



## Revisión

# Ejercicio intervalado de alta intensidad como terapia para disminuir los factores de riesgo cardiovascular en personas con síndrome metabólico; revisión sistemática con metaanálisis

Raúl Aguilera Eguía<sup>1</sup>, Camila Vergara Miranda<sup>2</sup>, Romina Quezada Donoso<sup>2</sup>, Mabel Sepúlveda Silva<sup>2</sup>, Nicol Coccio<sup>3</sup>, Patricio Cortés<sup>3</sup>, Carlos Delarze<sup>3</sup> y Cherie Flores<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias de la Actividad Física, Universidad San Sebastián, Santiago. <sup>2</sup>Universidad de Santiago de Chile. <sup>3</sup>Universidad Tecnológica Metropolitana. <sup>4</sup>Docente; Escuela de Bibliotecología, Universidad Tecnológica Metropolitana, Chile.

## Resumen

El síndrome metabólico es una agrupación de factores de riesgo cardiovascular que incluyen obesidad central, presión sanguínea elevada, resistencia a la insulina y dislipidemias.

**Objetivo:** determinar el efecto del ejercicio intervalado de alta intensidad sobre los factores de riesgo cardiovascular en personas con síndrome metabólico.

**Materiales y métodos:** se buscó en la base de datos WOS, Medline, Lilacs, PEDro y en los metabuscadores Epistemonikos y Trip Database. Se realizó una búsqueda manual, se hizo seguimiento de referencias relevantes, se buscaron protocolos de ECAs y se contactó con expertos en esta área.

**Resultados:** la búsqueda preliminar arrojó un total de 239 artículos potencialmente elegibles; según los criterios de elegibilidad solo incluimos tres revisiones sistemáticas.

**Conclusión:** no hay grandes diferencias en relación al índice de masa corporal, circunferencia de cintura, glucosa en ayunas, lipoproteínas de alta densidad y triglicéridos. En relación a la presión arterial, fue superior el ejercicio continuo de moderada intensidad. Al comparar el ejercicio intervalado de alta intensidad *versus* control, el primero resultó ser superior en todos los resultados analizados.

(Nutr Hosp. 2015;32:2460-2471)

DOI:10.3305/nh.2015.32.6.9776

Palabras clave: Síndrome metabólico. Síndrome X. Síndrome de resistencia a la insulina. Ejercicio intervalado de alta intensidad. Factores de riesgo cardiovascular.

## HIGH-INTENSITY INTERVAL EXERCISE THERAPY TO REDUCE CARDIOVASCULAR RISK FACTORS IN PEOPLE WITH THE METABOLIC SYNDROME; SYSTEMATIC REVIEW WITH META-ANALYSIS

### Abstract

Metabolic syndrome is a cluster of cardiovascular risk factors including central obesity, high blood pressure, insulin resistance and dyslipidemia.

To determine the effect of high intensity interval exercise on cardiovascular risk factors in people with metabolic syndrome.

**Methods:** we searched the basis of WOS, Medline, Lilacs, PEDro data and the Epistemonikos and metasearch Trip Database. A manual search was conducted, monitoring relevant references are made, protocols of RCTs were searched and contacted experts in the area.

**Results:** the pre-remove search yielded a total of 239 potentially eligible articles, according to the eligibility criteria only include three systematic reviews.

**Conclusion:** there are no major differences in relation to body mass index, waist circumference, fasting glucose, high density lipoprotein and triglycerides. Regarding blood pressure was higher than continuous moderate-intensity exercise. Comparing the high-intensity interval exercise *versus* control, the first was superior in all analyzed results.

(Nutr Hosp. 2015;32:2460-2471)

DOI:10.3305/nh.2015.32.6.9776

Key words: Metabolic syndrome. Syndrome X. Insulin resistance syndrome. High intensity interval training. Cardiovascular risk factors.

**Correspondencia:** Raúl Aguilera-Eguía.  
Lota 2465, Providencia, (Santiago), Chile.  
E-mail: kine.rae@gmail.com

Recibido: 15-VIII-2015.  
Aceptado: 6-IX-2015.

## Descripción del síndrome

Durante los últimos años hemos podido observar cómo los factores de riesgo cardiovascular han ido en aumento, siendo hoy en día la cardiopatía isquémica la primera causa de muerte prematura de hombres y mujeres a nivel mundial<sup>1</sup>.

El término Síndrome Metabólico (SM) se refiere a una agrupación de factores de riesgo cardiovasculares<sup>2</sup> incluyendo la obesidad central, presión sanguínea elevada, resistencia a la insulina y dislipidemias<sup>3</sup>. En Chile se utiliza la nueva definición de la *International Diabetes Federation (IDF)*<sup>4</sup> y la *National Cholesterol Education Program – Adult Treatment Panel III (NCEP - ATP III)*<sup>5</sup> en donde se requieren 3 de estos 5 criterios para diagnosticar Síndrome Metabólico: Presión Arterial > 130/85 mmHg, Circunferencia cintura elevada para Chile ( $\geq 94$  cm en Hombres y  $\geq 80$  cm en Mujeres), Colesterol HDL < 40 mg/dL en hombres o < 50 en mujeres, Glicemia en ayuna elevada > 100 mg/dL, Triglicéridos elevados > 150 mg/dL<sup>6</sup>.

Actualmente se estima que alrededor del 20-25% de la población adulta del mundo cumple con los criterios de diagnóstico del SM, además tiene el doble de probabilidades de morir y tres veces más riesgos de tener cardiopatía isquémica o un derrame cerebral en comparación con las personas sin el síndrome<sup>7</sup>. En la Encuesta Nacional de Salud Americana (NHANES 2003-2006), la prevalencia global del SM fue de un 34% aproximadamente del total de evaluados (13.635 adultos americanos). Este estudio demostró que la prevalencia del síndrome aumenta de forma paralela con la edad y supera el 50% en los mayores de 60 años<sup>8</sup>.

En Chile, la última Encuesta Nacional de Salud (2009-2010) presentó una prevalencia del 35,3% de SM en la población adulta, con una diferencia significativa entre hombres y mujeres (41,6% y 30,9% respectivamente) y, al igual que en NHANES III la prevalencia aumenta de manera progresiva con la edad en ambos sexos<sup>9</sup>.

## Descripción de la intervención

El Ejercicio Intervalado de Alta Intensidad (EIAI), conocido en inglés como High Intensity Interval Training (HIIT), puede ser ampliamente definido como episodios repetidos de ejercicio de corta a moderada duración, es decir de 10 segundos a 5 minutos de ejecución, a una intensidad mayor al umbral anaeróbico<sup>10</sup>. Estas series de ejercicios están separados por breves periodos de recuperación activa de baja intensidad o inactividad, que permiten una recuperación fisiológica parcial, pero no completa<sup>10</sup>.

El entrenamiento de intervalo fue descrito por primera vez, en una revista científica, por Reindell y Roskamm<sup>11</sup> y Reindell y cols.<sup>12</sup>; y fue popularizado en 1950 por el campeón olímpico, Emil Zatopek.

El EIAI puede ser clasificado en dos patrones de entrenamiento, los intensivos y los extensivos. Los

primeros incluyen al Repeated Sprint Training (RST; sprints que duran de 3 a 7 segundos, intercalados con periodos de recuperación que duran generalmente menos de 60 segundos), al Sprint Interval Training (SIT; los esfuerzos tienen una duración de 30 segundos intercalados con periodos de recuperación de 2 a 4 segundos) y el método Intermitente (el estímulo es menor o igual a 30 segundos al igual que la duración de la pausa)<sup>12</sup>; en el método extensivo podemos encontrar los EIAI de intervalos medios/largos conocido como HIAIT (high intensity aerobic interval training) o AIT (aerobic interval training) donde el estímulo tiene una duración mayor a los 60 segundos con periodos de pausa de 2 a 5 minutos.

El propósito de EIAI es estresar en repetidas ocasiones, los sistemas fisiológicos que se utilizan durante un ejercicio de resistencia, aumentando los requerimientos energéticos en comparación a una actividad continua<sup>13</sup>.

Este método de entrenamiento se asoció a una mayor disminución de factores de riesgo cardiovasculares del SM, siendo superior al método de Entrenamiento Continuo de Moderada Intensidad (ECMI) en: la mejora de la función endotelial, la señalización de insulina en la grasa y el músculo, la biogénesis del músculo, el acoplamiento excitación contracción, la reducción de la glucosa en sangre y la lipogénesis en el tejido adiposo<sup>14</sup>.

## Cómo podría funcionar la intervención

La evidencia reciente sugiere que muchas adaptaciones que normalmente se asocian con el entrenamiento tradicional de resistencia de alto volumen, pueden ser inducidas más rápido de lo esperado, con un menor volumen de ejercicio utilizando el EIAI<sup>15</sup>. Se han encontrado mejoras significativas en la capacidad oxidativa del músculo que van desde el 10% al 35% aproximadamente, después de sólo 2 semanas de EIAI<sup>17</sup>. Y una capacidad oxidativa más alta del músculo está asociada a una mejor capacidad para oxidar grasas y a la reducción de factores de riesgo cardiometabólicos, como la resistencia a la insulina<sup>17</sup>.

Estos hallazgos son importantes desde una perspectiva de salud pública, ya que la “falta de tiempo” sigue siendo uno de los impedimentos más comúnmente citados para la adherencia a realizar ejercicio de forma regular<sup>16</sup>.

El trabajo requerido para este modo de entrenamiento, que se inicia al superar la carga de trabajo correspondiente al umbral anaeróbico (máximo estado estable de lactato), se caracteriza principalmente por la participación progresiva de todas las unidades motoras (tipo I, IIa, IIb)<sup>18</sup>. Con este tipo de entrenamiento se requiere un metabolismo esencialmente glucolítico, un medio interno celular progresivamente acidótico y un sistema cardiovascular llevado gradualmente hasta su máximo rendimiento, alcanzando la potencia aeróbica

máxima incrementándose hasta en un 20% el consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2\text{máx}}$ )<sup>18</sup>.

Durante el ejercicio realizado en esta fase, con cargas de trabajo cercanas al  $VO_{2\text{máx}}$ , se producen grandes cambios en el equilibrio ácido-base del organismo, debido a la gran producción de ácido láctico que provoca un descenso importante en el PH sanguíneo e intramuscular<sup>18</sup>.

Por lo tanto, éste entrenamiento, que permite tolerar mayores concentraciones de ácido láctico, menor PH sanguíneo y mejoras en los sistemas buffer, proporcionan adaptaciones neurales que posibilitan el reclutamiento de unidades motoras más rápidas y adaptaciones enzimáticas, que condicionan mejoras en las reacciones metabólicas con el fin de producir más ATP, como del equilibrio ácido base, que proporcionan un retraso de la instauración de la fatiga<sup>18</sup>.

Otra de las principales adaptaciones de este tipo de entrenamiento está caracterizada por la hipertrofia de la glándula adrenal, la cual incrementa el contenido de catecolaminas circulantes para lograr mantener esfuerzos intensos durante un tiempo prolongado<sup>18</sup>. En cuanto al sistema energético, la principal adaptación metabólica del EIAI, está basada en el incremento del flujo glucolítico y aeróbico, siendo el sustrato energético predominante los hidratos de carbono<sup>18</sup>.

Debido a la inestabilidad metabólica experimentada con este tipo de entrenamiento, el trabajo de la musculatura respiratoria es uno de los factores decisivos a la hora de mantener la actividad interválica extensiva. Por lo que una adaptación ventilatoria del EIAI debe intentar evitar o atenuar el reflejo metabólico pulmonar<sup>18</sup>. Al realizar un estímulo interválico extensivo, el corazón debe ser capaz de sostener un estímulo cardiaco máximo para mantener un consumo de oxígeno cercano al  $VO_{2\text{máx}}$  durante varios minutos, buscando incrementar la capacidad de bomba del corazón y estimulando factores angiogénicos que permiten un incremento de la capilarización y, por ende, un mayor flujo muscular, junto a esto y producto del mayor grado de vasoconstricción renal existe una mayor estimulación eritropoyética la cual aumentará la capacidad de transporte de oxígeno por la sangre<sup>18</sup>. Para poder aumentar el  $VO_{2\text{máx}}$  es necesario también aumentar la capacidad de extracción de oxígeno por parte de la musculatura activa, ya que con este entrenamiento, producto de la elevada velocidad de acortamiento y tensión desarrollada por éstos, se enfrenta a condiciones de menor disponibilidad de oxígeno, siendo este estímulo hipóxico el responsable de la expresión de factores transcripcionales que buscan incrementar la capacidad oxidativa muscular, aumentando la capacidad enzimática y la masa mitocondrial<sup>18</sup>.

### **Por qué es importante realizar esta revisión**

Actualmente no existe una Revisión sistemática de estudios clínicos aleatorizados que analice los efec-

tos de los ejercicios de intervalos de alta intensidad sobre las medidas antropométricas, Presión arterial, Lipoproteínas de alta intensidad, Triglicéridos, Glucosa en ayunas en sujetos que presenten Síndrome metabólico.

De lo anteriormente expuesto nace nuestra pregunta de investigación: en pacientes con Síndrome metabólico, ¿Puede el ejercicio de intervalos de alta intensidad mejorar los factores de riesgos cardiovasculares?

### **Objetivos**

Determinar el efecto del Ejercicio Intervalado de Alta Intensidad sobre los factores de riesgo cardiovascular en personas con Síndrome Metabólico.

### **Métodos**

Criterios para considerar los estudios en esta revisión.

### **Tipo de estudio**

Solo incluiremos ensayos clínicos aleatorizados

### **Tipos de participantes**

#### *Criterios de inclusión*

Sólo estudios clínicos que involucren pacientes adultos con diagnóstico de síndrome metabólico; obesidad central, presión sanguínea elevada, resistencia a la insulina y/o dislipidemias<sup>3</sup>.

#### *Criterios de exclusión*

Estudios que involucren pacientes fuera del grupo etario seleccionado, tales como niños, adolescentes y adultos mayores, así como también a pacientes con menos de 3 factores de riesgo cardiovascular.

### **Tipos de intervención**

Estudios clínicos que involucren todos los protocolos de EIAI en personas con síndrome metabólico.

El EIAI se puede llevar a cabo solo o en conjunto con otras intervenciones. El grupo control corresponde al que no recibe tratamiento.

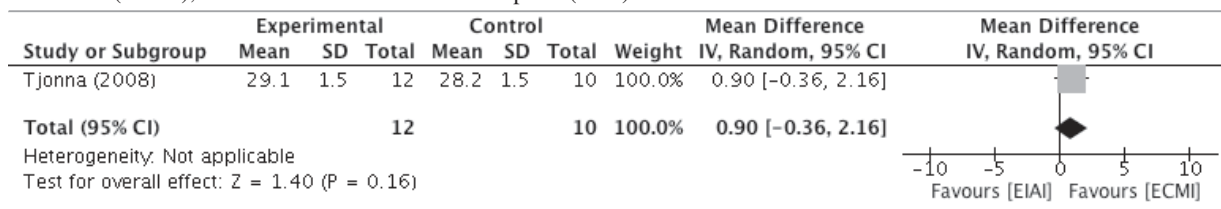
En la presente revisión investigaremos las siguientes comparaciones:

1. EIAI versus ECMI
2. EIAI versus Control

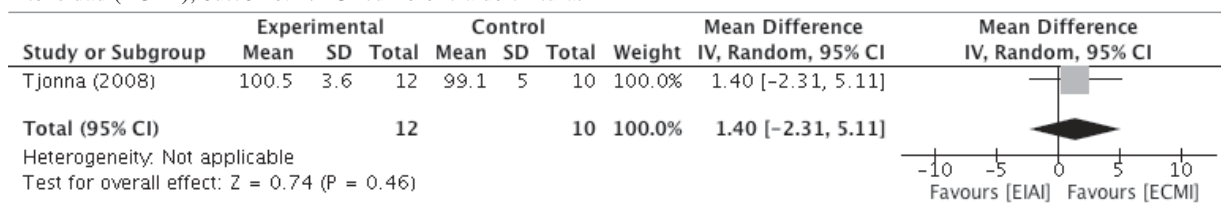
Comparaciones:

1. Ejercicio intervalado de alta intensidad (EIAI) comparado con Ejercicio continuo de moderada intensidad (ECMI):

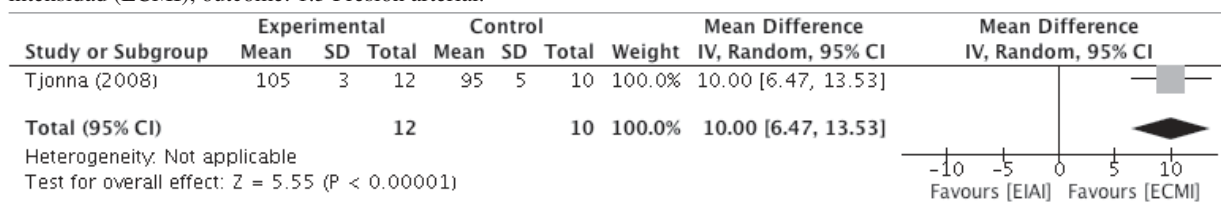
Forest plot de comparación: Ejercicio intervalado de alta intensidad (EIAI) comparado con Ejercicio continuo de moderada intensidad (ECMI), outcome: 1.1 Índice de masa corporal (IMC).



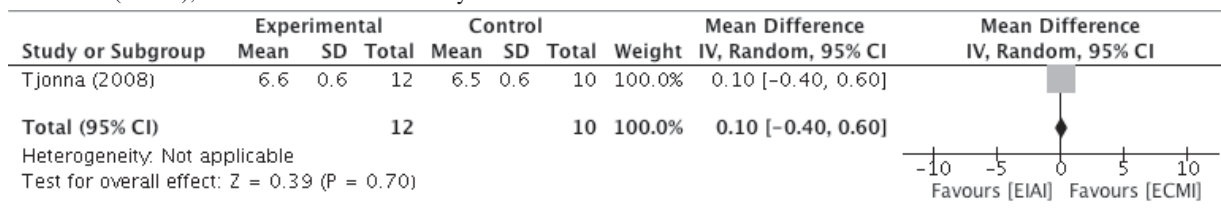
Forest plot de comparación: Ejercicio intervalado de alta intensidad (EIAI) comparado con Ejercicio continuo de moderada intensidad (ECMI), outcome: 1.2 Circunferencia de cintura.



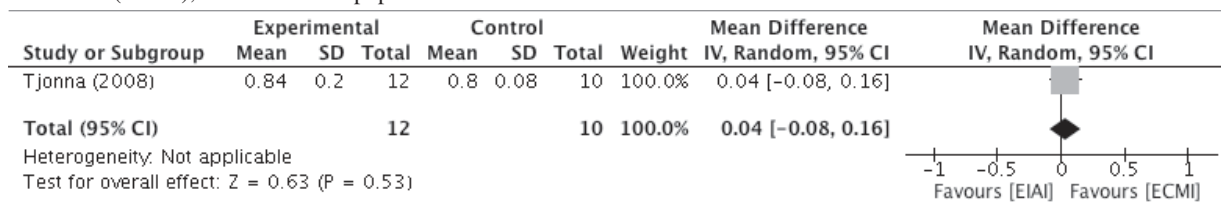
Forest plot de comparación: Ejercicio intervalado de alta intensidad (EIAI) comparado con Ejercicio continuo de moderada intensidad (ECMI), outcome: 1.3 Presión arterial.



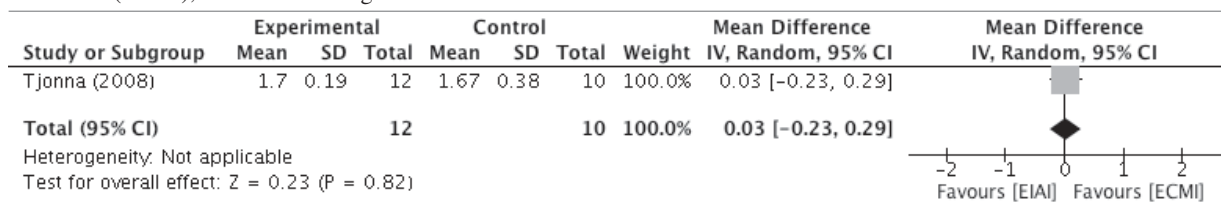
Forest plot de comparación: Ejercicio intervalado de alta intensidad (EIAI) comparado con Ejercicio continuo de moderada intensidad (ECMI), outcome: 1.4 Glucosa en ayuna.



Forest plot de comparación: Ejercicio intervalado de alta intensidad (EIAI) comparado con Ejercicio continuo de moderada intensidad (ECMI), outcome: 1.5 Lipoproteínas de alta densidad.

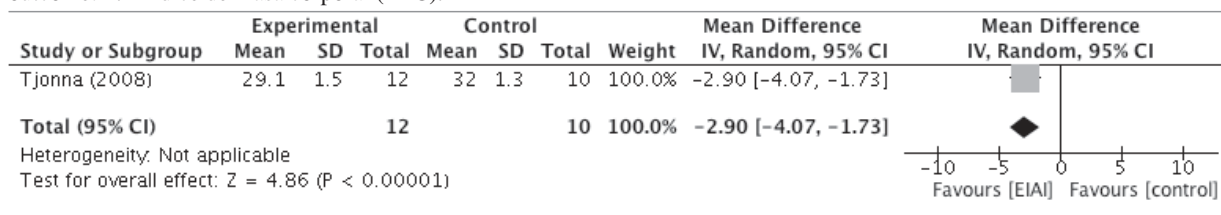


Forest plot de comparación: Ejercicio intervalado de alta intensidad (EIAI) comparado con Ejercicio continuo de moderada intensidad (ECMI), outcome: 1.6 Triglicéridos.

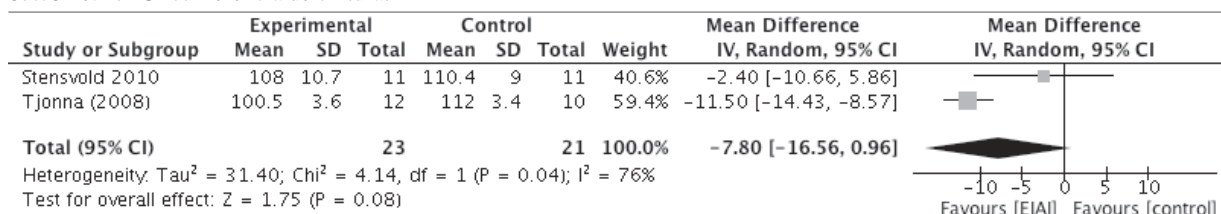


## 2. Ejercicio intervalado de alta intensidad (EIAI) comparado con grupo Control:

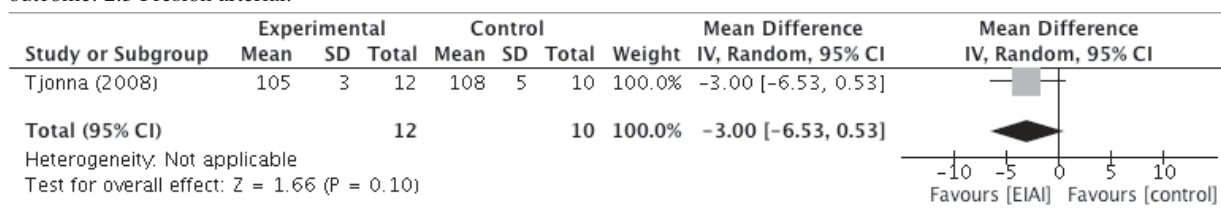
Forest plot de comparación: Ejercicio intervalado de alta intensidad (EIAI) comparado con grupo Control, outcome: 2.1 Índice de masa corporal (IMC).



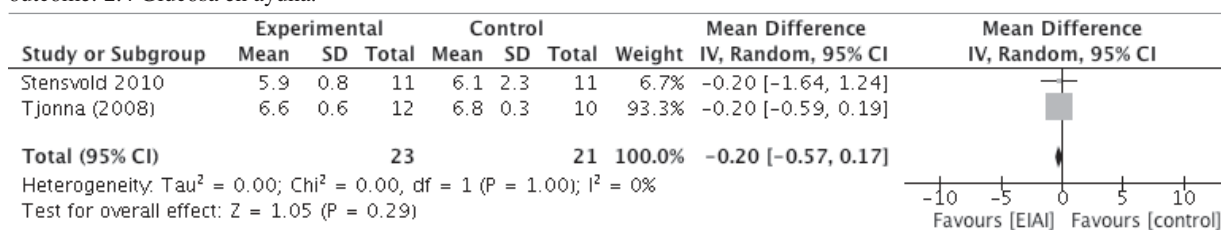
Forest plot de comparación: Ejercicio intervalado de alta intensidad (EIAI) comparado con grupo Control, outcome: 2.2 Circunferencia de cintura.



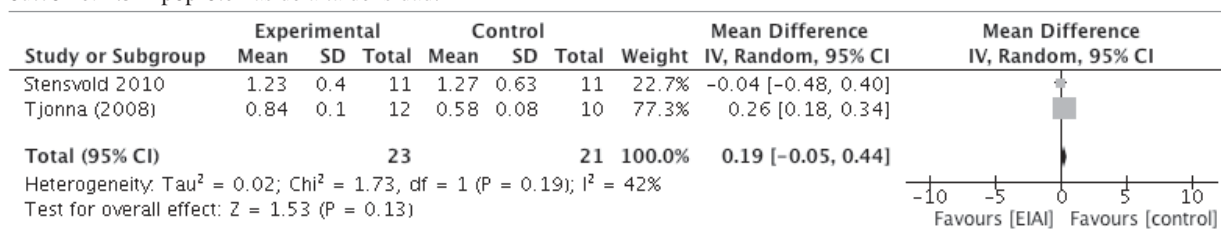
Forest plot de comparación: Ejercicio intervalado de alta intensidad (EIAI) comparado con grupo Control, outcome: 2.3 Presión arterial.



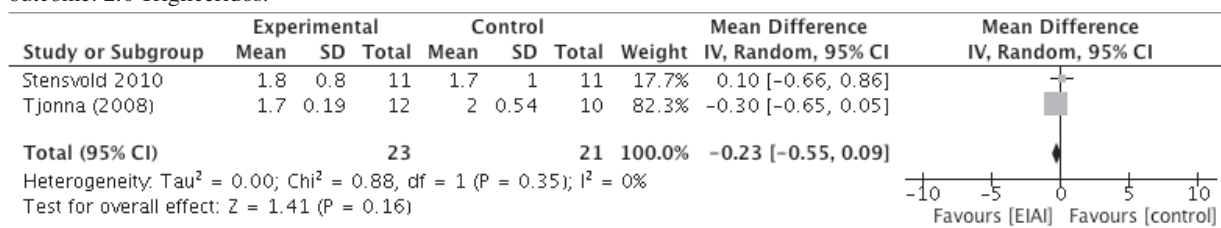
Forest plot de comparación: Ejercicio intervalado de alta intensidad (EIAI) comparado con grupo Control, outcome: 2.4 Glucosa en ayuna.



Forest plot de comparación: Ejercicio intervalado de alta intensidad (EIAI) comparado con grupo Control, outcome: 2.5 Lipoproteínas de alta densidad.



Forest plot de comparación: Ejercicio intervalado de alta intensidad (EIAI) comparado con grupo Control, outcome: 2.6 Triglicéridos.





### Outcome Primario

Estudios primarios que hayan utilizado una o más de las siguientes medidas de resultado:

- Índice de masa corporal (se determinó utilizando el peso corporal y la altura en kg/m<sup>2</sup>, según una escala estándar).
- Circunferencia de cintura (se midió 0,1 cm bajo el ombligo utilizando una cinta plástica de medir).
- Presión arterial (se utilizó un esfigmomanómetro)
- Glucosa en ayuna (se realizó un análisis de sangre).
- Lipoproteínas de alta densidad (se realizó un análisis de sangre).
- Triglicéridos (se realizó un análisis de sangre).

### Outcome Secundario

Cualquier evento adverso.

### Método de búsqueda para la identificación de estudios

Cuatro investigadores (NC-PC-CD-CF) realizaron una búsqueda manual en las siguientes revistas electrónicas de habla hispana: *PubliCE Premium*, *Journal of Applied Physiology*, [Tesis], *Biomédica*, *Iatreia*, *revista atención familiar*, *revista Médica de Chile*, *revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, *revista Andaluza de medicina del deporte*, *revista Medicina Clínica*, *revista Avances en Diabetología*, *endocrinología y Nutrición* *revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, *circulation*, *Journal of Applied Physiology*, *Acta Medica Colombiana*, *Ciencia en acción*, *Diabetes*, *Despertar Médico*, *Medicina de hoy*, *Revista ecuatoriana de medicina y ciencias biológicas*, *Actas Médicas (Guayaquil)*, *Medicina (Guayaquil)*, *Medicina (PUCE)*, *Medpre*, *Journal Boliviano de Ciencias*, *Revista Científica Ciencia Médica*, *Revista Médica (Cochabamba)*, *Revista Médica (La Paz)*, *Salud cardiometabólica diabetes endocrino pediatría y nutrición*, *Revista Médico-Científica "Luz y Vida"*, *Acta médica dominicana*, *Ciencias de la salud (Santo Domingo)*, *Órbitas científicas*, *Revista médica dominicana*, *Memorias del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud*, *Revista de la Sociedad Científica del Paraguay*, *Tendencias en Medicina (Paraguay)*, *Actualizaciones en cardiología*, *Anales de la Facultad de Medicina*, *Universidad de la República*, *Uruguay*, *Biomedicina (Montevideo)*, *Boletín de la Comisión Honoraria para la Salud Cardiovascular*, *Diabetes (Montevideo)*, *Publicaciones científicas - Universidad de la República*, *Instituto de Computación*, *PEDECIBA Informática*, *Revista médica del Uruguay*, *Revista universitaria de la educación*

*física y el deporte*, *Revista uruguaya de cardiología*, *Tendencias en medicina*, *Uruguay ciencia*, *Acta Médica Colombiana*, *Aquichan*, *Archivos de Medicina (col)*, *Biomédica*, *CES Medicina*, *Colombia Médica*, *IATREIA*, *Medicina UPB*, *Universitas Médica*, *Biosalud*, *Duazary: Revista de la facultad de ciencias de la salud*, *Educacion fisica y deporte*, *Médicas UIS*, *Revista de la academia nacional de medicina de Colombia*, *Medicina (Corporación Universitaria del Sinú)*, *MedUNAB*, *Revista Actividad física y desarrollo Humano*, *Revista antioqueña de medicina deportiva y ciencias aplicadas al deporte y a la actividad física*, *Revista ciencias de la salud*, *Revista Colombiana de Cardiología*, *Revista Colombiana de Medicina Física y Rehabilitación*, *Revista de la Asociación Colombiana de Fisioterapia*, *Revista de la facultad ciencias de la salud Universidad del Cauca*, *Revista kinesis*, *R.F.S. Revista Facultad de Salud Universidad Surcolombiana*, *Salud UIS*, *Salud Uninorte*, *Universidad y Salud*, *Revista de Guias Médicas*, *Revista de la Facultad de Medicina*, *Universidad Francisco Marroquín*, *Semana médica de Centroamérica y Panamá*, *BMI Bariátrica & Metabólica Iberoamericana*, *Cultura en Investigación en ciencias de la salud*, *Educación física, experiencias e investigaciones*, *Educación médica permanente*, *PubliCE Premium*, *Revista científica = Hospital El Cruce*, *Revista médica universitaria*, *Experiencia médica*, *Informática*, *medicina y ciencias de la salud*, *Kinesio en la web*, *Revista científica*, *Phisios*, *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, *Revista fisio Perú*, *Revista Peruana de Cardiología*, *Acta Médica Peruana*, *Anales de la Facultad de Medicina*, *Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Lima. En línea)*, *Cultura ciencia y deporte*, *Revista andaluza de medicina del deporte*, *RICYDE*, *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, *Clínica Salud*, *Actividad Física y Deporte: Ciencia y Profesión*, *Actualidad Médica*, *Actualitat cardiológica*, *Archivos de medicina del deporte*, *Avances en diabetología (Internet)*, *Avances en terapéutica*, *Revista española de cardiología*, *Revista clínica española*, *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte / International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport*, *Ficha de novedad terapéutica*, *FisioGlobal*, *Revista Científica Iberoamericana del Método Mézières y terapias globales*, *Fisioterapia (Barcelona. Internet)*, *Fisioterapia y calidad de vida*, *Fisioterapia y Divulgación*, *Hipertensión (Barcelona. Internet)*, *Medicina preventiva*, *Revista área de salud de Avila*, *Revista electrónica de biomedicina*, *Revista iberoamericana de fisioterapia y kinesiología*, *Revista latina de cardiología (Internet)*, *Revista Medicina Intensiva*, *Acta Bioclínica*, *Avances Cardiológicos*, *Avances en Biomedicina*, *Investigación clínica*, *Acta Científica Venezolana*, *Revista Científica Dimensión Deportiva*, *Actualidades médicas (Santiago)*, *Archivos de la Sociedad Chilena de Medicina del Deporte*, *Biomedical science (Concepción)*, *Boletín oficial de la Facultad de Medicina*, *Universidad*

de Chile, *Cardiología clínica, Directorio de la salud chilena, Diabetes control, Kinesiología: revista oficial del Colegio de Kinesiólogos de Chile, Revista chilena de cardiología, Revista chilena de endocrinología y diabetes, Revista chilena de obesidad, Revista de las ciencias de la actividad física del Instituto Nacional de Deportes, Revista médica de Chile, Serie científica - Instituto Antártico Chileno.*

Se realizó una búsqueda de protocolos de estudios clínicos aleatorizados en las siguientes bases de datos: WOS, Pubmed, Lilacs (1986-Junio 2014), PEDro (1985-Junio 2014), Epistemonikos y Trip Database.

Para Pubmed utilizamos la siguiente estrategia de búsqueda: “(((((((((((“Metabolic Syndrome X”[-Mesh]) OR Metabolic syndrome x) OR insulin resistance syndrome x) OR Syndrome, Metabolic X) OR Syndrome X, Reaven) OR Metabolic Cardiovascular Syndrome) OR Cardiovascular Syndromes, Metabolic)) AND (((aerobic interval training) AND high intensity interval training) AND high-intensity interval training))) AND (((randomized clinical trial) OR randomized controlled trial) OR randomized)) AND Humans) NOT Animals”.

Para las bases de datos Lilacs, PEDro; Metabuscadores Epistemonikos y Trip Database utilizamos las siguientes palabras claves:

1. *Metabolic Syndrome X*
2. *Dysmetabolic Syndrome x*

3. *Metabolic Syndrome*
4. *High Intensity Interval Training*
5. *Aerobic Interval Training*

La selección de los estudios, la evaluación de la calidad metodológica y la extracción de los datos fue realizada por tres autores (RQ-MS-CV) de forma independiente; en caso de existir desacuerdo se consultaba a un cuarto autor (RA), para tomar la decisión.

### Riesgo de sesgo y valoración de la calidad metodológica

Los estudios incluidos en nuestra revisión fueron evaluados cuantitativamente y los resultados se expresan en la tabla I.

Los once criterios a evaluar son:

- Los criterios de elección fueron especificados.
- Los sujetos fueron asignados al azar.
- La asignación fue oculta.
- Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes.
- Todos los sujetos fueron cegados.
- Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados.
- Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados.

<b>Tabla I</b>			
<i>Valoración de la calidad metodológica de los estudios. Escala de PEDro</i>			
<i>Tjonna 2008</i>	<i>Stensvold 2010</i>	<i>Tjonna 2011</i>	
+	+	+	1. Los criterios de elección fueron especificados.
+	+	+	2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos.
-	+	+	3. La asignación fue oculta.
+	+	+	4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes.
-	-	-	5. Todos los sujetos fueron cegados.
-	-	-	6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados.
-	-	-	7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados.
+	+	+	8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos.
+	+	+	9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por “intención de tratar”.
+	+	+	10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave.
+	+	+	11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.
7	8	8	TOTAL

- Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos.
- Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por “intención de tratar”.
- Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave.
- El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.

Para analizar la calidad metodológica de los estudios clínicos, se utilizará la Escala “Physiotherapy Evidence Database (PEDro)”, dando prioridad a dos puntos: la validez interna y la inclusión de datos estadísticos que faciliten la interpretación de resultados<sup>10</sup>. Moseley y cols. indican que los estudios con una puntuación igual o mayor a 5 son calificados como de alta calidad metodológica y bajo riesgo de sesgo<sup>20</sup>.

### Síntesis y análisis de datos

Partiendo del análisis de los datos extraídos de los artículos que cumplían los criterios de elegibilidad de nuestra revisión sistemática, y al comparar EIAI versus otros tipos de entrenamientos, fue posible agrupar las intervenciones en dos grupos: EIAI versus ECMI y EIAI versus sin intervención.

### Medidas de resultado

Las medidas de resultados más comúnmente utilizadas en los artículos seleccionados fueron: Índice de masa corporal ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) se determinó utilizando el peso corporal y la altura, según escalas estándar. (14, 21-22). Circunferencia de la cintura, se midió a 0,1 cm bajo el ombligo utilizando una cinta plástica de medir<sup>21</sup>. Presión Arterial (14, 21-22) medida con un esfigmomanómetro. Glucosa en ayuna, Lipoproteínas de alta intensidad (HDL) y Triglicéridos, se midieron mediante un análisis de sangre en donde se tomaron muestras de la arteria braquial aproximadamente 4,5 cm de la fosa antecubital en la mañana (de 7 a 9 am) después de un ayuno nocturno de 12 horas.

### Resultados

De acuerdo a los criterios de nuestra revisión, la búsqueda preliminar identificó 239 artículos potencialmente elegibles, al aplicar los límites de búsqueda y los criterios de selección; quedaron 3 estudios, todo se detalla en el cronograma de búsqueda de la RS que se muestra en la figura 1, de los cuales todos correspon-

den a Estudios Clínicos Aleatorizados (n=184). Todos los estudios se realizaron en pacientes con Síndrome Metabólico. Las comparaciones realizadas fueron las siguientes: EIAI versus ECMI versus sin intervención (n=32), EIAI versus Entrenamiento de Fuerza versus Entrenamiento de Fuerza y EIAI versus Sin intervención (n=43), EIAI versus ECMI versus Sin intervención (n=28), el rango de edad de los pacientes estaba entre 37 y 63 años con un promedio de 50 años.

El resumen de todos los aspectos metodológicos de los artículos seleccionados se detalla en la tabla II.

### Descripción de los estudios

Ejercicio intervalado de alta intensidad comparado Ejercicio continuo de moderada intensidad:

*Tjonna (2008)*

El estudio de 32 pacientes investigó la efectividad de EIAI en comparación con ECMI como tratamiento para síndrome metabólico. Los pacientes fueron asignados al azar en tres grupos: EIAI n=12, ECMI n=10 y grupo control n=10<sup>23</sup>. Los dos grupos que requieren ejercicio realizaron entrenamiento de capacidad aeróbica como caminar o correr con inclinación ascendente en una cinta 3 veces a la semana durante 16 semanas.

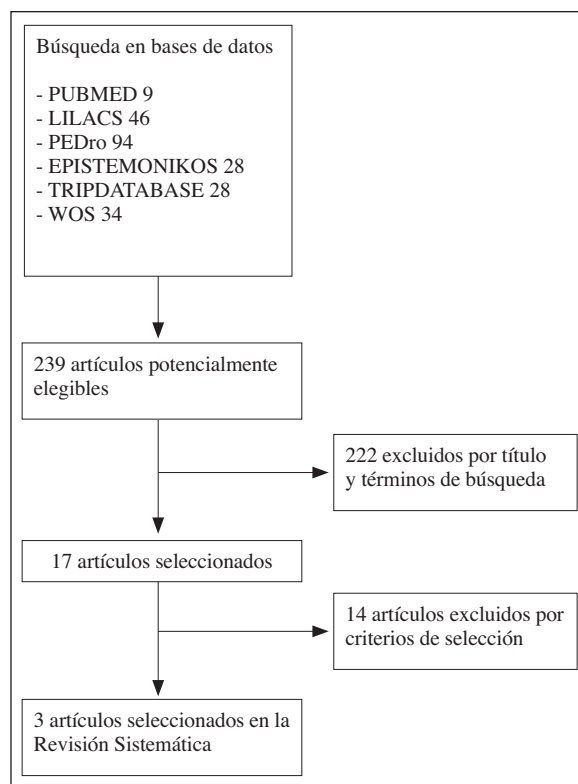


Fig. 1.—Algoritmo de Búsqueda.



**Tabla II**  
*Características de los Estudios Incluidos*

<i>Autor/Año</i>	<i>Condición/Método</i>	<i>Características de los pacientes</i>	<i>Intervención</i>	<i>Seguimientos/Resultados</i>
Tjonna et al., 2008	SM: Se crearon los grupos asignados al azar (por edad y sexo) Grupo A: EIAI Grupo B: ECMI Grupo C: GC Sin intervención	n=32 Grupo A: 12 Edad: 42-68 años Grupo B: 10 Edad: 41-63 años Grupo C: 10 Edad: 41-59 años	Intervención: 3 veces por semana durante 16 semanas. Grupo A: En una cinta de correr se efectuó cuatro intervalos de 4 minutos al 90% de la FCmáx. con recuperación activa de 3 minutos al 70% de la FCmáx., con una vuelta a la calma de 5 minutos. El tratamiento tuvo un tiempo total de 40 minutos. Grupo B: En una cinta de correr realizó 47 minutos al 70% de la FCmáx. Grupo C: Sin intervención, siguió consejos de médico de familia.	Seguimiento: 16 semanas. Consumo Máximo de Oxígeno (VOzmáx). Presión Arterial (PA). Análisis de Sangre: Insulina, Glucosa en ayuna, Sensibilidad a la Insulina, Función de células β, Microalbuminuria y excreción de albumina, Lipoproteínas de alta densidad (HDL), Triglicéridos, Adiponectina. Composición Corporal: Peso, Talla, IMC.
Stensvold et al., 2010	SM: Participantes asignados aleatoriamente (estratificados por sexo y edad): Grupo A: EIAI Grupo B: Entrenamiento de Fuerza Grupo C: Combinación de EIAI y Fuerza Grupo D: Sin Intervención	n=43 Grupo A: n=11 Edad: 40 – 60 años Grupo B: n=11 Edad: 43 – 59 años Grupo C: n=10 Edad: 43 – 63 Grupo D: n=11 Edad: 37 – 58 años	Intervención: 3 veces por semana durante 12 semanas. Grupo A: En cinta de correr. Calentamiento de 10 min a 70% de FCmáx seguido de 4 intervalos de 4 min al 90-95% de la FCmáx, con recuperación activa de 3 min al 70% de la FCmáx entre cada intervalo. Cada sesión terminó con un período de vuelta a la calma de 5 minutos. Tiempo de ejercicio total de 43 min. Grupo B: Calentamiento utilizando un equipo de entrenamiento de resistencia comercial, donde se realizó 2 series de 15 – 20 repeticiones al 40 - 50% de IRM. Durante la primera semana la resistencia consistió en 3 series al 80% de IRM (8 a 12 repeticiones) Se llevaron a cabo 2 programas. Programa 1 trabajo y MMII Programa 2 trabajo de MMSS. Grupo C: Realizó EIAI dos veces por semana y entrenamiento de fuerza 1 vez por semana siguiendo el programa 1. Grupo D: Recibió instrucciones de no cambiar sus hábitos de alimentación y Actividad Física.	Seguimiento: 12 semanas. Consumo Máximo de Oxígeno ( VOzmáx). Fuerza (IRM). Tasa Metabólica en Reposo. Peso y Talla (IMC). Circunferencia de Cintura (CC). Presión Arterial (PA).
Tjonna et al., 2011	SM: Pacientes fueron aleatorizados y estratificados (de acuerdo a edad y genero) Grupo A: EIAI Grupo B: ECMI Grupo C: Sin intervención	n=28 Grupo A: n=11 Grupo B: n=8 Grupo C: n=9	Intervención: 3 veces/semana durante 16 semanas Grupo A: Carrera o Caminata. Calentamiento 10 minutos al 70% de la FC máx, antes de realizar 4 intervalos de 3 a 4 minutos al 90-95% de la FCmáx, con una recuperación activa de 3 minutos al 70% de la FCmáx entre cada intervalo y período de vuelta a la calma de 5 minutos, dando un total de 40 minutos. Grupo B: 47 minutos de caminata o carrera al 70% de la FC máx. Grupo C: Siguió los consejos de su médico familiar.	Seguimiento: 16 Semanas. Peso y Talla (IMC). Circunferencia de Cintura (CC). Glucosa en Ayuna. Lipoproteína de Alta Densidad (HDL). Presión Arterial (PA). Función Endotelial.

El grupo de EIAI, efectuó cuatro intervalos de 4 minutos al 90% de la FC<sub>máx.</sub> con recuperación activa de 3 minutos al 70% de la FC<sub>máx.</sub>, con una vuelta a la calma de 5 minutos. El tratamiento tuvo un tiempo total de 40 minutos. Por otro lado, el grupo de ECMI, realizó 47 minutos al 70% de la FC<sub>máx.</sub> en cada sesión de ejercicio y el grupo control siguió los consejos del médico de familia<sup>24</sup>. La frecuencia cardiaca se monitorizó continuamente durante el ejercicio para asegurar que los sujetos entrenaran en la intensidad deseada.

En relación al análisis de resultados, los pacientes del grupo EIAI y el grupo ECMI, mostraron ligera reducción de 3% y 4%, respectivamente, en el peso corporal y masa corporal (ambos,  $P < 0.05$ ), sin diferencia significativa entre ellos. Del mismo modo, la circunferencia de cintura se redujo en 5 y 6 cm en cada caso, ( $P < 0.05$ ). Ambos grupos aumentaron la capacidad aeróbica, EIAI, en un 35% y ECMI en un 16% ( $P < 0.01$ ), (diferencia de grupo  $p < 0.01$ ). El primer grupo redujo más factores de riesgo cardiovascular del síndrome metabólico, incluyendo la sensibilidad a la insulina (HOMA) diferencia de grupo, ( $P < 0.05$ ); en comparación con ECMI. Al final del periodo de formación, el 46% ( $P < 0.05$ ) en EIAI y el 37% en el grupo ECMI ( $P < 0.23$ ); (Diferencia entre los grupos,  $P < 0.05$ ), finalizaron los entrenamientos sin diagnóstico de síndrome metabólico; pero en el grupo control, el síndrome persistió en todos los sujetos.

#### *Tjonna (2011)*

El presente estudio investigó la efectividad del ejercicio agudo y crónico, sobre los factores de riesgo cardiometabólicos y la función endotelial en pacientes con síndrome metabólico.

Los 28 pacientes que participaron en el estudio, fueron asignados al azar y estratificados, según la edad y el sexo, en un Grupo A (EIAI)  $n = 11$ , un Grupo B (ECMI)  $n = 8$  y un Grupo C (GC)  $n = 9$ . Ambos grupos de ejercicio realizaron el entrenamiento en una caminadora 3 veces por semana durante 16 semanas. El Grupo A (EIAI) calentó durante 10 minutos al 70% de la frecuencia cardíaca máxima (FC<sub>máx.</sub>), antes de realizar 4 intervalos de 3 a 4 minutos al 90-95% de la FC<sub>máx.</sub>, con una recuperación activa de 3 minutos al 70% de la FC<sub>máx.</sub> entre cada intervalo y un periodo de vuelta a la calma de 5 minutos, dando un total de 40 minutos. Para igualar el volumen de entrenamiento (es decir, utilizar la misma cantidad de kilocalorías cada sesión) entre los 2 grupos, el Grupo B (ECMI) tuvo que realizar 47 minutos al 70% de la FC<sub>máx.</sub> cada sesión de ejercicio. El Grupo C (GC) siguió el consejo de su médico familiar.

Al analizar los resultados obtenidos, se mostró una ligera reducción del 3% (EIAI) y el 4% (ECMI), en el peso corporal ( $P = 0.05$ ). Del mismo modo la circunferencia de cintura se redujo en 5 cm (EIAI) y 6 cm (ECMI) ( $P = 0.05$ )<sup>22</sup>. La glucosa en ayuno después

del entrenamiento EIAI se redujo ( $P = 0.05$ ), mientras que en ECMI experimentó un ligero aumento<sup>25</sup>. El colesterol HDL aumentó el 25% después de 16 semanas de EIAI ( $P = 0.05$ ), pero se mantuvo inalterado en los otros grupos<sup>25</sup>. Tanto EIAI y ECMI disminuyeron la PAS y la PAD después de 16 semanas de entrenamiento con; 10 mmHg (ambos grupos,  $P = 0.05$ ) y la PAD con; 6 mmHg (EIAI,  $P = 0.05$ ; ECMI,  $P = 0.05$ ), respectivamente<sup>22</sup>. En conclusión, se propone que los programas de entrenamiento de ejercicios de alta intensidad pueden producir resultados más favorables que aquellos con baja o moderada intensidad.

#### **EIAI versus sin intervención**

##### *Stensvold (2010)*

Se estudió los efectos de EIAI versus Entrenamiento de Fuerza y una combinación de éstos entrenamientos sobre los factores de riesgo que comprenden el síndrome metabólico para encontrar el método más eficaz para estos pacientes<sup>21</sup>. Se aleatorizaron en cuatro grupos: grupo A (EIAI)  $n = 11$ , grupo B (Entrenamiento de fuerza)  $n = 11$ , grupo C (Combinación de EIAI y fuerza)  $n = 10$  y grupo D (sin intervención)  $n = 11$ . En el grupo A se realizó un entrenamiento basado en un estudio de Tjonna y cols.<sup>14</sup> que consistía en un calentamiento de 10 min corriendo o caminando al 70% de la FC<sub>máx.</sub>, luego el grupo realizó cuatro intervalos de 4 min al 90-95% de la FC<sub>máx.</sub> y entre cada intervalo hubo un periodo de recuperación activa de 3 min al 70% de la FC<sub>máx.</sub>, cada sesión terminó con un periodo de vuelta a la calma de 5 min, obteniendo un tiempo total de la sesión de 43 min. El grupo B realizó entrenamiento de fuerza en donde las sesiones comenzaban con un período de calentamiento utilizando un equipo de entrenamiento de resistencia comercial, donde los participantes realizaron 2 series de 15-20 repeticiones al 40 a 50% de una repetición máxima (1-RM). Durante la primera semana de entrenamiento, la resistencia se fijó en el 60% de 1-RM. Después de la primera semana, el programa de entrenamiento de resistencia consistió en tres series al 80% de 1-RM (correspondiente a un máximo de 8 a 12 repeticiones). Se realizaron dos programas diferentes, incluyendo los diferentes grupos musculares los cuales fueron llevados a cabo dos veces por semana (programa 1): baja fila, press banca, y hackear ascensor. Y el otro programa alternativo se llevó a cabo una vez por semana (programa 2): ejercicio deltoides (Levantamiento Lateral), tríceps desplegable, curl de bíceps, y bajo fila y ejercicios básicos (ejercicio tablón). El tiempo total de ejercicio fue 40 y 50 min para los programas 1 y 2, respectivamente. Se registró el número de repeticiones y el peso utilizado para cada sesión de ejercicio. El grupo C realizó una combinación EIAI dos veces por semana y ECMI 1 vez a la semana (programa 1) y el grupo D control recibió instrucciones de no cambiar

su dieta o niveles de actividad física durante el período de estudio. Después de 12 semanas, todos los participantes del grupo control se les ofrecieron un programa de formación supervisada en un gimnasio local. Las intervenciones tuvieron una duración de 12 semanas.

En cuanto a las medidas de resultados en Circunferencia de la cintura (en cm.) se redujo significativamente después de EIAI [95% intervalo de confianza (IC): -2,5 a -0,04], Combinación de EIAI y EF (IC del 95%: -2,11 a -0,63), y EF (IC del 95%: -2,68 a -0,84), mientras que el grupo control tuvo un aumento de la circunferencia de la cintura (IC del 95%: 0,37 a -2,9). Los grupos EIAI y Combinación de EIAI y EF tuvieron un 11% y un 10% de aumento del  $VO_2$  máx, respectivamente. No hubo cambios en el peso corporal, la glicemia en ayunas, o los niveles de HDL en los grupos. En conclusión, los tres regímenes de entrenamiento tienen efectos beneficiosos sobre anomalías fisiológicas asociadas con el síndrome metabólico.

## Discusión

Se analizó el efecto del EIAI sobre los Factores de Riesgo Cardiovasculares en pacientes con Síndrome Metabólico. Para lo cual se realizó una revisión bibliográfica de ensayos clínicos aleatorizados con la intención de responder a la siguiente interrogante: En personas con Síndrome Metabólico, ¿El Ejercicio Intervalado de Alta Intensidad disminuye los Factores de Riesgo Cardiovascular?

En relación a la evaluación del riesgo de sesgo de los estudios incluidos, realizada por los autores que desarrollan esta revisión, los 3 estudios analizados son de buena calidad debido a que poseen una puntuación mayor a 7 en la escala de PEDro<sup>20</sup>. Cabe destacar que en los 3 estudios, los criterios de selección fueron especificados y los sujetos asignados al azar.

En el estudio de Tjonna (2008) no se describe si la asignación fue oculta, en cambio en los otros dos estudios está claramente especificado. En los 3 estudios incluidos los grupos formados fueron similares al inicio de la intervención, sin embargo no todos los sujetos incluidos en los estudios fueron cegados, así como tampoco los terapeutas y los evaluadores que midieron los resultados.

En todos los ensayos las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos, los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave y los estudios proporcionaron medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.

Actualmente existe una revisión del tema propuesto, Chueh-Lung (2011)<sup>26</sup>, donde compara el EIAI con el ECMI para determinar cuál de los entrenamientos propuestos es el más eficaz para disminuir los factores de riesgo cardiovascular en personas con trastornos cardiometabólicos. La RS concluye que el EIAI es su-

perior a ECMI en términos de mejorar la capacidad de ejercicio, pero sugiere realizar estudios de mejor calidad con muestras mayores para confirmar el hallazgo en adultos con trastornos cardiometabólicos. Es por esto que se hace ineludible realizar nuevas investigaciones que ayuden a determinar el real efecto del EIAI.

Pese a lo extenso de la estrategia de búsqueda –siempre es posible que no se haya identificado algún estudio–, la obtención del material no publicado o “literatura gris” es una de las principales limitantes de nuestra revisión<sup>27</sup>.

## Conclusión

Al analizar los resultados obtenidos en los estudios incluidos en nuestra revisión sistemática, encontramos que al comparar EIAI versus ECMI en relación al Índice de masa corporal, circunferencia de cintura, Glucosa en ayunas, lipoproteínas de alta densidad y triglicéridos, no hay grandes diferencias entre ambos entrenamientos ( $p=0.16$ ), ( $p=0.46$ ), ( $p=0.70$ ), ( $p=0.53$ ), ( $p=0.82$ ) respectivamente. No así lo que ocurrió con la presión arterial, favoreciendo al ECMI ( $p=0.0001$ ).

En la comparación entre EIAI versus control, todos los resultados de interés (Índice de masa corporal ( $p=0.00001$ ), circunferencia de cintura ( $p=0.08$ ), presión arterial ( $p=0.10$ ), Glucosa en ayunas ( $p=0.29$ ), lipoproteínas de alta densidad ( $p=0.13$ ) y triglicéridos ( $p=0.16$ ).

A la luz de estos resultados, creemos que es fundamental considerar que al implementar esta metodología de entrenamiento, es necesario realizar un acondicionamiento físico de los usuarios al igual que una educación acerca de hábitos saludables, para así adaptar al sujeto principalmente a la exigencia física del EIAI como ECMI y así obtener la totalidad de sus beneficios, disminuyendo los factores de riesgo cardiovascular y mejorando su calidad de vida.

Cabe mencionar que debido a que los estudios seleccionados poseen un número de participantes muy acotado, es necesario realizar futuras investigaciones con muestras más amplias, que permitan extrapolar los resultados al resto de la población de una manera más confiable y efectiva.

## Referencias

1. Organización Mundial de la Salud. Estadísticas Sanitarias Mundiales 2014. Una mina de información sobre salud pública mundial [Internet]. 2014. Disponible desde: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/112817/1/WHO\\_HIS\\_HSI\\_14.1\\_spa.pdf?ua=1&ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/112817/1/WHO_HIS_HSI_14.1_spa.pdf?ua=1&ua=1)
2. Kahn R, Buse J, Ferrannini E, Stern M. The Metabolic Syndrome: Time for a Critical Appraisal. Joint statement from the American Diabetes Association and the European Association for the Study of Diabetes. *Diabetes Care*. 2005; 28: 2289-2304.
3. Von Bernhardi R, Zanlungo S, Arrese M, Arteaga A y Rigotti A. El síndrome metabólico: De factor agravante a principal factor

- de riesgo patogénico en diversas enfermedades crónicas. *Revista médica de Chile* [Internet]. 2010 [citado el 10 de Junio de 2014]; 138(8):1012-1019. Disponible desde [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-98872010000800012&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872010000800012&lng=es&tlng=es). 10.4067/S0034-98872010000800012.
4. International Diabetes Federation. The IDF consensus worldwide definition of the metabolic syndrome [Internet]. Disponible desde: [http://www.idf.org/webdata/docs/Metac\\_syndrome\\_def.pdf](http://www.idf.org/webdata/docs/Metac_syndrome_def.pdf)
  5. Grundy SM, Cleeman JI, Daniels SR, Donato KA, Eckel RH, Franklin BA y cols. Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute Scientific Statement. *Circulation*. 2005; 112: 2735-2752.
  6. Minsal. Encuesta Nacional de Salud Chile. ENS 2009-2010. Tomo III: Metodología [Internet]. 2010. Disponible desde: [http://epi.minsal.cl/wp-content/uploads/2012/07/InformeENS\\_2009-2010\\_CAP3.pdf](http://epi.minsal.cl/wp-content/uploads/2012/07/InformeENS_2009-2010_CAP3.pdf)
  7. International Diabetes Federation. International Diabetes Foundation Backgrounder 1: The IDF consensus worldwide definition of the metabolic syndrome [Internet]. 2006. Disponible desde: [http://www.idf.org/webdata/docs/IDF\\_Meta\\_def\\_final.pdf](http://www.idf.org/webdata/docs/IDF_Meta_def_final.pdf).
  8. Ervin RB. Prevalence of metabolic syndrome among adults 20 years of age and over, by sex, age, race and ethnicity, and body mass index: United States, 2003-2006. National Health Statistics Reports [Internet]. 2009;13. Disponible desde: <http://www.cdc.gov/nchs/data/nhsr/nhsr013.pdf>
  9. Minsal. Encuesta Nacional de Salud Chile. ENS 2009-2010. Tomo I: Resumen ejecutivo y Equipo de trabajo [Internet]. 2010. Disponible desde: <http://web.minsal.cl/portal/url/item/bcb03d7bc28b64dfe040010165012d23.pdf>
  10. Laursen P y Jenkins D. The Scientific Basis for High-Intensity Interval Training. *Sports Medicine*. 2002; 32(1): 53 -73.
  11. Reindell H, Roskamm H. Ein Beitrag zu den physiologischen Grundlagen des Intervall training unter besonderer Berücksichtigung des Kreilaufes. *Schweiz Z Sportmed*. 1959; 7: 1-8.
  12. Reindell H, Roskamm H, Gerschler W. Das Intervall training. Munchen: John Ambrosius Barth Publishing, 1962.
  13. Daniels J, Scardina N. Interval training and performance. *Sports Medicine*. 1984; 1: 327-334.
  14. Arnt ET, Sang JL, Oivind R, Tomas OS, Anja B, Per MH y cols. Aerobic Interval Training Versus Continuous Moderate Exercise as a Treatment for the Metabolic Syndrome A Pilot Study. *Circulation*. 2008; 118: 346-354.
  15. Gibala M. High - Intensity Interval Training: A Time - efficient Strategy for Health Promotion? *Current Sports Medicine Reports*. 2007; 6: 211-213.
  16. Stutts WC. Physical activity determinants in adults. Perceived benefits, barriers, and self efficacy. *AAOHN J*. 2002; 50: 499-507.
  17. Gibala M. High - Intensity Interval Training: New Insights. Gatorade Sports Science Institute [Internet]. 2007; 20(2). Disponible desde: [http://www.wou.edu/~kiddk/PE%20359/2013\\_Handbook/Risk\\_Management/ViewandRead/HighIntensityTraining.pdf](http://www.wou.edu/~kiddk/PE%20359/2013_Handbook/Risk_Management/ViewandRead/HighIntensityTraining.pdf)
  18. López J, Vicente D, Cansino J. Fisiología del entrenamiento aeróbico: una visión integrada. Madrid: Médica Panamericana; 2013, 128 p.
  19. Díaz AM, Guzmán P. Efectividad de distintas terapias físicas en el tratamiento conservador de la fascitis plantar: Revisión sistemática. *Revista Española de Salud Pública* [Internet]. 2014; 88(1): 157-178. Disponible desde: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1135-57272014000100010&script=sci\\_arttext](http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1135-57272014000100010&script=sci_arttext)
  20. Moseley AM, Herbert RD, Sherrington C, Maher CG. Evidence for physiotherapy practice: a survey of the Physiotherapy Evidence Database (PEDro). *Aust J Physiother*. 2002; 48: 43-49.
  21. Stensvold D, Tjonna AE, Skaug EA, Aspenes S, Stolen T, Wisloff U, Slordahl SA. Strength Training Versus Aerobic Interval Training to Modify Risk Factors of Metabolic Syndrome. *Journal of Applied Physiology*. 2010; 108: 804-810.
  22. Tjonna AE, Rognmo O, Bye A, Stolen O, Wisloff U. Time Course Of Endothelial Adaptation After Acute And Chronic Exercise In Patients With Metabolic Syndrome. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2011; 25(9): 2552-2558.
  23. Andersen LF, Solvoll K, Johansson LR, Salminen I, Aro A, Drevon CA. Evaluation of a food frequency questionnaire with weighed records, fatty acids, and alpha-tocopherol in adipose tissue and serum. *Am J Epidemiol*. 1999; 150: 75-87.
  24. Rognmo O, Hetland E, Helgerud J, Hoff J, Slordahl SA. High intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2004; 11: 216-222.
  25. Tyldum GA, Schjerve IE, Tjonna AE, Kirkeby-Garstad I, Stolen TO, Richardson RS, Wisloff U. Endothelial dysfunction induced by post-prandial lipemia: Complete protection afforded by high intensity aerobic interval exercise. *Journal of the American College Cardiology*. 2009; 53: 200-206.
  26. Chueh-Lung H, Ying-Tai W, Chih-Hsuan C. Effect of Aerobic Interval Training on Exercise Capacity and Metabolic Risk Factors in People With Cardiometabolic Disorders. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*. 2011; 31: 378-385.
  27. Egger M, Smith GD. Meta-analysis bias in location and selection of studies. *BMJ*. 1998; 316: 61-66.



Copyright of *Nutricion Hospitalaria* is the property of Sociedad Espanola de Nutricion Parenteral y Enteral and its content may not be copied or emailed to multiple sites or posted to a listserv without the copyright holder's express written permission. However, users may print, download, or email articles for individual use.