MEDwave

Análisis crítico
Medwave 2015 Mar;15(2):e6079 doi: 10.5867/medwave.2015.02.6079

Efectividad del entrenamiento interválico de alta intensidad en la reducción de la hemoglobina glicosilada en pacientes adultos con diabetes mellitus tipo 2

Effect of high-intensity interval training on the reduction of glycosylated hemoglobin in type-2 diabetic adult patients

Autores: Raúl Alberto Aguilera Eguía[1], Javier Antonio Russell Guzmán[1], Marcelo Enrique Soto Muñoz[1], Bastián Eduardo Villegas González[1], Carlos Emilio Poblete Aro[1], Alejandro Ibacache Palma[1]
Filiación:
[1] Departamento Educación Física, Universidad de Santiago de Chile, Santiago, Chile

E-mail: kine.rae@gmail.com

Citación: Aguilera RA, Russell JA, Soto MA, Villegas BE, Poblete CE, Ibacache A. Effect of high-intensity interval training on the reduction of glycosylated hemoglobin in type-2 diabetic adult patients. *Medwave* 2015 Mar;15(2):e6079 doi: 10.5867/medwave.2015.02.6079
Fecha de envío: 4/11/2014
Fecha de aceptación: 20/1/2015
Fecha de publicación: 2/3/2015
Origen: no solicitado
Tipo de revisión: con revisión por dos pares revisores externos, a doble ciego

Resumen

INTRODUCCIÓN
La diabetes mellitus tipo 2 es una de las principales enfermedades crónicas no transmisibles presentes en el mundo. Su prevalencia en Chile es considerable y las complicaciones asociadas a esta patología implican un gran gasto económico, razón por la cual la prevención y el tratamiento de esta afección son fundamentales. El ejercicio físico representa un medio eficaz en la prevención y tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2. El surgimiento de nuevas modalidades de entrenamiento, como el entrenamiento interválico de alta intensidad, presenta nuevas alternativas para pacientes y profesionales de la salud en el tratamiento de esta enfermedad.

OBJETIVO
Comprobar la validez y aplicabilidad de los resultados con respecto a la efectividad del entrenamiento interválico de alta intensidad en la reducción de la hemoglobina glicosilada en pacientes adultos con diabetes mellitus tipo 2 y responder la siguiente interrogante: en sujetos con diabetes tipo 2, ¿puede el método de entrenamiento interválico de alta intensidad, en comparación al ejercicio de moderada intensidad, disminuir la hemoglobina glicosilada?

MÉTODOS
Se analizó críticamente el artículo "Viabilidad y eficacia preliminar de entrenamiento de intervalos de alta intensidad en la diabetes tipo 2"

RESULTADOS
No existen diferencias significativas en la cantidad de hemoglobina glicosilada entre los grupos de entrenamiento interválico de alta intensidad y el ejercicio de moderada intensidad al finalizar el estudio (p>0,05).

CONCLUSIÓN
En pacientes adultos con diabetes mellitus tipo 2, el entrenamiento interválico de alta intensidad no mejora significativamente los niveles de hemoglobina glicosilada. A pesar de esto, el entrenamiento interválico de alta intensidad muestra mejoras significativas en cuanto a la composición corporal y a la condición física, similares al método continuo de moderada intensidad.

Abstract

INTRODUCTION
Type 2 diabetes mellitus is one of the major non-communicable chronic diseases in the world. Its prevalence in Chile is significant, and complications associated with this disease involve great costs, which is why prevention and treatment of this condition are essential. Physical exercise is an effective means for prevention and treatment of type 2 diabetes mellitus. The emergence of new forms of physical training, such as "high intensity interval training", presents novel therapeutic alternatives for patients and health care professionals.

OBJECTIVE
To assess the validity and applicability of the results regarding the effectiveness of high intensity interval training in reducing glycosylated hemoglobin in adult patients with type 2 diabetes mellitus and answer the following question: In subjects with type 2 diabetes, can the method of high intensity interval training compared to moderate intensity exercise decrease glycosylated hemoglobin?

METHODS
We performed a critical analysis of the article "Feasibility and preliminary effectiveness of high intensity interval training in type 2 diabetes".

RESULTS
We found no significant differences in the amount of glycosylated hemoglobin between groups of high intensity interval training and moderate-intensity exercise upon completion of the study ($p>0.05$).

CONCLUSION
In adult patients with type 2 diabetes mellitus, high intensity interval training does not significantly improve glycosylated hemoglobin levels. Despite this, the high intensity interval training method shows as much improvement in body composition and physical condition as the moderate intensity exercise program.

Artículo analizado
Tasuku Terada, Alanna Friesen, Baljot S. Chahal, Gordon J. Bell, Linda J. McCargar, Normand G. Boule. *Feasibility and preliminary efficacy of high intensity interval training in type 2 diabetes. Diabetes Research and Clinical Practice, Volume 99, Issue 3, February 2013, Pages 120–129 DOI: 10.1016/j.diabres.2012.10.019* [1].

Pregunta clínica

En pacientes con diabetes tipo 2, ¿puede el método de entrenamiento interválico de alta intensidad, en comparación al ejercicio de moderada intensidad, disminuir la hemoglobina glicosilada?

Introducción

1. Diabetes mellitus

La diabetes mellitus es una enfermedad crónica que aparece cuando el páncreas no produce insulina suficiente, o cuando el organismo no utiliza eficazmente la insulina que produce. La diabetes mellitus tipo 2, o no insulino dependiente, representa el 90% de los casos mundiales y se debe en gran medida a un peso corporal excesivo y a la inactividad física [2]. Esta enfermedad se caracteriza por presentar altos niveles de glucosa en la sangre, relacionados con una secreción inadecuada de insulina [3],[4],[5]. Esta situación conlleva a un estado de hiperglicemia crónica que se relaciona con una serie de enfermedades vasculares, renales, neuropáticas y retinopatías; junto con presentar estados de acidosis metabólica [6]. Este cuadro clínico también está altamente relacionado con casos de sobrepeso asociados a una alta compartimentalización de tejido graso u obesidad. Esta condición genera un estado pro-inflamatorio crónico que induce la liberación de una serie de citoquinas tales como IL-6 o la TNF-α. La acción de dichos factores disminuye la sensibilidad de los receptores de la insulina, forzando así al páncreas a elevar la tasa de liberación de insulina para lograr mantener la homeostasis glicémica [4],[7]. Esta elevación en los niveles sanguíneos de insulina o

hiperinsulinemia, puede producir daños en el páncreas que van reduciendo progresivamente su capacidad para producir la hormona, llegando incluso generar casos de diabetes tipo 1 donde es necesario recurrir a inyecciones de insulina [4].
El diagnóstico de diabetes tipo 2 se realiza en cualquiera de las siguientes situaciones [6]:

1. Síntomas clásicos de diabetes (polidipsia, poliuria, polifagia y baja de peso) y una glicemia en cualquier momento del día ≥200 mg/dl (≥11,1 mmol/l), sin relación con el tiempo transcurrido desde la última comida.
2. Glicemia en ayunas ≥126 mg/dl. Debe confirmarse con una segunda glicemia ≥126 mg/dL (≥7 mmol/l), en un día diferente. (Ayuno se define como un período sin ingesta calórica de por lo menos ocho horas).
3. Glicemia ≥200 mg/dl (≥11,1 mmol/l), dos horas después de una carga de 75 g de glucosa.

Por otro lado, el porcentaje de hemoglobina glicosilada en sangre es un indicador válido de diagnóstico de la enfermedad en valores ≥6,5% [3]. En la actualidad, la hemoglobina glicosilada representa el método más exacto para medir el control glicémico y refleja el promedio de glicemia durante los últimos dos a tres meses [6].

1.1. Aspectos epidemiológicos

La diabetes mellitus tipo 2 es una afección común y un grave problema de salud a nivel global. De 7200 millones de habitantes en el mundo, 381,8 millones son diabéticos, de los cuales entre 85% y 95% corresponde a diabéticos tipo 2 en los países de altos ingresos; porcentajes que podrían representar niveles mayores en países de ingresos medios y bajos. Se estima además que aproximadamente el 40% de los pacientes con esta enfermedad (cerca de 145 millones, de los cuales 5,8 millones están en América Central y del Sur), desconoce su condición o no ha sido diagnosticado [8]. Casi la mitad de los adultos con diabetes mellitus tipo 2 tienen entre 40 y 59 años de edad. Más del 80% de los 184 millones de personas con diabetes de este grupo de edad vive en países de ingresos medios y bajos. Este grupo de edad seguirá componiendo el mayor número de personas con diabetes en los próximos años [8].

En Chile existen 12 098 930 adultos entre 20 y 70 años (el número de diabéticos aumenta de manera significativa después de los 44 años), de los cuales se estima que al menos 1 253 960 son diabéticos y otros 1 081 780 poseen una tolerancia anormal a la glucosa, con peligro de desarrollar diabetes tipo 2. Cerca del 85% conoce su condición, pero el problema principal radica en que sus niveles de glicemia no están bien controlados [6]. Además, según datos de la Encuesta de Nacional de Salud 2010, 9,4 % de la población nacional presenta diabetes mellitus tipo 2, concentrándose una gran parte de estos casos en personas con menos de 8 años de estudios [6], mientras que datos más actualizados muestran que aquel porcentaje aumentó a 10,36% y que dicha prevalencia es la más alta de la región [8].

La mortalidad a causa de la diabetes mellitus tipo 2 es preocupante y sólo en 2013 causó 5,1 millones de muertes en todo el mundo, lo cual equivale a una muerte cada seis segundos. En Chile, 8463 muertes al año son a causa de esta enfermedad [6],[8]. Según las proyecciones de la Organización Mundial de la Salud, la diabetes mellitus tipo 2 será para el año 2030 la séptima causa de muerte en el mundo [9].

Se calcula que el gasto medio relacionado con la diabetes por persona es de 1124 dólares aproximadamente [8]. En Chile los gastos mensuales relacionados con salud, donde se incluye a la diabetes mellitus tipo 2, varían dependiendo del sistema de salud al que se pertenezca. De este modo, los gastos pueden ir desde unos 15 dólares para beneficiarios del grupo más vulnerable del Fondo Nacional de Salud, mientras que los usuarios del sistema de Instituciones de Salud Previsional privadas presentan un promedio de 138 dólares mensuales. En términos generales, se constata que existe una alta proporción del gasto sanitario aportado por los hogares. Estas cifras resultan mayores en el contexto global, tanto en comparación con los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, como con países de Latinoamérica [10].

2. Entrenamiento interválico de alta intensidad

El entrenamiento interválico de alta intensidad, comúnmente conocido como *high intensity interval training* es un método correspondiente al entrenamiento interválico o fraccionado [11]. Dicho método goza de gran popularidad por estos días [12], atrayendo el interés de profesionales del ejercicio y la salud, debido a que presenta adaptaciones fisiológicas similares a las que genera el método continuo de moderada intensidad, pero con un volumen de entrenamiento mucho menor [13],[14],[15],[16]. El entrenamiento interválico, correspondiente a uno de los posibles medios para desarrollar la resistencia, se clasifica en:

a) Entrenamiento interválico extensivo.
b) Entrenamiento interválico intensivo.

El entrenamiento interválico extensivo se caracteriza con intensidades de carga desde 60 hasta 80%, con una duración media. Por otra parte, el entrenamiento interválico intensivo presenta intensidades del que van desde 80 hasta 90% de la carga, con duraciones breves de 15 a 60 segundos en la mayoría de los casos, aunque estos volúmenes podrían ser inferiores a un minuto [11].

El entrenamiento interválico de alta intensidad se define como un método de entrenamiento con periodos repetidos de trabajo a una alta intensidad, por encima del anaeróbico (umbral láctico) o por sobre el estado máximo estable de lactato (o *maximal lactate steady state*), intercalados por periodos de ejercicio de baja intensidad o descanso absoluto [14]. Según esta definición, lo más probable es que el entrenamiento interválico de alta intensidad corresponda a un entrenamiento interválico intensivo. Este método de entrenamiento está determinado por nueve variables que se conjugan según el objetivo perseguido y determinan la magnitud de la carga [17]:

1. Intensidad del ejercicio.
2. Duración del ejercicio.
3. Intensidad micropausa (período de descanso entre intervalos).
4. Duración de la micropausa.
5. Modalidad de ejercicio.
6. Número de repeticiones por serie.
7. Número de series.
8. Intensidad de la macropausa (período de descanso entre series de trabajo).
9. Duración de la macropausa.

Tal como establece la definición presentada, la intensidad de trabajo adecuada para este tipo de trabajo se relaciona con esfuerzos por sobre el umbral anaeróbico o bien el máximo estado estable de lactato [14]. En deportistas de resistencia, el umbral anaeróbico se puede alcanzar aproximadamente al 80% del consumo máximo de oxígeno [18],[19]. Sin embargo también se puede hallar a intensidades relativamente menores [18], dependiendo del grado de entrenamiento del sujeto. Según la literatura, las intensidades del método de entrenamiento interválico de alta intensidad pueden estar asociadas aproximadamente entre 80 y 95% de la frecuencia cardíaca máxima estimada, a una percepción de esfuerzo de difícil a muy difícil (*rated perceived exertion* 6-20 ≥15; *rated perceived exertion* 1-10 ≥6) [12] y/o a 85 hasta el 90% del consumo máximo de oxígeno [13].

Sin embargo, otros autores sugieren que esta intensidad puede incluso sobrepasar el consumo máximo de oxígeno y apelar a aspectos anaeróbicos como la velocidad aeróbica de reserva (*aerobic speed reserve*), la cual se relaciona con intensidades relativas a la máxima velocidad en *sprint (maximal sprint speed*) y puede alcanzar valores cercanos al 180% de la máxima velocidad del consumo de oxígeno [17]. Respecto a las pausas entre cada esfuerzo, éstas pueden efectuarse a intensidades aproximadas entre 40 y 50% de la frecuencia cardiaca máxima [12]. Por otra parte, la duración o volumen de estos intervalos de trabajo y pausa depende de la clasificación de cada autor, pero puede fluctuar entre <45 segundos hasta 2 a 4 minutos [20].

La modalidad preferente de estos ejercicios probablemente tenga relación con el origen del entrenamiento interválico en atletas como Paavo Nurmi y Emil Zatopek, como también en las primeras investigaciones científicas que emplearon el entrenamiento interválico de alta intensidad con protocolos de cinta rodante o bicicletas ergométricas[14],[16],[17],[21],[22]. Dichos patrones de movimiento, que suponen la utilización igual o mayor a 1/7 y a 1/6 de la masa muscular total, corresponden a ejercicios de resistencia o endurance relacionados al metabolismo aeróbico [11]. Por lo tanto, las modalidades de ejercicio pueden ser el ciclismo, pedestrismo (caminata, trotar, correr), natación, entrenamiento acuático, ejercicios en diversos ergómetros, entre otros [12]. Cabe señalar que también existe un incipiente desarrollo del entrenamiento interválico de alta intensidad en el ámbito del entrenamiento con objetivos ligados al sistema anaeróbico y/o neuromuscular, con modalidades ligadas a la velocidad, la potencia y la fuerza muscular [20]. Sin embargo, para los efectos de este estudio, sólo ahondaremos en las modalidades descritas anteriormente.

2.1. Efectos fisiológicos del entrenamiento interválico de alta intensidad

Debido a que el entrenamiento interválico de alta intensidad permite adaptaciones fisiológicas similares a las que produce el método continuo de moderada intensidad [13],[14],[15],[16], pero con una menor cantidad de tiempo invertido [15], este método ha comenzado a llamar la atención de diversos profesionales de la salud y del ejercicio para su aplicación el tratamiento de ciertas enfermedades [16] y para mejorar el rendimiento [14],[17],[20]. El entrenamiento interválico de alta intensidad ha mostrado interesantes beneficios, desde el punto de vista fisiológico, tanto en deportistas de élite como en personas sedentarias [23]:

- Mejorar la capacidad oxidativa del músculo [24],[25].
- Mejora de la estructura y la función de los vasos sanguíneos [26].
- Mejoras similares en el consumo máximo de oxígeno respecto al método continuo [26],[27].
- Reducción en el uso de glucógeno y producción de lactato [24],[25],[26],[27].
- Aumento de la capacidad del cuerpo, músculos y esqueleto, en la oxidación de grasas e incremento en el número de proteínas de transporte metabólico [24],[25],[26],[27].

2.2. Efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad en el tratamiento de la diabetes tipo 2

La inactividad física constituye uno de los principales factores de riesgo para contraer diabetes mellitus tipo 2 [8]. Existe a su vez una gran evidencia respecto a la efectividad del ejercicio físico regular en relación al control glicémico en sangre, la reducción de tejido adiposo visceral y de la concentración sanguínea de triglicéridos de pacientes con diabetes mellitus tipo 2 [28]. Por otra parte programas de ejercicio físico, tanto de resistencia como de fuerza, disminuyen los niveles de hemoglobina glicosilada [29]. Siguiendo esta línea de investigación, y en consecuencia con los efectos fisiológicos antes mencionados, existen algunos estudios que han indagado acerca de la posible efectividad del entrenamiento interválico de alta intensidad en el tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2 [30].

Debido a un desbalance en la relación adenosina difosfato/adenosina trifosfato, el entrenamiento interválico de alta intensidad favorecería la activación de sensores celulares de energía tales como la AMPK y p38 MAPK, los cuales están envueltos en la fosforilación del factor proliferador de peroxisomas activado por receptores alfa o PGC-1α [31],[32]. Al activarse dicha proteína dentro de la célula muscular, se induce un proceso llamado biogénesis mitocondrial que implica un aumento en la síntesis de nuevas mitocondrias, con lo cual el miocito mejora su capacidad oxidativa [30]. Tal como muestran ciertos estudios, un incremento en la capacidad oxidativa del músculo permitiría reducir los niveles de resistencia a la insulina [32]. Por otro lado, al activarse la PGC-1α, aumentarían los niveles de angiogénesis, lo cual implicaría

un incremento en la capilarización e irrigación de la fibra muscular [30].. Del mismo modo, el entrenamiento interválico de alta intensidad estimularía una mejora en la translocación de canales GLUT-4 a nivel del sarcolema. Ello, en adición con el factor angiogénico mencionado, le permitiría al miocito incrementar su captación de glucosa y, por ende, que exista un mayor control glicémico [32]. En una serie de estudios clínicos no-aleatorizados se muestra que el entrenamiento interválico de alta intensidad contribuye de forma significativa en la reducción de la glucosa en ayunas [32],[33],[34].

La masificación del entrenamiento interválico de alta intensidad como método de entrenamiento con fines sanitarios es un asunto que aún requiere de un mayor sustento en relación a la medicina basada en la evidencia. Por este motivo y considerando la importancia del porcentaje de la hemoglobina glicosilada en la determinación del control glicémico en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 [3],[6] es que se analizarán las variables de resultado secundarias del ensayo clínico aleatorizado "*Feasibility and preliminary effectiveness of interval training high intensity in type 2 diabetes*" [1], las cuales buscaron determinar la efectividad del entrenamiento interválico de alta intensidad versus el método continuo en el control de los niveles de hemoglobina glicosilada en pacientes adultos con diabetes mellitus tipo 2.

Característica del estudio

Ensayo clínico aleatorizado que busca medir el impacto del ejercicio intervalado de alta intensidad versus el ejercicio de moderada intensidad en pacientes con diabetes tipo 2. Se reclutaron 15 sujetos con diabetes tipo 2 y se asignaron aleatoriamente a los grupos ejercicio intervalado de alta intensidad y ejercicio de moderada intensidad. Los ejercicios fueron ejecutados cinco días por semana durante 12 semanas. Se analizaron contratación, retención, adherencia, estados de ánimo y autoeficacia para ver la viabilidad de las intervenciones. Los cambios en la hemoglobina glicosilada y el porcentaje de grasa corporal respecto al valor basal, también fueron objeto de investigación. El ensayo consideró enmascaramiento para los evaluadores de las variables de resultados (equipo de investigación).

Tipo de estudio: ensayo clínico aleatorizado (*ClinicalTrials.gov registration number: NCT01144078*)

Objetivo: Comparar la viabilidad de ejercicio interválico de alta intensidad versus el ejercicio continuo de moderada intensidad en pacientes con diabetes tipo 2, e investigar la eficacia preliminar de ejercicio intervalado de alta intensidad y ejercicio de moderada intensidad para la mejora de la hemoglobina glicosilada y la composición corporal.
Criterios de inclusión: Hombres y mujeres de entre 55 y 75 años de edad, con diagnóstico de diabetes tipo 2, disponibilidad de tiempo cinco días por semana y no fumadores.

Criterios de exclusión: Se excluyeron los individuos con hemoglobina glicosilada >9%; LDL >3,5 mmol/l; relación colesterol total/HDL >5,0.

Intervención y comparación: Se efectuaron 12 semanas de entrenamiento consecutivas, cinco días a la semana de lunes a viernes.

Intervención: el ejercicio interválico de alta intensidad consistió en intervalos de un minuto a 100% del consumo de oxígeno de reserva, seguido por intervalos de recuperación de tres minutos a 20% del consumo de oxígeno de reserva; durante 30 minutos por sesión para las cuatro primeras semanas; 45 minutos por sesión para las semanas cinco a ocho y 60 minutos por sesión durante las semanas nueve a 12. La modalidad de estos ejercicios fue en *treadmill* (puesta a punto) y en bicicleta estacionaria.
Comparación: el ejercicio continuo de intensidad moderada consistió en series continuas al 40% del consumo de oxígeno de reserva durante 30 minutos por sesión para las semanas uno a cuatro; 45 minutos por sesión para las semanas cinco a ocho y 60 minutos por sesión durante las semanas nueve a doce. Los ejercicios se realizaron en *treadmill* y en bicicleta estacionaria.

Variables de resultados

Primaria

Viabilidad de llevar a cabo el estudio previsto en términos de contratación, retención y adherencia. En esta última se consideró: contratación, proporción de posibles participantes y de ser aleatorizados; retención, tasa de deserción después de la aleatorización; adherencia, asistencia a las sesiones de ejercicio y cumplimiento a las intensidades prescritas.

Estados emocionales (emociones percibidas y manifestadas en el proceso de entrenamiento) y autoeficacia (corresponde a las creencias propias de las capacidades sobre aprender o rendir efectivamente en determinada situación, labor o tarea). Formas de evaluación: escala de Likert de siete puntos: permite evaluar estados de sentimientos positivos o negativos, bienestar, trastornos psicológicos y fatiga. Escala de Likert de diez puntos: permite evaluar tres tipos de autoeficacia, tarea-eficacia de los aspectos elementales del comportamiento, eficacia de afrontamiento por ejercer en circunstancias difíciles y programación-eficacia para disponer uno de los compromisos de tiempo para hacer ejercicio regularmente. *The subjective exercise experiences scale* o SEES: permite evaluar las satisfacciones percibidas por los participantes, tras la ejecución del programa de entrenamiento.

Secundaria

La mejora de la hemoglobina glicosilada y la composición corporal: glicemia en ayunas, hemoglobina glicosilada, colesterol, HDL, LDL, la proporción de colesterol/HDL, concentración de triglicéridos.
Datos DXA: porcentaje de grasa del tronco, porcentaje total de grasa corporal, porcentaje de grasa de la pierna, grasa

subcutánea, peso corporal, diámetro sagital, circunferencia de la cintura, el porcentaje de grasa del brazo.

Eficiencia cardiorrespiratoria: consumo máximo de oxígeno, umbral ventilatorio al consumo máximo de oxígeno.

Resultados

De 126 participantes que mostraron interés para participar en el estudio, 15 individuos fueron asignados al azar y completaron el programa. Ningún participante abandonó el estudio una vez comenzado. Las tasas de adherencia fueron altas y no difirieron entre ejercicio intervalado de alta intensidad y ejercicio de moderada intensidad (p>0,05;>97,2% de las sesiones de ejercicio elegibles para ambos grupos). Los estados emocionales y de autoeficacia no difirieron entre los grupos. El porcentaje de grasa del tronco disminuyó tanto en ejercicio intervalado de alta intensidad y ejercicio de moderada intensidad (p=0,007 y 0,085, respectivamente). El porcentaje total de grasa corporal, el porcentaje de grasa de la pierna y la amplitud de la grasa subcutánea se redujeron significativamente en ambos grupos (p<0,05), mientras que la hemoglobina glicosilada no cambió desde el comienzo de la intervención (p>0,05). El grado de mejoría fue similar entre las intervenciones (p>0,05).

Apreciación

Acerca de la validez

Características	SÍ / NO	Comentarios
Aleatorización	SÍ	Estratificación por sexo y fue realizada mediante un *software*.
Ocultamiento de la asignación	Dudoso	No detalla el proceso.
Enmascaramiento	Paciente NO Investigadores SÍ Terapeutas NO	Un único investigador analizó las mediciones metabólicas mediante un *software* sin conocer a los participantes ni el orden en que se realizaron las mediciones.
Adecuado seguimiento	SÍ	Muestra inicial = 15 Muestra final = 15
Co-intervención	SÍ	Los pacientes consumen una serie de fármacos para el control glicémico.
Análisis intención de tratar	NO	Se declara por parte de los autores, sin embargo, se realiza análisis por protocolo en los resultados secundarios de hemoglobina glicosilada y glucosa en ayunas.

Tabla 1. Apreciación acerca de la validez del estudio.

El diseño empleado en esta investigación fue un ensayo clínico aleatorizado, el cual cumple con los objetivos y las preguntas de investigación relacionadas con una intervención terapeútica (ejercicio y/o métodos de entrenamiento), para el tratamiento de una enfermedad como la diabetes mellitus tipo 2 [35],[36]. Además, el ensayo se encuentra registrado [1].El estudio presenta una aleatorización de la muestra realizada mediante un software. Respecto al ocultamiento de la asignación, éste se declara aunque no se otorgan detalles acerca de su procedimiento. Esta última situación podría haber producido un leve sesgo en la selección de la muestra y a su vez, reducir la validez del estudio analizado.
Los autores dan a conocer que existe enmascaramiento por parte de uno de los integrantes de equipo de investigación, el cual estuvo encargado de hacer las mediciones metabólicas mediante un *software*. Por otro lado, no se describe enmascaramiento de pacientes y terapeutas.

La muestra no presentó variaciones después de la aleatorización, sin pérdidas ni problemas de seguimiento. A pesar de la exclusión de un paciente en las mediciones relativas a la glucosa plasmática y la hemoglobina glicosilada, los investigadores declaran que existe intención de tratar. Es necesario también considerar que, por el bajo tamaño muestral obtenido en el ensayo clínico (sólo 15 pacientes), podría existir una falta de potencia para detectar diferencias entre los grupos.

Respecto a la co-intervención, los grupos presentaron heterogeneidad en las intervenciones farmacológicas y de calidad de vida, encontrándose diversas combinaciones en los fármacos administrados dentro y entre grupos.

En relación al análisis por intención de tratar, este se declara por parte de los autores, sin embargo, respecto a algunos resultados secundarios como la hemoglobina glicosilada o la glucosa en ayunas, se efectúa un análisis por protocolo.

Acerca de los resultados

Variable de resultados primarios

	Duración del ejercicio (Min)	HI-IE Promedio (SD)	MI-CE Promedio (SD)
Bienestar psicológico	30	5,5 (1,0)	5,4 (1,2)
	45	5,6 (1,0)	6,2 (0,6)
	60	5,6 (1,0)	6,5 (0,5)
Agotamiento psicológico	30	1,9 (0,9)	2,1 (1,3)
	45	1,9 (1,2)	1,3 (0,7)
	60	1,2 (0,2)	1,1 (0,2)
Fatiga	30	2,5 (0,9)	3,2 (1,7)
	45	2,5 (0,9)	2,3 (1,1)
	60	2,6 (1,6)	1,9 (1,0)
Autoeficacia en la tarea	30	8,4 (1,3)	8,8 (0,6)
	45	8,6 (0,7)	9,2 (0,8)
	60	9,2 (0,8)	9,6 (0,8)
Autoeficacia en el programa	30	7,5 (1,5)	8,0 (0,6)
	45	7,8 (0,9)	8,7 (1,4)
	60	8,3 (1,2)	9,0 (1,2)
Autoeficacia para afrontar	30	8,0 (0,7)	8,7 (1,0)
	45	8,3 (0,9)	9,0 (0,8)
	60	8,1 (0,8)	9,1 (1,0)
Satisfacción (fin del estudio)		6,8 (0,5)	6,8 (0,4)
No hay diferencia significativa en la magnitud de los cambios de todos los parámetros incluidos entre HI-IE y MI-CE (p > 0.5)			

HI-IE: ejercicio interválico de alta intensidad

MI-CE: ejercicio continuo de intensidad moderada

Tabla 2. Promedio y desviación estándar de la salud psicológica, fatiga y eficacia en respuesta al ejercicio

Las tasas de adherencia eran altas y no difirieron entre ejercicio intervalado de alta intensidad y ejercicio de moderada intensidad (p>0,05; >97,2% de las sesiones de ejercicio elegibles para ambos grupos). Estados emocionales y la autoeficacia no difirieron entre ambos grupos.

Variables de resultados secundarios

Variable	Intervención	Línea de base	12 semanas	Cambios desde la línea de base[a]	Valor de P
n (H/M)	HI-IE	4 / 4	4 / 4		
	MI-CE	4 / 3	4 / 3		
Edad (años)	HI-IE	62 (3)			
	MI-CE	63 (5)			
DT2 (años)	HI-IE	6 (4)			
	MI-CE	8 (4)			
Peso corporal (kg)	HI-IE	80,5 (9,9)	79,7 (10,2)	-0,8 (2,4)	NS
	MI-CE	93,9 (18,3)	92,6 (18,8)	-1,3 (0,9)	NS
IMC (kg/m2)	HI-IE	28,4 (4,1)	28,1 (4,0)	- 0,3 (0,9)	NS
	MI-CE	33,1 (4,5)	32,6 (4,3)	-0,5 (0,9)	NS
Grasa total del cuerpo (%)	HI-IE	36,1 (10,9)	34,2 (10,4)	-1,9 (1,4)	0,009
	MI-CE	41,6 (8,9)	40,1 (5,6)	-1,5 (1,5)	0,028
Grasa tronco (%)	HI-IE	41,7 (8,9)	39,2 (8,8)	-2,5 (1,6)	0,007
	MI-CE	46,1 (6,3)	44,3 (5,5)	-1,8 (2,4)	0,075
Grasa brazos (%)	HI-IE	33,3 (15,8)	33,2 (15,5)	-0,1 (1,3)	NS
	MI-CE	40,0 (8,1)	39,6 (7,1)	-0,4 (2,1)	NS
Grasa piernas (%)	HI-IE	30,0 (13,8)	28,4 (12,9)	-1,6 (1,6)	0,032
	MI-CE	36,7 (7,5)	35,4 (7,1)	-1,3 (1,5)	0,049
Diámetro sagital (cm)	HI-IE	24,2 (1,8)*	24,3 (2,1)	0,2 (0,9)	NS
	MI-CE	27,7 (3,7)	28,2 (3,3)	0,5 (1,3)	NS
Circunferencia de la cintura (cm)	HI-IE	102,6 (7,2)*	102,2 (6,9)	-0,5 (2,6)	NS
	MI-CE	116,3 (11,0)	115,1 (11,5)	-1,2 (3,5)	NS
Ancho de la grasa subcutánea	HI-IE	4,4 (1,6)	4,1 (1,6)	-0,3 (0,2)	0,029
	MI-CE	5,8 (1,9)	5,3 (1,9)	-0,5 (0,6)	0,042

Glucosa en ayunas	HI-IE	6,8 (0,8)	6,7 (0,8)	-0,1 (0,8)	NS
	MI-CE	7,3 (1,7)	7,6 (3,0)	0,3 (2,9)	NS
	MI-CE [b]	7,3 (1,8)	6,7 (1,3)	-0,6 (0,9)	NS
HbA1c (%)	HI-IE	6,6 (0,6)	6,5 (0,5)	-0,1 (0,3)	NS
	MI-CE	6,7 (0,9)	7,0 (1,1)	0,3 (0,5)	NS
	MI-CE [b]	6,6 (0,9)	6,7 (0,8)	0,1 (0,3)	NS
HDL (mmol/l)	HI-IE	1,2 (0,2)	1,2 (0,2)	0,0 (0,1)	NS
	MI-CE	1,3 (0,4)	1,3 (0,4)	0,0 (0,1)	NS
LDL (mmol/l)	HI-IE	2,0 (0,2)	2,2 (0,6)	0,2 (0,6)	NS
	MI-CE	1,8 (0,7)	1,8 (0,7)	0,0 (0,4)	NS
Colesterol (mmol/l)	HI-IE	3,9 (0,4)	4,0 (1,0)	0,2 (0,9)	NS
	MI-CE	3,9 (0,5)	3,8 (0,8)	-0,1 (0,3)	NS
Índice Colesterol/HDL	HI-IE	3,2 (0,3)	3,5 (0,7)	0,2 (0,7)	NS
	MI-CE	3,3 (1,1)	3,2 (1,3)	-0,1 (0,4)	NS
Triglicéridos (mmol/l)	HI-IE	1,5 (0,4)	1,6 (0,9)	0,1 (0,7)	NS
	MI-CE	2,1 (0,8)	1,6 (0,9)	-0,5 (1,2)	NS
VO2peak (ml/kg/min)	HI-IE	22,8 (5,4)	24,3 (7,4)	1,5 (3,2)	NS
	MI-CE	18,1 (2,7)	18,9 (4,1)	0,8 (2,5)	NS
VO2 en VT (ml/kg/min)	HI-IE	10,5 (4,8)	12,2 (5,9)	1,7 (1,5)	0,025
	MI-CE	10,5 (1,3)	12,2 (1,5)	1,7 (1,7)	0,025
Potencia máxima (W)	HI-IE	145 (46)	162 (57)	17 (16)	0,029
	MI-CE	118 (34)	128 (35)	11 (18)	NS

HI-IE, ejercicio interválico de alta intensidad; MI-CE, ejercicio continuo de moderada intensidad; DT2, diabetes mellitus tipo 2; HbA1c, hemoglobina glicosilada; VO2 peak, máximo consumo de oxigeno; VT, umbral ventilatorio; NS, no es significativo. Los valores son presentados como promedio (SD).

a) Los cambios desde la línea de base fueron determinados por pareación simple con el t-test.

b) n = 7, por análisis de protocolo (un participante fue excluido por descontinuar la medicación oral de antihiperglicemicos).

*Significativamente menor que MI-CE ($p<0.05$). Sobre los cambios desde la línea de base, ANCOVA no muestra diferencias entre HI-IE y MI-CE en todos los parámetros considerados ($p>0.05$).

Tabla 3. Perfiles basales de sangre, mediciones antropométricas, grasa corporal, y cambios en el rendimiento durante el ejercicio durante las 12 semanas de entrenamiento.

Respecto a los resultados secundarios del estudio, el porcentaje de grasa del tronco disminuyó tanto en ejercicio intervalado de alta intensidad como en el ejercicio de moderada intensidad (p=0,007 y 0,085 respectivamente). Asimismo, el porcentaje total de grasa corporal, el porcentaje de grasa de la pierna, y la amplitud de la grasa subcutánea se redujeron significativamente en ambos grupos (p<0,05). Si bien hubo una disminución significativa del porcentaje de grasa corporal, no se observó una reducción similar en cuanto al peso de los sujetos. Esto se podría deber a una disminución del tejido graso corporal en paralelo a un aumento del tejido muscular a causa del régimen de entrenamiento. En dicha situación se produce un cambio en la composición corporal, pero sin una reducción significativa del peso total [37].

Por otra parte, es interesante constatar que estos resultados sólo se condicen parcialmente con los encontrados en la literatura, en los cuales existe similitud respecto a la reducción del tejido adiposo y a la concentración plasmática de colesterol, mientras que hay una marcada discordancia en cuanto a los niveles plasmáticos de HDL y LDL [28]. Esta disparidad en los resultados se podría explicar por la variedad de métodos de entrenamiento hallados en la literatura (moderado continuo estable, interválicos de moderada intensidad, fuerza, entre otros), las modalidades de ejercicio incluidos, los tiempos de intervención, la imposibilidad de los investigadores de controlar con mayor exactitud la ingesta calórica de los sujetos y sobre todo, por el bajo valor muestral obtenido

en el ensayo clínico aleatorizado analizado y la gran desviación estándar presente posterior a la asignación de grupos.

Entre ambos grupos, el porcentaje de hemoglobina glicosilada no presentó diferencias estadísticamente significativas (p>0,05), desde el comienzo hasta el final de la intervención. Es preciso consignar que, debido al proceso de aleatorización del estudio y los criterios de inclusión y exclusión del mismo, la muestra se vio reducida a 15 participantes. Además, la distribución de sujetos en los grupos de entrenamiento interválico de alta intensidad y de moderada intensidad, presentó diferencias no estadísticamente significativas, pero sí notorias respecto al índice de masa corporal y al peso corporal (el índice de masa corporal promedio en el entrenamiento interválico de alta intensidad es igual a 28 o sobrepeso; el índice de masa corporal promedio en los pacientes con el método continuo es igual a 33 u obesidad grado 1). Algunos estudios sugieren que altos niveles del índice de masa corporal, asociados a obesidad, pueden influir en el gasto energético [38] y en la captación de glucosa [39]. Esto podría explicar en parte que los resultados entre ambos protocolos no hayan presentado una disminución significativa en los niveles de la hemoglobina glicosilada ni en la glucosa en ayunas, aún en presencia de co-intervención farmacológica.

El consumo de oxígeno correspondiente al umbral ventilatorio mejoró en ambos grupos (p<0,05). También mejoró la potencia *peak* de trabajo (*peak power output*; p=0,029) en el entrenamiento interválico de alta intensidad, mientras que en el método continuo no se registraron mejoras significativas (p>0,05). Finalmente, el grado de mejoría fue similar entre ambas intervenciones (p>0,05). Es necesario consignar la necesidad de reproducir estudios con este tipo de diseño que comparen la eficacia del entrenamiento interválico de alta intensidad y del método continuo, pero con una muestra mayor.

Acerca de la aplicabilidad

Actualmente el sistema de salud en Chile cuenta con programas de ejercicios terapéuticos para el tratamiento de enfermedades metabólicas como la diabetes mellitus tipo 2. Sin embargo, los modelos de entrenamiento empleados para la prevención y el tratamiento de este tipo de patologías corresponden sólo al método continuo estable, descartando ejercicios de mayor intensidad. Las características propias de este método de entrenamiento (ejercicios cíclicos de media a larga duración), podrían incrementar la percepción de esfuerzo en los pacientes, cuestión que podría atentar contra la adherencia de este tipo de programas. Por otro lado, el tratamiento de las enfermedades metabólicas sigue siendo mayoritariamente a través de la prescripción de fármacos, a pesar que la evidencia muestra que la actividad física es uno de los principales medios de prevención y tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2 [28], incluso mostrando mejores resultados en comparación al tratamiento farmacológico [40]. Existen asimismo una serie de otros factores que podrían limitar la aplicabilidad de los programas de entrenamiento con fines terapéuticos, especialmente para pacientes con diabetes mellitus tipo 2 que puedan encontrarse dentro de niveles socioeconómicos bajos. Tales problemáticas podrían ser la escasez de infraestructura e implementos pertinentes para estas actividades, la falta de planes o programas de contratación y adherencia (evaluar la correcta derivación por parte de los médicos tratantes), la conformación de equipos multidisciplinarios y el alto costo económico que implica para los pacientes la atención sanitaria y un eventual plan de ejercicio físico.

El entrenamiento interválico de alta intensidad, tal como otras actividades y/o métodos de entrenamiento que han ido surgiendo en los últimos años, se concentran en centros de carácter privado, por lo que potenciales pacientes con diabetes mellitus tipo 2 tendrían que pagar considerables cantidades de dinero para acceder a dichos programas. A pesar de las limitaciones contextuales, los centros de salud familiar y centros de salud se apuntan como los lugares de carácter comunitario en donde se podrían desarrollar programas de entrenamiento interválico de alta intensidad para pacientes con diabetes mellitus tipo 2. No obstante, debido a que dichos servicios de salud son financiados principalmente por las municipalidades, la aplicación de programas basados en el entrenamiento interválico de alta intensidad dependerá del grado de adaptación de los profesionales a cargo y de las condiciones socioeconómicas de cada centro.

En el estudio analizado se utilizó el cicloergómetro como modalidad de ejecución. Considerando la alta correlación existente entre la diabetes mellitus tipo 2, el sobrepeso [41], y las posibles complicaciones micro y macrovasculares asociadas a la patología [8], la modalidad ideal para este tipo de pacientes debería contemplar una reducción del impacto articular para evitar lesiones musculoesqueléticas y/o heridas por roce en las extremidades inferiores. Para tales efectos, el uso de ergómetros parece ser lo más adecuado. Sin embargo de no contar con los recursos necesarios, siempre y cuando las características del paciente lo permitan, no se deben descartar otras modalidades de ejercicio aeróbico como el pedestrismo y esquemas coreográficos controlados (*steps, aerobox* u otros).

Es fundamental evaluar la capacidad funcional de los pacientes para estratificar su nivel de riesgo y poder prescribir así un plan de ejercicios que logre los objetivos sanitarios perseguidos. A pesar de que el método empleado para valorar la capacidad funcional de los participantes del estudio fue una medición directa del consumo máximo de oxígeno, en términos prácticos, se puede estimar el consumo máximo de oxígeno de forma indirecta mediante una serie de pruebas, las cuales van a depender del modelo empleado.

El control de la hemoglobina glicosilada, la determinación del porcentaje de grasa corporal mediante densitometría ósea (DEXA) y otras evaluaciones presentes en el estudio clínico analizado son pruebas de alto costo para los pacientes y generalmente se llevan a cabo en laboratorios de carácter privado. En el caso de los centros de salud

familiar o centros de salud, dichas evaluaciones podrían ser reemplazadas por otras pruebas de menor costo (glucosa plasmática en ayunas, pliegues cutáneos, índice HOMA-IR, y otros) y que pueden contribuir de igual forma a realizar un correcto seguimiento de los pacientes con diabetes mellitus tipo 2.

El control de las intensidades del entrenamiento interválico de alta intensidad podría ser mediante métodos más sencillos como escala de percepción del esfuerzo de Borg (6-20), frecuencia cardiaca (en el caso de que usuarios no utilicen fármacos que alteren la frecuencia cardiaca como betabloqueadores) o frecuencia respiratoria. El proceso de aprendizaje para la utilización de éstos métodos, tanto para usuarios como para profesionales, no es mayor a cuatro meses y no implicaría mayores dificultades.

En el estudio analizado se muestra que la viabilidad y la adherencia a este tipo de programas son relativamente altas. Además, no se reportaron efectos adversos [1]. Por estas razones, la aplicabilidad del método entrenamiento interválico de alta intensidad va a estar limitada en primer término por el posible costo económico que implicaría este tipo de programa para los pacientes con diabetes mellitus tipo 2. En tanto, respecto a su inclusión en el sector público, dependerá principalmente de la capacidad de adaptación de los profesionales a cargo de la intervención y del compromiso de las autoridades sanitarias para contar con los medios necesarios.

Conclusión

La aplicación del método interválico de alta intensidad podría contribuir de manera similar al método continuo estable, a mejorar la condición física y a disminuir el porcentaje de grasa corporal en pacientes adultos con diabetes tipo 2. Sin embargo, respecto a la reducción del porcentaje sanguíneo de hemoglobina glicosilada no se mostraron mejoras. El ensayo clínico analizado presenta un riesgo moderado de sesgo. Se requiere de una mayor cantidad de estudios clínicos aleatorizados y revisiones sistemáticas que confirmen estos hallazgos.

Notas

Conflictos de intereses

Los autores han completado el formulario de declaración de conflictos de intereses del ICMJE traducido al castellano por *Medwave*, y declaran no haber recibido financiamiento para la realización del CAT y no tener conflictos de intereses asociados a la materia de este estudio. Los formularios pueden ser solicitados al autor responsable o a la dirección editorial de la *Revista*.

Referencias

1. Terada T, Friesen A, Chahal BS, Bell GJ, McCargar LJ, Boulé NG. Feasibility and preliminary efficacy of high intensity interval training in type 2 diabetes. Diabetes Res Clin Pract. 2013 Feb;99(2):120-9. | CrossRef | PubMed |
2. Organización Mundial de la Salud. Diabetes. Nota descriptiva N ° 312. World Health Organization; Noviembre 2014. who.int [on line] | Link |
3. American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. Diabetes Care. 2010 Jan;33(Suppl 1):S62–9. | CrossRef | PubMed |
4. Kahn SE, Hull RL, Utzschneider KM. Mechanisms linking obesity to insulin resistance and type 2 diabetes. Nature [Internet]. 2006 Dec;444(7121):840–6. | CrossRef | PubMed |
5. Defronzo RA. Banting Lecture. From the triumvirate to the ominous octet: a new paradigm for the treatment of type 2 diabetes mellitus. Diabetes. 2009 Apr;58(4):773-95. | CrossRef | PubMed |
6. Gobierno de Chile, Ministerio de Salud. Guía Clínica Diabetes Mellitus Tipo 2. Santiago, Chile:MINSAL, 2010. | Link |
7. Yang J, Kang J, Guan Y. The mechanisms linking adiposopathy to type 2 diabetes. Front Med. 2013 Dec;7(4):433–44. | CrossRef | PubMed |
8. Atlas de la Diabetes. Sexta edición. International Diabetes Federation 2013. idf.org [on line]. | Link |
9. World Health Organization. Global status report on noncommunicable diseases. Geneva; 2011. | Link |
10. Castillo-Laborde C, Villalobos Dintrans P. Describing out-of-pocket health payments in Chile: a look at two health care systems. Rev Med Chil. 2013 Nov;141(11):1456–63. | Link |
11. Weineck J. Entrenamiento Total. Editorial Paidotribo, Buenos Aires; 2005.
12. Kravitz L. High-intensity interval training. American College of Sports Medicine (ACSM); 2014. | Link |
13. Gomes Ciolac E. High-intensity interval training and hypertension: maximizing the benefits of exercise? Am J Cardiovasc Dis. 2012; 2(2): 102–110. | Link |
14. Laursen PB, Jenkins DG. The scientific basis for high-intensity interval training: optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. Sports Med. 2002;32(1):53-73. | PubMed |
15. Gibala MJ. High-intensity interval training: a time-efficient strategy for health promotion? Curr Sports Med Rep. 2007 Jul;6(4):211–3. | PubMed |
16. Gibala MJ, Little JP, Macdonald MJ, Hawley J a. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. J Physiol. 2012 Mar;590(Pt 5):1077–84. | Link |
17. Buchheit M, Laursen PB. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. Sports Med. 2013 May;43(5):313–38. | CrossRef | PubMed |
18. Coyle EF, Coggan AR, Hopper MK, Walters TJ. Determinants of endurance in well-trained cyclists. J Appl Physiol. 1988 Jun;64(6):2622–30. | Link |
19. Mickelson TC, Hagerman FC. Anaerobic threshold measurements of elite oarsmen. Med Sci Sports Exerc. 1982 Jan;14(6):440–4. | Link |
20. Buchheit M, Laursen PB. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. Part II: anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications. Sports Med. 2013 Oct;43(10):927–54. | CrossRef | PubMed |

21. Casas A. Physiology and methodology of intermittent resistance training for acyclic sports. J Hum Sport Exerc. 2008;III(1):23–52. | Link |
22. Billat LV. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. Part II: anaerobic interval training. Sports Med. 2001 Feb;31(2):75-90. | PubMed |
23. Gibala MJ, Jones AM. Physiological and performance adaptations to high-intensity interval training. Nestle Nutr Inst Workshop Ser. 2013 Jan;76:51–60. Nestle Nutr Inst Workshop Ser. 2013;76:51-60. | CrossRef | PubMed |
24. Gibala MJ, Little JP, van Essen M, Wilkin GP, Burgomaster K a, Safdar A, et al. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. J Physiol. 2006 Sep 15;575(Pt 3):901–11. | Link |
25. Burgomaster K a, Hughes SC, Heigenhauser GJF, Bradwell SN, Gibala MJ. Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. J Appl Physiol. 2005 Jun;98(6):1985–90. | CrossRef | PubMed |
26. Rakobowchuk M, Tanguay S, Burgomaster K a, Howarth KR, Gibala MJ, MacDonald MJ. Sprint interval and traditional endurance training induce similar improvements in peripheral arterial stiffness and flow-mediated dilation in healthy humans. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. 2008 Jul;295(1):R236–42. | Link |
27. Burgomaster K a, Howarth KR, Phillips SM, Rakobowchuk M, Macdonald MJ, McGee SL, et al. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. J Physiol. 2008 Jan;586(1):151–60. | Link |
28. Thomas DE, Elliott EJ, Naughton GA. Exercise for type 2 diabetes mellitus. Cochrane Database Syst Rev. 2006 Jul 19;(3):CD002968. | PubMed |
29. Umpierre D, Ribeiro P, Kramer C, Leitao C, Zucatti A, Azevedo M, 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. J Am Med Assoc. 2011;305(17). | Link |
30. Bird SR, Hawley J a. Exercise and type 2 diabetes: new prescription for an old problem. Maturitas. 2012 Aug;72(4):311-6. | CrossRef | PubMed |
31. Little JP, Safdar A, Bishop D, Tarnopolsky M, Gibala MJ. An acute bout of high-intensity interval training increases the nuclear abundance of PGC-1α and activates mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. 2011 Jun;300(6):R1303-10. | CrossRef | PubMed |
32. Little JP, Gillen JB, Percival ME, Safdar A, Tarnopolsky M, Punthakee Z, et al. Low-volume high-intensity interval training reduces hyperglycemia and increases muscle mitochondrial capacity in patients with type 2 diabetes. J Appl Physiol (1985). 2011 Dec;111(6):1554-60. | CrossRef | PubMed |
33. Mancilla R, Torres P, Schifferli I, Sapunar J. Ejercicio físico interválico de alta intensidad mejora el control glicémico y la capacidad aeróbica en pacientes con intolerancia a la glucosa. Rev Med Chil. 2014;142:34–9.
34. Gillen JB, Little JP, Punthakee Z, Tarnopolsky MA, Riddell MC, Gibala MJ. Acute high-intensity interval exercise reduces the postprandial glucose response and prevalence of hyperglycaemia in patients with type 2 diabetes. Diabetes Obes Metab. 2012 Jun;14(6):575-7. | CrossRef | PubMed |
35. Gómez-Restrepo C, Reveiz Narváez Y. El registro de los ensayos clínicos aleatorizados. Rev Colomb Psiquiatr. 2008;37:452–6. | Link |
36. Cobos-Carbó A. Ensayos clínicos aleatorizados (CONSORT). Med Clin (Barc). 2005 Dec 1;125 Suppl 1:21-7. | PubMed |
37. Wong-On M, Murillo-Cuzza G. Fundamentos fisiopatológicos de la obesidad y su relación con el ejercicio. Acta Med Costarric. 2004;46:15–24. | Link |
38. Prentice AM, Black AE, Coward WA, Cole TJ. Energy expenditure in overweight and obese adults in affluent societies: an analysis of 319 doubly-labelled water measurements. Eur J Clin Nutr. 1996 Feb;50(2):93-7. | PubMed |
39. Stolic M, Russell A, Hutley L, Fielding G, Hay J, MacDonald G, et al. Glucose uptake and insulin action in human adipose tissue--influence of BMI, anatomical depot and body fat distribution. Int J Obes Relat Metab Disord. 2002 Jan;26(1):17-23. | PubMed |
40. Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE, Hamman RF, Lachin JM, Walker EA, et al. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. N Engl J Med. 2002 Feb 7;346(6):393–403. | Link |
41. Chan JM, Rimm EB, Colditz GA, Stampfer MJ, Willett WC. Obesity, fat distribution, and weight gain as risk factors for clinical diabetes in men. Diabetes Care. 1994 Sep;17(9):961-9. | PubMed |

Correspondencia a:
Avenida Libertador Bernardo O'Higgins nº 3363,
Estación Central,
Santiago,
Chile.

Esta obra de Medwave está bajo una licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 3.0 Unported. Esta licencia permite el uso, distribución y reproducción del artículo en cualquier medio, siempre y cuando se otorgue el crédito correspondiente al autor del artículo y al medio en que se publica, en este caso, Medwave.