



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

High intensity exercise VS Moderate-low intensity exercise in patients with Type 2 Diabetes Mellitus

Exercicio de alta intensidade VS Exercicio de moderada-baixa intensidade en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2.



Facultad de Fisioterapia

Alumna: Dña. Paula Fraga Pino

DNI: 34881760Y

Tutor: Dña. Asenet López García

Convocatoria: Junio 2016

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

ÍNDICE

1. Resumen.....	4
2. Abstract.....	6
3. Introducción.....	7
3.1. Tipo de trabajo.....	7
3.2. Motivación y fundamentación.....	7
4. Contextualización.....	8
4.1. Diabetes Mellitus.....	8
4.1.1. Definición.....	8
4.1.2. Clasificación.....	8
4.1.3. Diagnóstico.....	9
4.1.4. Epidemiología.....	9
4.1.5. Fisiopatología.....	11
4.2. Ejercicio y Diabetes Mellitus.....	11
4.2.1. Prescripción de ejercicio físico.....	12
4.2.2. Programa de ejercicio físico en Diabetes Mellitus.....	12
4.2.3. Intensidad del ejercicio físico.....	13
4.2.4. Evaluación clínica previa a la realización del ejercicio físico.....	13
4.2.5. Consideraciones para la práctica de ejercicio físico.....	14
5. Objetivos.....	14
5.1. Pregunta investigación.....	14
5.2. Objetivos.....	14
6. Material y métodos.....	15
6.1. Criterios de inclusión y exclusión.....	15
6.2. Estrategia de búsqueda.....	15
6.3. Medición de variables a analizar.....	19
6.4. Algoritmo de búsqueda.....	22
7. Resultados.....	23
8. Discusión.....	34
9. Conclusión.....	37
10. Bibliografía.....	38
11. Anexos.....	43

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla I: Intensidad de ejercicio según ACSM.....	13
Tabla II: Parámetros TTOG.....	19
Tabla III: Clasificación IMC.....	21
Tabla IV: Niveles de glucosa en sangre pre y post ejercicio.....	24
Tabla V: Valores de VO ₂ pico pre y post ejercicio.....	26
Tabla VI: Valores de IMC pre y post ejercicio.....	27
Tabla VII: Características de las intervenciones.....	30

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS/ABREVIATURAS:

ACSM: American College of Sport Medicine.

ADA: American Diabetes Association.

DM: Diabetes mellitus.

DM1: Diabetes mellitus tipo 1.

DM2: Diabetes mellitus tipo 2.

EF: Ejercicio físico.

ECG: Electrocardiograma.

EC: Ensayo clínico.

EA: Ensayo clínico aleatorizado.

ECC: Ensayo clínico controlado.

ECA: Ensayo clínico controlado aleatorizado.

FC: Frecuencia cardíaca.

FCM: Frecuencia cardíaca máxima.

FC Res: Frecuencia cardíaca de reserva.

IMC: Índice de masa corporal.

JCR: Journal Citation Report

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

OMS: Organización Mundial de la Salud.

RM: Resistencia máxima.

SED: Sociedad Española de Diabetes.

TTOG: Test de tolerancia oral a la glucosa.

VO₂: Consumo de oxígeno.

VO₂máx: Consumo máximo de oxígeno.

VO₂pico: Consumo pico de oxígeno.

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

1. RESUMEN

La Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) supone a día de hoy una de las principales causas de muerte potencialmente evitable a nivel mundial, siendo la hiperglucemia y los bajos niveles de actividad física los dos grandes factores asociados a este hecho.

Esta revisión bibliográfica se ha llevado a cabo con el objetivo de determinar si existe evidencia científica en relación al grado de intensidad del ejercicio que se aplica en pacientes con DM2 para llevar a cabo una pauta terapéutica adecuada y eficaz.

Para ello se ha realizado una búsqueda bibliográfica en 4 bases de datos entre los meses de Marzo y Abril de 2016, obteniendo como resultado final un total de 12 artículos, dentro de los cuales se analizarán 3 parámetros: niveles de glucosa en sangre, consumo de oxígeno e índice de masa corporal (IMC).

Objetivo

Se pretende determinar los beneficios de un programa de ejercicio a alta intensidad y un programa de beneficios a moderada-baja intensidad en pacientes con DM2.

Material y método

Se ha realizado una búsqueda entre los meses de Marzo y Abril de 2016 en 4 bases de datos: Scopus, Pubmed, Cochrane y PEDro. Tras la aplicación de criterios de inclusión y exclusión se ha procedido a la revisión y análisis de 12 artículos.

Resultados

Tras analizar los resultados obtenidos post ejercicio en las 3 variables de estudio, podemos establecer 3 líneas principales:

Los niveles de glucosa en sangre post-ejercicio apunta a una mejoría tras la realización de un protocolo de ejercicios combinado de fuerza y resistencia a alta intensidad.

El consumo de oxígeno apunta a una mejoría post ejercicio tras la realización de un protocolo de ejercicios combinados de fuerza y resistencia a una intensidad elevada.

El IMC apunta a una mejoría tras la realización de ejercicio a alta intensidad en adolescentes y a moderada intensidad en adultos.

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

Conclusiones

Los programas de ejercicio a alta intensidad y a moderada intensidad resultan beneficiosos en pacientes con DM2. Concretamente, los programas de moderada intensidad tendrán un efecto beneficioso sobre el IMC de personas adultas mientras que los programas de alta intensidad tendrán un efecto beneficioso sobre el consumo de oxígeno, los niveles de glucosa en sangre y el IMC de personas adolescentes.

Palabras clave

Diabetes Mellitus, Ejercicio de baja intensidad, Ejercicio de moderada intensidad, Ejercicio de alta intensidad.

1. ABSTRACT

Objective

It is to determine the benefits of an exercise program at high intensity and program benefits to moderate intensity in patients with DM2.

Material and method

For the realization of this literature review was performed a search between the months of March and April 2016 in 4 databases: Scopus, Pubmed , Cochrane and PEDro . After application of inclusion criteria such as articles published in the last 5 years , studies of the clinical trial type , randomized controlled trial , randomized and controlled clinical trial articles that made reference numerically the intensity used in their programs, among others , it has conducted a review and analysis of 12 articles .

Results

Having analyzed in different articles how blood glucose levels behave , oxygen consumption and BMI post exercise, in relation to the results obtained can establish 3 main lines :

On blood glucose levels post- exercise points to an improvement after performing a protocol combined strength and endurance exercises at a high intensity undertone .

On peak oxygen consumption after exercise points to an improvement after performing a protocol combined strength and endurance exercises at a high intensity.

On BMI points to an improvement after the completion of a high intensity exercise in adolescents and low intensity in adults

Conclusions

Exercise programs at high intensity and moderate intensity are beneficial in patients with DM2 . Specifically, a low-moderate intensity programs will have a beneficial effect on BMI in adults while high-intensity programs will have a beneficial effect on oxygen consumption, blood glucose levels and BMI in adolescents.

Keywords:

Diabetes Mellitus , low intensity exercise , high intensity exercise, moderate intensity exercise.

2. INTRODUCCIÓN:

2.1 Tipo de trabajo:

Este trabajo consiste en una revisión bibliográfica en la que se pretende determinar cuál es el programa de ejercicio físico (EF) más adecuado y eficaz para el tratamiento de pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2).

2.2 Motivación y fundamentación:

La prevalencia de la diabetes mellitus tipo 2 es cada vez mayor¹. El registro de prevalencia más reciente realizado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) data del año 2014 y establece que la prevalencia mundial de la DM ha sido de un 9% entre los adultos mayores de 18 años². Cabe destacar que en nuestro país, un 12% de la población sufre DM2³. Actualmente la DM2 supone una de las principales causas de muerte evitables en todo el planeta⁴ y según proyecciones de la OMS, la diabetes será la séptima causa de mortalidad en 2030², viéndose asociada esta tendencia al aumento de la obesidad y a la inactividad física^{1,2}.

La práctica de ejercicio físico tiene un efecto beneficioso sobre los parámetros metabólicos que afectan al riesgo cardiovascular, tales como presión arterial, composición corporal, condición cardiorrespiratoria y control de glucosa en sangre. Es por esto que, el ejercicio se presenta como una terapia adecuada para el tratamiento de la DM2 y sus complicaciones asociadas^{1,5}.

El motivo por el que me planteé realizar esta revisión es que, la DM además de suponer una enfermedad en sí misma, supone un factor de riesgo de las enfermedades cardiovasculares. Desde la fisioterapia debemos incidir no sólo en el mantenimiento de la salud, sino también debemos participar activamente en la prevención de enfermedades asociadas actuando sobre los factores de riesgo de las mismas. En este caso, múltiples estudios⁶ abogan porque el tratamiento y gestión de la DM debe venir dado por la terapia farmacológica y el ejercicio. El ejercicio terapéutico es uno de los medios de los que dispone el fisioterapeuta dentro de su arsenal de técnicas y formas de tratamiento y por ello, me propuse realizar esta revisión para conocer si existe evidencia científica en relación al grado de intensidad del ejercicio que se aplica en pacientes con DM2 para llevar a cabo una pauta terapéutica adecuada y eficaz. Así mismo, esta revisión también tiene como objeto determinar qué otros componentes, al margen de la intensidad, son necesarios para obtener efectos beneficiosos en este tipo de población.

3. CONTEXTUALIZACIÓN:

3.1 Diabetes Mellitus:

3.1.1 Definición:

La DM se define, según la OMS, como: "enfermedad crónica que aparece cuando el páncreas no produce insulina suficiente o cuando el organismo no utiliza eficazmente la insulina que produce. El efecto de la diabetes no controlada es la hiperglucemia, que con el tiempo daña gravemente muchos órganos y sistemas, especialmente los nervios y los vasos sanguíneos"³.

Otra definición es la que aporta la American Diabetes Association (ADA), en la que se define la DM como: "grupo de enfermedades metabólicas caracterizadas por una hiperglucemia resultante de defectos en la secreción de insulina, acción de la insulina, o ambos. La hiperglucemia crónica de la diabetes se asocia con daño a largo plazo, disfunción e insuficiencia de diferentes organismos, especialmente los ojos, riñones, nervios, vasos del corazón y los vasos sanguíneos "⁷.

3.1.2. Clasificación:

La actual clasificación de la DM, instaurada por una comisión formada por expertos de la OMS y de la ADA en el año 1997, consta de 4 grupos⁸.

1. Diabetes mellitus tipo 1 (DM1): Se caracteriza por daño de la célula beta pancreática, falla de la secreción insulínica y tendencia a la cetosis. Se subdivide en:
 - a) Mediada inmunológicamente: Corresponde a la mayoría de los casos (85% a 90%).
 - b) Idiopática: Como entidad de reciente descripción se conoce poco de su etiología, evolución y pronóstico⁹.

2. Diabetes mellitus tipo 2 (DM2): se define, según la ADA, como: "forma de diabetes, que representa el 90-95% de las personas con diabetes, anteriormente designado como diabetes del adulto no insulino-dependiente. Resultante de un déficit relativo de insulina que se produce en forma progresiva, sobre la base inicial de resistencia insulínica"⁷.

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

3. Otros tipos específicos: Comprende, en un listado ordenado de la A a la H, los tipos de diabetes de causa conocida y cuya lista se podrá incrementar a medida que progrese la investigación. Por el momento constituyen una minoría⁹.
4. Diabetes gestacional: se define, según la OMS, como cualquier grado de intolerancia a la glucosa diagnosticada durante el embarazo⁹.

3.1.3 Diagnóstico:

Los criterios diagnósticos para la DM se establecen a partir de los valores aceptados como normales por la OMS. Dichos valores corresponden a:

- Glucosa plasmática en ayunas (FGP): < 110 mg/dl (6,1mmol/L).
- Glucosa postprandial tras 2 horas de la ingesta: < 140 mg/dl (7.75mmol/L)⁹.

En base a esto, se establecen 3 vías diferentes para llegar al diagnóstico de DM:

- Glucosa plasmática en ayunas: si la glucemia plasmática en ayunas es ≥ 126 mg/dl (7mmol/L)⁸.
- Glucemia plasmática en cualquier momento del día y sin relación con ayuno o ingesta previa ≥ 200 mg/dl (11.1 mmol/L) junto con síntomas como poliuria, polidipsia, polifagia, astenia y/o pérdida de peso⁸.
- Glucemia plasmática a las 2 horas de realizar el test de tolerancia a la glucosa (TTOG), tras la ingesta de una solución glúcida de 75 gramos disueltos en agua , ≥ 200 mg/dl (11.1 mmol/L)⁸.

3.1.4. Epidemiología:

3.1.4.1 Prevalencia Diabetes Mellitus:

El estudio de la prevalencia de la DM cuenta con gran variabilidad de resultados. Algunas de las razones de esta variabilidad son las siguientes condiciones de los sujetos: longevidad, historia familiar, raza, urbanización, migración, obesidad, dieta, actividad física y nutrición fetal.

Los estudios epidemiológicos encaminados específicamente a determinar la prevalencia total de la diabetes utilizan la información obtenida tras la práctica de un TTOG.

Aparentemente, la información epidemiológica más relevante, es la referente a prevalencia de diabetes conocida, diagnosticada y tratada. Existe una prevalencia de diabetes ignorada que ofrece información referente a la eficacia de las estrategias de detección de la enfermedad, siendo esta una herramienta útil para prevenir o detectar precozmente las complicaciones crónicas asociadas a la DM⁸.

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

Existen diferentes estudios que han establecido que desde el año 2013 un total de 381.8 millones de adultos sufren DM, estimando que esta cifra se elevará en el 2035 hasta los 591.9 millones¹⁰.

A nivel nacional, la Sociedad Española de Diabetes (SED) ha realizado un estudio exhaustivo sobre la prevalencia de la DM2 en España, obteniendo como resultado que un 8.1% de la población española tiene DM2 y ha sido diagnosticadas de ello, mientras que un 3.9% de la población sufre también DM2 pero no ha sido diagnosticada. Así mismo, este estudio establece que la gente diagnosticada sí cumple el tratamiento farmacéutico que se le ha pautado, pero tienen un estilo de vida sedentario³.

3.1.4.2 Incidencia Diabetes Mellitus tipo 2:

La DM2 es una enfermedad de curso silente, sin un inicio brusco ni una fecha exacta de aparición, por ello es difícil plantear estudios de incidencia de la enfermedad. Éstos se deben hacer con el fin de detectar diabetes asintomática, mediante pruebas específicas, glucemia y/o TTOG repetidos anualmente o tras un lapso de tiempo en la población general. En conjunto, la incidencia anual de DM2 en estudios europeos publicados varía entre 1,2 y 4, casos/1000 personas¹¹.

En España se han realizado diversos estudios en las últimas décadas en diferentes Comunidades Autónomas. En Vizcaya, se realizó un estudio de incidencia mediante TTOG que determinó una incidencia acumulada de DM cifrada en 8 casos por 1.000 habitantes y 10 años; un estudio en la Comunidad de Madrid proporcionó una aproximación a la incidencia anual de DM2, que se cifró en 146 casos por 100.000 habitantes y finalmente un último estudio cifró la incidencia de DM2 en 150 casos por 100.00 habitantes en el área rural de Barcelona. Estas cifras concuerdan con las que sitúan la incidencia anual de DM2 en España entre 60 y 150 casos nuevos por 100.00 habitantes¹².

3.1.4.3 Mortalidad por Diabetes Mellitus:

Una elevada concentración de glucosa en sangre se asocia con un mayor riesgo relativo de mortalidad¹³. Así mismo, la edad, hipertensión y presencia de proteinuria también están relacionadas con el incremento de la mortalidad en DM2¹⁴.

Actualmente, según los últimos estudios de la OMS, se calcula que en 2012 fallecieron 1,5 millones de habitantes como consecuencia directa de la diabetes³.

Un estudio publicado también en 2012 por el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, estableció que la DM supone la 6ª causa de muerte en nuestro país, afectando a 23 casos por cada 100.000 habitantes¹⁵.

3.1.4.4 Factores de riesgo para la aparición de Diabetes Mellitus:

Los principales factores de riesgo para la DM2 incluyen: edad avanzada, obesidad, historia familiar de diabetes, etnicidad, dieta e inactividad física¹¹.

En cuanto a la edad, según la National Diabetes Statistics de 2007, existe una prevalencia del 10,7% en personas mayores de 20 años y un 23,1% en mayores de 60 años. En relación con la obesidad la tasa de incidencia de DM2 aumentó de 13 a 104/100.000 personas-año, al comparar el grupo de mujeres con IMC < 22 con otro grupo de mujeres cuyo IMC se situaba entre el 25 y el 26.9. Finalmente, el mantenimiento de una actividad física regular cobra vital importancia para disminuir el riesgo de DM2, con independencia de cuál sea el peso corporal¹⁶.

3.1.5 Fisiopatología Diabetes Mellitus tipo 2:

La DM2 se caracteriza por tres alteraciones fisiopatológicas: trastorno de la secreción de insulina, resistencia periférica a ésta y producción hepática excesiva de glucosa. La obesidad, en especial visceral o central, es muy frecuente en esta forma de diabetes. La resistencia a la insulina determinada genéticamente de la DM2 se ve potenciada por la obesidad. Los adipocitos secretan productos biológicos tales como: leptina, factor de necrosis tumoral alfa, ácidos grasos libres, resistina y adiponectina, que modulan la secreción de insulina, la acción de la insulina y el peso corporal, pudiendo contribuir de esta forma a la resistencia a la insulina.

En las fases tempranas del trastorno, la tolerancia a la glucosa permanece normal, a pesar de la resistencia a la insulina, porque las células beta pancreáticas lo compensan aumentando la producción de esta última. A medida que avanza la resistencia a la insulina y la hiperinsulinemia compensadora, las células pancreáticas se tornan incapaces de mantener un equilibrio. Debido a esto, aparece finalmente una hiperglucemia post-pandrial seguida de una hiperglucemia en ayunas. Será a partir de esta última cuando se establecerá el diagnóstico de DM2¹⁷.

3.2 Ejercicio y Diabetes Mellitus:

El EF presenta múltiples beneficios, entre ellos el descenso del riesgo cardiovascular, decremento de la presión arterial, conservación de la masa muscular, reducción de la grasa corporal y pérdida de peso. Tanto en los pacientes con DM1 y DM2, el EF también resulta útil para disminuir la glucosa plasmática (durante y después de él) y aumentar la sensibilidad a la insulina¹⁷.

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

El EF mediante el trabajo muscular produce un incremento de la sensibilidad de los tejidos periféricos a la insulina, mejorando el transporte de glucosa al interior de la célula, gracias en parte al incremento de la proteína transportadora de glucosa tipo 4 (GLUT-4), principal transportador de glucosa en el músculo estriado. Este aumento de la utilización de glucosa en el músculo es uno de los factores que contribuyen de forma más importante al descenso de las cifras de glucemia¹¹.

3.2.1 Prescripción de Ejercicio físico:

La prescripción de EF en el paciente diabético debe tener en cuenta todos aquellos elementos de la condición física relacionado con la salud y no solamente aquellos que afectan al consumo de glucosa. Se debe conseguir un entrenamiento global del individuo que dé lugar a la mejora de aspectos como la resistencia cardiorrespiratoria, la fuerza, la resistencia muscular o la flexibilidad¹¹.

La prescripción del EF deber realizarse de forma sistemática e individualizada. En cada caso debemos adaptar tipo, frecuencia, duración, intensidad y ritmo de progresión del ejercicio en cada paciente, según sus características y objetivos deseados. En los últimos años tanto la ADA como el American College of Sport Medicine (ACSM) en sus recomendaciones sobre la prescripción de ejercicio a pacientes con DM, han incluido al ya tradicional entrenamiento de resistencia cardiorrespiratoria el entrenamiento de resistencia muscular¹¹.

3.2.2 Programa de ejercicio físico en Diabetes Mellitus:

El EF prescrito se basará en ejercicios de baja intensidad y larga duración como caminar, correr, nadar, montar en bicicleta, etc⁷.

Según SED, la frecuencia del EF variará según el tipo ejercicio, de forma que se recomienda al paciente con DM que camine 1 hora diaria o que realice actividad en gimnasio y/o natación 1 hora 3 veces por semana. El EF ideal para la mayoría de los pacientes con DM será caminar 45-60 minutos/día, de 3 a 5 días por semana¹⁸.

Profundizando más en los componentes del EF, la ADA sugiere que los adultos > 18 años realicen 150 min/semana de actividad física de intensidad moderada o 75 min/semana de actividad vigorosa, o una combinación equivalente a las dos. Además sugieren que los adultos también realicen actividades para fortalecer todos los grupos musculares principales al menos 2 días a la semana. Para los adultos > 65 años, o aquellas personas con discapacidad, sigan las recomendaciones para adultos si esto es posible o, en caso contrario, que realicen toda la actividad física que puedan¹⁹.

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

3.2.3 La intensidad del ejercicio físico:

El cálculo de la intensidad del ejercicio físico se llevará a cabo a través de la frecuencia cardíaca (FC). Existen 3 formas de referirse a la FC en función a la práctica o ausencia de actividad física por parte del sujeto¹:

- Frecuencia cardíaca de reposo (FCR) : Es la FC que posee el sujeto en el momento de menor actividad física, es decir, en reposo²⁰.
- Frecuencia cardíaca máxima (FCM): Es la frecuencia máxima (teórica) que puede alcanzar un sujeto durante la realización de ejercicios de esfuerzo sin poner en riesgo su salud, siempre y cuando se encuentre en óptima condición física. Al alcanzar la FCM, teóricamente, se alcanza la máxima capacidad de ejercicio. La FCM se calculará bien por medio de una prueba de esfuerzo o bien mediante la fórmula de la edad²⁰:
 - FCM hombres = 220 - Edad
 - FCM mujeres = 226 - Edad
- Frecuencia cardíaca de reserva (FC RES): Se define como la diferencia entre la FCM y la FCR. La FC RES permite un cálculo más ajustado de la frecuencia cardíaca de entrenamiento, puesto que tiene en cuenta la FCR. Se calculará mediante la fórmula de Karvonen²⁰:
 - FC RES = FCM- FCR

En función a esto, la intensidad de ejercicio planteados por la ADA serán establecidos a partir de los criterios del ACSM mostrados en la Tabla 1²¹.

Tabla 1: Intensidad de ejercicio según ACSM

Intensidad	% FC de reserva o VO2R	% FCM	Escala Borg
Muy ligera	<20	<35	<10
Ligera	20-39	35-54	10-11
Moderada	40-59	55-69	12-13
Alta	60-84	70-89	14-16
Muy alta	≥ 85	≥90	17-19
Máxima	100	100	20

FC: frecuencia cardíaca; VO2R: consumo máximo de oxígeno; FCM: frecuencia cardíaca máxima.

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

3.2.4 Evaluación clínica previa a la realización de ejercicio físico:

Antes de aumentar los patrones habituales de EF los pacientes con DM deben de ser sometidos a una evaluación médica detallada en donde se evalúe la presencia de complicaciones macro y microvasculares que puedan ser agravadas con el ejercicio²⁰.

- Sistema cardiovascular: Se recomienda practicar un electrocardiograma (ECG) de esfuerzo en aquellos pacientes que cumplan los siguientes criterios:
 - Edad superior a 35 años.
 - Edad superior a 25 años y:
 - DM2 de más de 10 años de evolución.
 - DM1 de más de 15 años de evolución.
 - Presencia de algún factor de riesgo de patología coronaria.
 - Presencia de enfermedad microvascular (retinopatía) proliferativa o nefropatía.
 - Enfermedad vascular periférica.
 - Neuropatía Autonómica^{11,20}.

3.2.5 Consideraciones para la práctica de ejercicio físico:

Existen consideraciones particularmente importantes y específicas para las personas con DM ante la práctica de EF. Se debe recomendar EF pero tomando medidas de precaución en las prácticas que potencien la aparición de un pie diabético. Medidas como:

1. El uso de gel de sílice o suelas de aire, así como los calcetines de poliéster para evitar ampollas y mantener los pies secos.
2. Calzado adecuado para realizar EF, especialmente en personas con neuropatía periférica.
3. Símbolo visible que especifique que la persona padece DM.
4. Hidratación adecuada, ya que la deshidratación puede afectar los niveles de glucosa en sangre y la función del corazón²⁰.

4. OBJETIVOS:

4.1 Pregunta de investigación:

Con la finalidad de plantear una pregunta de estudio se han descrito 3 parámetros fundamentales:

- Población de estudio: mujeres y hombres con DM.
- Intervención: programas de ejercicio físico a diferentes intensidades.

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

- Resultados: efectos del ejercicio sobre el control de la DM.

En base a esto, se plantea la siguiente pregunta de estudio:

¿Resulta más beneficioso el ejercicio de moderada-baja intensidad frente al de alta intensidad en el control de la DM en hombres y mujeres con esta patología?

Obteniendo como palabras clave: *Diabetes Mellitus, ejercicio de baja intensidad, ejercicio de moderada intensidad y ejercicio de alta intensidad.*

4.2 Objetivos:

4.1 Objetivo General:

Determinar la diferencia de los beneficios del ejercicio físico de alta intensidad vs moderada-baja intensidad en el paciente con diabetes mellitus tipo 2.

4.2 Objetivos específicos:

1. Establecer el tipo de intensidad optima en un programa de ejercicio físico, que aporte mejorías clínicas en los valores de glucosa, consumo de oxígeno y composición corporal en pacientes con diabetes mellitus tipo 2.
2. Determinar los componentes necesarios en un programa de ejercicio físico en pacientes con diabetes mellitus tipo 2.

5. MATERIAL Y MÉTODOS:

Se han consultado las siguientes bases de datos para realizar la búsqueda bibliográfica:

- Pubmed.
- Scopus.
- PEDro.
- Biblioteca Cochrane Plus.

5.1 Criterios de selección:

5.1.1 Criterios de inclusión:

- Publicaciones que en el título o en el resumen hagan referencia a pacientes con DM y a ejercicio físico con diferentes intensidades como tratamiento.
- Artículos que hagan referencia a humanos.

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

- Idiomas: español o inglés.
- Ensayos clínicos, ensayos clínicos controlados, ensayos clínicos aleatorizados y ensayos clínicos controlados aleatorizados.
- Publicaciones de los últimos 5 años.
- Artículos que, una vez leídos, hablen de DM2.

5.1.2 Criterios de exclusión:

- Publicaciones que, tras leerlas no especifiquen numéricamente el nivel de intensidad utilizado.
- Artículos que, una vez leídos, no se ajusten a los objetivos de esta revisión.

5.2 Estrategia de Búsqueda:

La búsqueda se ha realizado entre los meses de Marzo y Abril de 2016.

A continuación, se muestran los diferentes términos de búsqueda así como la estrategia llevada a cabo según las demandas de las bases de datos. Se establece que los términos utilizados deben de aparecer en el título y/o en el resumen y/o en las palabras claves del artículo.

Búsqueda en Scopus:

ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA Y TÉRMINOS UTILIZADOS	RESULTADOS TOTALES	ARTÍCULOS INCLUIDOS	ARTÍCULOS EXCLUIDOS
"Low-intensity exercise" OR "Low-intensity exercises" OR "Low-intensity training" OR "Low-intensity sport" OR "Low-intensity sports" OR "Moderate-intensity exercise" OR "Moderate-intensity exercises" OR "Moderate-intensity training" OR "Moderate-intensity sport" OR "moderate-intensity sports" OR "High-intensity exercise" OR "High-intensity exercises" OR "High-intensity training" OR "High-intensity sport" OR "High-intensity sports" AND "Diabetes Mellitus"	72	4	68

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

Búsqueda en Pubmed:

ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA Y TÉRMINOS UTILIZADOS	RESULTADOS TOTALES	ARTÍCULOS INCLUIDOS	ARTÍCULOS EXCLUIDOS
"Low-intensity exercise" [Tiab] OR "Low-intensity exercises"[Tiab] OR "Low-intensity training"[Tiab] OR "Low-intensity sport"[Tiab] OR "Low-intensity sports"[Tiab] OR "High-intensity exercise"[Tiab] OR "High-intensity exercises"[Tiab] OR "High-intensity training"[Tiab] OR "High-intensity sport" [Tiab] OR "High-intensity sports"[Tiab] OR "Moderate-intensity exercise" OR "Moderate-intensity exercises" OR "Moderate-intensity training" OR "Moderate-intensity sport" OR "Moderate-intensity sports" AND "Diabetes Mellitus" [Tiab]	66	5	61

De los 66 artículos encontrados 6 ya estaban disponibles en la búsqueda realizada en Scopus.

Se realiza también la siguiente búsqueda incluyendo términos Mesh:

"low- intensity exercise" [Tiab]) OR "moderate-intensity exercise [Tiab]) OR "high- intensity exercise" [Tiab]) OR "low- intensity exercises" [Tiab]) OR "moderate-intensity exercises [Tiab]) OR "high- intensity exercises" [Tiab]) OR "low- intensity training" [Tiab]) OR "moderate-intensity training" [Tiab]) OR "high- intensity training" [Tiab]) OR "high- intensity sport" [Tiab]) OR "moderate-intensity sports" [Tiab]) OR "high- intensity sports" [Tiab]) OR "low- intensity sports" [Tiab]) OR "moderate-intensity sport" [Tiab]) OR "low- intensity sport" [Tiab]) AND "diabetes mellitus" [Tiab] OR "diabetes mellitus" [Mesh]

Los resultados obtenidos, una vez introducidos los criterios de " Ensayo clínico", " humanos" y " últimos 5 años" ascienden a 5889. Por tanto, esta búsqueda se descarta y se utiliza la búsqueda citada previamente, ya que se ajusta de manera mucho más específica a los objetivos de esta revisión.

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

Búsqueda en Cochrane:

ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA Y TÉRMINOS UTILIZADOS	RESULTADOS TOTALES	ARTÍCULOS INCLUIDOS	ARTÍCULOS EXCLUIDOS
" Low-intensity training" OR " Moderate-intensity training" OR "High-intensity training" AND " Diabetes Mellitus"	15	0	15
"Low-intensity exercise" OR "Moderate-intensity exercise" OR "High-intensity exercise" AND " Diabetes Mellitus"	4	0	4

En este caso se realizan dos búsquedas diferentes , ya que al realizar una única búsqueda : (*"Low- intensity exercise") OR ("low-intensity training") OR ("Moderate-intensity exercise") OR ("Moderate-intensity training") OR ("high-intensity exercise") OR ("high-intensity training") AND ("diabetes mellitus")*) se obtienen un total de 166 resultados, los cuales no se ajustan ni a las palabras claves de establecidas ni a los objetivos de esta revisión.

Búsqueda en PEDro:

ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA Y TÉRMINOS UTILIZADOS	RESULTADOS TOTALES	ARTÍCULOS INCLUIDOS	ARTÍCULOS EXCLUIDOS
" Diabetes mellitus" AND " Fitness training"	54	3	48

De los 54 artículos encontrados 6 de ellos ya estaban disponibles en la búsqueda realizada en Pubmed.

En la Figura 1 se presenta de forma esquematizada el número total de publicaciones obtenidas tras las búsquedas, y tras la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión.

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

5.3 Medición de variables a analizar:

5.3.1 Nivel de glucosa en sangre:

La medición de los niveles de glucosa en sangre, será útil para valorar la homeostasis en el organismo y su determinación en condiciones de ayuno para posibles pacientes diabéticos. Dicha medición puede expresarse en dos unidades de medida: mg/dl o mmol/L. Ésta debe encontrarse entre unos valores determinados de 70-100 mg/dL (3,88-5,55mmol/L) en un paciente adulto²².

La prueba utilizada por todos los autores para medir la glucosa en sangre ha sido el TTOG, ya que se trata de una prueba eficaz, rápida y económica. El TTOG consiste en la toma inicial de una muestra de sangre tras un ayuno de 10-12 horas. Seguidamente se administran 75 gramos de glucosa diluidos en un volumen total de 250-300 mL. Transcurridas 2 horas se procede a realizar una segunda extracción²³. La interpretación de los resultados se explica en la *Tabla 2*.

Tabla 2. Parámetros TTOG

	Normal	Alteración de glucemia en ayunas	Intolerancia a la glucosa	Diabetes Mellitus
Glucemia basal de adultos (mg/dl)	<110	≥110 y < 126	<126	≥126
Glucemia a las 2 horas de TTOG	<140	<140	≥140 y < 200	≥200

5.3.2 Consumo de oxígeno:

El consumo de oxígeno (VO₂) es la cantidad de oxígeno utilizada por el organismo en un momento determinado. Se expresa en ml/kg/min. Dicho consumo se medirá mediante pruebas de esfuerzo en las que se calculará bien el consumo de oxígeno máximo (VO₂máx) o el consumo de oxígeno pico (VO₂pico)²⁴.

El VO₂máx se define como la máxima cantidad de oxígeno que el organismo es capaz de absorber de la atmósfera, transportar a los tejidos y consumir por unidad de tiempo²⁴.

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

Los valores del consumo máximo de oxígeno variará en función de la condición física de los sujetos, de forma que:

- En una persona sedentaria, el consumo de oxígeno oscilará alrededor de los 28ml/kg/min tanto para hombres como para mujeres.
- En una persona que realiza EF asiduamente, oscilará de 55 a 65 ml/kg/min²⁵.

Para calcular el consumo de oxígeno máximo se llevó a cabo una prueba de esfuerzo mediante un tapiz rodante siguiendo el protocolo de Bruce modificado. Este protocolo consiste en dos fases de calentamiento de 3 minutos a 2,5 km/h con una pendiente de 0 y 5°, respectivamente, seguidos de estadíos de 3 minutos en los que se aumenta tanto la velocidad como la inclinación del tapiz. La prueba se detendrá en función a los síntomas que presente el paciente, frecuencia cardíaca alcanzada (máximo 85% de la FCM²⁶), comportamiento de la presión arterial, análisis de gases respiratorios o cuando aparezcan datos de electrocardiograma que aconsejen suspenderla²⁷.

El VO₂pico se define como el mayor volumen de oxígeno alcanzado en una prueba incremental, cuando no es posible alcanzar criterios de VO₂máx. Persigue conocer el límite de tolerancia al esfuerzo en pacientes no entrenados y en pacientes cardiopatas. Se expresa en ml/kg/min o % respecto al VO₂ máximo teórico (calculado para la edad, sexo, peso y altura)²⁷.

Para calcular el consumo de oxígeno pico se llevó a cabo una prueba de esfuerzo mediante cicloergómetro. Dicha prueba, poseía una cadencia de velocidad constante de 60 revoluciones/minuto y una carga de trabajo inicial de 10-20 W que aumentaba progresivamente a 10-20W/minuto. La prueba se dio por finalizada cuando síntomas como fatiga, disnea, angina de pecho o cambios en la presión arterial se manifestaban. La prueba contaba con una duración de 6-12 minutos y se evaluaba el grado de esfuerzo a través de la Escala de Borg²⁸.

Dicha escala mide la gama entera del esfuerzo que el individuo percibe al hacer ejercicio. Esta escala da criterios para hacerle ajustes a la intensidad de ejercicio, a la carga de trabajo, y así pronosticar y dictaminar las diferentes intensidades del ejercicio en los deportes y en los tratamientos de rehabilitación. El sujeto que hace el ejercicio debe asignar un número del 1 al 20, para representar la sensación subjetiva de la cantidad de trabajo desempeñado. Los valores numéricos tendrán una correspondencia sobre el nivel de esfuerzo, tales como²⁹.

- 0-4 Dormido, inactivo.
- 5-7 Absoluta ausencia de esfuerzo.
- 8-9 Muy, muy ligero.

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

- 10 Muy ligero.
- 11-12 Ligero.
- 13-14 Moderado.
- 15-16 Duro.
- 17-19 Muy duro.
- 20 Esfuerzo máximo

5.3.3 Índice de masa corporal:

El cálculo del índice de masa corporal (IMC) se realiza mediante la fórmula: peso (kg)/altura² (m).

Según la OMS los valores de IMC³ se observan en la *Tabla 3*:

Tabla 3: Clasificación IMC

CLASIFICACIÓN	IMC (kg/m ²)
Infrapeso	< 18,50
Normopeso	18,50- 24,9
Sobrepeso grado I	25-26.9
Sobrepeso grado II (preobesidad)	27-29.9
Obesidad tipo I	30-34.9
Obesidad tipo II	35-39.9
Obesidad tipo III (mórbida)	40-49.9
Obesidad tipo IV (extrema)	>50

La medición y cálculo del IMC se realizó electrónicamente utilizando unos dispositivos específicos en cada estudio, según la preferencia de los autores.

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

Figura 1: Algoritmo de búsqueda



Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

6. RESULTADOS:

Del total de 211 estudios encontrados en la primera búsqueda, se obtienen un total de 12 publicaciones válidas para la realización de esta revisión, atendiendo a los criterios de inclusión y exclusión planteados.

Un total de 6 estudios son controlados aleatorizados (ECA)³⁰⁻³⁵, 2 son ensayos clínicos controlados (ECC)³⁶⁻³⁷, 3 son ensayos clínicos aleatorizados (EA)³⁸⁻⁴⁰ y 1 es un ensayo clínico (EC)⁴¹.

Para lograr los objetivos planteados en esta revisión, a continuación se analizan las variables objeto de estudio, en cada uno de los artículos revisados:

Niveles de glucosa en sangre:

De los 12 artículos revisados, un total de 11 autores^{30-32,34-41}, han estudiado los niveles de glucosa en sangre pre y post ejercicio. Dentro de estos autores, 8 de ellos^{30-32,34-36,38,39} aportan tanto los valores clínicos como estadísticos que obtuvieron tras la realización de sus programas, mientras que 3 de ellos^{37,40,41} tan solo aportan el valor estadístico. Dichos valores se pueden observar en la *Tabla 4*.

El planteamiento de los programas así como la estructura de los grupos en los que se han dividido los sujetos ha variado entre los estudios de forma que, *Lee SF et al*³¹, *Andersen et al*³⁶, *Kadoglou N et al*³⁸, *Shaban et al*⁴¹, *Guillen et al*³⁷, *Liu et al*³² y *Choi et al*³⁴ han realizado la comparación entre un grupo de ejercicio y un grupo control, mientras que *Kadoglou et al*³⁰, *Taylor et al*³⁵, *Lee SS et al*³⁹ y *Simpson et al*⁴⁰, han realizado la comparación entre un grupo de ejercicio a alta intensidad y otro grupo de ejercicio a baja intensidad.

En primer lugar, haciendo referencia a los 7 autores que han comparado un grupo de ejercicio con un grupo control^{31,32,34,36-38,41}, cabe destacar que todos ellos han obtenido una disminución de los niveles de glucosa en sus grupos de ejercicio tras la finalización de sus programas. Dichas mejorías se establecen dentro de un rango de entre -11mg/dl, obtenido en el estudio de *Choi et al*³⁴, y -72.07mg/dl obtenido en el estudio de *Liu et al*³² pasando por los estudios de *Lee SF et al*³¹ que obtiene una mejoría de -38.4 mg/dl, seguido de *Kadoglou N et al*³⁸ que obtiene una mejoría de -29mg/dl y finalmente *Andersen et al*³⁶ que registra una mejoría de -18.02mg/dl.

A pesar de que clínicamente todos ellos han visto como sus programas han sido efectivos, solo 3 de ellos^{32,37,41} han obtenido el valor necesario para que estadísticamente sus estudios sean significativos (p valor < 0.05).

En relación al protocolo de ejercicio utilizado por estos autores, *Lee SF et al*³¹, *Andersen et al*³⁶, *Kadoglou N et al*³⁸, *Shaban et al*⁴¹, *Guillen et al*³⁷ y *Choi et al*³⁴ coinciden en aplicar un

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

programa de ejercicios a alta intensidad (75%-85% de la FCM) , mientras que tan sólo *Liu et al*³² opta por un programa combinado de moderada intensidad (55-70 % FCM ; 50-60% 1RM).

En segundo lugar, 4 son los autores^{30,35,39,40} que han comprado un grupo de ejercicio a alta intensidad y un grupo de ejercicio a baja intensidad obteniendo también una disminución de los niveles de glucosa tras la realización de sus programas. En este caso, el rango de disminución se ha situado entre un -32.5 mg/dl, obtenido en el estudio de *Taylor et al*³⁵, y un -57.83mg/dl obtenido en el estudio de *Kadoglou et al*³⁰.

Además de la mejoría clínica que han experimentado los sujetos, cabe destacar que los 4 estudios^{30,35,39,40} han obtenido el valor necesario para que estadísticamente sus resultados hayan sido significativos (p valor < 0,05).

En referencia al protocolo de intervención utilizado por los autores, *Taylor et al*³⁵ y *Kadoglou et al*³⁰ coinciden en proponer un protocolo de ejercicios de fuerza y resistencia de forma combinada mientras que *Lee SS et al*³⁹ y *Simpson et al*⁴⁰ optan por aplicar protocolos aislados de resistencia y fuerza, respectivamente.

De todos los autores que evaluaron los niveles de glucosa *Liu et al*³² es el que obtiene unos beneficios clínicamente y estadísticamente más positivos con una bajada de los niveles de glucosa en sangre de -72.07 mg/dl.

Tabla 4 . Niveles de glucosa pre y post ejercicio:

AUTORES	GRUPOS	UNIDADES	PRE-EJERCICIO	POST-EJERCICIO	DIFERENCIA	p-valor
Lee SF et al 2015 ³¹	G1-AEG	Mg/dl	269.70±79.95	231.30±89.76	- 38.4	0.001 0.001
	G2-AMSG		263.30±84.21	232.71±71.97	- 30.59	
	G3-CG		255.15±89.54	306.05±121.05	+50.9	
Kadoglou et al 2012 ³⁰	G1	Mmol/L	9.87±1.99	9.54±0.61	-0.33	<0.001 <0.001
	G2		10.54±1.55	9.55±0.38	-0.99	
	G3		11.59±2.88	8.38±1.49	-3.21	
	G4		11.15±2.88	7.44±1.60	-3.71	
Taylor et al 2014 ³⁵	G1-MOD	Mg/dl	204.5±92.3	172.0±81.3	-32.5	<0.001 <0.001
	G2-HIGH		140.0±34.4	118.5±33.2	-21.5	
Andersen et al 2014 ³⁶	G1-FG	Mmol/L	8.8±0.7	7.8±0.6	-1.0	0.23
	G2-CG		7.6±0.7	8.5±1.2	+0.9	
Lee SS et al 2015 ³⁹	G1-HIE	Mg/dl	174±25.5	138.8±35.7	-35.2	<0.05
	G2-LIE		175.3±18.5	131.8±26.4	-43.5	
Kadoglou N et al 2012 ³⁸	G1-EG	Mg/dl	191±40	162±41	-29	0.008
	G2-CG		188±36	194±33	+6.0	
Liu et al 2015 ³²	G1-CT	Mmol/L	11.08±2.63	9.00±1.91	-2.08	<0.01
	G2-IT		11.30±2.17	7.30±0.98	-4.0	
	G3-CG		6.26±1.04	NR		

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

Choi et al 2012³⁴	G1-EG G2-CG	Mg/dl	138.6±26.2 140.0±34.1	127.6±19.8 133.4±32.6	-11.0 -6.6	0.001
-------------------------------------	----------------	-------	--------------------------	--------------------------	---------------	-------

G1:grupo 1;G2:grupo2;G3:grupo3;G4:grupo 4; AEG: Grupo ejercicio aeróbico; AMMSG: Grupo acumulación de pasos minuto; MOD: grupo moderada intensidad; HIGH: Grupo alta intensidad; FG: grupo fútbol; CG: grupo control; HIE: grupo alta intensidad; LIE: grupo baja intensidad; EG: grupo de ejercicio; CT: grupo tratamiento convencional; IT: grupo de intervención; NR: no referencia.

Consumo de oxígeno:

Dentro de los 12 artículos revisados, 5 son los autores que analizan el VO₂ pre y post ejercicio^{30,31,33,36,38}. 3 de ellos^{30,31,36} aportan tanto los valores clínicos como estadísticos que obtuvieron tras la realización de sus programas, mientras que 2 de ellos^{33,38} tan solo aportan el valor estadístico. Dichos valores se pueden observar en la *Tabla 5*.

Todos ellos obtienen tras la realización de sus programas una mejoría del consumo de oxígeno en sus sujetos, aun que, no todos han estructurado de forma similar sus protocolos. Por un lado, *Andersen et al³⁶* y *Kadoglou N et al³⁸* comparan los efectos de la intervención respecto a un grupo control inactivo. Ambos autores plantean un trabajo de alta intensidad (60-80% FCM).

Por otro lado, *Li et al³³*, *Kadoglou et al³⁰* y *Lee SS et al³⁹* realizan una comparación entre un grupo de trabajo a alta intensidad (70-80% FCM) y un grupo de trabajo a baja intensidad (40-60% FCM).

Cabe destacar que la población elegida por todos los autores es una población con un consumo de oxígeno que oscilará entre los 22 ml/kg⁻¹/min⁻¹ y los 30 ml/kg⁻¹/min⁻¹, valores propios de personas sedentarias.

En relación a la mejoría experimentada por los sujetos de los estudios, cabe destacar que todos los autores han obtenido valores cuyos resultados sean estadísticamente significativos (p valor <0,05), obteniendo un rango de mejora que oscila entre los 0.25ml/kg¹/min¹ obtenidos por *Kadoglou N et al³⁸* y los 4.95 ml/kg⁻¹/min⁻¹ de *Kadoglou et al³⁰*, contando con mejorías de 2,73 ml/kg⁻¹/min⁻¹ y 3.6 ml/kg⁻¹/min⁻¹ obtenidas por *Lee SF et al³¹* y *Andersen et al³⁶* respectivamente.

Es por tanto el estudio realizado por *Kadoglou et al³⁰* el que obtiene unos beneficios clínicamente más positivos con un incremento del VO₂ de 4.65 ml/kg⁻¹/min⁻¹.

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

Tabla 5. Valores de VO₂ (ml kg⁻¹ min⁻¹) pre y post-ejercicio:

AUTORES	GRUPO	PRE-EJERCICIO	POST-EJERCICIO	DIFERENCIA	p valor
Kadoglou et al 2012	G1	22.87±3.49	23.05±0.56	0.18	<0.001
	G2	23.18±2.78	23.43±0.46	0.25	
	G3	21.57±2.28	26.35±1.34	4.78	
	G4	23.68±5.59	28.63±1.29	4.95	
Andersen et al 2014	G1-FG	30.5±2.9	34.1±3.3	3.6	<0.001
	G2-CG	27.5±2.5	27.7±2.5	0.2	
Lee SF et al 2015	G1-HIE	22,23±3.84	24.96±5.77	2.73	<0.05
	G2-LIE	23.82±6.65	25.05±5.47	1.23	

G1:grupo 1;G2:grupo2; G3:grupo3; G4:grupo 4; FG: grupo fútbol; CG: grupo control; HIE: grupo alta intensidad; LIE: grupo baja intensidad; EG: grupo de ejercicio.

Índice de masa corporal:

En el total de los 12 artículos revisados, 6 han sido los autores^{30,33,36,38,39,41} que han estudiado los valores del IMC de sus pacientes pre y post ejercicio. Dichos valores se pueden observar en la *Tabla 6*.

Por un lado, en relación al tipo de población que fue incluida en estos estudios, contamos con *Kadoglou et al*³⁰, *Andersen et al*³⁶, *Kadoglou N et al*³⁸ y *Shaban et al*⁴¹ los cuales trabajaron con sujetos que poseían un IMC de entre 30.04 y 33.9, catalogados según la clasificación de la OMS como sujetos con obesidad tipo I. Por otro lado, *Lee SS et al*³⁹ y *Li et al*³³ contaron con sujetos que poseían un IMC de entre 22.8 y 26.1, sujetos que según la misma clasificación de la OMS, contaban con normopeso y sobrepeso tipo I, respectivamente.

En relación a las características de las intervenciones realizadas, 3 de nuestros autores^{36,38,41} han comparado un grupo de ejercicio a alta intensidad (70-85% FCM) respecto a un grupo control inactivo, mientras que otros 3 autores^{30,33,39} han establecido la comparación de un grupo de trabajo a alta intensidad (70-80% FCM) con respecto a otro grupo de trabajo a moderada-baja intensidad (40-60% FCM).

En cuanto a los resultados, en 5 de los estudios^{30,33,38,39} el IMC se ha visto disminuido en todos los grupos de ejercicio, en un rango de valores que oscila entre el -0,12 de *Kadoglou*

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

et al³⁰ y el -0.8 de Lee SS et al³⁹. Sin embargo, en el estudio de Shaban et al⁴¹ el IMC ha aumentado 0,2 tras la finalización del estudio.

A pesar de que tanto Kadoglou et al³⁰, Andersen et al³⁶, Kadoglou N et al³⁸, Li et al³³ y Lee SS et al³⁹ han obtenido mejorías clínicas, tan solo Lee SS et al³⁹ y Li et al³³ ha obtenido resultados estadísticamente significativos (p valor <0,05) en sus grupos de estudio al finalizar el programa con respecto al inicio del mismo.

De todos los autores que evaluaron el IMC es Lee SS et al³⁹ el que obtiene unos beneficios clínicamente y estadísticamente más positivos con una bajada del IMC de -0.8.

Tabla 6. Valores IMC(kg/m²) pre y post-ejercicio:

AUTORES	GRUPOS	PRE-EJERCICIO	POST-EJERCICIO	DIFERENCIA	p-valor
Kadoglou et al 2012 ³⁰	G1	32.1±2.95	32.33±0.07	0.23	0.464
	G2	32.89±3.26	32.76±0.03	-0.13	
	G3	31.55±3.11	31.31±0.05	-0.24	
	G4	31.55±3.11	31.33±0.08	-0.22	
Andersen et al 2014 ³⁶	G1-FG	30.4±1.0	30.1±1.0	-0.3	0.926
	G2-CG	30.4±2.2	30.7±2.4	0.3	
Lee SS et al 2015 ³⁹	G1-HIE	25.2±3.3	24.4±4.0	-0.8	<0.05
	G2-LIE	22.8±4.2	22.4±4.8	-0.4	
Kadoglou N et al 2012 ³⁸	G1-EG	32.1±3.77	31.98±3.03	-0.12	0.820
	G2-CG	30.04±2.95	30.65±3.55	0.61	
Shaban et al 2014 ⁴¹	G1-HIT	33.9±5.3	34.1±0.2	0.2	
	G2-CG	NR	NR		
Li et al 2012 ³³	G1-GBI	25.9±0.6	25.3±0.6	-0.6	<0.05
	G2-GAI	26.1±0.7	25.6±0.6	-0.5	<0.05

G1:grupo 1;G2:grupo2;G3:grupo3;G4:grupo 4; FG: grupo fútbol; CG: grupo control; HIE: grupo alta intensidad; LIE: grupo baja intensidad; EG: grupo de ejercicio; HIIT: Grupo alta intensidad; GBI: grupo de baja intensidad; GAI: grupo de alta intensidad; NR: no referencia.

Características de las intervenciones:

Tras el análisis de las diferentes variables a estudio, se ha realizado un análisis sobre el tipo de intervención realizada por cada autor. Dicho análisis se muestra en la Tabla 7.

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

Tamaño muestral:

Los estudios analizados cuentan con diferentes tamaños muestrales, con un rango amplio entre 120 sujetos, estudiados con *Lee SF et al*³¹, en comparación con *Guillen et al*³⁷ que únicamente cuenta con 7 sujetos.

Tipo de intervención:

Los programas de ejercicio realizaban diferentes modalidades, tales como: marcha en tapiz rodante^{33,34,38,39}, cicloergómetro^{31,37,41} o una combinación de éstos últimos y ejercicios con grupos musculares específicos^{30,32,35,40}. Además, *Andersen et al*³⁶ realiza la intervención mediante entrenamientos de fútbol, monitorizando a todos los sujetos.

Supervisión de las intervenciones:

Cabe destacar que en 10 de los estudios, los programas de intervención fueron supervisados diariamente por profesionales cualificados, mientras que sólo 2 de los estudios realizaron seguimientos semanales (*Choi et al*³⁴) o mensuales (*Lee SF et al*³¹).

Intensidad:

En cuanto al protocolo de ejercicios *Kadoglou N et al*³⁸, *Lee SF et al*³¹, *Andersen et al*³⁶, *Shaban et al*⁴¹ y *Guillen et al*³⁷ coinciden en aplicar un ejercicio de alta intensidad (I=60-80% de la FCM) durante un tiempo mínimo de 10 minutos y un máximo de 60.

Por otro lado *Li et al*³³, *Taylor et al*³⁵, *Lee SS et al*³⁹ coinciden en aplicar un ejercicio de baja intensidad (I= 30-50% de la FCM) con una duración de entre 20 y 60 minutos, comparado con ejercicio de alta intensidad (I= 60-80% FCM) con una duración de 30 minutos.

Finalmente, *Kadoglou et al*³⁰, *Taylor et al*³⁵, *Simpson et al*⁴⁰ y *Liu et al*³² coinciden en aplicar un ejercicio de resistencia a una intensidad de 60-80% de 1 repetición máxima (1RM) junto con un ejercicio aeróbico de intensidad baja-moderada (I= 45-65% FCM) durante al menos 30 minutos.

Duración del programa:

En relación a la duración total del tratamiento *Lee SS et al*³⁹, *Choi et al*³⁴, *Taylor et al*³⁵, *Liu et al*³², *Kadoglou N et al*³⁸, *Lee SF et al*³¹ y *Li et al*³³ coinciden en establecer el final del mismo al cabo de las 12 semanas, difiriendo de esta condición *Kadoglou et al*³⁰ y *Andersen et al*³⁶ que fijan el final de su tratamiento a los 6 meses, *Simpson et al*⁴⁰ que lo fija al cabo de 1 año y *Guillen et al*³⁷ y *Shaban et al*⁴¹ realizan una única intervención o un seguimiento durante 2 semanas, respectivamente.

Características de las publicaciones:

En referencia al factor de impacto, todos los estudios incluidos en esta revisión han sido publicados en revistas que cuentan con el reconocimiento del Journal Citation Report (JCR). Estando los valores de JCR entre 0,39 y el 6,36.

Finalmente, la calidad metodológica de los estudios ha sido cuantificada a través de la escala Pedro⁴² (Anexo 1). Dicha escala cuenta con 11 ítems que permiten identificar ensayos clínicos aleatorios con validez interna y suficiente información estadística para poder realizar una interpretación de sus resultados. Cabe destacar que la puntuación se establecerá mediante la suma de los valores obtenidos en los criterios del 2 al 11, sin tener en cuenta el criterio 1.

La puntuación PEDro de todos los artículos incluidos en esta revisión se presentan en el Anexo 2. Dicha puntuación media ha sido de 5.25/10.

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

Tabla 5 . Características de las intervenciones:

Autores	Revista	JCR	Tipo de estudio	Tamaño muestra	Edad	Frecuencia intervención	Duración intervención	Intensidad	Tiempo sesión	Supervisión de la intervención	Medidas
<u>Kadoglou et al 2012</u> ³⁰	Diabetic Medicine	3,11	Ensayo controlado aleatorizado	100 sujetos. 4 grupos (n=25)	56-70	4 sesiones/ semana.	24 semanas.	<u>G1:</u> baja intensidad. <u>G2:</u> 60-75% FCM. <u>G3:</u> 60-80% 1RM <u>G4:</u> 60-75% FCM y 60-80% 1RM	<u>G1:</u> 150min semana. <u>G2:</u> 60min. <u>G3:</u> 60min. <u>G4:</u> 60min.	<u>G1:</u> no supervisado. <u>G2,G3,G4:</u> supervisado	- Glucosa en sangre - VO2 - IMC
<u>Lee SF et al 2015</u> ³¹	The international journal of clinical practice	2,56	Ensayo controlado aleatorizado	120 sujetos. 3 grupos (n=40)	55-60	5 sesiones/ semana	12 semanas.	<u>G1-AEG:</u> 60-80% FCM <u>G2-AMSG:</u> 60-80% FCM <u>G3-CG:</u> no actividad	<u>G1-AEG:</u> 30min. <u>G2-AMSG:</u> hasta consecución de 10.000 pasos diarios.	<u>G1-AEG:</u> supervisado. <u>G2-AMSG:</u> monitorizado.	- Glucosa en sangre.

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

<u>Taylor et al 2014</u> ³⁵	Physical Therapy Journal	2,52	Ensayo controlado aleatorizado	21 sujetos. 2 grupos (n=10,n=11)	18-69	5 sesiones/semana	12 semanas	<u>G1-MOD:</u> 75% 8RM y 30-45% FCM <u>G2-HIGH:</u> 100% 8RM y 50-65% FCM	<u>G1-MOD:</u> 20 min. <u>G2-HIGH:</u> 20min.	<u>G1-MOD:</u> supervisado. <u>G2-HIGH:</u> supervisado	- Glucosa en sangre.
<u>Andersen et al 2014</u> ³⁶	Scandinavian journal of medicine & science in sports	2,89	Ensayo controlado	21 sujetos. 2 grupos (n=12, n=9)	45-50	2 sesiones/semana	24 semanas	<u>G1-FG:</u> 80% FCM <u>G2-CG:</u> no actividad	<u>G1-FG:</u> 60min.	<u>G1-FG:</u> supervisado.	- Glucosa en sangre. - VO2. - IMC.
<u>Lee SS et al 2015</u> ³⁹	Journal of Physical Therapy Science	0,39	Ensayo aleatorizado	20 sujetos. 2 grupos (n=10,n=10)	15-20	<u>G1-HIE:</u> 3 sesiones/semana. <u>G2-LIE:</u> 3 sesiones/semana	12 semanas	<u>G1-HIE:</u> 80% FCM. <u>G2-LIE:</u> 40% FCM	<u>G1-HIE:</u> 30min. <u>G2-LIE:</u> 30 min.	<u>G1-HIE:</u> supervisado <u>G2-LIE:</u> supervisado	- Glucosa en sangre. - VO2. - IMC.
<u>Simpson et al 2015</u> ⁴⁰	BioMed Central	1,73	Ensayo clínico aleatorizado	103 sujetos. 2 grupos (n=49,n=54)	70-75	3 sesiones/semana	12 meses.	<u>G1-PTR:</u> 80% 1RM. <u>G2-SEG:</u> ejercicio simulado.	NR	<u>G1-PTR:</u> supervisado. <u>G2-SEG:</u> supervisado	- Glucosa en sangre.
<u>Kadoglou N et al</u>	Medical Science	1,43	Ensayo clínico	54 sujetos. 2 grupos	50-70	<u>G1-EG:</u> 4 sesiones/	12 semanas.	<u>G1-EG:</u> 60-75% FCM	<u>G1-EG:</u> 60 min.	<u>G1-EG:</u> Supervisado	- Glucosa en sangre.

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

2012 ³⁸	Monitor		aleatorizado	(n=27,n=27)		semana. <u>G2-GC</u> : 3-5 sesiones/ semana		<u>G2-GC</u> :NR	<u>G2 -GC</u> : 30min.	<u>G2-GC</u> : no supervisado.	- VO2. - IMC.
Liu et al. 2015 ³²	Journal of Physical Therapy Science	0,39	Ensayo controlado aleatorizado	62 sujetos. 3 grupos (n=20,n=22, n=20)	50-55	<u>G1-CT</u> : NR <u>G2-IT</u> : 3sesiones/ semana. <u>G3-CG</u> : no actividad.	12 semanas.	<u>G1-CT</u> : no ejercicio. Fármacos y dieta. <u>G2-IT</u> : 55-70% FCM y 50-60% 1RM	<u>G1-CT</u> : NR <u>G2-IT</u> : 30min	<u>G1-CT</u> : no supervisado. <u>G2-CT</u> : supervisado.	- Glucosa en sangre.
Choi et al.2012 ³⁴	The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism.	6,21	Ensayo controlado aleatorizado	75 sujetos. 2 grupos (n=38,n=37)	50-55	5 sesiones/ semana	12 semanas.	<u>G1-EG</u> : 65-75% FCM <u>G2-CG</u> : no actividad	<u>G1-EG</u> : 60min.	<u>G1-EG</u> : supervisado.	- Glucosa en sangre.
Shaban et al.2014 ⁴¹	The journal of sports medicine and physical fitness	0,97	Ensayo clínico.	11 sujetos.	40-45	3 sesiones/ semana.	2 semanas.	60-75% FCM	25 min.	Supervisado.	- Glucosa en sangre. - IMC

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

Li et al. 2012 ³³	The Tohoku Journal of Experimental Medicine.	1,35	Ensayo controlado aleatorizado	55 sujetos. 2 grupos (n=27;n=28)	50-55	5 sesiones/semana.	12 semanas.	G1-GBI: 55-70% FCM G2-GAI: 70-80% FCM	G1-GBI: 60min. G2-GAI: 30min.	G1-GBI: supervisado. G2-GAI: supervisado.	- VO2. - IMC.
Guillen et al 2012 ³⁷	Diabetes Obesity and Metabolism	6,36	Ensayo controlado.	7 sujetos.	62	Intervención única.	Intervención única	G1-HIIT: 85%FCM	G1-HIIT: 10min.	Supervisado.	- Glucosa en sangre.

G1:grupo 1;G2:grupo2;G3:grupo3;G4:grupo 4;FCM:frecuencia cardíaca máxima; RM: resistencia máxima; IMC: índice de masa corporal; AEG: Grupo ejercicio aeróbico; AMSG: Grupo acumulación de pasos minuto; MOD: grupo moderada intensidad; HIGH: Grupo alta intensidad; FG: grupo fútbol; CG: grupo control; HIE: grupo alta intensidad; LIE: grupo baja intensidad; PTR: entrenamiento de resistencia progresivo; SEG: grupo ejercicio simulado; EG: grupo de ejercicio; CT: grupo tratamiento convencional; IT: grupo de intervención; GBI: grupo baja intensidad; GAI: grupo alta intensidad; HIIT: Grupo alta intensidad; NR: no referencia.

7. DISCUSIÓN:

Esta revisión ha estudiado el efecto de un programa de EF en pacientes con DM2, en un total de 12 ensayos clínicos. Los resultados obtenidos sobre los valores de glucosa en sangre, VO₂ e IMC han sido beneficiosos en todos los estudios. A continuación, se realizará un contraste de los resultados obtenidos en la bibliografía revisada para poder deducir así las conclusiones que permitirán lograr los objetivos propuestos en este trabajo.

Nivel de glucosa en sangre

Un total de 11 autores^{30-32,34-41}, han estudiado los efectos de sus programas de EF sobre la glucosa de sus sujetos, obteniendo todos un resultado positivo tras la realización de los mismos.

Al observar los resultados obtenidos en los valores de glucosa de los diferentes estudios analizados, se evidencia mejoría en todos ellos^{30-32,34-41} al compararlos con un grupo control, y en general los resultados obtenidos fueron estadísticamente significativos excepto en el estudio de *Andersen et al*³⁶, que no obtuvo mejoría posiblemente debido a la estrecha diferencia de los valores pre y post ejercicio y al tipo de entrenamiento llevado a cabo, ya que, pauta un entrenamiento basado en fútbol, mientras que los otros autores^{30-35,37-41} pautan ejercicio sobre tapiz rodante y/o cicloergómetro. Así mismo, la finalización del estudio de *Andersen et al*³⁶ se establece a las 24 semanas, mientras que los demás autores, con excepción de *Kadoglou et al*³⁰, establecen la finalización a las 12 semanas. Éste último cuenta con un tamaño muestral de 100 sujetos frente a los 21 de *Andersen et al*³⁶, hecho que puede marcar la diferencia en la obtención de resultados estadísticamente significativos. Así mismo, al comparar la diferencia obtenida entre los valores pre y post ejercicio de los diferentes estudios se observa que *Liu et al*³² obtuvo mejores resultados (-72,07mg/dl) tras la realización de su programa. Dicha mejoría puede haberse dado por el protocolo realizado, el cual fue basado en ejercicio aeróbico y ejercicio de resistencia, de forma que los sujetos realizan ejercicio de modera-alta intensidad a un 55-70% de la FCM y 50-60% de 1RM, 3 veces a la semana durante 12 semanas.

Los programas planteados por *Kadoglou et al*³⁰ y *Lee SS*³⁹ *et al* obtienen los siguientes resultados más favorables (-57.83mg/dl y -43,5mg/dl, respectivamente) con respecto al resto de autores. *Kadoglou et al*³⁰, igual que *Liu et al*³² plantea un programa de ejercicio combinado de fuerza y resistencia, mientras que *Lee SS et al*³⁹ plantea ejercicio de resistencia de alta y baja intensidad, obteniendo una mejoría estadísticamente significativa en el grupo al que se le ha pautado ejercicio al 80% de la FCM 3 veces a la semana durante

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

12 semanas, con respecto al grupo al que se le ha pautado ejercicio al 40% de la FCM 3 veces a la semana durante 12 semanas.

El estudio de *Liu et al*^{β2} presenta unos resultados clínicamente más favorables que el estudio de *Kadoglou et al*^{β0} posiblemente porque *Liu et al*^{β2} además de realizar un ejercicio presencial supervisado pauta una serie de ejercicios para realizar en casa a sus pacientes, mientras que *Kadoglou et al*^{β0} realiza únicamente ejercicios de forma supervisada. Así mismo, *Liu et al*^{β2} realiza su última medición a las 12 semanas y *Kadoglou et al*^{β0} lo hace a las 24 semanas. Esto puede poner de manifiesto que, una intervención con una intensidad moderada (I= 55-70% FCM y 50-60% 1RM) junto con un trabajo a domicilio por parte del paciente como la planteada por *Liu et al*^{β2} puede tener beneficios a corto plazo, mientras que una intervención con una intensidad alta (I= 60-75% FCM y 60-80% 1RM) como la planteada por *Kadoglou et al*^{β0} puede tener beneficios a medio-largo plazo. Así mismo, el éxito de *Liu et al*^{β2} y *Kadoglou et al*^{β0} sobre *Lee SS et al*^{β9} puede deberse a la aplicación de un programa combinado frente a un programa únicamente aeróbico.

Finalmente, el estudio de *Liu et al*^{β2} cobra gran relevancia, ya que pone de manifiesto que un tratamiento basado en el ejercicio de intensidad moderada puede tener como consecuencia una disminución de los niveles de glucosa mayores que la disminución obtenida tras una intervención basada en fármacos y dieta (7,30±0.98 mmol/L vs 9.00±1.91 mmol/L, respectivamente).

Consumo de oxígeno:

Un total de 5 autores^{30,33,36,38,39} han estudiado los efectos de sus programas de EF sobre el valor de VO₂ de sus sujetos.

Al observar los resultados obtenidos en los valores de VO₂ de los diferentes estudios analizados, se evidencia mejoría en todos ellos^{30,33,36,38,39} al compararlos con un grupo control, y todos los resultados obtenidos fueron estadísticamente significativos.

En relación al estudio con mejor resultado, se observa *Kadoglou et al*^{β0}, destaca en relación al resto de estudios, obteniendo una mejoría de hasta 4,95 ml/kg⁻¹/min⁻¹ en su grupo de trabajo combinado. Dicho grupo, realiza un trabajo conjunto de ejercicios de fuerza (I= 60-80% 1RM) y ejercicio aeróbico (75%FCM). Este hecho marca la diferencia con respecto a los estudios de los otros 4 autores^{33,36,38,39}, ya que éstos llevaron a cabo intervenciones únicamente con ejercicios aeróbicos. Además del tipo de ejercicio, *Kadoglou et al*^{β0} propondrá una duración total de 24 semanas, mientras que *Lee SF et al*^{β1}, *Kadoglou N et al*^{β8} y *Li et al*^{β3} llevarán a cabo sus intervenciones durante 12 semanas. *Andersen et al*^{β6}, será el único que también proponga 24 semanas de intervención, pero establecerá 2

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

sesiones semanales, mientras que *Kadoglou et al*³⁰ propondrá un total de 4 sesiones, ambos autores establecen un tiempo de 60 minutos por sesión. Por tanto, el programa de *Kadoglou et al*³⁰, además de combinar ejercicios, tendrá una carga de trabajo semanal y total más elevada que la del resto de autores.

Cabe destacar que, salvo *Lee SF et al*³¹, que trabaja con adolescentes, el resto de autores trabajan con adultos de mediana edad (55-70 años) y, a pesar de que la carga de trabajo del estudio de *Kadoglou et al*³⁰ es elevada, obtiene resultados beneficiosos de forma segura en este tipo de población. Este hecho pone de manifiesto que, aun que los sujetos se encuentren en edades más avanzadas, si el ejercicio se realiza de forma supervisada por los profesionales adecuados, es eficaz para mejorar la aptitud cardiorrespiratorio de pacientes con DM2.

Índice de masa corporal:

Un total de 6 autores^{30,33,36,38,39,41} han estudiado los efectos de sus programas de EF sobre el valor del IMC de sus sujetos.

Al observar los resultados obtenidos en los valores de IMC de los diferentes estudios analizados, se evidencia mejoría en 5 de ellos^{30,33,36,38,39}, al compararlos con un grupo control. *Shaban et al*⁴¹ es el único autor que obtiene un aumento del IMC de sus sujetos con respecto al inicio del estudio. Este hecho puede deberse a la duración total del estudio, fijada en 2 semanas, con respecto a las 12 semanas planteadas por *Lee SS et al*³⁹, *Kadoglou N et al*³⁸ y *Li et al*³³, o a las 24 semanas fijadas por *Kadoglou et al*³⁰ y *Andersen et al*³⁶. así como al tamaño de la muestra utilizada, ya que el total de 11 sujetos es la muestra más pequeña dentro de las utilizadas por todos los autores.

Los resultados obtenidos además no han sido estadísticamente significativos en la mayoría de los estudios^{30,36,38,41}, destacando positivamente tan sólo los estudios realizados por *Lee SS et al*³⁹ y *Li et al*³³ que sí alcanzan resultados significativos estadísticamente. Esto puede deberse a las características basales de sus sujetos ya que ambos trabajan con sujetos en estadios de sobrepeso tipo I, mientras que el resto de autores lo hacen con sujetos en estadios de obesidad tipo I.

En relación al estudio con unos resultados más favorables, se observa que es *Lee SS et al*³⁹ el que obtiene unos resultados más positivos con una disminución del IMC del 0.8. Dicha mejoría con respecto al estudio de *Li et al*³³, segundo estudio con resultados más favorables con una disminución del IMC del 0,6, puede venir dada por el tipo de programa utilizado por *Lee SS et al*³⁹, basado en 3 sesiones semanales durante 12 semanas; dichas sesiones tenían una duración de 30 minutos y una intensidad del 80% de la FCM, frente al programa

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

planteado por *Li et al*³³, basado en 5 sesiones semanales durante 12 semanas, con una intensidad moderada de entre el 55-70% de la FCM. Así mismo, la diferencia de edades de los sujetos de ambos estudios también podría ser una razón del éxito del estudio de *Lee SS et al*³⁹ ya que, cuenta con sujetos de entre 15 y 20 años, mientras que el de *Li et al*³³ cuenta con sujetos de entre 50 y 55 años. Cabe destacar que el metabolismo basal de las personas disminuye a medida que la edad aumenta⁴³, este hecho podría justificar que un programa como el de *Lee SS et al*³⁹, con una intensidad inferior al de *Li et al*³³, obtenga mayores resultados.

8. CONCLUSIONES

Las conclusiones de esta revisión bibliográfica son:

1. En sentido general, podemos concluir que un programa de ejercicio terapéutico personalizado y supervisado es una herramienta terapéutica eficaz para el control de la glucemia, la mejora de la capacidad aeróbica y la disminución del IMC en pacientes con DM2.
2. Un programa combinado de ejercicios de fuerza y resistencia basado en 4 sesiones semanales de 60 minutos con alta intensidad de trabajo (I= 60-75% FCM y 60-80%1RM), resulta ser el más eficaz en el control glucémico a medio-largo plazo en pacientes con DM2.
3. Un programa combinado de ejercicios de fuerza resistencia basado en 4 sesiones semanales de 60 minutos a alta intensidad (75% de la FCM y 60-80% 1RM) resulta ser el más eficaz para la mejora de la capacidad aeróbica en pacientes con DM2.
4. Un programa de ejercicio basado en 3 sesiones semanales a alta intensidad (80 % de la FCM) resulta ser el más eficaz para la disminución del IMC en adolescentes con DM2.
5. Un programa de ejercicio basado en 5 sesiones semanales a moderada intensidad (55-70 % de la FCM) resulta ser el más eficaz para la disminución del IMC en adultos con DM2.

Se precisa mayor investigación en este ámbito, con estudios de mayor calidad metodológica para establecer un único programa que consiga resultados beneficiosos tanto en los niveles de glucosa, consumo de oxígeno e IMC en pacientes con DM2.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Lumb, A. Diabetes and exercise .Clinical Medicine. 2014;14 (6):673-676.
2. Organización Mundial de la Salud [Sede Web]*. Ginebra. 2015[acceso 1 de mayo de 2016]. Datos y cifras sobre la diabetes. Disponible en: <http://www.who.int/diabetes/facts/es/>
3. Soriguer F, et al. Prevalence of diabetes mellitus and impaired glucose regulation in Spain: the Di@bet.es Study. Diabetologia. 2012; 55(1):88-93.
4. Roberts CK, Little JP, Thyfault JP. Modification of insulin sensitivity and glycemic control by activity and exercise. Med Sci Sports Exerc. 2013; 45(10):1868-77.
5. Francois ME, Little JP. Effectiveness and safety of high-intensity interval training in patients with type 2 diabetes. Diabetes Spectr. 2015;28(1):39-44.
6. Sanghani, Nandita B., et al. Impact of lifestyle modification on glycemic control in patients with type 2 diabetes mellitus. Indian journal of endocrinology and metabolism. 2013.
7. American Diabetes Association. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. Diabetes Care. 2010;33:62-69.
8. Tébar FJ, Escobar F. La Diabetes Mellitus en la Práctica Clínica. Madrid: Panamericana; 2009.
9. Mayfield J. Diagnosis and classification of diabetes mellitus: new criteria. Am Fam Physician. 1998;58(6):1355-1369.
10. Guariguata L, Whiting DR, Hambleton I, Beagley J, Linnenkamp U, Shaw JE. Global estimates of diabetes prevalence for 2013 and projections for 2035. Diabetes Res Clin Pract. 2014;103(2):49-137.
11. Gomís de Barberá R, Rovira Loscos A, Feliú Albiñana JE, Oyarzábal Irigoyen M. Tratado SED de Diabetes Mellitus: bases moleculares, clínicas y tratamiento. Madrid: Paramericana; 2007.
12. Goday A, et al. Epidemiología de la diabetes tipo 2 en España. Endocrinol Nutr 2002;49(4):26-113.

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

13. Groeneveld Y, Petri H, Hermans J, Springer MP. Relationship between blood glucose level and mortality in type 2 diabetes mellitus: a systematic review. *Diabet Med.* 1999;16(1):2-13.
14. Chen KT, Chen CJ, Fuh MM, Narayan KM. Causes of death and associated factors among patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus in Taipei, Taiwan. *Diabetes Res Clin Pract.* 1999;43(2):9-101.
15. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Patrones de mortalidad en España, 2012. Madrid, 2015. Disponible en:
<http://www.msssi.gob.es/estadEstudios/estadisticas/estadisticas/estMinisterio/mortalidad/mortalidad.htm>
16. Albarrán J. *Endocrinología*. 2ªed. Madrid: Paramericana; 2010.
17. Larry Jameson J. Harrison. *Endocrinología*. 16ª ed. Madrid: McGraw-Hill; 2007.
18. Sociedad Española de Diabetes. Documento de consenso sobre pautas de manejo del paciente diabético. Abordaje del control glucémico. *Avan Diabetol.*2005; 21.
19. American Diabetes Association. Estandares para la asistencia médica de la diabetes. *Diabetes Care.* 2008; 31: 12-54.
20. American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 1998 30(6):975-91.
21. American Diabetes Association: Physical Activity/Exercise and Diabetes (Position Statement). *Diabetes Care.*2004;27:58-62.
22. American Diabetes Association: Clinical practice recommendations. *Diabetes Care* . 2002;25: 1-47.
23. American Diabetes Association. Normas de la atención médica en la diabetes. *Diabetes Care.* 2010;33:11-61.

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

24. Arós F, et al. Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en pruebas de esfuerzo. *Rev Esp Cardiol.* 2000;53(8): 1063-1094.
25. Ramírez FE. Teoría, metodología y planificación del entrenamiento: (de lo ortodoxo a lo contemporáneo). Sevilla: Wanceulen Editorial Deportiva;2005.
26. Sociedad Española de Diabetes. Documento de consenso sobre pautas de manejo del paciente diabético; Abordaje del control glucémico. *Av Diabetol.*2005;21:20-33.
27. Burkhalter N. Evaluación de la escala Borg de esfuerzo percibido aplicada a la rehabilitación cardiaca. *Rev. Latino-Am. Enfermagem* [Internet]. 1996 Dec [cited 2016 May 10] ; 4(3): 65-73. Disponible en :
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-11691996000300006&lng=en.
28. López Stewart G. Nueva clasificación y criterios diagnósticos de la diabetes mellitus. *Rev. méd. Chile* [Internet]. 1998 Jul [citado 2016 Abr 27] ; 126(7): 833-837. Disponible en:
http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98871998000700012&lng=es
29. Del Río A, Ferrer MC, Gutiérrez Ibañez E, Roncalés F, San Pedro Feliu A. Las pruebas de esfuerzo. *Clin Invest Arterioscl* 2002;14(1):41-50.
30. Kadoglou NP, Fotiadis G, Kapelouzou A, Kostakis A, Liapis CD, Vrabas IS. The differential anti-inflammatory effects of exercise modalities and their association with early carotid atherosclerosis progression in patients with type 2 diabetes. *Diabet Med.* 2013;30(2):41-50.
31. Lee SF, Pei D, Chi MJ, Jeng C. An investigation and comparison of the effectiveness of different exercise programmes in improving glucose metabolism and pancreatic β cell function of type 2 diabetes patients. *Int J Clin Pract.* 2015;69(10):1159-70.
32. Liu Y, Liu SX, Cai Y, Xie KL, Zhang WL, Zheng F. Effects of combined aerobic and resistance training on the glycolipid metabolism and inflammation levels in type 2 diabetes mellitus. *J Phys Ther Sci.* 2015;27(7):2365-71.

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

33. Li J, et al. Duration of exercise as a key determinant of improvement in insulin sensitivity in type 2 diabetes patients. *Tohoku J Exp Med.* 2012;227(4):289-96.
34. Choi KM, et al. Effects of exercise on sRAGE levels and cardiometabolic risk factors in patients with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *J Clin Endocrinol Metab.* 2012;97(10):3751-8.
35. Taylor JD, Fletcher JP, Mathis RA, Cade WT. Effects of moderate- versus high-intensity exercise training on physical fitness and physical function in people with type 2 diabetes: a randomized clinical trial. *Phys Ther.* 2014;94(12):1720-30.
36. Andersen TR, et al. A preliminary study: effects of football training on glucose control, body composition, and performance in men with type 2 diabetes. *Scand J Med Sci Sports.* 2014;24:43-56.
37. Guillen JB, Little JP, Punthakee Z, Tarnopolsky MA, Riddell MC, Gibala MJ. Acute high-intensity interval exercise reduces the postprandial glucose response and prevalence of hyperglycaemia in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Obes Metab.* 2012;14(6):7-575.
38. Kadoglou NP, et al. The impact of aerobic exercise training on novel adipokines, apelin and ghrelin, in patients with type 2 diabetes. *Med Sci Monit.* 2012;18(5):5-290.
39. Lee SS, Yoo JH, So YS. Effect of the low- versus high-intensity exercise training on endoplasmic reticulum stress and GLP-1 in adolescents with type 2 diabetes mellitus. *J Phys Ther Sci.* 2015;27(10):8-3063.
40. Simpson KA, et al. Graded Resistance Exercise And Type 2 Diabetes in Older adults (The GREAT2DO study): methods and baseline cohort characteristics of a randomized controlled trial. *Trials.* 2015;16:512
41. Shaban N, Kenno KA, Milne KJ. The effects of a 2 week modified high intensity interval training program on the homeostatic model of insulin resistance (HOMA-IR) in adults with type 2 diabetes. *J Sports Med Phys Fitness.* 2014;54(2):203-9.

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

42. Base de Datos de Fisioterapia Basada en la Evidencia (Español) PEDro [Internet]. [cited 2016 May 10]. Available from: <http://www.pedro.org.au/spanish/>

43. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Fisiología del ejercicio. 2ªed.Madrid: McGraw-Hill;1990.

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

10. ANEXOS

Anexo 1. Escala PEDro.

1 Los criterios de elección fueron especificados.	Este criterio se cumple si el artículo describe la fuente de obtención de los sujetos y un listado de criterios que tienen que cumplir para que puedan ser incluidos en el estudio.
2 Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos	Se considera que el estudio utilizó una designación al azar si el artículo aporta que la asignación fue aleatoria. El método preciso de aleatorización no es necesario que se especifique.
3 La asignación fue oculta	La persona que determina si un sujeto es susceptible de ser incluido en un estudio, desconocía el grupo al que iba a ser asignado cuando tomó la decisión.
4 Los grupos fueron similares en relación a los indicadores de pronóstico más importantes	El artículo debe describir por lo menos una medida de severidad de la condición tratada y por lo menos una medida (diferente) del resultado clave al inicio. El evaluador debe asegurarse de que los grupos no difieran en la base de forma significativa.
5 Todos los sujetos fueron cegados	La persona en cuestión no conocía a que grupo fue asignado, y por tanto no podía distinguir entre si recibió o no tratamiento.
6 Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados	La persona en cuestión no conocía a que grupo fuera asignado el sujeto, y por tanto no distinguir entre los tratamientos administrados a los diferentes grupos.
7 Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados.	La persona en cuestión no conocía a que grupo fuera asignado el sujeto, y por lo tanto, no podría distinguir entre si recibían o no tratamiento.
8 Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a grupos.	Se cumple este criterio 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 medidas de resultado clave.
9 Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no fue posible, los datos para al menos un resultado clave fue analizado por " intención de tratar"	Esto significa que, donde los sujetos no recibieron tratamiento (o pertenecían a la condición control) según fueron asignados, y donde las medidas de los resultados estaban disponibles, el análisis se realizó como si los sujetos recibieran el tratamiento (o la condición de control) al que fueron asignados.
10 Los resultados de comparación	La comparación estadística entre grupos implica la comparación estadística de un grupo con otro. El análisis puede ser una comparación

Ejercicio de alta intensidad VS Ejercicio de moderada-baja intensidad en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2

estadística entre grupos fueron informados para como mínimo un resultado	simple de los resultados medidos después del tratamiento administrado o una comparación del cambio experimentado por un grupo con el cambio de otro grupo.
11 El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para como mínimo un resultado clave	Una estimación puntual es una medida del tamaño de efecto del tratamiento. El efecto del tratamiento debe ser descrito como la diferencia en los resultados de los grupos, o como el resultado de todos los grupos.

Anexo 2. Evaluación de la calidad metodológica

	Criterios elección	Asignación aleatoria	Asignación oculta	Grupos similares	.Sujetos cegados	Terapeutas cegados	Evaluadores cegados	Seguimiento adecuado	Resultados de todos los sujetos intervenidos o control	Comparación entre grupos	Medidas puntuales y de variabilidad	Puntuación total
<u>Kodaglou et al 2012</u> ³⁰	si	si	no	si	si	no	no	no	si	si	no	5
<u>Lee SF et al 2015</u> ³¹	si	si	si	si	no	no	no	si	si	si	si	7
<u>Taylor et al 2014</u> ³⁵	si	si	no	si	si	no	si	si	si	si	no	7
<u>Andersen et al 2014</u> ³⁶	si	no	no	si	no	no	no	si	si	si	si	5
<u>Lee SS et al 2015</u> ³⁹	si	si	no	si	no	no	no	si	si	si	si	6
<u>Simpson et al 2015</u> ⁴⁰	si	no	no	si	si	no	si	si	no	no	no	4
<u>Kodoglou N et al 2012</u> ³⁸	si	no	no	si	no	no	no	si	si	si	no	4
<u>Liu et al 2015</u> ³²	si	si	si	no	no	no	no	no	Si	si	si	5
<u>Choi et al 2012</u> ³⁴	si	si	si	no	no	no	no	si	si	si	no	5
<u>Shaban et al 2014</u> ⁴¹	si	si	no	si	no	no	no	si	si	si	no	5
<u>Li et al 2012</u> ³³	si	si	no	si	no	no	no	si	si	si	si	6
<u>Guillen et al 2012</u> ³⁷	si	no	no	no	no	no	no	si	si	si	no	4