



Revisión

El ejercicio en el tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2

 23 min.

jaimejorge33@yahoo.com



La Diabetes Mellitus Tipo 2 (DMT2) es una patología que genera gran morbilidad y mortalidad en la población mundial. En la siguiente revisión un grupo de médicos e investigadores de Colombia nos describen la importancia del ejercicio físico en su tratamiento, los mecanismos para la mejoría del control glucémico y cuentan algunas recomendaciones basadas en la evidencia del tratamiento con ejercicios aeróbicos y de fuerza.



Márquez Arabia JJ¹,
Ramón Suárez G²,
Márquez Tróchez J³.

¹ Médico y Cirujano, Médico especialista en Medicina de la actividad física y el deporte. Docente e investigador del Instituto Universitario de Educación Física, Universidad de Antioquia; Medellín, Colombia;

² Médico y Cirujano; Doctor en Educación Física. Docente e investigador del Instituto Universitario de Educación Física, Universidad de Antioquia; Medellín, Colombia;

³ Médico y Cirujano, Universidad Pontificia Bolivariana; Medellín, Colombia

Revista Argentina de Endocrinología y Metabolismo. Vol. 48. Nº 4.



Correspondencia Jaime Jorge Márquez Arabia
Dg 80 N° 78B - 240 Bloque 73 Apto 303.
Medellín - Colombia



Resumen

La Diabetes Mellitus Tipo 2 (DMT2) es una patología que se reporta en todo el mundo y genera una considerable morbilidad y mortalidad. Sus medidas epidemiológicas de frecuencia han aumentado globalmente en las últimas décadas y si no se toman medidas urgentes el problema crecerá con consecuencias relevantes. La prescripción adecuada del ejercicio aeróbico y de fuerza en el diabético es un pilar fundamental en su manejo, tratamiento, control y pronóstico y tiene múltiples beneficios, no solo en el control glucémico, sino también en parámetros cardiovasculares, metabólicos, antropométricos, psicosociales, e incluso mortalidad. Por lo mencionado, esta revisión comprende en general, el rol del ejercicio en el tratamiento de la DMT2, la prescripción especial del ejercicio, los mecanismos para la mejoría del control glucémico, los beneficios del ejercicio en el diabético y relata algunas recomendaciones basadas en la evidencia para el tratamiento de la DMT2 con el ejercicio aeróbico y el de fuerza. Rev Argent Endocrinol Metab 49: 203-212, 2012

Los autores declaran no poseer conflictos de interés.

Palabras clave: diabetes Tipo 2, ejercicio, actividad física, tratamiento

Introducción

La Diabetes Mellitus Tipo 2 (DMT2) es una patología que se reporta en todo el mundo y genera una considerable morbilidad y mortalidad. Sus medidas epidemiológicas de frecuencia han aumentado globalmente en las últimas décadas y si no se toman medidas urgentes el problema crecerá con consecuencias para el paciente, el sistema de salud y los factores socioeconómicos de los países.

El especialista que prescribe el ejercicio debería ser un estudioso de la DMT2, conocer y estar actualizado en el manejo global de la enfermedad. No es un objetivo de este artículo describir el tratamiento y control del diabético, pero el interesado, puede revisar las guías que anualmente publica la ADA(1).

Los tres pilares del tratamiento son el ejercicio, la dieta y los medicamentos en caso necesario(1,2). En síntesis, el óptimo control de diabético debe cumplir con los siguientes parámetros: HBA1C \leq 6,5-7 %, glicemia preprandial: 70-130 mg %, glicemia posprandial 2 horas: \leq 180 mg %, Presión arterial $<$ 130/80 mmHg, LDL $<$ 100 mg % o $<$ 70 mg % (si enfermedad cardiovascular), HDL $>$ 40 mg % hombres y $>$ 50 mg % mujeres, TG $<$ 150 mg %.

Existe evidencia suficiente de los efectos positivos del ejercicio regular en la patogénesis, síntomas específicos, parámetros de control, "fitness" y calidad de vida de los pacientes con DMT2(2-5).

Autoanalizadores para Química Clínica

Miura



Autoanalizadores
de Química Clínica
Origen: Italia

**2 AÑOS DE
GARANTÍA**



Miura One



Miura 200



Miura 500

I.S.E. S.R.L. es una empresa italiana con 30 años de experiencia en investigación y desarrollo en la producción de instrumental de laboratorio.

Autoanalizadores para química clínica e inmunturbidimetría en sus modelos Miura One, Miura 200 y Miura 500. Con lector de código de barras y posibilidad de incorporar módulo Ion Selectivo. Conexión a sistema de gestión.

Consulte por Planes de Comodato



Sistema

Analizador automático de acceso aleatorio para química clínica, proteínas plasmáticas, drogas de abuso y electrolitos.

Rendimiento Miura 500: 300 pruebas por hora hasta 500 con el módulo ISE a bordo.

Rendimiento Miura 200: 240 pruebas por hora hasta 480 con el módulo ISE a bordo.

Rendimiento Miura One: 120 pruebas por hora hasta 180 con el módulo ISE a bordo.



BG ANALIZADORES S.A.

Aráoz 86 | C1414DPB | C.A.B.A. | Argentina
Tel: 54-11 4856-2024/5734/2876 | Fax: 54-11 4856-5652
bga@bganalizadores.com.ar | www.bganalizadores.com.ar


BG Analizadores

EFFECTOS DEL EJERCICIO EN EL CONTROL DEL DIABÉTICO

Múltiples estudios que demuestran el beneficio del ejercicio regular en el control glucémico a largo plazo han utilizado Actividad física (AF) realizada por 30 a 60 minutos, al 50 a 80 % del VO_2 máximo, 3 a 4 veces por semana. Con este tipo de programas se logran reducciones de 10 % a 20 % en la Hemoglobina glicosilada - HbA1c-(6,7).

Una revisión sistemática del efecto de intervenciones estructuradas de ejercicio en estudios clínicos aleatorizados de 8 o más semanas de duración, sobre la HbA1c y el Índice de Masa Corporal (IMC) de pacientes con diabetes tipo 2 encontró que luego del período de intervención la HbA1c fue significativa más baja en los grupos de ejercicio que en los grupos control (7,65 VS 8,31 % $p < 0,001$) en tanto que no se presentaron diferencias entre el peso corporal de ambos grupos. Un análisis de metaregresión confirmó que el efecto del ejercicio sobre la HbA1c fue independiente de cualquier efecto sobre el peso corporal(8). Por lo tanto, los programas estructurados de ejercicio tienen beneficio estadística y clínicamente significativo sobre el control glicémico que no está mediado por la pérdida de peso corporal.

Incluso una revisión y metaanálisis reciente encontró que un plan de entrenamiento estructurado del ejercicio aeróbico regular (beneficio mayor si se realiza más de 150 minutos por semana), el de fuerza y ambos combinados o consejería nutricional y de ejercicio regular simultáneas, se asocian con reducciones significativas de la HbA1c(5):

Un metaanálisis mostró que la intensidad del ejercicio presentó mayor poder para predecir la diferencia de la HbA1c ($r = -0,91$ $p = 0,002$) que el volumen del ejercicio ($r = -0,46$ $p = 0,26$)(9).

Estos resultados indican que aquellas personas que se ejercitan de manera moderada podrían incrementar la intensidad del ejercicio buscando alcanzar un mejor control glicémico y un mejor "fitness" aeróbico.

El efecto de una sesión de AF aeróbica sobre la sensibilidad a la insulina se mantiene por 24 a 72 horas dependiendo de la intensidad y la duración de la actividad. Dado que la duración del incremento de la sensibilidad a la insulina generalmente no va más allá de las 72 horas, la ADA recomienda que no haya más de 2 días consecutivos sin AF aeróbica y los estudios tienen una frecuencia mínima de 3 veces por semana(3,7).

Ejercicio, aptitud aeróbica y mortalidad

Grandes estudios de cohorte mostraron que los altos niveles de aptitud aeróbica o de AF se relacionaban con una disminución de la mortalidad cardiovascular y por todas las causas mucho mayor que lo que podría explicarse solo por la disminución de los niveles de glucosa(7,10-12).

Un estudio encontró que los hombres en el primer, segundo y tercer cuartil de aptitud cardiorrespiratoria presentaban 4,5, 2,8 y 1,6 veces mayor riesgo de mortalidad que aquellos ubicados en el cuartil más alto de aptitud cardiorrespiratoria, aún después de ajustar por edad, enfermedad cardiovascular basal, IMC, hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia, hipertensión arterial, tabaquismo, antecedentes familiares de enfermedad cardiovascular y niveles basales de glucosa en ayunas. No hubo diferencias en la mortalidad de hombres con peso normal, con sobrepeso u obesos luego de los ajustes con la aptitud cardiorrespiratoria(10).

En la misma cohorte los sujetos considerados moderadamente aptos (percentil 21-60) que se ejercitaban caminando, empleaban en promedio, 130 minutos semanales los hombres y 148 minutos semanales las mujeres(10). Lo anterior coincide con las recomendaciones de las distintas instituciones internacionales, Colegio Americano de Medicina Deportiva, Asociación Británica de Ciencias del Deporte y Ejercicio, CDC e incluso la OMS, de acumular al menos 150 minutos semanales de una AF moderada y más recientemente realizar también ejercicio aeróbico vigoroso y ejercicios de fuerza(2,13-15).

Aquellos sujetos moderadamente aptos que trotaban o corrían lo hacían en promedio durante 90 min/semanales los hombre y 92 minutos / semanales las mujeres; lo cual es equivalente a la recomendación de 30 minutos 3 veces por semana de AF vigorosa(7).

Los mecanismos por los cuales el ejercicio puede reducir la mortalidad en los pacientes diabéticos incluyen: disminución de la inflamación sistémica, mejoramiento del llenado diastólico temprano con disminución de la disfunción diastólica, incremento de la función vasodilatadora endotelial y disminución de la grasa visceral(7,16).

Además, niveles altos de "fitness" en pacientes obesos o con sobrepeso se correlacionan inversamente con los factores de riesgo cardiovascular (tradicionales + puntaje de Framingham + índice tobillo/brazo) en personas con DMT2 y la capacidad de ejercicio es un fuerte predictor de todas las causas de mortalidad en afroamericanos y caucásicos(17).

Ejercicio para la pérdida y mantenimiento del peso corporal

La mayoría de los programas estructurados exitosos para el control de peso a largo plazo se basan en dieta, ejercicio y modificación de la conducta. El ejercicio solo sin restricción calórica y sin modificación de la conducta tiende a alcanzar solo modestas pérdidas de peso de aproximadamente 2 kg. La pérdida de peso es pequeña en primer término porque las personas obesas tienen dificultad para realizar el suficiente ejercicio para crear un importante déficit de energía; además es relativamente fácil contrabalancear el déficit energético con un incremento en la ingesta calórica y con una disminución de la AF fuera de las sesiones de ejercicio(7). Sin embargo, un estudio clínico aleatorizado con un alto volumen de ejercicio aeróbico (700 kcal/ día), 1 hora diaria de ejercicio de moderada intensidad produjo al menos la misma pérdida de grasa que una restricción calórica equivalente y con un mayor efecto sobre la sensibilidad a la insulina(18).

El volumen de ejercicio óptimo para

lograr una pérdida sustancial de peso sin duda es mayor que el necesario para mejorar el control glucémico y la salud cardiovascular. En estudios observacionales aquellas personas que tuvieron éxito en mantener a largo plazo una pérdida de peso significativa realizaban 7 h semanales de ejercicio moderado a vigoroso(7). Dos estudios clínicos aleatorizados encontraron que altos volúmenes de ejercicio (2000 a 2500 kcal./sem) producían mayores y más sostenidas pérdidas de peso que aquellos volúmenes de ejercicio menores (1000 kcal/sem) y el último consenso del ACSM sugiere que para perder y mantener el peso de la manera más efectiva se necesitan actividades moderadas de más de 250 minutos por semana(19).

Entrenamiento de fuerza en el manejo de la DMT2

Dado el incremento de la evidencia respecto al beneficio para la salud del Entrenamiento de la Fuerza (EF), durante los últimos años el ACSM recomienda que el

mismo sea incluido en los programas de ejercicio para personas sanas jóvenes y de mediana edad, para los adultos mayores y adultos con DMT2(2,3). Con el incremento de la edad hay una tendencia a una declinación progresiva de la masa muscular, conduciendo a la sarcopenia, disminución de la capacidad funcional, disminución de la tasa metabólica de reposo, incremento de la masa grasa, e incremento de la resistencia a la insulina; el EF puede tener un impacto positivo sobre cada uno de estos aspectos(2,4,7).

Los diabéticos pueden completar un entrenamiento de fuerza con mínimos riesgo para la salud, mientras mejoran el control glucémico, la sensibilidad a la insulina y la fuerza muscular. Estos beneficios, según muchos estudios, parecen ser intensidad-dependientes, con las mayores mejorías cuando se entrena entre el 70 y el 90 % de 1-RM(3,20- 24). El EF pudiera dar mayor beneficio, en términos del control glucémico, que el aeróbico (EA), e incluso se tolera más si se realiza con

cortos episodios y períodos de reposo intermitentes. En la mayoría de los estudios se reporta una disminución relevante clínicamente de la HbA1c, y los que no, tienen una duración menor de 10 semanas(20). Esos cambios parecen ser similares o mayores con EF que con EA(72) y 2 estudios aleatorizados recientes reportan que el entrenamiento combinado(EF + EA) puede ser la mejor opción para el control glucémico(25,26).

El EF mejora la sensibilidad a la insulina que persiste de 16 horas a 120 horas después de la sesión. Esta duración tiende hacia el mayor valor si se lleva más de 12 a 16 semanas de entrenamiento(21). Por lo tanto se sugiere que las primeras fases del entrenamiento de fuerza sean más frecuentes -después del período de adaptación-y en la fase de control o mantenimiento pueden ser de 2 veces por semana y se obtiene beneficio si el paciente solo desea este tipo de entrenamiento o por sus comorbilidades es lo más indicado, pero faltan investigaciones rigurosas que

MiniCollect®
by VACUETTE®


greiner bio-one

VACUETTE®
one step ahead



Juncal 2869 Martínez, Buenos Aires
Tel: (54 11) 4717 2200
E-mail: niproarg@nipromed.com
Web: www.nipro.com



NIPRO
MEDICAL CORPORATION
ARGENTINA

Bioseguridad, Calidad, Garantía y Respaldo

determinen la frecuencia e intensidad adecuadas para obtener beneficios agudos y crónicos del EF(20,21).

La composición corporal mejora con el EF ya que la masa grasa disminuye y la magra aumenta, la calidad muscular (fuerza por unidad de volumen) mejora y cambian las características de la fibra muscular. Las respuestas mediadas por la contracción local pueden aumentar la señalización intracelular, llevando a incrementos de los transportadores Glut 4 de membrana y sensibilidad a la insulina(20,21).

Otros beneficios del EF en el diabético son aumento de la fuerza ósea, minimización de la sarcopenia, mejora el balance y reduce el riesgo de caídas, disminuye la presión arterial y en menor medida el colesterol, LDL, triglicéridos y aumenta las HDL (2,20,21).

El EF es seguro en diabéticos aún con algunas comorbilidades y puede llegar a ser la elección en los que tengan limitaciones musculoesqueléticas u ortopédicas y que no tienen adecuada adherencia al EA (21,27).

Algunos de los estudios sobre EF y DMT2 que han utilizado trabajos en circuito muestran efectos positivos sobre el control glicémico(27-29). Se ha observado mejoras en los niveles de HbA1c (reducción del 0,6 %) en ausencia de cambios en el consumo máximo de oxígeno ($VO_2^{\text{máx}}$) y en la composición corporal, lo cual destaca la influencia independiente del EF(30). Se ha encontrado luego de 6 y 10 semanas de EF una reducción del 23 % y del 48 %, respectivamente, en la sensibilidad a la insulina(27).

Los niveles de glucosa en ayunas y los monitoreados por los propios pacientes han disminuido en respuesta al EF en circuito(28).

El EF de moderada intensidad (45-55 % de 1RM) ha mostrado ser seguro y efectivo para mejorar el control glucémico, colesterol, triglicéridos y tejido adiposo subcutáneo y no se han reportado efectos adversos más que una ligera inflamación muscular y es bien tolerado con alta

adherencia en diabéticos obesos y ancianos (90 % en 10 semanas)(27,31). Además, este modo de ejercicio podría tener el potencial de incrementar la capacidad aeróbica(32).

Entrenamiento combinado de la resistencia aeróbica y la fuerza

Actualmente, mínimo 2 estudios comparan directamente el efecto combinado del EF + EA con EF o EA aislados(25,26). El más grande y controlado aleatorizado, encuentra que los beneficios en el control glucémico son mayores con el entrenamiento combinado - ↓ HbA1c 0,9 % vs. 0,43 % en EA vs. 0,3 % EF -sin encontrarse diferencias significativas entre los grupos en la mejoría del perfil lipídico, presión arterial y glucemia entre; los participantes tenían entre 39 y 70 años, HbA1c en promedio de 7,7 % y el entrenamiento se hizo durante 22 semanas con una frecuencia de 3 veces/sem siguiendo las guías de la ADA y el ACSM(25).

El segundo, encontró mejorías similares en el entrenamiento combinado (énfasis en trabajo excéntrico) y el EA supervisado durante 16 semanas en la HbA1c (-0,59 % y -0,31 % respectivamente), test de 6 minutos (45,5 m vs 29,9 m), ↓ triglicéridos musculares, ↑ masa magra del muslo. Además el entrenamiento combinado ↓ el IMC 1,9 kg/m² (26). Otros estudios también muestran el beneficio del entrenamiento combinado durante 1 año, 8 semanas y 16 semanas de seguimiento en la HbA1c con disminuciones significativas entre 0,8 y 1.2% (29,33,34).

Ejercicios de flexibilidad

Los ejercicios de flexibilidad son en general recomendados como un medio para incrementar el rango de movimiento de las articulaciones y para evitar lesiones. Sin embargo, revisiones sistemáticas reportan controversia en la reducción del riesgo de lesiones, y los que no han mostrado beneficio se han realizado en personas jóvenes sometidas a entrenamientos de muy alta intensidad tipo militar, por lo tanto no pueden aplicarse a personas de mediana edad o ancianas(7,35,36).

No encontramos estudios que eva-

lúen directamente si el entrenamiento de la flexibilidad disminuye el riesgo de lesiones o ulceración en el diabético. Sin embargo, este tipo de ejercicios es muy útil especialmente en personas que han sido sedentarias durante muchos años y las personas de mayor edad mejorando su calidad de vida, disminuyendo los dolores osteomusculares y preparando el organismo para realizar de manera más adecuada el EA y el EF.

RECOMENDACIONES BASADAS EN LA EVIDENCIA

Las siguientes recomendaciones están basadas en el último consenso de DMT2 y ejercicio y las guías del ACSM, AHA y ADA de 2012 y son similares a las del consenso del "Exercise and Sports Science" de Australia 2012(1,3,7,37,38).

Ejercicio aeróbico

El volumen y la intensidad de ejercicio aeróbico recomendado varían con base en los objetivos: Mejorar el control glicémico, mantener un peso corporal adecuado y disminuir el riesgo cardiovascular: Mínimo 150 minutos semanales de AF aeróbica de moderada intensidad (40 a 60 % del $VO_2^{\text{máx}}$ o 50 a 70 % de la frecuencia cardíaca máxima) y/o al menos 90 minutos semanales de una AF aeróbica vigorosa (> 60 % del $VO_2^{\text{máx}}$ o > al 70 % de la frecuencia cardíaca máxima). La AF se debe distribuir en tres sesiones semanales mínimo y no deberían transcurrir más de dos días consecutivos sin AF. Nivel de evidencia A.

Reducir el riesgo cardiovascular en mayor medida: Realizar ≥ 4 h semanales de AF moderada o vigorosa y/o ejercicio de fuerza. Nivel de evidencia B

Mantener a largo plazo una pérdida de peso importante (≥ 13,6 kg.): Mayores volúmenes y frecuencia de ejercicio (7 horas por semana) de AF aeróbica de moderada a intensa. Nivel de evidencia B.

Ejercicio de fuerza

Si no existen contraindicaciones, EF 3 veces por semana, con la intervención de



CentraLab

Laboratorio
para Laboratorios

Acumulamos una amplia
trayectoria

Nos destaca nuestra
calidad analítica

Contamos con
tecnología de punta

Ponemos a su servicio un equipo de
destacados profesionales



ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification



Endocrinología | Biología Molecular | ADN - Filiación | Inmunología
Autoinmunidad | Toxicología | Pesquisa Neonatal | Cromatografía | Virología

Consulte el listado de prácticas
en nuestro Sitio Web

número de **ATENCIÓN
AL CLIENTE**



(011) 3220-5010

Callao 25 2º Piso D | Buenos Aires | República Argentina

www.centralab.com.ar

los mayores grupos musculares, progresando hasta 3 series de 8 a 10 repeticiones, con una carga que no permita realizar más de 8 a 10 repeticiones. Nivel de evidencia A. Para asegurar que los ejercicios se ejecuten correctamente, maximizar los beneficios para la salud y disminuir el riesgo de lesiones, iniciar este entrenamiento bajo la supervisión de un especialista en ejercicio.

La prescripción del EF para el diabético debe ser individualizada, pero las siguientes recomendaciones sirven de ayuda(2,27):

Si la diabetes es severa se debe participar en programas con supervisión médica.

El EF debe comenzar con intensidades bajas o moderadas (45-65 % de 1RM) y seguir la progresión de acuerdo con la tolerancia de los sujetos.

Los pacientes diabéticos jóvenes o ancianos con complicaciones menores y que no realicen tratamientos con insulina o agentes hipoglicemiantes pueden potencialmente participar en un programa de entrenamiento con sobrecarga de alta intensidad (75-85 % de 1RM).

Los individuos diabéticos con complicaciones severas y que participan en un programa de EF de alta intensidad, sin considerar la edad, deberían ser supervisados por un médico.

Se debe tener especial cuidado cuando se diseña un programa de EF para pacientes que sufren de retinopatía, nefropatía y neuropatía, ya que estas áreas no han sido completamente estudiadas y por lo tanto los profesionales del ejercicio deberían diseñar el programa de EF conjuntamente con un médico.

Para maximizar la seguridad del programa de entrenamiento y para evitar eventos hipoglucémicos, idealmente se debería monitorear la glucosa sanguínea antes, durante y después del ejercicio -mínimo las primeras semanas de entrenamiento-.

Los programas de entrenamiento deberían

basarse en las recomendaciones dadas por los profesionales de las ciencias del ejercicio y todos los sujetos a los que se le haya diagnosticado diabetes deberían consultar con su médico antes de alterar su nivel de AF.

Al igual que en cualquier programa de ejercicio, se debe discontinuar con el entrenamiento si se produce algún síntoma adverso durante o como resultado del ejercicio.

Para optimizar el control glucémico agudo y crónico debe haber un alto grado de cooperación entre el profesional del ejercicio, el médico de cabecera y el nutricionista

RECOMENDACIONES Y CONSIDERACIONES ESPECIALES

Evaluación del diabético antes de comenzar un programa de ejercicios

Guías previas sugerían que antes de recomendar un plan de AF, se debería evaluar a los pacientes con múltiples FRCV e incluso realizar una prueba de esfuerzo(7), pero actualmente la ADA concluye que el tamizaje rutinario no se recomienda(1,39); esta sugerencia hay que interpretarla cuidadosamente(40). A pesar de esto, pacientes de alto riesgo deben iniciar su ejercicio con duración e intensidad cortos e ir progresando lentamente, respetando los principios del entrenamiento; se debe evaluar a los pacientes en busca de condiciones que puedan contraindicar o alterar la prescripción del ejercicio, como la hipertensión descontrolada, neuropatía autonómica severa, neuropatía periférica, lesiones del pie, retinopatía avanzada, etc.(3,7).

Hiperglucemia: No debe realizarse ejercicio si la glucemia en ayunas es mayor de 250 mg/ dl (13,9 mmol/l) y hay cetoacidosis presente(41). No es necesario suspender la AF en pacientes diabéticos tipo 2 con glucemias mayores a 300 mg/ dl en ausencia de cetosis especialmente en estado posprandial. Se debe evitar el ejercicio vigoroso si hay cetosis. En ausencia de una severa deficiencia de insulina el ejercicio leve a moderado debería tender a

disminuir los niveles de glicemia(1,3,6,7). Si el paciente está bien hidratado, asintomático y no se encuentran cuerpos cetónicos en orina y sangre no es necesario posponer la AF basado solamente en la hiperglucemia(1).

Hipoglucemia: En los pacientes que reciben insulina o toman secretagogos de la insulina (sulfonilureas y glinidas), la AF puede causar hipoglucemia si no se modifica la dosis del medicamento o la ingesta de carbohidratos(42). Es necesario que los pacientes ingieran carbohidratos adicionales si la glucemia preejercicio es menor de 100 mg/dl y requieren esos medicamentos. La hipoglucemia es rara en pacientes que no los reciben. Esta ocurre especialmente cuando coinciden el pico máximo del nivel de insulina exógeno y un ejercicio prolongado(1).

Retinopatía: En presencia de retinopatía proliferativa o de retinopatía no proliferativa severa el ejercicio aeróbico vigoroso o el ejercicio de fuerza puede estar contraindicado por el riesgo de desencadenar hemorragia vítrea o desprendimiento de retina(1,7).

Neuropatía periférica: La disminución de la sensibilidad dolorosa aumenta el riesgo de lesiones de la piel, infecciones y destrucción articular de Charcot. Por lo tanto en caso de severa neuropatía periférica es conveniente aconsejar actividades físicas donde el peso corporal no impacte sobre las articulaciones de los miembros inferiores como natación, bicicleta fija o ejercicios con los brazos, aunque la caminata moderada no incrementa el riesgo de úlceras o reulceración(1,3).

Neuropatía autonómica: La neuropatía autonómica puede incrementar el riesgo de daño inducido por el ejercicio por disminución de la respuesta cardiovascular al ejercicio, hipotensión postural, alteración de la termorregulación debido a la disminución del flujo sanguíneo de la piel y alteración de la sudoración, disminución de la visión nocturna, alteración de la sed que puede conducir a deshidratación o gastroparesia(3). La neuropatía autonómica se asocia estrechamente con enfermedad

cardiovascular en diabéticos y deberían estudiarse para algunos autores con medicina nuclear antes de empezar AF más intensa de lo acostumbrado(1,43).

Albuminuria y nefropatía: No hay evidencia de estudios clínicos aleatorizados o estudios de cohorte que demuestren que el ejercicio intenso pueda acelerar la progresión de la nefropatía diabética y estos pacientes no tienen restricciones específicas para hacer ejercicio(7).

Medicamentos y respuesta al ejercicio: La mayoría de medicamentos para el manejo de comorbilidades, no afectan la respuesta al ejercicio, excepto los betabloqueadores (algunos pueden disminuir la capacidad de ejercicio –excepto en enfermedad coronaria– y la frecuencia cardíaca máxima, y enmascarar los síntomas de hipoglicemia), diuréticos (deshidratación) y las estatinas (miopatías).

BENEFICIOS ADICIONALES DEL EJERCICIO

EN EL PACIENTE CON DMT2

Diversas investigaciones confirman otros beneficios que tiene el ejercicio en el paciente con DMT2 resumidas en la tabla1(2,3,6,7,20,44,45).

MECANISMOS PARA LA MEJORÍA DEL CONTROL GLUCÉMICO EN DMT2

Las adaptaciones al ejercicio regular dependen de los parámetros de la AF (intensidad, duración, frecuencia, tipo, modo) y de las características del individuo (enfermedades, "fitness", determinantes genéticos). El entrenamiento aeróbico y el de fuerza producen adaptaciones bioquímicas y morfológicas específicas al programa de ejercicios(6).

Entrenamiento aeróbico

El efecto más agudo del ejercicio radica en un aumento de la capacidad de inducir la captación la actividad de

transporte de glucosa por efecto directo en músculo, pérdida de tejido adiposo principalmente grasa visceral que puede mejorar la resistencia a la insulina, aumento de la capacidad glucolítica(20,21,53-59). Además, se ha encontrado que el ejercicio de fuerza y el combinado con EA incrementan la expresión del IRS-1 (sustrato del receptor de insulina-1) y disminuyen la proteína C reactiva de alta sensibilidad; el ejercicio combinado tiene más efecto antiinflamatorio en el diabético con mayor disminución en PCR, IL-6, IL-1 β , TNF- α , leptina y resistina y aumento en citoquinas antiinflamatorias como IL-4, IL-10 y adiponectina(55,56). Para terminar, para que las intervenciones con ejercicio aeróbico y/o de fuerza sean exitosas y obtengan los beneficios en el control glicémico, sensibilidad a la insulina, composición corporal, perfil lipídico, presión arterial, etc. deben cumplir las recomendaciones mencionadas, tal como lo evidencia una revisión sistemática reciente que encontró que el

Diestro

MEDICAL DEVICE TECHNOLOGY

La más amplia gama de Analizadores de Electrolitos

Desde equipos semiautomáticos para pocas muestras diarias, hasta automáticos de alta gama y prestación para una gran carga de trabajo

Diseñados y producidos en Argentina

Comercializados en todo el mundo

- Expandibles hasta 5 electrolitos simultáneos en cualquier combinación

Na⁺ K⁺ Cl⁻ Ca⁺⁺ Li⁺

- Lector de código de barras y teclado externo (opcionales)
- Conexión al LIS
- Software de control de calidad incorporado
- El menor costo operativo del mercado

Diestro® 103/103+/103A/103A+

DIESTRO 103 AP



entrenamiento de más duración y frecuencia genera mayores adaptaciones y efectos positivos en el diabético; los estudios que no tuvieron efecto significativo estaban limitados generalmente por una intervención inadecuada(60).



TABLA I. Beneficios del ejercicio en el paciente con DMT2

Parámetro	Efecto
Cardiovascular	
Riesgo cardiovascular	↓
Capacidad aeróbica o nivel de "fitness"	↑ / **
Frecuencia cardíaca de reposo	↓
Doble producto	↓
Presión arterial	↓
Frecuencia cardíaca en cargas submáximas	↓
Vasodilatación dependiente del endotelio (Óxido nítrico)	↑
Inflamación crónica	↓
Mortalidad cardiovascular y por todas las causas	↓
Lípidos y lipoproteínas	
HDL: Lipoproteína alta densidad	↑
LDL: Lipoproteína baja densidad	↓
VLDL: Lipoproteína muy baja densidad	↓
Colesterol total	↓
Colesterol total/HDL	↓
Antropometría	
Peso	↓
Masa grasa	↓
Masa libre de grasa	↑ / **
Metabólicos	
Sensibilidad a la insulina	↑
Maquinaria metabólica de glucosa	↑
HbA1C	↓
Termogénesis postprandial	↑
Densidad ósea	↑
Psicosociales	
Autoconcepto y autoeficacia	↑
Depresión	↓
Ansiedad	↓
Respuesta al estrés a estrés psicológico	↓
Calidad de vida	↑

CONCLUSIÓN

Está claro el papel del ejercicio regular bien prescrito en el manejo de la Diabetes Tipo 2. El ejercicio aeróbico y el de fuerza mejoran el control glucémico, reducen los factores de riesgo cardiovascular, mejoran la condición física, contribuyen con la pérdida y mantenimiento del peso, mejoran la calidad de vida, reducen la mortalidad y tienen beneficios en casi todos los sistemas. Intervenciones estructuradas de ejercicio de mínimo 8 semanas muestran disminuciones estadística y clínicamente significativas de la HbA1c independientemente de los cambios en el índice de masa corporal aparte de los beneficios mencionados. Mayores niveles de

intensidad del ejercicio se asocian con más mejoría en la HbA1c y el "fitness". Se debe recordar que desde hace mucho tiempo el ejercicio es uno de los puntos fundamentales del manejo del diabético, pero en parte, debido al desconocimiento de su prescripción y beneficios, no se ofrece o se recomienda de una manera adecuada a los pacientes.

BIBLIOGRAFÍA

- American Diabetes Association. Standards of Medical Care in Diabetes. Diabetes Care 35:S11-S63, 2012.
- ACSM. ACSM's Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 6a ed. Philadelphia: LWW; 2009.
- Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ, Rubin, y col. Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. Diabetes Care 33(12): e147-67, 2010.
- Pedersen BK, Saltin B. Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. Scand J Med Sci Sports 16 Suppl. 1:3-63, 2006.
- Umierre D, Ribeiro PA, Kramer CK, Leitão CB, Zucatti AT, Azevedo MJ, y col. Physical activity advice only or structured exercise training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. JAMA. 305(17): 1790-9, 2011.
- Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Castaneda-Sceppa C. Physical activity/exercise and type 2 diabetes. Diabetes Care 27(10): 2518-39, 2004
- Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Castaneda-Sceppa C, White RD. Physical activity/exercise and type 2 diabetes: a consensus statement from the American Diabetes Association. Diabetes Care 29(6): 1433-8, 2006.
- Boule 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 286: 1218-1227, 2001.
- Boule 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 46: 1071-1081, 2003.

- Church TS, Cheng YJ, Earnest CP, Barlow CE, Gibbons LW, Priest EL, y col. Exercise capacity and body composition as predictors of mortality among men with diabetes. Diabetes Care 27: 83-88, 2004
- Lyerly GW, Sui X, Lavie CJ, Church TS, Hand GA, Blair SN. The association between cardiorespiratory fitness and risk of all-cause mortality among women with impaired fasting glucose or undiagnosed diabetes mellitus. Mayo Clin Proc. 84(9): 780-6, 2009.
- McAuley P, Myers J, Emerson B, Oliveira RB, Blue CL, Pittsley J, y col. Cardiorespiratory fitness and mortality in diabetic men with and without cardiovascular disease. Diabetes Res Clin Pract. 85(3): e30-3, 2009.
- ACSM, AHA. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. Circulation 16(9): 1081-93, 2007.
- O'Donovan G, Blazeovich AJ, Boreham C, Cooper AR, Crank H, Ekelund U, y col. The ABC of Physical Activity for Health: a consensus statement from the British Association of Sport and Exercise Sciences. J Sports Sci. 28(6): 573-91, 2010.
- CDC. Physical Activity for Everyone. 2011. [Consultado el: 20 de agosto de 2012.] <http://www.cdc.gov/physicalactivity/everyone/guidelines/adults.html>.
- Stewart K. Exercise training and the cardiovascular consequences of type 2 diabetes and hypertension: plausible mechanisms for improving cardiovascular health. JAMA 288(13):1622-31, 2002.
- Kokkinos P, Myers J, Nylen E, Panagiotakos DB, Manolis A, Pittaras A, y col. Exercise capacity and all-cause mortality in african american and caucasian men with type 2 diabetes. Diabetes Care 32(4): 623-8, 2009.
- Ross R, Dagnone D, Jones PJ, Smith H, Paddags A, Hudson R, y col. 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: 92-103, 2000.
- ACSM. 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 41(2): 459-

En emergencias
cada minuto cuenta...

Vidas

Diagnósticos rápidos, **decisiones confiables.**

El panel más completo para biomarcadores en emergencias



VIDAS® B·R·A·H·M·S Procalcitonina

Marcador precoz para diagnóstico y pronóstico de **infecciones bacterianas**

VIDAS® Dimero-D II Exclusión

Test de referencia para **excluir** el **tromboembolismo venoso**

VPN > 99% con cut-off de 500 ng/ml

VIDAS® NT-proBNP

Diagnóstico precoz de la **insuficiencia cardíaca**

VIDAS® Troponina I Ultrasensible

Diagnóstico precoz del **infarto agudo de miocardio**

VIDAS® Galectin-3 MUY PRONTO

Medición progresiva de la **fibrosis cardíaca**



Visita nuestra página
biomerieux.com.ar/emergencias

bioMérieux Argentina S.A. tel. (54 11) 5555 6800 www.biomerieux.com.ar



71, 2009.

20. Tresierras MA, Balady GJ. Resistance Training in the Treatment of Diabetes and Obesity: MECHANISMS AND OUTCOMES. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 29(2): 67-75, 2009.

21. Gordon BA, Benson AC, Bird SR, Fraser SF. Resistance training improves metabolic health in type 2 diabetes: a systematic review. *Diabetes Res Clin Pract.* 83(2): 157-75, 2009.

22. Dunstan DW, Daly RM, Owen N, Jolley D, De Courten M, Shaw J, y col. High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 25(10): 1729-36, 2002.

23. Castaneda C, Layne JE, Munoz-Orians L, Gordon PL, Walsmith J, Foldvari M, y col. A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 25(12): 2335-41, 2002.

24. Willey KA, Singh MA. Battling insulin resistance in elderly obese people with type 2 diabetes: bring on the heavy weights. *Diabetes Care* 26(5): 1580-8, 2003.

25. Sigal RJ, Kenny GP, Boulé NG, Wells GA, Prud'homme D, Fortier M, y col. Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. *Ann Intern Med.* 147(6): 357-69, 2007.

26. Marcus RL, Smith S, Morrell G, Addison O, Dibble LE, y col. Comparison of combined aerobic and high-force eccentric resistance exercise with aerobic exercise only for people with type 2 diabetes mellitus. *Phys Ther.* 88(11): 1345-54, 2008.

27. Davis JK, Green JM. Resistance Training and Type-2 Diabetes. *Strength and Conditioning Journal* 29(1): 42-48, 2007.

28. Baldi JC, Snowling N. Resistance training improves glycaemic control in obese type 2 diabetic men. *Int. J. Sports Med.* 24: 419-423, 2003.

29. Balducci S, Leonetti F, Di Mario U, Fallucca F. Is a long-term aerobic plus resistance training program feasible for and effective on metabolic profiles in type 2 diabetic patients? *Diabetes Care* 27(3): 841-2, 2004.

30. Eriksson J, Tuominen J, Valle T, Sundberg S, Sovijärvi A, Lindholm H, y col. Aerobic endurance exercise or circuit-type resistance training for individuals with impaired glucose tolerance? *Horm. Metab.*

Res. 30: 37-41, 1998.

31. Misra A, Alappan NK, Vikram NK, Goel K, Gupta N, Mittal K, y col. Effect of supervised progressive resistance-exercise training protocol on insulin sensitivity, glycemia, lipids, and body composition in Asian Indians with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 31(7): 1282-7, 2008.

32. Gotshalk LA, Berger RA, Kraemer WJ. Cardiovascular responses to a high-volume continuous circuit resistance training protocol. *J Strength Cond Res* 18(4): 760-4, 2004.

33. Maiorana A, O'Driscoll G, Goodman C, Taylor R, Green D. Combined aerobic and resistance exercise improves glycemic control and fitness in type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract.* 56(2): 115-23, 2002.

34. Tokmakidis SP, Zois CE, Volaklis KA, Kotsa K, Touvra AM. The effects of a combined strength and aerobic exercise program on glucose control and insulin action in women with type 2 diabetes. *Eur J Appl Physiol.* 92(4-5): 437-42, 2004.

35. Small K, Mc Naughton L, Matthews M. A systematic review into the efficacy of static stretching as part of a warm-up for the prevention of exerciserelated injury. *Res Sports Med.* 6(3): 213-31, 2008.

36. Woods K, Bishop P, Jones E. Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. *Sports Med* 37(12): 1089-99, 2007.

37. Marwick TH, Hordern MD, Miller T, Chyun DA, Bertoni AG, Blumenthal RS, y col. Exercise training for type 2 diabetes mellitus: impact on cardiovascular risk: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 119(25): 3244-62, 2009.

38. Hordern MD, Dunstan DW, Prins JB, Baker MK, Singh MA, Coombes JS. Exercise prescription for patients with type 2 diabetes and pre-diabetes: a position statement from Exercise and Sport Science Australia. *J Sci Med Sport.* 15(1): 25-31, 2012.

39. Bax JJ, Young LH, Frye RL, Bonow RO, Steinberg HO. Screening for coronary artery disease in patients with diabetes. *Diabetes Care* 30: 2729-2736, 2007.

40. Lawler FH. Reasons to exercise caution when considering a screening program for type 2 diabetes mellitus. *Mayo Clin Proc.* 84(1): 34-6, 2009.

41. ADA. Physical activity/exercise and diabetes mellitus. *Diabetes Care* 26 Suppl.

1: S73-7, 2003.

42. Lumb AN, Gallen IW. Diabetes management for intense exercise. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes* 16(2): 150-5, 2009.

43. Wackers FJ, Young LH, Inzucchi SE, Chyun DA, Davey JA, Barrett EJ, y col. Detection of silent myocardial ischemia in asymptomatic diabetic subjects: the DIAD study. *Diabetes Care* 27: 1954-1961, 2004.

