



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

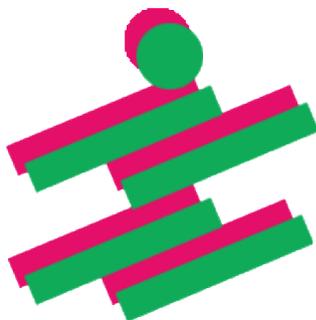
TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA

Eficacia del ejercicio en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. Ejercicio interválico de alta intensidad vs ejercicio continuo.

Efficacy of exercise in patients with type 2 diabetes mellitus. High intensity interval exercise vs continuous exercise.

Eficacia do exercicio en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. Exercício interválico de alta intensidade vs exercicio continuo.



Facultad de Fisioterapia

Alumno: D. Andrés Toca Carrera

DNI: 47384324-T

Tutor: Dr. Marcelo Chouza Insua

Convocatoria: Junio 2017

Índice:

1. Resumen.....	3
2. Introducción.....	6
2.1. Tipo de trabajo.....	6
2.2. Motivación personal.....	6
3. Contextualización.....	8
3.1. Antecedentes.....	8
3.1.1. Definición y conceptos.....	8
3.1.2. Fisiopatología.....	8
3.1.3. Factores de riesgo.....	9
3.1.4. Pruebas para evaluar control glucémico.....	9
3.1.5. Tratamiento.....	9
3.2. Justificación del trabajo.....	12
4. Objetivos.....	14
4.1. Pregunta de investigación.....	14
4.2. Objetivos.....	14
4.2.1. General.....	14
4.2.2. Específico.....	14
5. Material y métodos.....	15
5.1. Bases de datos empleadas y fecha.....	15
5.2. Criterios de selección.....	15
5.2.1. Criterios de inclusión.....	15
5.2.2. Criterios de exclusión.....	15
5.3. Estrategia de búsqueda.....	15
5.4. Gestión de la bibliografía localizada.....	19
5.5. Selección de los artículos.....	19
5.6. Variables de estudio.....	20
5.7. Calidad de los estudios.....	21
6. Resultados.....	22
7. Discusión.....	28
8. Conclusiones.....	32
9. Bibliografía.....	33
10. Anexos.....	35

Índice de tablas:

Tabla I. Estrategia de búsqueda PubMed.

Tabla II. Síntesis de las variables de estudio

Tabla III. Principales características del estudio y resultados.

Índice de acrónimos/abreviaturas:

- EIAI: Entrenamiento interválico de alta intensidad.
- TC: Entrenamiento continuo.
- GPP: Glucosa postprandial
- TTOG: Test de tolerancia a la glucosa
- MCG: Monitorización continua de la glucosa
- HbA1c: Hemoglobina glucosilada
- VO₂: Volumen de oxígeno.
- VO_{2r}: Volumen de oxígeno de reserva.
- FC: Frecuencia cardíaca.
- FC_{máx}: Frecuencia cardíaca máxima.
- RPE: Rango de esfuerzo percibido
- Mets: Síndrome metabólico.

1.- Resumen:

Introducción:

Una de las primeras opciones de tratamiento para el control glucémico en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 (DM2) es el ejercicio físico. Hoy en día existe controversia sobre cómo pautar el ejercicio físico. Dos de las modalidades más usadas son: ejercicio continuo (EC) y ejercicio interválico de alta intensidad (EIAI).

El EIAI es una estrategia de ejercicio que alterna periodos de ejercicio anaeróbico intenso corto con periodos menos intensos de recuperación.

Objetivos:

Conocer si con el ejercicio interválico de alta intensidad se consigue una mayor eficacia en el tratamiento de la DM2 que con el ejercicio continuo.

Material y métodos:

La búsqueda se efectuó en las bases de datos PubMed, PEDro, Scopus, Cochrane Library, Web of science, CINHALL y Sport Discuss; seleccionando estudios publicados entre el año 2007 y la actualidad (2017) en lengua española e inglesa. Los aspectos a evaluar muestran qué intervención tiene mayor eficacia sobre el control de la glucosa en sangre y la insulina.

Resultados:

Se seleccionaron 9 artículos, de calidad intermedia. 4 de ellos muestran una mayor eficacia en el control glucémico del EIAI con respecto al EC y 5 muestran un resultado equitativo. En la adherencia al tratamiento, 4 artículos muestran mayor adherencia en el EIAI y 5 artículos muestran la misma.

Conclusiones:

La mayor parte de los estudios muestran que hay una ligera mejoría en el control glucémico y adherencia al tratamiento con el ejercicio interválico de alta intensidad con respecto al ejercicio continuo.

Palabras clave:

“High-Intensity Interval Training”, “Diabetes Mellitus, Type 2” y “Blood Glucose”.

1.- Abstract

Introduction:

One of the first treatment options for glycemic control in patients with type 2 diabetes mellitus (DM2) is physical exercise. Today there is controversy about how to guide physical exercise. Two of the most used modalities are: continuous exercise (CE) and high intensity interval exercise (HIIT).

The HIIT is an exercise strategy that alternates periods of short intense anaerobic exercise with less intense periods of recovery.

Objectives:

To know if high-intensity interval exercise achieves greater efficacy in the treatment of T2DM than with continuous exercise.

Material and methods:

The search was carried out in the databases PubMed, PEDro, Scopus, Cochrane Library, Web of science, CINHALL and Sport Discuss; Selecting studies published between 2007 and present (2017) in Spanish and English. The aspects to be assessed show which intervention is most effective in the control of blood glucose and insulin.

Results:

We selected 9 articles of intermediate quality. 4 of them show a greater efficacy in the glycemic control of the HIIT with respect to the CE and 5 show an equitable result. In adherence to treatment, 4 articles show greater adherence in the HIIT and 5 articles show the same.

Conclusions:

The majority of studies show that there is a slight improvement in glycemic control and adherence to treatment with high-intensity interval exercise compared to continuous exercise.

Key words:

“High-Intensity Interval Training”, “Diabetes Mellitus, Type 2” and “Blood Glucose”.

1.- Resumo:

Introdución:

Unha das primeiras opcións de tratamento para o control da glicemia en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 (DM2) é o exercicio físico. Hoxe en día hai controversia sobre o xeito no que pautar o exercicio físico. Dous das modalidades máis empregadas son: exercicio continuo (EC) e exercicio interválico de alta intensidade (EIAI).

O EIAI é unha estratexia de exercicio que alterna períodos de exercicio anaeróbico intenso curto con períodos menos intensos de recuperación.

Obxetivos:

Coñecer se co exercicio interválico de alta intensidade alcánzase unha maior eficacia no tratamento da DM2 que co exercicio continuo.

Material e métodos:

A búsqueda efectuouse nas bases de datos PubMed, PEDro, Scopus, Cochrane Library, Web of science, CINHALL e Sport Discuss; seleccionando estudos publicados entre os anos 2007 e a actualidade (2017) na lingua española ou inglesa. Os aspectos a avaliar mostran as intervencións que teñen maior eficacia sobre o control da glucosa en sangue e a insulina.

Resultados:

Seleccionáronse 9 artigos, de calidade intermedia. 4 deles mostran unha maior eficacia no control da glicemia do EIAI comparándoo co EC e 5 mostran un resultado semellante. Na adherencia ao tratamento, 4 artigos mostran maior adherencia no EIAI e 5 artigos mostran a mesma.

Conclusións:

A maior parte dos estudos mostran que hai unha lixeira melloría no control da glicemia e adherencia ao tratamento co exercicio interválico de alta intensidade comparándoo co exercicio continuo.

Palabras chave:

“High-Intensity Interval Training”, “Diabetes Mellitus, Type 2” e “Blood Glucose”.

2.- Introducción:

2.1.- Tipo de trabajo

El presente trabajo consiste en una revisión sistemática.

Las revisiones sistemáticas son un diseño de investigación observacional y retrospectivo, que sintetiza los resultados de múltiples investigaciones primarias. Son parte esencial de la medicina basada en la evidencia por su rigurosa metodología, identificando los estudios relevantes para responder preguntas específicas de la práctica clínica.(1)

Se realiza una revisión sistemática con el objetivo de integrar la información disponible sobre qué programas de entrenamiento mediante ejercicio físico (EIAI o EC) obtienen mejores resultados para el tratamiento de pacientes con diabetes mellitus tipo 2. El éxito de un programa o de otro radica en el control glucémico y la adherencia al tratamiento que genere cada modalidad.

2.2.- Motivación personal:

La diabetes mellitus (DM) se puede considerar como uno de los principales problemas de salud mundial, entre otras razones por su elevada prevalencia, su elevado coste económico y el número de muertes prematuras que provoca. (2)

Las previsiones de la OMS para el año 2030 son de 366 millones de diabéticos en todo el mundo. La mayoría de ellos serán DM2; esta afección alcanzará dimensiones de auténtica epidemia en los países desarrollados. Este importante incremento se atribuye al crecimiento y el envejecimiento de la población, la mayor frecuencia de obesidad, la falta de ejercicio y la urbanización.(2)

Actualmente se calcula que la población con diabetes puede consumir entre un 4 y un 14% del gasto sanitario global en los países occidentales y un paciente con diabetes consume entre 2 y 6 veces más recursos directos que los individuos de edad y sexo similar con otras enfermedades crónicas. (2)

Ante tales cifras, me ha llamado la atención la cantidad de recursos destinados a su atención y prevención. El tratamiento farmacológico conlleva un gran gasto económico que, pudiendo controlar los niveles de glucosa en sangre mediante otros tratamientos como el

ejercicio físico, este gasto se vería muy reducido además de ser una opción con mayores beneficios adicionales para el paciente.

Es por ello por lo que me surge la curiosidad de conocer qué tipo de entrenamiento físico tendría una mayor repercusión en el tratamiento de pacientes con DM2.

3.- Contextualización:

3.1.- Antecedentes

3.1.1.-Definición y conceptos:

La diabetes mellitus tipo 2 es un trastorno metabólico que representa una de las principales causas de consulta en atención primaria y un reto para su tratamiento. (3)

Desde el punto de vista clínico, la DM2 es un grupo heterogéneo de procesos cuya característica común es la hiperglucemia.(2)

El término hiperglucemia hace referencia al aumento anormal de la cantidad de glucosa en sangre.

La resistencia a la insulina (RI) se define como la disminución de la capacidad de la insulina para ejercer sus acciones biológicas en tejidos diana típicos, como el músculo esquelético, el hígado o el tejido adiposo. (3)

3.1.2.-Fisiopatología:

La hiperglucemia citada anteriormente puede ocurrir: por defectos en la secreción de la insulina o por una progresiva resistencia a la acción periférica de la insulina, con o sin déficit en la secreción. El desarrollo de la enfermedad se atribuye a una combinación de factores genéticos y una serie de factores ambientales que actuarían como desencadenantes de la enfermedad. (2)

La hiperglucemia crónica de la diabetes se acompaña en el largo plazo de daño, disfunción e insuficiencia de diversos órganos, en especial ojos, riñones, nervios, corazón y vasos sanguíneos.(4)

Los síntomas físicos de la hiperglucemia aguda incluyen: temblor, mareo, aumento del pulso, palpitaciones cardíacas, sudoración y hasta convulsiones en casos severos; algunos síntomas asociados a la respuesta del cerebro a la falta de glucosa son: disturbios visuales, hambre excesiva, dolor de cabeza, dolores estomacales, desorientación, dificultad en la concentración y letargo.(5)

Además de los daños estructurales que puede causar la DM2 en el organismo, el diagnóstico y tratamiento conllevan a originar estados emocionales como la ansiedad y la depresión en la mayoría de las personas con este padecimiento, y que les va a crear un

esfuerzo para adaptarse a un estilo de vida saludable al que están poco acostumbrados. Esto puede afectar a una disminución a la adherencia al tratamiento.(6)

3.1.3.-Factores de riesgo:

Los principales factores de riesgo relacionados a la diabetes son: baja actividad física, sobrepeso, hipertensión arterial, obesidad, cardiopatía e hipercolesterolemia.(7) Además existen otros factores de riesgo secundarios como retinopatía, viscosidad sanguínea elevada, High Density Lipoprotein (HDL) bajo, Hemoglobina glucosilada (HbA1c) elevada, neuropatía o nefropatía.(8)

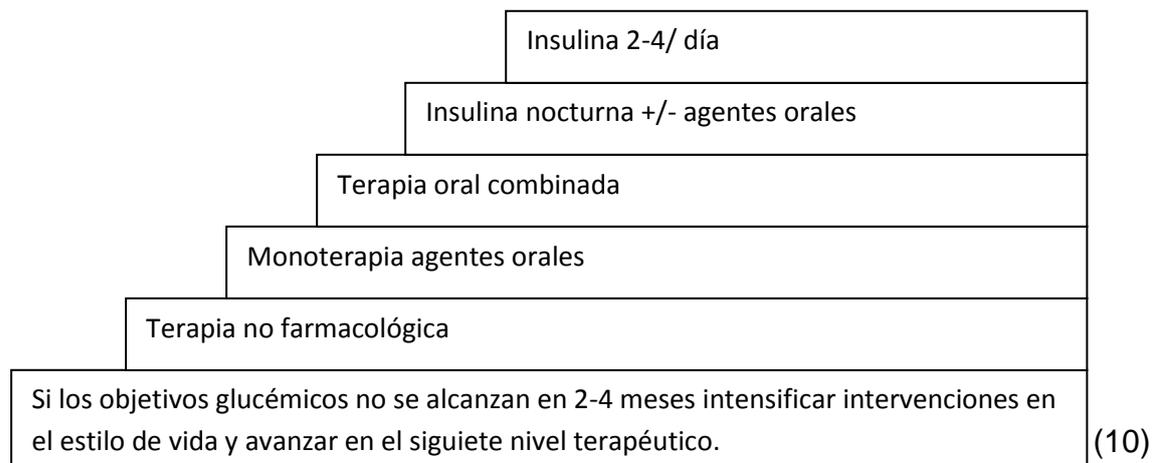
3.1.4.-Pruebas para evaluar control glucémico:

- Monitorización Continua de Glucosa (MCG): Mide la glucosa de forma continua, dando lecturas cada 5 minutos.
- Test de Tolerancia Oral a la Glucosa (TTOG): Verifica la forma en que el cuerpo metaboliza el azúcar en el tiempo.
- HOMA-IR: Evalúa la resistencia a la insulina. Utiliza dos simples parámetros, la glucosa y la insulina en ayunas.
- HOMA-B: Valora la funcionalidad de la célula beta (Hepática).
- Muestra de sangre HbA_{1c}: Valora la hemoglobina glucosilada, que es una heteroproteína de la sangre que se forma con la unión de la hemoglobina con glúcidos. Mide el nivel promedio de glucosa en sangre durante los últimos tres meses.

3.1.5.-Tratamiento:

La DM2 es un padecimiento incurable y los pacientes deben recibir tratamiento toda su vida, por ello, el control de la enfermedad requiere la participación multidisciplinaria del personal de salud, en donde la educación es un pilar fundamental para influir favorablemente en los pacientes diabéticos. (9)

Las modalidades de tratamiento varían de unos sujetos a otros empezando, como primera opción, por la base de la siguiente pirámide y si no funciona ese tratamiento o no se consiguen los resultados esperados, se va ascendiendo en la pirámide hasta encontrar el tratamiento correcto. (10)



En la cima de la pirámide se encuentra la insulina. La insulina y las terapias farmacológicas pretenden conseguir un buen control metabólico, que puede evitar o retrasar la aparición de las complicaciones microvasculares y macrovasculares.(11)

En la actualidad disponemos de una serie de fármacos para el tratamiento de la diabetes que, junto con la insulina, pueden utilizarse en monoterapia o en asociación. El tratamiento farmacológico inicial variará en función del grado de control previo, la edad, la existencia de patologías asociadas y el uso concomitante de otros fármacos.(11)

El tratamiento farmacológico se divide en tres escalones terapéuticos. En el primero, y si la hiperglucemia no es excesiva (HbA1c: 6,5-8,5%), la metformina es el fármaco de elección. Sólo en casos de intolerancia o contraindicación se usarán otros fármacos alternativos. Si la hiperglucemia es elevada (HbA1c >8,5%), el tratamiento inicial debe realizarse de entrada con varios fármacos orales en combinación o bien iniciar la insulinización. El segundo escalón consiste en la adición de un segundo fármaco de acción sinérgica. Para ello se dispone de diversas opciones, que deben individualizarse en función de las características de cada paciente. Finalmente, el tercer escalón implica la introducción de insulina basal como opción preferente frente a la triple terapia oral, que se reservará sólo para los casos de resistencia a la insulinización.(11)

El ejercicio físico se correspondería con la base de la anterior pirámide.

Existen evidencias de la importancia de la actividad física para la mejoría del control glucémico y la disminución de otros factores de riesgo asociados a la diabetes. (12)

Respecto al tipo de ejercicio físico para los pacientes con diabetes mellitus tipo 2, es muy importante establecer los diferentes parámetros de forma exacta.

Los métodos fraccionados son aquellos en los que se incorporan fases de pausa entre los diferentes estímulos propuestos. Estas pausas pueden ser incompletas (métodos interválicos) donde el tiempo de recuperación no permite al individuo recuperar por completo su estado inicial de rendimiento, o pausas completas o casi completas (métodos de repeticiones) en los que el tiempo de recuperación es más amplio y permite una restauración casi completa del rendimiento del individuo entre las diferentes repeticiones del esfuerzo programado (13). En esta revisión tendremos en cuenta el método interválico, no el método de repeticiones.

Para la pauta del ejercicio interválico de alta intensidad es necesario manejar la duración, la intensidad y el volumen (estos tres aspectos definen la carga de entrenamiento). (13)

Por otro lado, los métodos continuos son estímulos de trabajo sin intervalos de descanso, bien sea con intensidad constante (continuos uniformes) o con cambios leves de intensidad (continuos variables) que se corresponden ambos modelos con ejercicio aeróbico. (13)

Los tiempos de sesión, la carga o la intensidad dependerá de cada estudio, siendo en todos un ejercicio continuo a comparar con el ejercicio interválico descrito.

Resulta paradójico que a pesar de ser uno de los pilares del tratamiento de la diabetes, se estima que sólo 6-10 % de la población con diabetes mellitus tipo 2 realiza ejercicio físico sistemático; de acuerdo con la American Diabetes Association y la Organización Mundial de la Salud, el ejercicio es básico en la prevención, tratamiento y control de la diabetes mellitus tipo 2. (14)

El ejercicio físico aeróbico incrementa la sensibilidad a la insulina y el consumo de glucosa muscular y hepática. Ahora bien, con el fin de obtener los mayores y mejores beneficios, además de evitar posibles riesgos en los pacientes, el ejercicio físico debe ser personalizado, programado y supervisado. A la ejercitación activa debe agregarse un enfoque recreativo para hacerla más atractiva para los pacientes, de tal forma que además de intentar lograr niveles de glucosa aceptables (< 120 mg/dL), mejore la salud física, social y mental del paciente a la vez que la adherencia al tratamiento sea mayor. (14)

Las intervenciones estructuradas de la práctica de ejercicio, al menos durante semanas, evidencia un aumento del control metabólico en personas con DM2, aun sin cambios significativos del índice de masa corporal (IMC). Los niveles más altos de intensidad del ejercicio físico aeróbico se asocian con mejoras mayores en los niveles de glucemia sanguínea y en la adaptabilidad a dicho ejercicio. Incluso formas de entrenamiento mixtas,

que incluyan periodos de ejercicio aeróbico con periodos de ejercicio anaeróbico (como el caso del EIAI), obtienen buenos resultados en el control glucémico. Esto se explica por el desplazamiento de los receptores de la insulina hacia la superficie celular y la disminución de los lípidos en el músculo esquelético. (15)

Además, una gran parte de las personas con DM2 se asocia a obesidad, y en una primera etapa el tejido adiposo del paciente obeso se vuelve resistente a la acción de la insulina debido a la acción de alguna adipoquinas (moléculas liberadas por el tejido adiposo), como el factor de necrosis tumoral α (TNF- α) o la interleucina-6 (IL-6). En una segunda etapa aparece dicha resistencia en otros tejidos y se produce un aumento tanto en los niveles de glucosa como de insulina. Dicho aumento, junto con los altos niveles de adipoquinas que se producen en la obesidad, conducen a la aparición diferentes efectos adversos, entre los que se encuentran: aumento del estrés oxidativo, disfunción endotelial, aumento de la presión arterial y alteraciones del metabolismo lipoproteico, todos ellos perjudiciales para la salud. La realización de ejercicio físico, junto con el seguimiento de una dieta equilibrada, con bajo consumo de grasa y sal, serían de ayuda para mejorar la resistencia a la insulina y los niveles de adipoquinas. (5)

Lo que queda por investigar es conocer qué parámetros de ejercicio son los mejores para el control glucémico y así aumentar la eficacia a la hora de empezar por la base de la pirámide de tratamiento y no tener que recurrir tan abusivamente a los fármacos.

3.2.- Justificación del trabajo:

Esta revisión sistemática aporta luz al debate sobre la eficacia del ejercicio interválico de alta intensidad en comparación con el ejercicio continuo para el control glucémico en pacientes con DM2 o en riesgo de ella. Pretende seguir sumando respuestas a toda la investigación que se está llevando a cabo sobre este tema para llegar a una conclusión que aún no se conoce definitivamente.

Es importante conocer el resultado de esta revisión sistemática puesto que una mayor eficacia en las fases principales del tratamiento para el control glucémico, va a evitar un futuro gasto y una mayor exposición a fármacos aparte de un peor estado de salud sobre los pacientes. Además los riesgos asociados a un estado de hiperglucemia crónica van a disminuir considerablemente si se consigue controlar los valores de glucosa en sangre.

Además es oportuna su realización puesto que la incidencia de la DM2 aumenta considerablemente cada año siendo uno de los principales problemas de la salud pública, sobre todo en los países desarrollados.

4.- Objetivos:

4.1.- Pregunta de investigación:

“En pacientes con DM2, ¿qué es más eficaz para su tratamiento: el ejercicio interválico de alta intensidad o el ejercicio continuo?”

4.2.- Objetivos:

4.2.1.- General

- Conocer si con el ejercicio interválico de alta intensidad se consigue una mayor eficacia en el tratamiento de la DM2 que con el ejercicio continuo.

4.2.2.- Específicos

- Conocer cuál de las dos formas de ejercicio obtiene mejores resultados en el control glucémico de los pacientes con DM2.
- Identificar cuál de las dos formas de ejercicio obtiene mayor adherencia al tratamiento.

5.- Material y métodos

5.1.- Bases de datos empleadas y fecha:

El 18 de abril de 2017 se lleva a cabo la búsqueda de la revisión sistemática, de la que obtenemos los estudios a analizar. Son estudios publicados en los últimos 10 años, en lengua inglesa o española, en diferentes bases de datos. Las bases de datos escogidas para realizar esta labor fueron PubMed, Scopus, PEDro, Cochrane Library, Web of Science, CINAHL y SPORTDiscus.

5.2.- Criterios de selección:

5.2.1.- Criterios de inclusión:

- Estudios realizados sobre pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en el momento de la investigación.
- Estudios publicados en lengua española o inglesa.
- Estudios publicados en los últimos 10 años (2007-2017).
- Estudios que incluyan al menos un grupo con ejercicio interválico de alta intensidad y lo comparen con un grupo de ejercicio continuo en la intervención.
- Estudios prospectivos.

5.2.2.- Criterios de exclusión:

- Estudios que analicen un número inferior a 15 sujetos.

5.3.- Estrategias de búsqueda:

En primer lugar se realizó una búsqueda en Cochrane Library de la siguiente forma:

“High-Intensity Interval Training” AND “Diabetes Mellitus, Type 2” AND “continuous training” AND “glycemic control” con Article title, Abstract, Keywords.

Esto sirvió para descartar posibles revisiones sobre este mismo tema que pudiesen impedir la realización de esta revisión sistemática.

Además, en cada búsqueda de cada base de datos utilizada posteriormente, se pretende identificar si existe alguna revisión sistemática para que el tema elegido, sea factible de realizar la revisión.

➤ En PubMed:

Búsqueda avanzada con la siguiente ecuación:

(((((("Glycemic Index"[Mesh]) OR "Blood Glucose"[Mesh]) OR "Glucose Tolerance Test"[Mesh]) OR "Hemoglobin A, Glycosylated"[Mesh]) OR "Hyperglycemia"[Mesh]) OR "Glucose Clamp Technique"[Mesh]) AND (("High-Intensity Interval Training"[Mesh]) OR ("High-Intensity Interval Training"[TIAB])) AND (((("Diabetes Mellitus, Type 2"[Mesh]) OR ("Diabetes Mellitus, Type 2"[TIAB])) AND "Continuous"[TIAB]))

	MeSH	Lenguaje natural
Entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT)	<ul style="list-style-type: none"> • High-Intensity Interval Training 	<ul style="list-style-type: none"> • High Intensity Interval Training • High-Intensity Intermittent Exercises • Sprint Interval Training
Diabetes Mellitus tipo 2	<ul style="list-style-type: none"> • Diabetes Mellitus, Type 2 	<ul style="list-style-type: none"> • Diabetes Mellitus Type 2 • Diabetes Mellitus, Ketosis Resistant • Diabetes, type 2
Control glucémico	<ul style="list-style-type: none"> • Glycemic Index • Blood Glucose • Glucose Tolerance Test • Hemoglobin A, Glycosylated 	<ul style="list-style-type: none"> • Glycemic control

	<ul style="list-style-type: none"> • Hyperglycemia • Glucose Clamp Technique 	
Ejercicio continuo		<ul style="list-style-type: none"> • Continuous training • Continuous exercise

Se encontraron 5 artículos con la búsqueda realizada con filtros de 10 años, full text y artículos en humanos. Aplicando los criterios de inclusión y exclusión y leyendo título y resumen quedan 4 artículos disponibles para la revisión sistemática.

➤ En PEDro:

Búsqueda avanzada con la siguiente ecuación:

“High-IntensityInterval Training” AND “Diabetes” AND “continuous training” AND “glycemic control”

Se obtuvo 1 resultado tras la búsqueda realizada con los filtros de fitness training y 10 años. Con la lectura del título y del resumen este artículo se incluye en la revisión sistemática.

➤ En Scopus:

Búsqueda avanzada con la siguiente ecuación:

“High-IntensityInterval Training” AND “Diabetes Mellitus, Type 2” AND “continuous training” AND “glycemic control” con Article title, Abstract, Keywords excepto en glucemic control que se introdujo con all fields.

Se encontraron 17 resultados tras realizar la búsqueda con los filtros de años publicados desde 2007 hasta hoy y lengua inglesa y española. Eliminando los duplicados, aplicando los criterios de inclusión y exclusión y leyendo título quedan 8 artículos. Leyendo el resumen sirven 3 artículos para la revisión.

➤ En Cochrane Library:

Búsqueda avanzada con la siguiente ecuación:

“High-IntensityInterval Training” AND “Diabetes Mellitus, Type 2” AND “continuous training” AND “glycemic control” con Article title, Abstract, Keywords.

3 resultados fueron los obtenidos al realizar la búsqueda con el filtro de 10 últimos años. Quedan para la revisión 0 artículos al leer título y resumen.

➤ En Web of science:

Búsqueda avanzada con la siguiente ecuación:

“High-IntensityInterval Training” AND “Diabetes Mellitus, Type 2” AND “continuous training” AND “glycemic control” con Tema.

Con la búsqueda y aplicando el filtro 10 últimos años se obtienen 14 resultados. Eliminando los duplicados y aplicando los criterios de inclusión y exclusión queda para la revisión 1 artículo. Leyendo título y resumen el resultado es igual, 1 artículo.

➤ En CINHALL:

Búsqueda avanzada con la siguiente ecuación:

“Diabetes mellitus type 2” AND “High IntensityInterval Training” AND “Glycemic control” AND “Continuous training” con texto completo.

Con la búsqueda se consigue 1 resultado en 2010. Leyendo título y resumen se descarta para la revisión sistemática.

➤ En Sport Discuss:

Búsqueda avanzada con la siguiente ecuación:

“Diabetes mellitus type 2” AND “High IntensityInterval Training” AND “Glycemic control” AND “Continuous training” con texto completo.

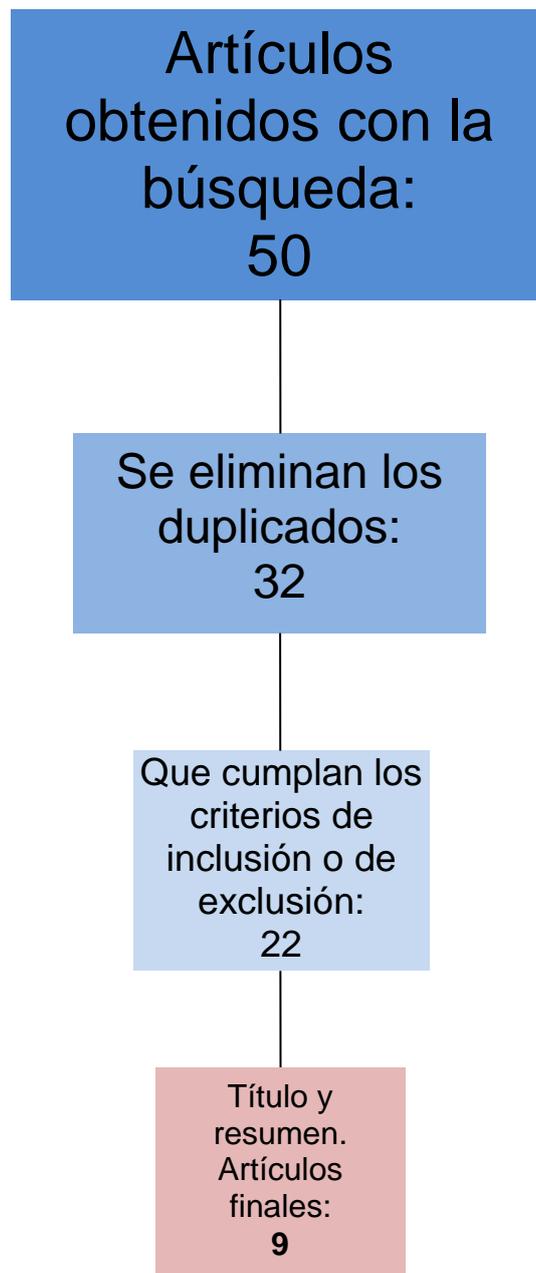
Tras realizar la búsqueda y aplicar los filtros 10 últimos años y lengua inglesa o española el resultado fueron 16 artículos. Descartando duplicados y leyendo título y resumen quedan 0 artículos disponibles para la revisión sistemática.

Con toda esta búsqueda, hemos obtenido 9 artículos para elaborar esta revisión sistemática. No se ha podido incluir ningún otro artículo pues el resto de artículos disponibles en la búsqueda no analizaba el tema de esta revisión o no cumplía los criterios de inclusión y exclusión.

5.4.- Gestión de la bibliografía localizada:

Zotero es el gestor bibliográfico utilizado para esta revisión, eliminando los artículos duplicados y aplicándolo para la realización de la bibliografía utilizada durante la elaboración de este trabajo.

5.5.- Selección de los artículos:



5.6.- Variables del estudio:

Control glucémico: se define como la medida de concentración de glucosa libre en la sangre, suero o plasma sanguíneo. Durante el ayuno, los niveles normales de glucosa oscilan entre 70 y 100 mg/dL. Cuando la glucemia es inferior a este umbral se habla de hipoglucemia; cuando se encuentra entre los 100 y 125 mg/dL se habla de prediabetes o glucosa alterada en ayuno, y cuando supera los 126 mg/dL se alcanza la condición de hiperglucemia. Es el principal indicador de la diabetes mellitus.

Diversos estudios han demostrado que un control adecuado de la glucemia previene o retarda la aparición de complicaciones micro y macrovasculares. (16)

Para su evaluación se utilizan diferentes métodos:

- Monitorización continua de glucosa (MCG): permite medir la glucosa de forma continua, dando lecturas cada 5 minutos. Se componen de un sensor que posee un filamento flexible que se inserta debajo de la piel y que tiene una duración entre una y dos semanas y un transmisor que envía la señal a un dispositivo receptor (monitor) para informar de la lectura.
- Test de Tolerancia Oral a la Glucosa (TTOG): No se debe comer ni beber nada después de la media noche antes del examen. Para el examen, se le solicita que tome un líquido que contiene una cierta cantidad de glucosa. Se le toman muestras de sangre antes de hacer esto y de nuevo cada 30 a 60 minutos después de beber la solución. El examen dura hasta 3 horas. Verifica la forma en que el cuerpo metaboliza el azúcar en el tiempo.
- HOMA-IR: evalúa la resistencia a la insulina. Utiliza dos simples parámetros, la glucosa y la insulina en ayunas. Valora si existe un "bloqueo o resistencia" periférica a la acción de la insulina y evalúa indirectamente la función de las células beta del páncreas. En condiciones normales existe un equilibrio entre la producción hepática de glucosa y la secreción de insulina por las células beta del páncreas. Cuando un paciente tiene "resistencia a la insulina" se considera que presenta una disminución de la función biológica de esta hormona (la insulina) que obliga a generar un incremento en sus concentraciones plasmáticas para poder mantener su función (homeostasis).
- Muestra de sangre HbA_{1c}: La prueba de la hemoglobina glucosilada es un examen de sangre para la diabetes tipo 2 y prediabetes. Mide el nivel promedio de glucosa o azúcar en la sangre durante los últimos tres meses.

Adherencia al tratamiento: La adherencia terapéutica es parte del comportamiento humano implicado en su salud y la conducta de los individuos con el cuidado y mantenimiento de la misma. (17) Es la capacidad de los pacientes, en este caso pacientes con DM2, para seguir las indicaciones sobre el ejercicio a realizar de una manera estructurada y ordenada en el tiempo.

La deficiente adherencia al tratamiento puede ser provocada por: dificultades para iniciarlo, suspensión prematura o abandono, cumplimiento incompleto o insuficiente de las indicaciones, la inasistencia a consultas e interconsultas o la ausencia de modificación de hábitos y estilos de vida necesarios para el mejoramiento de la enfermedad. (17)

Para medir la adherencia al tratamiento se pueden usar diferentes test o escalas. Estos test o escalas son utilizadas, sobre todo, para la medición de la adherencia a tratamientos farmacológicos en los que se pretende conocer el grado de compromiso con la toma de medicación. En cambio, en este caso, para medir la adherencia al ejercicio, los estudios van a guiarse por el número de personas que empiezan el tratamiento y el número de personas que lo terminan, preguntando individualmente si han seguido paso a paso el programa establecido.

5.7.- Calidad de los estudios:

La escala utilizada para medir la calidad de los estudios analizados es la escala PEDro (Anexo 1), que evalúa la calidad metodológica de cada artículo.

Los resultados de esta escala se expresan en la tabla de resultados del siguiente apartado.

Cuanto mayor sea la calidad metodológica del estudio, mayor fiabilidad de los resultados de cada estudio y, por tanto, a la hora de establecer un análisis, tendremos más en cuenta aquellos con mayor puntuación en este apartado.

6.- Resultados

Esta revisión sistemática analiza 9 artículos de investigación sobre el tratamiento de pacientes con DM2 mediante dos modalidades de ejercicio físico: EIAI y EC.

Todos los artículos seleccionados se dirigieron al tratamiento de la DM2 entendida como un proceso crónico cuyo componente principal es la hiperglucemia; con presencia de síntomas asociados citados en apartados anteriores.

La población diana ha sido, por lo general, sujetos sedentarios que no realizan apenas actividad física. Durante los protocolos de tratamiento se les va a someter a los sujetos a una actividad física controlada a la cual no están acostumbrados.

De los 9 artículos analizados en esta revisión sistemática, hay 4 que obtienen resultados superiores por parte de EIAI con respecto al EC para el control glucémico; estos son *Støa et al.*, *Karstoft et al.*, *Mitranum et al.*, *Roberts et al.* En cambio, los estudios de *Terada et al.*, *Ramos et al.*, *Maillard et al.*, *Robinson et al.*, *Ruffino et al.* no establecen diferencias significativas entre el EIA y el EC para el control glucémico.

- *Ruffino et al.* realizaron un programa de entrenamiento sobre 16 pacientes con una duración de 8 semanas. Dichos pacientes van a realizar ambas opciones de tratamiento con 2 meses de descanso en el medio entre cada modalidad.
- *Mitranun et al.* realizaron un programa de entrenamiento de ejercicio físico dividido en tres fases durante 12 semanas con 3 sesiones por semana.
- *Terada et al.* llevaron a cabo su estudio en el cual el ejercicio lo realizan 5 veces por semana durante 12 semanas consecutivas.
- *Støa et al.* analizaron durante 12 semanas a estos individuos que realizan EIAI y EC. Van a realizar el ejercicio 3 veces por semana sin más de dos días consecutivos de descanso.
- *Maillard et al.* obtuvieron los resultados a partir del ejercicio practicado durante 16 semanas con dos sesiones por semana.
- *Ramos et al.* planificaron las sesiones de ejercicio durante 16 semanas para los pacientes.
- *Karstoft et al.* planificaron las sesiones de entrenamiento 5 veces por semana durante 4 meses.

Para la adherencia al tratamiento, en el estudio de *Ruffino et al.* abandonaron 5 personas tras iniciar el tratamiento, dos procedentes del EIAI y tres del EC, por tanto, la adherencia fue mayor en el EIAI.

En el estudio de *Mintranum et al.* uno de cada grupo de ejercicio abandonó el estudio, por lo que la adherencia fue igual en ambos grupos.

El estudio de *Terada et al.* tampoco obtiene diferencias en este aspecto, pues ningún individuo abandonó el estudio.

Støa et al., en su estudio, el número de pacientes que dejaron el tratamiento fue igual, y por eso no establecen diferencias en este aspecto.

En el artículo realizado por *Maillard et al.* hubo una paciente que abandonó el programa de ejercicio continuo, en cambio en el grupo de ejercicio interválico no abandonó nadie. Esto significa que la adherencia del tratamiento es mayor en el grupo de EIAI.

En el estudio de *Robinson et al.* un individuo abandonó el tratamiento del grupo de EC, por lo que su adherencia al tratamiento fue menor que en el grupo de EIAI.

El estudio de *Ramos et al.* dividió los pacientes en tres grupos: EC, 4EIAI, y 1EIAI. En el grupo de EC abandonaron 9 individuos, en el grupo 4EIAI abandonaron 7 individuos y en el grupo 1EIAI abandonaron 5 individuos. El grupo con menos adherencia fue el grupo de EC.

El estudio realizado por *Karstoft et al.* no presenta diferencias de adherencia al tratamiento en sus participantes, puesto que han abandonado un paciente de cada grupo de ejercicio.

Autor y año	Tipo de estudio	Calidad del estudio	Población de estudio	Evaluación	Tipo de tratamiento	Tratamiento comparativo	Resultados
Ruffino et al. 2017	Estudio cruzado aleatorizado	5	16 hombres con DM2 (55±5 años, IMC: 30.6±2.8 kg·m ⁻² VO ₂ max: 27±4 mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	TTOG, MCG y HOMA-IR	EIAI: 3 sesiones por semana de 10 min de ciclismo de baja intensidad con dos sprints de 10 a 20 segundos.	EC: 5 sesiones 30 min/semana intensidad al 40-55% de la FC _{máx}	Sensibilidad a la insulina (TTOG) y control glucémico (MCG) sin diferencias pre y postejercicio. Adherencia en EIAI>EC
Mitranun et al. 2013	Ensayo aleatorizado controlado	5	45 adultos con DM2 (16 hombres, 29 mujeres) entre 50/70 años	Muestra de sangre pre y post ejercicio para medir HbA1c, insulina y concentración de glucosa en ayunas en sangre.	EIAI: Fase 1: 5 min. hasta 50% de VO ₂ pico. 20 min. misma intensidad. 5 min hasta reposo Fase 2: 5 min. hasta 50% de VO ₂ pico.	CT: Fase 1: Ídem a EIAI Fase 2: 5 min. hasta 60% VO ₂ pico. 20 min. 60% VO ₂ pico. 5 min hasta reposo.	↓ concentración glucosa en ayunas y HOMA-IR en ambos grupos. Sólo el grupo EIAI tuvo una disminución significativa en los niveles de HbA1c.

DM2: Diabetes Mellitus tipo 2. **IMC:** Índice de masa corporal. **VO2:** Volumen de oxígeno. **TTOG:** Test de Tolerancia Oral a la Glucosa. **MCG:** Monitorización Continua de Glucosa. **EIAI:** Ejercicio interválico de alta intensidad. **EC:** Ejercicio continuo. **FC:** Frecuencia cardíaca. **HbA1c:** Hemoglobina glucosilada.

					4 ejercicios de 1 min. a 80% y un ejercicio de 4 min a 50% de VO ₂ pico. 5 min. hasta reposo. Fase 3: 5 min. hasta 60% 1 min. 85% y 4 min a 60% del VO ₂ pico. 5 min. hasta reposo.	Fase 3: 5 min. 65% VO ₂ pico. 30 min. 65% VO ₂ pico. 5 minutos hasta reposo	Adherencia en EIAI=EC
Terada et al. 2012	Ensayo controlado sin grupo control	8	8 hombres y 7 mujeres (55-75 años con DM2)	Muestra de sangre HbA _{1c}	EIAI: 1 min al 100% VO _{2r} seguido de intervalos de recuperación de 3 minutos con VO _{2r} al 20%	EC: ejercicio al 40% VO _{2r}	EIAI ↓ HbA _{1c} en 0,1 mmol/mol y el EC ↑ 0,3 mmol/mol. Adherencia en EIAI=EC
Støa et al. 2016	Ensayo aleatorizado sin grupo control	6	15 hombres y 23 mujeres con DM2	Muestra de sangre HOMA-IR	EIAI: 4 x 4 min de caminar o correr cuesta arriba a 85-95% FC _{máx} con descanso activo.	EC: caminar continuo a 70-75% FC _{máx}	EIAI ↓ 58% HbA _{1c} EC no ↓ HbA _{1c} Sin cambios significativos en HOMA-IR. Adherencia en EIAI=EC

VO₂: Volumen de oxígeno. **FC**: Frecuencia cardíaca. **EIAI**: Ejercicio interválico de alta intensidad. **EC**: Ejercicio Continuo. **HbA_{1c}**: Hemoglobina glucosilada.

Maillard et al. 2017	Ensayo aleatorizado sin grupo control	6	17 mujeres (68-70 años, post-menopáusicas)	Muestra de sangre (Glucosa y HbA _{1c})	EIAI: 60 x (8 s a 77-85% FC _{máx} , 12 s de recuperación activa) en bicicleta	EC: 40 min a 55-60% FC _r en bicicleta.	No diferencias significativas en el descenso de HbA _{1c} con ambas intervenciones. Adherencia en EIAI > EC
Roberts et al. 2013	Revisión						EIAI: ↓ glucosa en sangre a las 24h EC: mejora acción de la insulina
Robinson et al. 2015	Ensayo aleatorizado cruzado	6	5 hombres y 33 mujeres (52+/- 10 años con DM2)	Muestra de sangre (HOMA-IR y HbA _{1c})	EIAI: 4 intervalos de 1 min a 85-90% FC _{pico} y aumentan a diez intervalos de 1 min cada 10 días con intervalos de recuperación de 1 min completados al 20% FC _{pico}	EC: 20 min de actividad continua a 60-65% FC _{pico} y aumenta el tiempo hasta 50 min.	HbA _{1c} ↓ después de EIAI y EC por igual. Ni EIAI ni EC modificaron concentración insulina en ayunas. Adherencia en EIAI > EC

DM2: Diabetes Mellitus tipo 2. **EIAI:** Ejercicio interválico de alta intensidad. **EC:** Ejercicio continuo. **FC:** Frecuencia cardíaca. **HbA_{1c}:** Hemoglobina glucosilada. **RPE:** Rango de esfuerzo percibido.

Ramos et al. 2016	Estudio aleatorizado multicéntrico	7	41 hombres y 25 mujeres (56 +/- 10 años)	TTOG, HOMA-IR y HOMA-B	4 EIAI: 38 min 3 veces por semana. Calentamiento 60-70% FC _{pico} . 4 min 85-95% FC _{pico} , intercalados con 3 min de recuperación a 50-70% FC _{pico} . Enfriamiento igual al calentamiento. 1EIAI: 4 min ejercicio a 85-95% FC _{pico} . Calentamiento y enfriamiento igual al 4 EIAI.	EC: 30 minutos ritmo continuo e intensidad 60-70% FC _{pico} o RPE de 11-13 en la escala de Borg 5 veces por semana	Sin cambios significativos en los índices de concentración de proinsulina en pacientes con DM2. HbA1c ↓ con EC y 1EIAI y ↑ con 4EIAI. HOMA-IR ↓ con EC y 4EIAI. HOMA-B ↓ todos. Adherencia en EIAI>EC.
Karstoft et al. 2013	Ensayo aleatorizado controlado	6	20 hombres y 12 mujeres (entre 54 y 72 años)	TTOG y MCG	EIAI: 70% de la tasa máxima del gasto energético. 3 min caminar rápido y 3 min caminar lento. 60 min	EC: 55% de la tasa máxima del gasto energético. 60 min	Efectividad control glucémico EIAI>EC por valores de insulina y glucosa a las 2h. Adherencia en EIAI=EC.

TTOG: Test de Tolerancia Oral a la Glucosa. **MCG:** Monitorización Continua de Glucosa. **EIAI:** Ejercicio interválico de alta intensidad. **EC:** Ejercicio continuo. **FC:** Frecuencia cardíaca. **HbA1c:** Hemoglobina glucosilada.

7.- Discusión

El artículo con mayor calidad metodológica es el de *Terada et al.* (8 según la escala PEDro) y este establece que el entrenamiento de EIAI no afectó negativamente ni positivamente la adherencia al ejercicio en comparación con el EC más utilizado tradicionalmente. La HbA1c y la glucosa en ayunas no tuvieron ninguna mejora observada. En pacientes con DM2 bien controlados, el EIAI o el EC tienen poco impacto en HbA1c. Es importante distinguir el estado de salud por posibles resultados distintos en otros estudios donde la fase de la DM2 puede ser un factor clave. La metodología puede ser otro factor clave para diferencias de resultados por la diferencia de aplicación del ejercicio físico; en este caso se trató el EIAI con 1 min al 100% por 3 min de descanso al 20% y el EC al 40%.

Ramos et al. realizaron un estudio de calidad metodológica igual a 7 según la escala PEDro. En él, los índices de concentración de proinsulina en ayunas no cambiaron de pre a post intervención en individuos con DM2.

Tal vez se requiera un mayor estímulo de ejercicio, ya sea el tipo (por ejemplo, entrenamiento de resistencia) o la duración del programa de ejercicios (> 16 semanas) para provocar la disminución de la resistencia a la insulina en personas con diabetes mellitus tipo 2.

Por otra parte, otros estudios han demostrado una mejora significativa de HbA1c después de 12 semanas de EIAI en pacientes con DM2 (*Mitrannum et al.*), lo que podría atribuirse a la diferencia en el estado glucémico preexistente de los individuos dentro de cada estudio o a una metodología del ejercicio distinta.

La adherencia a la terapia tanto en el grupo 1EIAI como en el 4EIAI fue mayor al EC. Concretamente el 1EIAI fue el que mayor adherencia tuvo, cuya característica principal es que es el programa más corto. Por tanto, la adherencia al tratamiento es inversamente proporcional al tiempo empleado en su realización; a mayor tiempo, menor adherencia.

Los siguientes artículos con mayor calidad metodológica son: *Støa et al.*, *Maillard et al.*, *Robinson et al.*, *Karstoft et al.*

Según los resultados obtenidos por *Støa et al.*, se produjo una disminución de la HbA1c con el EIAI en comparación con EC. Por ello se podría decir según este estudio que el EIAI es una estrategia eficaz para mejorar los factores de riesgo asociados con la DM2 y más eficaz que el ejercicio continuo moderado para disminuir la HbA1c. Si analizamos la adherencia al tratamiento, el número de participantes que abandonaron el estudio fue el mismo, por lo que

no se establecieron diferencias. El EC de este artículo tiene la peculiaridad de que la intensidad es bastante elevada existiendo menos diferencia con el EIAI que en otros estudios.

Maillard et al. llegaron a la conclusión de que EIAI y EC mejoran el control glucémico, la sensibilidad a la insulina, la composición corporal, la presión arterial, la fuerza muscular y la capacidad aeróbica. De manera específica los valores de mejora en el control glucémico son bajos con ambas modalidades, pero en ningún caso perjudicial. Por lo tanto, ambas modalidades son útiles en el manejo de la DM2 en su globalidad pero no es el EIAI más eficaz para pacientes mujeres postmenopáusicas diagnosticadas con DM2. En cambio, para la adherencia al tratamiento, sí es más eficaz el EIAI que el EC. Entre las intensidades y el tiempo de cada grupo de ejercicio hay una gran diferencia, esto significa que a mayor intensidad en menor tiempo, aumenta el cumplimiento de la terapia.

En el estudio de *Robinson et al.* ambos tipos de entrenamiento mejoraron el control de glucosa evaluado por la fructosamina plasmática (HbA1c). No hubo cambios significativos en la insulina plasmática en ayunas o HOMA-IR. El análisis de este proceso sería que el EIAI no posee mayor eficacia que el EC para el control glucémico de pacientes con DM2.

Karstoft et al. analizó que durante un período de 4 meses, el control de la glucemia de los sujetos del grupo control (sedentario) había empeorado.

Este deterioro se evitó en los sujetos que realizaron EC. Los sujetos que realizaron EIAI mostraron mejoras significativas en algunos parámetros de control glucémico (sobre todo insulina en ayunas, niveles de glucosa a las 2 horas medido con TTOG y la máxima glucosa medida con MCG).

No se encontraron cambios significativos en la mayoría de las variables "clásicas" de control glucémico (por ejemplo, glucosa en ayunas y HbA1c), mientras que los cambios significativos en MCG fueron evidentes, habiendo disminuido los valores de glucosa en sangre con el EIAI sobre todo. Por tanto en este estudio se llegó a la conclusión de que el EIAI tiene mayor eficacia que el EC en personas diagnosticadas con DM2.

El número de participantes que abandonaron fue el mismo en el EIAI que en el EC, por lo que la adherencia es la misma en ambos grupos.

Los dos estudios con menos calidad metodológica (5 según la escala PEDro) no llegaron a la misma conclusión. El estudio de *Ruffino et al.* establece que después de 8 semanas de entrenamiento (EIAI y EC), ninguna de las dos intervenciones mejoró el control glucémico, usando el valor de la sensibilidad a la insulina analizada con MCG o TTOG. El EIAI fue

realizado con un programa de 3 sesiones por semana de 10 min de ciclismo de baja intensidad con dos sprints de 10 a 20 segundos y el EC 5 sesiones 30 min/semana a una intensidad al 40-55% de la $FC_{m\acute{a}x}$. La adherencia en este caso fue mayor en el grupo de EIAI que en el de EC, esto se puede explicar por el mayor número de sesiones del EC además de que cada sesión duraba más tiempo; la dedicación de mucho tiempo es un factor importante para la adherencia.

En cambio, en el estudio de *Mitranun et al.* los principales hallazgos son que tanto el EC como el EIAI fueron eficaces para mejorar el control glucémico, los perfiles lipídicos, la aptitud aeróbica y la reactividad micro y macrovascular en pacientes con DM2. Estos resultados sugieren que el EIAI se puede prescribir con seguridad a los pacientes con DM2 y podría producir mejoras mayores en las disfunciones vasculares que a menudo sufren como posible consecuencia de la hiperglucemia crónica.

Además ambos grupos de entrenamiento redujeron la concentración de glucosa en sangre en ayunas y la resistencia a la insulina según lo estimado por el HOMA. Sin embargo, HbA1c, disminuyó significativamente sólo en el grupo EIAI. La razón para un mejor control glucémico en el grupo EIAI no se conoce. El EIAI fue desarrollado en un plan con tres fases y todo parece apuntar a que la metodología de este EIAI es más completa que en otros estudios, y esto puede ser un factor importante para los resultados finales.

Una conclusión a la que llegan todos los artículos, es que el ejercicio físico, tanto EIAI como EC, no producen perjuicio alguno sobre el control metabólico del paciente.

Los efectos positivos sobre el control glucémico se traduce en una disminución de los síntomas asociados por la hiperglucemia y la prevención de tratamiento farmacológico. Este control también va a provocar que la calidad de vida del paciente aumente, produciendo así mayor tolerancia al ejercicio de manera progresiva y un estilo de vida más saludable y activo, evitando el sedentarismo que constituye un factor de riesgo de numerosos procesos patológicos además de un factor que contribuye al empeoramiento del control metabólico.

Todos los estudios analizados señalan que una de las principales ventajas del EIAI sobre el EC es el tiempo reducido a la hora de realizarlo, que promueve su realización y genera mayor adherencia al tratamiento.

De los artículos analizados, existen dos de ellos que tienen grupo control (*Mitranum et al.* y *Karstoft et al.*) en el de *Mitranum et al.* los resultados fueron que no se encontraron diferencias en el grupo control (sedentarios) en lo que dura el estudio según HbA1c, insulina

y concentración de glucosa en ayunas en sangre; en cambio, en el de *Karstoft et al.* el grupo control (sedentarios) empeoró el control glucémico según la monitorización continua de glucosa, obteniendo resultados en el EC no significativos y en el EIAI positivos. En el primero de estos dos artículos HbA1c disminuyó y en el segundo no. La metodología ya explicada de cada artículo es diferente y las características de los pacientes al comenzar el estudio también.

Por último es necesario analizar el trabajo de *Roberts et al.* Realizan una revisión sobre la eficacia del EIAI para mejorar el control glucémico. No es una revisión sistemática, y la temática de la revisión es mucho más general que la de esta revisión sistemática, por lo que se necesita interpretar correctamente los datos. Las conclusiones a las que llega son que el ejercicio físico en sus diferentes formas (EIAI, entrenamiento de resistencia, ejercicio aeróbico...) desempeñan un papel muy importante en la prevención y el control de la resistencia a la insulina y tienen el potencial de prevenir la DM2. No establece diferencias significativas entre el EIAI y el EC para el control glucémico ni para la adherencia al tratamiento.

Comparando las temáticas de todos los artículos, ninguno coincide sobre los tiempos e intensidades a realizar tanto en el EIAI como en el EC.

Los estudios con un resultado de EIAI superior sobre el EC para el control glucémico son: *Støa et al., Karstoft et al., Mitranum et al., Roberts et al.*

Los estudios con un resultado de EIAI equitativo frente al EC para el control glucémico son: *Terada et al., Ramos et al., Maillard et al., Robinson et al., Ruffino et al.*

Que en algunos artículos no se encuentre mayor eficacia, no evidencia que no la haya, pues la metodología y características de los pacientes constituyen una variable que no es igual en todos los estudios e influyen en el resultado final. Además ningún estudio obtiene resultados perjudiciales para la salud del paciente, en todos se obtiene resultados mejores o iguales al EC. Es por esto por lo que el EIAI puede ser una maniobra terapéutica en el manejo de pacientes con DM2 más eficiente que el EC (tanto por los resultados que se pretende obtener, como por el tiempo y adherencia a la hora de realizar el ejercicio).

Los resultados favorables al control glucémico para este tipo de pacientes tienen una duración limitada. No se conoce con exactitud el tiempo que tiene eficacia el ejercicio físico sobre el control glucémico, pero lo que sí está claro es que tiene un tiempo limitado. Por lo tanto es necesario que los pacientes, continúen realizando el ejercicio físico pautado para poder seguir controlando los niveles de glucemia.

8.- Conclusiones

Las conclusiones que sacamos de esta revisión sistemática son las siguientes:

- El ejercicio tiene un efecto beneficioso en el control glucémico. Tanto el EC como el EIAI obtienen resultados favorecedores en los estudios que hay un grupo control (sedentario). El EIAI, en comparación con el EC, obtiene una mayor eficacia sobre el control glucémico.
- La evaluación de la adherencia al tratamiento en los diferentes artículos, concluye que el EIAI produce más adherencia que el EC y el factor más importante es la menor demanda de tiempo para realizarlo. Otros factores son la variación del ejercicio que evita hacerse monótono y la sensación final.

9.- Bibliografía

1. Galvis B, Alfredo O. Revisiones sistemáticas de la literatura. Rev Colomb Gastroenterol.2005;60–9.
2. Ruiz-Ramos M, Escolar-Pujolar A, Mayoral-Sánchez E, Corral-San Laureano F, Fernández-Fernández I. La diabetes mellitus en España: mortalidad, prevalencia, incidencia, costes económicos y desigualdades. Inf SESPAS 2006 Los Desajustes En Salud En El Mundo Desarro. 2006 Mar 1;20:15–24.
3. Serrano Ríos M. Resistencia a la insulina y su implicación en múltiples factores de riesgo asociados a diabetes tipo 2. Med Clínica. 2002 Jan 1;119(12):458–63.
4. Oviedo MA, Larrañaga FE et al. Guía clínica para el diagnóstico y tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2. Rev Med IMSS 2003; 41 (Supl): S27-S46.
5. Rodríguez-Rodríguez E, Perea JM, López-Sobaler AM, Ortega RM. Obesidad, resistencia a la insulina y aumento de los niveles de adipocinas: importancia de la dieta y el ejercicio físico. Nutr Hosp. 2009 Aug;24(4):415–21.
6. Rivas-Acuña, Valentina; García-Barjau, Herminia; Cruz-León, Aralucy; Morales-Ramón, Fabiola; Enríquez-Martínez, Rosa María; Román-Alvarez, Josefina. Prevalencia de ansiedad y depresión en las personas con diabetes mellitus tipo 2. Salud en Tabasco, vol. 17, núm. 1-2, enero-agosto, 2011, pp. 30-35
7. García F, Solis J, et al. Prevalence of diabetes mellitus and related risk factors in an urban population. Rev Soc Peru Med Interna 2007; vol 20 (3)
8. Salama Benarroch I, Sánchez GA. Factores de riesgo y complicaciones crónicas en el diagnóstico reciente de la diabetes tipo 2. Rev Cuba Endocrinol. 2001 Aug;12(2):0–0.
9. Peralta SL et al. Intervención educativa en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 de Hermosillo, Sonora. Rev Epistemus. 2008 Agosto; vol.4
10. García FJ, et al. Diabetes Mellitus tipo 2. Guías Clínicas 2005;5 (15)
11. Menéndez E et al. Recomendaciones para el tratamiento farmacológico de la hiperglucemia en la diabetes tipo 2. Documento de consenso. Nefrología 2011;31(1):17-26

-
12. Arroyo J, Badía X, de la Calle H, Díez J, Estmatjes E, Fernández I, et al. Tratamiento de los pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en atención primaria en España. *Med Clínica*. 2005 Jul 1;125(5):166–72.
 13. García-Tascón, M.; Hernández Hernández, M.E.; Caballero Blanco, P.J. y Morenas Martín, J. (2012). New orientation in sport activities: improving sport tourism. *Journal of Sport and Health Research*. 4(2):105-108.
 14. García JE, Salcedo AL, et al. Diabetes mellitus tipo 2 y ejercicio físico. resultados de una intervención. *Rev Med IMSS* 2004; 42 (5): 395-404
 15. Aguila Y, Vicente BM, Llaguno GA, Sánchez JF, Costa M. Efecto del ejercicio físico en el control metabólico y en factores de riesgo de pacientes con diabetes mellitus tipo 2: estudio cuasi experimental. *Medwave* [Internet]. 2012 Nov 1 [cited 2017 Jun 4];12(10).
 16. Alba LH, Bastidas C, et al. Prevalencia de control glucémico y factores relacionados en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 del Hospital Universitario de San Ignacio, Bogotá, Colombia. *Gac Méd Méx* Vol. 145 No. 6, 2009.
 17. Martín Alfonso L. Repercusiones para la salud pública de la adherencia terapéutica deficiente. *Rev Cuba Salud Pública*. 2006 Sep;32(3):0–0.

10.- Anexos

Escala PEDro en español.

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: |

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 *how* 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.