



## Revisión

# Control glucémico a través del ejercicio físico en pacientes con diabetes mellitus tipo 2; revisión sistemática

Pablo Quílez Llopis<sup>1</sup> y Manuel Reig García-Galbis<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ph. D. Departamento de Enfermería, Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Alicante. España.

### Resumen

**Introducción:** En España, cerca del 14% de la población es diabética y el 95% corresponde a DM2. Un pobre control glucémico provoca un aumento de la morbilidad y mortalidad. Tres son los pilares en el tratamiento de la DM2: la dieta, la medicación y el ejercicio físico, sin embargo, el potencial de la prescripción de entrenamiento físico no ha sido totalmente explotado.

**Objetivo:** Analizar el efecto de las distintas modalidades de ejercicio físico (AE, RT, Combo, INT) en el control glucémico en pacientes con diabetes mellitus tipo 2.

**Metodos:** La búsqueda bibliográfica se realizó en 3 bases de datos electrónicas (Pubmed, Scopus y Proquest), incluyendo publicaciones desde enero de 2011 hasta mayo de 2014, que realizaran la intervención con AE, RT, Combo o INT, y que midieran la glucemia a través de la glucosa capilar, CGMS o HbA1c.

**Resultados:** Del total de 386 artículos encontrados, 14 cumplieron los criterios de inclusión. Estos artículos fueron clasificados atendiendo a la modalidad de ejercicio físico de la intervención (AE, RT, Combo, INT), y en función de si analizaban el control glucémico como consecuencia del entrenamiento a largo plazo o tras una sesión de entrenamiento.

**Conclusiones:** El AE, RT, Combo e INT muestran eficacia en el control glucémico tanto en el entrenamiento prolongado como en las 24-48h post-entrenamiento. Es necesaria la prescripción de un entrenamiento estructurado con una frecuencia, volumen e intensidad determinados para lograr beneficios en el control glucémico. El combo es la modalidad que obtiene mejores resultados a través del entrenamiento a largo plazo.

(Nutr Hosp. 2015;31:1465-1472)

DOI:10.3305/nh.2015.31.4.7907

Palabras clave: *Diabetes Mellitus tipo 2. Hemoglobina glicosilada A1c. Ejercicio de fuerza. Ejercicio de Resistencia. Monitorización de glucemia.*

### GLYCEMIC CONTROL THROUGH PHYSICAL EXERCISE IN TYPE 2 DIABETES SYSTEMATIC REVIEW

### Abstract

**Introduction:** In Spain, nearly 14% of the population is diabetic, 95% corresponds to Type 2 Diabetes Mellitus patients. Poor glycemic control increases morbidity and mortality. There are three pillars in the treatment of type 2 diabetes: diet, medication and exercise. However, the potential for prescribing exercise training has not been fully exploited.

**Objective:** To analyze the effect of different exercise modalities (AE, RT, Combo, HIIT) on glycemic control in patients with type 2 diabetes mellitus.

**Methods:** The research was performed in 3 electronic databases (Pubmed, Scopus and Proquest), including publications from 2011 to May 2014, publications undertaking interventions with AE, RT, Combo or HIIT, and those that measured capillary glucose, CGMS or HbA1c.

**Results:** Of the 386 articles found, 14 met the inclusion criteria. These items were classified according to exercise intervention modality (AE, RT, Combo, HIIT) and whether glycemic control was measured as a result of long term training or a single bout of exercise.

**Conclusions:** AE, RT, Combo and HIIT show efficacy in glycemic control in both long term training and after a single bout of exercise. To achieve certain benefits in glycemic control, prescribing a structured frequency, volume and intensity training is required. Combo is the modality that gets better results through continued training.

(Nutr Hosp. 2015;31:1465-1472)

DOI:10.3305/nh.2015.31.4.7907

Key words: *Diabetes Mellitus, Type 2. Hemoglobin A, Glycosylated. Resistance training. Aerobic exercise. Blood sugar self monitoring.*

**Correspondencia:** Dr. Manuel Reig García-Galbis.  
Avda./ Constitución n 27. Piso: 1º.  
Villena (Alicante). España. 03400.  
E-mail: manuel.reig@ua.es

Recibido: 5-VIII-2014.  
1.ª Revisión: 27-X-2014.  
2.ª Revisión: 4-XI-2014.  
Aceptado: 19-XII-2014.

### Abreviaturas

AE (Ejercicio aeróbico): Entrenamiento físico en el que prevalece la vía metabólica oxidativa. Involucra grandes grupos musculares en actividades dinámicas que resultan en aumentos sustanciales de la capacidad cardiovascular<sup>1</sup>.

RT (Ejercicio de Fuerza): Es un tipo de entrenamiento anaeróbico diseñado específicamente para incrementar la fuerza muscular, la potencia y la resistencia, mediante la variación de la resistencia a vencer, el número de repeticiones, el número de series y el tiempo de descanso entre ellas<sup>1</sup>.

Combo (Ejercicio combinado): Alternancia, durante el programa de entrenamiento, del trabajo mediante AE y RT<sup>2</sup>, pudiendo incluir ambas modalidades de ejercicio físico en la misma sesión de entrenamiento o en sesiones alternas.

INT (Ejercicio interválico): Ejercicio físico que alterna de 3 a 10 fases de alta intensidad (ejercicio anaeróbico) separadas por fases de recuperación a través de ejercicios a baja intensidad<sup>3</sup>.

CGMS: Sistema Continuo de Monitorización de Glucosa que permite registrar la concentración de glucosa a intervalos frecuentes (3-5 min) durante varios días<sup>4</sup>.

Intensidad Moderada: Ejercicio realizado al 40-60% VO<sub>2</sub> Max (Volumen de oxígeno máximo) o 50-70% FccMáx (Frecuencia cardíaca máxima)<sup>5</sup>.

Alta intensidad: Aquel desarrollado a intensidades mayores al 60% VO<sub>2</sub> Max o 70% Fcc Máx<sup>5</sup>.

## Introducción

La diabetes es una de las patologías de mayor prevalencia a nivel mundial. Según la Federación Internacional de Diabetes (FID) se estima que aproximadamente 382 millones de personas en el mundo tienen diabetes. De estos, en torno al 90% corresponden a personas con diabetes mellitus tipo 2 (DM2). La población afectada de DM2 crece rápidamente<sup>6</sup>, de estos datos se extrae que deben llevarse a cabo medidas para afrontar el problema. Tres son los grandes pilares sobre los que se sustenta el tratamiento de la DM2: la dieta, la medicación y el ejercicio físico<sup>7</sup>. Sin embargo, los beneficios del ejercicio físico y su prescripción parecen infravalorados<sup>8</sup>.

En esta revisión bibliográfica se analiza el impacto del ejercicio físico en la glucemia desde dos grandes perspectivas: el efecto en el control glucémico (CG) a través del *entrenamiento a largo plazo*, analizado principalmente a través de la hemoglobina glucosilada (HbA<sub>1c</sub>), que refleja la concentración de glucosa durante los últimos 3 o 4 meses<sup>4</sup>; y el efecto en el CG de *una sesión de entrenamiento* en las siguientes 24-48h post-entrenamiento, estudiado principalmente a través de un sistema continuo de monitorización de glucosa (CGMS)<sup>4</sup>, que permite medir de forma continuada los niveles de glucosa en las siguientes 24-48h al entrenamiento, pudiendo analizar el impacto directo de una sesión de ejercicio físico en el CG<sup>9</sup>.

Como antecedentes de *entrenamiento a largo plazo*, se demostró que este tipo de ejercicio físico provocaba reducciones del 0.6% de la HbA<sub>1c</sub><sup>10</sup>, existen

deficiencias en qué tipo de ejercicio es el más efectivo<sup>11,12</sup>, y en el volumen del ejercicio indicado en DM2, siendo de forma general 150 minutos a la semana de ejercicio aeróbico (AE), a intensidad moderada<sup>8</sup>. Los antecedentes de *una sesión de entrenamiento* sobre el control glucémico en DM2, son más limitados. Se ha demostrado que una única sesión de entrenamiento, aumenta la captación de glucosa<sup>8</sup>, no obstante, tanto la duración de este efecto, como las diferencias entre los distintos tipos de ejercicio no parecen estar claras. Además, aparecen resultados contradictorios sobre qué parámetros del ejercicio son más importantes a la hora de conseguir un mejor control glucémico: intensidad, frecuencia o volumen. En cuanto al entrenamiento interválico (INT), la bibliografía es escasa, cobra interés revisar los estudios llevados a cabo con este tipo de ejercicio para valorar si puede ser considerado una alternativa real a las modalidades de ejercicio más estudiadas.

## Objetivos

El objetivo principal del presente trabajo es: Analizar el efecto que tienen las distintas modalidades de ejercicio físico (AE, RT, Combo, INT) en el control glucémico en DM2, tras una sesión de entrenamiento y como consecuencia de un entrenamiento a largo plazo. Los secundarios: Observar si el control glucémico inducido por el ejercicio físico está influenciado por la intensidad, volumen y frecuencia del mismo; valorar si el ejercicio interválico puede ser una nueva alternativa en el control glucémico; identificar la frecuencia de hipoglucemias en pacientes con DM2, sometidos a entrenamiento físico. Para ello, se plantean dos preguntas: ¿Cómo afecta el ejercicio físico en el control glucémico y qué tipo de ejercicio se muestra más efectivo?

## Material y método

### *Estrategia de búsqueda*

Todos los datos que se utilizaron en este estudio se obtuvieron de las siguientes bases de datos: Proquest, Scopus y vía Pubmed, para la búsqueda de artículos originales, revisiones, tesis y tesinas. Los artículos originales, permitían tener una información más reciente sobre el tema.

### *Tratamiento de la información*

Se estudiaron los artículos originales publicados en español e inglés. Las estrategias de búsquedas TI, fueron las siguientes: “exercise” AND (“type 2 diabetes” OR diabetes type 2”) AND (“Glycemic control” OR “Glycaemic control”). Las ecuaciones de búsqueda

se desarrollaron en Proquest y Scopus, adaptándose en Pubmed con terminología MeSH (Medical Subject Headings), de la Biblioteca Nacional de Medicina de los Institutos de Salud (EE.UU), en la página web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh>. Las fechas de publicación fueron entre 1 de enero de 2011 y mayo de 2014. Las principales variables son el tipo de ejercicio físico “*exercise*”, duración de la intervención “*intervention period*” y resultados en el control glucémico “*glycaemic control outcomes*”, siendo estas variables dependientes.

#### Selección de estudios:

Cada artículo ha sido analizado por dos expertos de la salud y deporte (enfermero y nutricionista), seleccionando por el título, resumen y artículo completo. Para ello, se utilizaron los siguientes *criterios de inclusión*: ensayos clínicos con adultos (>18 años) que no estén siendo medicados para la DM2 o únicamente tratados con antidiabéticos orales; que se utilizara en su intervención cualquier modalidad deportiva como: AE, RT, Combo o INT; que se realice la medición de la glucemia a través de la glucosa capilar, CGMS o HbA1c. Como *criterios de exclusión*: investigaciones con un número de participantes, menor de 25 pacientes; que no se realizara medición de la glucemia, en modo alguno; pacientes que no padecieran DM2; menores de 18 años; pacientes que usen la insulina como tratamiento farmacológico. Los pacientes que utilicen en sus tratamientos antidiabéticos orales, no fueron excluidos (Fig. 1).

#### Extracción de datos

Los estudios han sido agrupados para facilitar la comprensión de los resultados de todos los artículos revisados. El control de calidad de la información se llevó a cabo mediante tablas de doble entrada, una por cada autor. Todos los datos relevantes se resumieron en dichas tablas, se recogía la siguiente información: el título, los autores, el año de publicación, la población, tipo de ejercicio realizado, control glucémico y las diferencias significativas con el valor estadístico,  $p < 0,05$  (Tabla I, II y Fig. 1).

#### Resultados

Se registraron un total de 386 artículos identificados, la base de datos con más ensayos clínicos incluidos fue Proquest. Los artículos finalmente incluidos, fueron clasificados en base al tipo de ejercicio físico de la intervención, y en función de si medían el control glucémico como *efecto del entrenamiento a largo plazo* o por el *efecto de una sesión de entrenamiento* (Tabla I). De estos 14 artículos, el 64,2% medían el control glucémico como consecuencia de un *entrenamiento físico a largo plazo*<sup>6,13-20</sup> mientras que el 35,7% valoraban los efectos en la glucemia del ejercicio físico tras la realización de *una sesión de entrenamiento*<sup>21-25</sup>. Las distintas modalidades de ejercicio físico estudiadas en los artículos seleccionados fueron AE, RT, Combo e INT. Los resultados muestran que el 78% de los artículos emplean el AE, individualmente o en comparación con otras moda-

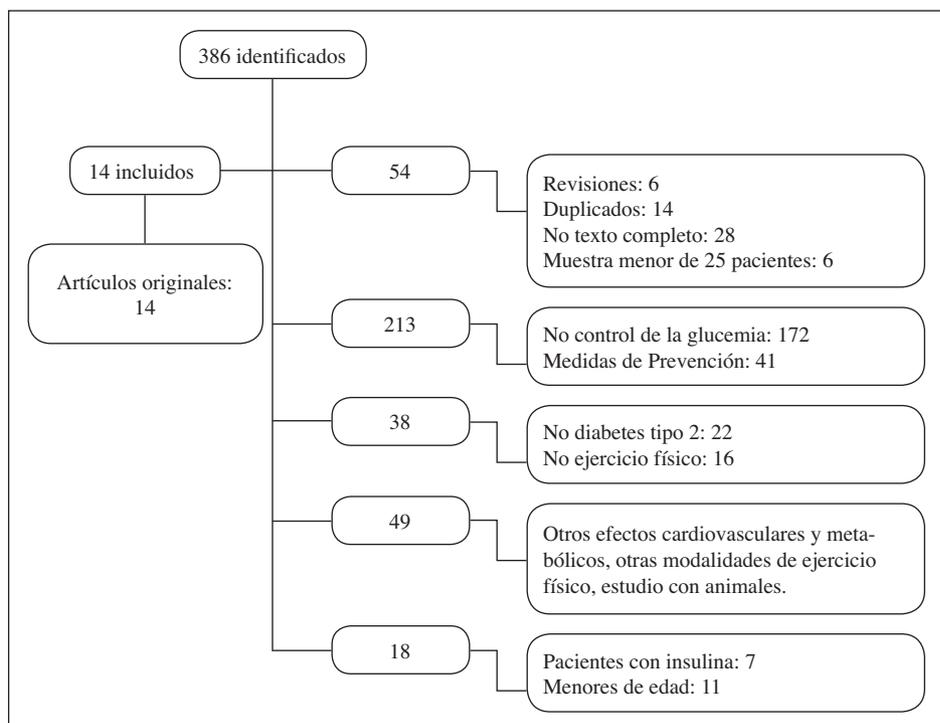


Fig. 1.- Diagrama de flujo para la selección de artículos.

**Tabla I**  
*Clasificación de artículos*

<i>Valoración de los resultados</i>	<i>Clasificación de los artículos</i>	<i>Número de artículos</i>	<i>Total</i>
Efecto en el Control glucémico del entrenamiento físico prolongado	Ejercicio Aeróbico vs ejercicio de Fuerza	2	9
	Ejercicio Aeróbico, ejercicio de Fuerza y combinado	4	
	Ejercicio de Fuerza	1	
	Ejercicio combinado	1	
	Ejercicio Interválico	1	
Efecto en control glucémico de una sesión de entrenamiento	Ejercicio Aeróbico vs ejercicio de Fuerza	2	5
	Ejercicio combinado	1	
	Ejercicio Aeróbico	2	
Total			14

lidades, constituyendo la base de los ejercicios empleada en los pacientes con DM2. Por otro lado, INT es la modalidad menos estudiada.

En el grupo de *entrenamiento físico a largo plazo*, los resultados muestran que la comparativa entre AE, RT y Combo fueron el principal motivo de estudio (44%)<sup>13,14,17,18</sup> e INT, el que menos (7%)<sup>6</sup>. En el grupo de *una sesión de entrenamiento*, el efecto del AE<sup>22,24</sup>, y los que comparan AE vs RT<sup>21,23</sup> son los más estudiados (40%)(Tabla I). En la mayoría de los ensayos clínicos, emplean una muestra similar de mujeres y hombres. La franja de edad más frecuente es de 50-70 años, debido a que la DM2 es más común en edades más avanzadas. La duración de los estudios que miden el efecto del control glucémico a través del entrenamiento *a largo plazo* es siempre mayor de 3 meses, ya que analizan la HbA1c, destacando sobre todo los de 12 meses de duración (Tabla II). Además, cabe destacar que en la mejoría experimentada en el control glucémico a través del ejercicio físico, no es relevante el uso o no de antidiabéticos orales<sup>17</sup>.

### *Interpretación de los resultados*

Los estudios recientes muestran la eficacia de una intervención de *ejercicio físico a largo plazo* para lograr un mejor control glucémico en DM2, obteniendo reducciones significativas de los niveles de HbA1c median-

te diferentes modalidades de ejercicio físico<sup>13,15,16,17,19</sup>. En una comparativa del AE, RT y Combo, se muestran reducciones de HbA1c significativamente mayores en aquellas intervenciones superiores a 12 semanas<sup>27</sup>. Estos resultados son consecuencia del ejercicio físico estructurado, lo que pone de manifiesto la importancia de establecer un plan de entrenamiento a seguir<sup>12</sup>. No obstante, otros ensayos clínicos no obtuvieron valores significativos de reducción de HbA1c<sup>14,18, 20</sup>.

Ensayos clínicos en *una sesión de entrenamiento*, AE muestra resultados favorables en el control y reducción de la glucemia, evidenciado en los siguientes parámetros de medición: tiempo en hiperglucemia, concentración de glucosapost ejercicio y concentración de glucosa en 24h<sup>22,24</sup>. Los pacientes que más se benefician del ejercicio físico son aquellos peor controlados (HbA1c más alta), ya que obtienen una mayor reducción de glucosa en sangre<sup>24</sup>. En la comparación RT vs AE, se observan valores similares en la concentración de glucosa 24h post-ejercicio, para ambos, pero la reducción de la prevalencia de hiperglucemia es ligeramente mayor en RT<sup>21</sup>. En una línea de investigación similar, habiendo sometido a los participantes a un entrenamiento previo, tanto el RT y AE obtuvieron similares resultados a largo plazo, pero la disminución de concentración de glucosa hasta 12h después del ejercicio fue mayor en el grupo que realizó AE<sup>23</sup>. No se han registrado periodos de hipoglucemia durante las 24-48h post-intervención, en una *sesión de entrenamiento*<sup>21,22,24,25</sup>, únicamente se advierte de una mayor disminución de la glucemia a través del AE en las 12h siguientes al ejercicio, planteando el riesgo de hipoglucemias nocturnas si se realiza el ejercicio físico tardío<sup>23</sup>. En la intervención de *ejercicio físico a largo plazo*, se desconoce la existencia de hipoglucemias.

La bibliografía que estudia *el efecto del INT* es muy escasa. Los artículos analizados muestran que en el *entrenamiento a largo plazo*, andar de forma continua a intensidad moderada no empeora la HbA1c, mientras que caminar de manera interválica mejora parámetros del control glucémico<sup>6</sup>. En las *24-48h post-entrenamiento* el INT obtuvo un descenso progresivo de los valores de glucemia post-entrenamiento en las distintas semanas de intervención<sup>25</sup>.

### **Discusión**

El AE, RT y Combo han demostrado beneficios a corto y largo plazo en el control glucémico (Tabla II), pudiendo ser buenas opciones para planificar un entrenamiento adaptado al paciente. Para valorar qué modalidad obtiene mejores resultados, varias revisiones, mostraron reducciones significativas entre 0.5-0.8% de los niveles de HbA1c<sup>12,26,27</sup>, con una reducción ligeramente mayor en AE<sup>12</sup>. No obstante, en esta revisión se muestra que el *combo* obtuvo reducciones significativamente mayores en la HbA1c, frente al AE y RT en el *entrenamiento a largo plazo*<sup>2,9,18</sup>. Parece, por lo

**Tabla II**  
Artículos incluidos

Autor	Muestra	Duración meses/horas	Tipo de ejercicio		Efectos en el control glucémico		P	
			Modalidad	Prescripción	Variable	Cambio		
Johannsen NM y cols <sup>15</sup> , 2013	n=35 Hombres (49%) Mujeres (51%) Edad: 57±7	9 meses	RT, AE, Combo	RT: 3-4 veces/semana 10 ejercicios AE: 3-4 veces/semana a intensidad moderada/alta Combo: 3 días AE, 2 días RT	HbA1c (%)	RT: 0 AE: -0.2 Combo: -0.4	ns	
Balducci S y cols <sup>16</sup> , 2012	n=303 Hombres (59%) Mujeres (41%) Edad adulta	12 meses	RT, AE	RT: 2 veces/semana 4 ejercicios. Alta intensidad vs Moderada AE: 2 veces/semana Alta intensidad vs Moderada	HbA1c (%) Glucosa en ayunas (g/dl)	Moderado Intenso Moderado Intenso	-0.33 -0.5 -6.7 -18.2	** *** ** ***
Yavari A y cols <sup>5</sup> , 2012	n=80 Hombres (46%) Mujeres (54%) Edad adulta	12 meses	AE, RT, Combo	AE: 3 veces/semana Progresivo de moderada a alta intensidad RT: 3 veces/semana 10 ejercicios Combo: 3 veces/semana AE + 8 ejercicios	HbA1c (%) Glucosa en ayunas (mg/dl) 2h post-pandrial	AE RT Combo AE RT Combo	-1.33 -0.55 -1.74 -27.3 -22.2 -46.5 -44.7 -32.5 -99.4	*** *** ns ** *** ** *** ** ***
Ferrer-García J.C y cols <sup>20</sup> , 2011	n=84 Hombres (40%) Mujeres (60%) Edad: >60	6 meses	Combo	Combo 2 días RT + 1 día AE	HbA1c(%) Glucosa en ayunas (mg/dl)	Combo Combo	-0.35 -13.5	*** ***
Boulé NG y cols <sup>21</sup> , 2013	n=225 Hombres (65%) Mujeres (35%) Edad: 39-70	6 meses	AE, RT, combo	AE: 3 veces/semana Alta intensidad RT: 3 veces/semana 7 ejercicios Combo: 3 veces/semana AE + RT enteros	HbA1C (%) Glucosa en ayunas 12h (mg/dl)	AE RT Combo AE RT Combo	-0.17 -0.4 -0.81 +7.2 -10.5 -10.5	** ns ** ns ns ns
Jorge ML y cols <sup>23</sup> , 2011	n=48 Hombres (37%) Mujeres (63%) Edad: 53±9	3 meses	AE, RT, combo	RT: 3 veces/semana 7 ejercicios AE: 3 veces/semana Intensidad moderada Combo: 3 veces/semana RT y AE mitad de volumen	HbA1C (%) Glucosa en ayunas (mg/dl) Glucosa post-pandrial (mg/dl)	Ejercicio RT AE Combo RT AE Combo	- -19.8 -40.6 -12.6 -11.1 -40.6 -20.2	ns ** ** ** ** ** **
Bacchi E y cols <sup>24</sup> , 2012	n=40 Hombres (50%) Mujeres (50%) Edad: 40-70	4 meses	RT, AE	AE 3 veces/semana Intensidad moderada RT 3 veces/semana 9 ejercicios	HbA1c (%) Glucosa en ayunas (mg/dl)	AE RT AE RT	-0.4 -0.34 -15 -12	*** *** *** ***
Mavros Yy-cols <sup>25</sup> , 2013	103 Edad adulta	12 meses	RT	Progresivo: 3 veces/semana 7 ejercicios Mantenido 7 ejercicios igual intensidad y resistencia	HbA1c (%)	RT Progesivo RT Mantenido	-0.08 -0.19	ns ns

**Tabla II (cont.)**  
Artículos incluidos

Autor	Muestra	Duración meses/horas	Tipo de ejercicio		Efectos en el control glucémico			
			Modalidad	Prescripción	Variable	Cambio	P	
Karstoft K y cols <sup>1</sup> , 2013	n=32 Hombres (62%) Mujeres(38%) Edad: 54-63	4 meses	INT	AE: 5 sesiones x semana Andar intensidad moderada INT: 5 sesiones x semana Andar (3'Alta intensidad – 3' baja intensidad)	Concentración media de glucosa (mg/dl)	Control Vs AE e INT	+21.6	**
van Dijk JW y cols <sup>28</sup> , 2012	n=30 Hombres (100%) 60±1 años	48h	AE	AE Alterno: 60 min días alternos intensidad moderada AE Continuo: 30min todos los días intensidad moderada	Concentración glucosa 24h (mg/dl)	Ambos	-14.4	***
Bacchi E y cols <sup>29</sup> , 2012	n=25 Hombres (64%) Mujeres (36%) Edad: 55 - 58	3 meses	AE, RT	AE: 3 veces/semana Moderada intensidad RT: 3 veces/semana 9 ejercicios	Glucosa en siguientes 48h (g/dl)	AE Vs RT	-	ns
van Dijk JW y cols <sup>27</sup> , 2012	n=30 Hombres (100%) Edad: 61± 2	24 horas	AE, RT	AE: Intensidad moderada RT: 4 ejercicios	Concentración glucosa 24h(mg/dl) Prevalencia hiperglucemia (h:min)	RT y AE: RT: AE:	-18 -2:31 -2:07	*** *** ***
van Dijk JW y cols <sup>31</sup> , 2013	n=60 Hombres: 100% Edad: 60 ± 5	24h	AE	AE: Intensidad moderada	Glucosa 24h post ejercicio (mg/dl) Prevalencia hiperglucemia (h:min) Hipoglucemia (h:min)	AE AE AE	-16.2 -2:27 -0:18	*** *** ns
Hordern MD y cols <sup>32</sup> , 2011	n=34 Hombres (53%) Mujeres (47%)	1 mes	Combo (INT y RT)	Combo: 150 min intensidad moderada por semana	Glucosa pre y post entreno (mg/dl)	Descenso progresivo entre semana 1 a 5 del 13,3% al 22,8%		***

p>0.05(NS); p=0.05 (.); p<0.05 (..); p<0.01(\*\*\*)

tanto, recomendable la inclusión de ejercicios de RT, junto a AE en la planificación del entrenamiento en DM2<sup>8</sup>. La bibliografía que compara AE, RT y Combo en las 24-48h post-entrenamiento, es todavía escasa. Se recomienda aumentar la investigación especialmente del RT y Combo en las 24-48h post-entrenamiento, para poder extraer datos más concluyentes sobre qué ejercicio es el más efectivo para controlar la glucemia a corto plazo y poder valorar aspectos tan importantes como la aparición de hipoglucemias según qué práctica deportiva. En cuanto al *entrenamiento interválico*

aunque los estudios son todavía escasos, han obtenido buenos resultados con buenas perspectivas en el control glucémico, por lo que pueden suponer una nueva línea de investigación como alternativa para aquellos pacientes que no puedan cumplir con los objetivos de otras modalidades de ejercicio físico<sup>25</sup>.

Los artículos analizados muestran que existe relación entre la mejoría experimentada en las 24-48h post-entrenamiento y la lograda a través del entrenamiento a largo plazo. La reducción de HbA1c, puede justificarse por el efecto acumulado a largo plazo de sesiones de

entrenamiento acumuladas<sup>22,23</sup>, además de otras adaptaciones fisiológicas<sup>27</sup>. Además, el *entrenamiento a largo plazo* incrementó el control glucémico de una única *sesión*, favoreciendo un progresivo descenso de los niveles de glucosa post-ejercicio en sucesivas sesiones<sup>25</sup>. *Combo* es el ejercicio físico que mejores resultados puede ofrecer a *largo plazo*, pero no podemos comparar estos resultados con los estudios que analizan el control glucémico tras una *sesión de entrenamiento*, ya que estas investigaciones son todavía escasas.

Se encuentran discrepancias de criterios en las recomendaciones de *frecuencia, intensidad y volumen de entrenamiento* en el control glucémico. Por un lado, algunos autores recomiendan 150min de trabajo semanal de intensidad moderada a alta<sup>8</sup>, adoptado por la Asociación Americana de Diabetes. Sin embargo, en otras revisiones<sup>7</sup>, se recomienda 210min por semana de intensidad moderada o 125min de alta intensidad. En base a esto, en esta revisión se ha observado que, en el *entrenamiento a largo plazo*, aunque aumentar la intensidad no es dañino, no se obtienen grandes diferencias entre el entrenamiento de moderada o alta intensidad<sup>15</sup>, no obstante, se debe completar un volumen mínimo de 150min de trabajo a intensidad moderada<sup>12,15,20</sup>. En los ensayos clínicos que analizan el control glucémico tras una sesión de entrenamiento, el *volumen* también es un factor relevante, se recomienda de nuevo un mínimo de 150min semanales. Sino se puede realizar ejercicio diario, es posible aumentar el tiempo de trabajo de otras sesiones de entrenamiento durante la semana hasta completar el volumen mínimo<sup>24</sup>. La frecuencia de entrenamiento, se puede analizar a través de los estudios que utilizaron el CGMS, la monitorización de la glucemia durante 24-48horas post-entrenamiento muestran mejoras significativas en los niveles de glucosa en sangre, por ello, se puede afirmar que una sesión de entrenamiento mejora el control glucémico hasta las 48 horas después del ejercicio. En resumen, tanto el volumen, como frecuencia e intensidad son factores influyentes en el control glucémico. Debemos alcanzar un volumen mínimo a la semana 150 minutos, a una intensidad moderada, con un intervalo no mayor de 48horas entre sesiones, para aprovechar el efecto en el control glucémico de una sesión de entrenamiento.

**Fortalezas de la investigación:** La revisión bibliográfica fue realizada por un enfermero y nutricionista expertos en salud y deporte; el resultado de esta revisión podría aportar nuevas opciones de tratamiento en la consulta del diabético con atención primaria y de especialización. **Las limitaciones** encontradas son: la disparidad en los ensayos clínicos por su metodología y tipos de ejercicios empleados, a pesar de que persiguen objetivos similares.

## Conclusiones

El AE, RT y Combo muestran eficacia en el control glucémico tanto por el entrenamiento a largo plazo

como en las 24-48h post-entrenamiento, el seguimiento de un plan de entrenamiento estructurado es la clave para la mejora. La modalidad que obtiene un mejor control glucémico mediante el entrenamiento a largo plazo es el Combo, en contraste con lo mostrado en otras revisiones, no obstante, son necesarios más ensayos clínicos de RT y Combo para valorar qué modalidad obtiene mejores resultados en las 24-48h post-entrenamiento. Con referencia a la intensidad, frecuencia y volumen de entrenamiento recomendado, se debe alcanzar un volumen de entrenamiento a la semana (150 min), a una intensidad moderada, con un intervalo no mayor a 48h entre sesiones, para lograr un correcto control glucémico. En el ejercicio físico estructurado, no se ha registrado un aumento de las hipoglucemias. Los pacientes que más se benefician del ejercicio físico, son aquellos con peor control glucémico de base. Y el INT, podría ser una opción recomendable, como alternativa a otras modalidades de entrenamiento.

## Referencias

1. Thent ZC, Das S, Henry LJ. Role of Exercise in the Management of Diabetes Mellitus: the Global Scenario. *Plos One* 2013; 8(11): e80436.
2. Oliveira C, Simões M, Carvalho J, Ribeiro J. Combined exercise for people with type 2 diabetes mellitus: a systematic review. *Diabetes Res Clin Pract* 2012;98(2):187-98.
3. Terada T, Friesen A, Chahal BS, Bell GJ, McCargar LJ, Boule NG. Exploring the variability in acute glycemic responses to exercise in type 2 diabetes. *J Diabetes Epub* 2013; (29).
4. Macleod SF, Terada T, Chahal BS, Boulton NG. Exercise lowers postprandial glucose but not fasting glucose in type 2 diabetes: A meta-analysis of studies using continuous glucose monitoring. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews* 2013; 29(8): 593-603.
5. Márquez Arabia JJ, Ramón Suárez G, Márquez Tróchez J. El ejercicio en el tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2. *Revista argentina de endocrinología* 2013 (49): 192-198.
6. Karstoft K, Winding K, Knudsen SH, Nielsen JS, Thomsen C, Pedersen BK, et al. The effects of free-living interval-walking training on glycemic control, body composition, and physical fitness in type 2 diabetic patients: a randomized, controlled trial. *Diabetes Care* 2013; 36(2): 228-36.
7. Hordern MD, Dunstan DW, Prins JB, Baker MK, Singh MAF, Coombes JS. Exercise prescription for patients with type 2 diabetes and pre-diabetes: A position statement from Exercise and Sport Science Australia 7. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2012; 15(1):25-31.
8. O'Hagan C, De Vito G, Boreham CAG. Exercise Prescription in the Treatment of Type 2 Diabetes Mellitus: Current Practices, Existing Guidelines and Future Directions 2. *Sports Medicine* 2013; 43(1):39-49.
9. Oberlin DJ, Mikus CR, Kearney ML, Hinton PS, Manrique C, Leidy HJ, et al. One bout of exercise alters free-living postprandial glycemia in type 2 diabetes. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2014; 46(2):232-8.
10. Boulton NG, Haddad E, Kenny GP, Wells GA, Sigal RJ. Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. *JAMA* 2001;286(10):1218-1227.
11. Snowling NJ, Hopkins WG. Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients: a meta-analysis. *Diabetes Care* 2006; 29(11):2518-2527.

12. Umpierre D, Ribeiro PA, Kramer CK, Leitao CB, Zucatti AT, Azevedo MJ, et al. Physical activity advice only or structured exercise training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2011; 305(17): 1790-9.
13. Yavari A, Najafipour F, Aliasgarzadeh A, Niafar M, Mobasser M. Effect of aerobic exercise, RT or combined training on glycemic control and cardiovascular risk factors in patients with type 2 diabetes. *Biol. Sport* 2012; 29: 135-143.
14. Johannsen NM, Sparks LM, Zhang Z, Earnest CP, Smith SR, Church TS, et al. Determinants of the Changes in Glycemic Control with Exercise Training in Type 2 Diabetes: A Randomized Trial. *PLoS ONE* 2013 Jun; 8(6): e62973.
15. Balducci S, Zanuso S, Cardelli P, Salvi L, Bazuro A, Pugliese L, et al. Effect of High- versus Low-Intensity Supervised Aerobic and Resistance Training on Modifiable Cardiovascular Risk Factors in Type 2 Diabetes; The Italian Diabetes and Exercise Study (IDES). *PLoS ONE* 2012 Nov; 7(11): e49297.
16. Ferrer-García J.C, Sánchez-López P, Pablos-Abella C, Albalat-Galera R, Elvira-Macagno L, Sánchez-Juan C, et al. Beneficios de un programa ambulatorio de ejercicio físico en sujetos mayores con diabetes mellitus tipo 2. *Endocrinol Nutr* 2011; 58(8), 387-94.
17. Boulé NG, Kenny GP, Larose J, Khandwala F, Kuzik N, Sigal RJ. Does metformin modify the effect on glycaemic control of aerobic exercise, resistance exercise or both?. *Diabetologia* 2013; 56(11):2378-82.
18. Jorge ML, de Oliveira VN, Resende NM, Paraiso LF, Calixto A, Diniz AL, et al. The effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic control, inflammatory markers, adipocytokines, and muscle insulin signaling in patients with type 2 diabetes mellitus. *Metabolism* 2011; 60(9):1244-52.
19. Bacchi E, Negri C, Zanolin ME, Milanese C, Faccioli N, Trombetta M, et al. Metabolic effects of aerobic training and resistance training in type 2 diabetic subjects: a randomized controlled trial (the RAED2 study). *Diabetes Care* 2012; 35(4):676-82.
20. Mavros Y, Kay S, Anderberg KA, Baker MK, Wang Y, Zhao R, et al. Changes in insulin resistance and HbA1c are related to exercise-mediated changes in body composition in older adults with type 2 diabetes: interim outcomes from the GREAT2DO trial. *Diabetes Care* 2013; 36(8):2372-9.
21. van Dijk JW, Manders RJ, Tummers K, Bonomi AG, Stehouwer CD, Hartgens F, et al. Both resistance- and endurance-type exercise reduce the prevalence of hyperglycaemia in individuals with impaired glucose tolerance and in insulin-treated and non-insulin-treated type 2 diabetic patients. *Diabetologia* 2012; 55(5):1273-82.
22. van Dijk JW, Tummers K, Stehouwer CD, Hartgens F, van Loon LJ. Exercise therapy in type 2 diabetes: is daily exercise required to optimize glycaemic control? *Diabetes Care* 2012; 35(5): 948-54.
23. Bacchi E, Negri C, Trombetta M, Zanolin ME, Lanza M, Bonora E, et al. Differences in the acute effects of aerobic and resistance exercise in subjects with type 2 diabetes: results from the RAED2 Randomized Trial. *PLoS One* 2012; 7(12):e49937.
24. van Dijk JW, Manders RJ, Canfora EE, Mechelen WV, Hartgens F, Stehouwer CD, et al. Exercise and 24-h glycaemic control: equal effects for all type 2 diabetes patients? *Med Sci Sports Exerc* 2013; 45(4):628-35.
25. Hordern MD, Marwick TH, Wood P, Cooney LM, Prins JB, Coombes JS. Acute response of blood glucose to short-term exercise training in patients with type 2 diabetes. *J Sci Med Sport* 2011;14(3):238-42.
26. Umpierre D, Ribeiro PA, Schaan BD, Ribeiro JP. Volume of supervised exercise training impacts glycaemic control in patients with type 2 diabetes: a systematic review with meta-regression analysis. *Diabetologia* 2013; 56(2):242-51.
27. Duclos M, Virally ML, Dejager S. Exercise in the management of type 2 diabetes mellitus: what are the benefits and how does it work? *Phys Sportsmed* 2011; 39(2):98-106.