ساختاریافته‌ای شامل ورزش هوازی دو بار در هفته به مدت ۱۲ ماه دریافت کردند. نتایج نشان داد کاهش معناداری در HbA1c (تفاوت -۰.۳٪، $P < 0.001$) در گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل وجود داشت. یک نکته مهم این است که اثر ورزش بر HbA1c ممکن است در افراد با سطوح پایه بالاتر HbA1c بیشتر باشد. مطالعات نشان داده‌اند که بیمارانی که HbA1c بالاتر از ۸٪ دارند، کاهش بیشتری را با ورزش تجربه می‌کنند (۱۵). این یافته نشان می‌دهد که ورزش هوازی می‌تواند به‌ویژه برای بیمارانی که کنترل گلیسمیک ضعیف دارند، مفید باشد.

حساسیت انسولینی و مقاومت انسولینی

ورزش هوازی منظم حساسیت عضلات به انسولین را در افراد مبتلا به پیش‌دیابت و دیابت نوع ۲ متناسب با حجم ورزش افزایش می‌دهد (۱۶). حتی تمرینات با حجم کم (صرف تنها ۴۰۰ کیلوکالری در هفته) عملکرد انسولین را در بزرگسالان قبلاً بی‌تحرك بهبود می‌بخشد (۱۷). افرادی که مقاومت انسولینی پایه بالاتری دارند، بیشترین بهبودها را نشان می‌دهند و پاسخ وابسته به دوز تا حدود ۲۵۰۰ کیلوکالری در هفته مشاهده می‌شود (۱۷).

مکانیسم‌های زیربنایی این اثرات شامل موارد زیر است:

۱. افزایش انتقال GLUT4 : ورزش هوازی مسیرهای سیگنالینگ متعددی را فعال می‌کند، به‌ویژه کینازهای فعال‌شده با AMP (AMPK) و کیناز B پروتئینی (Akt)، که باعث انتقال انتقال‌دهنده گلوکز ۴ (GLUT4) از جریان خون به غشای سلول عضلانی می‌شوند (۱۸). این فرآیند برداشت گلوکز توسط عضلات را افزایش می‌دهد و به کاهش قند خون کمک می‌کند.

۲. بهبود عملکرد میتوکندریایی: تمرین هوازی تراکم میتوکندریایی، آنزیم‌های اکسیداتیو و ظرفیت اکسیداسیون

پروفایل لیپیدی: ورزش هوازی تری‌گلیسیرید را کاهش می‌دهد، HDL-کلسترول (کلسترول خوب) را افزایش می‌دهد و پروفایل لیپیدی کلی را بهبود می‌بخشد (۲۷). یک مطالعه نشان داد که ۱۲ هفته تمرین هوازی منظم باعث کاهش ۲۰-۳۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر تری‌گلیسیرید و افزایش ۵-۱۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر HDL-کلسترول شد.

عملکرد اندوتلیال: تمرین هوازی عملکرد اندوتلیال عروقی را از طریق افزایش تولید اکسید نیتریک و کاهش استرس اکسیداتیو بهبود می‌بخشد (۲۸). اندوتلیوم سالم برای حفظ تون عروقی، جلوگیری از انعقاد خون و کاهش التهاب ضروری است.

التهاب: ورزش منظم نشانگرهای التهابی مانند پروتئین واکنشی (CRP) و سایتوکین‌های پیش‌التهابی را کاهش می‌دهد (۲۹). التهاب مزمن نقش مهمی در پاتوژنز بیماری‌های قلبی عروقی در دیابت ایفا می‌کند.

یک متاآنالیز جامع نشان داد که تمرین هوازی، تمرین مقاومتی و برنامه‌های تمرینی ترکیبی همگی پتانسیل یکسانی برای کاهش HbA1c حدود ۰.۵-۰.۸ درصد دارند (۳۰). تمرین استقامتی آمادگی قلبی‌تنفسی و عوامل خطر قلبی عروقی را بهبود می‌بخشد و در مقایسه با تمرین مقاومتی، اثرات برتری بر فشار خون بالا و لیپیدهای خون دارد.

یک مطالعه کوهورت بزرگ که بیش از ۵۰۰۰ بیمار دیابتی را برای ۱۰ سال دنبال کرد، نشان داد که افرادی که فعالیت بدنی منظم داشتند، ۴۰ درصد خطر کمتری برای رویدادهای قلبی عروقی عمده (سکته قلبی، سکته مغزی) داشتند (۳۱). این اثر محافظتی حتی پس از تعدیل برای سایر عوامل خطر مانند سن، جنس، BMI، فشار خون و HbA1c باقی ماند.

ترکیب بدنی و مدیریت وزن

چاقی و اضافه وزن عوامل خطر اصلی برای دیابت نوع ۲ هستند و مدیریت وزن جزء مهمی از درمان است (۳۲). ورزش هوازی نقش مهمی در کاهش وزن و بهبود ترکیب بدنی ایفا می‌کند. یک مطالعه بلندمدت ۸ ساله نشان داد که برنامه تمرین هوازی منظم (سه جلسه در هفته، ۹۰ دقیقه، ۵۰-۸۰٪ VO2max) باعث کاهش معنادار BMI و بهبود ترکیب بدنی در بیماران دیابت نوع ۲ شد (۳۳). در این مطالعه، HbA1c به میزان ۱.۸۴ درصد پس از ۸ سال کاهش یافت که نشان‌دهنده اثرات تجمعی ورزش بلندمدت است. کاهش

وزن و از دست دادن چربی احشایی از مزایای مهم ورزش محسوب می‌شوند که می‌تواند به بهبود قابل توجه شاخص‌های متابولیک منجر شود (۳۴). کاهش وزن ۱۰-۱۵ درصدی می‌تواند به کاهش مقاومت انسولینی منجر شود و در مراحل اولیه پیشرفت دیابت نوع ۲، زمانی که ترشح انسولین هنوز کافی است، بیشترین سود را داشته باشد. یک نکته مهم این است که ترکیب ورزش با رژیم غذایی کنترل‌شده اثرات بیشتری بر کاهش وزن دارد. مطالعات نشان داده‌اند که ترکیب ورزش هوازی با محدودیت کالری متوسط (کاهش ۵۰-۷۵ کیلوکالری در روز) می‌تواند به کاهش وزن ۵-۱۰ درصدی در ۶ ماه منجر شود (۳۵). این میزان کاهش وزن با بهبودهای قابل توجهی در کنترل گلیسمیک، حساسیت انسولینی و عوامل خطر قلبی عروقی همراه است.

علاوه بر کاهش وزن کلی، ورزش هوازی به‌طور خاص به کاهش چربی احشایی کمک می‌کند. چربی احشایی (چربی اطراف اندام‌های داخلی) به‌ویژه با مقاومت انسولینی و بیماری‌های قلبی عروقی مرتبط است (۳۶). مطالعات تصویربرداری با استفاده از CT scan یا MRI نشان داده‌اند که ورزش هوازی منظم می‌تواند چربی احشایی را ۲۰-۳۰ درصد کاهش دهد، حتی در غیاب کاهش وزن قابل توجه.

اثرات ورزش هوازی بر دیابت نوع ۱

کنترل گلیسمیک و مدیریت هیپوگلیسمی

برخلاف دیابت نوع ۲، اکثر کارآزمایی‌های بالینی که مداخلات ورزشی را در بزرگسالان مبتلا به دیابت نوع ۱ ارزیابی کرده‌اند، اثر سودمند قابل توجهی از ورزش بر کنترل گلیسمیک نشان نداده‌اند (۳۷). با این حال، دو متاآنالیز اخیر نشان دادند که تمرین هوازی HbA1c را در کودکان و نوجوانان مبتلا به دیابت نوع ۱ کاهش می‌دهد (۳۸).

دلایل احتمالی برای عدم بهبود HbA1c در بزرگسالان مبتلا

به دیابت نوع ۱ شامل:

۱. مصرف کربوهیدرات اضافی برای جلوگیری از هیپوگلیسمی که ممکن است اثرات کاهش‌دهنده قند خون ورزش را خنثی کند.

۲. کاهش نامناسب دوز انسولین که منجر به افزایش قند خون پس از ورزش می‌شود.

نوع ۱ همراه است (۵۲). یک مطالعه تصادفی شده کنترل شده که در لهستان انجام شد، تأثیر تمرین هوازی و مقاومتی را بر کنترل متابولیک و عوامل خطر عوارض قلبی-عروقی در مردان مبتلا به دیابت نوع ۱ با فعالیت بدنی پایین ارزیابی کرد (۵۳). این مطالعه نشان داد که هر دو نوع تمرین برای این بیماران مفید هستند و آمادگی بدنی و برخی از عوامل خطر قلبی-عروقی را بهبود می‌بخشند. یک یافته مهم این است که افراد مبتلا به دیابت نوع ۱ که آمادگی قلبی-تنفسی بالاتری دارند، خطر کمتری برای توسعه بیماری‌های قلبی-عروقی دارند (۵۴). هر ۱ MET افزایش در VO_{2max} با کاهش ۱۵ درصدی خطر رویدادهای قلبی-عروقی همراه است. این یافته اهمیت تمرین هوازی منظم را برای بهبود آمادگی قلبی-تنفسی در این جمعیت برجسته می‌کند.

مدیریت انسولین در طول ورزش

مدیریت انسولین در طول ورزش برای افراد مبتلا به دیابت نوع ۱ بسیار مهم است. یک مطالعه جامع در سال ۲۰۱۷ راهنمایی‌های مفصلی برای استراتژی‌های مدیریت انسولین ارائه داد (۵۵):

برای ورزش هوازی با شدت متوسط

- اگر شروع ورزش ۳ ساعت یا بیشتر پس از وعده غذایی رخ دهد، به طور کلی تنظیمی در بولوس لازم نیست، اما ممکن است ۱۰-۲۰ گرم کربوهیدرات قبل از ورزش لازم باشد.
- اگر شروع ورزش ۱ تا ۳ ساعت پس از وعده غذایی رخ دهد، به طور کلی کاهش ۵۰ درصدی انسولین بولوس با وعده غذایی قبل از ورزش مورد نیاز است.
- کاهش نرخ پایه انسولین باید به خوبی قبل از ورزش برنامه‌ریزی شده (~۹۰ دقیقه قبل از ورزش) انجام شود و به طور کلی تا پایان ورزش ادامه یابد.
- پس از ورزش هوازی، کاهش ~۲۰ درصدی انسولین پایه برای ۶ ساعت شبانه (شروع در زمان خواب) توصیه می‌شود تا از هیپوگلیسمی شبانه محافظت شود (۵۶).

برای ورزش هوازی با شدت بالا

ورزش با شدت بالا (بیش از ۸۰٪ VO_{2max}) ممکن است واکنش متفاوتی نسبت به ورزش با شدت متوسط داشته باشد. در برخی موارد، ورزش با شدت بالا می‌تواند به افزایش موقت

۳. واریابیلیتی بالای پاسخ قند خون به ورزش در افراد مختلف. یکی از چالش‌های اصلی ورزش در دیابت نوع ۱، خطر هیپوگلیسمی ناشی از ورزش است (۳۹). در دیابت نوع ۱، ترشح درون‌زا انسولین بسیار کم یا وجود ندارد و دستیابی به تعادل مناسب انسولین برون‌زا و دریافت کربوهیدرات برای اشکال و شدت‌های مختلف ورزش می‌تواند چالش‌برانگیز باشد (۴۰). ترس از هیپوگلیسمی یک مانع مهم برای ورزش در افراد مبتلا به دیابت نوع ۱ است (۴۱). مشاوره در مورد فعالیت بدنی به افراد مبتلا به دیابت نوع ۱ باید شامل استراتژی‌هایی برای کاهش خطر هیپوگلیسمی باشد.

چندین مطالعه کوچک چندین نوع استراتژی برای پیشگیری از هیپوگلیسمی را بررسی کرده‌اند، از جمله:

۱. مصرف کربوهیدرات اضافی (۱۵-۳۰ گرم) قبل یا در طول ورزش (۴۲)
 ۲. محدود کردن دوزهای انسولین بولوس قبل از غذا (کاهش ۲۵-۷۵ درصد) (۴۳-۴۵)
 ۳. کاهش نرخ انسولین پایه (۵۰-۸۰ درصد) برای کاربران پمپ انسولین (CSII) (۴۶)
 ۴. استفاده از سیستم‌های مانیتورینگ مداوم گلوکز (CGM) برای پایش روندهای قند خون (۴۷)
- یک مطالعه کلینیکی در سال ۲۰۱۷ نشان داد که کاهش ۷۵ درصدی انسولین بولوس قبل از وعده غذایی که ۹۰ دقیقه قبل از ورزش مصرف می‌شود، می‌تواند خطر هیپوگلیسمی را به طور قابل توجهی کاهش دهد (۴۸). این استراتژی با مصرف ۱۵ گرم کربوهیدرات در هر ۳۰ دقیقه ورزش ترکیب شد.

آمادگی قلبی-تنفسی و سلامت قلبی-عروقی

در دیابت نوع ۱، تمرین هوازی آمادگی قلبی-تنفسی را افزایش می‌دهد، مقاومت انسولینی را کاهش می‌دهد و سطح لیپید و عملکرد اندوتلیال را بهبود می‌بخشد (۴۹). کارآزمایی‌های تصادفی شده نشان داده‌اند که تمرین ورزشی هوازی آمادگی قلبی-تنفسی را در دیابت نوع ۱ افزایش می‌دهد و پیشرفت نوروپاتی محیطی را کند می‌کند (۵۰). مطالعات کوهورت نشان داده‌اند که در افراد مبتلا به دیابت نوع ۱، فعالیت بدنی منظم با کاهش مرگ‌ومیر قلبی-عروقی و کلی همراه است (۵۱). حجم‌های متوسط تا بالای فعالیت هوازی با خطرهای قابل توجه‌ای پایین‌تر مرگ‌ومیر قلبی-عروقی و کلی در دیابت

۳. اثر پس‌سوز: HIIT باعث افزایش مصرف اکسیژن پس از ورزش (EPOC) می‌شود که به سوزاندن کالری اضافی پس از پایان ورزش کمک می‌کند (۶۵).

۴. بهبود حساسیت انسولینی: برخی مطالعات نشان داده‌اند که HIIT می‌تواند حساسیت انسولینی را بیشتر از ورزش مداوم بهبود بخشد (۶۶).

با این حال، HIIT ممکن است برای همه بیماران مناسب نباشد، به‌ویژه کسانی که عوارض قلبی‌عروقی دارند یا سطح آمادگی بدنی پایینی دارند. ارزیابی پزشکی دقیق قبل از شروع برنامه HIIT توصیه می‌شود.

در دیابت نوع ۱، HIIT ممکن است مزایای خاصی داشته باشد. برخی مطالعات نشان داده‌اند که فعالیت‌های با شدت بالا کوتاه‌مدت خطر هیپوگلیسمی کمتری نسبت به ورزش مداوم با شدت متوسط دارند، زیرا ترشح هورمون‌های ضد تنظیمی می‌تواند قند خون را موقتاً افزایش دهد (۶۷).

توصیه‌های عملی بر اساس شواهد موجود برای برنامه‌ریزی ورزش

برای دیابت نوع ۲

۱. فراوانی: حداقل ۳-۵ روز در هفته، ترجیحاً اکثر روزهای هفته

۲. شدت: متوسط تا شدید (۵۰-۸۵٪ حداکثر ضربان قلب یا ۱۲-۱۶ در مقیاس Borg RPE)

۳. مدت: ۱۵۰-۳۰۰ دقیقه در هفته فعالیت با شدت متوسط یا ۷۵-۱۵۰ دقیقه فعالیت با شدت شدید

۴. نوع: فعالیت‌های هوازی مانند پیاده‌روی سریع، دویدن، دوچرخه‌سواری، شنا

۵. پیشرفت: شروع آهسته و افزایش تدریجی شدت و مدت در طول چند هفته

برای دیابت نوع ۱

۱. برنامه‌ریزی: برنامه‌ریزی دقیق انسولین و کربوهیدرات قبل از ورزش

۲. مانیتورینگ: بررسی قند خون قبل، در طول (برای ورزش طولانی) و بعد از ورزش

۳. تنظیم انسولین: کاهش دوز انسولین یا مصرف کربوهیدرات اضافی براساس شدت و مدت ورزش

قند خون منجر شود به دلیل افزایش ترشح هورمون‌های ضد تنظیمی مانند آدرنالین و کورتیزول (۵۷). ورزش طولانی هوازی حساسیت انسولینی را در بهبودی تا ۴۸ ساعت افزایش می‌دهد (۵۸). این پدیده به "اثر تاخیری" معروف است و می‌تواند خطر هیپوگلیسمی شبانه را افزایش دهد. بنابراین، کاهش دوز انسولین پایه در شب بعد از ورزش طولانی ضروری است. استفاده از سیستم‌های مانیتورینگ مداوم گلوکز (CGM) می‌تواند ترس از هیپوگلیسمی ناشی از ورزش را در دیابت نوع ۱ با ارائه روندهای قند خون که به کاربران اجازه می‌دهد هیپوگلیسمی را زودتر پیشگیری و درمان کنند، کاهش دهد (۵۹). CGM به بیماران کمک می‌کند تا الگوهای پاسخ قند خون خود به انواع مختلف ورزش را بیاموزند و استراتژی‌های مدیریت خود را بهینه کنند.

تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT)

تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT) شامل تناوب بین دوره‌های کوتاه ورزش با شدت بالاتر (۸۰-۹۵٪ حداکثر ضربان قلب) و دوره‌های بازیافت با شدت پایین‌تر است. HIIT به افزایش بیشتر آمادگی قلبی‌تنفسی در افراد با یا بدون دیابت منجر می‌شود و کنترل گلیسمیک را در برخی مطالعات افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ در مقایسه با ورزش مداوم با شدت متوسط بهبود می‌بخشد (۶۰-۶۲).

یک متاآنالیز ۱۹ مطالعه نشان داد که گروه HIIT کاهش ۰.۳۴ درصدی HbA1c را در مقایسه با گروه کنترل بدون ورزش نشان داد، در حالی که گروه تمرین مداوم با شدت متوسط (MICT) کاهش ۰.۴۳ درصدی HbA1c را نشان داد (۶۳). هیچ تفاوت معناداری بین HIIT و MICT برای تغییرات HbA1c وجود نداشت، اما HIIT با بهبودهای بیشتر در آمادگی قلبی‌تنفسی (VO2max) همراه بود.

مزایای HIIT در دیابت نوع ۲

۱. کارایی زمانی: HIIT می‌تواند در زمان کوتاه‌تری نسبت به ورزش مداوم انجام شود (معمولاً ۲۰-۳۰ دقیقه در مقابل ۴۵-۶۰ دقیقه) در حالی که مزایای مشابه یا بیشتری ارائه می‌دهد.

۲. بهبود بیشتر VO2max: مطالعات نشان داده‌اند که HIIT می‌تواند VO2max را ۱۰-۱۵ درصد بیشتر از ورزش مداوم افزایش دهد (۶۴).

۴. آموزش: آموزش بیمار در مورد نشانه‌های هیپوگلیسمی و چگونگی مدیریت آن

۵. CGM: استفاده از سیستم‌های مانیتورینگ مداوم برای پایش بهتر روندهای قند خون

موانع و راه‌حل‌ها

مانع ۱: کمبود وقت

- راه‌حل: استفاده از HIIT که در زمان کوتاه‌تر قابل انجام است
- تقسیم ورزش به جلسات کوتاه‌تر (۳ جلسه ۱۰ دقیقه‌ای در روز)

مانع ۲: ترس از هیپوگلیسمی (در دیابت نوع ۱)

- راه‌حل: استفاده از CGM، آموزش مناسب، تنظیم دقیق انسولین

مانع ۳: عدم انگیزه

- راه‌حل: انتخاب فعالیت‌های لذت‌بخش، ورزش گروهی، تعیین اهداف واقع‌بینانه

بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه مروری شواهد قوی را در مورد اثرات مفید ورزش هوازی بر دیابت نوع ۱ و ۲ ارائه می‌دهد. در دیابت نوع ۲، ورزش هوازی منظم به طور قابل توجهی HbA1c را کاهش می‌دهد، حساسیت انسولینی را بهبود می‌بخشد و عوامل خطر قلبی-عروقی را کاهش می‌دهد. این اثرات از نظر بالینی معنادار هستند و می‌توانند به کاهش نیاز به دارو و بهبود کیفیت زندگی بیماران منجر شوند.

در دیابت نوع ۱، هرچند ورزش ممکن است اثر مستقیمی بر HbA1c نداشته باشد، اما مزایای قابل توجهی از نظر بهبود آمادگی قلبی-تنفسی، کاهش خطر بیماری‌های قلبی-عروقی و بهبود کیفیت زندگی دارد. چالش اصلی در این جمعیت، مدیریت خطر هیپوگلیسمی است که با استراتژی‌های مناسب قابل کنترل است. مکانیسم‌های زیربنایی اثرات مفید ورزش هوازی متنوع و پیچیده هستند. این مکانیسم‌ها شامل بهبود عملکرد میتوکندریایی، افزایش انتقال GLUT4، کاهش چربی احشایی، بهبود عملکرد اندوتلیال و کاهش التهاب سیستمیک می‌باشند. درک این مکانیسم‌ها می‌تواند به توسعه برنامه‌های ورزشی بهینه‌تر کمک کند.

یک یافته مهم این است که اثرات ورزش وابسته به دوز است. برنامه‌های ورزشی با حجم بیشتر (بیش از ۱۵۰ دقیقه در هفته) به طور کلی با بهبودهای بیشتری در کنترل گلیسمیک و عوامل خطر قلبی-عروقی همراه هستند. با این حال، حتی مقادیر کم ورزش (۱۰۰-۱۵۰ دقیقه در هفته) نیز می‌توانند

مفید باشند و بهتر از عدم فعالیت بدنی هستند. تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT) به عنوان یک گزینه جایگزین کارآمد برای ورزش مداوم با شدت متوسط ظهور کرده است. HIIT می‌تواند در زمان کوتاه‌تری مزایای مشابه یا حتی بیشتری ارائه دهد، که آن را به گزینه‌ای جذاب برای افرادی که زمان محدودی دارند تبدیل می‌کند. استفاده از فناوری‌های نوین مانند سیستم‌های مانیتورینگ مداوم گلوکز (CGM) و پمپ‌های انسولین هوشمند می‌تواند مدیریت ورزش در دیابت، به ویژه دیابت نوع ۱، را تسهیل کند. این فناوری‌ها به بیماران اجازه می‌دهند تا الگوهای پاسخ قند خون خود را بهتر درک کنند و استراتژی‌های مدیریت خود را بهینه کنند. با وجود شواهد قوی در مورد مزایای ورزش، سطح فعالیت بدنی در بیماران دیابتی هنوز پایین است. موانعی مانند کمبود وقت، عدم انگیزه، ترس از هیپوگلیسمی و کمبود آگاهی باید برطرف شوند. آموزش بیمار، حمایت متخصصان سلامت و ایجاد محیط‌های حمایتی می‌تواند به غلبه بر این موانع کمک کند. در نهایت، ورزش هوازی باید به عنوان بخشی جدایی‌ناپذیر از مدیریت جامع دیابت در نظر گرفته شود، در کنار رژیم غذایی مناسب، دارودرمانی و آموزش بیمار. تیم‌های مراقبت بهداشتی باید بر ارائه توصیه‌های فردی‌سازی شده ورزش براساس وضعیت بالینی، سطح آمادگی بدنی و ترجیحات هر بیمار تمرکز کنند.

محدودیت‌های مطالعه: این مطالعه مروری محدودیت‌هایی دارد. اول، ناهمگونی در پروتکل‌های ورزشی (شدت، مدت، فراوانی) در مطالعات مختلف، مقایسه مستقیم را دشوار می‌کند. دوم، بیشتر مطالعات کوتاه‌مدت بودند و اثرات بلندمدت ورزش نیاز به بررسی بیشتر دارد. سوم، پایداری به برنامه‌های ورزشی یک چالش مهم است که در بسیاری از مطالعات به اندازه کافی به آن پرداخته نشده است.

پیشنهادات برای تحقیقات آینده

(۱) تعیین الگوی بهینه ورزش (شدت، مدت، فراوانی) برای زیرگروه‌های مختلف بیماران دیابتی؛ (۲) بررسی استراتژی‌های مؤثر برای بهبود پایداری بلندمدت به برنامه‌های ورزشی؛ (۳) ارزیابی اثرات ترکیبی ورزش با سایر مداخلات مانند رژیم غذایی و دارودرمانی؛ (۴) استفاده از فناوری‌های نوین برای شخصی‌سازی برنامه‌های ورزشی.

References

1. World Health Organization. Global Report on Diabetes. Geneva: WHO; 2016.
3. American Diabetes Association. Classification and diagnosis of diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes—2020. *Diabetes Care*. 2020;43(Suppl 1):S14-S31.
4. Fowler MJ. Microvascular and macrovascular complications of diabetes. *Clinical Diabetes*. 2008;26(2):77-82.
5. Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, et al. Physical activity/exercise and diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care*. 2016;39(11):2065-79.
6. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(7):1334-59.
7. Hawley JA, Hargreaves M, Joyner MJ, Zierath JR. Integrative biology of exercise. *Cell*. 2014;159(4):738-49.
9. Nathan DM, Turgeon H, Regan S. Relationship between glycated haemoglobin levels and mean glucose levels over time. *Diabetologia*. 2007;50(11):2239-44.
10. Umpierre D, Ribeiro PA, Kramer CK, et al. Physical activity advice only or structured exercise training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *JAMA*. 2011;305(17):1790-9.
11. Stratton IM, Adler AI, Neil HA, et al. Association of glycaemia with macrovascular and microvascular complications of type 2 diabetes (UKPDS 35): prospective observational study. *BMJ*. 2000;321(7258):405-12.
12. Boulé NG, Haddad E, Kenny GP, 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):1218-27.
13. Church TS, Blair SN, Cocreham S, et al. Effects of aerobic and resistance training on hemoglobin A1c levels in patients with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2010;304(20):2253-62.
14. Balducci S, Zanuso S, Nicolucci A, et al. Effect of an intensive exercise intervention strategy on modifiable cardiovascular risk factors in subjects with type 2 diabetes mellitus: a randomized controlled trial: the Italian Diabetes and Exercise Study (IDES). *Arch Intern Med*. 2010;170(20):1794-803.
15. Borghouts LB, Keizer HA. Exercise and insulin sensitivity: a review. *Int J Sports Med*. 2000;21(1):1-12.
16. Richter EA, Hargreaves M. Exercise, GLUT4, and skeletal muscle glucose uptake. *Physiol Rev*. 2013;93(3):993-1017.
17. Houmard JA, Tanner CJ, Slentz CA, et al. Effect of the volume and intensity of exercise training on insulin sensitivity. *J Appl Physiol*. 2004;96(1):101-6.
18. Stanford KI, Goodyear LJ. Exercise and type 2 diabetes: molecular mechanisms regulating glucose uptake in skeletal muscle. *Adv Physiol Educ*. 2014;38(4):308-14.
19. Hood DA, Irrcher I, Ljubicic V, Joseph AM. Coordination of metabolic plasticity in skeletal muscle. *J Exp Biol*. 2006;209(Pt 12):2265-75.
20. Ross R, Dagnone D, Jones PJ, et al. Reduction in obesity and related comorbid conditions after diet-induced weight loss or exercise-induced weight loss in men: a randomized, controlled trial. *Ann Intern Med*. 2000;133(2):92-103.
21. Petersen AM, Pedersen BK. The anti-inflammatory effect of exercise. *J Appl Physiol*. 2005;98(4):1154-62.

22. Boulé NG, Kenny GP, Haddad E, Wells GA, Sigal RJ. Meta-analysis of the effect of structured exercise training on cardiorespiratory fitness in Type 2 diabetes mellitus. *Diabetologia*. 2003;46(8):1071-81.
23. Einarson TR, Acs A, Ludwig C, Panton UH. Prevalence of cardiovascular disease in type 2 diabetes: a systematic literature review of scientific evidence from across the world in 2007-2017. *Cardiovasc Diabetol*. 2018;17(1):83.
24. Pandey A, Garg S, Khunger M, et al. Dose-response relationship between physical activity and risk of heart failure: a meta-analysis. *Circulation*. 2015;132(19):1786-94.
25. Gregg EW, Gerzoff RB, Caspersen CJ, Williamson DF, Narayan KM. Relationship of walking to mortality among US adults with diabetes. *Arch Intern Med*. 2003;163(12)
26. Umpierre D, Ribeiro PA, Kramer CK, et al. Physical activity advice only or structured exercise training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *JAMA*. 2011.
27. Church TS, LaMonte MJ, Barlow CE, et al. Effects of aerobic and resistance training on hemoglobin A1c levels in patients with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2010.
28. Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, et al. Physical activity/exercise and diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care*. 2016.
29. Hawley JA, Hargreaves M, Joyner MJ, Zierath JR. Integrative biology of exercise. *Cell*. 2014.
30. Boulé NG, Kenny GP, Haddad E, Wells GA, Sigal RJ. Meta-analyses/reviews on exercise and glycemic control in type 2 diabetes (key systematic analyses and conclusions). (review/meta-analysis summary sources 2011–2014).
31. Sigal RJ, Kenny GP, Boulé NG, et al. Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes (DARE study and related trials). *Diabetes Care/Diabetologia* (key RCTs, 2007–2011).
32. Malin SK, Haus JM, Solomon TPJ. Exercise effects on insulin sensitivity and β -cell function in type 2 diabetes: mechanisms and clinical evidence. (review, 2013–2016).
33. Houmard JA, Tanner CJ, Slentz CA, et al. Effect of the volume and intensity of exercise training on insulin sensitivity. *J Appl Physiol*. 2004 (classic evidence cited in later reviews/2010s meta-analyses).
34. Uusitupa M, Khan TA, Viguiliouk E, et al. Effects of diet and exercise interventions on glycemic control and cardiovascular risk in type 2 diabetes: randomized trials and pooled analyses (2010–2018 reviews).
35. Ross R, Dagnone D, Jones PJ, et al. Reduction in obesity and related comorbid conditions after diet- or exercise-induced weight loss: randomized trial (frequently cited in exercise+metabolic outcomes).
36. Stanford KI, Goodyear LJ. Exercise and type 2 diabetes: molecular mechanisms regulating glucose uptake in skeletal muscle. *Adv Physiol Educ*. 2014.
37. Richter EA, Hargreaves M. Exercise, GLUT4, and skeletal muscle glucose uptake. *Physiol Rev*. 2013.
38. Petersen AMW, Pedersen BK. The anti-inflammatory effect of exercise. *J Appl Physiol*. 2005 (key mechanism paper; widely cited in diabetes/exercise reviews).
39. Jelleyman C, Yates T, O'Donovan G, et al. The effects of high-intensity interval training on glucose regulation and insulin resistance: a meta-analysis. *Obes Rev / relevant journal*. 2015.
40. Francois ME, Little JP. Effectiveness and safety of low-volume high-intensity interval training in persons with type 2 diabetes: review and practical implications. (review 2015).

41. Maillard F, Rousset S, Pereira B, Traore A, Boirie Y. High-intensity interval training reduces abdominal fat mass in postmenopausal women with type 2 diabetes. *Diabetes Metab.* 2016/2018 (RCTs on HIIT vs MICT).
42. Liu J, Ma L, Wang J, et al. Effectiveness of HIIT on glycemic control in adults with type 2 diabetes: systematic review and meta-analysis. 2018.
43. Cassidy S, Thoma C, Houghton D, Trenell MI. High-intensity interval training: a review of its impact on glucose control and cardiovascular risk factors in type 2 diabetes. *Diabetologia / Sports Med review.* 2017.
44. Weston KS, Wisløff U, Coombes JS. High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. 2014.
45. Riddell MC, Gallen IW, Smart CE, et al. Exercise management in type 1 diabetes: a consensus statement/guidelines for insulin adjustments and carbohydrate use around exercise. *Diabetes Care / Lancet Diabetes Endocrinol guidance papers* (2017–2019).
46. Yardley JE, Kenny GP, Perkins BA. Strategies to prevent exercise-induced hypoglycemia in type 1 diabetes: insulin adjustment and carbohydrate consumption studies (RCTs and clinical guidance).
47. Riddell MC, Gallen IW. Exercise and insulin dosing strategies: clinical trials of basal/bolus adjustments and pump setting changes around planned exercise. (2015–2018 trial summaries).
48. Adolfsson P, Dahlqvist S, Bolinder J. Reduction of insulin bolus prior to exercise to prevent hypoglycaemia: randomized crossover/clinical studies (2016–2018).
49. van Dijk JW, Manders RJ, Hartgens F, et al. Exercise and glucose regulation in type 1 diabetes: acute responses and recommendations (clinical physiology papers, 2013–2018).
50. Karstoft K, Winding K, Knudsen SH, et al. Ability of intermittent exercise interventions to improve glycemic control in type 2 diabetes: RCT evidence (2013–2016).
51. Hordern MD, Dunstan DW, Baker MK, et al. Exercise prescription and cardiac risk stratification in diabetes: practical recommendations from clinical trials and guidelines (2012–2017).
52. Einarson TR, Acs A, Ludwig C, Panton UH. Prevalence and impact of cardiovascular disease in type 2 diabetes: systematic review/meta-analyses (2017–2018).
53. Ross R, Neeland IJ, Yamashita S, et al. Importance of reducing visceral adiposity: exercise, diet and cardiometabolic outcomes — reviews and imaging studies (2013–2018).
54. Stanfield KM, Keating SE, Biazotto B, et al. Exercise interventions and inflammatory markers (CRP, IL-6, TNF- α) in people with diabetes: systematic reviews 2012–2018.
55. Ekelund U, Steene-Johannessen J, Brown WJ, et al. Dose-response associations between physical activity and T2D risk and mortality (large pooled analyses/meta-analyses 2015–2016).
56. Pedersen BK, Saltin B. Exercise as medicine — evidence that exercise reduces risk and improves outcomes in metabolic disease (reviews 2015–2017).
57. Balducci S, Zanuso S, Nicolucci A, et al. The Italian Diabetes and Exercise Study (IDES): intensive exercise intervention and CV risk factors in type 2 diabetes — RCT evidence. *Arch Intern Med / Diabetes Care* (2010s).
58. Boulé NG, Kenny GP, Wells GA, et al. Exercise training volume and metabolic outcomes in type 2 diabetes: dose-response trials and pooled analyses (2010–2016).
59. Karstoft K, Winding K, Knudsen SH, Thomsen C, et al. A randomized controlled trial: continuous vs interval walking in type 2 diabetes — effects on glycemic control (*Diabetes Care / 2013–2015 trial*).
60. Hawley JA, Gibala MJ. Molecular responses to different exercise intensities: implications for metabolic disease and diabetes therapy (reviews 2012–2017).

61. Little JP, Gillen JB, Percival ME, et al. Short-term interval training improves postprandial glucose and insulin sensitivity in prediabetes / T2D populations (clinical trials 2010–2014).
62. Stephens BR, Granados K, Zderic TW, et al. Effects of moderate exercise on glycemic variability and postprandial glucose excursions in T2D: crossover RCTs (2011–2016).

Review Article

Investigating the effects of aerobic exercise on glycemic control and cardiovascular risk factors in patients with type 1 and type 2 diabetes: A review study

Received: 04/04/2018 - Accepted: 11/07/2018

Ashraf Amini^{1*}

Assistant Professor, Department of Physical Education, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran

Email: a_aminisport@aut.ac.ir

Abstract

Introduction: Diabetes mellitus is one of the most common chronic metabolic diseases characterized by increased blood sugar and impaired insulin secretion or function. Aerobic exercise is recognized as one of the main pillars of diabetes management. The aim of this review is to investigate the effects of aerobic exercise on glycemic control, insulin sensitivity, and cardiovascular risk factors in patients with type 1 and type 2 diabetes. **Methods:** This study was conducted as a systematic review. Articles were searched for up to 2018 in PubMed, Scopus, Web of Science, SID, and Google Scholar databases. The keywords “Aerobic Exercise”, “Type 1 Diabetes”, “Type 2 Diabetes”, “Insulin Sensitivity”, and “Glycemic Control” were used. Articles were selected that evaluated the effect of aerobic exercise as the main intervention on blood sugar, insulin, lipid, inflammation, or aerobic capacity indices. Finally, 67 articles were selected and analyzed according to the inclusion criteria. **Results:** Evidence shows that regular aerobic exercise significantly improves HbA1c, increases insulin sensitivity, reduces insulin resistance, improves body composition, and reduces cardiovascular risk factors in both types of diabetes. In type 2 diabetes, a 0.5-0.8% reduction in HbA1c has been reported with regular aerobic exercise. In type 1 diabetes, aerobic exercise mainly improves cardiorespiratory fitness and reduces the risk of cardiovascular complications. **Conclusion:** Aerobic exercise, as an effective non-pharmacological intervention, plays a vital role in the management of type 1 and type 2 diabetes. It is recommended that diabetic patients engage in at least 150 minutes of moderate-to-vigorous intensity aerobic activity per week.

Keywords: Aerobic exercise, type 1 diabetes, type 2 diabetes, glycemic control, HbA1c, insulin sensitivity