



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE KINESIOLOGÍA

**EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO
FUNCIONAL Y/O CONCURRENTE EN
SUJETOS CON SOBREPESO U OBESIDAD,
DIABETES MELLITUS TIPO II Y/O
HIPERTENSIÓN ARTERIAL SOBRE LA
COMPOSICIÓN CORPORAL, CONSUMO DE
OXÍGENO, SENSIBILIDAD A LA INSULINA Y
PRESIÓN ARTERIAL. UNA REVISIÓN DE LA
LITERATURA.**

Trabajo de Titulación para optar al Título Profesional de kinesiólogo

**AUTORES: PAULA ALCAÍNO RIVANO
BASTIÁN LABBÉ ORMAZABAL
NICOLÁS MUÑOZ ZURA
JULIO QUEZADA JIMÉNEZ
PROFESOR GUÍA: SANDRA BECERRA MUÑOZ.**

TALCA – CHILE

2021

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2022

©2021, Paula Alcaíno Rivano, Bastián Labbé Ormazábal, Nicolás Muñoz Zura, Julio Quezada Jiménez.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica que acredita al trabajo y su autor.

TABLA DE CONTENIDOS

I.	Portada	i
II.	Tabla de contenidos	iii
III.	Índice de tablas	iv
IV.	Índice de ilustraciones	v
V.	Resumen	vi
VI.	Abstract	viii
1.	Introducción	1
2.	Metodología	11
2.1	Estrategia de búsqueda y criterios de selección	11
3.	Resultados	16
4.	Discusión	24
5.	Conclusiones	35
6.	Referencias	38
7.	Anexos	45

ÍNDICE DE TABLAS

1. Tabla 1.1 Análisis de artículos seleccionados sobre entrenamiento funcional en sujetos con sobrepeso u obesidad_____ 16
2. Tabla 1.2 Análisis de artículos seleccionados sobre entrenamiento concurrente en sujetos con sobrepeso u obesidad_____ 18
3. Tabla 1.3 Análisis de artículos seleccionados sobre entrenamiento funcional en sujetos con sobrepeso u obesidad y DM2 o hiperinsulinemia_____ 20
4. Tabla 1.4 Análisis de artículos seleccionados sobre entrenamiento concurrente en sujetos con sobrepeso u obesidad e HTA_____ 22

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

1. Figura 1.	15
--------------	----

RESUMEN

El objetivo de la presente revisión de la literatura fue revisar los efectos de un entrenamiento funcional y/o concurrente sobre los marcadores cardiometabólicos de composición corporal, consumo de oxígeno, sensibilidad a la insulina y presión arterial en sujetos con exceso de peso y diabetes mellitus tipo II o hipertensión arterial. Se realizó una búsqueda en las bases de datos de PubMed, Web of Science, Scopus y Scielo de los últimos 10 años en idioma inglés, español y portugués. La selección de los estudios incluyó participantes de ambos sexos entre 18-60 años, que hayan sido intervenidos con un programa de entrenamiento funcional y/o concurrente. De un total de 3048 resultados encontrados, se seleccionaron 127 artículos de acuerdo con los criterios de inclusión para una revisión completa, resultando 9 artículos finales. Se observaron cambios significativos en 5 de los 7 estudios que midieron composición corporal y en los 3 estudios que analizaron la sensibilidad a la insulina. En todos ellos se realizaron programas de ejercicio de tipo funcional y/o concurrente con un

mínimo de cuatro semanas de duración. Por lo tanto, el entrenamiento funcional y/o concurrente podrían ser beneficiosos en sujetos con exceso de peso y diabetes mellitus tipo II o hipertensión arterial, donde se apreciaron cambios significativos en parámetros de composición corporal y aptitudes físicas. Sin embargo, aún se requieren más estudios para ampliar el conocimiento de los efectos de estos tipos de entrenamiento.

Palabras clave: Entrenamiento funcional, Entrenamiento concurrente, Obesidad, Diabetes mellitus tipo II, Hipertensión arterial.

ABSTRACT

The objective of the present literature review was to review the effects of functional and/or concurrent training on cardiometabolic markers of body composition, oxygen consumption, insulin sensitivity and blood pressure in subjects with excess weight and type II diabetes mellitus or arterial hypertension. We searched the PubMed, Web of Science, Scopus and Scielo databases for the last 10 years using English, Spanish and Portuguese. The selection of studies included participants of both sexes between 18-60 years, who have been intervened with a functional and/or concurrent training program. From a total of 3048 results found, 127 articles were selected according to the inclusion criteria for a complete review, resulting in 9 final articles. Significant changes were observed in 5 of the 7 studies that measured body composition and in the 3 studies that looked at insulin sensitivity. In all of them, functional and/or concurrent exercise programs were carried out with a minimum of four weeks' duration. Therefore, functional and/or concurrent training could be beneficial in subjects with excess weight and

type II diabetes mellitus or arterial hypertension, where significant changes in body composition and physical aptitude parameters were appreciated. However, more studies are still required to expand the knowledge of the effects of these types of training.

key words: Functional training, Concurrent training, Obesity, Diabetes mellitus type II, Hypertension.

1. INTRODUCCIÓN

Aproximadamente cinco millones de muertes al año se podrían evitar si la población mundial mantuviera estilos de vida saludables. En el mundo, 1.400 millones de personas adultas no cumplen con las recomendaciones de actividad física de la Organización mundial de la salud, siendo esta de 75 minutos de actividad vigorosa o 150 minutos de actividad moderada por semana (OMS, 2020). En Chile cerca del 80% de la población adulta es sedentaria (MINDEP, 2018), mientras que, según la encuesta nacional de Salud, un 40% tiene sobrepeso y un 31% obesidad (De Salud Pública, S. 2017).

La inactividad física es uno de los factores más importantes tanto para el desarrollo de las enfermedades cardiovasculares, como la mortalidad dada por este tipo de patologías (OMS, 2021). De ser contrarrestada se modificarán distintos factores de riesgo cardiovasculares (FRCV) asociados,

como el colesterol total, glucemia, presión arterial y composición corporal (OMS, 2010). La obesidad es el punto de partida para el desarrollo de otras enfermedades cardiovasculares como la diabetes mellitus tipo II y la hipertensión arterial. Puesto que el adipocito actúa como tejido neuroendocrino, además del rol activo que cumple en distintos procesos fisiológicos y metabólicos (Blüher, 2014).

En pacientes obesos una elevada ingesta calórica provoca una proliferación de los adipocitos a nivel visceral, generando un proceso de hiperplasia que estimula la formación de una nueva célula adiposa, sin necesidad de apreciar un adipocito hipertrofiado (Rosen, 2015), esta grasa visceral es un factor de riesgo común para las enfermedades cardiovasculares y metabólicas, alterando la composición corporal del individuo que se verá reflejada en aumentos en IMC, % masa grasa y/o circunferencia de cintura (CC) (Klötting, 2014). El adipocito hipertrofiado genera una disfunción caracterizada por hipoxia, inflamación de los tejidos y disminución en la sensibilidad de la insulina (Klötting, 2014).

La expansión del tejido adiposo aumenta el grado de infiltración de los macrófagos provocando un cambio en su polarización pasando a un perfil proinflamatorio. Este proceso está ligado a la acción inhibitoria de las citoquinas proinflamatorias sobre la acción de la insulina mediante el factor de necrosis tumoral-alfa (TNF-alfa). Estimulando la fosforilación en serina de IRS1 (sustrato 1 del receptor de insulina), produciendo defectos en la actividad tirosina quinasa del IR (receptor de insulina) y disminuyendo la actividad de IRS1 y PI3 (fosfoinositol) quinasa, inhibiendo de esta forma la vía de señalización de insulina (Shi Y, Wang J, 2014). Este ambiente proinflamatorio explica la disminución de la hormona adiponectina debido a la modificación en la vía de producción de insulina, generando cambios en la tarea antiinflamatoria y sensibilizadora a nivel sistémico, por esto un paciente obeso tenderá a ser insulina resistente manteniendo sus niveles de glucosa elevados en sangre (Wang, 2016).

Adicionalmente la obesidad provocará un aumento en la actividad del sistema renina angiotensina (SRA) y de los ácidos grasos libres, incrementando los niveles de angiotensina II (AII) y esto la producción de radicales libres de

oxígeno en la célula endotelial, inhibiendo la sintasa de óxido nítrico, provocando la disfunción endotelial, inflamación, aterosclerosis y aumento de la poscarga en un paciente obeso hipertenso (Rubio, 2017).

Por otra parte, el ejercicio físico es clave en el tratamiento de los pacientes con obesidad, generando efectos a nivel cardiovascular, metabólico, muscular y funcional (Ladabaum, 2014), produciendo efectos intracelulares capaces de remodelar metabólicamente el miocito, mejorando la función endotelial y la capacidad cardio-respiratoria (Mancilla R. et al, 2014). Estos efectos se ven aún más potenciados si el entrenamiento es combinado con periodos cortos a una alta intensidad (Ramirez-Velez, et al. 2011).

El ejercicio físico de tipo aeróbico es el más utilizado para el tratamiento de la obesidad, ya que reduce la mortalidad en pacientes con riesgo cardiovascular incluyendo la disminución de la inflamación sistémica, disfunciones cardíacas y la grasa visceral, además de incrementar la función vasodilatadora endotelial. Este tipo de entrenamiento tiene como objetivo mejorar el rendimiento cardiovascular y la respuesta al ejercicio mediante

adaptaciones estructurales y funcionales. Siendo necesario que el estímulo aplicado sea eficaz, considerando la intensidad, duración, frecuencia y modalidad del entrenamiento (Márquez A, Suárez R, 2012).

Por otra parte, el entrenamiento de resistencia genera adaptaciones estructurales y neurales a mediano-largo plazo, produciendo mejoras en la oxidación de sustratos energéticos, niveles de hipertrofia, fuerza y potencia muscular. Además de disminuir la incidencia de enfermedades cardiovasculares mediante la modulación de citocinas proinflamatorias, reducción en los niveles de grasa corporal, triglicéridos y la regulación de la presión arterial (Domínguez R, et al, 2016).

Realizar simultáneamente un entrenamiento aeróbico y de resistencia se ha transformado en una de las modalidades más habituales durante los últimos años. Sin embargo, también es una de las más controversiales, ya que se podría perder la especificidad del ejercicio (García-Manso, 2017). Sin embargo, la combinación del entrenamiento aeróbico y de resistencia en la misma sesión, en el mismo día, o incluso, en días alternos, se conoce como

entrenamiento concurrente. El cual genera adaptaciones asociadas a ambos tipos de entrenamiento (García-Orea, 2016). Además de tener un alto componente de especificidad que le obliga a ajustarse a las características de cada entrenamiento (García-Pallarés, et al. 2011).

Otro tipo de entrenamiento que combina tanto ejercicios aeróbicos como de resistencia es el entrenamiento funcional (EF), basado en la ejecución de patrones de movimiento y cadenas musculares, para desarrollar una actitud tónica postural equilibrada en todas las situaciones cotidianas y funcionales del individuo. Este busca mejorar la fuerza, resistencia y acondicionamiento total del cuerpo que incide directamente sobre la salud y el desempeño físico (Pinzón, 2015). Intervenciones que utilizan como método el entrenamiento funcional, han encontrado como resultado cambios significativos en la composición corporal, fuerza y potencia muscular, así como la capacidad aeróbica (Feito, et al. 2018).

Dentro del entrenamiento funcional existe la modalidad de alta intensidad (HIFT), donde se utilizan sesiones más acotadas de entrenamiento físico que

pueden tener una duración de tan solo 5 minutos (Babiash, 2013). Su principal beneficio es que puede desafiar múltiples sistemas en una sola sesión, con la finalidad de aumentar la potencia aeróbica y la capacidad anaeróbica (Falk Neto & Kennedy, 2019). El HIFT nace como una alternativa tiempo eficiente para la obtención de resultados fisiológicos y metabólicos, que van orientados a mejorar la condición física regulando marcadores de composición corporal tales como: masa magra/grasa, porcentaje de grasa y regulación de la glucosa (Feito, et al. 2018).

El estudio de Kliszczewicz et al, 2019 analizó las adaptaciones fisiológicas de veinte sujetos entrenados recreativamente, los que fueron puestos a prueba a través de un entrenamiento funcional de alta intensidad que incluía ejercicios con el propio peso corporal. Demostrando rápidas mejoras fisiológicas en la fuerza muscular, capacidad aeróbica y capacidad anaeróbica posterior a cuatro semanas.

Por otro lado, Ramos et al. 2019 estudiaron las adaptaciones cardiovasculares y de fuerza en mujeres adultas con hipertensión arterial. En total fueron 20

mujeres las que realizaron un entrenamiento concurrente durante 12 semanas, encontrándose mejoras en parámetros antropométricos y de fuerza muscular.

En vista de los efectos positivos que demuestran las modalidades de entrenamiento funcional y/o concurrente sobre los marcadores cardiometabólicos de fuerza y capacidad cardiorrespiratoria, sumado a los altos índices de sobrepeso u obesidad, el objetivo de esta revisión es analizar los efectos de un entrenamiento funcional y/o concurrente sobre sujetos con exceso de peso y enfermedad de diabetes mellitus tipo II y/o hipertensión arterial.

Pregunta de investigación

- ❖ Según la literatura, ¿cuál es el efecto de un entrenamiento funcional y/o concurrente en sujetos con sobrepeso u obesidad, diabetes mellitus tipo II y/o hipertensión arterial sobre la composición corporal, consumo de oxígeno, sensibilidad a la insulina y presión arterial?

Objetivo general:

- ❖ Revisar mediante la literatura disponible los efectos del entrenamiento funcional y/o concurrente en sujetos con sobrepeso u obesidad, diabetes mellitus tipo II y/o hipertensión arterial sobre los marcadores cardiometabólicos de composición corporal, consumo de oxígeno, sensibilidad a la insulina y presión arterial.

Objetivos específicos:

- ❖ Analizar según la literatura disponible los efectos del entrenamiento funcional y/o concurrente en los marcadores cardiometabólicos de composición corporal y consumo de oxígeno en sujetos adultos con sobrepeso u obesidad.

- ❖ Analizar según la literatura disponible los efectos del entrenamiento funcional y/o concurrente en los marcadores cardiometabólicos de composición corporal, consumo de oxígeno y sensibilidad a la insulina en sujetos adultos con sobrepeso u obesidad con Diabetes Mellitus tipo II.

- ❖ Analizar según la literatura disponible los efectos del entrenamiento funcional y/o concurrente en los marcadores cardiometabólicos composición corporal y presión arterial en sujetos adultos con sobrepeso u obesidad con hipertensión arterial.

2. METODOLOGÍA

2.1 Estrategia de búsqueda y criterios de selección

Criterios de selección

Fueron considerados como criterios de inclusión estudios en hombres y mujeres entre 18 a 60 años, con exceso de peso diagnosticados con diabetes mellitus tipo II y/o hipertensión arterial sometidos a entrenamiento funcional y/o concurrente. Se excluyeron estudios realizados en sujetos con alguna patología respiratoria, cardíaca, neurológica y/o musculoesquelética en los últimos 6 meses, además de enfermedades crónicas no controladas, sujetos deportistas, mujeres embarazadas y estudios en animales.

Búsqueda de publicaciones

El criterio temporal se estableció en los últimos 10 años desde enero de 2011 hasta el 01 de junio de 2021, en los idiomas inglés, portugués y español, utilizando las bases de datos PubMed, Web of Science, Scopus y Scielo con las palabras claves o MESH (*Tabla N° 1.1*), y sus combinaciones para todas (*Tabla N° 1.2*). “Functional Training” OR “High Intensity Functional Training” AND “Diabetes Mellitus Type 2” OR “Metabolic Syndrome”, “Functional Training” OR “High Intensity Functional Training” AND “Insulin Resistance” AND “Blood Glucose”, “Functional Training” OR “Concurrent Training” AND “Diabetes Mellitus Type 2” OR “Metabolic Syndrome”, “Functional Training” OR “Concurrent Training” AND “Insulin Resistance” AND “Blood Glucose”, “Functional Training” OR “Body Weight Training” AND “Diabetes Mellitus Type 2” OR “Metabolic Syndrome”, “Functional Training” OR “Body Weight Training” AND “Insulin Resistance” AND “Blood Glucose” y sus respectivas asociaciones a términos MESH en español. Detallados en el anexo N°1.

La búsqueda bibliográfica se realizó del 31 de marzo hasta el 12 de junio de 2021. Al finalizar el proceso de búsqueda se encontraron 3048 artículos, detallados en el anexo N°2.

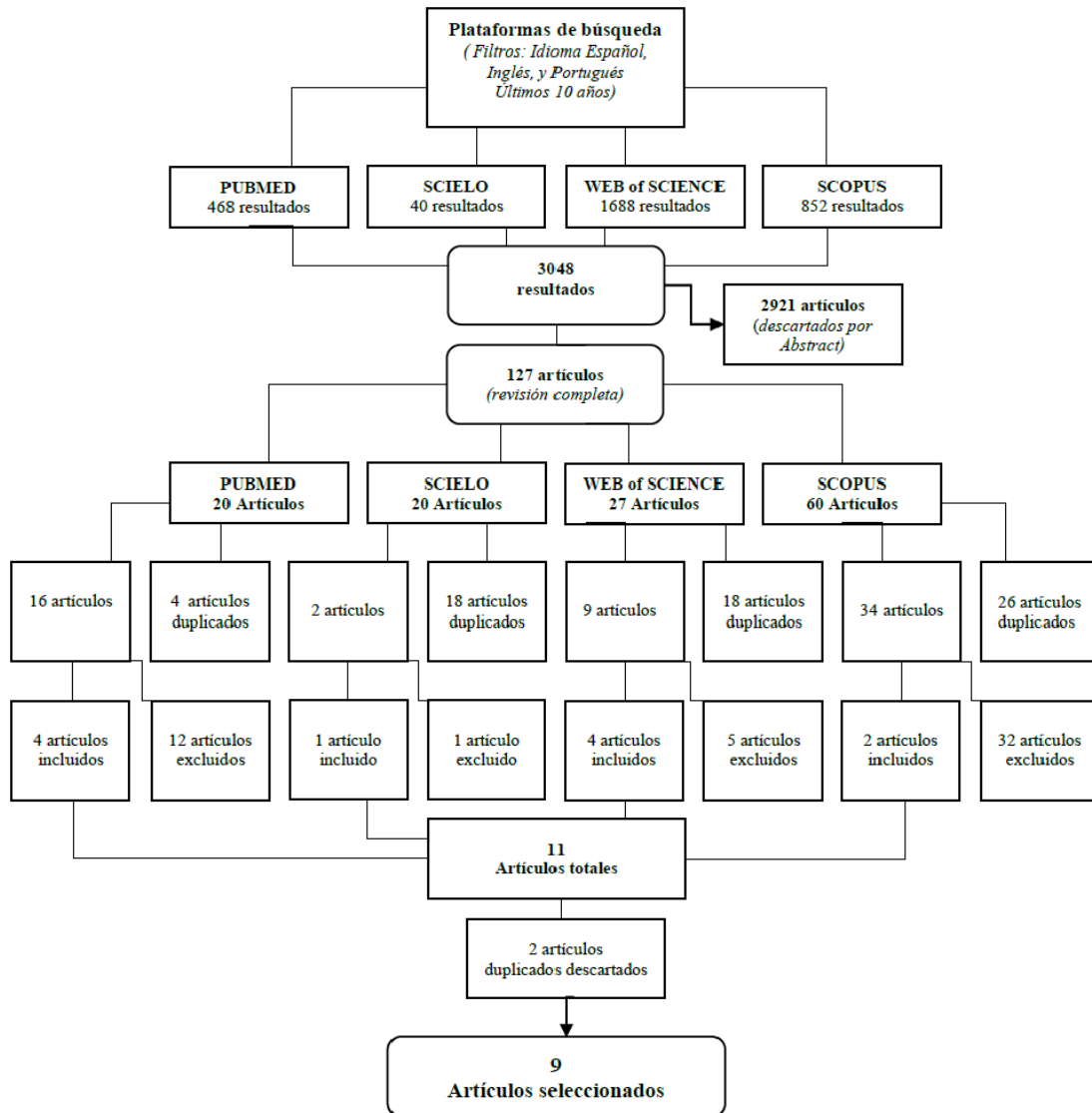
Selección de publicaciones

Dos grupos de investigadores efectuaron de forma independiente el proceso de búsqueda y selección de artículos en una base de datos. Cada revisor elaboró una tabla de excel estandarizada con los artículos seleccionados tras la lectura de título y resumen, donde se compararon los resultados de cada investigador, seleccionando los coincidentes para su revisión completa. Las publicaciones no concordantes entre pares fueron inspeccionadas por un tercer investigador para determinar su inclusión.

Identificación

De un total de 3048 artículos encontrados en las distintas bases de datos, se realizó la lectura de títulos y/o resúmenes resultando 127 para ser analizados. En la segunda fase, fueron seleccionados 61 artículos para una lectura completa, de los cuales 11 cumplieron con los criterios de inclusión. Finalmente, tras descartar 2 artículos duplicados 9 fueron seleccionados para esta revisión (*Figura 1*).

Figura 1. Proceso de selección de artículos.



3. RESULTADOS

Tabla N° 1.1 Análisis de artículos seleccionados sobre entrenamiento funcional en sujetos con sobrepeso u obesidad.

Artículo y autor	Tipo de entrenamiento	Intervención	Resultados
<p>Efectos del entrenamiento funcional y dos intervenciones interdisciplinarias sobre el VO2 máx y pérdida de peso de mujeres con obesidad.</p> <p>Teixeira C, Caranti D, Padovani R, Cuesta M, Moraes A, Cerrone L, Affonso L, Gil S, Dos Santos R, Gomes R. (2020).</p>	<p>Entrenamiento funcional.</p>	<p>Población: 44 mujeres obesas (edad = $39,7 \pm 5,9$ años. IMC = $35,5 \pm 2,8$ Kg/m²).</p> <p>Duración: 30 semanas.</p> <p>Grupo FT entrenamiento (3 / semana)</p> <p>Grupo TI entrenamiento y nutrición (1 / semana) y asesoramiento psicológico (1 / semana) y fisioterapia (1 / semana).</p> <p>Grupo IE recibió charlas interdisciplinarias de promoción de salud (1 / mes).</p>	<p>Grupo (FT) ↓ significativa en circunferencia de cintura, ↑ la aptitud cardiorrespiratoria.</p> <ul style="list-style-type: none"> - VO2 max: + 2.2 ml kg min - Masa corporal: -1.7 KG - IMC: 0.6 (Kg/m²) - Grasa corporal: -1KG. - Masa libre de grasa: 0.7KG. - Circunferencia cintura: - 3.7 cm. <p>Grupo (TI) ↓ significativamente la masa corporal el IMC, la masa grasa relativa y la circunferencia de la cintura</p> <p>El grupo (IE): ↓ significativa en la masa corporal, IMC y circunferencia de la cintura</p>

<p>Efecto del entrenamiento en circuito de alta intensidad sobre los índices de obesidad, la condición física y los factores de pardeamiento en estudiantes universitarias inactivas.</p> <p>Jun-Soo L, Eun-Sun Y, Sun- Young J, Ki- Tae Y, Dae- Young K. (2021).</p>	<p>Entrenamiento en circuito de alta intensidad.</p>	<p>Población: 10 estudiantes universitarias (21±1.0 años, IMC: 25.14±2.51kg/m²).</p> <p>Duración: 40 min / 3 días x semana / 4 semanas.</p> <p>Intensidad: 60% - 80% FCM.</p> <p>Ejercicios: trotar, estirarse, saltos en cuclillas, push up, estocadas, burpees, escaladores, pasos laterales y abdominales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Peso corporal ↓ 2 kg (<i>P</i> <0,001). - Circunferencia de cintura ↓ 1.74 cm. - % grasa corporal ↓ 1.2%. - IMC ↓ 0.9 kg/m². - Irisina ↑ 0.53 ug/ml - FGF-21 ↓107,84 pg/ml - Cambios en la condición física: - Fuerza de agarre ↑1.1 kg - Sit-up (repetición) ↑ 2.7 - Carrera 1200 mts ↓9.86 seg
<p>El entrenamiento en circuito funcional de alta intensidad mejora la composición corporal, el consumo máximo de oxígeno, fuerza y altera ciertas dimensiones de la calidad de vida en mujeres con sobrepeso.</p> <p>Sperlich B, Wallmann-Sperlich B, Zinner C, Von Stauffenberg V, Losert H, Holmberg H (2017).</p>	<p>Entrenamiento en circuito funcional de alta intensidad.</p>	<p>Población: 22 mujeres con sobrepeso (edad: 23 ± 2 años)</p> <p>Duración: 3 días semana / 9 semanas.</p> <p>Grupo circuito HIIT</p> <p>Grupo</p> <p>Ejercicios: burpees, skipping, push up, plank, isometric squat, crunches, entre otros).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Masa corporal: ↓0,121 kg - IMC: ↓0.015 kgm² - Masa grasa: ↓0.240 kg - Masa libre de grasa: ↑0.340 kg - Perímetro cintura-cadera: ↓0.34 cms - ↑ N° de flexiones, burpees, sentadillas con una sola pierna y saltos en 30s. - VO2 max y percepción del dolor físico ↑ en circuito HIIT. - Percepción de salud general mejoró en grupo circuito combinado.

Tabla N° 1.2 Análisis de artículos seleccionados sobre entrenamiento concurrente en sujetos con sobrepeso u obesidad.

Artículo y autor	Tipo de entrenamiento	Intervención	Resultados
<p>Cambios en los marcadores de lipoinflamación en personas con obesidad después de un programa de entrenamiento concurrente: comparación entre hombres y mujeres.</p> <p>José Antonio González-Jurado, Walter Suárez-Carmona, Sergio López, y Antonio Jesús Sánchez-Oli (2020).</p>	<p>Entrenamiento concurrente</p>	<p>Población: 26 personas obesas</p> <p>Duración: 8 semanas</p> <p>Intensidad: 4-5 escala de Borg modificada, 6-7 escala OMNI RES</p> <p>Ejercicio: 12 minutos de resistencia cardiorrespiratoria en treadmill, bicicleta elíptica o cicloergómetro, seguido de un circuito con 10 ejercicios de resistencia muscular.</p>	<p>Relación adiponectina/leptina:</p> <p>Mujeres (p = 0,05) Hombres (p = 0,08).</p>

<p>Mejoras de los factores de riesgo cardiometabólico en Amerindios latinoamericanos (Los Mapuches) con entrenamiento concurrente.</p> <p>Cristian Álvarez, Robinson Ramírez-Vélez, Rodrigo Ramírez-Campillol, Alejandro Lucia, Alicia M. Alonso-Martinez, Harry Faúndez, Eduardo L. Cadore, Mikel Izquierdo. (2019)</p>	<p>Entrenamiento concurrente de alta intensidad.</p>	<p>Población: 96 mujeres adultas con hiperglucemia y sobrepeso u obesidad. Duración: 12 semanas. Ejercicios: Resistencia con pesas libres (Curl de bíceps, press de hombros, remo y sentadilla).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Masa corporal: -1.2 kg - Circunferencia cintura: -1.4 cm - % grasa corporal: -1.6 kg - Grasa corporal (kg): -1.6 kg - Masa muscular (kg): +1.7 kg - Masa magra (kg): +1.1 kg - PAS: -7.3 mmHg - PAD: -3.3 MMHg - Glucosa ayuna: -3.2 mg/dl - Colesterol total: -17.3 mg/dl - Fuerza agarre: +2.7 kg
---	--	---	---

Tabla N° 1.3 Análisis de artículos seleccionados sobre entrenamiento funcional en sujetos con sobrepeso u obesidad y DM2 o hiperinsulinemia

Artículo y autor	Tipo de entrenamiento	Intervención	Resultados
<p>El entrenamiento funcional de alta intensidad mejora la función de las células beta pancreáticas en adultos con diabetes tipo 2.</p> <p>Nieuwoudt, S., Fealy, C. E., Foucher, J. A., Scelsi, A. R., Malin, S. K., Pagadala, M., Rocco, M., Burguera, B., & Kirwan, J. P. (2017).</p>	<p>entrenamiento funcional de alta intensidad.</p>	<p>Población: 12 adultos sedentarios con DM2. Duración: 10-20 min / 3 veces x semana / 6 semanas. Ejercicios: Movimientos funcionales de gimnasia y resistencia en varias combinaciones.</p>	<p>↓ fosfatasa alcalina plasmática en ayunas ↓ niveles de enzimas hepáticas en el plasma ↓ % grasa corporal: -1,1 P=0,002 ↓ peso: - 1,8 kg P=0,09 ↓ proinsulina/insulina: 1,78 P=0,04 ↑ VO2 máx.: 0.38 P=0,001 ↑ resistencia muscular: 59 rep P<0,001 ↑ células β durante la respuesta de fase temprana a la glucosa P=0,04</p>
<p>Efecto del entrenamiento físico sobre la insulina sensibilidad, hiperinsulinemia y grasa ectópica en mujeres negras sudafricanas: un estudio aleatorizado ensayo controlado.</p> <p>Smidt MC, Mendham AE, Hauksson J, Hakim O, Stefanovski D, Clamp L, Phiri</p>	<p>Entrenamiento funcional.</p>	<p>Población: 45 mujeres con obesidad Ejercicios: aeróbicos (baile, carrera, saltos) y resistencia (peso corporal y bandas elásticas) Duración: 20-40 min / 4 veces x semana / 12 semanas.</p>	<p>↓ % masa grasa: -1,7 P<0,001 ↓ peso: - 0,82 kg P=0,03 ↑ VO2 máx.:27,6 ml/kg/min P<0.001 ↑ SI: + 2,8-3,7 P=0,005 ↑ DI: + 0.4 P=0.02 la respuesta de la insulina a la glucosa (AIR), la tasa de secreción de insulina (ISR) y la grasa ectópica no tuvieron cambios significativos</p>

<p>L, Swart J, Goff LM, Micklesfield LK, Kahn SE, Olsson T, Goedecke JH. (2020)</p>			
<p>El entrenamiento con ejercicio funcional de alta intensidad mejora la resistencia a la insulina y los factores de riesgo cardiometabólico en la diabetes tipo 2.</p> <p>Fealy, C. E., Nieuwoudt, S., Foucher, J. A., Scelsi, A. R., Malin, S. K., Pagadala, M., Cruz, L. A., Li, M., Rocco, M., Burguera, B., & Kirwan, J. P. (2018)</p>	<p>Entrenamiento funcional de alta intensidad.</p>	<p>Población: 13 sujetos con sobrepeso/obesidad y DM2. Duración: 8-20 min / 3 veces x semana / 6 semanas. Ejercicios: Movimientos funcionales y con el propio peso corporal (Sentadillas, abdominales, Pull up, plancha, salto en cajón).</p>	<p>F-HIT ↓ (Masa grasa, presión arterial diastólica, lípidos en sangre, puntuación de síndrome metabólico) ↑ (Sensibilidad a la insulina, oxidación de grasas basales y adiponectina de alto peso molecular).</p>

Tabla N° 1.4 Análisis de artículos seleccionados sobre entrenamiento concurrente en sujetos con sobrepeso u obesidad e HTA.

Artículo y autor	Tipo de entrenamiento	Intervención	Resultados
<p>‘Efectos del entrenamiento concurrente con intensidad autoseleccionada sobre la aptitud física de los hipertensos.’</p> <p>Silas Nery de Oliveira1, Antônio Renato Pereira Moro, Wagner Jorge Ribeiro Domingues and Ewertton de Souza Bezerra. (2018)</p>	<p>Entrenamiento concurrente con intensidad autoseleccionada.</p>	<p>Población: 17 sujetos con HTA y sobrepeso u obesidad.</p> <p>Grupo 1: (7 sujetos): aeróbico + resistencia.</p> <p>Grupo 2: (10 sujetos): resistencia + aeróbico.</p> <p>Duración: 9 semanas.</p> <p>Ejercicios: Aeróbicos en cicloergómetro y de resistencia con peso corporal y tubo elástico.</p>	<p>Resultados en PA y FC grupo 1</p> <p>PAS: 121 ± 9</p> <p>PAD: 80 ± 10</p> <p>FC: 76 ± 12</p> <p>Post entrenamiento</p> <p>PAS: 128 ± 19</p> <p>PAD: 73 ± 10</p> <p>FC: 72 ± 10</p> <p>Resultados PA y FC grupo 2</p> <p>PAS: 122 ± 11</p> <p>PAD: 71 ± 8</p> <p>FC: 72 ± 10</p> <p>Post entrenamiento</p> <p>PAS: 132 ± 16</p> <p>PAD: 77 ± 10</p> <p>FC: 70 ± 8</p> <p>Empuñadura - Derecha (kg)</p> <p>Grupo 1</p> <p>Pre: 26 ± 11</p> <p>Post: 30 ± 11</p> <p>Grupo 2</p> <p>Pre: 28 ± 11</p> <p>Post = 32 ± 13</p>

			Empuñadura - Izquierda (kg) Grupo 1 Pre: 30 ± 12 Post: 34 ± 13 Grupo 2 Pre: 29 ± 9 Post: 33 ± 11
--	--	--	---

Tabla N.º 1: (F-HIT: entrenamiento funcional de alta intensidad, FT: entrenamiento funcional, TI: Terapia interdisciplinaria, IE: educación interdisciplinaria hbA1c: hemoglobina glucosilada, DM: Diabetes Mellitus, HTA: Hipertensión arterial FC: frecuencia cardíaca, PAS: Presión arterial sistólica, PAD: Presión arterial diastólica, MMSS: Miembros Superiores; MMII: miembros inferiores, ↑: aumenta, ↓: disminuye; TM6M: test de marcha de 6 minutos, TUG: timed up and go).

4. DISCUSIÓN

En la presente revisión de literatura, se analizaron estudios con intervenciones de entrenamiento funcional y/o concurrente en personas adultas sedentarias con exceso de peso entre 18 y 60 años, con enfermedades crónicas de diabetes mellitus II (DM2) y/o hipertensión arterial (HTA), sobre los marcadores cardiometabólicos de composición corporal, consumo máximo de oxígeno, sensibilidad a la insulina y presión arterial.

Respecto a la población con sobrepeso u obesidad se observaron cambios en las variables de composición corporal y VO₂ máx, Teixeira et al. 2020 estudiaron a 44 mujeres obesas (39,7±5,9 años, IMC: 35,5 ± 2,8 kg/m²) posterior a una intervención de entrenamiento funcional y concurrente. Donde realizaron ejercicios aeróbicos (cicloergómetro o cinta rodante) a una intensidad “algo severa” (13-14 en la escala de Borg) y de resistencia con pesos libres, durante 60 minutos, 3 veces por semana, durante 30 semanas. Obteniendo una disminución significativa del perímetro de cintura (3,7 cm).

De igual manera, Sperlich et al. 2017 estudiaron la composición corporal y consumo máximo de oxígeno en 22 mujeres con sobrepeso (edad: 23 ± 2 años, $IMC > 25 \text{ kg/m}^2$), a través del entrenamiento funcional de tipo circuito combinado, programado a una intensidad del 65% de la frecuencia cardiaca máxima (FCM) durante 9 semanas. Generando una mejora considerable desde el punto de vista funcional en el número de flexiones, burpees, sentadillas con una sola pierna y saltos realizados en 30s. Al igual que un aumento en la masa libre de grasa (+0,340 kg) y VO_2 máx, además de una disminución en el perímetro de cintura (-0,34cm), masa corporal (-0,121kg) e IMC (-0,015kg/ m^2), que, si bien tuvieron cambios, no fueron significativos. Por su parte Texeira et al. 2020 obtuvo mayores cambios en las variables antes mencionadas de VO_2 máx. (+2,2 ml/kg/min), índice de masa corporal (-0,6 kg/ m^2), grasa corporal (-1 kg) y masa muscular (0,7 kg). Puesto que la intervención se llevó a cabo en una mayor cantidad de semanas, pese a ello los resultados no lograron ser significativos. Estos resultados se podrían explicar debido a que ambas intervenciones utilizaban una intensidad moderada durante el ejercicio, y para generar cambios en la composición corporal, es necesario combinarlo con periodos cortos e intensos (15-16 escala de Borg) (Ramirez-Velez, et al. 2011).

En cambio, Jun-Soo Lee et al. 2021 reclutaron a diez estudiantes universitarias con sobrepeso (IMC: $25.14 \pm 2.51 \text{ kg/m}^2$) inactivas físicamente, que realizaban un circuito funcional de alta intensidad durante cuatro semanas. Este programa de ejercicios consistió en 40 minutos de entrenamiento en circuito al 60% - 80% de FCM, con una frecuencia de 3 veces por semana, donde realizaron diversos ejercicios (trotar, estirarse, saltos en cuclillas, push-up, saltos de estocadas, prueba de burpees, escaladores de montañas, pasos laterales y ejercicios de abdominales y abdominales laterales). Encontraron una disminución significativa en el peso corporal de 2 kg, perímetro de cintura (1,74) y porcentaje de grasa corporal (1,2%). En contraste a los estudios antes mencionados estos resultados se podrían explicar debido a que la intensidad utilizada fue mayor (60-80%) como lo indican Ramirez-Velez et al. 2011. Además, el entrenamiento se basaba completamente en ejercicios funcionales con el peso corporal, que involucran patrones de reclutamientos multiarticular en diferentes planos de movimiento, siendo estos estímulos potentes no solo para mejorar la fuerza y la potencia muscular, sino también para las adaptaciones cardiovasculares, aeróbicas y anaeróbicas (Feito, et al. 2018).

En relación con el entrenamiento concurrente en pacientes con sobrepeso u obesidad, Álvarez et al. 2019, encontraron una disminución del peso corporal ($P < 0.0001$), porcentaje de masa grasa ($P < 0.0001$) e índice cintura cadera (< 0.05). El entrenamiento fue de tipo concurrente y consistió en realizar 4 ejercicios de resistencia (curl de bíceps, sentadilla, upper row y press militar) utilizando pesas libres con un esfuerzo entre el 20%-40% de una repetición máxima (1RM), acompañado de un entrenamiento de intervalos de alta intensidad (HIIT) en cicloergómetro a una intensidad “muy severa” (8-10 en Escala de Borg Modificada) realizando 3 series de 1 minuto de trabajo y 2 de descanso, durante 12 semanas.

Por su parte, González et al. 2020 por medio de un entrenamiento concurrente de 8 semanas encontraron un cambio significativo en la relación adiponectina/leptina ($P < 0.05$). Esta práctica incorporaba 12 minutos de ejercicio de resistencia cardiorrespiratoria en treadmill, bicicleta elíptica o cicloergómetro a una intensidad “moderada” (4-5 Escala de Borg Modificada) seguido de un circuito con 10 ejercicios de resistencia (TRX row, sentadilla, abdominal crunch, curl de bíceps, flexión de brazos en pared,

peso muerto, extensión de tríceps, puente, vuelos posteriores con banda elástica, elevación en punta de pies con mancuernas) con una intensidad 6-7 medida a través de escala OMNI-RES (Anexo N°3).

Estos estudios demostraron que un entrenamiento concurrente es una buena estrategia para mejorar parámetros como el peso corporal, el porcentaje de masa grasa, índice cintura cadera y la relación adiponectina/leptina los cuales influyen en la condición física de pacientes con obesidad o sobrepeso. generando cambios significativos en los indicadores antropométricos, corporales y cardiometabólicos recientemente expuestos.

En hombres y mujeres obesos con diabetes mellitus tipo 2 (DM2) e hiperinsulinemia diagnosticada clínicamente y en control médico, Nieuwoudt S, et al. 2017 y Simdt MC, et al. 2020 analizaron los efectos de un entrenamiento funcional de alta intensidad (HIFT) y aeróbico de moderada a vigorosa intensidad sobre marcadores cardiometabólicos, antropométricos y corporales. Por su parte Nieuwoudt S, et al. 2017 durante

un entrenamiento funcional de alta intensidad tipo crossfit, realizando ejercicios de fuerza y resistencia muscular, con peso corporal y externo durante 6 semanas, con sesiones de 10-20 minutos 3 veces por semana. Evidenciaron mejoras significativas en el índice de función de las células beta pancreáticas en la respuesta de fase temprana a la glucosa ($P=0,02$), además de una disminución en el porcentaje de grasa corporal ($P=0,002$), aumento en el VO₂ Máx. ($P=0,001$) y resistencia muscular ($P=0,001$). Asimismo, Simdt MC, et al. 2020 realizaron un entrenamiento de tipo aeróbico (baile, carrera, saltos) y de resistencia (peso corporal, bandas) de moderada a vigorosa intensidad entre 20-40 minutos, 4 veces por semana con una duración total de 12 semanas. Evidenciaron mejoras significativas en el VO₂ Máx. ($p<0,001$), índice de disposición (relación entre secreción de insulina y respuesta de esta a la glucosa ($P=0,028$)), sensibilidad a la insulina ($P=0,005$), disminución de la masa grasa ($P<0,001$) y peso corporal ($P=0,038$). Estos estudios demuestran que tanto el entrenamiento HIFT como el aeróbico de alta a moderada intensidad son buenas estrategias para mejorar la función de las células beta pancreáticas como también la secreción de insulina teniendo estrecha correlación con cambios en la composición corporal y capacidad funcional respiratoria.

Además, Nieuwoudt, et al. 2017 mostraron mejoras significativas en la función de células beta pancreáticas ($P=0,02$), y en la relación proinsulina/insulina encargada del procesamiento de dicha hormona ($P=0,04$). Sin embargo, en mediciones plasmáticas en ayunos en los parámetros de niveles de glucosa, insulina, péptido C y ácidos grasos libres no tuvieron cambios significativos ($p=0,65$), pudiendo deberse a cambios en el estilo de vida, rendimiento compensatorio o la capacidad residual de secreción de células beta por parte de los participantes. Por su parte, Smidt MC, et al. 2020 mostró mejoras significativas en el área bajo la curva de la glucosa (AUC) ($P=0,02$). Cabe mencionar que otras variables estudiadas como la respuesta de la insulina a la glucosa, la tasa de secreción de insulina y la grasa ectópica no tuvieron cambios significativos, sugiriendo que esta última no es uno de los principales determinantes en la hiperinsulinemia.

Fealy, et al. 2018 entrenaron a hombres y mujeres con sobrepeso y obesidad diagnosticados con DM2 no insulino dependientes y en control a través de HIFT con una duración de 8-20 minutos por sesión, 3 veces por semana durante 6 semanas. Obtuvieron resultados significativos al igual que

Niuewoudt, et al. 2017 y Smidt, et al. 2020 en la masa grasa ($P < 0,01$), y la sensibilidad a la insulina ($P < 0,05$). Además, evidenciaron cambios significativos en la presión arterial diastólica ($P < 0,01$), lípidos en sangre (triglicéridos y VLDL, ambos $P < 0,05$) y puntuación z del síndrome metabólico ($P < 0,001$), aumento de la oxidación de las grasas basales ($P = 0,05$), y adiponectina de alto peso molecular ($P < 0,01$). Los aumentos en la adiponectina de alta masa molecular y la oxidación de las grasas basales se correlacionaron con el cambio en la sensibilidad a la insulina ($P < 0,05$ y $P < 0,01$, respectivamente). Sin embargo, el tejido magro no presentó cambios y no hubo diferencias significativas en IMC y peso corporal.

Dentro de los marcadores cardiometabólicos estudiados, tanto el entrenamiento HIFT como el aeróbico de alta y moderada intensidad son presentados como estrategias favorables para mejorar parámetros metabólicos, cardiovasculares y de aptitud física, ya que al mejorar la función de las células beta pancreáticas se verá mejorada la secreción de insulina logrando regular de mejor forma la homeostasis de la glucosa. Esta captación de glucosa disminuye los niveles de glicemia en la sangre generando un

correcto funcionamiento enzimático, correlacionado con una mejora en el rendimiento físico y parámetros de composición corporal.

En sujetos con sobrepeso u obesidad con diagnóstico de hipertensión arterial, Oliveira S. et al. 2018, intervinieron a diecisiete individuos con un entrenamiento concurrente autoseleccionado durante 9 semanas, en sesiones de 1 hora, 3 veces por semana. Los resultados evidenciaron que no existieron diferencias significativas en los indicadores de capacidad cardiovascular (Presión arterial y frecuencia cardíaca) y funcional (Flexibilidad MMSS y MMII, TM6M y fuerza de agarre) pre y post intervención, no encontrándose variaciones basadas en el orden del programa de entrenamiento (Resistencia + Aeróbico o Aeróbico + resistencia). Los resultados sugieren que un programa de entrenamiento concurrente con intensidad autoseleccionada por cada sujeto, independientemente del orden, genera cambios, pero no significativos en los indicadores de salud cardiovascular y funcional en individuos con hipertensión controlada. Álvarez C. et al. 2019 realizaron un entrenamiento concurrente de alta intensidad durante 12 semanas a mujeres descendientes mapuches (86 mujeres) y europeas (106 mujeres) con

diagnóstico de hiperglucemia con sobrepeso u obesidad e inactivas físicamente, analizaron los cambios cardiometabólicos y dentro de esto se encontraron variaciones en la presión arterial (PAS: -7.3 mmHg PAD: -3.3 MMHg). Siendo la variación de PAS la que presentó un mayor cambio significativo posterior a la intervención. Según Álvarez et. al 2013 post término del esfuerzo físico, se produce un efecto hipotensor tanto en la presión arterial sistólica (PAS) como en la diastólica (PAD). Sólo en el estudio de Álvarez C. et al. 2019, se generaron cambios significativos, esta diferencia está dada por el tiempo de intervención, tipo de entrenamiento y características de los sujetos. Cabe mencionar que el estrés muscular inducido por un entrenamiento de resistencia como HIIT o entrenamiento concurrente promueve la estimulación de la masa muscular y mejora el comportamiento de la presión arterial (Vinet, et al. 2018).

Si bien los artículos presentados tienen resultados favorables en las variables analizadas, se debería continuar investigando y analizando estudios para generar una recomendación de entrenamiento específico en cada tipo de población. Puesto que los estudios analizados contenían metodologías

heterogéneas en cuanto a la edad de la población, entrenamiento (tiempos de intervención y adherencia al entrenamiento) y evaluaciones. Además de limitaciones en el tamaño de la muestra, características de los sujetos control y tipo de intervención.

5. Conclusiones

El propósito de este estudio fue revisar mediante la literatura disponible los efectos del entrenamiento funcional y/o concurrente en sujetos con sobrepeso u obesidad con DM2 y/o HTA sobre los marcadores cardiometabólicos de composición corporal, consumo de oxígeno, sensibilidad a la insulina y presión arterial.

En sujetos adultos con sobrepeso u obesidad el entrenamiento funcional y en particular el de alta intensidad obtienen mejoras en las variables de composición corporal. Tanto el entrenamiento concurrente como el funcional modifican el perímetro de cintura y aptitud física de resistencia muscular. Sin embargo, la evidencia existente es escasa.

Además, en sujetos con exceso de peso y DM2 el entrenamiento funcional de alta intensidad y/o concurrente generan mejoras en la capacidad secretora de insulina, cardiorrespiratoria (V_{O2} máx.) y características antropométricas.

Sin embargo, la evidencia sigue siendo escasa para determinar estos hallazgos.

El entrenamiento funcional y/o concurrente genera mejoras en las variables de PAS y peso corporal en sujetos con sobrepeso u obesidad con hipertensión arterial.

Por otra parte, el entrenamiento concurrente genera mejoras en todos los estudios analizados, sin embargo, destacan cambios significativos solo en los que intervinieron a sujetos con entrenamiento de alta intensidad. De esta forma se describe la intensidad del ejercicio como un factor importante a considerar dentro de la intervención.

De acuerdo con la literatura revisada se encontraron beneficios del entrenamiento funcional y/o concurrente en los sujetos en cuestión, sin embargo, dadas las características del estudio se requiere seguir investigando para generar una proyección y ser utilizados en este tipo de poblaciones. Por esta razón, sería beneficioso seguir investigando estos tipos de entrenamiento en futuros estudios, para ser aplicados en estas poblaciones debido a las

características en la aptitud física (resistencia muscular, fuerza y cardiorrespiratoria) y tiempo eficiente.

Esta revisión aporta información sobre los efectos de estos tipos de entrenamientos en poblaciones con patologías cardiovasculares analizadas en este estudio, y de igual manera fomentar estilos de vida saludables para prevenirlas a tiempo.

6. Referencias

1. Álvarez, C., Ramirez-Vélez, R., Ramírez-Campillo, R., Lucia, A., Martínez, A., Faúndez, H., Cadore, E., Izquierdo, M. (2019). Improvements in cardiometabolic risk factors in Latin American Amerindians (the Mapuche) with concurrent training. *Department of Physical Activity Sciences*, 29(6), 886-896.
2. American College of Sports Medicine (2009). American College of Sports Medicine position booth. Models of progression in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*, 41(3), 687–708.
3. Babiash, PE. (2013). Determination of energy expenditure and relative intensity of two CrossFit workouts: University of Wisconsin - La Crosse.
4. Bigaard, J., Frederiksen, K., Tjønneland, A., Thomsen, BL., Overvad, K., Heitmann, BL., Sorensen, T. et al. (2005). Waist circumference and body composition in relation to all-cause mortality in middle-aged men and women. *Int J Obes*, 29(7), 778-84.
5. Blüher, M., Mantzoros, CS. (2015). From leptin to other adipokines in health and disease: facts and expectations at the beginning of the 21st century. *Metabolism*, 64(1), 131-145.

6. Burgos, C. & Henríquez, C., Ramírez, R., Mahecha, S., Cerda, H. (2017). ¿Puede el ejercicio físico disminuir el peso corporal en sujetos con sobrepeso/obesidad? *Revista médica de Chile*, 45, 765-774.
7. Chamari, K., Padulo, J. (2015). Aerobic and Anaerobic terms used in exercise physiology: a critical terminology reflection. *Sports Med Open*, 1(9).
8. De Salud Pública, S. Encuesta nacional de salud 2016-2017 Primeros resultados. Santiago. (2017)
9. Domínguez, R., Garnacho, M., Mat, J. (2016). Efectos del entrenamiento contra resistencias en diversas patologías. *Nutrición Hospitalaria*, 33(3), 719-733.
10. Falk, J., Kennedy, M. (2019). The Multimodal Nature of High-Intensity Functional Training: Potential Applications to improve Sport Performance. *Sports (Basel)*, 29;7(2), 33.
11. Fealy, C., Nieuwoudt, S., Foucher, J., Scelsi, A., Malin, S., Pagadala, M., Cruz, L., Li, M., Rocco, M., Burguera, B., Kirwan, J. (2018). Functional high intensity exercise training ameliorates insulin resistance and cardiometabolic risk factors in type 2 diabetes. *Experimental Physiology*. 103(7), 985-994.

12. Feito, Y., Heinrich, KM., Butcher, SJ., Poston, WSC. (2018). High-Intensity Functional Training (HIFT): Definition and Research Implications for Improved Fitness. *Sports (Basilea)*, 7;6(3), 76.
13. Fisher, J., Sales, A., Carlson, L., Steele, J. (2017). A comparison of the motivational factors between CrossFit participants and other resistance exercise modalities: a pilot study. *J Sports Med Phys Fitness*. 57(9), 1227–34.
14. García-Manso, J. M., Arriaza-Ardiles, E., Valverde, T., Moya, F., Mardones, C. (2017). Effects of concurrent strength and endurance training on middle distance races. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 12 (36), 221-227.
15. García-Pallarés, J., Izquierdo, M. (2011). Strategies to optimize concurrent training of strength and aerobic fitness for rowing and canoeing. *Sports Medicine*, 41 (4), 329-343.
16. Ismail, I., Keating, S., Johnson, A. (2012). A systematic review and meta-analysis of the effect of aerobic vs. resistance exercise training on visceral fat. *Journal of the international association for study of obesity*, 13(1), 68-91.
17. Jun-Soo, L., Eun-Sun, Y., Sun- Young, J., Ki- Tae, Y., Dae- Young, K. (2021). Effect of high-intensity circuit training on obesity indices, physical fitness, and browning factors in inactive female college students. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 17(3), 207-213.

18. Kliszczewicz, B., McKenzie, M., Nickerson, B. (2019). Physiological adaptations following a four-week of high-intensity Functional training. *Vojnosanitetski Pregled*, 76 (3), 272–277.
19. Klötting, N., Blüher, M. (2014). Adipocyte dysfunction, inflammation and metabolic syndrome. *Rev Endocr Metab Disord*, 15(4), 277-287.
20. Ladabaum, U., Mannalithara, A., Myer, P., Singh, G. (2014). Obesity, Abdominal Obesity, Physical Activity and Caloric Intake in U.S. Adults: 1988-2010. *Am J Med* (2014), 127(8), 717-27.
21. Mancilla, R., Torres, P., Álvarez, C., Schifferli, I., Sapunar, J., Díaz, E. (2014). Ejercicio físico interválico de alta intensidad mejora el control glicémico y la capacidad aeróbica en pacientes con intolerancia a la glucosa. *Revista médica de Chile*, 142(1), 34–39.
22. Márquez, J., Ramón, G., Márquez, J. (2012). Exercise in the treatment of type 2 diabetes mellitus. *Revista argentina de endocrinología y metabolismo*, 48(4), 65 - 72.
23. Ministerio del Deporte de Chile. (2018). *Encuesta nacional de hábitos de actividad física y deporte 2018 en población de 18 años y más* [Conjunto de datos]
24. Nieuwoudt, S., Fealy, C., Foucher, A., Scelsi, A., Malin, S., Pagadala M., Rocco, M., Burguera, B., Kirwan, J. (2017). Functional High Intensity Training Improves Pancreatic β -cell Function in Adults with Type 2 Diabetes. *American Journal of Physiology. Endocrinology And Metabolism*, 313(3), 314 - 320.

25. Oliveira, S., Pereira, A., Domingues, W., Bezerra, E. (2018). Effects of concurrent training with self-selected intensity on the physical fitness of hypertensive individuals. *Acta Scientiarum. Health Sciences*, 40(1), 31 - 39.
26. Organización Mundial de la Salud. (2020). Actividad Física. *Organización mundial de la salud*.
27. Organización Mundial de la Salud. (2020). Cada movimiento cuenta para mejorar la salud. *Organización mundial de salud*.
28. Organización Mundial de la Salud. (2021). Enfermedades no transmisibles. *Organización mundial de la salud*.
29. Organización Mundial de la Salud. (2021). Obesidad y sobrepeso. *Organización mundial de la salud*.
30. Peña, G., Heredia, J, Aguilera, J., Da Silva, M., Del Rosso, S. (2016). Entrenamiento Concurrente de Fuerza y Resistencia: una Revisión Narrativa-Instituto Internacional de Ciencias del Ejercicio Físico y Salud. *International Journal of Physical Exercise and Health Science for Trainers*; 1(1). Recuperado de: <https://g-se.com/entrenamiento-concurrente-de-fuerza-y-resistencia-una-revision-narrativa-2070-sa-a57cfb27276a24>

31. Ramirez, R., Da Silva, G., Fernandez, J. (2011). Evidencia actual de intervenciones con ejercicio físico en factores de riesgo cardiovascular. *CES, University Cali*, 4(4), 141-151.
32. Ramos, A., Senna, G., Scudese, E., Dantas, E., Da Silva, M., Fuqua, J., Pardono, E. (2019). Cardiovascular and strength adaptations in concurrent training in hypertensive women. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 25(5), 367–371.
33. Rosen E. (2015). Two paths to fat. *Nature Cell Biology*, 17(4), 360-361.
34. Rubio, A. (2013). De la Disfunción endotelial a la Clínica. *Médicas UIS*, 26(2), 51 - 57.
35. Shi, Y., Wang, J., Chandarlapaty, S., Cross, J., Thompson, C., Rosen, N., Jiang, X. (2014) PTEN is a protein tyrosine phosphatase for IRS1. *Nature Structural & molecular Biology*, 21(6), 522-27.
36. Sperlich, B., Wallmann-Sperlich, B., Zinner, C., Von Stauffenberg, V., Losert, H., Holmberg, H. (2017). functional high-intensity circuit training improves body composition, peak oxygen uptake, strength, and alters certain dimensions of quality of life in overweight women integrative and experimental exercise science. *Frontiers in Physiology*, 8, 172.
37. Teixeira, C., Caranti, D., Padovani, R., Cuesta, M., Moraes, A., Cerrone, L., Affonso, L., et al. (2020). Effects of functional training

and 2 interdisciplinary interventions on maximal oxygen uptake and weight loss of women with obesity. Randomized clinical trial. *Journal Appl Physiol Nutr Metab*, 45(7), 777-783.

38. Vinet, A., Obert, P., Courteix, D., Chapier, R., Lesourd, B., Verney, J., et al. (2018). Different modalities of exercise improve macrovascular function but not microvascular function in metabolic syndrome: The resolved randomized trial. *Int J Cardiol*. 15(267), 165-170.

39. Wang, ZV., Scherer, PE. (2016). Adiponectin, the past two decades. *J Mol Cell Biol*, 8(2), 93-100.

40. Yamamoto, L. M., Lopez, R. M., Klau, J. F., Casa, D. J., Kraemer, W. J., & Maresh, C. M. (2008). The effects of resistance training on endurance distance running performance among highly trained runners: A systematic review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(6), 2036-2044.

7. ANEXOS

Anexo N° 1. Combinaciones de búsqueda					
1	1 OR 2 AND 6	147 resultados	84 resultados	153 resultados	3 resultados
2	1 OR 2 AND 5 AND 8	67 resultados	31 resultados	72 resultados	0 resultados
3	1 OR 2 AND 7	75 resultados	125 resultados	117 resultados	6 resultados
4	1 OR 3 AND 6	148 resultados	95 resultados	168 resultados	4 resultados
5	1 OR 3 AND 5 AND 8	67 resultados	41 resultados	87 resultados	0 resultados
6	1 OR 3 AND 7	90 resultados	163 resultados	142 resultados	8 resultados
7	1 OR 4 AND 6	147 resultados	91 resultados	343 resultados	6 resultados
8	1 OR 4 AND 5 AND 8	67 resultados	75 resultados	332 resultados	5 resultados
9	1 OR 4 AND 7	75 resultados	147 resultados	274 resultados	12 resultados
10	2 OR 1 OR 3 OR 4 AND 9	0 resultados	0 resultados	1866 resultados	0 resultados
11	1 AND 9	567 resultados	831 resultados	1011 resultados	0 resultados
12	1 AND 10	198 resultados	260 resultados	233 resultados	0 resultados
13	1 AND 11	755 resultados	1018 resultados	531 resultados	0 resultados

Anexo N° 2. Palabras claves o términos MESH					
N° Paso	Palabra Clave o Mesh	Pubmed	WoS	Scopus	Scielo
1	Functional training	359.863 resultados	16.582 resultados	29.455 resultados	766 resultados
2	High intensity functional training	8.157 resultados	874 resultados	1.306 resultados	22 resultados
3	Concurrent training	9.093 resultados	2.208 resultados	3.334 resultados	100 resultados
4	Body weight training	37.715 resultados	5.184 resultados	12.643 resultados	402 resultados
5	Insulin resistance	74.228 resultados	58.698 resultados	85.740 resultados	1.370 resultados
6	Diabetes mellitus type 2	90.460 resultados	46.839 resultados	137.137 resultados	2.157 resultados
7	Metabolic syndrome	54.595 resultados	47.388 resultados	80.286 resultados	2.236 resultados
8	Blood glucose	112.883 resultados	52.049 resultados	211.287 resultados	2.745 resultados
9	Obesity	41.269 resultados	285.723 resultados	264.894 resultados	8.372 resultados
10	Hypertension Arterial	42.470 resultados	46.732 resultados	126.074 resultados	3.419 resultados
11	Metabolic Diseases	76.568 resultados	233.204 resultados	312.684 resultados	1.095 resultados

Anexo N°3. Escala visual OMNI-RES

