



**Universitat de les
Illes Balears**

Facultat de nom

Memòria del Treball de Fi de Grau

¿Cuál es la variación de hemoglobina glucosilada entre ejercicio aeróbico y anaeróbico en pacientes con *diabetes mellitus* tipo 2?

Bernardo Oliver Jaume

Grau d'Infermeria

Any acadèmic 2015-16

DNI de l'alumne: 43172897B

Treball tutelat per Jordi Pericàs Beltran
Departament d'infermeria

S'autoritza la Universitat a incloure aquest treball en el Repositori Institucional per a la seva consulta en accés obert i difusió en línia, amb finalitats exclusivament acadèmiques i d'investigació	Autor		Tutor	
	Sí	No	Sí	No
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Paraules clau del treball:

Diabetes mellitus type 2, "Resistance exercise", Aerobic exercise, Hemoglobin A glycosylated

Indice

Resumen.....	3
Palabras clave.....	5
Introducción.....	5
Objetivos.....	8
Estrategia de la búsqueda bibliográfica.....	8
Resultados.....	11
Discusión.....	26
Conclusión.....	30
Bibliografía.....	31

Resumen

Introducción

En el mundo, actualmente hay 347000 millones de personas padecen diabetes, de los cuales el 90% son *diabetes mellitus* tipo 2 y más concretamente en España el 14% de la población es diabética, de la cual, el 95% son personas que padecen *diabetes mellitus* tipo 2. Tres son los pilares básicos del tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2, sin embargo, el entrenamiento y más concretamente el entrenamiento anaeróbico no ha sido totalmente explotado para la prevención y tratamiento de dicha enfermedad.

Objetivo

Comparar el efecto del ejercicio anaeróbico frente al ejercicio aeróbico o combinado sobre los niveles de HbA1c.

Métodos

La búsqueda bibliográfica se realizó en 4 bases de datos bibliográficas (Pubmed, Crochrane, BVS y Cinahl) incluyendo publicaciones en los últimos 10 años que realizara ejercicio anaeróbico y midieran la glucemia a través de HbA1c.

Resultados

Del total de los 57 artículos encontrados, 14 cumplieron los criterios de inclusión, a éstos se les añadieron 4 artículos de su bibliografía, los cuales se consideraron relevantes para el estudio. Por una parte estos artículos fueron clasificados según el tipo de ejercicio y por otra parte fueron clasificados según la frecuencia, tiempo y series de ejercicio anaeróbico.

Los resultados medios obtenidos fueron -0,99% HbA1c con ejercicio combinado, -0,69% con ejercicio aeróbico y -0,54% con ejercicio anaeróbico.

Conclusiones

El ejercicio anaeróbico, aeróbico y combinado han mostrado ser eficaces en la reducción de la HbA1c en pacientes que padecen diabetes mellitus tipo 2, siendo mejor el ejercicio combinado.

El ejercicio anaeróbico parece ser una alternativa útil para reducir la HbA1c en pacientes que no pueden realizar ejercicio aeróbico.

Abstract

Introduction

Now a day, there is 347000 million people suffering from diabetes in the world and 90% of them are *diabetes mellitus* type 2. If we focus on Spain, we will see that 14% of its population has diabetes, and 95% of those have *diabetes mellitus* type 2. There are three basic pillars on the treatment of this kind of diabetes, nevertheless, there have been no focusing on treating them with exercise, more concretely, anaerobic exercise.

Objective

To compare the effect of anaerobic exercise against aerobic exercise or mixed over HbA1c levels.

Methodology

The bibliographic research was done in four different data bases (Pubmed, crochrane, BVS and cinahl), including publications in the last ten years about anaerobic exercise and the measurement of glycaemic control through HbA1c.

Results

From the 57 found articles, 14 passed the criteria to be included. To them, there were added 4 articles were considered relevant to do the study from your bibliography. On the one hand those articles were sorted by type of exercise and on the other hand, they were sorted by frequency, time and repetitions of the anaerobic exercise.

The obtained results were -0.99% HbA1c with mixed exercise, -0.69% HbA1c with aerobic exercise and -0.54% HbA1c with anaerobic exercise.

Conclusions

Anaerobic, aerobic and mixed exercise had been proved to be efficient on the reduction of the HbA1c on diabetic patients suffering of *diabetes mellitus* type 2, with mixed exercise being better.

Anaerobic exercise appears to be a useful alternative to reduce HbA1c on those who are not able to do aerobic exercise.

Palabras clave

Diabetes mellitus type 2, “resistance exercise”, aerobic exercise, Hemoglobin A glycosylated

Introducción

La *diabetes mellitus* tipo 2 se ha convertido en uno de los problemas sanitarios más graves de nuestro tiempo. Las estimaciones indican que para el año 2030 su prevalencia alcanzará proporciones epidémicas y afectará a 366 millones de personas¹.

En el mundo, actualmente hay 347000 millones de personas que padecen diabetes, de los cuales el 90% son *diabetes mellitus* tipo 2 y más concretamente en España el 14% de la población es diabética, de la cual, el 95% son personas que padecen *diabetes mellitus* tipo 2². Esta enfermedad aparece por lo general en la vida adulta, aunque en los últimos años también ha aparecido en niños y su aparición está relacionada con la obesidad, inactividad física y una mala nutrición³.

Un pobre control glucémico con concentraciones elevadas de glucemia en sangre acompañadas en ocasiones de obesidad, sedentarismo, consumo de alcohol y tabaco y una pobre nutrición conducen a consecuencias como triplicar el riesgo a sufrir un accidente cardiovascular, retinopatías, neuropatías e insuficiencia renal ⁴. En los pacientes que padecen la enfermedad en relación a las personas que no la padecen se duplica el riesgo de muerte⁵.

Tres son los pilares básicos de la prevención y tratamiento de la enfermedad, ejercicio, dieta y medicación, sin embargo, los beneficios del ejercicio físico y su prescripción parecen infravalorados².

Durante muchos siglos, el ejercicio ha estado proscrito por la sociedad en general y por la medicina en particular: el ejercicio como maldición divina. Quien tenía salud era quien vivía bien sin esforzarse mucho, al resguardo siempre de las inclemencias del tiempo. Hoy las cosas han dado un vuelco en los países desarrollados y se considera todo lo contrario. El ser humano habitante de países desarrollados es el único mamífero que es capaz de ingerir grandes cantidades de alimentos muy calóricos sin realizar el más pequeño esfuerzo muscular para lograrlos⁶.

El ejercicio físico ejerce sus efectos saludables al actuar sobre diferentes niveles. Sobre el sistema musculo esquelético mejorando la flexibilidad, la velocidad y la fuerza de contracción muscular y favoreciendo a los depósitos de calcio en los huesos, lo que constituye una de las armas más eficaces para prevenir la osteoporosis. Sobre el sistema cardiorrespiratorio mejora la funcionalidad y su anatomía⁶.

El ejercicio físico requiere un gasto energético. Uno de sus efectos beneficiosos se ejerce sobre el metabolismo de las grasas y de la glucosa, produce una disminución del colesterol LDL, aumenta el colesterol HDL, disminuye los triglicéridos y disminuye la hiperglucemia, ya que, favorece el consumo de glucosa por el músculo y reduce la resistencia del músculo a la acción de la insulina. Ambas acciones son muy beneficiosas para la diabetes, por eso el ejercicio físico es uno de los pies del trípode que, junto con la dieta y la medicación, debe sustentar un correcto tratamiento de la diabetes⁶.

Además, el ejercicio físico produce efectos beneficiosos sobre aspectos psicológicos. Estos beneficios son producidos principalmente por la segregación de endorfina y encefalina, cuyo objetivo principal es disminuir las molestias musculares y articulares, pero como efecto secundario tienen una disminución de la ansiedad y frustración de las personas que practican ejercicio físico⁷. También produce cambios antropométricos y estéticos, los cuales potencian el bienestar general de la persona⁷.

En la práctica diaria de enfermería se suele recomendar ejercicio aeróbico como caminar o ir en bicicleta para tener un buen control glucémico en pacientes que padecen *diabetes mellitus tipo 2*, sin embargo, se deja de lado el ejercicio anaeróbico como ejercicios de fuerza, potencia y resistencia muscular.

El ejercicio aeróbico es tradicionalmente el ejercicio más estudiado y demuestra mejoras en la prevención y tratamiento de la *diabetes mellitus tipo 2*, sin embargo, el 80% de la población con *diabetes mellitus tipo 2* suelen tener problemas de movilidad, neuropatías periféricas, problemas visuales y enfermedades cardiovasculares las cuales suponen un problema para la realización de ejercicio aeróbico y el ejercicio anaeróbico podría ser más adecuado para estos casos⁸.

La diabetes tipo 2 es una enfermedad que en ocasiones tarda en ser diagnosticada, ya que no produce síntomas hasta un estadio avanzado. Las intervenciones diabéticas como el ejercicio, la dieta y la medicación tienen como objetivo mantener adecuados los niveles de glucosa en sangre⁹. La hemoglobina glucosilada es un indicador importante de los niveles de glucemia en sangre, la cual refleja la concentración de glucosa en sangre de los últimos 3 o 4 meses, ésta ha de estar por debajo del 7% para tener un buen control glucémico y reducir el riesgo de sufrir complicaciones asociadas con la diabetes tipo 2¹⁰. Unas cifras iguales o por debajo de 7% de HbA1c pueden reducir las complicaciones a largo plazo en un 76%⁷.

En esta estudio se pretende analizar el impacto del ejercicio anaeróbico sobre los valores de hemoglobina glucosilada (HbA1c) y mostrar que no solo el ejercicio aeróbico es útil para mejorar y controlar los niveles de glucosa en sangre en adultos comparándolo con el ejercicio aeróbico o la combinación de éstos.

Objetivos

Objetivo Principal

- Comparar el efecto del ejercicio anaeróbico con el del ejercicio aeróbico o combinado sobre los niveles de hemoglobina glucosilada.

Objetivos específicos

- Analizar el efecto del ejercicio anaeróbico sobre los niveles de hemoglobina glucosilada en pacientes que padecen diabetes mellitus tipo 2 en población adulta.
- Especificar qué tipo de ejercicio anaeróbico es necesario para reducir los niveles de HbA1c.

Estrategia de búsqueda bibliográfica

Para el desarrollo del siguiente trabajo se seleccionaron 3 palabras que fueron consideradas básicas para poder llevar a cabo una buena búsqueda bibliográfica, ya que, se estaba buscando la eficacia del ejercicio anaeróbico comparada con el ejercicio aeróbico para mejorar los niveles de hemoglobina glucosilada en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. Las palabras fueron:

- Diabetes mellitus type 2: Fueron seleccionadas estas palabras porque al realizar una búsqueda inicial sobre el tema se observó que *diabetes mellitus* tipo 2 estaba presentada en los artículos así o cambiando el orden de las palabras (type 2 diabetes mellitus, diabetes type 2) pero conservando la raíz. Así que se decidió realizar la búsqueda con este descriptor sin estar englobado por comillas y así poder obtener el mayor número de resultados relacionados con el tema.
- “Resistance exercise”: Al realizar la búsqueda inicial, los artículos científicos se referían al ejercicio anaeróbico como ejercicio de resistencia y se decidió por buscar estas palabras clave tal cual salían en la mayoría de los artículos científicos y así

abarcar la mayoría de artículos científicos con esta temática. Se englobaron estas palabras entre comillas porque al realizar una búsqueda inicial, se observó que si se ponían sin comillas salían muchos artículos relacionados con la resistencia a la insulina y para afinar más la búsqueda se decidió esta estrategia.

- **Aerobic exercise:** Al realizar la búsqueda inicial, los artículos científicos se referían al ejercicio aeróbico como “aerobic exercise” y se decidió buscar estas palabras clave tal cual salían en la mayoría de los artículos científicos y así abarcar la mayoría de artículos con esta temática, no se pusieron entre comillas porque limitaba la búsqueda y en artículos que solo salía la palabra “aerobic” se habrían eliminado.
- **Hemoglobin A glycosylated:** Al realizar una búsqueda inicial se observó que la hemoglobina glucosilada estaba representada en los artículos como hemoglobin glycosylated o hemoglobin A glycosylated y se decidió realizar con estas palabras clave la búsqueda para englobar la mayor cantidad de resultados sobre la temática.

Con el fin de adaptar los términos a lenguaje científico reconocidos a las bases de datos, las palabras clave fueron buscadas en DeCS (descriptores en ciencias de la salud) y MESH. Las palabras clave se distribuyeron en dos grupos, por un lado las raíz (descriptor sin el que la búsqueda no tendría sentido) y el otro grupo sería los descriptores secundarios (descriptores que ayudan a matizar el tema a investigar). Se utilizó como operador booleano el “AND” ya que se necesitaba que los artículos científicos contuvieran todos los descriptores

Los descriptores utilizados durante la búsqueda fueron:

Descriptor	Castellano	Inglés
Raíz	Diabetes mellitus tipo 2	Diabetes mellitus type 2
Secundario 1	“Ejercicio de resistencia”*	“Resistance exercise”*
Secundario 2	Ejercicio aeróbico	Aerobic exercise
Secundario 3	Hemoglobina A glicosilada	Hemoglobin A glycosylated

*No se encontró un descriptor para la palabra clave ejercicio de resistencia ni en la herramienta DeCS ni en MESH, sin embargo, se decidió utilizar dicho término para

referirse al ejercicio anaeróbico al comprobar que la mayoría de bases de datos reconocían dicho término y lo usaban para referirse a éste tipo de ejercicio.

Los límites aplicados para la investigación son artículos escritos en español e inglés y publicaciones de los últimos diez años.

Con el objetivo de intentar alcanzar toda la evidencia científica disponible respecto al tema a investigar, fueron seleccionadas, previamente, diferentes áreas de conocimiento. Se consideraron las siguientes: Ciencias de la salud, terapia física y enfermería.

Antes de iniciar la búsqueda bibliográfica se seleccionaron las bases de datos que incluían las áreas de conocimiento ciencias de la salud porque diabetes mellitus tipo 2 es un tema que principalmente es englobado por ciencias de la salud, terapia física en relación al ejercicio físico anaeróbico y aeróbico y enfermería porque la terapia con dieta y ejercicio de la *diabetes mellitus* es función de enfermería.

Las bases de datos seleccionadas fueron las siguientes:

Metabuscadores:

- Biblioteca Virtual en Salud – BVS

Bases de datos:

- CINAHL *with Full Text* (EBSCOhost)
- Pubmed

Revisiones y Guías de práctica clínica:

- Cochrane Library Plus.

Con intención de tener ordenada la bibliografía considerada útil para la investigación durante su búsqueda, decidió utilizarse el gestor bibliográfico Mendeley a través de su aplicación web y del programa Mendeley desktop.

Resultados

Se registraron un total de 57 artículos identificados:

- BVS → 19
- CINAHL *with Full Text* (EBSCOhost) → 8
- Pubmed → 19
- Cochrane Library Plus → 1 español + 10 en inglés.

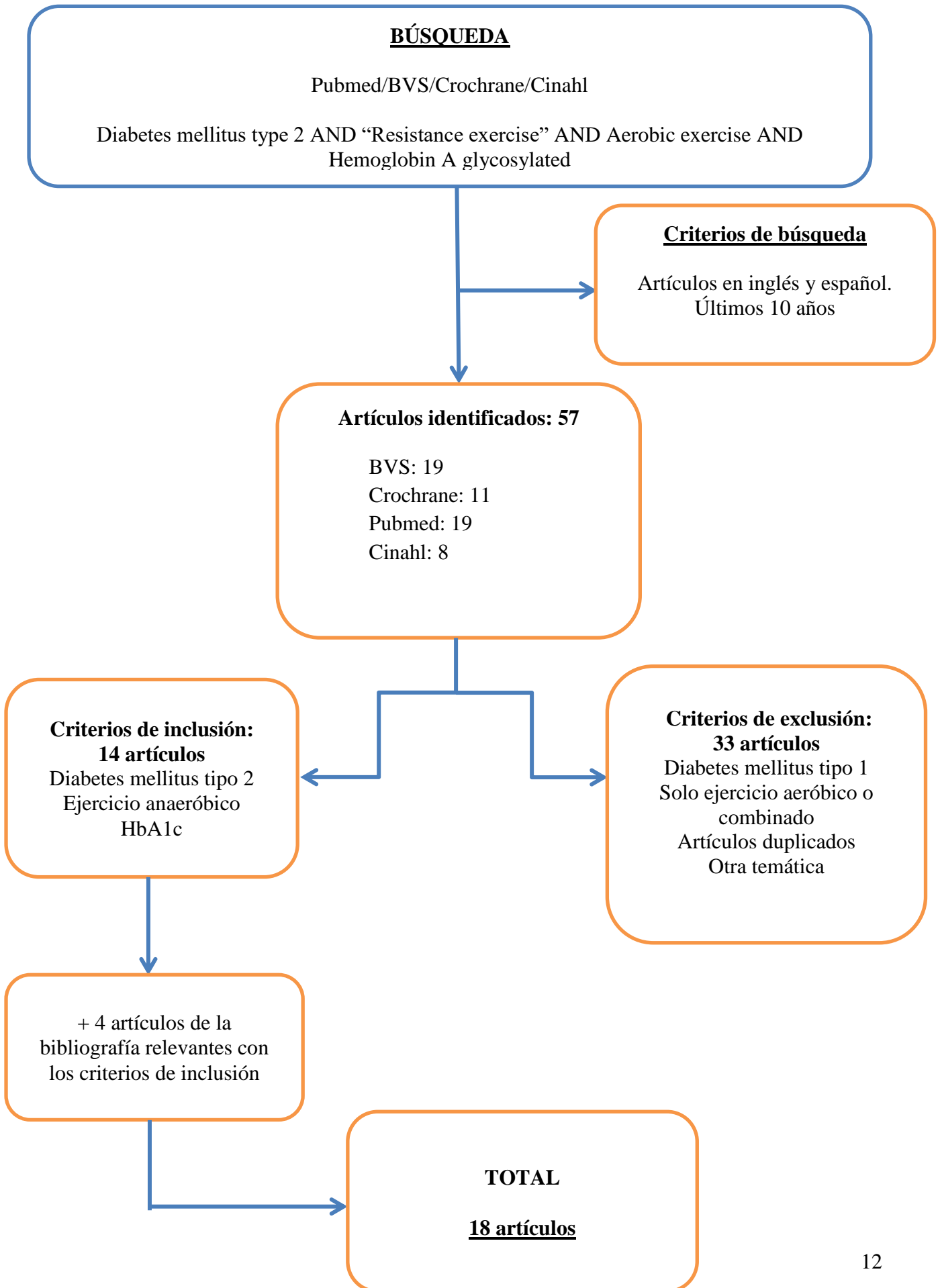
Para la selección de los artículos se establecieron los criterios de inclusión:

- Pacientes que padecieran diabetes mellitus tipo 2.
- Pacientes que realizasen un programa supervisado de ejercicio anaeróbico.
- Pacientes mayores de 18 años.

Se excluyeron todos los artículos duplicados, los que trataban otra temática y los que los pacientes realizasen solo un programa de ejercicios aeróbico o combinado.

Después de esta selección se consideraron 14 artículos que cumplían los criterios de inclusión, a los cuales, se les añadió 4 artículos de la bibliografía de los artículos ya encontrados porque se consideraron relevantes para el estudio que se estaba realizando.

Los resultados obtenidos en total fueron 18 artículos, 12 estudios experimentales - ensayos clínicos controlados y 6 revisiones bibliográficas.



Se realizó una tabla con las bases de datos donde se reflejan los resultados de la búsqueda, en ella se especifica autores, fecha, el tipo de estudio, objetivo principal y la conclusión a la que llega el estudio. (Tabla 1).

Con el fin de sintetizar la información obtenida de los estudios sobre los efectos de los diferentes tipos de ejercicios (anaeróbico, aeróbico y combinado) sobre la HbA1c se ha realizado una tabla donde se refleja autor, tipo de ejercicio y los resultados sobre la HbA1c. (tabla 2).

Para analizar qué tipo de ejercicios anaeróbicos, repeticiones, series, peso y veces por semana que hay que realizar estos ejercicios se ha realizado una tabla donde se reflejan todos estos datos junto al autor del estudio. (tabla 3).

Tabla 1**PUBLICACIONES**

AUTOR AÑO	TIPO DE ESTUDIO	OBJETIVO	CONCLUSIÓN PRINCIPAL
Arora et al ¹¹ 2009	Experimental – Ensayo clínico controlado	Analizar el efecto del ejercicio de resistencia sobre el perfil metabólico en adultos con DM II	Los hallazgos muestran que tanto PRT (programa de ejercicio de resistencia) como AE (ejercicio aeróbico) son eficaces en la mejora del perfil metabólico en los adultos con diabetes tipo 2, pero el porcentaje de mejora en los triglicéridos, el total de los niveles de colesterol y el bienestar general con PRT son más en comparación con AE.
Balducci et al. ¹² 2009	Revisión sistemática	Analizar el efecto de la actividad física en pacientes que padecen DM II.	La actividad o ejercicio físico ha demostrado ser eficaz en la prevención de la diabetes tipo 2, para mejorar el control glucémico y reducir el riesgo de problemas cardiovasculares. Tanto el ejercicio aeróbico como el entrenamiento de resistencia, han mostrado tener efectos beneficiosos, aunque la combinación de las dos parece ser mejor.

Cindy et al. ¹³ 2010	Experimental – Ensayo clínico controlado	Comparar la diferencia entre el ejercicio de resistencia y el ejercicio aeróbico sobre el perfil metabólico y la forma física en pacientes con DM II.	El ejercicio de resistencia progresiva tiene efectos similares sobre el control glucémico (HbA1c) a los ejercicios aeróbicos y por lo tanto es una alternativa útil para los pacientes que no pueden participar en el ejercicio aeróbico.
Cohen et al. ⁵ 2008	Experimental – Ensayo clínico controlado	Analizar la mejora de la función endotelial tras un programa de entrenamiento con ejercicios de resistencia durante 14 meses en adultos con diabetes tipo 2.	La función endotelial mejora después de 14 meses de entrenamiento progresivo de resistencia en pacientes que padecen diabetes tipo 2, tanto en un programa supervisado y no supervisado. El estudio indica que hay fuertes correlaciones con HbA1c y la función endotelial.
Dalili et al. ¹⁴ 2012	Experimental – Ensayo clínico controlado	Analizar el efecto del circuito de ejercicio de resistencia sobre el control glucémico en pacientes con DM II	El circuito de Resistencia tiene efectos beneficiosos sobre el control glucémico (HbA1c) en mujeres que padecen diabetes mellitus tipo 2 y es recomendable pautarlo a pacientes que padecen esta enfermedad.
Eves et al. ¹⁵ 2006	Revisión sistemática	Analizar el efecto del ejercicio de resistencia en pacientes con DM II.	Hay evidencia de que el ejercicio de Resistencia mejora el control glucémico en las personas con diabetes mellitus tipo 2, aunque los ejercicios se han realizado con sesiones individuales supervisadas y esto puede conllevar a la evidencia de que no es aplicable a la población que vive con la enfermedad.

Farias et al. ¹⁶ 2015	Experimental – Ensayo clínico controlado	Analizar los efectos del entrenamiento y el desentrenamiento físico sobre la hemoglobina glucosilada, la glucemia y el perfil lipídico en DM II	El ejercicio de sobrecarga (ejercicio de resistencia) en personas con DMII influye de manera importante en la salud (mejora el perfil lipídico, la glucemia en ayunas y la HbA1c), efecto que podría mantenerse incluso si se llega a interrumpir a corto plazo el programa de entrenamiento.
Irvine et al. ¹⁰ 2009	Revisión sistemática	Analizar si el ejercicio de resistencia es eficaz para mejorar el control glucémico en pacientes con DM II.	El ejercicio de resistencia progresiva aumenta la fuerza y conduce a pequeñas reducciones de la hemoglobina glucosilada que es probable que sean clínicamente significativos para las personas con diabetes tipo 2. el ejercicio de resistencia progresiva es una opción viable en el manejo de la glucemia para esta población.
Kadoglou et al. ¹⁷ 2012	Experimental – Ensayo clínico controlado	Analizar los efectos del ejercicio de Resistencia sobre el ratio ApoB/ApoA-I, Lp (a) y marcadores inflamatorios en pacientes con DMII	Un programa de ejercicios de resistencia de moderada intensidad mejora el control glucémico, disminuye la resistencia a la insulina y reduce la relación ApoB / ApoA-I en individuos con diabetes mellitus tipo 2. El ejercicio de resistencia es una factible y potencialmente modalidad de ejercicio basado en el hogar.

Larose et al. ¹⁸ 2011	Experimental – Ensayo clínico controlado	Analizar los efectos del ejercicio físico sobre la HbA1c en pacientes con DM II	El ejercicio aeróbico y el entrenamiento con ejercicios de resistencia causan clínicamente importantes mejoras en la condición física y en el control glucémico.
Reid et al. ⁷ 2010	Experimental – Ensayo clínico controlado	Analizar los efectos del ejercicio aeróbico, ejercicios de resistencia, o ambos, en el estado de salud del paciente y su bienestar en pacientes con DM II.	La práctica de ejercicio aeróbico, el entrenamiento de resistencia y una combinación de éstos han logrado mejorar el bienestar del paciente. En el entrenamiento con ejercicios de resistencia causó importantes mejoras en el estado de salud física; sin embargo, ninguno de los programas de entrenamiento de ejercicio mejoró el componente mental del estado de salud en relación con la falta de ejercicio. Mientras que el entrenamiento aeróbico y ejercicios de resistencia y una combinación de ambos inequívocamente mejoran el control glucémico.
Sigal et al. ¹⁹ 2007	Experimental – Ensayo clínico controlado	Analizar el efecto del ejercicio aeróbico, el ejercicio de resistencia y combinado sobre el control glucémico en pacientes con DM II	Tanto el ejercicio aeróbico como el de resistencia por sí solos mejoran el control glucémico en la diabetes tipo 2, pero las mejoras son mayores con el entrenamiento aeróbico y de resistencia combinado.
Sigal et al. ²⁰ 2010	Experimental – Ensayo clínico controlado	Analizar el efecto de la combinación del ejercicio aeróbico y de resistencia sobre la HbA1c en pacientes con DM II	El ejercicio aeróbico y de resistencia son eficaces para disminuir la HbA1c en personas que sufren diabetes mellitus tipo 2, siendo la combinación de éstos más eficaz que cada uno por separado.

Snowling et al ³ 2006	Revisión sistemática	Analizar los efectos de diferentes modos de ejercicio sobre el control glucémico y los factores de riesgo de complicaciones en la diabetes tipo 2.	No son suficientes los estudios para concluir que el ejercicio aeróbico, de resistencia y el ejercicio combinado producen de pequeños a moderados efectos beneficiosos el control de la glucosa en diabéticos tipo 2.
Swift et al ²¹ 2012	Experimental – Ensayo clínico controlado	Analizar el efecto del entrenamiento físico sobre la PCR en pacientes con DM II	Los resultados del estudio encontraron que el ejercicio aeróbico, de resistencia, o una combinación de ambos no redujo significativamente los niveles de PCR en individuos con diabetes tipo 2. Aunque los datos no apoyen que el programa de entrenamiento combinado (aeróbico con resistencia) puede bajar niveles de PCR, las mejoras relacionadas con el ejercicio de la HbA1c y la masa grasa sugirieren que tiene mayor eficacia que el entrenamiento aeróbico o de resistencia por sí solo.
Yang et al ⁸ 2014	Revisión sistemática	Comparar los efectos del ejercicio de resistencia y el ejercicio aeróbico en pacientes que padecen DM II.	El uso del ejercicio de resistencia o el ejercicio aeróbico para la diabetes tipo 2 no tiene relevancia ni evidencia de importancia clínica, lo importante es realizar ejercicio porque hay evidencia de que influye en la diabetes tipo 2.

Yavari et al ²² 2012	Experimental – Ensayo clínico controlado	Analizar el efecto del ejercicio aeróbico, el ejercicio de resistencia y combinado sobre el control glucémico y el riesgo cardiovascular en pacientes con DM II	El ejercicio de resistencia y el ejercicio aeróbico producen una disminución de la HbA1c notable, aunque la combinación de estos produce resultados mejores que los 2 por separado.
Zanuso et al ⁹ 2010	Revisión sistemática	Analizar qué tipo de ejercicio es eficaz para el control de la DM II.	El entrenamiento físico combinado (aeróbico y de resistencia) parece determinar un cambio en HbA1c que puede ser visto significativo si se compara con ejercicio aeróbico y resistencia por sí solos, aunque éstas dos por separado también tienen influencia en la reducción de la HbA1c.

Tabla 2**MODALIDAD DE EJERCICIO Y HbA1c**

AUTOR	EJERCICIO ANAERÓBICO	EJERCICIO AERÓBICO	EJERCICIO COMBINADO	GRUPO CONTROL
Arora et al ¹¹	-1,24%	-1,45%	-	-0,36%
Balducci et al ¹²	-	-	-	-
Cindy et al ¹³	-0,4%	-0,3%	-	-
Cohen et al ⁵	- 0,41%	-	-	-

Dalili et al ¹⁴	-1%	-	-	-0,2%
Eves et al ¹⁵	-0,77%	-	-	+0,2%
Farias et al ¹⁶	-0,72%	- 0,79%	-	-
Irvine et al ¹⁰	-0,5%	-	-	-
Kadoglou et al ¹⁷	-0,3%	-	-	+0,2%
Larose et al ¹⁸	-0,53%	-0,70%	-0,91%	-0,15%
Reid et al ⁷	-0,37%	-0,46%	-0,96%	-

Sigal et al ¹⁹ 2007	-0,30%	-0,43%	-0,90%	+0,07%
Sigal et al ²⁰ 2010	- 0,16%	-0,24%	-0,34%	-
Snowling et al ³	-0,55%	-1,33%	-1,74%	+0,2%
Swift et al ²¹	- 0,16%	-0,15%	-0,34%	+0,24%
Yang et al ⁸	-0,32%	-0.46%	-	-
Yavari et al ²²	-0,60%	-1,3%	-1,8%	+1,1%
Zanuso et al ⁹	-0,90%	-	-	+0,4%

Tabla 3

RELACIÓN EJERCICIO ANAERÓBICO Y HbA1c

AUTOR	DURACIÓN	TIPO DE EJERCICIO	PRESCRIPCIÓN Veces x semana	SERIES	HbA1c
Arora et al ¹¹ 2009	8 semanas	Bíceps, tríceps, espalda superior, abdominales, flexores y extensores de rodilla; utilizando pesas y poleas.	2	3 series de 10 repeticiones con peso de 60% de 1RM	-1,24%
Cindy et al ¹³ 2010	8 semanas	Sentado prensa de piernas, elevación de pierna recta, máquina de Isquiotibiales curl de: flexiones de bíceps y tríceps, elevaciones laterales y frontales de hombro, abducción de la cadera y extensión de la cadera	2 - 3	9 ejercicios de 10 repeticiones con peso de 65% 1RM	-0,4%
Cohen et al ⁵ 2008	14 meses	-	2 - 3	3 series de 8 repeticiones	- 0,41%

Dalili et al ¹⁴ 2012	3 meses	Press banca, remo sentado, lateral tire hacia abajo, hacia adelante bíceps, cuádriceps, isquiotibiales, prensa de pierna.	3	De 1 a 3 series con un máximo de repeticiones con un peso de 40% a 65% 1 RM	-1%
Farias et al ¹⁶ 2015	6 semanas	Flexión y extensión de codo, muñecas, rodillas y tobillos.	3	3 series de ejercicios con el máximo de repeticiones en 2 minutos con el peso de 65% de 1RM	-0,6%
Kadoglou et al ¹⁷ 2012	3 meses	Prensa de piernas, extensión de rodilla, flexión de la rodilla, press de pecho, polea al pecho.	3	2 o 3 series de 8 ejercicios con peso de 60-80 1RM	-0,3%
Larose et al ¹⁸ 2011	6 meses	Abdominales, bíceps, press de brazos, press de piernas, press de hombros.	2 – 3	2 series de ejercicios de 8 repeticiones con peso tolerado por el paciente.	-0,53%
Reid et al ⁷ 2010	6 meses	-	2 - 3	8 máquinas con 8 repeticiones con el peso máximo para realizar las 8 repeticiones.	-0,37%

Sigal et al ¹⁹ 2007	26 semanas	-	2 - 3	7 ejercicios por sesión con un peso máximo del que se podía levantar entre 7 y 9 veces	-0,30%
Sigal et al ²⁰ 2010	9 meses	-	3	2 a 3 series de ejercicios de 10 a 12 repeticiones de 9 ejercicios.	- 0,16%
Swift et al ²¹ 2012	9 meses	Cuatro ejercicios del tren superior (press de banca, remo sentado, hombro prensa, tres grupos de tres ejercicios para las piernas (Prensa de piernas, extensión y flexión), y dos series de cada abdominales y extensiones de espalda abdominal	2	7 series de 10 - 12 repeticiones, el peso será el óptimo para realizar las 12 repeticiones y se irá incrementando.	- 0,16%
Yavari et al ²² 2012	52 semanas	Press de banca, remo sentado, press de hombros, press de pecho, pulldown lateral, abdominales, prensa de piernas, extensión de la pierna, tríceps pushdown y curl de bíceps sentado.	2 - 3	10 ejercicios co series de 8- 10 repeticiones con peso 75 – 80% 1RM	-0,60%

Discusión

Diabetes mellitus tipo 2 y ejercicio físico

Comprobamos que todos los tipos de ejercicio (aeróbico, anaeróbico o combinado) producen una disminución de la HbA1c, comparando todos los estudios reducen una media de 0,74% HbA1c, siendo máxima en el estudio realizado por Yavari²². Recudiéndose en 1,8% la HbA1c realizando ejercicios combinados.

Otro estudio a destacar es el realizado por Snowling³, en el cual se muestra una reducción de 1,74% sobre la HbA1c realizando ejercicio combinado, a pesar de ello, este autor concluye en su revisión bibliográfica que no hay suficientes estudios para afirmar que el ejercicio produce una mejora del control glucémico.

Estudios realizados por Reid, Larose y Sigal^{7,18,20} presentan una reducción elevada de la HbA1c, alrededor del 0,9% realizando ejercicios combinados concluyendo que el ejercicio físico es eficaz para reducir los niveles de hemoglobina glucosilada.

En el estudio realizado por Swift²¹ en el cual el objetivo principal es evaluar el efecto de los diferentes tipos de ejercicios sobre la PCR y secundariamente evaluar los niveles de HbA1c, Swift concluye que no hay evidencia que el ejercicio disminuya los niveles de hemoglobina glucosilada basándose en los resultados obtenidos, -0,16% con ejercicio anaeróbico, -0,15% con ejercicio aeróbico y -0,34% con ejercicio combinado.

Ejercicio anaeróbico, aeróbico o combinado

En los resultados de la tabla 2 podemos observar como en todos los estudios el ejercicio combinado es más eficaz para reducir la HbA1c, con una media de -0,99%, -0,30% superior al ejercicio anaeróbico y -0,45% al ejercicio aeróbico, comparando el ejercicio aeróbico (0,69%) con el anaeróbico (0,54%) comprobamos que solo hay una diferencia de 0,15% en las medias.

Tres estudios experimentales^{7,19,22} y una revisión sistemática³ tienen como objetivo principal es comparar los tres tipos de ejercicio.

Yavari²² en su estudio obtiene una reducción del 0,60% con ejercicio anaeróbico, una reducción del 1,3% con el ejercicio aeróbico y una reducción del 1,8% con ejercicio combinado, aunque hay una diferencia significativa de 1,2% entre combinado y anaeróbico y 0,5% de combinado a aeróbico, este autor concluye que es eficaz cualquier tipo de ejercicio, que el ejercicio aeróbico es mejor que el anaeróbico para reducir los niveles de HbA1c y que se suman los beneficios sobre la HbA1c de un tipo de ejercicio y otro si se combinan.

Reid y Sigal^{7,19} concluyen que no hay apenas diferencias en los resultados de HbA1c entre el ejercicio anaeróbico y el ejercicio aeróbico, sin embargo, si se combinan ambos tipos de ejercicio se suman los beneficios produciendo un mayor descenso en la HbA1c.

En la revisión sistemática realizada por snowling³ en 2006, obtiene resultados elevados comparándolo con los demás estudios, refleja una diferencia de 1,19% del ejercicio combinado sobre el aeróbico y 0,41% del ejercicio combinado sobre el aeróbico, en este estudio se ve una diferencia importante entre ejercicio aeróbico y anaeróbico (0,78%) haciendo evidencia de que es más eficaz el ejercicio aeróbico, aun obteniendo estos resultados, el estudio concluye que no hay suficientes estudios para afirmar que hay evidencia de que el ejercicio disminuya la HbA1c y que se necesitan más estudios en el futuro para poder concluir que el ejercicio junto a otras variables influye para reducir la HbA1c.

En el estudio experimental realizado por Cindy¹³, cuyo objetivo es demostrar que hay mínimas diferencias entre el ejercicio aeróbico y el anaeróbico, concluye que es muy similar tanto uno como otro, existiendo diferencias poco significativas entre ellos (0,1 superior el aeróbico con el anaeróbico) y que el ejercicio anaeróbico es una buena alternativa para aquellas personas que por su condición física no pueden realizar ejercicio aeróbico.

En la revisión sistemática realizada por Yang⁸ se confrontan los resultados de estudios realizando ejercicio aeróbico con estudios realizando ejercicio anaeróbico, ya que quiere averiguar si el ejercicio anaeróbico es una alternativa de ejercicio útil para pacientes con *diabetes mellitus* tipo 2 que sufren alguna patología que les impide realizar ejercicio aeróbico. En este estudio se observa una diferencia superior en la reducción de la HbA1c de 0,14% del ejercicio aeróbico sobre el anaeróbico pero concluye que la elección de uno u otro tipo de ejercicio es de poca importancia, que lo importante es realizar ejercicio para mejorar o paliar las consecuencias de la *diabetes mellitus* tipo 2.

En el estudio experimental realizado por Farias¹⁶, se observaron pocas diferencias de reducción de hemoglobina glucosilada entre el ejercicio aeróbico (-0,79%) y el ejercicio anaeróbico (-0,72%) y se establecieron que ambos eran tratamiento útiles para reducir los niveles de HbA1c, pero puntualizando que los resultados obtenidos con el ejercicio anaeróbico se mantienen más después de seis semanas sin entrenamiento.

Larose y Sigal^{18,19} estudiando el efecto del ejercicio aeróbico con anaeróbico en pacientes con *diabetes mellitus* tipo 2 y la relación entre la actividad física y la HbA1c en pacientes con *diabetes mellitus* tipo 2 respectivamente, acaban con la misma conclusión que en los estudios realizados por Reid y Yavari^{7,22} que tanto el ejercicio anaeróbico como el aeróbico son eficaces para reducir la HbA1c pero que la combinación de ambos ejercicios producen mejores efectos.

Ejercicio anaeróbico y hemoglobina glucosilada a corto, medio y largo plazo

Estableciendo términos de corto plazo como pocas semanas, medio plazo entre 3 y 6 meses y largo plazo como mayor de 6 meses podemos comprobar si es eficaz y si es más o menos eficaz el ejercicio anaeróbico a corto, medio y largo plazo.

Podemos observar como en el estudio realizado por Farias¹⁶ (-0,72% HbA1c) realizando series de ejercicios anaeróbicos durante 6 semanas, en los estudios realizados por Arora¹¹ (-1,24% HbA1c) y Cindy¹³ (-0,4%) realizando ejercicios anaeróbicos durante 8 semanas, podemos afirmar que los ejercicios anaeróbicos a corto plazo son eficaces

reduciendo la hemoglobina glucosilada, con una media en la reducción de la hemoglobina glucosilada de 0,78%.

Analizando el estudio realizado por Dalili¹⁴ realizando ejercicio anaeróbico durante 3 meses (-1% HbA1c), el estudio realizado por Reid⁷ realizando ejercicio anaeróbico durante 6 meses (-0,37% HbA1c) y el estudio realizado por Kangdoglou¹⁷ realizando series de ejercicios anaeróbico durante 3 meses (-0,30% HbA1c) podemos afirmar que según los resultados obtenidos el ejercicio anaeróbico a medio plazo es eficaz para reducir la hemoglobina glucosilada en pacientes con *diabetes mellitus* tipo 2, esta reducción media fue de 0,55%.

Analizando los estudios donde se realizan ejercicios anaeróbicos durante más de 6 meses, Sigal¹⁹ en 2007 durante 26 semanas (-0,30% HbA1c), Sigal²⁰ en 2010 durante 9 meses (-0,16% HbA1c), Yavari²² durante 52 semanas (-0,60% HbA1c), Swift²¹ durante 9 meses (-0,16% HbA1c) y Cohen⁵ durante 14 meses (-0,41% HbA1c), podemos afirmar que según los resultados de esta revisión bibliográfica, el ejercicio anaeróbico es eficaz a largo plazo, con una reducción de la hemoglobina glucosilada media de 0,32%.

Comparando los datos obtenidos se demuestra que el ejercicio anaeróbico es más eficaz a corto plazo (-0,78% HbA1c) que a medio (-0,55% HbA1c) y largo plazo (-0,32% HbA1c).

Tipo de ejercicio anaeróbico y su eficacia sobre HbA1c

El ejercicio anaeróbico es un tipo de ejercicio el cual comprende actividades breves basadas en la fuerza, tales como los sprints o el levantamiento de pesas, en la presente revisión bibliográfica algunos estudios^{5,11,14,16-19} realizan su estudio experimental pautando a pacientes prescripciones de ejercicios 2 o 3 veces por semana con 2 o 3 series de 7 u 8 ejercicios de 8 a 12 repeticiones, en cambio otros estudios^{7,13,21,22} optan por pauta a sus pacientes lo mismo pero solo 1 serie de ejercicios. Los dos grupos de estudios obtienen resultados similares, alrededor del 0,60% en la reducción de la HbA1c.

Los ejercicios anaeróbicos pautados por todos los estudios son similares, realizando ejercicios con pesas de bíceps, tríceps, hombros, pectoral, cuádriceps, isquiotibiales y abdominales con pesos de alrededor del 60% - 65% 1 RM (60% o 65% del peso máximo que se puede realizar solo una repetición).

Conclusiones

El ejercicio aeróbico, anaeróbico y combinado muestran eficacia en la disminución de la hemoglobina glucosilada. La modalidad que obtiene mayor disminución de la HbA1c es el entrenamiento combinado, ya que se potencia un tipo de ejercicio con otro.

No se encuentran grandes diferencias significativas sobre la hemoglobina glucosilada comparando el ejercicio aeróbico y anaeróbico, siendo ligeramente mejor el ejercicio aeróbico, esto hace al ejercicio anaeróbico pueda ser una alternativa útil para aquellos pacientes que por su situación no puedan realizar ejercicio aeróbico para mejorar las cifras de hemoglobina glucosilada.

El ejercicio anaeróbico muestra ser eficaz tanto a corto, como a medio y largo plazo, siendo mayor la reducción en la hemoglobina glucosilada a corto plazo.

En referencia a la frecuencia, tipo de ejercicio y series de ejercicios, según los resultados obtenidos el ejercicio anaeróbico a realizar para obtener resultados satisfactorios sobre la reducción de hemoglobina glucosilada son 1 a 3 series de 7 u 8 ejercicios de tren superior y/o inferior con un peso del 60% o 65% 1RM (60% o 65% del peso máximo que se puede realizar solo una repetición), 2 o 3 veces a la semana.

Bibliografía

1. Valdés S, Rojo-Martínez G, Soriguer F. Evolución de la prevalencia de la diabetes tipo 2 en población adulta española. *Med Clin. Elsevier*; 2007;129(9):352–5.
2. Llopis PQ, Reig García-Galbis M. Control glucémico a través del ejercicio físico en pacientes con diabetes mellitus tipo 2; revisión sistemática. *Nutr Hosp*. 2015;31(4):1465–72.
3. 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):2518–27.
4. Progressive resistance exercise improves glycaemic control in people with type 2 diabetes mellitus: a systematic review.
5. Cohen ND, Dunstan DW, Robinson C, Vulikh E, Zimmet PZ, Shaw JE. Improved endothelial function following a 14-month resistance exercise training program in adults with type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract*. 2008 Mar;79(3):405–11.
6. Ampudia FJ, Caballero Á, Campillo JE, Carreras G, Comellas C, Gutiérrez A, et al. Diabetes y ejercicio. *Biblioteca de la Sociedad Española de Diabetes*. 2006.
7. Reid RD, Tulloch HE, Sigal RJ, Kenny GP, Fortier M, McDonnell L, et al. Effects of aerobic exercise, resistance exercise or both, on patient-reported health status and well-being in type 2 diabetes mellitus: a randomised trial. *Diabetologia*. 2010 Apr;53(4):632–40.
8. Yang Z, Scott CA, Mao C, Tang J, Farmer AJ. Resistance exercise versus aerobic exercise for type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*. 2014 Apr;44(4):487–99.
9. Zanuso S, Jimenez A, Pugliese G, Corigliano G, Balducci S. Exercise for the management of type 2 diabetes: a review of the evidence. *Acta Diabetol*. 2010 Mar;47(1):15–22.
10. Irvine C, Taylor NF. Progressive resistance exercise improves glycaemic control in people with type 2 diabetes mellitus: a systematic review. *Aust J Physiother*. 2009 Jan;55(4):237–46.

11. Arora E, Shenoy S, Sandhu JS. Effects of resistance training on metabolic profile of adults with type 2 diabetes. *Indian J Med Res.* 2009;129(5):515–9.
12. 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 Jan;7(11):e49297.
13. Ng CLW, Goh S-Y, Malhotra R, Østbye T, Tai ES. Minimal difference between aerobic and progressive resistance exercise on metabolic profile and fitness in older adults with diabetes mellitus: a randomised trial. *J Physiother.* 2010 Jan;56(3):163–70.
14. Dalili S, Rad A, Shabani R, Nazari M. Effect of circuit resistance training on glycemic control of females with diabetes Type II. *Int J Prev Med.* 2015;6(1):34.
15. Eves ND, Plotnikoff RC. Resistance training and type 2 diabetes: Considerations for implementation at the population level. *Diabetes Care.* 2006;29(8):1933–41.
16. Farias TY, Santos-Lozano A, Urra PS, Cristi-Montero C. Efectos del entrenamiento y el desentrenamiento físico sobre la hemoglobina glucosilada, la glucemia y el perfil lipídico en diabéticos tipo II. *Nutr Hosp.* 2015;32(4):1729–34.
17. Kadoglou NPE, Fotiadis G, Athanasiadou Z, Vitta I, Lampropoulos S, Vrabas IS. The effects of resistance training on ApoB/ApoA-I ratio, Lp(a) and inflammatory markers in patients with type 2 diabetes. *Endocrine.* 2012 Dec;42(3):561–9.
18. Larose J, Sigal RJ, Khandwala F, Prud'homme D, Boulé NG, Kenny GP. Associations between physical fitness and HbA_{1c} in type 2 diabetes mellitus. *Diabetologia.* 2011 Jan;54(1):93–102.
19. Sigal RJ, Kenny GP, Boule NG, Wells G a, Prud D, Fortier M, et al. Annals of Internal Medicine Article Effects of Aerobic Training , Resistance Training , or Both on Glycemic Control in Type 2 Diabetes. *Ann Intern Med.* 2007;147(6):357–69.
20. Sigal RJ, Kenny GP. Combined aerobic and resistance exercise for patients with type 2 diabetes. *JAMA.* 2010 Nov 24;304(20):2298–9.

21. Swift DL, Johannsen NM, Earnest CP, Blair SN, Church TS. Effect of exercise training modality on C-reactive protein in type 2 diabetes. *Med Sci Sports Exerc.* 2012 Jun;44(6):1028–34.
22. Yavari A, Najafipour F, Aliasgarzadeh A, Niafar M, Mobasseri M. Effect of aerobic exercise, resistance training or combined training on glycaemic control and cardio-vascular risk factors in patients with type 2 diabetes. *Biol Sport.* 2012;29(2):135–43.