



Universitat
de les Illes Balears

TRABAJO DE FIN DE GRADO

EFICACIA DEL EJERCICIO AERÓBICO PARA LA PREVENCIÓN DE TENDINOPATÍAS EN PACIENTES CON PREDIABETES

Belén Lorenzo Duque

Grado de Fisioterapia

Facultad de Enfermería y Fisioterapia

Año Académico 2020-21

EFICACIA DEL EJERCICIO AERÓBICO PARA LA PREVENCIÓN DE TENDINOPATÍAS EN PACIENTES CON PREDIABETES

Belén Lorenzo Duque

Trabajo de Fin de Grado

Facultad de Enfermería y Fisioterapia

Universidad de las Illes Balears

Año Académico 2020-21

Palabras clave del trabajo:

Ejercicio aeróbico, prediabetes, tendinopatías, resistencia a la insulina, prevención.

Nombre Tutor del Trabajo: Alejandro Ferragut García

Se autoriza la Universidad a incluir este trabajo en el Repositorio Institucional para su consulta en acceso abierto y difusión en línea, con fines exclusivamente académicos y de investigación

Autor		Tutor	
Sí	No	Sí	No
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Resumen

Introducción: La prediabetes es una condición asintomática que se relaciona con el aumento del peso corporal, en la resistencia a la insulina y la disminución de las células β . Siendo un factor de riesgo para el desarrollo de diabetes mellitus de tipo 2 (DMT2), retinopatías, nefropatías, neuropatías y complicaciones cardiovasculares.

Objetivo: La finalidad de esta revisión fue esclarecer la eficacia del ejercicio aeróbico para la prevención de tendinopatías en pacientes prediabéticos. Además de conocer la relación de las tendinopatías y la hiperglicemia, y conocer los efectos del ejercicio aeróbico en pacientes con prediabetes.

Métodos: Se ha realizado una búsqueda bibliográfica de ensayos clínicos de los últimos 5 años, en español y en inglés. En las bases de datos de Medline (Pubmed), PEDro, Cochrane Library y EBSCOhost en mayo de 2021.

Resultados: Se examinaron un total de 14 artículos que mostraron, mediante la intervención de ejercicio aeróbico solo o combinado con ejercicio de resistencia, la reducción de la resistencia a la insulina, del control glucémico y de los niveles de glucosa en sangre, mejorando también la condición física con pérdida de peso y de la medición de la circunferencia de la cintura y la condición aeróbica, reduciendo así el riesgo de complicaciones cardiovasculares y reduciendo y retrasando la progresión a DMT2.

Conclusión: En conclusión, los protocolos de ejercicio aeróbico solos o combinados con ejercicio de resistencia, medicación o hábitos alimenticios saludables han demostrado ser eficaces para la prevención de DMT2 y/o para retrasar su aparición en pacientes con prediabetes, consiguiendo así, la prevención también de las complicaciones asociadas a esta enfermedad como las tendinopatías.

Palabras clave

Ejercicio aeróbico, prediabetes, tendinopatías, resistencia a la insulina, prevención.

Abstract

Introduction: Prediabetes is an asymptomatic condition that is related to increased of the body weight, insulin resistance and a decrease in β -cells. This is a risk factor for the development of type 2 diabetes mellitus (T2D), retinopathies, nephropathies, neuropathies and cardiovascular complications.

Objective: The purpose of this review was to clarify the effectiveness of aerobic exercise for the prevention of tendinopathies in prediabetic patients, in addition to knowing the relationship to with tendinopathies and hyperglycaemia, and knowing the effects of aerobic exercise in patients with prediabetes.

Methodology: A literature search of clinical trials from the last 5 years has been conducted in Spanish and English using Medline (Pubmed), PEDro, Cochrane Library and EBSCOhost databases visited in May 2021.

Results: A total of 14 articles were examined and showed that: through the intervention of aerobic exercise alone or combined with resistance exercise, insulin resistance was reduced, glycaemic control and blood glucose levels were under control, also an improvement in physical condition combined with weight loss and waist measurement of its circumference and aerobic condition, thus reducing the risk of cardiovascular complications and delaying its progression to T2D.

Conclusion: Protocols of aerobic exercise alone or combined with resistance exercise, medication or healthy eating habits have shown their effectiveness in preventing the onset of D2t and/or delating it in patients with prediabetes. Therefore, achieving, the prevention and of the complications associated with the disease such as tendinopathies.

Keywords:

Aerobic exercise, prediabetes, tendinopathies, insulin resistance, prevention.

Índice

1. Introducción	4
2. Objetivos	6
3. Estrategias de búsqueda bibliográfica	
3.1 Fuentes de información	6
3.2 Límites	7
3.3 Criterios de elegibilidad	7
3.4 Calidad metodológica	8
4. Resultados de la búsqueda bibliográfica	
4.1 Fuentes de información y calidad metodológica	9
4.2 Características generales de la muestra	10
4.3 Intervención	14
4.4 Variables del estudio	17
5. Discusión	22
6. Conclusiones	27
7. Bibliografía	28
8. Anexos	34

Introducción

La prediabetes o hiperglicemia intermedia es el estado comprendido por las personas cuyos niveles de glucosa están por debajo del umbral de corte para ser diagnosticado como diabetes, pero están más elevados de lo que se considera “normal” (1,2).

A menudo, la prediabetes es asintomática y la mayoría de los individuos desconocen que padecen esta condición. Sin embargo, la prediabetes se asocia con aumento del peso corporal, aumento en la resistencia a la insulina y disminución de las células β (encargadas de la secreción de la insulina) (3), y suele diagnosticarse mediante la identificación de la alteración de la glucosa en ayunas (IFG), alteración de la tolerancia a la glucosa (IGT), con una prueba oral de tolerancia a la glucosa (OGTT) o según los niveles de hemoglobina glucosilada (HbA1C) (1,2). Los valores para poder diagnosticar la prediabetes son 144-199 mg/dL en IGT, en IFG 100-125 mg/dL según la Asociación Americana de Diabetes (ADA) o 110-125 mg/dL según la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Federación Internacional de Diabetes (IDF), 5.7-6.4% en HbA1C ((1,2,4,5).

El número de personas con prediabetes a nivel mundial está aumentando rápidamente y se prevé que aumente un tercio a mediados de este siglo (2,5). Diferentes países han llevado a cabo estudios epidemiológicos en los últimos 5 años, en los que el rango de prevalencia de prediabetes se estima entre el 9,0 – 40% (2).

La prediabetes es un factor de riesgo para el desarrollo de DMT2, retinopatías, nefropatías, neuropatías y complicaciones cardiovasculares (2–4,6). Cada año se estima que un 5-10% de los individuos con prediabetes desarrollan DMT2 (2,4,6), y que el 70% de la población con prediabetes desarrollan diabetes en el futuro (2,6).

Esta progresión de la prediabetes a la diabetes es el resultado de un mayor aumento corporal y de la resistencia a la insulina, y una mayor disminución de la función de las células β . También favorecen esta progresión otros factores de riesgo como la dislipidemia, la hipertensión, citocinas desreguladas, edades más jóvenes, aumento de la lipólisis y disfunción endotelial (2,3,7).

La DMT2 se diagnostica cuando los niveles de glucosa superan los valores mencionados previamente para el diagnóstico de la prediabetes. La diabetes se relaciona con personas

con sobrepeso u obesidad, dieta, edad, pero el parámetro de mayor relevancia es el aumento de grasa en la región abdominal, el cual se calcula mediante la medición del perímetro abdominal (1,4,8).

La diabetes se asocia a multitud de comorbilidades que afectan nivel general de todo el organismo (4,5,9), pero acotando al ámbito de la fisioterapia, es importante destacar su relación con las tendinopatías y neuropatías (4,5,8–10). En este trabajo se va a abordar cómo influye la hiperglicemia en el desarrollo de tendinopatías y su posible prevención a través de ejercicio aeróbico.

Una tendinopatía es una afectación musculoesquelética que reduce la tolerancia y el rendimiento al realizar ejercicio y las actividades funcionales. Los síntomas característicos son dolor, hinchazón, sensibilidad y predisposición a la ruptura (10–13). La lesión suele deberse a un uso excesivo cuya gravedad depende de la frecuencia, magnitud y duración del estímulo que sobrecarga el tendón (12). En procesos patológicos, el tendón se caracteriza por una degeneración intratendinosa y desorganización de las fibras de colágeno (12).

La revisión de Ranger et al. 2015 (10), concluye que una persona con diabetes tiene tres veces más posibilidades de sufrir una tendinopatía y las personas con tendinopatías tienen 1,3 veces más probabilidades de tener diabetes. Esto nos demuestra que hay una gran relación, ya que la glucosa alta en sangre puede afectar a la estructura del tendón, observándose una disminución de la matriz de colágeno en los tendones de pacientes diabéticos (8,10).

Actualmente, el tratamiento de la DMT2 se basa en la prescripción farmacológica, una alimentación adecuada y/o la pauta de ejercicio físico (14,15). En este trabajo se abordará este último para la prevención de desarrollar diabetes. La pauta de ejercicio consistirá en ejercicio aeróbico, el cual se caracteriza por el trabajo de los grandes grupos musculares durante un largo periodo de tiempo de manera regular, planificada y estructurada (15).

El ejercicio tiene beneficios a nivel fisiológicos, psicológico y social. Se relaciona con una reducción del riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, disminuir el riesgo de tener ciertos tipos de cáncer, mejoras en el aparato locomotor, aumentar la capacidad

de aprovechamiento de oxígeno, favorecer el tránsito intestinal, facilitar la digestión y mejorar la regulación de glucemia (16).

Objetivos del trabajo

Objetivo general:

- Esclarecer la eficacia del ejercicio aeróbico en la prevención de tendinopatías en pacientes con prediabetes.

Objetivos específicos:

- Determinar la influencia de la hiperglicemia en el desarrollo de tendinopatías
- Conocer los efectos del ejercicio aeróbico y su influencia en la resistencia a la insulina en pacientes con prediabetes.

Estrategias de búsqueda bibliográfica

1. Fuentes de información

Esta revisión sistemática ha sido realizada sobre la eficacia del ejercicio aeróbico para la prevención de tendinopatías en pacientes con prediabetes mediante la búsqueda en las siguientes bases de datos: Medline (Pubmed), PEDro, Cochrane Library y EBSCOhost. La búsqueda se realizó en mayo de 2021 y las palabras clave que se utilizaron fueron “entrenamiento aeróbico”, “prediabetes” y “resistencia a la insulina”, los descriptores utilizados del tesoro DeCS (Descriptores en Ciencias de la Salud) y MesH (Medical Subject Headings) “prediabetic state” y “aerobic exercise” y los operadores booleanos “AND” y “OR”.

Tabla 1. Palabras clave y descriptores y estrategia de búsqueda bibliográfica en las bases de datos escogidas

Descriptores	
DECS	MESH
Prediabetic State	Aerobic Exercise
Insulin Resistance	Prediabetes
Palabras clave (lenguaje natural)	
Español	Inglés
Ejercicio aeróbico	Aerobic exercise
Entrenamiento aeróbico	Aerobic training
Prediabetes	Prediabetes

Base de datos Medline	A través de la plataforma PUBMED
Estrategia de búsqueda	
#1:	“aerobic exercise” AND “insulin resistance”
#2:	“aerobic exercise” AND “prediabetes”
#3:	“aerobic exercise” OR “aerobic training” AND “insulin resistance” OR “insulin sensitivity” AND “prediabetes” OR “prediabetic state”
Base de datos PEDro	A través de la plataforma PEDro
Estrategia de búsqueda	
#1:	“aerobic exercise” AND “prediabetes”
#2:	“aerobic exercise” AND “prediabetes” AND “insulin resistance”
Base de datos EBSCOhost	A través de la plataforma EBSCOhost
Estrategia de búsqueda	
#1:	“aerobic exercise” AND “prediabetes”
Base de datos Cochrane	A través de la plataforma ELSEVIER
Estrategia de búsqueda	
#1:	“aerobic exercise” AND “prediabetes”
#2:	“aerobic exercise” AND “prediabetes” AND “insulin resistance”

2. Límites

Los límites establecidos para las búsquedas fueron:

- Años de publicación: 5 últimos años (2017-2021)
- Idiomas: inglés y español
- Tipo de estudios: ensayos clínicos aleatorizados
- Título y Resumen

3. Criterios de elegibilidad

Criterios de inclusión:

- Tipo de participantes: pacientes de cualquier sexo y edad que presenten prediabetes u obesidad.

- Tipo de intervención: cualquier intervención en la que se realizara entrenamiento aeróbico.
- Medidas de resultado: estudios que analicen el nivel de glucosa en sangre y la resistencia a la insulina en pacientes con prediabetes u obesidad.

Criterios de exclusión:

- Estudios que incluyesen pacientes con diabetes u otras enfermedades crónicas no relacionadas.
- Que utilicen únicamente ejercicios de resistencia sin combinarlos o compararlos con un grupo que realice una intervención de ejercicio aeróbico.
- Que estudien cambios en dieta, suplementaciones y medicación sin intervención con ejercicio aeróbico.
- Que tengan una puntuación inferior a 6 en la escala de calidad metodológica PEDro.
- Que no estuviese publicado el estudio en su totalidad.

4. Calidad metodológica

El nivel de evidencia de todos los estudios incluidos en esta revisión ha sido evaluado y determinado de acuerdo con la escala de PEDro. Esta escala está basada en la lista Delphi, desarrollada en la Universidad de Maastricht en 1998. El propósito de la escala Pedro es ayudar a identificar con rapidez qué ensayos clínicos aleatorios tiene suficiente validez externa (ítem 1), validez interna (ítems 2-9) y suficiente información estadística para hacer que sus resultados sean interpretables (ítems 10-11).

La escala consta de 11 ítems en los que se valoran criterios de selección, si la asignación de los sujetos es aleatoria, ocultación en la asignación, comparabilidad de base, si hay cegamiento en los sujetos, cegamiento en los terapeutas, cegamiento en los evaluadores, si hay un seguimiento adecuado de los resultados clave, si hay análisis de intención de tratar, análisis entre grupos, si hay medidas de puntuación y variabilidad.

Para llevar a cabo la puntuación, se sumará 1 punto por cada ítem que se cumple hasta alcanzar una puntuación máxima de 10, ya que el criterio nº1 no se incluye en la puntuación total.

Según la puntuación de la escala, los estudios que obtienen un resultado mayor o igual a 6 se consideran de alta calidad, mayor o igual a 4 de calidad moderada y los estudios que reciben una puntuación de 3 o menos se consideran de baja calidad (17).

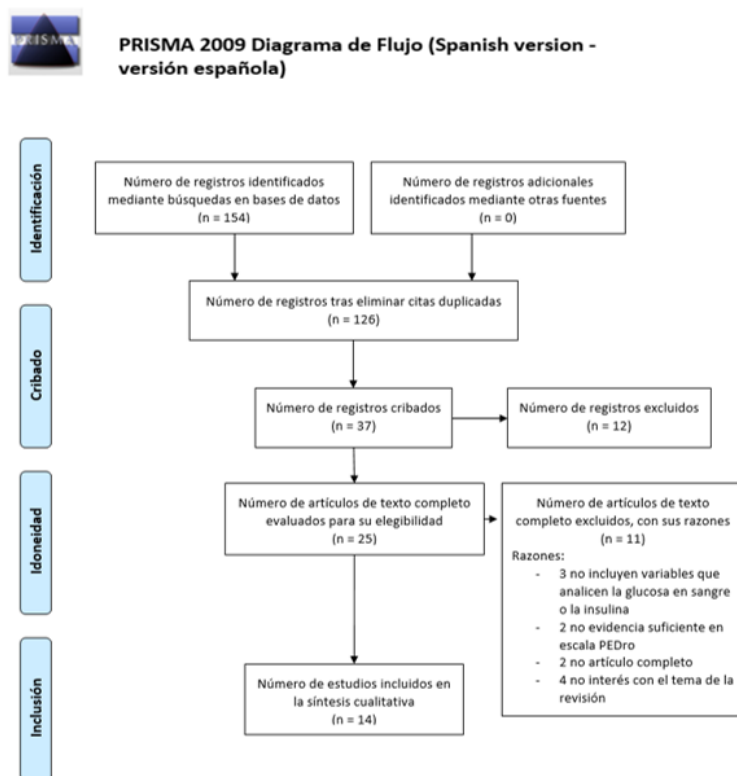
Sin embargo, la escala PEDro no debería utilizarse como una medida de la validez de las conclusiones de un estudio, ya que un estudio con una puntuación elevada no necesariamente proporcionará evidencia de que el tratamiento es clínicamente útil.

Resultados de la búsqueda bibliográfica

1. Fuentes de información y calidad metodológica

La búsqueda realizada mostró un total de 154 resultados en un primer momento. Tras eliminar 27 artículos duplicados, el número restante de resultados es de 127. Después de revisar los títulos, resúmenes y texto completo en varios resultados, finalmente se eligen un total de 14 estudios en la siguiente revisión (Figura 1) (18).

Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA 2009



Fuente: Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. PLoS Med 6(6): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed1000097

Para más información, visite: www.prisma-statement.org.

Calidad metodológica:

La calidad metodológica de los estudios revisados mediante la escala PEDro están reflejados en la tabla 3. En base a los criterios especificados anteriormente, tendríamos los estudios de Son et al.(19), Pourranjbar et al.(20), y Dai et al.(21), con una puntuación de 6/10, la más baja de todos los estudios. El estudio de mayor calidad metodológica con una puntuación de 8/10 sería el de Liu et al.(22). Mientras que el resto de los estudios tienen un 7/10 de puntuación, siendo todos los estudios de alta calidad metodológica.

Los criterios que más se cumplieron fueron que los criterios de elección fueron especificados, que los sujetos fueron asignados al azar, que la asignación fue oculta, que los grupos fueron similares al inicio con relación a los indicadores de pronóstico más importantes y que los resultados de comparaciones estadísticas, medidas puntuales y de variabilidad fueron proporcionadas para al menos un resultado clave. Los criterios que menos se cumplieron fueron el cegamiento de pacientes y terapeutas, que únicamente ocurre en el estudio de Ortega et al.(23)

Tabla 2. Escala PEDro de calidad metodológica

Ítems Escala PEDro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
Lee SoJung et al., 2018	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI	7
Son et al., 2017	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	6
Pourranjbar et al., 2018	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	6
Bharath et al., 2018	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	7
Ortega et al., 2020	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	7
Weiss et al., 2017	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	7
Wong et al., 2017	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	7
Rowan et al., 2017	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	7
Yuan et al., 2020	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	7
Yan et al., 2019	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	7
Gaitán et al., 2019	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	7
Dai et al., 2019	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	6
Liu et al., 2020	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	8
Malin et al., 2019	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	7

1 = Los criterios de elección fueron especificados ; 2 = Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos; 3 = La asignación fue oculta; 4 = Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes; 5 = Todos los sujetos fueron cegados; 6 = Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados; 7 = Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado fueron cegados; 8 = Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos asignados en los grupos; 9 = Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control; 10 = Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave; 11 = El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.

2. Características generales de la muestra

En el presente trabajo se revisan los efectos del ejercicio aeróbico en pacientes con prediabetes y/o sobrepeso u obesidad. Se presentan 14 estudios de los cuales, los de Rowan et al. (24), Yuan et al. (25), Yan et al. (26), Dai et al. (21), Liu et al. (22), Malin

et al. (27), estudian pacientes con una prediabetes ya diagnosticada, mientras que los de SoJung et al. (28), Son et al. (19), Pourranjbar et al. (20), Bharath et al. (29), Ortega et al. (23), Weiss et al. (30), Gaitán et al. (31), estudian a participantes con obesidad.

En cuanto a la edad, la mayoría de los sujetos son adultos (20–27,30,31), a excepción de los artículos de SoJung et al.(28), Son et al.(19), Bharath et al.(29), Wong et al.(32), que analizan a sujetos adolescentes.

Con respecto al género, se presentan los estudios de Son et al. (19), Pourranjbar et al. (20), Bharath et al. (29), Wong et al. (32), en los que los sujetos eran únicamente mujeres, mientras que en el resto de los estudios se incluyeron ambos géneros (21–28,30,31). Aun así, sigue habiendo una prevalencia mayor en la participación de mujeres que de hombres.

Por otro lado, las características de la muestra respecto al nivel de actividad física, en todos los estudios analizan a sujetos sedentarios y que no realizan actividad física habitualmente o que no la han realizado en los últimos 3-6 meses (19–32).

Tabla 3. Características de los sujetos

Autor, año	Diseño	Muestra	Inclusión	Exclusión
SoJung et al., 2018 (28)	ECA	118 participantes (76 mujeres y 42 hombres) GE = 40 GC1 = 38 GC2 = 40	Adolescentes (12-17 años), desarrollo puberal, sedentarios, con sobrepeso/obesidad, no fumadores	Participación, cambio de peso 3 meses previos, trastornos endocrinos, Sd. ovario poliquístico, obesidad sindrómica, trastornos psiquiátricos o uso de medicamentos con influencia en el metabolismo de la glucosa o en la composición corporal
Son et al., 2017 (19)	ECA	40 participantes mujeres GE = 20 GC = 20	Mujeres, obesidad, IMC \geq 30, prehipertensión, hiperinsulinemia, obesidad abdominal, sedentarias, sin cambios en dietas ni hábitos alimenticios	Enfermedad pulmonar, cardiovascular, renal, suprarrenal, pituitaria, psiquiátrica grave, de tiroides
Pourranjbar et al., 2018 (20)	ECA	80 participantes mujeres	Mujeres, 35-45 años, IMC > 25	Problemas físicos que impidan la realización de la intervención, enfermedades

		GE = 34 GC = 46		metabólicas, DMT2, intolerancia a la glucosa, uso de drogas, físicamente activos
Bharath et al., 2018 (29)	ECA	40 participantes mujeres GE = 20 GC = 20	Mujeres adolescentes, obesidad, obesidad abdominal, sedentarias, hiperinsulinemia, no pérdida de peso en los últimos 6 meses	Hipertensión, embarazo o enfermedad crónica
Ortega et al., 2020 (23)	ECA	16 participantes (3 mujeres y 13 hombres) GE1 = 4 GE2 = 4 GC1 = 4 GC2 = 4	Mujeres postmenopáusicas, sobrepeso, resistencia a la insulina, tratamiento de metformina mínimo los últimos 6 meses, DMT2 o prediabetes, haber realizado 8 semanas previas de ejercicio HIIT	Problemas cardiorrespiratorios
Weiss et al., 2017 (30)	ECA	52 participantes (39 mujeres y 13 hombres) GE1 = 16 GE2 = 19 GC = 17	Mujeres postmenopáusicas, obesidad, 45-65 años, no AF regularmente	Enfermedades crónicas o condiciones que interfieran en la prescripción de ejercicio, uso de medicación para regular glucosa en sangre
Wong et al., 2017 (32)	ECA	30 participantes mujeres adolescentes GE = 15 GC = 15	Obesidad, sedentarias, hiperinsulinemia, obesidad abdominal, sin pérdida de peso los últimos 6 meses	Hipertensión, embarazo, enfermedades crónicas
Rowan et al., 2017 (24)	ECA	21 participantes (15 mujeres y 6 hombres) GE = 10 GC = 11	Prediabéticos, 30-65 años	Diabéticos, no sedentarios, restricción musculoesquelética que impida realización intervención.
Yuan et al., 2020 (25)	ECA	248 participantes (161 mujeres y 87 hombres)	Prediabetes, menores de 75 años	Diabetes, enfermedad cardiovascular o cerebrovascular, embarazo, lactancia, impedimento físico o emocional.

		GE1= 83 GE2 = 82 GC = 83		
Yan et al., 2019 (26)	ECA	105 participantes (65 mujeres y 40 hombres) GE1 = 35 GE2 = 35 GC = 35	Prediabetes, fuerza muscular > 4	Embarazo o lactancia, diabetes, enfermedades cardiopulmonares graves, deterioro cognitivo
Gaitán et al., 2019 (31)	ECA	22 participantes (17 mujeres y 5 hombres) GE = 11 GC = 11	Adultos, obesidad, sedentarios, no fumadores, sin enfermedades cardiovasculares, cáncer, complicaciones respiratorias o enfermedades metabólicas, mujeres postmenopáusicas	Toma medicación que afecte al metabolismo del sustrato, al flujo de sangre o a la sensibilidad de la insulina
Dai et al., 2019 (21)	ECA	137 participantes AT = 34 RT = 31 AT+RT = 37 GC = 35	Prediabetes, adultos (55-75 años), fuerza muscular > 4	DMT2, enfermedad cardiopulmonar severa, discapacidad musculoesquelética o artritis que impida entrenamiento, embarazo o lactancia
Liu et al., 2020 (22)	ECA	128 participantes (117 mujeres y 11 hombres) AT = 43 RT = 42 GC = 43	Prediabetes, IFG, IGT o CGI	Diabetes, enfermedad cerebrovascular o cardiovascular, embarazo o lactancia, tomar medicamento hipolipidémico o hipoglucemiantes, discapacidad física severa
Malin et al., 2019 (27)	ECA	26 participantes (20 mujeres y 6 hombres) GE = 14 GC = 12	Prediabetes	Fumadores, diabetes, físicamente activos, pérdida peso > 2 kg últimos 3 meses, enfermedades crónicas o tomar medicación que influya a nivel endotelial y en la sensibilidad a la insulina

ECA: Ensayo Clínico Aleatorizado **GE:** Grupo Experimental **GC:** Grupo Control **Sd:** Síndrome **IMC:** Índice de Masa Corporal **DMT2:** Diabetes Mellitus Tipo 2 **HIIT:** Entrenamiento Intervalos de Alta Intensidad **AF:** Actividad Física **AT:** Entrenamiento Aeróbico

3. Intervención

La intervención que se lleva a cabo en los estudios revisados es una rutina de ejercicio aeróbico. En algunos estudios esta intervención se ha combinado con ejercicio de resistencia, con cambios en la dieta o con medicación. Aun así, la intervención más utilizada es la de ejercicio aeróbico en Pourranjbar et al. (20), Ortega et al.(23), Weiss et al. (30), Wong et al. (32), Rowan et al. (24), Gaitán et al. (31), y Malin et al. (27)

En los estudios de Pourranjbar et al. (20), Wong et al. (32), se realiza una intervención de ejercicio aeróbico en el grupo experimental, frente a un protocolo de no intervención en el que los sujetos deben mantener sus hábitos de vida durante la duración del estudio.

Por otro lado, los estudios de Son et al. (19), Bharath et al. (29), realizan una intervención en la que combinan ejercicio aeróbico y ejercicio de resistencia en el grupo experimental, frente a la no intervención del grupo control.

Por otra parte, la intervención de Rowan et al. (24), Malin et al. (27), Gaitán et al. (31), se centra en observar diferencias entre dos grupos que realizan ejercicio aeróbico a diferentes intensidades: intensidad constante o con intervalos.

Estudios como los de SoJung et al. (28), Dai et al. (21), tienen tres grupos intervención en los que uno realiza ejercicio aeróbico, otro ejercicio de resistencia y el último, la combinación de las dos modalidades de ejercicio. En el caso del estudio de Dai et al., hay un grupo control que no realiza cambios en su vida diaria y no tiene protocolo de ejercicios.

La intervención realizada por Yuan et al. (25), Yan et al. (26), Liu et al. (22), consiste en dos grupos con intervención de ejercicio: uno con entrenamiento aeróbico y otro con entrenamiento de resistencia, comparado con el grupo control sin pauta regulada de ejercicios.

Otros estudios como los de SoJung et al. (28), Weiss et al. (30), Liu et al. (22), incluyen junto a la rutina estructurada de ejercicio, cambios en la dieta de los sujetos, pasando a tener una dieta saludable regulada.

Por último, el estudio de Ortega et al. (23), es el único que incluye intervención con medicación. Los dos grupos intervención tienen pauta de ejercicio aeróbico de alta intensidad, pero uno de ellos lo combina con la medicación habitual y, el otro, con medicación placebo, mientras que la intervención de los dos grupos control es sin realización de ejercicio, pero un grupo con toma de la medicación habitual y otro con la toma de medicación placebo.

Tabla 4. Características de la intervención

Autor, año	Grupo Experimental	Grupo Control
SoJung et al., 2018 (28)	Programa de nutrición, sesiones de 60 minutos de ejercicio 3 veces/semana durante 6 meses. La intervención de ejercicio consiste en la combinación de AT+RT	GC1 = mismo protocolo que el GE con intervención de AT GC2 = mismo protocolo que el GE con intervención de RT
Son et al., 2017 (19)	Sesiones de 60 minutos 3 veces/semana de ejercicio CRAE durante 12 semanas	No hay protocolo de intervención. Mantienen mismos hábitos de vida
Pourranjbar et al., 2018 (20)	24 sesiones de ejercicio aeróbico durante 8 semanas, 3 sesiones/semana	No hay intervención de ejercicios. Mantienen mismos hábitos de vida
Bharath et al., 2018 (29)	Protocolo de CRAE durante 12 semanas, 5 veces/semana, aumentando la intensidad de HRR de 40 a 70% cada 4 semanas	Protocolo de intervención sin ejercicio, manteniendo mismos hábitos
Ortega et al., 2020 (23)	GE1= medicación placebo y rutina de ejercicio HIIT GE2= medicación habitual y rutina de ejercicio HIIT	GC1 = medicación habitual sin intervención de ejercicio GC2= medicación placebo sin intervención de ejercicio
Weiss et al., 2017 (30)	GE1= reducción calórica del 20% con ejercicio cardiovascular y AF funcionales	GC= reducción calórica del 20% sin la realización de ejercicio aeróbico

	GE2= déficit calórico del 20% con la combinación de dieta y ejercicio aeróbico	
Wong et al., 2017 (32)	Intervención con ejercicio aeróbico durante 12 semanas	Intervención sin ejercicio, manteniendo mismos hábitos de vida
Rowan et al., 2017 (24)	Rutina de ejercicios HIIT con ejercicios de resistencia 3 veces/semana durante 12 semanas	Rutina de ejercicio aeróbico en cinta de correr constante con ejercicios de resistencia 3 veces/semana durante 12 semanas
Yuan et al., 2020 (25)	GE1= intervención con ejercicio aeróbico 3 veces/semana durante 6 meses GE2= intervención con ejercicio de resistencia 3 veces/semana durante 6 meses	No hay intervención con ejercicio, participantes mantienen sus hábitos de vida
Yan et al., 2019 (26)	GE1= ejercicio aeróbico durante 12 meses, 3 veces/semana, sesiones de 60 minutos GE2= ejercicios de resistencia durante 12 meses, rutinas de 13 ejercicios con 10-15 repeticiones	Mantener hábitos de vida habituales y sin intervención de ejercicio estructurada
Gaitán et al., 2019 (31)	Alternar intervalos al 90% FCM y al 50% FCM durante 60 minutos durante 2 semanas	Ejercicio al 70% FCM constante durante 60 minutos durante 2 semanas
Dai et al., 2019 (21)	AT= ejercicio aeróbico en sesiones de 60 minutos al 60-70% FCM RT= ejercicios de fuerza de grupos musculares con bandas elásticas en sesiones de 60 minutos a 60-80% FCM 1RM	AT+RT= sesiones combinadas con 30 minutos de RT en días no consecutivos, con 30 minutos de AT. GC= seguir mismo estilo de vida, sin intervención de ejercicio
Liu et al., 2020 (22)	AT= 60 minutos de ejercicio aeróbico al 60-70% FCM con dieta saludable regulada RT= 13 ejercicios durante 50 minutos al 60-80% 1RM con dieta saludable regulada	Intervención con dieta saludable regulada
Malin et al., 2019 (27)	Sesiones de ejercicio aeróbico a intensidad constante	Sesiones de ejercicio aeróbico con intensidad alternante en intervalos de 3 minutos

AT: Entrenamiento aeróbico RT: Entrenamiento de Resistencia GE: Grupo Experimental GC: Grupo Control CRAE: Combinación Ejercicio de Resistencia y Aeróbico HRR: Reserva de Frecuencia Cardíaca HIIT: Entrenamiento Intervalos de Alta Intensidad AF: Actividad Física FCM: Frecuencia Cardíaca Máxima IRM: Una Repetición Máxima

4. Variables del estudio

Las variables incluidas en los artículos estudian la tolerancia a la glucosa y la sensibilidad/resistencia a la insulina.

Seguimiento de las variables:

En todos los estudios ha habido un seguimiento previo y posterior a la intervención de los sujetos, y en los artículos de SoJung et al. (28), Pourranjbar et al. (20), Bharath et al. (29), Ortega et al. (23), Dai et al. (21), Liu et al. (22), este seguimiento también se realizó durante la intervención. El seguimiento que se dio en la mayoría de los estudios fue de 12 semanas, siendo el seguimiento más largo el de Yan et al. (26), que duró 12 meses y el más corto el de Malin et al. (27), con un seguimiento de dos semanas.

Tolerancia a la glucosa:

Esta medición se realiza tanto con el Oral Glucose Tolerance Test (OGTT) como con la Prueba Intravenosa de Tolerancia a la Glucosa (IVGTT). Estas pruebas miden la respuesta del organismo al azúcar (glucosa). Se considera que los niveles son normales si a las dos horas de la ingesta de 75 g de glucosa, el nivel de glucosa es inferior a 140 mg/dl, en cambio, si es igual o mayor a 200 mg/dl la situación del paciente es patológica (7,33).

La prueba OGTT es una prueba simple y accesible que también se puede utilizar para la medición de la resistencia a la insulina, la respuesta de la insulina a la glucosa y la función de las células β (7). Esta prueba se utiliza en los estudios de SoJung et al.(28), Weiss et al.(30), Yuan et al. (25), Gaitán et al. (31), Dai et al. (21), Liu et al. (22), y Malin et al. (27),

Resistencia a la insulina:

Se considera que un sujeto tiene resistencia a la insulina cuando se necesitan niveles más altos de insulina circulante para conseguir una respuesta integrada de reducción de la glucosa (34). Esto supone una mayor carga de trabajo para el páncreas y, como

consecuencia, una descompensación de las células- β , que se encargan de segregar insulina y son un mecanismo de defensa importante para el desarrollo de DMT2 (34). La resistencia a la insulina es la mejor herramienta para diagnosticar diabetes (34–36). La prueba que más se utiliza en los artículos revisados en esta revisión que analice la resistencia a la insulina es el Índice de Resistencia a la Insulina (HOMA-IR), utilizada en los artículos de Son et al. (19), Bharath et al. (29), Ortega et al. (23), Wong et al. (32), Rowan et al. (24), Yuan et al. (25), Yan et al. (26).

Tabla 5. Variables de estudio

Autor, año	Seguimiento	Variables	Resultados
SoJung et al., 2018 (28)	Previo, durante y posterior a la intervención de 6 meses	OGTT, Rd	La combinación de AT+RT es mejor que RT o AT solos para mejorar la resistencia a la insulina, reducir grasa y lípidos en el sistema musculoesquelético. Los tres grupos tuvieron mejora en los resultados, siendo AT+RT y AT más beneficiosos que RT en reducir la grasa ectópica y mejorar la sensibilidad a la insulina. AT es más efectivo que AT+RT en pérdida de grasa en adolescentes con sobrepeso/obesidad. CRF mejoró en los tres grupos, siendo AT y AT+RT los que más.
Son et al., 2017 (19)	Previo y posterior a la intervención de 12 semanas	HR, análisis de sangre, HOMA-IR, IMC	La realización de 12 semanas de ejercicio aeróbico combinado con ejercicio de resistencia mejoró la presión arterial, la rigidez arterial, también los niveles de nitrato en sangre (mejorando la función antiinflamatoria, la vasodilatación y las propiedades antioxidantes) asociados a mejoras en las funciones vasculares. Reducción de la resistencia a la insulina y de los niveles previos en el HOMA-IR
Pourranjbar et al., 2018 (20)	Previo, durante y posterior a la intervención de 8 semanas	Marcapasos y reloj polar en el GE, análisis de sangre, t-test.	Los resultados de la prueba t-test en los niveles de mionectina, resistencia a la insulina y el índice de masa corporal fueron significativamente diferentes en el grupo experimental después de la intervención con ejercicio aeróbico. No hubo diferencias en el grupo control después de las ocho semanas. Los niveles de mionectina aumentaron en el grupo experimental frente al grupo control y, por otro lado, el nivel de resistencia a la insulina en suero fue más bajo en el grupo experimental que en el grupo control.
Bharath et al., 2018 (29)	Previo, durante y posterior a la intervención de 12 semanas	BaPWV, PS, FC, leptina en sangre, niveles de	12 semanas de ejercicio aeróbico combinado con ejercicio de resistencia demostraron una reducción de los niveles de leptina y un aumento de los niveles de adiponectina en el grupo

		adiponectina, IMC, HOMA-IR, WC	experimental frente al grupo control. Hubo una reducción en el peso corporal, en el porcentaje de grasa corporal y en la medición de la circunferencia abdominal. También hubo una reducción de la glucosa en sangre, insulina y los resultados de HOMA-IR en el grupo experimental frente al grupo control.
Ortega et al., 2020 (23)	Previo, durante y posterior a la intervención	HOMA-IR, IVGTT, isCGM	En cuanto a los resultados del isCGM, solo en grupo que combinaba metformina y ejercicio tuvo mejoras en los resultados frente al grupo control. El grupo que combinaba metformina con ejercicio aeróbico también tuvo mejoras considerables en el HOMA-IR y el IVGTT, mejorando la sensibilidad a la insulina y el control glucémico al reducir la glucemia basal y la frecuencia de picos hiperglucémicos
Weiss et al., 2017 (30)	Previo y posterior a la intervención	OGTT	La pérdida de peso moderada en hombres y mujeres con sobrepeso disminuyó las concentraciones circulantes de leptina, adiponectina y pentraxin-3, los cuales se correlacionaron con la mejora en la sensibilidad a la insulina. El ejercicio tuvo mejoras a nivel cardiorrespiratorio. La combinación de reducción calórica con ejercicio es beneficiosa por los efectos positivos que tiene, ya que mejora la resistencia a la insulina y previene el riesgo de diabetes mellitus tipo 2. El GE2 fue el que tuvo mayor mejoría, seguido del GE1 y, por último, el GC.
Wong et al., 2017 (32)	Previo y posterior a la intervención de 12 semanas	HOMA-IR, PGC, WC, IMC	Pérdida de peso considerable en el grupo experimental frente al grupo control, también se aprecia un descenso del índice de masa corporal, una reducción de la circunferencia abdominal y del porcentaje de grasa corporal. También se aprecia un descenso en el grupo con intervención de ejercicio en los niveles de glucosa, en los niveles de insulina, en los resultados del HOMA-IR, en los niveles de leptina y un incremento de los niveles de adiponectina mejorando también la frecuencia cardíaca por minuto.
Rowan et al., 2017 (24)	Previo y posterior a la intervención de 12 semanas	HOMA-IR, HbA1C, IMC, WC, PGC	El ejercicio ayudó a mejorar el control glucémico (medido con A1C), mejora en la reducción de la glucosa en ayuno. La reducción de la prueba A1C se relaciona con la disminución de riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y el riesgo a padecer diabetes mellitus de tipo 2. También hubo una mejora en la resistencia a la insulina en ambos grupos medido con el HOMA-IR. Se obtuvo una diferencia previa y posterior a la intervención,

			habiendo una mejorar significativa del control glucémico, adiposidad central y aptitud musculoesquelética y aeróbica.
Yuan et al., 2020 (25)	Previo y posterior a la intervención de 6 meses	OGTT, HOMA2-IR, HbA1C, IMC	Pérdida de peso, mejora en el índice de grasa corporal en los dos grupos con intervención de ejercicio frente al grupo control, mejora en el OGTT y en los niveles de insulina, disminución en los resultados del HOMA2-IR. Seis meses de ejercicio de resistencia y aeróbico son efectivos para la disminución de los niveles HOMA2-IR y HOMA2-β, mejorando la resistencia a la insulina y el control glucémico en pacientes con prediabetes.
Yan et al., 2019 (26)	Previo y posterior a la intervención de 12 meses	HOMA2-IR, HbA1C, TAV, TAS	No hay diferencias en el IMC, el tejido adiposo subcutáneo, la pérdida de peso entre los grupos después de 12 semanas de intervención. Sí se observó un mayor aumento de la masa muscular en el grupo que realizaba ejercicio de resistencia frente al grupo con ejercicio aeróbico. La medición del tejido adiposo visceral disminuyó más en el grupo aeróbico que en el grupo de resistencia y grupo control. HbA1C tuvo una mejora considerable en el grupo con intervención aeróbica. Tras la intervención se observó que la incidencia de diabetes fue del 8,6% en el grupo aeróbico, de 5,7% en el grupo de resistencia y del 28,6% en el grupo control. Una diferencia considerable en el número de personas con prediabetes que pasaron a tener diabetes. Este resultado nos demuestra la eficacia del ejercicio tanto aeróbico como de resistencia para la prevención de la diabetes
Gaitán et al., 2019 (31)	Previo y posterior a la intervención de dos semanas	OGTT, IFG, IGT, WC, IMC	Se puede observar una considerable mejora en los valores de tolerancia a la glucosa en personas adultas con obesidad con la intervención de ejercicio aeróbico tanto continuo como con intervalos de intensidad. También se puede observar un aumento similar en la oxidación de grasas en ambos grupos intervención. Estos resultados sugieren que los aumentos en la capacidad oxidativa que aparecen por el ejercicio pueden contribuir a la reducción del riesgo cardiometabólico y respaldar el uso del ejercicio aeróbico como una terapia eficaz para prevenir y/o retrasar la aparición de diabetes mellitus tipos 2 y enfermedades cardiovasculares
Dai et al., 2019 (21)	Previo, durante y posterior a la intervención	OGTT, FBG, HbA1c, CT, HDL-C, LDL-C	FBG, OGTT y HbA1c aumentó significativamente en el grupo control, mientras que en los grupos que realizaron protocolo de ejercicio, estos valores disminuyeron hasta

			niveles saludables. Todos los grupos con intervención de ejercicio tuvieron cambios significantes en el colesterol total, HDL-C y LCL-C comparado con el grupo control. A los dos años, la incidencia acumulativa de DMT2 fue menor en los grupos con intervención de ejercicio que en el grupo control, siendo del 21% en el grupo con ejercicio combinado, 26% en el grupo de ejercicio de resistencia, 22% en el grupo de ejercicio aeróbico y de un 69% en el grupo control sin intervención de ejercicio. La mejora de la glucosa en sangre con dieta y ejercicio aeróbico en pacientes con prediabetes está correlacionada con la pérdida de peso, ya que una reducción de peso de 5-10% puede mejorar el estatus metabólico de las personas prediabéticas con obesidad y sobrepeso. El grupo de ejercicio de resistencia tuvo perdió un 3% de su peso, el grupo aeróbico un 5% y el grupo que combinaba las dos modalidades de ejercicio un 7%.
Liu et al., 2020 (22)	Previo, durante y posterior a la intervención	OGTT, HbA1c, LDL-C, CT, HDL-C	El entrenamiento aeróbico es más eficaz para reducir el OGTT en el fenotipo IGT en comparación al grupo de resistencia. El ejercicio aeróbico redujo los niveles de glucosa a las 2 horas en el IGT. En comparación con el grupo control, la intervención con ejercicio de resistencia no mejoró la tolerancia a la glucosa oral en 2 horas en los individuos con IGT. Las intervenciones modificadas en el estilo de vida pueden reducir el riesgo de diabetes tipo 2. Estos hallazgos pueden variar según el fenotipo de prediabetes, ya que la intervención con ejercicio aeróbico pareció más eficaz en el IGT.
Malin et al., 2019 (27)	Previo y posterior a la intervención de dos semanas	VCAM, ICAM, OGTT, IMC, Grasa corporal	El ejercicio aeróbico continuo y a intervalos durante dos semanas no aumentó la función endotelial en personas obesas con prediabetes a pesar de las mejoras en la tolerancia a la glucosa y las respuestas de la insulina en la prueba OGTT. El ejercicio continuo a intensidad moderada mejora la función vascular durante el ayuno y los periodos de hiperglucemia
<p>OGTT: Two-hour Oral Glucose Tolerance Rd: Insulin-stimulated whole body glucose disposal AT: Entrenamiento aeróbico RT: Entrenamiento de Resistencia CRF: Cardiorespiratory Fitness HR: Heart Rate HOMA-IR: Índice de Resistencia a la Insulina GE: Grupo Experimental GC: Grupo Control BaPWV: Velocidad de la Onda del Pulso Braquial-Molécula de Adhesión Intercelular PS: Presión sanguínea FC: Frecuencia Cardíaca IMC: Índice de Masa Corporal IVGTT: Prueba Intravenosa de Tolerancia a la Glucosa isCGM: Monitorización Flash de la Glucosa WC: Waist Circunference PGC: Porcentaje de Grasa Corporal IFG: Alteración de la glucosa en ayunas IGT: Alteración de la tolerancia a la glucosa</p>			

DMT2: Diabetes Mellitus Tipo 2	HbA1C: hemoglobina glucosilada	TAV: Tejido Adiposo Visceral
TAS: Tejido Adiposo Subcutáneo	FBG: Glucosa en ayuno	CT: Colesterol Total
HDL-C: Colesterol unido a Lipoproteínas de Alta Densidad	LDL-C: Colesterol unido a Lipoproteínas de Baja Densidad	

Discusión

Esta revisión trata de esclarecer la relación entre la diabetes y las tendinopatías y cómo prevenir este tipo de lesión en pacientes con prediabetes. La revisión de Ranger et al., 2015 (10) nos dice que una persona con diabetes tiene tres veces más posibilidades de sufrir una tendinopatía. Este dato nos demuestra la estrecha relación que hay entre tendón y diabetes y cómo la hiperglucemia puede afectar a la estructura del tendón (10,11).

Las personas con DMT2 tienen los niveles de glucosa en sangre altos debido a que su cuerpo no responde a la insulina o no la producen adecuadamente (14). La insulina es una hormona peptídica endocrina que, a través del torrente sanguíneo, se desplaza a los diferentes tejidos y se une a los receptores que se encuentran en la membrana plasmática de las células diana para generar una respuesta (34).

Cuando se genera resistencia a la insulina, los tejidos diana no tienen la capacidad de organizar una respuesta coordinada normal que implique la supresión de la lipólisis, de la producción de glucosa endógena, captación celular de la glucosa plasmáticas y síntesis neta de glucógeno (34). Como consecuencia, se requiere de una mayor secreción de insulina para poder realizar una respuesta normal, haciendo que los niveles de insulina plasmática en ayunas aumenten (34,37). En el tejido muscular, la insulina actúa como captadora de la glucosa celular. Al padecer DMT2, este proceso de captación se ve afectado debido a que no se genera la insulina suficiente para captar el aumento de glucosa en sangre (34).

Estas alteraciones en la homeostasis del tendón progresan a una tendinopatía diabética, que incluye cambios en la funcionalidad, en el rango de movimiento, anomalías en la estructura afectando a la reticulación del colágeno en el tendón provocando o bien la pérdida de la organización del colágeno, un engrosamiento en el tendón y/o la calcificación del tejido, suponiendo un aumento del riesgo de rotura del tendón (8,10,13,37,38). Los estudios realizados por Ribeiro de Oliveira et al. en 2016 (12) y Shi

et al. en 2019 (39) en el que se induce la diabetes mellitus en ratas, concluyen que se producen cambios como el engrosamiento del tendón con una disposición desordenada de las fibras de colágeno y las fibrillas, así como la alteración en las propiedades mecánicas en comparación con el tendón de animales sanos (12,39). Estos cambios en las propiedades biomecánicas del tendón tienen como consecuencia que la función y la capacidad de curación se vean afectadas, haciendo que estos cambios patológicos representen una carga clínica y social importante, debido a la disminución de la calidad de vida (8,38).

Estos defectos en la acción de la insulina en el tendón pueden ser reversibles, incluso en pacientes con DMT2, mediante cambios en los hábitos de vida que impliquen la realización de ejercicio, la introducción de una dieta saludable y una pérdida de peso (14,34,38). Una forma de prevenir el paso de prediabetes a diabetes y evitar sus complicaciones asociadas, es la realización de ejercicio aeróbico.

El ejercicio aeróbico contribuye a la mejora de la fuerza muscular a través de una mejora de la actividad neuromuscular, el aumento de la temperatura tanto muscular como corporal, la mejora de la relajación en la longitud-tensión muscular y favorece un metabolismo muscular acelerado (40). Además, el ejercicio aumenta las propiedades mecánicas de los tendones y el área de sección transversal, lo que indica que los estímulos mecánicos pueden dar lugar a respuestas adaptativas de las células del tendón (41). En el estudio de 2005 de Miller et al. (42), se observa una mayor síntesis de colágeno en los tendones rotulianos de hombres en respuesta al ejercicio (42).

Por otra parte, el ejercicio aeróbico también es una buena herramienta para el tratamiento de la hiperglucemia. El estudio de Motahari-Tabari et al. (43), demostró la efectividad del ejercicio aeróbico tres veces por semana durante 8 semanas para conseguir una mejora del control glucémico y en la resistencia a la insulina en participantes con DMT2. Los estudios analizados en este trabajo se centran en estudiar cómo una rutina de ejercicio aeróbico puede mejorar la tolerancia a la glucosa y la resistencia a la insulina.

Los estudios en los que se compara un grupo experimental con una intervención de ejercicio aeróbico y un grupo control sin cambios en los hábitos de vida, como los de Pourranjbar et al. (20), Wong et al. (32), concluyen que el ejercicio aeróbico supuso una

mejora en el porcentaje de grasa corporal, en los factores de riesgo metabólicos, composición corporal, en la rigidez arterial y en los niveles de nitrato, relacionados con la función endotelial. Además, el ejercicio aeróbico supuso una mejora considerable para la reducción de los niveles de resistencia a la insulina (20,32).

Otros estudios como los de Yuan et al. (25), Yan et al. (26), Liu et al. (22), realizan una intervención de ejercicio aeróbico, ejercicio de resistencia y un grupo control sin protocolo de ejercicios. Los resultados de estos estudios nos dicen que los dos grupos con pauta de entrenamiento tuvieron mejoras en los niveles de tolerancia a la glucosa y resistencia a la insulina frente a la no intervención del grupo control (22,25,26).

Por otra parte, los estudios de SoJung et al. (28), Dai et al. (21), realizan una intervención similar a la de los estudios mencionados anteriormente, incluyendo un tercer grupo experimental con una intervención que combina las dos modalidades de ejercicio, tanto aeróbico como de resistencia. En los resultados, se puede observar la mejoría de los tres grupos con intervención en las variables analizadas previa y posteriormente a la realización del estudio. Esta mejoría fue más significativa en el grupo aeróbico y en el grupo que combinaba ambas modalidades de ejercicio que en el grupo que solo realizaba ejercicio de resistencia (21,28).

Los estudios de Rowan et al. (24), Malin et al. (27), Gaitán et al. (31), compararon dos modalidades de ejercicio aeróbico, siendo una con una misma intensidad durante todo el entrenamiento y la otra realizando intervalos de alta intensidad. En estos estudios no se obtuvieron diferencias significativas sobre qué pauta de ejercicio es mejor, pero sí se observó que había una mejoría en el control glucémico, en la reducción de la glucosa en ayuno (24,27) y en la sensibilidad a la insulina (27,31).

Por último, el estudio de Ortega et al. (23), realizó una comparación de dos grupos que realizaban ejercicio con la medicación habitual o con medicación placebo frente a dos grupos sin intervención de ejercicio con la medicación habitual o placebo. En este artículo, el grupo con mejores resultados fue el que combinaba ejercicio aeróbico con la toma de metformina, mejorando la resistencia a la insulina en los pacientes con prediabetes después de la intervención (23).

Actualmente, el ejercicio, la medicación y la dieta son las principales herramientas de prevención y de tratamiento de la DMT2 (15,23). Como se puede observar en el estudio de Ortega et al. (23), la combinación de metformina con ejercicio aeróbico es beneficiosa para contrarrestar los efectos producidos por la hiperglucemia. Aun así, la intervención más sencilla y económica es el ejercicio aeróbico, ya que conseguimos unos resultados beneficiosos tanto a corto plazo (31), como a largo plazo (21,26). Además, se relacionó la pérdida de peso, la disminución del porcentaje de grasa corporal y de la medición de la circunferencia de la cintura con la reducción de los niveles de glucosa, la resistencia a la insulina y la mejora del control glucémico gracias a la oxidación de grasas que se consigue al realizar ejercicio aeróbico (21,28,31). Reduciendo así el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, enfermedades metabólicas, reduciendo el riesgo de aterosclerosis y prevenir y/o retrasar la aparición de DMT2 (28,29,32). En el estudio de Yan et al. (26), tras 12 semanas de intervención se observó que la incidencia de diabetes fue del 8,6% en el grupo que realizó intervención con ejercicio aeróbico, de 5,7% en el grupo de resistencia y del 28,6% en el grupo control (26). A su vez, tras dos años, la incidencia acumulativa de DMT2 en el estudio de Dai et al. (21), fue menor en los grupos intervención que no en el grupo control, siendo del 21% en el grupo con ejercicio combinado, 26% en el grupo de ejercicio de resistencia, 22% en el grupo de ejercicio aeróbico y de un 69% en el grupo control sin intervención de ejercicio (21).

Por otro lado, los estudios de Bharath et al. (29), Weiss et al. (30), Wong et al. (32), concluyen que la disminución de los niveles de leptina y un incremento en los niveles de adiponectina se relacionan con la pérdida de peso (30), la oxidación de grasa (32) y la mejora en el control glucémico, en la resistencia a la insulina y en la tolerancia a la glucosa (29,30,32).

Respondiendo a la pregunta planteada en la revisión, estos resultados nos demuestran la eficacia tanto del ejercicio aeróbico como del entrenamiento de resistencia o la combinación de ambos para la prevención de la diabetes y otras complicaciones (19,21,22,25,26,28,29). Por ello, podemos concluir que el ejercicio aeróbico tiene grandes beneficios tanto en el control como en la pérdida del peso, el porcentaje de grasa corporal, el índice de masa corporal, la medición de la circunferencia de cintura, la disminución de la resistencia a la insulina, la mejora del control glucémico, de las aptitudes físicas y de las aptitudes aeróbicas.

A pesar de todo esto, la prediabetes es asintomática (3) y no ha sido aceptada como una enfermedad (2), complicando el diagnóstico de esta condición y la realización de unas pautas de tratamiento. Por eso, se deberían tener en cuenta una serie de pautas para poder trabajar desde el ámbito de la fisioterapia, tanto para prevenir la DMT2 y las posibles complicaciones, como tendinopatías, en este grupo poblacional.

Las principales herramientas para poder prevenir las tendinopatías en pacientes con prediabetes son el ejercicio tanto aeróbico, como de resistencia o la combinación de ambos, hábitos alimenticios adecuados y tener un estilo de vida saludable. La prediabetes se relaciona principalmente con el sobrepeso y la obesidad (2,3,7), además de haber otros factores de riesgo que favorecen esta condición como son la hipertensión, las citocinas desreguladas, el aumento de la lipólisis y la disfunción endotelial (2,3,7). Todos estos factores son modificables y con unas pautas de ejercicio como las recomendadas por la OMS de 150 minutos semanales en adultos de ejercicio aeróbico de intensidad moderada servirían para reducir el riesgo de hipertensión, accidente cerebrovascular, cáncer de mama y de colon, cardiopatía coronaria, diabetes, depresión y riesgo de caídas y, supone también una mejora en la salud funcional y ósea y es fundamental para la regulación del gasto calórico y el control del peso (44). También, como se ha mencionado con anterioridad, el ejercicio tiene efectos positivos en el tendón, aumentando sus propiedades mecánicas (42) y produciendo una mayor asimilación de colágeno (43), sirviendo para prevenir la desorganización en las fibras de colágenos que se produce debido a la hiperglucemia (12,39)

En cuanto a las limitaciones de esta revisión, el número de estudios que se han analizado (n=14) que investigan los efectos del ejercicio aeróbico en personas con prediabetes es escaso. Además, los artículos analizados utilizan muestras de participación muy pequeñas, siendo la más grande de 248 participantes en el estudio de Yuan et al. (25). Otra limitación ha sido que la gran mayoría de la población en los estudios a analizar eran mujeres, haciendo que los grupos experimentales no tuviesen grupos equilibrados en cuanto al género de los participantes.

Por ello, futuras investigaciones deben tener en cuenta estos factores para obtener unos resultados significativos para poder aplicar la intervención en la población prediabética general.

Conclusión

En conclusión, los protocolos de ejercicio aeróbico solos o combinados con ejercicio de resistencia, medicación o hábitos alimenticios saludables han demostrado ser eficaces para la prevención de DMT2 y/o para retrasar su aparición en pacientes con prediabetes, consiguiendo así, la prevención también de las complicaciones asociadas a esta enfermedad como las tendinopatías.

Bibliografia

1. Care D, Suppl SS. Classification and diagnosis of diabetes: Standards of medical care in Diabetesd2018. *Diabetes Care*. 2018;41(January):S13–27.
2. Rett K, Gottwald-Hostalek U. Understanding prediabetes: definition, prevalence, burden and treatment options for an emerging disease. *Current Medical Research and Opinion* [Internet]. 2019;35(9):1529–34. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/03007995.2019.1601455>
3. M. Christopher AMLS. Prediabetes and CVD. *Physiology & behavior*. 2016;176(1):100–106.
4. WHO Global Report on Diabetes. *Global Report on Diabetes*. Isbn [Internet]. 2016;978:6–86. Available from: https://sci-hub.si/https://apps.who.int/iris/handle/10665/204874%0Ahttps://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/204874/WHO_NMH_NVI_16.3_eng.pdf?sequence=1%0Ahttp://www.who.int/about/licensing/copyright_form/index.html%0Ahttp://www.who.int/about/licens
5. International Diabetes Federation, *IDF Diabetes Atlas 8th edition*. Eighth edition 2017. *IDF Diabetes Atlas, 8th edition*. 2017. 1–150.
6. Tabák AG, Herder C, Rathmann W, Brunner EJ, Kivimäki M. Prediabetes: A high-risk state for diabetes development. *The Lancet*. 2012;379(9833):2279–90.
7. Chen ME, Aguirre RS, Hannon TS. Methods for Measuring Risk for Type 2 Diabetes in Youth: the Oral Glucose Tolerance Test (OGTT). *Current Diabetes Reports*. 2018;18(8).
8. Nichols AEC, Oh I, Loiselle AE. Effects of Type II Diabetes Mellitus on Tendon Homeostasis and Healing. *Journal of Orthopaedic Research* [Internet]. 2020;38(1):13–22. Available from: <http://dx.doi.org/10.1002/jor.24388>

9. Gordon C. Blood Glucose monitoring in diabetes: rationale and procedure. 2019;28(7).
10. Ranger TA, Wong AMY, Cook JL, Gaida JE. Is there an association between tendinopathy and diabetes mellitus? A systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*. 2016;50(16):982–9.
11. Lui PPY. Tendinopathy in diabetes mellitus patients—Epidemiology, pathogenesis, and management. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. 2017;27(8):776–87.
12. de Oliveira RR, de Mattos RM, Rebelo LM, Ferreira FGM, Tovar-Moll F, Nasciutti LE, et al. Experimental diabetes alters the morphology and nanostructure of the achilles tendon. *PLoS ONE*. 2017;12(1):1–13.
13. Cannata F, Vadalà G, Ambrosio L, Napoli N, Papalia R, Denaro V, et al. The impact of type 2 diabetes on the development of tendinopathy. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*. 2020;0–3.
14. Khan RMM, Chua ZJY, Tan JC, Yang Y, Liao Z, Zhao Y. From pre-diabetes to diabetes: Diagnosis, treatments and translational research. *Medicina (Lithuania)*. 2019;55(9):1–30.
15. Ferrer-García JC, Sánchez López P, Pablos-Abella C, Albalat-Galera R, Elvira-Macagno L, Sánchez-Juan C, et al. Beneficios de un programa ambulatorio de ejercicio físico en sujetos mayores con diabetes mellitus tipo 2. *Endocrinología y Nutrición*. 2011;58(8):387–94.
16. Arena EB, Sáez ME, Buenavista TCS. Beneficios del ejercicio físico en el adulto. *Benefits of exercise in adults. RqR* –. 2014;2(4):4–8.
17. Herbert R, Moseley A, Sherrington C, Maher C. Escala PEDro. *Physiotherapy [Internet]*. 2000;86(1):55. Available from: https://www.pedro.org.au/wp-content/uploads/PEDro_scale_spanish.pdf

18. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, PRISMA Group T. Ítems de referencia para publicar Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis: La Declaración PRISMA. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*. 2014;18(3):172.
19. Son WM, Sung KD, Bharath LP, Choi KJ, Park SY. Combined exercise training reduces blood pressure, arterial stiffness, and insulin resistance in obese prehypertensive adolescent girls. *Clinical and Experimental Hypertension [Internet]*. 2017;39(6):546–52. Available from: <https://doi.org/10.1080/10641963.2017.1288742>
20. Pourranjbar M, Arabnejad N, Naderipour K, Rafie F. Effects of Aerobic Exercises on Serum Levels of Myonectin and Insulin Resistance in Obese and Overweight Women. *Journal of medicine and life*. 2018;11(4):381–6.
21. Dai X, Zhai L, Chen Q, Miller JD, Lu L, Hsue C, et al. Two-year-supervised resistance training prevented diabetes incidence in people with prediabetes: A randomised control trial. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*. 2019;35(5):0–2.
22. Liu L, Ma X, XU H, Ruan S, Yuan X. Comparing the effects of 12 months aerobic exercise and resistance training on glucose metabolism among prediabetes phenotype: A explorative randomized controlled trial. *Primary Care Diabetes [Internet]*. 2021;15(2):340–6. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.pcd.2020.11.003>
23. Ortega JF, Morales-Palomo F, Ramirez-Jimenez M, Moreno-Cabañas A, Mora-Rodríguez R. Exercise improves metformin 72-h glucose control by reducing the frequency of hyperglycemic peaks. *Acta Diabetologica [Internet]*. 2020;57(6):715–23. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00592-020-01488-7>
24. Rowan CP, Riddell MC, Gledhill N, Jamnik VK. Aerobic Exercise Training Modalities and Prediabetes Risk Reduction. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2017;49(3):403–12.

25. Yuan X, Dai X, Liu L, Hsue C, Miller JD, Fang Z, et al. Comparing the effects of 6 months aerobic exercise and resistance training on metabolic control and β -cell function in Chinese patients with prediabetes: A multicenter randomized controlled trial. *Journal of Diabetes*. 2020;12(1):25–37.
26. Yan J, Dai X, Feng J, Yuan X, Li J, Yang L, et al. Effect of 12-Month Resistance Training on Changes in Abdominal Adipose Tissue and Metabolic Variables in Patients with Prediabetes: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Diabetes Research*. 2019;2019:1–10.
27. Malin SK, Gilbertson NM, Eichner NZM, Heiston E, Miller S, Weltman A. Impact of Short-Term Continuous and Interval Exercise Training on Endothelial Function and Glucose Metabolism in Prediabetes. *Journal of Diabetes Research*. 2019;2019:6–13.
28. Lee SoJung, Ingrid Libman, Kara Hughan, Jennifer L. Kuk, Jong H. Jeong, Di Zhang, B. S., Silva Arslanian MD. Effects of Exercise Modality on Insulin Resistance and Ectopic Fat in Adolescents with Overweight and Obesity: A Randomized Clinical Trial. 2018;176(5):139–48.
29. Bharath LP, Choi WW, Cho J min, Skobodzinski AA, Wong A, Sweeney TE, et al. Combined resistance and aerobic exercise training reduces insulin resistance and central adiposity in adolescent girls who are obese: randomized clinical trial. *European Journal of Applied Physiology* [Internet]. 2018;118(8):1653–60. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-018-3898-8>
30. Edward P. Weiss, Dominic N. Reeds, Uthayashanker R. Ezekiel, Stewart G. Albert, and Dennis T. V. Circulating cytokines as determinants of weight loss-induced improvements in insulin sensitivity. 2017;176(3):139–48.
31. Gaitán JM, Eichner NZM, Gilbertson NM, Heiston EM, Weltman A, Malin SK. Two weeks of interval training enhances fat oxidation during exercise in obese adults with prediabetes. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2019;18(4):636–44.

32. Wong A, Sanchez-Gonzalez MA, Son WM, Kwak YS, Park SY. The effects of a 12-week combined exercise training program on arterial stiffness, vasoactive substances, inflammatory markers, metabolic profile, and body composition in obese adolescent girls. *Pediatric Exercise Science*. 2018;30(4):480–6.
33. Molina A. Test de tolerancia oral a la glucosa con 75 g. *Generalitat Valenciana* [Internet]. 2011;67(3):1–3. Available from: <http://www.medigraphic.com/pdfs/uro/ur-2007/ur073e.pdf>
34. Petersen MC, Shulman GI. Mechanisms of insulin action and insulin resistance. *Physiological Reviews*. 2018;98(4):2133–223.
35. Warram JH, Martin BC, Krolewski AS, Soeldner JS, Kahn CR. Slow glucose removal rate and hyperinsulinemia precede the development of type II diabetes in the offspring of diabetic parents. *Annals of Internal Medicine*. 1990;113(12):909–15.
36. Moncada S. *The New England Journal of Medicine*. No other uses without permission. Copyright © 1993 Massachusetts Medical Society. All rights reserved. *The New England Journal of Medicine*. 1993;29(328 (17)):1230–5.
37. Wu YF, Wang HK, Chang HW, Sun J, Sun JS, Chao YH. High glucose alters tendon homeostasis through downregulation of the AMPK/Egr1 pathway. *Scientific Reports*. 2017;7(December 2016):1–12.
38. Pan-Pan Lu, Min-Hao Chen, Guang-Chun Dai, Ying-Juan Li, Liu Shi Y-FR. Understanding cellular and molecular mechanisms of pathogenesis of diabetic tendinopathy. 2020;0210(11).
39. Shi L, Li YJ, Dai GC, Lin YC, Li G, Wang C, et al. Impaired function of tendon-derived stem cells in experimental diabetes mellitus rat tendons: Implications for cellular mechanism of diabetic tendon disorder. *Stem Cell Research and Therapy*. 2019;10(1):1–12.

40. Takeuchi K, Takemura M, Nakamura M, Tsukuda F, Miyakawa S. The effects of using a combination of static stretching and aerobic exercise on muscle tendon unit stiffness and strength in ankle plantar-flexor muscles. *European Journal of Sport Science* [Internet]. 2021;(0):1–16. Available from: <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1866079>
41. Svensson RB, Heinemeier KM, Couppé C, Kjaer M, Magnusson SP. Effect of aging and exercise on the tendon. *Journal of Applied Physiology*. 2016;121(6):1353–62.
42. Miller BF, Olesen JL, Hansen M, Døssing S, Crameri RM, Welling RJ, et al. Coordinated collagen and muscle protein synthesis in human patella tendon and quadriceps muscle after exercise. *Journal of Physiology*. 2005;567(3):1021–33.
43. Motahari-Tabari N, Ahmad Shirvani M, Shirzad-E-Ahoodashty M, Yousefi-Abdolmaleki E, Teimourzadeh M. The effect of 8 weeks aerobic exercise on insulin resistance in type 2 diabetes: a randomized clinical trial. *Global journal of health science*. 2015;7(1):115–21.
44. Organización Mundial de la Salud. *Recomendaciones Mundiales Sobre Actividad Física Para La Salud*. 2010;58.

Anexos

Escala PEDro-Español

1. Los criterios de elección fueron especificados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
3. La asignación fue oculta	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
5. Todos los sujetos fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
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	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
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"	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:

La escala PEDro está basada en la lista Delphi desarrollada por Verhagen y colaboradores en el Departamento de Epidemiología, Universidad de Maastricht (*Verhagen AP et al (1998). The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. Journal of Clinical Epidemiology, 51(12):1235-41*). En su mayor parte, la lista está basada en el consenso de expertos y no en datos empíricos. Dos ítems que no formaban parte de la lista Delphi han sido incluidos en la escala PEDro (ítems 8 y 10). Conforme se obtengan más datos empíricos, será posible "ponderar" los ítems de la escala, de modo que la puntuación en la escala PEDro refleje la importancia de cada ítem individual en la escala.

El propósito de la escala PEDro es ayudar a los usuarios de la bases de datos PEDro a identificar con rapidez cuales de los ensayos clínicos aleatorios (ej. RCTs o CCTs) pueden tener suficiente validez interna (criterios 2-9) y suficiente información estadística para hacer que sus resultados sean interpretables (criterios 10-11). Un criterio adicional (criterio 1) que se relaciona con la validez externa ("generalizabilidad" o "aplicabilidad" del ensayo) ha sido retenido de forma que la lista Delphi esté completa, pero este criterio no se utilizará para el cálculo de la puntuación de la escala PEDro reportada en el sitio web de PEDro.

La escala PEDro no debería utilizarse como una medida de la "validez" de las conclusiones de un estudio. En especial, avisamos a los usuarios de la escala PEDro que los estudios que muestran efectos de tratamiento significativos y que puntúan alto en la escala PEDro, no necesariamente proporcionan evidencia de que el tratamiento es clínicamente útil. Otras consideraciones adicionales deben hacerse para decidir si el efecto del tratamiento fue lo suficientemente elevado como para ser considerado clínicamente relevante, si sus efectos positivos superan a los negativos y si el tratamiento es costo-efectivo. La escala no debería utilizarse para comparar la "calidad" de ensayos realizados en las diferentes áreas de la terapia, básicamente porque no es posible cumplir con todos los ítems de la escala en algunas áreas de la práctica de la fisioterapia.

Notas sobre la administración de la escala PEDRO:

- Todos los criterios **Los puntos solo se otorgan cuando el criterio se cumple claramente.** Si después de una lectura exhaustiva del estudio no se cumple algún criterio, no se debería otorgar la puntuación para ese criterio.
- Criterio 1 Este criterio se cumple si el artículo describe la fuente de obtención de los sujetos y un listado de los criterios que tienen que cumplir para que puedan ser incluidos en el estudio.
- Criterio 2 Se considera que un estudio ha usado una designación al azar si el artículo aporta que la asignación fue aleatoria. El método preciso de aleatorización no precisa ser especificado. Procedimientos tales como lanzar monedas y tirar los dados deberían ser considerados aleatorios. Procedimientos de asignación cuasi-aleatorios, tales como la asignación por el número de registro del hospital o la fecha de nacimiento, o la alternancia, no cumplen este criterio.
- Criterio 3 *La asignación oculta* (enmascaramiento) significa que la persona que determina si un sujeto es susceptible de ser incluido en un estudio, desconocía a que grupo iba a ser asignado cuando se tomó esta decisión. Se puntúa este criterio incluso si no se aporta que la asignación fue oculta, cuando el artículo aporta que la asignación fue por sobres opacos sellados o que la distribución fue realizada por el encargado de organizar la distribución, quien estaba fuera o aislado del resto del equipo de investigadores.
- Criterio 4 Como mínimo, en estudios de intervenciones terapéuticas, el artículo debe describir al menos una medida de la severidad de la condición tratada y al menos una medida (diferente) del resultado clave al inicio. El evaluador debe asegurarse de que los resultados de los grupos no difieran en la línea base, en una cantidad clínicamente significativa. El criterio se cumple incluso si solo se presentan los datos iniciales de los sujetos que finalizaron el estudio.
- Criterio 4, 7-11 *Los Resultados clave* son aquellos que proporcionan la medida primaria de la eficacia (o ausencia de eficacia) de la terapia. En la mayoría de los estudios, se usa más de una variable como una medida de resultado.
- Criterio 5-7 *Cegado* significa que la persona en cuestión (sujeto, terapeuta o evaluador) no conocía a que grupo había sido asignado el sujeto. Además, los sujetos o terapeutas solo se consideran "cegados" si se puede considerar que no han distinguido entre los tratamientos aplicados a diferentes grupos. En los estudios en los que los resultados clave sean auto administrados (ej. escala visual analógica, diario del dolor), el evaluador es considerado cegado si el sujeto fue cegado.
- Criterio 8 Este criterio solo se cumple si el artículo aporta explícitamente *tanto* el número de sujetos inicialmente asignados a los grupos *como* el número de sujetos de los que se obtuvieron las medidas de resultado clave. En los estudios en los que los resultados se han medido en diferentes momentos en el tiempo, un resultado clave debe haber sido medido en más del 85% de los sujetos en alguno de estos momentos.
- Criterio 9 El análisis por *intención de tratar* significa que, donde los sujetos no recibieron tratamiento (o la condición de control) según fueron asignados, y donde las medidas de los resultados estuvieron disponibles, el análisis se realizó como si los sujetos recibieran el tratamiento (o la condición de control) al que fueron asignados. Este criterio se cumple, incluso si no hay mención de análisis por intención de tratar, si el informe establece explícitamente que todos los sujetos recibieron el tratamiento o la condición de control según fueron asignados.
- Criterio 10 Una comparación estadística *entre grupos* implica la comparación estadística de un grupo con otro. Dependiendo del diseño del estudio, puede implicar la comparación de dos o más tratamientos, o la comparación de un tratamiento con una condición de control. El análisis puede ser una comparación simple de los resultados medidos después del tratamiento administrado, o una comparación del cambio experimentado por un grupo con el cambio del otro grupo (cuando se ha utilizado un análisis factorial de la varianza para analizar los datos, estos últimos son a menudo aportados como una interacción grupo x tiempo). La comparación puede realizarse mediante un contraste de hipótesis (que proporciona un valor "p", que describe la probabilidad con la que los grupos difieran sólo por el azar) o como una estimación de un tamaño del efecto (por ejemplo, la diferencia en la media o mediana, o una diferencia en las proporciones, o en el número necesario para tratar, o un riesgo relativo o hazard ratio) y su intervalo de confianza.
- Criterio 11 Una *estimación puntual* es una medida del tamaño del efecto del tratamiento. El efecto del tratamiento debe ser descrito como la diferencia en los resultados de los grupos, o como el resultado en (cada uno) de todos los grupos. Las *medidas de la variabilidad* incluyen desviaciones estándar, errores estándar, intervalos de confianza, rango intercuartílicos (u otros rangos de cuantiles), y rangos. Las estimaciones puntuales y/o las medidas de variabilidad deben ser proporcionadas gráficamente (por ejemplo, se pueden presentar desviaciones estándar como barras de error en una figura) siempre que sea necesario para aclarar lo que se está mostrando (por ejemplo, mientras quede claro si las barras de error representan las desviaciones estándar o el error estándar). Cuando los resultados son categóricos, este criterio se cumple si se presenta el número de sujetos en cada categoría para cada grupo.

Estrategia de búsqueda bibliográfica			
Pregunta de Investigación	¿Qué eficacia tiene el ejercicio aeróbico para la prevención de tendinopatías en pacientes con prediabetes?		
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> - General: Esclarecer la eficacia del ejercicio aeróbico en la prevención de tendinopatías en pacientes con prediabetes - Específico 1: Determinar la influencia de la insulina en el desarrollo de tendinopatías - Específico 2: Conocer los efectos del ejercicio aeróbico y su influencia en la resistencia a la insulina en pacientes con prediabetes 		
Palabras Clave	Ejercicio aeróbico, prediabetes, tendinopatía, resistencia a la insulina, prevención		
Descriptores	Los descriptores se presentarán en Castellano e Inglés para su uso en las bases de datos traducidos al lenguaje documental a partir de las palabras clave generadas en DESC		
		Castellano	Inglés
	Raíz	Prediabetes Resistencia a la insulina Ejercicio aeróbico	Prediabetic State Insulin Resistance Aerobic Exercise (MESH)
	Secundario(s)	Entrenamiento aeróbico Ejercicio aeróbico Prediabetes Resistencia a la insulina	Aerobic training Aerobic exercise Prediabetes Insulin Resistance
	Marginale(s)		
Booleanos	Especificar los tres niveles de combinación con booleanos		
	1er Nivel	(“aerobic exercise”[Title/Abstract]) AND (“insulin resistance”[Title/Abstract]) (“aerobic exercise”[Title/Abstract]) AND (“prediabetes”[Title/Abstract])	

	2do Nivel	("aerobic exercise"[Title/Abstract]) OR ("aerobic training"[Title/Abstract]) AND ("insulin resistance"[Title/Abstract]) OR ("insulin sensitivity"[Title/Abstract]) AND ("prediabetes"[Title/Abstract]) OR ("prediabetic state"[Title/Abstract])		
	3er Nivel			
Área de Conocimiento	Ciencias de la Salud, Fisioterapia, Fisiología, Ejercicio Terapéutico			
Selección de Bases de Datos	<i>Metabuscadores</i> EBSCOhost <input checked="" type="checkbox"/> BVS <input type="checkbox"/> OVID <input type="checkbox"/> CSIC <input type="checkbox"/> Otras <input type="checkbox"/>	<i>Bases de Datos Específicas</i> Pubmed <input checked="" type="checkbox"/> Embase <input type="checkbox"/> IME <input type="checkbox"/> Ibecs <input type="checkbox"/> Psyinfo <input type="checkbox"/> LILACS <input type="checkbox"/> Cuiden <input type="checkbox"/> CINHAL <input type="checkbox"/> Web of Knowledge <input type="checkbox"/> Otras (especificar) <input type="checkbox"/>	<i>Bases de Datos Revisiones</i> Cochrane <input checked="" type="checkbox"/> Excelencia Clínica <input type="checkbox"/> PEDro <input checked="" type="checkbox"/> JBI <input type="checkbox"/> Otras (especificar) <input type="checkbox"/>	
Años de Publicación	2017-2020			
Idiomas	Inglés, español			
Otros Límites	1. Ensayos clínicos			
	2. Título y Resumen			

Resultados de la Búsqueda				
Base de Datos Específica 1	Medline – Pubmed			
Combinaciones	1er Nivel	“aerobic exercise” AND “insulin resistance” “aerobic exercise” AND “prediabetes”		
	2do nivel	“aerobic exercise” OR “aerobic training” AND “insulin resistance” OR “insulin sensitivity” AND “prediabetes” OR “prediabetic state”		
Límites introducidos	Idioma: inglés, español. Publicación: 2017-2021 Búsqueda: Title/Abstract Diseño: Ensayo Clínico			
Resultados	1er Nivel	Nº 20 Nº 5	Resultado final	
	2do Nivel	Nº 78	9	
	3er Nivel	Nº	Criterios de Exclusión	
	Otros	Nº	Sin interés para mi tema de investigación	X
			Déficit de calidad del estudio	X
			Dificultades para la obtención de fuentes primarias	
Base de Datos Revisiones 1	PEDro			
Combinaciones	1er Nivel	“aerobic exercise” AND “prediabetes” “aerobic exercise” AND “insulin resistance”		
Límites introducidos	Idioma: inglés, español Publicación: 2017-2021 Diseño: Ensayo Clínico			
Resultados	1er Nivel	Nº 9 Nº 4	Resultado final	
	2do Nivel	Nº	1	
	3er Nivel	Nº	Criterios de Exclusión	
	Otros	Nº	Sin interés para mi tema de investigación	X
			Déficit de calidad del estudio	X
			Dificultades para la obtención de fuentes primarias	

Base de Datos Revisiones 2	Cochrane Library			
Combinaciones	1er Nivel	“aerobic exercise” AND “prediabetes” “aerobic exercise” AND “prediabetes” AND “insulin resistance”		
Límites introducidos	Idioma: inglés, español Publicación: 2017-2021 Embase Diseño: Ensayo clínico			
Resultados	1er Nivel	Nº 29 Nº 8	Resultado final	
	2do Nivel	Nº	4	
	3er Nivel	Nº	Criterios de Exclusión	
	Otros	Nº	Sin interés para mi tema de investigación	X
			Déficit de calidad del estudio	X
			Dificultades para la obtención de fuentes primarias	X
Metabusgador	EBSCOhost			
Combinaciones	1er Nivel	“aerobic exercise” AND “prediabetes”		
Límites introducidos	Idioma: inglés, español Diseño: Ensayo Clínico Publicación: 2017-2021			
Resultados	1er Nivel	Nº 1	Resultado final	
	2do Nivel	Nº	0	
	3er Nivel	Nº	Criterios de Exclusión	
	Otros	Nº	Sin interés para mi tema de investigación	X
			Déficit de calidad del estudio	
			Dificultades para la obtención de fuentes primarias	
Obtención de la Fuente Primaria				
Directamente de la base de datos				
Préstamo Interbibliotecario				
Biblioteca digital de la UIB				
Biblioteca física de la UIB				
Otros (especificar)				

Nº Ficha (por orden)	Código de Referencia interna
1	Sojung et al., 2018

Cita Bibliográfica (Según Vancouver)	Lee SoJung, Ingrid Libman, Kara Hughan, Jennifer L. Kuk, Jong H. Jeong, Di Zhang, B. S., Silva Arslanian MD. Effects of Exercise Modality on Insulin Resistance and Ectopic Fat in Adolescents with Overweight and Obesity: A Randomized Clinical Trial. 2018;176(5):139–48.	
Introducción	Justificación del artículo	En Estados Unidos ha habido un aumento de los niños y adolescentes con sobrepeso y obesidad con un aumento de la prevalencia de prediabetes, diabetes mellitus tipo 2 y la enfermedad de hígado graso. También se ha dado una disminución del nivel de actividad física. Hay estudios en adultos que demuestran que la combinación de ejercicio aeróbico y de resistencia son más eficientes que el ejercicio aeróbico o de resistencia solo para mejorar el control glucémico. No se ha estudiado la combinación de ejercicio sobre la grasa hepática en adolescentes.
	Objetivo del estudio	Determinar si la combinación de ejercicio aeróbico y de resistencia es más efectivo que entrenamiento aeróbico o de resistencia solos para mejorar la sensibilidad a la insulina y reducir la adiposidad y la grasa ectópica en adolescentes.
Metodología	Tipo de estudio	Ensayo Clínico
	Año de realización	2018
	Técnica recogida de datos	El desarrollo puberal fue evaluado por una enfermera especializada con certificación. Se realizó un examen físico completo y pruebas bioquímicas y hematológicas en el Centro de Investigación y Traslado Pediátrico del Hospital de Niños de Pittsburgh. Se utilizó un monitor de la frecuencia cardíaca durante la realización de ejercicio aeróbico. Se utilizó el OGTT para la medición de la tolerancia a la glucosa. Se utilizó el Rd para valorar la resistencia a la insulina.
	Población y muestra	118 participantes (76 mujeres y 42 hombres) adolescentes (12-17 años), desarrollo puberal, sedentarios, con sobrepeso/obesidad, no fumadores
Resultados relevantes	Aumento de la eliminación de glucosa estimulada por insulina en todos los grupos, siendo el grupo de ejercicio aeróbico y el de combinación de aeróbico y de resistencia mayor que en el grupo de solo ejercicios de resistencia. Esta mejora se asoció a	

	<p>la pérdida de peso corporal, del porcentaje de grasa corporal, de grasa hepática y el tejido adiposo intermuscular. Los niveles de glucosa en ayunas no cambiaron en ninguno de los grupos, pero sí hubo reducciones significativas en el nivel de glucosa de 2 horas después de la ingesta en todos los grupos, si haber diferencias entre los diferentes ejercicios.</p>
Discusión planteada	<p>Los tres tipos de ejercicio son beneficiosos para reducir el porcentaje de grasa corporal y de lípidos del sistema musculoesquelético, mejorar la sensibilidad a la insulina, la glucosa en el OGTT y la mejora a nivel cardiorrespiratorio y de fuerza muscular. La combinación de ejercicio es igual de efectiva que las diferentes modalidades para reducir la grasa ectópica en el hígado y a nivel corporal, pero el ejercicio aeróbico es más efectivo que el entrenamiento de resistencia para la mejora de la sensibilidad a la insulina.</p>
Conclusiones del estudio	<p>Los tres tipos de ejercicio son eficaces para la reducción de grasa corporal, lípidos y mejorar los factores de riesgo de la diabetes en adolescentes con obesidad o sobrepeso.</p>
Valoración (Escala Liker)	<p>Liker 4: Relevante por la metodología, resultados, conclusiones y marco teórico</p>
Otros aspectos u observaciones	

Nº Ficha (por orden)	Código de Referencia interna
2	Son et al., 2017

Cita Bibliográfica (Según Vancouver)	Son WM, Sung KD, Bharath LP, Choi KJ, Park SY. Combined exercise training reduces blood pressure, arterial stiffness, and insulin resistance in obese prehypertensive adolescent girls. <i>Clinical and Experimental Hypertension</i> [Internet]. 2017;39(6):546–52. Available from: https://doi.org/10.1080/10641963.2017.1288742	
Introducción	Justificación del artículo	El incremento de la obesidad infantil la cual está fuertemente ligada a enfermedades cardiovasculares en edad adulta tardía. Aumentando la grasa abdominal, presión arterial, hiperinsulinemia y rigidez arterial. Estrecha relación entre la obesidad y la resistencia a la insulina con el incremento de rigidez arterial.
	Objetivo del estudio	Determinar el impacto de la combinación de entrenamiento aeróbico y de resistencia sobre la presión arterial, la velocidad de onda de pulso braquial-tobillo, la resistencia a la insulina y la composición corporal en adolescentes prehipertensas obesas.
Metodología	Tipo de estudio	Ensayo Clínico
	Año de realización	2017
	Técnica recogida de datos	Análisis de sangre, valores de la presión arterial sistólica y diastólica mediante un esfigmomanómetro, la rigidez arterial mediante un tonómetro, se utilizó el índice de masa corporal utilizando su fórmula de peso dividido por la altura al cuadrado, para la resistencia a la insulina se utilizó el HOMA-IR.
	Población y muestra	40 participantes mujeres adolescentes con obesidad, índice de masa corporal superior a 30, prehipertensión, hiperinsulinemia, obesidad abdominal, sedentarias, sin haber realizado previamente cambios en la dieta o en los hábitos alimenticios.
Resultados relevantes	Los niveles de glucosa y el resultado del HOMA-IR se redujo después de la intervención. Glucosa, insulina y HOMA-IR disminuyeron considerablemente en el grupo que realizaba ejercicio aeróbico combinado con ejercicio de resistencia en comparación al grupo control.	
Discusión planteada	La realización de 12 semanas de ejercicio aeróbico combinado con ejercicio resistencia mejoraron la presión arterial, la rigidez arterial, también los niveles de nitrato en sangre (mejorando la función antiinflamatoria, la vasodilatación y las propiedades	

	antioxidantes) asociados a mejoras en las funciones vasculares. Reducción también de la resistencia a la insulina y de los niveles previos en el HOMA-IR, siendo la combinación de ejercicio aeróbico y ejercicio de resistencia una buena herramienta terapéutica para reducir la presión arterial alta y la resistencia a la insulina en este tipo de población.
Conclusiones del estudio	Las 12 semanas de ejercicio combinado redujeron la presión arterial, la rigidez arterial, la resistencia a la insulina y el porcentaje de grasa corporal en adolescentes mujeres con prehipertensión. Todas estas mejoras están asociadas a la disminución de la grasa abdominal y el incremento de los niveles de nitrato.
Valoración (Escala Liker)	Liker 4: Relevante por la metodología, resultados, conclusiones y marco teórico
Otros aspectos u observaciones	

Nº Ficha (por orden)	Código de Referencia interna
3	Pourranjbar et al., 2018

Cita Bibliográfica (Según Vancouver)	Pourranjbar M, Arabnejad N, Naderipour K, Rafie F. Effects of Aerobic Exercises on Serum Levels of Myonectin and Insulin Resistance in Obese and Overweight Women. Journal of medicine and life. 2018;11(4):381–6.	
Introducción	Justificación del artículo	La obesidad está asociada con el síndrome metabólico, enfermedades cardiovasculares, diabetes y resistencia a la insulina. La mionectina es segregada por los músculos y está inversamente relacionada con la obesidad
	Objetivo del estudio	Evaluar los efectos de 8 semanas de ejercicio aeróbico sobre los niveles séricos de mionectina y resistencia a la insulina en mujeres con obesidad y/o sobrepeso.
Metodología	Tipo de estudio	Ensayo Clínico
	Año de realización	2018
	Técnica recogida de datos	El serum de mionectina y las concentraciones de insulina se midieron mediante kits de la compañía Abcam. Las concentraciones de glucosa en suero se midieron utilizando un método colorimétrico enzimático con kits fabricados por Pars Test Company. La resistencia a la insulina también se calculó utilizando la medición de insulina en sangre y glucosa en sangre.
	Población y muestra	80 participantes mujeres de 35-45 años con el índice de masa corporal superior a 25, sedentarias.
Resultados relevantes	Los resultados de la prueba t-test en los niveles de mionectina, resistencia a la insulina y el índice de masa corporal fueron significativamente diferentes en el grupo experimental después de la intervención con ejercicio aeróbico. No hubo diferencias en el grupo control después de las ocho semanas. Los niveles de mionectina aumentaron en el grupo experimental frente al grupo control y, por otro lado, el nivel de resistencia a la insulina en suero fue más bajo en el grupo experimental que en el grupo control	
Discusión planteada	Los resultados del estudio demuestran que tras la intervención de entrenamiento aeróbico los niveles de insulina en suero y de resistencia a la insulina disminuyeron considerablemente, lo que demuestra los efectos positivos del ejercicio aeróbico en la mejora de los índices insulino-dependientes en la obesidad.	
Conclusiones del estudio	Ocho semanas de intervención con ejercicio aeróbico resultaron efectivas para la reducción significativa de mionectina y en los niveles de resistencia a la insulina en mujeres obesas. El	

	ejercicio se puede utilizar como herramienta para controlar y mejorar los factores de riesgo de resistencia a la insulina como la diabetes y enfermedades cardiovasculares y que se debe fomentar la realización del mismo en personas con obesidad y sobrepeso.
Valoración (Escala Liker)	Liker 4: Relevante por la metodología, resultados, conclusiones y marco teórico
Otros aspectos u observaciones	

Nº Ficha (por orden)	Código de Referencia interna
4	Bharath et al., 2018

Cita Bibliográfica (Según Vancouver)	Bharath LP, Choi WW, Cho J min, Skobodzinski AA, Wong A, Sweeney TE, et al. Combined resistance and aerobic exercise training reduces insulin resistance and central adiposity in adolescent girls who are obese: randomized clinical trial. <i>European Journal of Applied Physiology</i> [Internet]. 2018;118(8):1653–60. Available from: http://dx.doi.org/10.1007/s00421-018-3898-8	
Introducción	Justificación del artículo	El ejercicio físico es una recomendación para la mejora de salud y para protegernos contra el desarrollo de patologías metabólicas y cardiovasculares. La combinación de ejercicio aeróbico y de resistencia proporciona beneficios únicos en los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares.
	Objetivo del estudio	Determinar los efectos beneficiosos de la combinación de ejercicio aeróbico con ejercicio de resistencia en adolescentes con obesidad e hiperinsulinemia.
Metodología	Tipo de estudio	Ensayo Clínico
	Año de realización	2018
	Técnica recogida de datos	La glucosa en sangre se midió con un analizador automático Toshiba 120-FR, la concentración de insulina en plasma se midió con kits comerciales de radio-inmunoensayo. La resistencia a la insulina se valoró con el HOMA-IR, la adiponectina y la leptina plasmática se valoraron con kits ELISA comerciales.
	Población y muestra	40 participantes mujeres adolescentes con obesidad, obesidad abdominal, sedentarias, con hiperinsulinemia, sin pérdida de peso en los últimos 6 meses.
Resultados relevantes	12 semanas de ejercicio aeróbico combinado con ejercicio de resistencia demostraron una reducción de los niveles de leptina y un aumento de los niveles de adiponectina en el grupo experimental frente al grupo control. Hubo una reducción en el peso corporal, en el porcentaje de grasa corporal y en la medición de la circunferencia abdominal. También hubo una reducción de la glucosa en sangre, insulina y los resultados de HOMA-IR en el grupo experimental frente al grupo control.	
Discusión planteada	El protocolo de ejercicio aeróbico combinado con ejercicio de resistencia es útil para la mejora de la fuerza muscular, la adiposidad central y la resistencia a la insulina, haciendo que la combinación de ambos sea más beneficioso que las dos modalidades de ejercicio por separado. También hubo una	

	reducción significativa de la adiposidad abdominal, medida por la circunferencia de la cintura, reduciendo así el riesgo de enfermedades metabólicas (como la diabetes de tipo 2), inflamación o enfermedades cardiovasculares. También hubo una mejora en la reducción de glucosa en sangre, insulina y los niveles de leptina y el incremento de adiponectina. Los resultados del HOMA-IR mejoraron considerablemente.
Conclusiones del estudio	La combinación de ejercicio aeróbico y de resistencia es una buena recomendación como herramienta para promover la pérdida de peso y una mejora metabólica y en la salud cardiovascular en adolescentes mujeres con obesidad e hiperinsulinemia.
Valoración (Escala Liker)	Liker 4: Relevante por la metodología, resultados, conclusiones y marco teórico
Otros aspectos u observaciones	

Nº Ficha (por orden)	Código de Referencia interna
5	Ortega et al., 2020

Cita Bibliográfica (Según Vancouver)	Ortega JF, Morales-Palomo F, Ramirez-Jimenez M, Moreno-Cabañas A, Mora-Rodríguez R. Exercise improves metformin 72-h glucose control by reducing the frequency of hyperglycemic peaks. Acta Diabetologica [Internet].	
Introducción	Justificación del artículo	La DMT2 es una enfermedad metabólica crónica cuya prevalencia se ve en aumento. Esta enfermedad se relaciona con enfermedades cardiovasculares, siendo la principal causa de muerte y discapacidad en pacientes diabético.
	Objetivo del estudio	Determinar los efectos por separado y combinados de la metformina y el ejercicio sobre la sensibilidad a la insulina y el control glucémico en personas con sobrepeso
Metodología	Tipo de estudio	Ensayo Clínico
	Año de realización	2020
	Técnica recogida de datos	Prueba de ejercicio en bicicleta hasta agotamiento usando un cicloergonómico como medición, presión arterial monitoreada para comprobar respuesta cardiovascular normal al ejercicio. Para la resistencia a la insulina se utilizó el HOMA-IR, para la tolerancia a la glucosa el IVGTT y el isCGM.
	Población y muestra	16 participantes (3 mujeres y 13 hombres) con sobrepeso, mujeres postmenopáusicas, resistencia a la insulina, realizando tratamiento con metformina mínimo los últimos 6 meses, haber realizado 8 semanas previas de ejercicio HIIT, tener prediabetes o DMT2.
Resultados relevantes	En cuanto a los resultados del isCGM, solo en grupo que combinaba metformina y ejercicio tuvo mejoras en los resultados frente al grupo control. El grupo que combinaba metformina con ejercicio aeróbico también tuvo mejoras considerables en el HOMA-IR y el IVGTT.	
Discusión planteada	Ejercicio y metformina son las herramientas principales para la prevención y tratamiento de la DMT2. La combinación de metformina y ejercicio fue la condición que redujo considerablemente los niveles de hiperglicemia en comparación al grupo control. La hiperglicemia se relaciona con complicaciones cardiovasculares. La resistencia a la insulina mejoró tanto en el grupo que tomaba medicación de metformina como en el grupo que tomaba metformina combinada con ejercicio.	

Conclusiones del estudio	La combinación de metformina y ejercicio son dos pilares para el tratamiento y la prevención de diabetes tipo 2, mejorando la sensibilidad a la insulina y control glucémico mediante la reducción de la glucemia y frecuencia de picos hiperglucémicos.
Valoración (Escala Liker)	Liker 4: Relevante por la metodología, resultados, conclusiones y marco teórico
Otros aspectos u observaciones	

Nº Ficha (por orden)	Código de Referencia interna
6	Weiss et al., 2017

Cita Bibliográfica (Según Vancouver)	Edward P. Weiss, Dominic N. Reeds, Uthayashanker R. Ezekiel, Stewart G. Albert, and Dennis T. V. Circulating cytokines as determinants of weight loss-induced improvements in insulin sensitivity. 2017;176(3):139–48.	
Introducción	Justificación del artículo	La restricción de calorías en la dieta y el ejercicio favorecen la pérdida de peso y tienen efectos positivos para la mejora de la sensibilidad a la insulina. No se sabe si estos efectos se atribuyen a cambios en las citocinas circulantes.
	Objetivo del estudio	Evaluar si la pérdida de peso inducida por la restricción calórica y el ejercicio tiene efectos aditivos sobre las citocinas y estos cambios se correlacionan con mejoras en la sensibilidad a la insulina.
Metodología	Tipo de estudio	Ensayo Clínico
	Año de realización	2017
	Técnica recogida de datos	OGTT para la valoración de la tolerancia a la glucosa, análisis de sangre para medir citocinas, el volumen máximo de oxígeno se midió con un calorímetro indirecto.
	Población y muestra	52 participantes (39 mujeres y 13 hombres) con obesidad, 45-65 años, que no realizan actividad física regularmente, mujeres postmenopáusicas
Resultados relevantes	El peso no varió considerablemente tras la intervención de dos semanas, siendo mayor en el grupo que combinaba dieta con ejercicio. Hubo una mayor mejora en la prueba de tolerancia a la glucosa en el grupo que combinaba la restricción calórica con el programa de ejercicios. Las concentraciones de leptina disminuyeron considerablemente tanto en el grupo de solo ejercicio como en el grupo de ejercicio y restricción calórica frente al grupo control.	
Discusión planteada	La pérdida de peso redujo las concentraciones de leptina en todos los grupos relacionándose con mejoras en la sensibilidad a la insulina. Se redujeron los niveles de adiponectina, relacionándose también con la pérdida de peso y la mejora de la resistencia a la insulina. También se correlacionó con la mejora en la sensibilidad a la insulina la disminución de pentraxin-3.	
Conclusiones del estudio	La pérdida de peso moderada en hombres y mujeres con sobrepeso disminuyó las concentraciones circulantes de leptina, adiponectina y pentraxin-3, los cuales se correlacionaron con la mejora en la sensibilidad a la insulina. El ejercicio tuvo mejoras a nivel cardiorrespiratorio. La combinación de reducción calórica con ejercicio es beneficiosa por los efectos positivos	

	que tiene, ya que mejora la resistencia a la insulina y previene el riesgo de diabetes mellitus tipo 2.
Valoración (Escala Liker)	Liker 4: Relevante por la metodología, resultados, conclusiones y marco teórico
Otros aspectos u observaciones	

Nº Ficha (por orden)	Código de Referencia interna
7	Wong et al., 2017

Cita Bibliográfica (Según Vancouver)	Wong A, Sanchez-Gonzalez MA, Son WM, Kwak YS, Park SY. The effects of a 12-week combined exercise training program on arterial stiffness, vasoactive substances, inflammatory markers, metabolic profile, and body composition in obese adolescent girls. <i>Pediatric Exercise Science</i> . 2018;30(4):480–6	
Introducción	Justificación del artículo	La obesidad infantil y en la adolescencia es una crisis de salud pública internacional. Es fundamental prevenir los efectos negativos de la obesidad a una edad temprana mediante la implementación de intervenciones adecuadas al estilo de vida, como el ejercicio físico.
	Objetivo del estudio	Eficacia de un régimen combinado de entrenamiento de resistencia y ejercicio aeróbico sobre la rigidez arterial, las sustancias vasoactivas, los marcadores inflamatorios, el perfil metabólico y la composición corporal en adolescentes obesas
Metodología	Tipo de estudio	Ensayo Clínico
	Año de realización	2017
	Técnica recogida de datos	HOMA-IR para valorar la resistencia a la insulina, adiponectina en sangre mediante los kits ELISA, índice de masa corporal mediante la formula de peso dividido altura al cuadrado, circunferencia abdominal, el porcentaje de grasa abdominal mediante un medidos de impedancia bioeléctrico.
	Población y muestra	30 participantes mujeres con obesidad, sedentarias, con hiperinsulinemia, obesidad abdominal y sin pérdida de peso los últimos 6 meses
Resultados relevantes	Pérdida de peso considerable en el grupo experimental frente al grupo control, también se aprecia un descenso del índice de masa corporal, una reducción de la circunferencia abdominal y del porcentaje de grasa corporal. También se aprecia un descenso en el grupo con intervención de ejercicio en los niveles de glucosa, en los niveles de insulina, en los resultados del HOMA-IR, en los niveles de leptina y un incremento de los niveles de adiponectina mejorando también la frecuencia cardíaca por minuto.	
Discusión planteada	El grupo intervención mejoró el porcentaje de grasa corporal, mejorando los factores de riesgo metabólicos, la inflamación, la composición corporal y reduciendo el riesgo de aterosclerosis en mujeres adolescentes con obesidad. También fue efectiva la	

	intervención para mejorar los niveles de nitrato que se relacionan con la mejora en la función endotelial. Las hormonas leptina y adiponectina se regularon ejerciendo efectos en el metabolismo de la glucosa, la oxidación de grasa y la resistencia a la insulina.
Conclusiones del estudio	12 semanas de intervención con ejercicio mejorar la rigidez arterial, el nivel de nitrato plasmático, nivel de citocinas, la resistencia a la insulina y el porcentaje de grasa corporal en adolescentes con obesidad. La intervención del grupo experimental puede ser una herramienta factible como tratamiento para mejorar la rigidez arterial, los niveles de nitrato, la resistencia a la insulina y la composición corporal en adolescentes con obesidad.
Valoración (Escala Liker)	Liker 4: Relevante por la metodología, resultados, conclusiones y marco teórico
Otros aspectos u observaciones	

Nº Ficha (por orden)	Código de Referencia interna
8	Rowan et al. 2017

Cita Bibliográfica (Según Vancouver)	Rowan CP, Riddell MC, Gledhill N, Jamnik VK. Aerobic Exercise Training Modalities and Prediabetes Risk Reduction. <i>Medicine and Science in Sports and Exercise</i> . 2017;49(3):403–12.	
Introducción	Justificación del artículo	La prediabetes se relaciona con factores de riesgo modificables gracias a, en particular, la actividad física.
	Objetivo del estudio	Investigar la efectividad del entrenamiento continuo de intensidad moderada frente al entrenamiento de intervalos de alta intensidad (HIIT) en personas con prediabetes.
Metodología	Tipo de estudio	Ensayo Clínico
	Año de realización	2017
	Técnica recogida de datos	HOMA-IR, hemoglobina glucosilada (A1C), composición corporal, aptitud musculoesquelética y aeróbica
	Población y muestra	21 participantes (15 mujeres y 6 hombres) prediabéticos, con 30-65 años, sedentarios.
Resultados relevantes	Reducción leve del peso corporal, el porcentaje de grasa corporal y el índice de masa corporal, mejora en el resultado de la circunferencia de cintura, mejora en las aptitudes físicas y aeróbicas. Mejora en el control glucémico y en la resistencia a la insulina, en la tolerancia de la glucosa en ayuno y tras dos horas de ingesta.	
Discusión planteada	El ejercicio ayudó a mejorar el control glucémico (medido con A1C), mejora en la reducción de la glucosa en ayuno. La reducción de la prueba A1C se relaciona con la disminución de riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y el riesgo a padecer diabetes mellitus de tipo 2. También hubo una mejora en la resistencia a la insulina en ambos grupos medido con el HOMA-IR.	
Conclusiones del estudio	La realización de ejercicio durante 16 semanas de ejercicio aeróbico HIIT o continuo, complementados con entrenamiento de resistencia, mejoró el control glucémico, la adiposidad central, la aptitud musculoesquelética y aeróbica en personas con prediabetes.	
Valoración (Escala Liker)	Liker 4: Relevante por la metodología, resultados, conclusiones y marco teórico	
Otros aspectos u observaciones		

Nº Ficha (por orden)	Código de Referencia interna
9	Yuan et al., 2020

Cita Bibliográfica (Según Vancouver)	Yuan X, Dai X, Liu L, Hsue C, Miller JD, Fang Z, et al. Comparing the effects of 6 months aerobic exercise and resistance training on metabolic control and β -cell function in Chinese patients with prediabetes: A multicenter randomized controlled trial. Journal of Diabetes. 2020;12(1):25–37.	
Introducción	Justificación del artículo	El entrenamiento aeróbico puede retrasar el agotamiento pancreático y ralentizar la progresión de la prediabetes a diabetes mellitus de tipo 2, pero hay menos información sobre el ejercicio de resistencia en personas con prediabetes.
	Objetivo del estudio	Comparar la efectividad del ejercicio aeróbico con el ejercicio de resistencia para la mejora del control metabólico y la función de protección de las células- β en personas con prediabetes.
Metodología	Tipo de estudio	Ensayo Clínico
	Año de realización	2020
	Técnica recogida de datos	La mejora del control glucémico se valoró con HOMA2- β , HOMA2-IR y OGTT.
	Población y muestra	248 participantes (161 mujeres y 87 hombres) con prediabetes, menores de 75 años
Resultados relevantes	Pérdida de peso, mejora en el índice de grasa corporal en los dos grupos con intervención de ejercicio frente al grupo control, mejora en el OGTT y en los niveles de insulina, disminución en los resultados del HOMA2-IR.	
Discusión planteada	El ejercicio aeróbico es una buena herramienta para la prevención de diabetes mellitus de tipo 2, tras los resultados del estudio, se puede concluir que el ejercicio de resistencia también tiene mejoras comparando con el grupo aeróbico. Seis meses de ejercicio de resistencia y aeróbico son efectivos para la disminución de los niveles HOMA2-IR y HOMA2- β , mejorando la resistencia a la insulina y el control glucémico en pacientes con prediabetes.	
Conclusiones del estudio	HOMA2-IR y HOMA2- β mejoró tanto en el grupo de ejercicio de resistencia como en el grupo de entrenamiento aeróbico, pero no hubo diferencias significativas entre ambos grupos. El entrenamiento aeróbico y el entrenamiento de resistencia durante 6 meses pueden mantener significativamente la mejora de la sensibilidad a la insulina.	
Valoración (Escala Liker)	Liker 4: Relevante por la metodología, resultados, conclusiones y marco teórico	

Nº Ficha (por orden)	Código de Referencia interna
10	Yan et al., 2019

Cita Bibliográfica (Según Vancouver)	Yan J, Dai X, Feng J, Yuan X, Li J, Yang L, et al. Effect of 12-Month Resistance Training on Changes in Abdominal Adipose Tissue and Metabolic Variables in Patients with Prediabetes: A Randomized Controlled Trial. Journal of Diabetes Research. 2019;2019:1–10	
Introducción	Justificación del artículo	Los individuos con prediabetes tienen un riesgo alto de progresar a diabetes mellitus de tipo 2. La glucosa en ayuno alterada, la intolerancia a la glucosa y la combinación de ambas caracterizado por diferentes niveles de resistencia a la insulina son los estados de prediabetes.
	Objetivo del estudio	Examinar los efectos del ejercicio de resistencia y del ejercicio aeróbico en la grasa abdominal y las variables metabólicas en adultos con prediabetes.
Metodología	Tipo de estudio	Ensayo Clínico
	Año de realización	2019
	Técnica recogida de datos	HOMA2-IR para la medición de resistencia a la insulina, Hb1AC, medición del tejido adiposo visceral, tejido adiposo subcutáneo medidos por tomografía computarizada. También la composición corporal, el perfil lipídico y las variables metabólicas,
	Población y muestra	105 participantes (65 mujeres y 40 hombres) con prediabetes y una fuerza muscular superior a cuatro.
Resultados relevantes	No hay diferencias en el IMC, el tejido adiposo subcutáneo, la pérdida de peso entre los grupos después de 12 semanas de intervención. Sí se observó un mayor aumento de la masa muscular en el grupo que realizaba ejercicio de resistencia frente al grupo con ejercicio aeróbico. La medición del tejido adiposo visceral disminuyó más en el grupo aeróbico que en el grupo de resistencia y grupo control. HbA1C tuvo una mejora considerable en el grupo con intervención aeróbica.	
Discusión planteada	En la intervención hubo mejoras tanto en el grupo de ejercicio de resistencia como en el grupo de ejercicio aeróbico en el control glucémico que en el grupo control. Tras la intervención se observó que la incidencia de diabetes fue del 8,6% en el grupo aeróbico, de 5,7% en el grupo de resistencia y del 28,6% en el grupo control. Una diferencia considerable en el número de personas con prediabetes que pasaron a tener diabetes. Este resultado nos demuestra la eficacia del ejercicio tanto aeróbico como de resistencia para la prevención de la diabetes.	

Conclusiones del estudio	Tanto los ejercicios aeróbicos como de resistencia son efectivos para la reducción del tejido adiposo abdominal y la glucosa plasmática en ayunas en adultos con prediabetes. Sin embargo, el aumento de masa muscular es más efectivo con el ejercicio de resistencia
Valoración (Escala Liker)	Liker 4: Relevante por la metodología, resultados, conclusiones y marco teórico
Otros aspectos u observaciones	

Nº Ficha (por orden)	Código de Referencia interna
11	Gaitán et al., 2019

Cita Bibliográfica (Según Vancouver)	Gaitán JM, Eichner NZM, Gilbertson NM, Heiston EM, Weltman A, Malin SK. Two weeks of interval training enhances fat oxidation during exercise in obese adults with prediabetes. Journal of Sports Science and Medicine. 2019;18(4):636–44.	
Introducción	Justificación del artículo	La prediabetes se asocia con una capacidad oxidativa alterada y una utilización alterada del sustrato durante el ejercicio. En esta población se desconocen los efectos del entrenamiento continuo comparado con el entrenamiento por intervalos sobre la oxidación de grasa durante una serie de ejercicio agudo con las mismas intensidades absolutas y relativas
	Objetivo del estudio	Esclarecer los efectos del entrenamiento continuo comparado con el ejercicio por intervalos sobre la oxidación de grasa
Metodología	Tipo de estudio	Ensayo Clínico
	Año de realización	2019
	Técnica recogida de datos	OGTT, IFG, IGT para el control glucémico y la tolerancia a la glucosa, circunferencia abdominal, índice de masa corporal con la formula de peso dividido altura elevado al cuadrado.
	Población y muestra	22 participantes (17 mujeres y 5 hombres) adultos, con obesidad, sedentarios, no fumadores, sin enfermedades cardiovasculares, cáncer, complicaciones respiratorias o enfermedades metabólicas, mujeres postmenopáusicas.
Resultados relevantes	No hay cambios significables en la medición de la circunferencia de la cintura, el peso corporal, el índice de masa corporal, el porcentaje de grasa corporal, sí hay una diferencia importante en los valores del OGTT previos y posterior a la intervención	
Discusión planteada	Se puede observar una considerable mejora en los valores de tolerancia a la glucosa en personas adultas con obesidad con la intervención de ejercicio aeróbico tanto continuo como con intervalos de intensidad. También se puede observar un aumento similar en la oxidación de grasas en ambos grupos intervención. Estos cambios en la dependencia del metabolismo de grasas se relacionaron con una mayor capacidad aeróbica, pero no con la mejora de la sensibilidad a la insulina.	
Conclusiones del estudio	Dos semanas de entrenamiento aeróbico continuo o con cambios de intensidad aumentan la oxidación de grasas de igual	

	manera en adultos prediabéticos. Estos resultados sugieren que los aumentos en la capacidad oxidativa que aparecen por el ejercicio pueden contribuir a la reducción del riesgo cardiometabólico y respaldar el uso del ejercicio aeróbico como una terapia eficaz para prevenir y/o retrasar la aparición de diabetes mellitus tipos 2 y enfermedades cardiovasculares
Valoración (Escala Liker)	Liker 4: Relevante por la metodología, resultados, conclusiones y marco teórico
Otros aspectos u observaciones	

Nº Ficha (por orden)	Código de Referencia interna
12	Dai et al., 2019

Cita Bibliográfica (Según Vancouver)	Dai X, Zhai L, Chen Q, Miller JD, Lu L, Hsue C, et al. Two-year-supervised resistance training prevented diabetes incidence in people with prediabetes: A randomised control trial. <i>Diabetes/Metabolism Research and Reviews</i> . 2019;35(5):0–2.	
Introducción	Justificación del artículo	Más de 382 millones de personas en el mundo tienen diabetes y va en aumento. El Programa de Prevención de Diabetes de Estados Unidos demostró que los cambios en los hábitos de vida, incluyendo actividad física recudía la incidencia de DMT2 en un 58% en personas con prediabetes
	Objetivo del estudio	Explorar los efectos a largo plazo del entrenamiento aeróbico, el entrenamiento de resistencia y el entrenamiento combinado para prevenir la incidencia de DMT2 en pacientes con prediabetes
Metodología	Tipo de estudio	Ensayo clínico
	Año de realización	2019
	Técnica recogida de datos	OGTT para la tolerancia a la glucosa, glucosa en ayuno (FPG), hemoglobina glucosinada (HbA1c), el colesterol total, colesterol unido a lipoproteínas de alta densidad (HDL-C), colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad (LDL-C), triglicéridos, presión arterial con un esfigomanómetro
	Población y muestra	137 participantes adultos (entre 55 y 75 años), con prediabetes y con fuerza muscular superior a cuatro
Resultados relevantes	FPG, OGTT y HbA1c aumentó significativamente en el grupo control, mientras que en los grupos que realizaron protocolo de ejercicio, estos valores disminuyeron hasta niveles saludables. Todos los grupos con intervención de ejercicio tuvieron cambios significantes en el colesterol total, HDL-C y LCL-C comparado con el grupo control.	
Discusión planteada	A los dos años, la incidencia acumulativa de DMT2 fue menor en los grupos con intervención de ejercicio que en el grupo control, siendo del 21% en el grupo con ejercicio combinado, 26% en el grupo de ejercicio de resistencia, 22% en el grupo de ejercicio aeróbico y de un 69% en el grupo control sin intervención de ejercicio. En los grupos con intervención de ejercicio FPG, OGTT y Hb1Ac disminuyó hasta los valores normales de glucosa en sangre. La mejora de la glucosa en sangre con dieta y ejercicio aeróbico en pacientes con	

	prediabetes está correlacionada con la pérdida de peso, ya que una reducción de peso de 5-10% puede mejorar el estatus metabólico de las personas prediabéticas con obesidad y sobrepeso. El grupo de ejercicio de resistencia tuvo un 3% de pérdida de peso, el grupo aeróbico un 5% y el grupo que combinaba las dos modalidades de ejercicio un 7%
Conclusiones del estudio	Los resultados del estudio mostraron que el ejercicio de resistencia solo o combinado con el aeróbico es igual de efectivo que solo el ejercicio aeróbico para la prevención de DMT2 en pacientes con prediabetes.
Valoración (Escala Liker)	Liker 4: Relevante por la metodología, resultados, conclusiones y marco teórico
Otros aspectos u observaciones	

Nº Ficha (por orden)	Código de Referencia interna
13	Liu et al., 2020

Cita Bibliográfica (Según Vancouver)	Liu L, Ma X, XU H, Ruan S, Yuan X. Comparing the effects of 12 months aerobic exercise and resistance training on glucose metabolism among prediabetes phenotype: A explorative randomized controlled trial. Primary Care Diabetes [Internet]. 2021;15(2):340–6. Available from: https://doi.org/10.1016/j.pcd.2020.11.003	
Introducción	Justificación del artículo	La fisiopatología de cada fenotipo de prediabetes es única y promueve diferentes niveles de riesgo de diabetes y enfermedades cardiovasculares. Las pautas de ejercicio para personas con prediabetes podrían mejorar el control glucémico, pero sus efectos sobre los diferentes subtipos no están claros.
	Objetivo del estudio	Evaluar los efectos del entrenamiento aeróbico o entrenamiento de resistencia sobre el metabolismo de la glucosa y el perfil lipídico en los diferentes fenotipos de pacientes con prediabetes
Metodología	Tipo de estudio	Ensayo Clínico
	Año de realización	2020
	Técnica recogida de datos	HbA1c para el control glucémico, OGTT para la tolerancia oral a la glucosa y la glucosa en ayuna, LDL-C, HDL-C y CT.
	Población y muestra	128 participantes (117 mujeres y 11 hombres) con prediabetes, IFG, IGT o CGI
Resultados relevantes	Al inicio del estudio no había diferencias significativas entre los grupos en cuanto a resistencia a la insulina o tolerancia a la glucosa. Tras seis meses de intervención el grupo aeróbico tenía menor medía que el grupo con intervención de resistencia. Esta disminución fue aumentando con los meses, teniendo el grupo aeróbico mejores resultados en HbA1c, pero iguales en el FBG	
Discusión planteada	El entrenamiento aeróbico es más eficaz para reducir el OGTT en el fenotipo IGT en comparación al grupo de resistencia. El ejercicio aeróbico redujo los niveles de glucosa a las 2 horas en el IGT. En comparación con el grupo control, la intervención con ejercicio de resistencia no mejoró la tolerancia a la glucosa oral en 2 horas en los individuos con IGT. Las intervenciones modificadas en el estilo de vida pueden reducir el riesgo de diabetes tipo 2.	
Conclusiones del estudio	El programa de ejercicio aeróbico obtuvo mejoras en la OGTT y en HbA1c en comparación con el grupo de resistencia para la prediabetes. Estos hallazgos pueden variar según el fenotipo de prediabetes, ya que la intervención con ejercicio aeróbico pareció más eficaz en el IGT.	

Valoración (Escala Liker)	Liker 4: Relevante por la metodología, resultados, conclusiones y marco teórico
Otros aspectos u observaciones	

Nº Ficha (por orden)	Código de Referencia interna
14	Malin et al., 2019

Cita Bibliográfica (Según Vancouver)	Malin SK, Gilbertson NM, Eichner NZM, Heiston E, Miller S, Weltman A. Impact of Short-Term Continuous and Interval Exercise Training on Endothelial Function and Glucose Metabolism in Prediabetes. Journal of Diabetes Research. 2019;2019:6–13.	
Introducción	Justificación del artículo	Se desconoce el impacto del entrenamiento de ejercicios por intervalos comparado con el ejercicio de intensidad continua en la función endotelial en relación con el metabolismo de la glucosa antes de una pérdida de peso clínicamente significativa en adultos con prediabetes
	Objetivo del estudio	Averiguar el impacto del entrenamiento por intervalos comparado con el ejercicio de intensidad continua en el metabolismo de la glucosa en adultos con prediabetes
Metodología	Tipo de estudio	Ensayo Clínico
	Año de realización	2019
	Técnica recogida de datos	OGTT para la tolerancia a la glucosa, IMC, grasa corporal con impedancia bioelectrónica, Molécula de adhesión celular vascular (VCAM-1) y Molécula de Adhesión Intercelular (ICAM-1) para evaluar la inflamación sistémica y vascular
	Población y muestra	26 participantes (20 mujeres y 6 hombres) con prediabetes, físicamente inactivos y sin pérdida de peso superior a 2 kg en los últimos 6 meses
Resultados relevantes	El entrenamiento continuo y de intervalos no tuvo ningún efecto sobre la glucosa en ayunas, pero redujo las concentraciones de glucosa a las 2 horas y tendió a disminuir el área incremental bajo la curva (iAUC) de la glucosa. Además, VCAM se incrementó después del ejercicio continuo y a intervalos.	
Discusión planteada	El ejercicio aeróbico continuo y a intervalos durante dos semanas no aumentó la función endotelial en personas obesas con prediabetes a pesar de las mejoras en la tolerancia a la glucosa y las respuestas de la insulina en la prueba OGTT. El ejercicio continuo a intensidad moderada mejora la función vascular durante el ayuno y los periodos de hiperglucemia.	
Conclusiones del estudio	La función endotelial no mejoró después de 2 semanas de ejercicio continuo o a intervalos en personas con prediabetes, pero sí hubo una mejora de la tolerancia a la glucosa y a las concentraciones de insulina circulante. Una mayor inflamación vascular después del entrenamiento, según los resultados del	

	VCAM, se correlacionó con una mayor función vascular en ayunas.
Valoración (Escala Liker)	Liker 4: Relevante por la metodología, resultados, conclusiones y marco teórico
Otros aspectos u observaciones	