

ACTUALIDAD EN EJERCICIO Y DIABETES TIPO 2 (I)

CURRENT EXERCISE AND TYPE 2 DIABETES (I)

INTRODUCCIÓN

La diabetes tipo 2 es uno de los principales problemas de salud pública global y se ha convertido en pandemia, afectando todas las razas, género, estado socioeconómico y prácticamente todas las edades. Es una enfermedad que genera gran morbilidad y mortalidad y compromete al paciente, la familia y al sistema de salud. La evidencia derivada de múltiples investigaciones confirma los múltiples beneficios del ejercicio en el individuo con riesgo de desarrollar diabetes o con la patología.

VISIÓN GLOBAL

Los criterios para el diagnóstico de la Diabetes y prediabetes están ampliamente definidos^{1,2}. La prediabetes un factor de riesgo para el desarrollo de DMT2 y enfermedad micro y macrovascular³.

Aproximadamente el 90-95% de todos los diabéticos tienen DMT2⁴⁻⁷ y su prevalencia se ha incrementado dramáticamente en un período corto de tiempo: en 1985 se estimaba que unos 30 millones de personas la padecían y en 2007 afectaba a 246 millones de personas, casi el 6% de la población adulta de la tierra, y es probable que esta cifra llegue a 380.000.000 en 2025; también tenían prediabetes el 7,5% de los mayores de 20

años^{8,9}; 80% de los diabéticos viven en países de ingresos bajos o medios y la mayoría tienen entre 45 y 64 años⁹. En USA el 20.9% de los mayores de 60 años tiene diabetes, siendo más frecuente en afroamericanos que en blancos^{10,11}. Además cada año 7 millones de personas desarrollan diabetes (2 casos cada 10 segundos)^{9,12}.

Aunque previamente se pensó que los niños no estaban en riesgo de presentar la enfermedad, un creciente número está desarrollando DMT2 (reportada desde los 5 años), tanto en naciones desarrolladas como en desarrollo^{8,13,14}; en USA representa entre el 8 y el 45% de todos los casos de diabetes en niños y adolescentes y la actividad física pudiera prevenir su desarrollo^{11,15,16}.

En Colombia, la diabetes se encuentra entre las diez primeras causas de mortalidad, de egresos hospitalarios y de consulta externa en personas mayores de 45 años y se estima que 7% de la población mayor de 30 años tiene DMT2 y alrededor de 30 a 40% de los afectados desconocen su enfermedad¹⁷.

La pandemia de diabetes, se ha desarrollado al compás de los rápidos cambios culturales, el envejecimiento de la población, la creciente urbanización, los cambios dietéticos (carbohidratos refinados y grasas), el sobrepeso y obesidad, el tabaquismo¹⁸, así como el sedentarismo, el fit-

Jorge J. Márquez A¹

Gustavo Ramón S

Jhony Márquez T

¹Médico de la Actividad física y del Deporte

CORRESPONDENCIA:

Jorge J. Márquez A.
Universidad de Antioquia. Colombia. Cra 75 No 65 – 87. Medellín, Antioquia, Colombia
E-mail: jaimejorge33@yahoo.com

Aceptado: 26.10.2010 / **Revisión n°** 229

ness bajo¹⁹ y otros patrones poco saludables de nuestra forma de vida²⁰; factores psicosociales como la depresión, el stress, pobre salud mental, poco apoyo social y condiciones adversas en el hogar también están contribuyendo con el aumento de la DMT2^{10,21,22}.

En países desarrollados, se emplea hasta el 10% del total del presupuesto de salud en el tratamiento de la diabetes o de sus complicaciones^{8,23}.

El riesgo de padecer enfermedad coronaria (prevalencia de 55% en DMT2) y sufrir un evento cerebrovascular es mayor en los diabéticos y al menos 2/3 de los pacientes mueren por estas causas²⁴. La prevalencia de otros factores de riesgo es alta: 80% tienen sobrepeso (alrededor de 45% obesos) 60-80% son hipertensos (el 30% de los hipertensos son diabéticos), 50-80% tienen dislipidemia, 25% tienen depresión, 31% no realizan actividad física regular y otro 38% hace menos de la actividad física recomendada^{5,25,26}. Además, la insuficiencia cardíaca es entre 2 y 5 veces más frecuente; se estima que 71% de los diabéticos presentan al menos un factor de riesgo cardiovascular y que existe ECV ya establecida en 27% de ellos al primer año del diagnóstico^{27,28,29}.

La severidad de la anormalidad metabólica puede progresar, regresar o no variar; un paciente con normoglicemia puede llegar a hiperglicemia, tolerancia alterada a la glucosa o DMT2 y regresar a estado normal con manejo adecuado con énfasis en estilos de vida saludables^{4,6}.

EJERCICIO EN LA PREVENCIÓN DE LA DIABETES MELLITUS TIPO 2

Actualmente es claro que un estilo de vida activo físicamente es fundamental para la prevención de la DMT2; la evidencia es amplia (mínimo 20 estudios longitudinales de cohorte) y abarca desde estudios que investigan desde lo fisiológico la relación y asociación entre la AF y la DMT 2, hasta estudios poblacionales de cohorte y ensayos clínicos multicéntricos^{24,27,30-36}.

Las intervenciones en el estilo de vida reducen el desarrollo a DMT2 en individuos de alto riesgo después del seguimiento a mediano y largo plazo³². La reducción del peso parece ser el mayor determinante de la reducción del riesgo para DMT2, mientras que la actividad física y la composición alimentaria pueden contribuir independientemente²⁴. La composición corporal y la variación genética también pueden afectar la respuesta a las intervenciones. Éstas son costo-efectivas y deben optimizarse para incrementar la adherencia, así que las políticas de salud pública deberían implementar programas de prevención adecuados³¹.

Mecanismos potenciales

La actividad física (AF) puede reducir el riesgo de diabetes, mejorando la sensibilidad a la insulina o indirectamente cambiando el peso y la composición corporal²⁷.

En general, las personas activas comparadas con las inactivas tienen mejores perfiles de insulina y glucosa, mientras la inactividad completa, con desentrenamiento y reposo en cama, lleva a deterioro de esos parámetros metabólicos. Los estudios han encontrado que el ejercicio disminuye la resistencia a la insulina en un amplio rango de intensidades y duraciones del ejercicio. La AF se correlaciona inversamente con la obesidad y la distribución de grasa central, particularmente la grasa visceral^{6,32}.

Estudios Observacionales

Muchos estudios poblacionales grandes en mujeres y hombres informan que altos niveles de AF se asocian con reducción del riesgo de desarrollar DMT2 durante muchos años de seguimiento²⁷.

Estudios Prospectivos de Cohorte

En una revisión de 1966 a septiembre de 2007 se encontraron 20 estudios, 6 en mujeres, 8 en hombres y 6 en ambos. La mayoría de los participantes tenían entre 40 y 66 años (rango 24-84 años) y se siguieron después de 4 a 16 años. Se

concluye que la AF regular tiene efecto protector contra la DMT2, con disminución del riesgo de 20-30% en los activos regularmente, independientemente de la edad, estado de salud, historia familiar de diabetes, presencia de otros factores de riesgo y el índice de masa corporal³²; además esta atenuación del riesgo parece ser mayor en pacientes predispuestos a DMT2^{32,37}.

Ensayos Clínicos:

Evidencia del rol significativo de la AF en la prevención de la DMT2 ha surgido a partir de los ensayos en los que se disminuye su incidencia entre 28 y 63% con intervenciones en los estilos de vida, incluyendo aumento de la AF de intensidad moderada, en hombres suecos y en hombres y mujeres de USA, China, India y Finlandia con intolerancia a la glucosa o pacientes con alto riesgo de enfermedad coronaria^{27,32}; también se ha disminuido el desarrollo de DMT2 en 18% en pacientes normoglicémicos no fumadores de alto riesgo para enfermedad coronaria³⁸. La reducción del riesgo es mayor en las intervenciones que inducen pérdida de peso³⁹⁻⁴².

A excepción del Da Qing Study⁴³ los estudios combinan ejercicio, dieta y pérdida de peso en su intervención; en el Indian Diabetes Prevention Programme disminuyó la incidencia de DMT2 en 28,5% sin variaciones en peso o circunferencia de cintura⁴⁴.

Los niveles de AF aumentaron en todos los pacientes y se determinaron con cuestionario excepto en el estudio Malmo²⁷.

Datos de 7 ensayos de intervención para prevención de DMT2 en adultos con tolerancia alterada a la glucosa o con alto riesgo de enfermedad cardiovascular indican que la AF aproximadamente 150 minutos por semana reduce el riesgo de progresión a DMT2, siendo mayor el efecto si se acompaña de pérdida de peso^{39,41-46}. La cantidad de AF necesaria para disminuir el desarrollo de DMT2 difiere de acuerdo con el nivel basal de riesgo y se sugiere que algunos de los más susceptibles deberían realizar más AF. Por lo tanto una estrategia poblacional masiva no podría garantizar el beneficio y se deben realizar guías diferentes para pacientes con mayor riesgo³².

La Tabla 1 resume los hallazgos de 7 estudios de intervención de estilo de vida para prevenir DMT2 en pacientes con edad promedio entre 45 y 55 años con tolerancia alterada a la glucosa (IGT) y 1 (MRFIT) sin IGT y alto riesgo de enfermedad coronaria

Una revisión de metaanálisis de Cochrane concluye que el ejercicio más las intervenciones en la dieta previenen la DMT2 en pacientes de alto riesgo – 8 ensayos, 4228 pacientes, reducción del riesgo relativo (RRR): 41%(CI 95%: 29-52), Número necesario a tratar (NNT) 9(CI 8 - 14)

Estudio	Cohorte*	IMC	Duración (años)	RRR	ARR (%)	NNT (1)
Malmo (41)	181	26.6	6	63	18	28
DPS (40)	257	31	3.2	58	12	22
DPP (39)	1079	33.9	3	58	15	21
Da Qing (43)	397	25.6	6	46	27	25
IDPP (44)	351	25.7	3	28.5	15.7	19
Toranomon (42)	458	24	4	67.4	-	-
MRFIT (46)	5934	27.5	6	-	18	-

TABLA 1.
Estudios de intervención de estilo de vida para prevenir DMT2

ARR: Reducción del riesgo absoluto/personas-año NNT(1): prevenir 1 caso en 1 año

* Cohorte con IGT e intervención en estilo de vida, excepto MRFIT

- ; también mejoran la glicemia (-0,2mmol/l), los triglicéridos (-0,1mmol/l), la presión arterial sistólica (-3.5mmHg), la presión diastólica (-1,8mmHg), el peso (-2.7 kg), el Índice de masa corporal (IMC) (-1,1Kg/m²) y la circunferencia de la cintura (-3,9cm) comparados con recomendaciones habituales⁴⁷.

Además de todo lo anterior, 2 estudios de intervención en el estilo de vida han mostrado reducciones persistentes en la tasa de conversión a DMT2 después de 3⁴⁸ a 14 años⁴⁹ de seguimiento posintervención.

Papel de la Actividad Física Independientemente de la Pérdida de Peso:

Los resultados de varios estudios identifican un papel importante de la AF en la prevención de la DMT2 que disminuye cuando se ajusta para los cambios en el peso corporal; esta atenuación del beneficio puede explicarse en parte por la falta de objetividad en la medición de la AF en varios estudios y por lo tanto se recomienda utilizar métodos como el acelerómetro, agua doblemente marcada y pedómetros para determinar el efecto independiente de ésta. A pesar de esto un alto nivel de AF se asocia con una reducción del 20-30% del riesgo de DMT2 después de los ajustes³².

Los datos indican que la protección contra el desarrollo de la diabetes se puede conferir por un rango de actividades moderadas a intensas y que la AF ligera podría ser suficiente. La reducción del riesgo asociado con el incremento de la AF parece ser mayor en pacientes con riesgo de DMT2 como los obesos, personas con tolerancia alterada a la glucosa y con antecedentes familiares^{30,32}.

Investigaciones recientes sugieren que la AF de todas las intensidades se relaciona con la tolerancia a la glucosa y la sensibilidad a la insulina y que la duración más que la intensidad del ejercicio puede ser la consideración más importante cuando se diseñan intervenciones, pero faltan datos para confirmar esta recomendación^{27,32}.

Adicionalmente, un alto nivel de fitness cardiovascular reduce la probabilidad de desarrollar

DMT2, Hipertensión arterial e hipercolesterolemia, independientemente de la AF⁵⁰.

Ejercicio de Fuerza:

El ejercicio de fuerza (EF) realizado 2 a 3 veces por semana brinda beneficios para la salud, entre los que destacan el aumento de la fuerza muscular, mejoría en la composición corporal y en el control glicémico. Estudios recientes en pacientes sin DMT2 han demostrado que el entrenamiento de fuerza mejora significativamente la sensibilidad a la insulina, aunque falta evidencia para determinar el impacto específico de éste sobre la prevención de la DMT2, combinado o independiente del ejercicio aeróbico; a pesar de esto, el colegio americano de medicina deportiva (ACSM) recomienda los 2 tipos de entrenamiento como parte de una rutina de ejercicios²⁷.

El EF usualmente no altera la tolerancia a la glucosa o el control glicémico independientemente de la edad a menos que la tolerancia basal a la glucosa sea anormal. No obstante, reduce la respuesta aguda de la insulina durante una prueba de tolerancia oral a la glucosa en jóvenes, adultos y ancianos^{51,52}. También mejora la sensibilidad a la insulina durante el clamp euglicémico hiperinsulinémico en hombres y mujeres mayores⁵³.

Recomendaciones:

En el contexto clínico se deberían implementar estrategias similares a la de los ensayos clínicos preventivos en personas con riesgo alto de DMT2, tanto que algunos estudios recientes con énfasis en buenos hábitos de vida en cuidado primario y en rehabilitación cardiaca tuvieron buenos resultados en la adherencia al ejercicio, en la disminución del riesgo cardiovascular y el control metabólico^{54,55}. La Asociación Americana de Diabetes (ADA) en 2009 diseñó las siguientes recomendaciones basadas en la evidencia (Niveles desde A hasta E) para la prevención o retraso de la DMT2⁷:

- Los pacientes con IGT(A) o glicemia alterada en ayunas (E) deben referirse para un programa efectivo de pérdida de peso de 5 a 10% e incrementar la AF moderada a intensa

mínimo a 150 minutos por semana adicional a una restricción calórica moderada.

- El seguimiento de la consejería parece ser importante para el éxito (B) y la deben pagar terceros (E).
- Adicionalmente a las recomendaciones de estilo de vida, la metformina se pudiera prescribir en paciente con riesgo muy alto de DMT2 (IGT más hiperglicemia en ayunas más otros factores como Hemoglobina A1C (HBA1C) $\geq 6\%$, Hipertensión, colesterol HDL (lipoproteínas de alta densidad) bajo, triglicéridos elevados, historia familiar de DMT2 en primer grado) y para los obesos (IMC ≥ 35) menores de 60 años (E).
- La Monitorización de la prediabetes se debe hacer cada año (E).

Personalmente, basados en toda la evidencia actual, recomendamos la selección de pacientes de alto riesgo para el diseño del programa de ejercicio y pérdida de peso por un grupo especializado encabezado por un médico especialista en actividad física. Las guías de AF para la prevención de DMT2 deben tomar en cuenta los niveles necesarios para lograr y mantener un peso saludable y diseñarse idealmente de acuerdo al riesgo.

EJERCICIO EN EL TRATAMIENTO DE LA DIABETES MELLITUS TIPO 2

Es fundamental que el especialista que prescribe el ejercicio sea un estudioso de la DMT2, conozca y esté actualizado en el manejo 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 ADA⁷.

Los tres pilares del tratamiento son el ejercicio, la dieta y los medicamentos en caso necesario^{6,7}. En síntesis, el óptimo control de diabético debe cumplir con los siguientes parámetros: HBA1C $\leq 7\%$, glicemia preprandial: 70-130mg%, glice-

mia posprandial 2 horas: $\leq 180\text{mg}\%$, Presión arterial $< 130/80$ mmHg, lipoproteínas de baja densidad (LDL) $< 100\text{mg}\%$ o $< 70\text{mg}\%$ (si enfermedad cardiovascular), HDL $> 40\text{mg}\%$ hombres y $> 50\text{mg}\%$ mujeres, triglicéridos $< 150\text{mg}\%$.

El ejercicio regular tiene efectos positivos- con evidencia suficiente- en la patogénesis, síntomas específicos, parámetros de control, fitness y calidad de vida de los pacientes con DMT2^{4-6,56}.

Muchos de los estudios que demuestran beneficio del ejercicio regular en el control glicémico a largo plazo han utilizado 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 HBA1C^{57,58}.

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 periodo 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 meta-regresión confirmó que el efecto del ejercicio sobre la A1C fue independiente de cualquier efecto sobre el peso corporal⁵⁹. 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.

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 ($r = -0.46$ $p = 0.26$)⁶⁰.

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^{4,58}.

Actividad física, Aptitud aeróbica y Riesgo de Mortalidad Cardiovascular y por Todas las Causas

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^{58,61-63}.

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 cardiorrespiratoria⁶¹.

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 mujeres⁶¹. Lo anterior coincide con las recomendaciones de las distintas instituciones internacionales, Colegio americano de Medicina Deportiva e incluso la OMS, de acumular al menos 150 minutos semanales de una AF moderada^{6,64-66}.

Aquellos sujetos que moderadamente aptos que trotaban o corrían lo hacían en promedio duran-

te 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 vigorosa⁵⁸.

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^{58,67}.

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 caucásicos⁶⁸.

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 ejercicio⁵⁸. 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 insulina⁶⁹.

El volumen de ejercicio óptimo para lograr una sustancial pérdida de peso sin duda es mayor que el necesario para mejorar el control gli-

cémico y la salud cardiovascular. En estudios observacionales aquellas personas que tuvieron éxito en mantener a largo plazo una pérdida de peso significativa realizaban 7 hs semanales de ejercicio moderado a vigoroso⁵⁸. 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 semana⁷⁰.

Entrenamiento de Fuerza en el Manejo de la DMT2

Dado el incremento de la evidencia respecto al beneficio para la salud del 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^{4,6}. 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^{5,6,58}.

Los diabéticos pueden completar un entrenamiento de fuerza con mínimos riesgo para la salud, mientras mejoran el control glicémico, 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^{4,71-75}. El EF pudiera dar mayor beneficio, en términos del control glicémico, que el aeróbico (EA), e incluso se tolera más si se realiza con cortos episodios y periodos de reposo intermitentes. En la mayoría de los estudios se reporta disminución relevante clínicamente de la HbA1c, y los que no, tienen una duración menor de 10 semanas⁷¹. Esos cambios parecen ser similares o mayores con

EF que con EA⁷² y 2 estudios aleatorizados recientes reportan que el entrenamiento combinado (EF + EA) puede ser la mejor opción para el control glicémico^{76,77}.

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 entrenamiento⁷². 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 sólo desea este tipo de entrenamiento o por sus comorbilidades es lo más indicado, pero faltan investigaciones rigurosas que determinen la frecuencia e intensidad adecuadas para obtener beneficios agudos y crónicos del EF^{71,72}.

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^{71,72}.

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^{6,71,72}.

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^{72,78}.

Algunos de los estudios sobre EF y DMT2 han utilizado trabajos en circuito que muestran efectos positivos sobre el control glicémico⁷⁸⁻⁸⁰. 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 EF⁸¹. Se ha encontrado luego de 6 y 10 semanas de EF una reducción del 23% y del 48%, respectivamente, en la resistencia a la insulina⁷⁸.

Los niveles de glucosa en ayunas y los monitoreados por los propios pacientes han disminuido en respuesta al EF en circuito⁷⁹.

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)^{78,82}. Además, este modo de ejercicio podría tener el potencial de incrementar la capacidad aeróbica⁸³.

La bibliografía se encuentra en la segunda parte del artículo