

# Diseño de programas de ejercicio físico en personas con diabetes mellitus tipo 2

Felipe Isidro Donate

*Catedrático de Educación Física, Instituto Internacional de Ciencias del Ejercicio Físico y Salud (IICEFS)*

### RESUMEN

Personas de todas las edades y capacidades con diabetes mellitus tipo 2 (DM2) pueden mejorar su calidad de vida mediante la realización de un programa de ejercicio físico bien diseñado ya que mejora los niveles de glucosa en sangre y la presión arterial, aumenta la sensibilidad a la insulina, disminuye los lípidos en sangre, ayuda a reducir la grasa corporal y a mantener la funcionalidad muscular y reduce la ansiedad, aumentando la autoestima y haciendo que nos sintamos y nos veamos mejor.

Los programas de ejercicio físico en pacientes con DM2 deben tener en cuenta el contexto personal y su escenario patológico, pero también ser atractivos para maximizar la adherencia a largo plazo tanto al ejercicio físico como a un estilo de vida activo. Se deben tener en cuenta el estado inicial del paciente, los objetivos, el tiempo disponible para la realización de ejercicio físico y los recursos materiales y de espacio.

En el programa, se concretarán sesiones de entrenamiento de fuerza y de resistencia de forma independiente o conjunta, priorizando para una mayoría de personas con DM2 sesiones de ejercicios de fuerza de piernas con el propio peso corporal, realizados con método de circuito y procurando comenzar con una frecuencia mínima de dos a tres días alternos a la semana para, posteriormente, incluir sesiones independientes de resistencia cardiorrespiratoria, preferiblemente monitorizando la intensidad mediante la frecuencia cardíaca y/o la utilización de Escalas de Percepción de Esfuerzo.

**Palabras clave:** diabetes mellitus tipo 2, ejercicio, actividad física, calidad de vida.

**Keywords:** type 2 diabetes, exercise, physical activity, quality of life.

### IMPORTANCIA DE LA ACTIVIDAD O EL EJERCICIO FÍSICO PARA LA SALUD EN LA DM2

Durante cualquier tipo de actividad física (AF), la absorción de glucosa en los músculos esqueléticos activos aumenta a través de vías independientes de la insulina. Los niveles de glucosa en sangre se mantienen mediante aumentos derivados de hormonas glucorreguladoras en la producción de glucosa hepática y la movilización de ácidos grasos libres<sup>1</sup>, que pueden verse afectados por la resistencia a la insulina o la diabetes<sup>2</sup>.

Las mejoras en la sensibilidad a la insulina sistémica, y posiblemente hepática, después de cualquier AF pueden durar de 2 a 72 h, con reducciones en la glucosa en sangre estrechamente asociadas con la duración e intensidad de la actividad<sup>3</sup>. Además, la AF regular mejora la función de las células  $\beta$ , la sensibilidad a la insulina, la función vascular y la microbiota intestinal, todo lo

cual puede conducir a un mejor control de la diabetes y la salud, así como a disminuir el riesgo de enfermedad<sup>1</sup>.

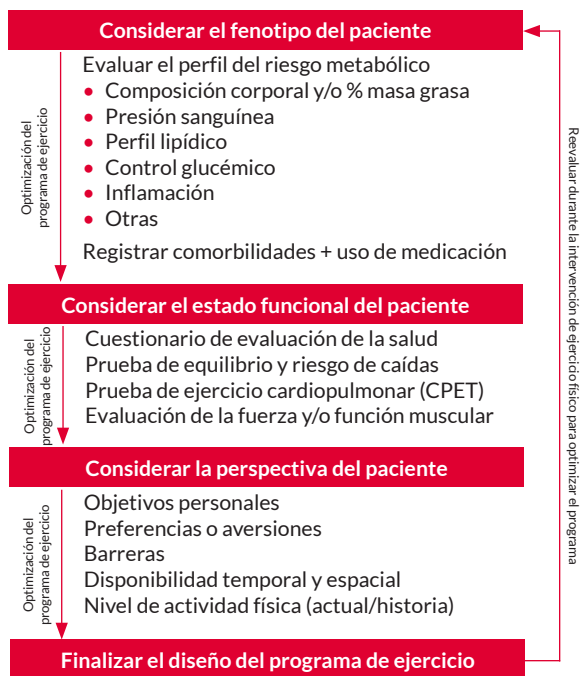
Pequeños momentos de ejercicio físico de menos de un minuto a lo largo del día para interrumpir el sedentarismo atenúan modestamente los niveles posprandiales de glucosa e insulina, particularmente en personas con resistencia a la insulina y un índice de masa corporal alto.

En personas con un exceso de adiposidad, una pérdida de peso grasa (lograda mediante cambios en el estilo de vida) de > 5 % parece ser necesaria para obtener efectos beneficiosos sobre la prueba de hemoglobina glicosilada (HbA1C), los lípidos sanguíneos y la presión arterial.

### LA PLANIFICACIÓN DEL PROGRAMA DE EJERCICIO FÍSICO EN PERSONAS CON DM2

El primer paso es determinar un plan general operativo que implica recabar información a partir de las variables determinadas en la Figura 1.

Figura 1. Variables de planificación.



Fuente: Elaboración propia.

### ESTADO FUNCIONAL DEL PACIENTE

La valoración es el primer eslabón para tomar decisiones respecto al tipo de ejercicio inicial más adecuado y su dosis (frecuencia, intensidad, volumen, densidad y metodología) en relación con los objetivos propuestos e indagar sobre los posibles riesgos que podría acarrear la propuesta de ejercicio físico.

Sin caer en una excesiva fragilización de las personas, siempre hay que tener en cuenta que el riesgo de enfermedad cardiovascular y otras complicaciones relacionadas con la diabetes, incluidas neuropatía, retinopatía y nefropatía en personas con enfermedad de larga duración, es alto y se debe tener cuidado de evaluar adecuadamente a estas personas antes de realizar cualquier tipo de ejercicio físico.

Las evaluaciones que se deben realizar son:

- **Cuestionarios de evaluación de la salud**<sup>5</sup>. La combinación del DMQoL y el WHOQOL-BREF (la versión abreviada del cuestionario de calidad de vida diseñado por la OMS) proporciona una imagen integral de la calidad de vida general relacionada con la salud en pacientes con diabetes y mejora la capacidad de detectar cambios clínicamente significativos para la patología.
- **Pruebas que determinan el nivel de equilibrio y el riesgo de caídas**. La prueba más utilizada es el Timed Up and Go Test (TUG)<sup>6</sup>. En esta prueba, el paciente se levanta de una silla, camina 3 metros, se da vuelta, regresa a la silla y se vuelve a sentar. Esta tarea debe completarse en menos de 11 segundos. Los tiempos entre 11 y 20 segundos están dentro del rango normal para pacientes ancianos frágiles y discapacitados; tiempos  $\geq 20$  segundos indican que la persona necesita asistencia externa. Una puntuación  $\geq 30$  segundos predice una mayor disfuncionalidad y riesgo de caída.
- **Prueba de ejercicio cardiopulmonar (CPET)**. Las mediciones de ventilación, intercambio de gases y electrocardiografía durante una prueba de ejercicio incremental son protocolos no invasivos que proporcionan una evaluación de la función pulmonar, cardiovascular y muscular durante el ejercicio. La adición de monitorización ecocardiográfica (CPET por imágenes), utilizada principalmente en pacientes con insuficiencia cardíaca, puede proporcionar más información sobre diferentes aspectos de la función cardíaca durante el ejercicio y su impacto en la intolerancia al ejercicio<sup>7</sup>.
- **Evaluación de la fuerza muscular**. Un porcentaje significativo de pacientes con DM2 muestran sarcopenia, hasta el punto de que se propone la sarcopenia diabética como una nueva comorbilidad de la diabetes. Se define como un trastorno progresivo y generalizado con una reducción en la cantidad y calidad del músculo, así como de su función<sup>8</sup>. Teniendo en cuenta que el 80 % de la absorción de glucosa mediada por insulina se produce en el músculo esquelético, debemos considerar la importancia de mantener y/o mejorar dicha masa, fuerza y función muscular para mejorar el control glucémico.

Así, la evaluación de la funcionalidad muscular debe ser el procedimiento más importante en estas personas, así como las intervenciones encaminadas a mejorar la potencia muscular en aquellas con niveles deteriorados.

El enfoque ideal para las pruebas y el seguimiento en aplicaciones clínicas requiere el uso de movimientos que imiten la función muscular en las actividades diarias reales, como las que

utilizan el peso corporal como medio principal de cuantificación de la capacidad de realizar fuerza mediante la medición del tiempo que se tarde en realizar un número de repeticiones o de las repeticiones realizadas en un tiempo determinado.

La prueba Sit-to-stand (STS) de 5 repeticiones está validada y estandarizada. Es una prueba factible y es una medida de rendimiento funcional de bajo coste, fácil, rápida y de uso común. Evalúa el tiempo necesario para levantarse desde una posición sentada en una silla 5 veces<sup>9</sup> (Tabla 1).

Esta prueba ha demostrado una mayor relevancia clínica que el diagnóstico de sarcopenia probable (es decir, fuerza de prensión manual baja) y que la confirmada (es decir, fuerza de prensión manual baja y masa magra apendicular baja).

### DISEÑO DE PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO EN PERSONAS CON DM2

Los ciclos de entrenamiento en los pacientes deben tener una duración de entre 4 y 8 semanas, que deberán contener al menos de 2-3 sesiones semanales al principio y progresar hacia a 4-6 sesiones semanales.

Las sesiones deben seleccionarse en función de la disponibilidad temporal, es decir los días que el paciente pueda entrenar cada semana y el tiempo que puede dedicar a cada sesión.

El entrenamiento regular con ejercicios cardiorrespiratorios mejora el control de la glucemia en adultos con DM2, con menos tiempo diario en hiperglucemia y reducciones del 0,5 al 0,7% en la glucemia general (medida por A1C).

El entrenamiento con ejercicios de fuerza tiene también efectos beneficiosos al atenuar la HbA1c, la glucosa en ayunas y los niveles de insulina<sup>10</sup> además de prevenir la pérdida de masa, fuerza y función muscular.

Debemos aplicar en un orden prioritario las sesiones con objetivo de mejora de la fuerza dada la alta prevalencia de pacientes con DM2 sedentarios y con sarcopenia, pudiendo añadir en una posible posterior propuesta la sesión con objetivo de mejora de resistencia cardiorrespiratoria y progresar incluso más tarde hacia sesiones de objetivo múltiple (fuerza + resistencia cardiorrespiratoria). Todo esto en base a la fase de tratamiento y los días disponibles por parte del paciente, o bien iniciar el programa directamente con sesiones multicomponente, adecuándose en conjunto a los distintos niveles de entrenamiento donde situemos a la persona.

Tabla 1. Datos normativos para la prueba 5R-STs en adultos.

Edad	Mujer	Hombre	Gravedad de la disfuncionalidad
20-30 años	5,18 s	5,24 s	No significativa
	5,19 s - 7,57 s	5,25 s - 8,14 s	Moderada
	7,58 s	8,15 s	Grave
31-40 años	5,60 s	5,89 s	No significativa
	5,61 s - 9,00 s	5,90 s - 7,48 s	Moderada
	9,01 s	7,49 s	Grave
41-50 años	5,91 s	7,01 s	No significativa
	5,92 s - 7,66 s	7,02 s - 8,49 s	Moderada
	7,67 s	8,50 s	Grave
51-60 años	6,64 s	7,02 s	No significativa
	6,65 s - 8,83 s	7,03 s - 8,91 s	Moderada
	8,84 s	8,92 s	Grave
61 años	9 s	8,23 s	No significativa
	9,01,65 s - 13,36 s	8,24 s - 11,85 s	Moderada
	13,37 s	11,86 s	Grave

Fuente: a partir de datos extraídos de Klukowska AM, Staartjes VE, Vandertop WP, Schröder ML. Five-Repetition Sit-to-Stand Test Performance in Healthy Individuals: Reference Values and Predictors From 2 Prospective Cohorts. Neurospine. 2021 Dec;18(4):760-769. doi: 10.14245/ns.2142750.375.

De hecho, las intervenciones multicomponente que combinan entrenamiento cardiorrespiratorio y de fuerza tres veces por semana muestran una mayor eficacia en pacientes con DM2 sin sarcopenia que cualquiera de las dos modalidades de entrenamiento tomadas individualmente<sup>11</sup>.

En relación con el ejercicio, debido a que el momento del día en que se realiza puede influir en su efecto sobre el ritmo circadiano, la función mitocondrial y el rendimiento muscular, se recomienda una prescripción de ejercicio personalizada según el cronotipo de cada persona (matutino, intermedio o vespertino)<sup>12</sup>.

Un mayor gasto energético posprandial basado en un aumento de actividad física (no ejercicio físico) por ejemplo, dar un paseo, reduce los niveles de glucosa, siendo las duraciones  $\geq 45$  min las que proporcionan los beneficios más consistentes.

### Crterios generales para la seleccin de ejercicios

Los ejercicios iniciales de las sesiones de fuerza deben ser, si es posible y la capacidad de estabilizacin, coordinacin, etc. lo permite, de tipo multiarticular y con acciones donde, prioritariamente, se empuje con miembros inferiores (por ejemplo, una sentadilla o una zancada) y se traccione en varios planos y direcciones con miembros superiores (por ejemplo traccionar hacia atrs una banda elstica) de forma separada o integrada, puesto que generan un entorno favorable involucrando grandes grupos musculares, as como por su posible respuesta ms favorable respecto a la mejora de la composicin corporal, el gasto calrico, la respuesta hormonal, etc.

Los ejercicios deben comenzarse con adecuados niveles de estabilizacin externa pasiva (en sedestacin, por ejemplo), incidiendo en aspectos de ergonoma e higiene postural al tiempo que se alcanzan los objetivos fisiolgicos previstos.

El entrenamiento de fuerza podr ser complementado en posteriores propuestas con actividades de tipo cardiorrespiratorio, utilizando medios como la elptica, la bicicleta esttica, caminar, etc. con una adecuada supervisi3n tcnica que evite los problemas biomecnicos o de un uso sin criterios de seguridad en la ejecuci3n.

Adem3s, y en cuanto a la motivaci3n para realizar el programa de ejercicio, en las primeras fases del tratamiento es aconsejable el tipo de ejercicio fsico que el paciente pueda realizar en su propio domicilio, utilizando su propio peso corporal o con bandas elsticas, ya que tiene efectos positivos en la adherencia al programa de ejercicio fsico.<sup>13</sup>

### La frecuencia semanal del entrenamiento

La frecuencia semanal 3ptima de entrenamiento depender3 y se ver3 influido por muchos factores, pero se debe procurar comenzar con un m3nimo de 2-3 d3as alternos a la semana y progresar hacia los 5-6 d3as a la semana.

En la medida de lo posible, integrar el ejercicio fsico en las actividades cotidianas puede ser una estrategia eficaz para mantenerse activo. Por ejemplo, y en funci3n de sus posibles limitaciones funcionales, subir o bajar ms escaleras y andar el m3ximo n3mero de pasos en sus actividades. Tambi3n debe reducir su tiempo de ver la televisi3n o de estar sentado o tumbado.

### El volumen del entrenamiento

El volumen se define como la cantidad de entrenamiento de la sesi3n.

Para reducir la grasa visceral en personas con DM2 que lo requieran, se necesita un volumen moderadamente alto de ejercicio semanal que se puede lograr aumentando progresivamente la frecuencia hasta esos 5-6 d3as a la semana.

### Duraci3n en tiempo

La duraci3n de una sesi3n de fuerza queda supeditada al tiempo total que implique el n3mero de ejercicios, series, repeticiones y las diferentes pausas entre series y ejercicios (e incluso repeticiones) que puedan existir, aunque ser3a recomendable que el m3nimo fueran 8-10 min y que el total no superara los 45-50 min.

La duraci3n de la sesi3n de resistencia deber3a suponer un m3nimo de 20 a 30 min y un m3ximo de 60 min.

### N3mero de ejercicios

La sesi3n de fuerza debe implicar la realizaci3n de un n3mero suficiente de ejercicios, prioritariamente para los miembros inferiores y secundariamente para los superiores, que impliquen a la mayor3a de los grupos musculares. Se recomienda un m3nimo de 2-4 hasta 8-10 ejercicios por sesi3n.

Se recomienda realizar entre 2-4 series por ejercicio y en ning3n caso superar las 6-8 series por ejercicio en personas con DM2 en buena condici3n fsica. En cualquier caso, ser3a ms aconsejable incrementar el n3mero de ejercicios antes que utilizar una cantidad de series alta.

En la sesión de resistencia se puede dividir la duración en 2 o 3 bloques de entrenamiento de una duración no inferior a los 10 minutos cada uno de ellos.

### Número de repeticiones

En cuanto al número de repeticiones por serie en la sesión de fuerza, se podrían realizar entre 4 y 8, o a lo sumo 10 repeticiones en cada serie.

### La intensidad del entrenamiento

La intensidad del entrenamiento es el criterio de la carga que indica el máximo grado de esfuerzo alcanzado durante un ejercicio en el entrenamiento de la fuerza o bien el valor medio alcanzado en un esfuerzo de cardiorrespiratorio.

En la sesión de fuerza, se puede plantear el carácter de esfuerzo (CE) como factor de ajuste de la carga del entrenamiento. Dicho CE se establece en función del número de repeticiones realizadas por serie con respecto a las máximas realizables o posibles de realizar en ese mismo ejercicio, con el mismo peso y en ese mismo momento.

El entrenamiento expresado a través del CE indica el número de repeticiones por serie a realizar (volumen) y, entre paréntesis, el número de repeticiones por serie que se podría realizar (intensidad) si el sujeto intentara hacer las máximas posibles con el peso indicado.

Así, la determinación progresiva de los grados o niveles del CE en el ámbito de la salud es<sup>14</sup>:

- CE bajo: se refiere a una intensidad o carga muy alejada del máximo número de repeticiones que una persona puede realizar. Es un esfuerzo mínimo que se sitúa mucho más bajo del límite de capacidad. Por ejemplo, si una persona puede realizar un máximo de 10 repeticiones de un ejercicio, un CE bajo podría ser realizar 2-3 repeticiones<sup>12-20</sup>.
- CE medio: esta intensidad está aproximadamente en la mitad del número máximo de repeticiones que una persona puede hacer. Si tomamos como ejemplo un máximo de 10 repeticiones, un CE medio sería alrededor de 5 repeticiones<sup>8-10</sup>.
- CE alto: corresponde a realizar un poco más de la mitad del número máximo de repeticiones posibles. Siguiendo con el mismo ejemplo, si el máximo es 10 repeticiones, un CE alto podría ser realizar 6-7 repeticiones<sup>12</sup>.
- CE máximo: Implica realizar el número máximo o casi máximo de repeticiones posibles. En el caso de un máximo de 10 repeticiones, un CE máximo sería realizar 9-10 repeticiones<sup>8</sup>.

La velocidad de ejecución de los ejercicios evolucionará desde la fase inicial, mucho más lenta y controlada y, progresará cuanto antes hacia una ejecución con alta intención de velocidad intentado aplicar la máxima fuerza en el menor tiempo posible en cada repetición.

En la sesión de resistencia cardiorrespiratoria, se debe ajustar y monitorizar la intensidad mediante la frecuencia cardíaca (FC) ya que es el principal parámetro responsable del aumento del gasto cardíaco a partir de intensidades de ejercicio superiores al 50-60 % del VO<sub>2</sub>Máx (volumen máximo de oxígeno).

Se recomienda utilizar la fórmula de la frecuencia cardíaca máxima (FCMáx) de Gellish *et al.*<sup>15</sup>:

$$FCMáx = 207 - (07 * edad)$$

A partir de esta frecuencia cardíaca máxima y valorando también la frecuencia cardíaca de reposo (FCrep) se obtiene la frecuencia cardíaca de reserva (FCres):

$$FCres = FCMáx - FCrep$$

La frecuencia cardíaca de entrenamiento (que se determina dentro de una "zona") se calcularía en base a la fórmula. Así, suponiendo la FCMáx de un sujeto en 195 ppm y la de FCrep en 60 ppm, la intensidad de ejercicio correspondiente al 70 % (70 % FCres), se calcularía según la siguiente fórmula (Karvonen):

$$\%FCres = (FCentrenamiento - FCrep / FCMáx - FCrep)$$

En este caso también son de gran utilidad y valor la utilización de escalas de percepción de esfuerzo (*Rating of Perceived Exertion* [RPE] o escala de Borg), presentadas como descriptores visuales o pictogramas donde el sujeto identifica su percepción de esfuerzo o fatiga sobre una escala graduada numéricamente durante o inmediatamente después de la realización del ejercicio<sup>16</sup> y que se correlaciona con zonas de entrenamiento en relación con el % FCMáx, %FCres, %VO<sub>2</sub>Max y umbrales ventilatorios (Figura 2).

### La recuperación intrasesión en los programas de entrenamiento

En los pacientes con DM2 se recomienda, entre las series de los ejercicios de fuerza, comenzar con recuperaciones de 1-2 min, en función de la organización de los ejercicios, progresando hasta los 3-5 min en fases más avanzadas y de mayor intensidad que suponen una mayor disponibilidad temporal.

Para pacientes con diabetes tipo 2 (DM2), se recomienda lo siguiente respecto a las recuperaciones entre series y ejercicios:

Ejercicios de fuerza:

- Fase inicial: comenzar con periodos de recuperación de 1-2 minutos entre series.
- Fases más avanzadas y de mayor intensidad: progresar a recuperaciones de 3-5 minutos, especialmente cuando haya más tiempo disponible para el entrenamiento.

Entrenamiento cardiorrespiratorio:

- Métodos continuos: las recuperaciones podrían ser inexistentes, ya que estos métodos implican un ejercicio sin pausas.
- Métodos fraccionados: las recuperaciones pueden variar ampliamente según el nivel de la persona con DM2. Pueden ser:
  - Hasta tres veces más largas que la duración del ejercicio.
  - Igual a la duración del ejercicio.
  - Mitad de la duración del ejercicio.
  - Un tercio de la duración del ejercicio.

Explicación adicional

- Métodos continuos: son aquellos en los que se realiza un ejercicio sin interrupciones durante un periodo prolongado. Por ejemplo, correr o nadar de manera continua.
- Métodos fraccionados: son aquellos en los que se alternan periodos de ejercicio con periodos de descanso. La proporción de descanso puede variar dependiendo de la

intensidad y duración del ejercicio, así como del nivel del paciente:

- Tres veces superior: si el estímulo (ejercicio) dura 1 minuto, la recuperación puede durar hasta 3 minutos.
- Igual: si el estímulo dura 1 minuto, la recuperación también dura 1 minuto.
- Mitad: si el estímulo dura 1 minuto, la recuperación dura 30 segundos.
- Un tercio inferior: si el estímulo dura 1 minuto, la recuperación dura 20 segundos.

### Metodología

En la **sesión de fuerza**, respecto a la organización de los ejercicios únicamente caben dos posibilidades:

1. Organización en circuito: es la más recomendable para pacientes con DM2<sup>17</sup>. Es un agrupamiento de diferentes ejercicios para completar una o varias vueltas a un circuito.
2. Organización en series: agrupamiento de series para un mismo ejercicio que se completan antes de realizar el siguiente ejercicio.

En la sesión de resistencia, existen dos métodos de entrenamiento:

**Tabla 2.** Variables de intensidad en cada zona de entrenamiento.

Zona	RPE	Valoración general del esfuerzo	%FCMáx	%FCR	%Vo2Máx	Hitos fisiológicos
1	6	Muy, muy ligero	< 70 %	< 65 %	< 65 %	Igual o inferior al 1.º umbral ventilatorio
	7					
	8					
	9	Muy ligero				
	10	Moderado				
	11					
2	12	Moderado	70-85 %	65-80 %	85-80 %	Entre el 1.º y el 2.º umbral ventilatorio
	13					
	14					
	15	Algo duro				
3	16	Duro	< 85 %	< 80 %	< 70 %	Igual o superior al 2.º umbral ventilatorio (hasta VO2Máx)
	17					
	18	Muy, muy duro				
	19	Máx. extenuante				
	20					

Fuente:

1. Métodos continuos: aquellos métodos donde la tarea cíclica (caminar, bicicleta, remo, etc.) se realiza sin interrupciones y, por tanto, en un único bloque y serie de trabajo. Dentro del método continuo podemos encontrar:
  - Métodos continuos de intensidad uniforme: se escoge una zona de intensidad y se intenta mantener estable durante todo el tiempo de entrenamiento. Los estímulos pueden ser de carácter más extensivo (intensidades más bajas y volúmenes/duraciones mayores) o intensivos (intensidades más altas y volúmenes/duraciones más reducidas).
  - Métodos continuos variables: se caracterizan por cambios de intensidad durante la aplicación continua del estímulo. Este efecto ondulatorio y rítmico de alternancia de intensidades facilita el desarrollo de volúmenes relativamente altos de entrenamiento con un importante impacto sobre adaptaciones a nivel cardiorespiratorio y neuromuscular.
  - Métodos fraccionados: abarcan todos aquellos en los que el volumen total de la unidad de entrenamiento es fragmentado en varios esfuerzos más cortos, intercalados por intervalos de recuperación de menor o mayor duración.

En los métodos fraccionados interválicos, más conocidos como *High Intensity Interval Training* (HIIT), se aplican estímulos o fases de esfuerzo de intensidades altas y muy altas con una pausa que no permitirá una recuperación completa y, por tanto, se recomienda aplicar a personas con DM2 con una buena condición física.

## CONCLUSIONES

En definitiva, la práctica regular de ejercicio físico favorece el crecimiento y desarrollo normal, hace que las personas se sientan mejor, funcionen mejor, duerman mejor y reduce el riesgo de sufrir un gran número de enfermedades crónicas y sus comorbilidades.

Los beneficios para la salud en personas con DM2 comienzan inmediatamente después del ejercicio, e incluso los episodios cortos de ejercicio físico son beneficiosos. Lograr estos beneficios depende de esfuerzos personales para aumentar la actividad en nosotros mismos, la familia, los amigos, los pacientes y las compañeras y los compañeros sanitarios. También es necesario actuar a nivel escolar, laboral y comunitario.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Kanaley JA, Colberg SR, Corcoran MH, Malin SK, Rodriguez NR, Crespo CJ, Kirwan JP, Zierath JR. Exercise/Physical Activity in Individuals with Type 2 Diabetes: A Consensus Statement from the American College of Sports Medicine. *Med Sci Sports Exerc.* 2022 Feb 1;54(2):353-368. doi: 10.1249/MSS.0000000000002800. PMID: 35029593; PMCID: PMC8802999.
2. Zierath JR, He L, Gumà A, Odegaard Wahlström E, Klip A, Wallberg-Henriksson H. Insulin action on glucose transport and plasma membrane GLUT4 content in skeletal muscle from patients with NIDDM. *Diabetologia.* 1996 Oct;39(10):1180-9. doi: 10.1007/BF02658504. PMID: 8897005.
3. Bajpeyi S, Tanner CJ, Slentz CA, Duscha BD, McCartney JS, Hickner RC, Kraus WE, Houmard JA. Effect of exercise intensity and volume on persistence of insulin sensitivity during training cessation. *J Appl Physiol* (1985). 2009 Apr;106(4):1079-85. doi: 10.1152/jappphysiol.91262.2008. Epub 2009 Feb 5. PMID: 19196913; PMCID: PMC2698641.
4. Heiskanen MA, Motiani KK, Mari A, Saunavaara V, Eskelinen JJ, Virtanen KA, et al. Exercise training decreases pancreatic fat content and improves beta cell function regardless of baseline glucose tolerance: a randomised controlled trial. *Diabetologia.* 2018;61(8):1817-28. Epub 2018/05/03. doi: 10.1007/s00125-018-4627-x.
5. Lin CY, Lee TY, Sun ZJ, Yang YC, Wu JS, Ou HT Desarrollo de un módulo de calidad de vida específico para la diabetes que se realizará en conjunto con la versión breve de la escala de calidad de vida de la Organización Mundial de la Salud (WHOQOL-BREF) Health Qual. Resultados de la vida. 2017; 15:167. doi: 10.1186/s12955-017-0744-3
6. Domínguez-Muñoz FJ, Hernández-Mocholi MA, Manso LJ, Collado-Mateo D., Villafaina S., Adsuar JC, Gusi N. Fiabilidad test-retest de parámetros cinemáticos de timed up and go en personas con diabetes tipo 2. *Aplica. Ciencia.* 2019; 9 :4709. doi: 10.3390/app9214709
7. Guazzi M, Bandera F, Ozemek C, Systrom D, Arena R. Prueba de ejercicio cardiopulmonar: ¿cuál es su valor? *Mermelada. Col. Cardiol.* 2017; 70 : 1618-1636. doi: 10.1016/j.jacc.2017.08.012.
8. de Luis Román D, Gómez JC, García-Almeida JM, Vallo FG, Rolo GG, Gómez JLL, Tarazona-Santabalbina FJ, Sanz-Paris A. Diabetic Sarcopenia. A proposed muscle screening protocol in people with diabetes: Expert document. *Rev Endocr Metab Disord.* 2024 Feb 5. doi: 10.1007/s11154-023-09871-9. Epub ahead of print. PMID: 38315411
9. Vaz MM, Costa GC, Reis JG, Junior WM, De Paula FJA, Abreu DC Control postural y fuerza funcional en pacientes

- con diabetes mellitus tipo 2 con y sin neuropatía periférica. *Arco. Física. Medicina. Rehabilitación*. 2013;94:2465-2470. doi: 10.1016/j.apmr.2013.06.007.
10. Wan Y, Su Z. The Impact of Resistance Exercise Training on Glycemic Control Among Adults with Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Biol Res Nurs*. 2024 Apr 16;10998004241246272. doi: 10.1177/10998004241246272. Epub ahead of print. PMID: 38623887.
  11. Ghodrati L, Razeghian Jahromi I, Koushkie Jahromi M, Nemati J. Efecto de realizar entrenamiento en intervalos de alta intensidad y entrenamiento de resistencia el mismo día frente a días diferentes en mujeres con diabetes tipo 2. *EUR. J. Aplica. Fisiol*. 2022;122:2037-2047. doi: 10.1007/s00421-022-04980-w.
  12. Choi Y, Cho J, No MH, Heo JW, Cho EJ, Chang E, Park DH, Kang JH, Kwak HB Restablecimiento del reloj circadiano mediante ejercicio contra la sarcopenia. En T. J. Mol. Ciencia. 2020; 21:3106. doi: 10.3390/ijms21093106.
  13. Power S, Rowley N, Flynn D, Duncan M, Broom D. Home-based exercise for adults with overweight or obesity: A rapid review. *Obesity Research & Clinical Practice*. 2022;16(2): 97-105. doi.org/10.1016/J.ORCP.2022.02.003
  14. González-Badillo JJ, Ribas-Serna J. Fuerza, velocidad y rendimiento físico y deportivo. 1st ed. Madrid: Librerías deportivas Esteban Sanz S.L; 2019.
  15. Gellish RL, Goslin BR, Olson RE, McDonald A, Russi GD, Moudgil VK. Longitudinal modeling of the relationship between age and maximal heart rate. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2007 May [citado el 21 de junio de 2021];39(5):822-9.
  16. Scherr J, Wolfarth B, Christle JW, Pressler A, Wagenpfeil S, Halle M. Associations between Borg's rating of perceived exertion and physiological measures of exercise intensity. *Eur J Appl Physiol* [Internet]. 2013 Jan 22 [citado el 4 de julio de 2021];113(1):147-55.
  17. Heredia JR, Peña G. Entrenamiento de la fuerza para la mejora de la salud y la condición física. Almería, Spain: Círculo Rojo; 2019.