

Efectos del entrenamiento de la fuerza en personas con Diabetes Mellitus Tipo II: revisión sistemática

Effects of resistance training in people with Type II Diabetes Mellitus: systematic review

Efeitos do treinamento de resistência em pessoas com diabetes mellitus tipo II. Revisão sistemática

David Arias Serna ¹, Ayda Natalia Vallejo Osorio ², Angélica Vera Sagredo ³, Felipe Poblete-Valderrama ⁴ & Armando Monterrosa-Quintero ⁵

Arias, D., Vallejo, A., Vera, A., Poblete-Valderrama, F., & Monterrosa-Quintero, A. (2023). Efectos del Entrenamiento de la Fuerza en Personas con Diabetes Mellitus Tipo II. Revisión Sistemática. *Revista Ciencias de la Actividad Física UCM*, 24(1), enero-junio, 1-13. <https://doi.org/10.29035/rcaf.24.1.4>

RESUMEN

El presente artículo busca analizar las evidencias aportadas del entrenamiento de la fuerza comprobando su influencia en la Diabetes Mellitus tipo II utilizando la literatura existente sobre este objeto de estudio. Se realizó una revisión sistemática siguiendo las directrices PRISMA donde el principal contexto fue el entrenamiento de la fuerza en pacientes con Mellitus II, siendo buscados en bases de datos Pubmed, Embase y Scopus donde fueron seleccionados 7 artículos. Los hallazgos señalan consistentemente que el entrenamiento de la fuerza bien programado incide gradualmente en algunos marcadores que identifican la diabetes Mellitus II al realizar intervenciones con sistemas de entrenamiento de la fuerza de forma positiva. Los autores recomiendan estudios con muestras mayores en lo posible de tipo control para verificar la incidencia del entrenamiento en las variables mencionadas en este estudio.

Palabras Clave: Diabetes mellitus Tipo 2, Insulina, Glucosa, HOMA-IR, Entrenamiento de Fuerza.

¹ Grupo de investigación, Facultad de Ciencias de la educación, programa de educación física Recreación y Deportes, Grupo de investigación SER-SICIDE, Universidad Católica de Oriente Rionegro Antioquia, Colombia. <https://orcid.org/0000-0001-6409-7452> | alejoseran1116@gmail.com

² Grupo de investigación, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Católica de Oriente, Rionegro Antioquia, Colombia. <https://orcid.org/0000-0002-0959-295X> | avallejo@uco.edu.co

³ Grupo de investigación, Facultad de Educación, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile. <https://orcid.org/0000-0003-1657-2241> | avera@ucsc.cl

⁴ Facultad de Educación, Departamento de Ciencias del Deporte y Acondicionamiento Físico, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile. <https://orcid.org/0000-0002-8960-3996> | felipepobletev@gmail.com

⁵ Departamento de Educación Física Recreación y Deportes, Universidad Surcolombiana, Neiva, Colombia. <https://orcid.org/0000-0002-7150-4834> | adomonterrosa@gmail.com

ABSTRACT

This Article Seeks analyzes the evidence provided by strength training, verifying its influence on Type II Diabetes Mellitus by using the existing literature on this subject of study. A systematic review was carried out following the PRISMA guidelines, where the main context was strength training in patients with Mellitus II. The search was carried out in Pubmed, Embase, and Scopus databases where 7 articles were selected. The findings consistently indicated that a well-structured strength training program gradually affected some markers that identify diabetes Mellitus II when performing interventions with strength training systems in a positive way. The authors recommend control-type studies with larger samples, if possible, to verify the incidence of training in the variables mentioned in this study.

Key words: Type II diabetes mellitus (DM2), Insulin, Glucose, HOMA-IR, Resistance training.

INTRODUCCIÓN

La diabetes Mellitus es una patología crónica que afecta múltiples órganos y sistemas, provocando un gran impacto en la vida y el bienestar de las personas en todo el mundo, donde se ha observado una alta prevalencia evidenciada en el reporte de 2019 en el cual un total de 462 millones de individuos padecen esta enfermedad (Khan et al., 2020). Para comprender la importancia de la Diabetes Mellitus y los cambios fisiológicos que esta acarrea, es necesario conocer el metabolismo de la glucosa y su relación con los demás sistemas en el cuerpo humano (Mendes et al., 2018), ya que una alteración, implica modificaciones en los sistemas que intervienen la captación, asimilación y degradación de los hidratos de carbono (Conget, 2002), permitiendo algunas disfunciones sistémicas que implicarían en alteraciones en la secreción de insulina y la sensibilidad a la acción de esta hormona (Kacarovsky-Bielesz et al., 2012). La diabetes

RESUMO

Este artigo procura analisar as evidências fornecidas pelo treinamento de força, verificando sua influência no Diabetes Mellitus tipo II utilizando a literatura existente sobre este objeto de estudo. Foi realizada uma revisão sistemática seguindo as diretrizes PRISMA onde o principal contexto foi o treinamento de força em pacientes com Mellitus II, sendo pesquisada nas bases de dados Pubmed, Embase e Scopus onde foram selecionados 7 artigos. Os achados indicam consistentemente que o treinamento de força bem programado afeta gradualmente alguns marcadores que identificam o diabetes Mellitus II ao realizar intervenções com sistemas de treinamento de força de forma positiva. Os autores recomendam estudos do tipo controle com amostras maiores, se possível, para verificar a incidência de treinamento nas variáveis mencionadas neste estudo.

Palavras chave: Diabetes mellitus tipo II (DM2), Insulina, Glicose, HOMA-IR, Treinamento de força.

presenta varios tipos, la DM1 se adquiere genéticamente ya que el páncreas no segrega insulina, la DM2, se adquiere por hábitos pocos saludables, como el sedentarismo y presenta disfunción en la secreción de insulina y disminuye la sensibilidad (Rae-dupree & Dupree, 2007).

La literatura afirma que el ejercicio juega un papel fundamental en el manejo de la resistencia a la insulina, la prediabetes y la Diabetes Mellitus, especialmente la DM2 (5-7), basándonos en lo anterior, afirmamos que mejorar los estilos de vida saludables y disminuir el sedentarismo son un punto clave para tener control y prevención de la DM2 y de otras comorbilidades como las enfermedades crónicas no transmisibles (Colberg et al., 2010; Colberg & Sigal, 2011). Algunos autores manifiestan que el ejercicio supervisado por profesionales y realizado de forma progresiva produce mejoras en la sensibilidad a la insulina,

niveles de glicemia y el perfil lipídico en personas con DM (Brooks et al., 2007; Domínguez et al., 2016; Jiménez & Ramírez-Vélez, 2011; Misra et al., 2008); ciertos estudios en los que se ha analizado el uso del entrenamiento de fuerza en personas con DM2, han demostrado cambios en la composición corporal, por efectos del entrenamiento que se encuentran correlacionados con la sensibilidad a la insulina y la captación de glucosa (Kwon et al., 2010; Yaspelkis, 2006). Lo anteriormente manifestado está mediado por el aumento de la proteína transportadora GLUT4, que es el mayor captador de glucosa en el músculo esquelético; este aumento que se logra hasta 100 veces en comparación con el reposo, se relaciona directamente con la práctica de ejercicio y entrenamiento de la fuerza dependiendo su intensidad y duración (Röckl et al., 2008; Richter, 2021). Teniendo en cuenta lo anterior, esta revisión sistemática tuvo un enfoque en la DM2 y su relación con el ejercicio, soportándose en la literatura especializada sobre la temática. El objetivo de nuestro artículo de revisión es evidenciar la poca literatura que hable de la DM2 bajo la influencia del entrenamiento de la fuerza, teniendo en cuenta los métodos, factores, equipos y variables de los diferentes estudios consultados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se llevó a cabo una revisión sistemática de los artículos científicos en la temática de entrenamiento de la fuerza y su incidencia la diabetes mellitus tipo II, siendo evaluados por medio de la escala PEDro (Bhoggal et al., 2005), determinando su calidad metodológica (Tabla 1). Para su elaboración, se utilizó la declaración PRISMA como guía para la correcta realización de la revisión sistemática (Figura 1). En este apartado se detallará los

procedimientos de elaboración de la metodología paso por paso.

Estrategia de búsqueda y selección de estudios

Fue realizada una búsqueda de literatura en inglés y español, entre los meses de junio y agosto del 2020, en las bases de datos Pubmed, Embase y Scopus (1994-2020). Los principales términos MeSH utilizados utilizando los operadores Booleanos AND y OR fueron: [Resistance Training, Strength Training, Weight-Bearing Exercise Program, Weight-Bearing Strengthening Program] entre otros; [Diabetes Mellitus Type 2, Diabetes Mellitus, Adult-Onset, Diabetes Mellitus, Ketosis-Resistant, Diabetes Mellitus, Maturity-Onset, Diabetes Mellitus, Non-Insulin Dependent, Diabetes Mellitus, Non-Insulin-Dependent]. Esta revisión sistemática se realizó de acuerdo a los protocolos según el sistema de revisión PRISMA (Figura 1).

Criterios de inclusión y exclusión

Como criterios de inclusión, fueron incluidos ensayos descritos como aleatorios, diseños paralelos, grupales o cruzados-, incluso si estos no informaron los métodos para generar la secuencia aleatoria o si no fueron claros; que presentaran como propuesta de ejercicio un entrenamiento de la fuerza en pacientes con DM2 mayores de 18 años, sin importar el género; y que midieran las siguientes variables: HbA1c, insulina, glucosa, LDL-c, HDL-c y triglicéridos (TG) como resultado del entrenamiento, cuya intervención fuera mínimo de 6 semanas (mes y medio).

Los criterios de exclusión adoptados fueron estudios con pacientes con DM1 y/o DM gestacional, no aleatorizados y que su propuesta de ejercicio no incluya entrenamiento de la fuerza, que en su evaluación no fueran incluidas algunas de las variables mencionadas

anteriormente y que su intervención sea menor a 6 semanas.

Evaluación de la calidad Metodológica

Fue utilizada la escala “*Physiotherapy Evidence Database (PEDro)*” para analizar la calidad de la literatura seleccionada. El instrumento utilizado permite evaluar la calidad metodológica de los diseños clínicos siendo empleada en un variado número de revisiones sistemáticas y bibliográficas siendo desarrollada por (Verhagen et al., 1998) apoyándose en las técnicas de consenso de Delphi (Ayala & Baranda, 2013).

Esta escala está conformada por 11 condiciones, donde valores positivos se puntúan con "1" y valores negativos con "0". Los ítems entre 2 y 9 se refieren a validez interna de la metodología empleada y los ítems 10 y 11 hacen referencia al tratamiento estadístico empleado por los autores (Tabla 1). Por medio de esta escala evaluamos la calidad de los estudios haciendo énfasis en la incidencia de la fuerza en las variables bioquímicas y de composición corporal con diseños de pre-test y post-test de la literatura seleccionada.

Tabla 1

Escala evaluación metodológica PEDro.

#	Condición	Sí	No
1	Los criterios de elección fueron especificados.	1	
2	Los sujetos fueron asignados de forma aleatoria.	1	
3	La asignación fue oculta.	1	
4	Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes.	1	
5	Todos los sujetos fueron cegados.	1	
6	Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados.	1	
7	Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados.	1	
8	Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos.	1	
9	Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por “intención de tratar”.	1	
10	Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave.	1	
11	Es estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.	1	

RESULTADOS

Selección de la literatura

Los procedimientos para selección de la literatura utilizada para esta revisión tuvieron como resultado siete artículos que a nuestro parecer cumplen con los prerrequisitos establecidos en los criterios de inclusión y exclusión definido por los investigadores. De los documentos

seleccionados (n = 7), cuatro solicitan pago y tres son de libre acceso donde la mayoría de los estudios se llevaron a cabo con personas diagnosticadas con DM2, conformando un total de 313 participantes de forma global sin tener en cuenta el sexo. Ninguno de los grupos presentó intervención dietaria, la cantidad mínima de semanas de entrenamiento fue de 6 semanas y

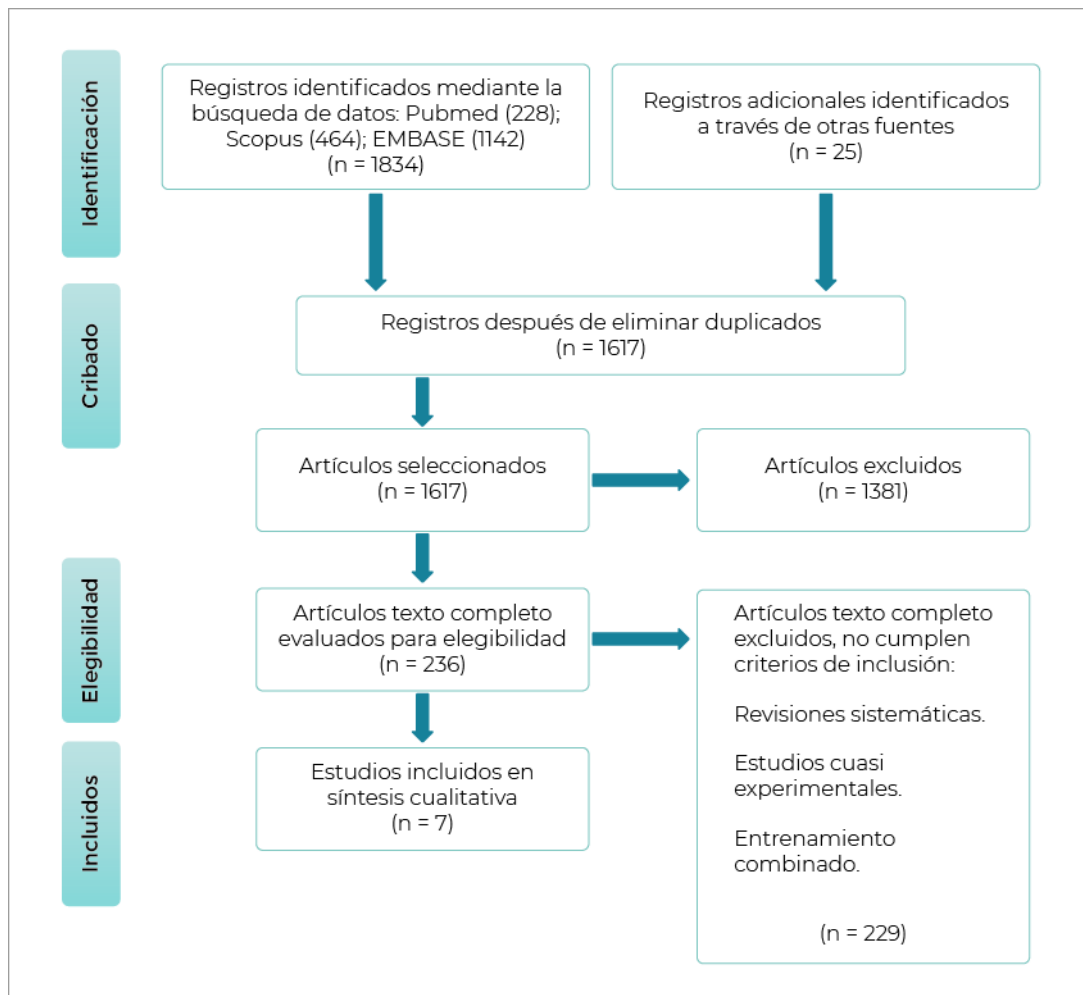
un máximo de 24. Las características de cada una de las intervenciones se describen en la Tabla 3.

En las rutinas de entrenamiento en los estudios incluidos se obtuvieron mejoras en algunos parámetros inherentes; De todos Los estudios en mención las intervenciones produjeron cambios positivos traducidos en mejoras ($p \leq 0.05$) en Hba1c (5 estudios; 71.4%), Insulina (HOMA-IR: 3 estudios; 42.8 %), Glucosa (4 estudios; 57.1 %), Ldl-c (3 estudios; 42.8 %), Hdl-c (2 estudios; 28.5 %) y TG (3 estudios; 42.8 %).

Podemos referenciar el estudio presentado por (Yang et al., 2017) donde se obtuvo una mejor disminución en el grupo que trabajo con un porcentaje del 50% 1RM en el parámetro de Hba1c obteniendo 7,4 y 6,7 y un tamaño efecto de (ES 3.53) catalogando como grande efecto según lo propuesto por (Cohen, 1977). Todos los estudios fueron analizados incluidos en esta revisión (Figura 1). Todos los estudios incluidos permiten comparar el antes y después de una intervención de fuerza y sus efectos en las diferentes variables bioquímicas y corporales de los participantes.

Figura 1

Diagrama de Flujo Búsqueda PRISMA.



Todos los estudios seleccionados, utilizaron el entrenamiento de la fuerza como intervención principal; de los ocho estudios seleccionados, cinco de ellos utilizaron como medio de optimización de la carga de % de 1-RM, y los restantes utilizaron el tiempo como medida para la cantidad de repeticiones realizadas y los demás realizaron aumento sistemático partiendo de una base de repeticiones.

Fiabilidad de los estudios seleccionados

Los estudios de esta revisión presentaron un rango entre 6 a 11 puntos con un promedio de 8.57 evidenciados en la Tabla 2. Dentro de los estudios tres artículos presentaron 11 puntos (42.8 %), dos artículos, 6 puntos (28.5 %) y dos artículos con valores entre 7 y 8 cada uno con 14.3 %, respectivamente.

Tabla 2

Evaluación de la literatura por Escala de valoración metodológica PEDro.

Estudios	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Puntos
(Cauza et al., 2005)	sí	sí	no	sí	no	no	sí	sí	sí	sí	no	7
(Jorge et al., 2011)	sí	sí	sí	sí	no	no	no	sí	sí	sí	sí	8
(Kadoglou et al., 2012)	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	11
(Russell et al., 2017)	sí	no	no	sí	no	no	no	sí	sí	sí	sí	6
(Yang et al., 2017)	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	11
(Dadrass et al., 2019)	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	11
(De Lade et al., 2016)	sí	no	no	sí	no	no	no	sí	sí	sí	sí	6

A pesar de la variabilidad de los datos en algunos estudios, la mayoría cumplían con los criterios propuestos por los investigadores, donde se evidencia que los mayores criterios de la evaluación metodológica fueron: 1, 8, 9 y 10, siendo repetitivos en la literatura seleccionada y donde todos los estudios presentaron intervención de tipo pre y post test. Todos los

estudios presentaron criterios de elegibilidad y los resultados cumplieron por lo menos el 85% de las mediciones, arrojando por lo menos un resultado clave en los participantes, así como un tratamiento de control como inicio o punto de partida en la investigación y los resultados muestran variabilidad representada por el promedio y desviación estándar.

Tabla 3

Principales resultados de los estudios incluidos.

Autor	Población	Intervención	Hba1c (%)	Insulina	Glucosa (mg/dl)	Ldl-c (mg/dl)	Hdl-c (mg/dl)	TG. (mg/dl)
(Cauza et al., 2005)	43 participantes	Pre Post	8.3±1.7** 7.1±0.2**	9.1±1.5* 7.2±1.2*	204±16** 147±8**	120±8** 106±8**	43±3* 48±2*	229±25** 150±15**
(Jorge et al., 2011)	48 participantes	Pre Post	8.51±2.4 8.24±2.1	4.54±3.9 4.07±2.9	194.2±79.5* 166.1±60.5*	164.3±30.1* 153.0±25.5*	39.3±7.7* 34.7±3.6*	236.3±231.3* 154.6±76.4*
(Kadoglou et al., 2012)	52 participantes	Pre Post	7.4±0.4* 7.1±0.6*	3.97±1.8* 2.79±0.4*	169±27* 147±27*	155±26 145±17	51±15 50±12	159±60 135±68
(Dadrass et al., 2019)	48 participantes	Pre Post	7.58±1.2 6.99±1.1	1.18±1.5 0.92±0.8	144.91±51 129.16±45.6	92.58±33.7* 69.75±24.3*	34.33±2.6 37.33±6.5	228.75±71.3* 170.25±63.6*
(De Lade et al., 2016)	43 participantes	Pre Post	9.2±1.9* 7.9±1.2*	13±14 6±4	174±92 129±46	106±51 83±8	45±3 45±3	128±97 136±172
(Russell et al., 2017)	17 participantes	Pre Post	7.7±0.3* 7.3±0.3*	3.7±0.7 3.1±0.5	10.0±0.8# 8.7±0.6#	2.9±0.3# 2.6±0.2#	1.4±0.2# 1.2±0.1#	1.8±0.3# 1.4±0.2#
(Yang et al., 2017)	62 participantes	Pre Post	7.4±0.2** 6.7±0.2**	9.79±0.6* 8.52±0.5*	9.79±0.6*\$ 8.52±0.5*\$	2.17±0.1# 2.25±0.1#	1.25±0.05# 1.27±0.05#	1.46±0.09# 1.40±0.08#

Nota: **= $p \leq 0.001$; *= $p \leq 0.05$; #=valores en mmol/L; \$= valores en mIU/ml; Hba1c (Hemoglobina glicada); Ldl-c (Lipoproteínas de baja densidad); Hdl-c (Lipoproteínas de alta densidad); TG (triglicéridos).

El estudio con mayor efecto en todas las variables bioquímicas sanguíneas en especial en el perfil lipídico: Ldl-c (ES:1.77); Hdl-c (ES: 1.98); y TG (ES:3.88) fue el de (Cauza et al., 2005) donde se

observó mejora principalmente en glucosa, a su vez el estudio de Yang et al., (2017) fue el que más afectó Hba1c (ES:3.53).

Tabla 4

Características de las intervenciones.

Autor	Tipo de ejercicio	Duración	Intensidad
(Cauza et al., 2005)	Press de banca, cruz de pecho, press de hombros, jalones, flexiones de bíceps, extensiones de tríceps, ejercicios para abdominales, prensa de piernas, elevaciones de pantorrillas y extensiones de piernas.	16 semanas (3x/semana)	Series de 10 a 15 repeticiones. Aumento sistemático de 3 series al comienzo del programa a 4, 5 y finalmente 6 series por semana al final del programa.
(Jorge et al., 2011)	Prensa de piernas, press de banca, jalones al pecho, remo sentado, press de hombros, flexiones abdominales y flexiones de rodillas.	12 semanas (3x/semana)	NR
(Kadoglou et al., 2012)	Prensa de piernas sentado, extensión de rodilla, flexión de rodilla, prensa de pecho, jalón lateral, prensa de hombros, curl de bíceps y extensión de tríceps.	12 semanas (3x/semana)	2-3 series de 6 a 8 repeticiones. 60–80% de 1-RM.
(Russell et al., 2017)	Prensa de piernas, jalón lateral, prensa de pecho, estocadas ponderadas, remo sentado, vuelo de espalda, curl de bíceps, prensa de pecho inclinado, prensa de hombros con mancuernas, extensión de piernas, curl de piernas, fondos, elevación lateral de hombros, extensión de tríceps, peso muerto con mancuernas y flexión de codos; abdominales con mancuernas, lanzamiento de balón medicinal, levantamiento de piernas, posiciones de plancha, burpees y caminata de granjero con peso.	6 semanas (3x/semana)	6 a 15 repeticiones. 65-85% de 1-RM.
(Yang et al., 2017)	Remo con mancuernas, sentadilla media, flexión de bíceps, elevación lateral, elevación de talón, flexión de isquiotibiales, vuelo en decúbito supino extensión de tríceps, flexión abdominal y un ejercicio de fortalecimiento del core.	Grupo RT1: 12 semanas. Grupo RT2 y RT3: 24 semanas.	Grupo RT1: 2 series de 10 a 15 repeticiones. 50% de 1-RM. Grupo RT2: 3 series de 7 repeticiones. 75% de 1-RM. Grupo RT3: 2 series de 15 repeticiones. 50% de 1-RM.
(Dadrass et al., 2019)	Press de pecho, extensión de piernas, Curl de piernas, curl de brazos, push-up con rodillas apoyadas al piso, remo sentado, jalón al pecho, press militar, abdominales con pesas.	12 semanas (3x/semana)	3 series de 10 repeticiones - 30 sg de descanso. Intensidad: 55% de 1RM, (Primer mes) 65 % de 1RM (Segundo Mes), 75% 1RM (Tercer Mes)
(De Lade et al., 2016)	Remo, Sentadillas, press de banca, remo con mancuernas, extensiones de rodilla con peso en tobillos, press de hombro con mancuernas, Curls con mancuernas, extensión de piernas con mancuernas, Elevación de pantorrillas, Flexiones de tríceps y abdominales.	Fase 1: 10 semanas 3x/semana Fase 2: 10 semanas 3x/semana	Método de Circuito; 10-15 segundos de descanso Fase 1: 2 series de 15 repeticiones, 3 semana 3 series. Fase 2: 2- series de 12 repeticiones.

NR= no reporta; RM= Resistencia Muscular.

La frecuencia de entrenamiento semanal fue de tres días donde cada uno de sus grupos de intervención realizó el trabajo con diferentes cargas según su 1-RM; cabe anotar que los grupos que muestran diferencias significativas realizan

trabajos basados en el 50% de su 1-RM, por lo que podría inferirse que no hay necesidad de realizar ejercicios con cargas muy elevadas, donde el número de series pueden ser realizadas con valores entre 10-15 repeticiones con una carga del

50-59% de 1-RM, y gradualmente llegar a realizar series donde se completen entre 8-10 repeticiones con una carga del 70-84% de su 1-RM (Tabla 4).

DISCUSIÓN

En este documento de revisión sistemática hemos incluido solo investigaciones que se acerquen a nuestros criterios de inclusión en especial a los beneficios del entrenamiento de la fuerza en personas que padecen diabetes Mellitus 2 valorados por los resultados de las variables sanguíneas y bajo las premisas de la (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2012) donde expresa que más de 342.603 personas han muerto en el año 2016 y que a su vez produce secuelas a nivel ocular, renal, cardíaca, cerebro vascular y amputaciones en miembros inferiores.

De los siete estudios analizados la variable bioquímica que más diferencias presenta ante un sistema de entrenamiento de fuerza fue Hba1c donde 5 estudios presentaron diferencias significativas y al parecer sistemas de entrenamiento combinado de fuerza y resistencia como los propuestos por Yang et al. (2017) parece ser el más idóneo para la mejora de los niveles de glucosa en sangre (Pan et al., 2018, pp. 1-14), así como en insulina (ES:2.32). Teniendo en cuenta lo anterior, nuestra hipótesis es que ejercicios programados con un mínimo de 6 meses producen efectos positivos en el Hba1c (ES: 3.53), a la par de estos resultados el estudio de (Pinto et al., 2017), define que hay consenso que el entrenamiento de resistencia infiere de forma positiva en los niveles de glucosa en sangre, así como en otra disminución del colesterol total del cuerpo (Moe et al., 2011).

Nuestros hallazgos muestran que el estudio que más incidió en todas las variables sanguíneas fue el de (Cauza et al., 2005), debido que presento

diferencias significativas en todas las variables bioquímicas sanguíneas identificándose el mayor tamaño efecto en la variable glucosa (4.56), seguido por TG (3.88), hdl (1.98) y ldl (1.77) respectivamente, por lo que proponemos que este sistema de entrenamiento no solo es benéfico para una sola variable, más bien para todas en general en los factores metabólicos así como su función muscular específicamente en pacientes con Diabetes Mellitus 2 siempre y cuando sea controlado y dirigido por grupos interdisciplinarios (Da Silva & Grando, 2004). Los trabajos de fuerza al 60% de 1RM demostraron mayor efectividad por lo tanto se considera primordiales el trabajo con estos porcentajes con poblaciones que presentan estas patologías, (Colberg et al., 2010; Hansen et al., 2012).

A nuestro parecer y basado en las evidencias de la literatura consultada se encuentran muchas investigaciones que evalúan las intervenciones del ejercicio aeróbico sobre la diabetes (Winnick et al., 2008), pero es poco los estudiosos que muestra los innumerables beneficios del entrenamiento de la fuerza sobre las personas con DM2, algunos de estos estudios demuestran que el entrenamiento de la fuerza conlleva a mejoras clínicas, pero no estadísticamente relevantes (Reid et al., 2010).

Los autores manifestamos limitaciones en la información que pueden llevar a un mayor sesgo, debido a la presentación de un número mayor de patologías adicionales a la DM2 en la población objeto de estudio; donde se evidenció continuó consumo de medicamentos durante la intervención, así como el bajo tamaño de la muestra en los estudios, lo que es un limitante al hacer un mejor y completo análisis.

CONCLUSIÓN

Los resultados basados en la literatura seleccionada muestran que los entrenamientos superiores a 16 semanas con cargas de tres series y con repeticiones entre 10 a 15 inciden de forma gradual en variables bioquímicas sanguíneas, lo que se traduce en una mejora en los pacientes con Diabetes Mellitus Tipo II. El análisis de los

estudios científicos aquí realizado pone de manifiesto el número reducido de investigaciones donde su principal método de intervención sea el entrenamiento de la fuerza con un tamaño de muestra representativo, así como estudios controlados y aleatorios donde las variables intervinientes puedan ser argumentadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayala, F., & Baranda, P. S. de. (2013). Calidad Metodológica De Los Programas De Estiramiento: Revisión Sistemática. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 13(49), 163-181. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54225676011>
- Bhogal, S. K., Teasell, R. W., Foley, N. C., & Speechley, M. R. (2005). The PEDro scale provides a more comprehensive measure of methodological quality than the Jadad Scale in stroke rehabilitation literature. *Journal of Clinical Epidemiology*, 58(7), 668-673. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2005.01.002>
- Brooks, N., Layne, J. E., Gordon, P. L., Roubenoff, R., Nelson, M. E., & Castaneda-Sceppa, C. (2007). Strength training improves muscle quality and insulin sensitivity in Hispanic older adults with type 2 diabetes. *International Journal of Medical Sciences*, 4(1), 19-27. <https://doi.org/10.7150/ijms.4.19>
- Cauza, E., Hanusch-Enserer, U., Strasser, B., Ludvik, B., Metz-Schimmerl, S., Pacini, G., Wagner, O., Georg, P., Prager, R., Kostner, K., Dunky, A., & Haber, P. (2005). The relative benefits of endurance and strength training on the metabolic factors and muscle function of people with type 2 diabetes mellitus. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86(8), 1527-1533. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2005.01.007>
- Cohen, J. (1977). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Routledge.
- Colberg, S. R., & Sigal, R. J. (2011). Prescribing exercise for individuals with Type 2 Diabetes: Recommendations and precautions. *Physician and Sportsmedicine*, 39(3), 13-26. <https://doi.org/10.3810/psm.2011.05.1909>
- Colberg, S. R., Sigal, R. J., Fernhall, B., Regensteiner, J. G., Blissmer, B. J., Rubin, R. R., Chasan-Taber, L., Albright, A. L., & Braun, B. (2010). Exercise and type 2 diabetes: The American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: Joint position statement. *Diabetes Care*, 33(12), e147-e167. <https://doi.org/10.2337/dc10-9990>

- Conget, D. I. (2002). Diagnosis, classification and pathogenesis of diabetes mellitus. *Revista Espanola de Cardiologia*, 55(5), 528-535. [https://doi.org/10.1016/S0300-8932\(02\)76646-3](https://doi.org/10.1016/S0300-8932(02)76646-3)
- Dadrass, A., Mohamadzadeh Salamat, K., Hamidi, K., & Azizbeigi, K. (2019). Anti-inflammatory effects of vitamin D and resistance training in men with type 2 diabetes mellitus and vitamin D deficiency: A randomized, double-blinded, placebo-controlled clinical trial. *Journal of Diabetes and Metabolic Disorders*, 18(2), 323-331. <https://doi.org/10.1007/s40200-019-00416-z>
- Da Silva, C., & Grando, J. (2004). Diabetes Mellitus y ejercicio físico. *Ciencias de la Actividad Física UCM*, 7(7). <https://revistacaf.ucm.cl/article/view/1069>
- De Lade, C. G., Marins, J. C. B., Lima, L. M., De Carvalho, C. J., Teixeira, R. B., Albuquerque, M. R., Reis, J. S., & Dos Santos Amorim, P. R. (2016). Effects of different exercise programs and minimal detectable changes in hemoglobin A1c in patients with type 2 diabetes. *Diabetology and Metabolic Syndrome*, 8(1), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s13098-016-0123-y>
- Domínguez, R., Garnacho-Castaño, M. V., & Maté-Muñoz, J. L. (2016). Efectos del entrenamiento contra resistencias o resistance training en diversas patologías. *Nutricion Hospitalaria*, 33(3), 719-733. <https://doi.org/10.20960/nh.284>
- Hansen, E., Landstad, B. J., Gundersen, K. T., Torjesen, P. A., & Svebak, S. (2012). Insulin sensitivity after maximal and endurance resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(2), 327-334. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318220e70f>
- Jiménez, Ó. H., & Ramírez-Vélez, R. (2011). El entrenamiento con pesas mejora la sensibilidad a la insulina y los niveles plasmáticos de lípidos, sin alterar la composición corporal en sujetos con sobrepeso y obesidad. *Endocrinología y Nutricion*, 58(4), 169-174. <https://doi.org/10.1016/j.endonu.2011.02.005>
- Jorge, M. L. M. P., De Oliveira, V. N., Resende, N. M., Paraiso, L. F., Calixto, A., Diniz, A. L. D., Resende, E. S., Ropelle, E. R., Carvalheira, J. B., Espindola, F. S., Jorge, P. T., & Geloneze, B. (2011). The effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic control, inflammatory markers, adipocytokines, and muscle insulin signaling in patients with type 2 diabetes mellitus. *Metabolism: Clinical and Experimental*, 60(9), 1244-1252. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2011.01.006>
- Kacerovsky-Bielesz, G., Kacerovsky, M., Chmelik, M., Farukuoye, M., Ling, C., Pokan, R., Tschan, H., Szendroedi, J., Schmid, A. I., Gruber, S., Herder, C., Wolzt, M., Moser, E., Pacini, G., Smekal, G., Groop, L., & Roden, M. (2012). A single nucleotide polymorphism associates with the response of muscle ATP synthesis to long-term exercise training in relatives of type 2 diabetic humans. *Diabetes Care*, 35(2), 350-357. <https://doi.org/10.2337/dc11-1426>
- Kadoglou, N. P. E., Fotiadis, G., Athanasiadou, Z., Vitta, I., Lampropoulos, S., & Vrabas, I. S. (2012). The effects of resistance training on ApoB/ApoA-I ratio, Lp(a) and inflammatory markers in patients with

- type 2 diabetes. *Endocrine*, 42(3), 561-569. <https://doi.org/10.1007/s12020-012-9650-y>
- Khan, M. A. B., Hashim, M. J., King, J. K., Govender, R. D., Mustafa, H., & Al Kaabi, J. (2020). Epidemiology of Type 2 Diabetes—Global Burden of Disease and Forecasted Trends. *Journal of Epidemiology and Global Health*, 10(1), 107-111. <https://doi.org/10.2991/jegh.k.191028.001>
- Kwon, H. R., Han, K. A., Ku, Y. H., Ahn, H. J., Koo, B. K., Kim, H. C., & Min, K. W. (2010). The Effects of Resistance Training on Muscle and Body Fat Mass and Muscle Strength in Type 2 Diabetic Women. *Korean Diabetes Journal*, 34(2), 101. <https://doi.org/10.4093/kdj.2010.34.2.101>
- Mendes, O., Koetzner, L., & Chen, J. (2018). Nutraceutical Impact on the Pathophysiology of Diabetes Mellitus. En *Nutritional and Therapeutic Interventions for Diabetes and Metabolic Syndrome*, (pp. 329-341). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-812019-4.00026-x>
- Misra, A., Alappan, N. K., Vikram, N. K., Goel, K., Gupta, N., Mittal, K., Bhatt, S., & Luthra, K. (2008). Effect of supervised progressive resistance-exercise training protocol on insulin sensitivity, glycemia, lipids, and Body composition in asian indians with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 31(7), 1282-1287. <https://doi.org/10.2337/dc07-2316>
- Moe, B., Augestad, L. B., & Åsvold, B. (2011). Effects of aerobic versus resistance training on glycaemic control in men with type 2 diabetes. *European Journal of Sport Science*, 11(5). <https://doi.org/10.1080/17461391.2010.523851>
- Organización Panamericana de la Salud. (27 de abril de 2012). *Diabetes*. https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=category&id=4475&layout=blog&Itemid=40610&lang=es&limitstart=15+
- Pan, B., Ge, L., Xun, Y., Chen, Y., Gao, C., Han, X., Zuo, L., Shan, H., Yang, K., Ding, G., & Tian, J. (2018). Exercise training modalities in patients with type 2 diabetes mellitus: A systematic review and network meta-analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 15(1), 1-14. <https://doi.org/10.1186/s12966-018-0703-3>
- Pinto, G., Hernández, C., Pavéz, G., & Fernandes, S. (2017). Análisis del entrenamiento resistido en el perfil glicémico: una revisión bibliográfica. *Revista Ciencias de la Actividad Física UCM*, 18(2), 1-8. <https://www.redalyc.org/journal/5256/525664825008/html/>
- Rae-Dupree, J., & Dupree, P. (2007). *Anatomy and Physiology for Dummies*. Wiley. <http://www.wiley.com/go/permissions>.
- Reid, R. D., Tulloch, H. E., Sigal, R. J., Kenny, G. P., Fortier, M., McDonnell, L., Wells, G. A., Boulé, N. G., Phillips, P., & Coyle, D. (2010). 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*, 53(4), 632-640. <https://doi.org/10.1007/s00125-009-1631-1>
- Richter, E. A. (2021). Is GLUT4 translocation the answer to exercise-stimulated muscle glucose uptake? *American journal of physiology. Endocrinology and metabolism*, 320(2), E240-E243. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00503.2020>
- Röckl, K. S. C., Witczak, C. A., & Goodyear, L. J. (2008). Diabetes, mitochondria and

- exercise. *Revista Española de Cardiología Suplementos*, 8(3), 27C-34C. [https://doi.org/10.1016/S1131-3587\(08\)73552-0](https://doi.org/10.1016/S1131-3587(08)73552-0)
- Russell, R., Hu, D., Greenaway, T., Blackwood, S., Dwyer, R., Sharman, J., Jones, G., Squibb, K., Brown, A., Otahal, P., Boman, M., Al-Aubaidy, H., Premilovac, D., Roberts, C., Hitchins, S., Richards, S., Rattigan, S., & Keske, M. (2017). Skeletal Muscle Microvascular-Linked Improvements in Glycemic Control From Resistance Training in Individuals With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*, 40(9), 1256-1263. <https://doi.org/10.2337/dc16-2750>
- Verhagen, A. P., de Vet, H. C. W., de Bie, R. A., Kessels, A. G. H., Boers, M., & Knipschild, P. G. (1998). Balneotherapy and Quality Assessment: Interobserver Reliability of the Maastricht Criteria List and the Need for Blinded Quality Assessment. *Journal of Clinical Epidemiology*, 51(4), 335-341. [https://doi.org/10.1016/S0895-4356\(97\)00297-7](https://doi.org/10.1016/S0895-4356(97)00297-7)
- Winnick, J. J., Sherman, W. M., Habash, D. L., Stout, M. B., Failla, M. L., Belury, M. A., & Schuster, D. P. (2008). Short-Term Aerobic Exercise Training in Obese Humans with Type 2 Diabetes Mellitus Improves Whole-Body Insulin Sensitivity through Gains in Peripheral, not Hepatic Insulin Sensitivity. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 93(3), 771-778. <https://doi.org/10.1210/jc.2007-1524>
- Yang, P., Swardfager, W., Fernandes, D., Laredo, S., Tomlinson, G., Oh, P. I., & Thomas, S. (2017). Finding the Optimal volume and intensity of Resistance Training Exercise for Type 2 Diabetes: The FORTE Study, a Randomized Trial. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 130(416), 98-107. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2017.05.019>
- Yaspelkis, B. B. (2006). Resistance training improves insulin signaling and action in skeletal muscle. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 34(1), 42-46. <https://doi.org/10.1097/00003677-200601000-00009>

Dirección para correspondencia

Felipe Poblete-Valderrama
Dr. en Educación
Universidad Católica de la Santísima Concepción
Concepción, Chile

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8960-3996>

Contacto: felipepobletev@gmail.com

Recibido: 30-09-2022

Aceptado: 10-03-2023



Esta obra está bajo una licencia de
Creative Commons Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional