



**VNiVERSiDAD
D SALAMANCA**

DIABETES MELLITUS TIPO 2 Y LOS EJERCICIOS EN PLATAFORMAS VIBRATORIAS

E. U. de Enfermería y Fisioterapia

CURSO DE ADAPTACIÓN A GRADO

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA

Autor: JUAN FABREGAT FERNANDEZ

Tutor: JOSÉ JAVIER GONZALO MARTÍN

Salamanca, 16 Enero de 2017

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	pag. 1
1.1 Abstrac	pag. 2
2. INTRODUCCIÓN.....	pag. 3
2.1 EPIDEMIOLOGÍA.....	pag. 4
2.2 DIABETES MELLITUS.....	pag. 5
2.2.1 Definición.....	pag. 5
2.2.2 Clasificación de la diabetes mellitus.....	pag. 5
2.2.3 Criterios Diagnósticos.....	pag. 6
2.2.4 Manifestaciones clínicas, factores de riesgo y complicaciones asociadas.....	pag. 7
2.3 EJERCICIOS VIBRATORIOS.....	pag. 7
2.4 PLATAFORMAS VIBRATORIAS (WBV) Y DIABETES MELLITUS TIPO II.....	pag. 8
2.5 JUSTIFICACIÓN DEL TEMA.....	pag. 9
3. OBJETIVOS.....	pag. 10
3.1 Objetivo General.....	pag. 11
3.2 Objetivo Específico	pag. 11
4. ESTRATEGIAS DE BÚSQUEDA Y SELECCIÓN DE ESTUDIOS.....	pag.12
4.1 Material y Métodos.....	pag. 13
4.2 Criterios de inclusión y exclusión.....	pag 13
4.3 Metodología de búsqueda.....	pag 14
5. SÍNTESIS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	pag.15
6. CONCLUSIONES.....	pag.19
7. BIBLIOGRAFÍA.....	pag.21

1. RESUMEN

Introducción: La diabetes mellitus es una enfermedad metabólica crónica, caracterizada por tener una alta prevalencia en la población adulta mayor, lo que se asocia a un impacto negativo en la calidad de vida relacionada con la salud y a un alto coste socio-económico.

Los datos aportados por el estudio de di@betes.es, demuestran que el 13,8% de los españoles mayores de 18 años tiene diabetes tipo II, lo que equivale a más de 5,3 millones de personas. De ellos, casi 3 millones ya estaban diagnosticados pero 2,3 millones, el 43% del total, desconocían que padecían la enfermedad. ⁽¹⁾

Es muy importante destacar el gran número de personas que desconocen que presentan diabetes. El retraso en descubrirla implica que cuando se diagnostica la enfermedad el 50% presenta alguna complicación. Esto es grave si tenemos en cuenta que el tratamiento de las complicaciones es tanto más eficaz cuanto más precoz y que la diabetes afecta a órganos tan importantes como los riñones, la vista, el corazón o el sistema nervioso.

Encontrar soluciones que ayuden a mejorar la calidad de vida relacionada con la salud en las personas afectadas por diabetes mellitus tipo II podría ayudar a contener este altísimo impacto socio-económico.

Es por ello, que la presente revisión bibliográfica se lleva a cabo con el fin de demostrar que, los ejercicios vibratorios, aplicado de forma segura y efectiva en el tratamiento de la diabetes mellitus tipo II ayuda en el control y manejo de diferentes factores asociados a la enfermedad.

Objetivos: Mostrar y comparar la información existente sobre el ejercicios físico llevado a cabo en plataformas vibratorias, en paciente diagnosticados de diabetes mellitus tipo II.

Material y métodos: Para la realización de este informe se utilizaron libros y revistas científicas de los diferentes portales existentes como *MEDLINE (pubMed)*, *LILACS*, *Portal Regional de BVS*, *Registro Cochrane Central de Ensayos Controlados (Cochrane CENTRAL)*, *CINAHL*, *revista Maturitas* y *tesis doctorales*.

Conclusión: Los ejercicios en plataformas vibratorias durante un periodo de 12 semanas de entrenamiento, mejoran el perfil glucémico y descenden los niveles de hemoglobina glicosilada, pudiendo llegar a ser utilizados como sustitutos de los ejercicios aeróbicos.

PALABRAS CLAVE: Diabetes mellitus tipo II; entrenamiento vibratorio; adultos mayores; capacidad funcional.

1. Abstract

Introduction: The diabetes mellitus is a chronic metabolic disease characterized by having a high prevalence in population over 50 years old. It is associated with a negative impact in the quality of life related to the health and a high socio-economic cost.

The data reported by the study of di@betes.es show that the 13,8 % of Spain's population over the age of 18 have type II diabetes. This is equivalent to 5.3 million of people approximately, who almost 3 million was diagnosed but 2.3 million (43 % of the total) did not know that they suffered the disease. ⁽¹⁾

It is important take account that many people ignore that they have diabetes. This produce medical complications in half of the cases due to the delay until they discover the disease. This is very serious if we keep in mind that the treatment is more effective at an early stage and that the diabetes affects important organs like kidneys, eyes, hearth or nervous system.

Finding solutions which help to improve the quality of life related with the health of people affected by the type II diabetes mellitus, could help hold the high socio-economic impact.

It is therefore, this bibliographic review try to show that if the vibratory exercises are applied in a safe and effectively way to treat the type II diabetes mellitus it can be obtained a better control and manage of the different factors associated to the disease.

Objectives: Affording and comparing the existent information about the physical exercises carried out in vibratory platforms, in diagnosed patients with type II diabetes mellitus.

Methods and Materials: Different books and scientific journal of portals like *MEDLINE, LILACS, Portal Regional de BVS, Cochrane CENTRAL, CINAHL, Maturitas journal and doctoral thesis have been used to carry out this report.*

Conclusions: The sugar profile get better and the level of the glycosylated haemoglobin go down if the patient who has type II diabetes mellitus does exercises in vibratory platforms for 12 weeks. So then, this exercises can be an alternative of the current aerobic exercises.

Keywords: Type II diabetes mellitus, vibratory training, older population, functional capacity, boats and bitches.

2. INTRODUCCIÓN

2.1 EPIDEMIOLOGÍA

La diabetes mellitus tipo 2 es un problema de salud con gran impacto que preocupa a profesionales sanitarios y a la sociedad en su conjunto. Contar con un paciente con Diabetes Mellitus tipo 2 más activo y responsable con su salud es considerado como una de las soluciones para combatir dicho problema.

En España, la diabetes mellitus tipo 2 es una de las enfermedades más costosas para el sistema sanitario, tanto por su alta y creciente prevalencia, como por su alto coste socio-económico asociado al sistema nacional de salud, sobre todo en aquellos pacientes que tienen complicaciones, además del deterioro de la calidad de vida que se vería seriamente afectada, con disminuciones de la capacidad funcional de un 33% de media ^(2, 3).

De lo que no hay duda es que la inactividad física es un factor importante de riesgo de resistencia a la insulina en las personas con Diabetes Mellitus tipo II. Hasta la fecha se sabe que el ejercicio físico contribuye a disminuir la resistencia a la insulina y se asume que es un factor de prevención de primer orden contra determinadas enfermedades asociadas a trastornos metabólicos, como la diabetes. ^(4, 5, 6)

Es por ello, que la práctica de ejercicio físico conlleva adaptaciones fisiológicas y metabólicas que incrementan la sensibilidad a la insulina y el control de la glucemia y con pequeños incrementos en la condición física se han observado mejoras sustanciales, disminuyendo de forma significativa el número de patologías asociadas. ^(7, 8)

Sin embargo, y a pesar de estas evidencias, son escasos los estudios destinados específicamente a valorar el papel del ejercicio físico en la mejora del nivel de condición física en personas con Diabetes Mellitus tipo II, y los estudios disponibles han cosechado unos resultados contradictorios unidos a altas tasas de abandono ya que, por lo general, estos pacientes presentan bajos niveles de condición física inicial, suelen ser obesos y presentan otras patologías concomitantes que limitan una práctica prolongada de actividad física ^(9, 10)

Como alternativa, recientemente las vibraciones mecánicas de cuerpo se ha sugerido como una herramienta eficaz que requiere una menor condición física inicial y un menor tiempo de aplicación para obtener mejoras en la función física, disminuir el riesgo de caídas y fracturas en personas mayores ⁽¹¹⁾

Bajo esta perspectiva, son numerosos los efectos beneficiosos atribuidos al entrenamiento vibratorio sobre la condición física (fuerza, potencia o flexibilidad), sobre el equilibrio, flujo sanguíneo y sobre el perfil hormonal. ⁽¹²⁾

Sin embargo, los estudios basados en WBV (término en inglés referido a plataformas vibratorias, utilizado a partir de ahora en la revisión bibliográfica) en personas con diabetes mellitus son escasos, lo cual resulta extraño debido a los beneficios mencionados anteriormente. ⁽¹³⁾

Es por ello, que la presente revisión bibliográfica se lleva a cabo con el objetivo de comparar la aplicabilidad y efectividad de los programa de entrenamiento basado en WBV.

2. 2 DIABETES MELLITUS

2.2.1 Definición

La diabetes mellitus es una enfermedad metabólica crónica, caracterizada por niveles persistentemente elevados de glucosa en sangre, como consecuencia de una alteración en la secreción de insulina, en la acción de la insulina, o en ambas.

2.2.2 Clasificación de la diabetes mellitus

Según la clasificación de la Asociación Americana de Diabetes ⁽¹⁴⁾, la diabetes mellitus puede clasificarse en:

Diabetes Mellitus tipo 1:

Representa sólo el 5-10% de los casos y se caracteriza por la destrucción de las células β de los islotes de Langerhans de la porción endocrina del páncreas, llevando a una deficiencia absoluta en la secreción de la insulina. La causa de esta destrucción celular es generalmente autoinmune (diabetes mellitus tipo 1A), pudiéndose demostrar la existencia de anticuerpos contra las células de los islotes u otros auto-anticuerpos (anti-GAD, anti-insulina o anti-IA-2) que podrían derivar en estas deficiencias.

Cuando no se encuentra ningún anticuerpo, por lo que no existe evidencia de autoinmunidad en ellos, ni otra causa que justifique la destrucción de las células β , se define como idiopática (diabetes mellitus tipo 1B).

Este tipo de diabetes tipo 1 suele presentarse durante la infancia o en adultos jóvenes, siendo el índice de destrucción de las células β bastante variable (rápido principalmente en niños y adolescentes, y lento en su mayoría en adultos)

Diabetes mellitus tipo II

La Diabetes Mellitus tipo II (representa el 90-95% de los casos) estaría determinada por un grupo heterogéneo de trastornos que se caracterizan por grados variables de resistencia a la insulina, alteración de la secreción de la insulina y un aumento en la producción de la glucosa. Son sujetos que no precisan insulina para evitar la cetosis, aunque puedan precisar, en cierto momento, para conseguir un adecuado control metabólico en determinados periodos.

A pesar de que la etiología de este tipo de diabetes se desconoce, lo que sí parece claro es que no existe destrucción autoinmune de células β . Además, el riesgo de desarrollarla aumenta con la edad, sobrepeso/obesidad e inactividad física, y sus síntomas clásicos no suelen aparecer en etapas tempranas.

Diabetes gestacional

La diabetes gestacional es un trastorno de la regulación de la glucosa que aparece durante el embarazo en una mujer no diagnosticada previamente de diabetes. La mayoría de las mujeres recuperan una tolerancia a la glucemia normal después del parto, pero tienen un riesgo sustancial de desarrollar diabetes en etapas posteriores de la vida.

Otros tipos de diabetes mellitus

Existen diferentes tipos de diabetes mellitus debido a otras causas, como defectos genéticos en la función de las células β o en la acción de la insulina, enfermedades del páncreas exocrino (como la fibrosis quística) o inducidas farmacológica o químicamente, como ocurre en el tratamiento del VIH/sida o tras trasplante de órganos.

2.2.3 Criterios Diagnósticos

Los criterios diagnósticos propuestos por la Asociación Americana de Diabetes (ADA) son:

- Glucemia en ayunas ≥ 126 mg/dl. Debe ser en ayunas de al menos 8 horas.
- Glucemia ≥ 200 mg/dl a las 2 horas de una sobrecarga oral de glucosa. (La sobrecarga oral de glucosa debe seguir las normas de la Organización Mundial de la Salud).
- Recientemente el Comité Internacional de Expertos añadió la hemoglobina glicosilada (HbA1C) $\geq 6,5\%$ como una tercera opción para diagnosticar la diabetes.
- Síntomas de diabetes más una determinación de glucemia al azar > 200 mg/dl en cualquier momento del día.

Criterios diagnósticos para diabetes ADA 2016
Glucosa en ayuno ≥ 126 mg/dL (no haber tenido ingesta calórica en las últimas 8 horas).
ó
Glucosa plasmática a las 2 horas ≥ 200 mg/dL durante una prueba oral de tolerancia a la glucosa. La prueba debe ser realizada con una carga de 75 gramos de glucosa anhidra disuelta en agua.
ó
Hemoglobina glicosilada (A1C) $\geq 6.5\%$. Esta prueba debe realizarse en laboratorios certificados de acuerdo a los estándares A1C del DCCT.
ó
Paciente con síntomas clásicos de hiperglicemia o crisis hiperglucémica con una glucosa al azar ≥ 200 mg/dL.

Tabla 1: Criterios diagnósticos según la Asociación Americana de Diabetes ⁽¹⁴⁾

2.2.4. Manifestaciones clínicas, factores de riesgo y complicaciones asociadas

La Diabetes Mellitus tipo II suele comenzar de forma insidiosa y la sintomatología asociada suele ser tan escasa, que en ocasiones tan solo se resalta cuando tiene lugar alguna complicación.

Los principales síntomas son poliuria, polidipsia, polifagia, aumento o pérdida excesiva de peso y astenia. Junto a estos síntomas generales se presentan a veces infecciones cutáneas recidivantes, retraso en la cicatrización de las heridas, acroparestesia, somnolencia posprandial, etc.

A pesar de que las causas para el desarrollo de la Diabetes Mellitus tipo II aún no se conocen con certeza, sí que existen una serie de factores de riesgo, entre los que destacan: Obesidad, mala alimentación, falta de práctica de actividad física, antecedentes de diabetes gestacional, intolerancia a la glucosa o glucemia basal alterada, antecedentes familiares de diabetes en pacientes en primer grado (padres, hijos), etnia, nutrición pobre durante el embarazo que afecte al desarrollo del niño/a. Por último, las complicaciones asociadas a la diabetes mellitus varían desde situaciones reversibles, como cetoacidosis diabética, hasta algunas que pueden llevar a la muerte de la persona, como neuropatía o nefropatía.⁽¹⁵⁾

2. 3 EJERCICIO VIBRATORIO

En su inicio, el ejercicio vibratorio se consideró como un estímulo perjudicial para el organismo, pues lo único que se sabía era su nocivo efecto en personas que, por su trabajo, eran sometidas a este estímulo durante largos periodos de tiempo, y a unas magnitudes más altas de lo que su biología podía soportar⁽¹⁶⁾. Fue entonces cuando la Medicina del Trabajo se encargó de estudiar este fenómeno y se elaboraron normativas específicas que regulan la exposición a las WBV en el mundo laboral⁽¹⁷⁾

El ejercicio físico vibratorio se basa en actividades físicas diseñadas en función de la respuesta corporal a las vibraciones que recibe. Esta vibración se puede administrar al cuerpo humano situando a los individuos encima de plataformas que vibran a una intensidad controlada. La vibración producida por estas plataformas es una oscilación mecánica que puede ser definida mediante la determinación del valor de cinco variables de oscilación o vibración: la amplitud, la frecuencia, la magnitud o aceleración del movimiento, el tiempo de trabajo y el tiempo de descanso intermedio.

Hoy en día, existen dos tipos de plataformas vibratorias dedicadas a la salud y el fitness. El primer tipo de plataforma, plataforma vertical, vibra en dirección vertical, mientras que el segundo tipo, vibra a través de la rotación de un eje horizontal (plataforma horizontal u oscilante)⁽¹⁸⁾

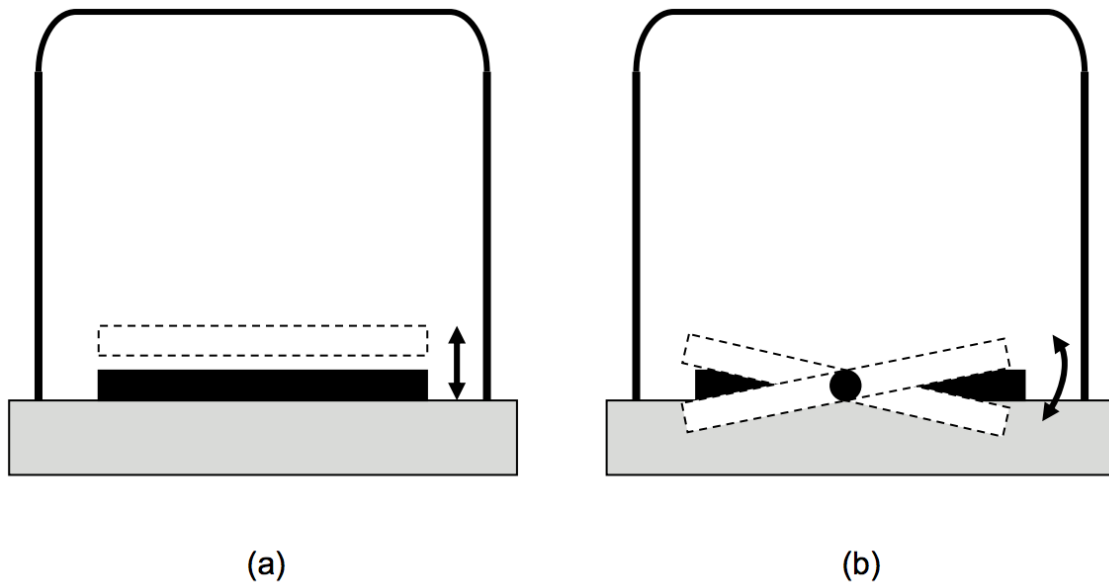


Figura 1: *Tipos de plataformas vibratorias: (a) la plataforma oscila uniformemente hacia arriba y hacia abajo; (b) en la técnica de vibración recíproca, los desplazamientos verticales se alternan hacia arriba y hacia abajo en los lados derecho e izquierdo del eje de la plataforma.*

2.4 PLATAFORMAS VIBRATORIS (WBV) Y DIABETES MELLITUS TIPO II

Se ha demostrado como el ejercicio físico, junto con el control nutricional, es uno de los pilares fundamentales en el manejo y tratamiento de la Diabetes Mellitus tipo II ⁽⁵⁾. De hecho son varios los estudios que muestran la efectividad del ejercicio físico para mejorar el control glucémico, el perfil lipídico y otras medidas de resultado en este grupo de población ⁽¹⁵⁾.

La HbA1C es considerada la mejor manera de medir el control glucémico a largo plazo en personas con Diabetes Mellitus tipo II ⁽²⁰⁾. Además, estudios previos han determinado que reducir la HbA1C en personas con Diabetes Mellitus tipo II disminuye el riesgo de desarrollar enfermedad coronaria en un 5-17% y el riesgo de mortalidad en un 6-15% ⁽²¹⁾.

Sin embargo, la mayoría de las personas con Diabetes Mellitus tipo II tienen sobrepeso u obesidad y muchos tienen problemas de movilidad o enfermedad cardiovascular que les limitan a la hora de alcanzar el volumen e intensidad requerida para el ejercicio aeróbico o de fuerza ⁽²²⁾ Además, la falta de adherencia a los programas de entrenamiento es un hándicap a la hora de desarrollar un ejercicio físico de manera continuada, existiendo una alta tasa de abandono ⁽²³⁾. Así, recientemente se ha propuesto el entrenamiento vibratorio como una alternativa a los ejercicios tradicionales que ha demostrado ser seguro, de bajo impacto y eficaz en personas con un bajo nivel de condición física inicial ⁽²⁴⁾, como la mayoría de las personas con diabetes ^(3, 23).

Tras ser revisada la literatura existente, los estudios con este método en pacientes diabéticos encaminados a determinar los efectos que las WBV pueden tener sobre el control glucémico y los factores de riesgo cardiovascular son muy escasos y los resultados hallados contradictorios, es por ello que se hacen precisos más estudios para determinar dichos efectos. ⁽²⁵⁾

2.5 JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

Los diabetes tipo II es una enfermedad con mucha importancia tanto en la población que la padece como el sistema sanitario, en el cual el paciente ve afectada su calidad de vida, además de los problemas asociados a dicha enfermedad.

Dado que supone un alto grado de morbimortalidad en la población junto al sedentarismo que caracteriza a las personas con diabetes tipo II, se ha creído conveniente llevar a cabo este estudio de búsqueda bibliográfica sistemática para poder determinar si los ejercicios de vibración en el cuerpo entero reportan algún beneficio para combatir la enfermedad.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Mostrar y comparar la información existente sobre el ejercicio físico llevado a cabo en plataformas vibratorias, en pacientes diagnosticados de Diabetes Mellitus tipo II.

3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Describir la información existente respecto a la frecuencia (Hz) y el tiempo de aplicación, sobre el ejercicio físico llevado a cabo en plataformas vibratorias, en pacientes diagnosticados de Diabetes Mellitus tipo II.

4. ESTRATEGIAS DE BÚS- QUEDA Y SELECCIÓN DE ESTUDIOS

4.1 MATERIAL Y MÉTODO

Se trata de una revisión bibliográfica sistemática, llevada a cabo en el periodo de tiempo desde Septiembre hasta Diciembre de 2016, en la cual se ha buscado y comparado los diferentes estudios publicados sobre diabetes tipo II y ejercicios en plataformas vibratorias (WBV) obtenido en libros y revistas científicas de los diferentes portales biomédicos existentes como *MEDLINE (pubMed)*, *LILACS*, *Portal Regional de BVS*, *Registro Cochrane Central de Ensayos Controlados (Cochrane CENTRAL)*, *CINAHL*, *revista Maturitas*, y *tesis doctorales*.

Se han aceptado artículos y documentos más relevantes publicados en los últimos años (desde 2007 hasta la actualidad), todos relacionadas con el tema de este estudio. Se ha incidido principalmente en aquellos artículos que hablan de la diabetes tipo II y ejercicios de cuerpo entero en plataformas vibratorias. La búsqueda ha sido realizada en inglés principalmente por ser la lengua vehicular en el campo médico, como también en castellano. Para llevar a cabo dicha búsqueda se han utilizado terminología como “diabetes, diabetes tipo II, plataformas vibratorias (WBV), vibración de todo el cuerpo, ejercicios isotónicos, control de glucemia”

Los operadores booleanos utilizados han sido: “AND”, “OR”, “NOT”. Se han combinado las palabras clave con los conectores para poder encontrar artículos válidos para el objetivo de trabajo. Señalar que el conector “NOT” se intenta no utilizar demasiado, para evitar confusiones en el buscador de base de datos, el conector “OR” se ha utilizado juntando las palabras que significan casi lo mismo “exercise” y “Exercise on vibrating platforms”, y el conector “AND” se puede utilizar entre todas las palabras para poder dar una mayor sensibilidad y especificidad de la búsqueda.

4.2 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.

Se han incluido los artículos que cumplen los siguientes requisitos:

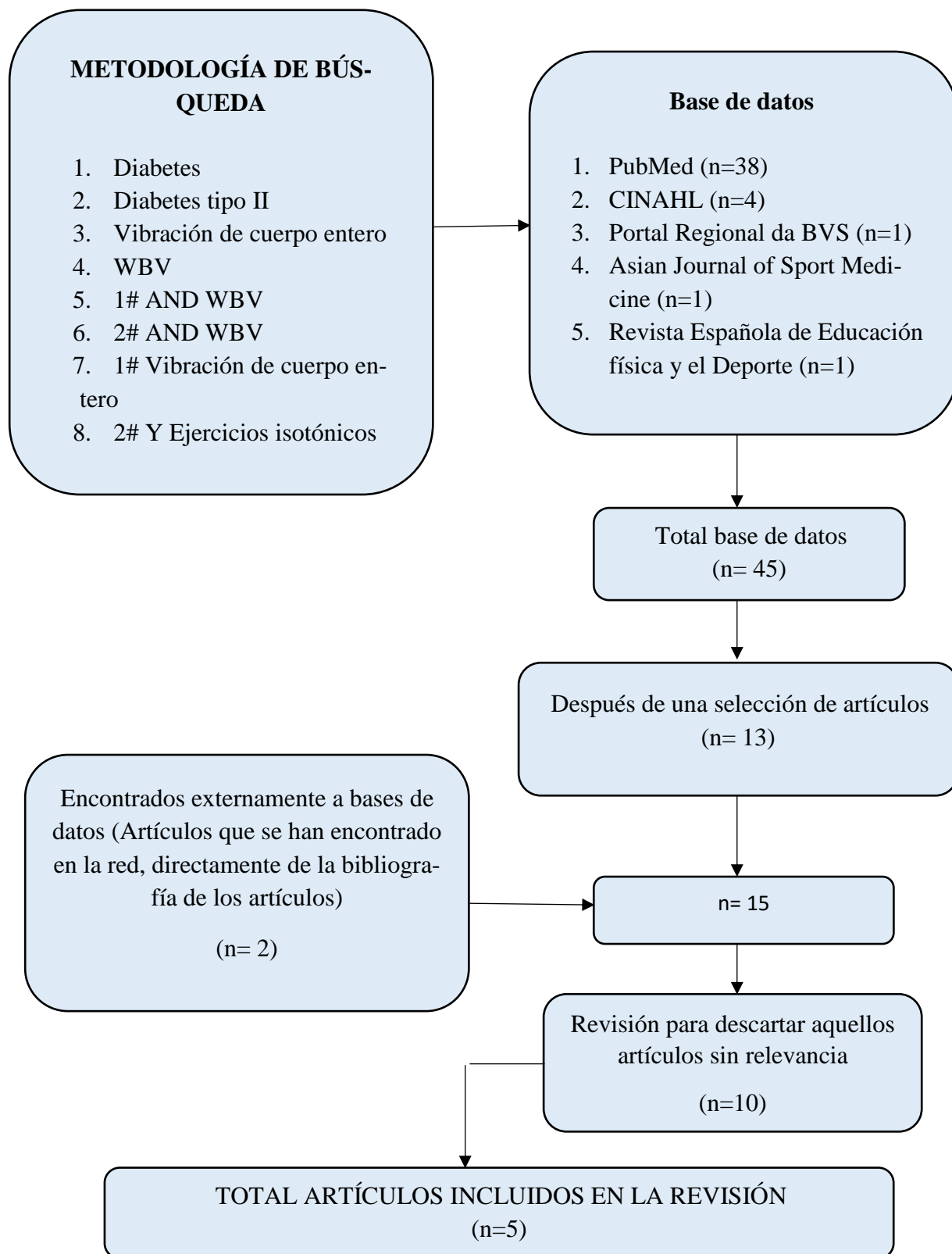
- El diseño de los artículos son las revisiones sistemáticas, meta-análisis, y ensayos clínicos aleatorizados, hecho en humanos, escritas en castellano o inglés.
- Estudios en los cuales se ha demostrado la efectividad de las plataformas vibratorias frente a la diabetes tipo II exclusivamente
- Artículos que utilizaban como principal motivo del estudio las plataformas vibratorias.

Se han excluido artículos que:

- Estudios que utilizan las plataformas vibratorias como modo de entrenamiento en personas sanas.
- Estudios que utilizan las plataformas vibratorias como método de recuperación de capacidad funcional de la persona.
- Estudios que comparan los ejercicios en plataformas vibratorias y la diabetes tipo I.

4.3 METODOLOGÍA DE BÚSQUEDA

Se detalla a continuación el proceso de selección de los artículos, mediante un diagrama de flujo.



Los estudios se evaluaron con respecto a la calidad metodológica y los informes estadísticos utilizando la escala PEDro ⁽²⁶⁾.

5. SÍNTESIS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

AUTOR	POBLACIÓN (N)	METODOLOGÍA	RESULTADOS
Del Pozo-Cruz et al (2013) ⁽³⁾	N=50 Grupo experimental n= 25 Grupo control n=25	Entrenamiento vibratorio de 12 semanas con frecuencia entre 12 y 16 Hz	Los resultado demostraron reducción del nivel de HbA1c (-0.55%) y glucemia plasmática en ayunas de 12 horas (-33.95mm/dl) entre el grupo sometido a entrenamiento vibratorio y el grupo control Score PEDro 5/10
Baum K et al.(2007) ⁽¹⁰⁾	N=40 (dividido en 3 grupos) de ellos, 1 grupos realizó ejercicios de vibración	Entrenamiento vibratorio de 12 semanas con frecuencia entre 30-35 Hz	Reducción de 0.3% en la HbA1c y 6,3% de la glucemia plasmática en ayunas de 12 horas Score PEDro N/D
Lale Behboudi et al (2010) ⁽¹³⁾	N=30 Grupo ejercicio aeróbico n=10 Grupo sometido a WBV n=10 Grupo control n=10	8 semanas de entrenamiento con vibraciones en todo el cuerpo 8-12 minutos. Frecuencia de 30 Hz y una amplitud de 2 mm	Los resultados no fueron significativos ni en la concentración de glucosa tras 12 horas de ayuno, ni en la HbA1c del estudio Score PEDro N/D
Manimmanakorn, N. (Lincoln University, Christchurch, 2012) ⁽²⁷⁾	N=40 pacientes en dos grupos, control y sometidos a entrenamiento con vibración	12 semanas de entrenamiento con frecuencia entre 16 y 30 Hz	No se encontraron diferencias significativas en los niveles de HbA1c y el nivel de insulina. Score PEDro N/D
Rosa M ^a ALFONSO-ROSA ⁽²⁸⁾	19 sujetos sometidos a entrenamiento en plataformas vibratorias	12 semanas de entrenamiento vibratorio con frecuencias de 12, 14 y 16 Hz	Diferencias significativas para frecuencia tanto en glucemia capilar a las 24 y 48 horas como a las 12 semanas tras el entrenamiento vibratorio Score PEDro N/D

Tabla 2. Características de los estudios incluidos
(Autor, Población de estudio, Metodología y Resultado)

El número de estudios encontrados que investigan la combinación de la diabetes con los ejercicios vibratorios de cuerpo entero es muy escaso; existiendo muchos otros que estudian los beneficios de los ejercicios de vibración frente a variables como el equilibrio o los factores cardiovasculares entre otros. No obstante, los estudios encontrados se aceptaron para crear la revisión bibliográfica sistemática.

Lale Behboudi et al. ⁽¹³⁾ en su estudio llevado a cabo con 30 pacientes, 10 pacientes sometidos a ejercicios aeróbicos, 10 pertenecientes al grupo control y otro 10 sometidos a ejercicios vibratorios, tras 8 semanas de entrenamiento no encontró reducción significativa al comparar los grupos expuesto a las vibraciones con el grupo control, en la hemoglobina glicosilada (HbA1c) e insulina ($P=0,8$ y $P=0,1$ respectivamente), sin embargo, muestra una mejora en glucemia plasmática de 12 horas de ayuno en los grupo expuestos a ejercicios, frente al grupo control ($P=0,02$).

Para Manimanakor N. et al. ⁽²⁷⁾, en su estudios de 40 pacientes divididos en grupo control y grupo expuesto a los ejercicios vibratorios, encontró diferencias significativas tras someter a los pacientes a 12 semanas de entrenamiento con frecuencia entre 16 y 30 Hz. Sus resultados mostraron cómo se produjo una reducción significativa ($P=0,012$) de la hemoglobina glicosilada, en aquellos pacientes que obtuvieron un valor por encima de 8 en el análisis en sangre. Igualmente se obtuvieron resultados significativos en la sensibilidad a la insulina ($P= 0,043$), todo ello en pacientes con diabetes graves ($HbA1c \geq 8$); por el contrario, en los pacientes con diabetes menos grave ($HbA1c < 8$) tanto para el grupo control como para el grupo expuesto a ejercicios vibratorios, no se encontraron diferencias significativas.

Del Pozo-Cruz et al. ⁽³⁾ en el estudio publicado en la revista internacional *Maturitas*, llevado a cabo con 50 pacientes (25 de los cuales pertenecen al grupo sometido a ejercicios en plataforma vibratorias y otros 25 al grupo control), tras 12 semanas de entrenamiento con ejercicios vibratorio, obtuvieron como resultado la reducción del nivel de HbA1c ($P=0,002$) y glucemia plasmática en ayunas de 12 horas ($P=0,029$) entre el grupo sometido a entrenamiento vibratorio frente al grupo control, que no fue sometido a ningún tipo de entrenamiento.

Baum K. et al. ⁽¹⁰⁾, contó en su estudio con un grupo de 40 de pacientes, dividido en 3 grupos: un grupo realizó ejercicios de vibración, otros ejercicios de entrenamiento de flexibilidad y otros ejercicios de entrenamiento de fuerza. El grupo adiestrado en entrenamiento vibratorio de 12 semanas (que es el que nos interesa para este estudio) con frecuencia entre 30-35 Hz, demostró una reducción de 0.3% en la HbA1c y 6,3% de la glucemia plasmática en ayunas de 12 horas.

Rosa M^a Alfonso-Alonso ⁽²⁸⁾ comparó la reducción de la glucemia capilar tras un único entrenamiento y tras 12 semanas de entrenamiento vibratorio. Tras la aplicación del programa de entrenamiento a una frecuencia de 12 Hz halló diferencias estadísticamente significativas en la glucemia capilar medida a las 24h ($p \leq 0,05$) con la medición realizada previa al entrenamiento. En cuanto a los niveles de glucemia capilar tras la aplicación del programa de entrenamiento a una frecuencia de 14 Hz, observó diferencias estadísticamente significativas entre la glucemia capilar medida tras el programa de entrenamiento

($p \leq 0,05$) a las 24h ($p \leq 0,01$) y 48 h ($p \leq 0,05$), respecto a la evaluación realizada previamente al entrenamiento. Rosa M^a Alfonso-Alonso también observó diferencias estadísticamente significativas en el nivel de glucemia capilar tras la realización del programa de entrenamiento con 16 Hz ($p \leq 0,05$) entre la medición previa al tratamiento y el post-entrenamiento, así como pasadas 24h ($p \leq 0,05$).

Además, al igual que en los caso anteriores estudiados observó diferencias estadísticamente significativas en los niveles de glucemia capilar tras 12 semanas de entrenamiento basado en vibraciones de cuerpo completo ($p < 0,05$).

6. CONCLUSIONES

Tras la comparación y análisis de los diferentes estudios se puede observar como existe una disminución de la hemoglobina en sangre tras un entrenamiento controlado en plataformas vibratorias

Alibegovic, Hansen, y Hawley & Holloszy ^(4, 5, 6) afirman en sus estudios que el ejercicio físico contribuye a disminuir la resistencia a la insulina, resultados en concordancia con los datos encontrados en los estudios analizados. En ellos se puede observar como en cualquier combinación de ejercicio, ya sea aeróbico o en plataformas vibratorias, se obtiene dicho beneficio. Por lo que supone sería una forma adecuada y segura de realizar ejercicio para combatir los efectos producidos por la vida sedentaria propia de la población con diabetes tipo II ^(9,10).

Para Lale Behboudi et al. ⁽¹³⁾, tanto el ejercicio en plataformas vibratorias como los ejercicios aeróbicos muestran una similitud en la estimulación del sistema metabólico en pacientes con diabetes tipo II; por lo que aquellos pacientes que no lleven a cabo ningún tipo de ejercicio aeróbico, pueden optar a realizar ejercicios en plataformas vibratorias

Bien es cierto, que cuando se observan los estudios llevados a cabo durante 8 semanas, como es el caso de Lale Behboudi et al. ⁽¹³⁾, no se observan resultados positivos, en contraposición al estudio llevado de Del Pozo-Cruz et al (2013) ⁽³⁾, tras 12 semanas de entrenamiento vibratorio con diferentes frecuencias, en el que sí se demuestra la efectividad del entrenamiento con la reducción de la hemoglobina glicosilada y nivel plasmático en ayunas de 12 horas.

Otro dato a destacar es la frecuencia, ya que no se obtienen resultados favorecedores en el caso de unas frecuencias u otras como en el estudio de Manimmanakorn, N ⁽²⁷⁾ tras 12 semanas de entrenamiento con frecuencias entre 16 y 30 Hz. Sin embargo Baum K. et al ⁽¹⁰⁾ tras un entrenamiento vibratorio de 12 semanas con frecuencia entre 30-35 Hz obtuvo una reducción en la HbA1c y de la glucemia plasmática en ayunas de 12 horas.

De hecho, se ha demostrado que el entrenamiento vibratorio en personas con Diabetes Mellitus tipo II mejora el control glucémico ⁽²⁶⁾, la capacidad funcional ⁽²⁹⁾, el equilibrio ⁽³⁾, así como reduce la adiposidad y favorece el aumento del flujo sanguíneo en la pierna ⁽³⁰⁾. Por lo que los ejercicios de vibración de cuerpo entero en combinación con ejercicio aeróbico parecen mejorar el control glucémico ligeramente en pacientes con Diabetes Mellitus tipo II en una forma dependiente de la exposición. Grandes y bien diseñados ensayos siguen siendo necesarias para establecer la eficacia y entender así los efectos que se atribuyen a la vibración, el ejercicio, o una combinación de ambos.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Di@bet.es, realizado por el Centro de Investigación Biomédica en Red de Diabetes y Enfermedades Metabólicas Asociadas (CIBERDEM), el Instituto de Salud Carlos III (Ministerio de Ciencia e Innovación), en colaboración con la Sociedad Española de Diabetes (SED) y la Federación Española de Diabetes (FED). 2011. Disponible en: <http://www.fundaciondiabetes.org/prensa/297/la-diabetes-en-espana>.
2. Ballesta, M., Carral, F., Oliveira, G., Giron, J. A., & Aguilar, M. (2006). Economic cost associated with type II diabetes in Spanish patients. *Eur J Health Econ*, 7(4), 270-275. doi: 10.1007/s10198-006-0367-9
3. Del Pozo Cruz, Borja, Alfonso Rosa, Rosa M^a, Del Pozo Cruz, Jesus, Sañudo Corrales, Fco. de Borja, Rogers, Michael: Effects of a 12-Wk Whole-Body Vibration Based Intervention to Improve Type 2 Diabetes. En: *Maturitas*. 2013. 10.1016/j.maturitas.2013.09.005
4. Alibegovic, A. C., Sonne, M. P., Hojbjerg, L., Bork-Jensen, J., Jacobsen, S., NilssonE., Vaag, A. (2010). Insulin resistance induced by physical inactivity is associated with multiple transcriptional changes in skeletal muscle in Young men. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 299(5), E752-763. doi: 10.1152/ajpendo.00590.2009
5. Hansen, B. C. (1995). Obesity, diabetes, and insulin resistance: implications molecular biology, epidemiology, and experimental studies in humans and animals. *Synopsis of the American Diabetes Association's 29th Research*
6. Hawley, J. A., & Holloszy, J. O. (2009). Exercise: it's the real thing! *Nutr Rev*, 172-178. doi: 10.1111/j.1753-4887.2009.00185.
7. Borghouts, L. B., & Keizer, H. A. (2000). Exercise and insulin sensitivity: a review. *Int J Sports Med*, 21(1), 1-12. doi: 10.1055/s-2000-8847
8. Church, Tim. (2011). Exercise in Obesity, Metabolic Syndrome, and Progress in Cardiovascular Diseases, 53(6), 412-418. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.pcad.2011.03.013>
9. Bennett, W. L., Ouyang, P., Wu, A. W., Barone, B. B., & Stewart, K. J. (2008). Fatness and fitness: how do they influence health-related quality of life in type 2 diabetes mellitus? *Health Qual Life Outcomes*, 6, 110. doi: 10.1186/1477-7525-6-110
10. Baum, K., Votteler, T., & Schiab, J. (2007). Efficiency of vibration exercise for glycemic control in type 2 diabetes patients. *Int J Med Sci*, 4(3), 159-163.
11. Linke, S. E., Gallo, L. C., & Norman, G. J. (2011). Attrition and adherence rates of sustained vs. intermittent exercise interventions. *Ann Behav Med*, 42(2), 197-209. doi: 10.1007/s12160-011-9279-8
12. Marin P. J., Bunker D., Rhea M. R., Ayllon F. N. Neuromuscular activity during whole-body vibration of different amplitudes and footwear conditions: implications for prescription of vibratory stimulation. *J Strength Cond Res*. 2009;23(8):2311–2316.
13. Behboudi L, Azarbayjani MA, Aghaalinejad H, Salavati M. Efectos del ejercicio aeróbico y la vibración de todo el cuerpo en el control de la glucemia en diabéticos tipo 2 machos.

14. American Diabetes Association. (2013). Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*, 36 (Suppl 1), 67-74.
15. International Diabetes Federation. (2013). *IDF Diabetes Atlas*, 6th edn. Belgium: International Diabetes Federation. <http://www.idf.org/diabetesatlas>
16. Alentorn Geli, E. (2008). Tratamiento sintomático de la fibromialgia vibraciones mecánicas. Universitat de Barcelona, Barcelona. Retrieved from <http://hdl.handle.net/2445/42229>
17. Cardinale, M., & Wakeling, J. (2005). Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? *Br J Sports Med*, 39(9), 585-589; discussion 589. doi:10.1136/bjism.2005.016857
18. Abercromby, A. F., Amonette, W. E., Layne, C. S., McFarlin, B. K., Hinman, M. R., & Paloski, W. H. (2007). Vibration exposure and biodynamic responses during whole-body vibration training. *Med Sci Sports Exerc*, 39(10), 1794-1800. doi: 10.1249/mss.0b013e3181238a0f
19. Anna Chudyk, Robert J. Petrella (2011). Effects of Exercise on Cardiovascular Risk Factors in Type 2 Diabetes: A meta-analysis. *Diabetes Care*. 2011 May; 34(5): 1228–1237. Published online 2011 Apr 20. doi: 10.2337/dc10-1881
20. Sacks, D. B., Arnold, M., Bakris, G. L., Bruns, D. E., Horvath, A. R., Kirkman, M. S., Nathan, D. M. (2011). Guidelines and recommendations for laboratory analysis in the diagnosis and management of diabetes mellitus. *Clin Chem*, 57(6), e1-e47. doi: 10.1373/clinchem.2010.161596
21. Ten Brinke, R., Dekker, N., de Groot, M., & Ikkersheim, D. (2008). Lowering HbA1c in type 2 diabetics results in reduced risk of coronary heart disease and all-cause mortality. *Prim Care Diabetes*, 2(1), 45-49. doi: 10.1016/j.pcd.2007.12.004
22. Lam, F. M., Lau, R. W., Chung, R. C., & Pang, M. Y. (2012). The effect of whole-body vibration on balance, mobility and falls in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Maturitas*, 72(3), 206-213. doi: 10.1016/j.maturitas.2012.04.009
23. Arikawa, A. Y., O'Dougherty, M., & Schmitz, K. H. (2011). Adherence to a strength training intervention in adult women. *J Phys Act Health*, 8(1), 111-118.
24. Gusi, N., Parraca, J. A., Olivares, P. R., Leal, A., & Adsuar, J. C. (2010). Tilt vibratory exercise and the dynamic balance in fibromyalgia: A randomized controlled trial. *Arthritis Care Res (Hoboken)*, 62(8), 1072-1078. doi: 10.1002/acr.20180
25. Del Pozo-Cruz B, Alfonso Rosa-RM, Pozo-Cruz JD, Sañudo B, Rogers ME. Efectos de una intervención basada en la vibración de todo el cuerpo de 12 semanas para mejorar la diabetes tipo 2. *Maturitas*. 2014; 77 (1): 52-8.
26. SR Shiwa, Costa DC, Costa LCM, Moseley A, Hespanhol junior LC, Venâncio R, et al. La reproducibilidad de la versión portuguesa de la escala de PEDro. *Cad Saude Pública*. 2011; 27 (10): 2063-8
27. Thesis: Health and performance-related effects of whole body vibration training. Manimmanakorn, N. 2012

28. M^a ALFONSO-ROSA (2016), Revista española de educación física y deportes - reefdissn: 1133-6366 y ISSN: 2387-161X. Número 415, año LXVIII, 4^o trimestre,
29. Del Pozo-Cruz J, Alfonso-Rosa RM, Ugia JL, McVeigh JG, Pozo-Cruz BD, Sañudo B. A primary care based randomized controlled trial of 12-week whole-body vibration for balance improvement in type 2 diabetes mellitus. Arch Phys Med Rehabil. 2013;94(11):2112-8.<http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2013.05.030>.
30. Sañudo B, Alfonso-Rosa R, Pozo-Cruz BD, Pozo-Cruz JD, Galiano D, Figueroa A. Whole body vibration training improves leg blood flow and adiposity in patients with type 2 diabetes mellitus. Eur J Appl Physiol. 2013;113(9):2245-52. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-013-2654-3>.