



# EFECTO DEL ENTRENAMIENTO CONCURRENTES EN LOS PROGRAMAS DE REHABILITACIÓN CARDIACA: UN METAANÁLISIS

---

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ

MÁSTER UNIVERSITARIO EN RENDIMIENTO DEPORTIVO Y SALUD

2016-2017

AUTOR: DAVID SÁEZ MARCOS

TUTOR ACADÉMICO: JOSE MANUEL SARABIA MARÍN

## ÍNDICE

<b>1. Resumen</b> .....	2
Palabras clave.....	2
<b>2. Introducción</b> .....	2
<b>3. Método</b> .....	6
Estrategia de búsqueda.....	6
Criterios de inclusión y exclusión.....	6
Selección del estudio.....	7
Codificación de las variables moderadoras.....	8
Cálculo de los tamaños del efecto.....	8
Análisis estadístico.....	9
<b>4. Bibliografía</b> .....	10



## **1. RESUMEN**

Las enfermedades cardiovasculares constituyen uno de los principales problemas de salud en los países desarrollados. La prevención se presenta como el tratamiento más eficaz y eficiente, mientras que los programas de rehabilitación cardiaca son considerados como uno de los más eficaces y económicos, entre las intervenciones de prevención secundaria. Muchos estudios han demostrado los efectos beneficiosos del entrenamiento concurrente de fuerza y resistencia aeróbica, en los programas de rehabilitación cardiaca como son las mejoras de; la funcionalidad, la composición corporal, el consumo de oxígeno ( $VO_{2\text{pico}}$ ), la fuerza muscular y por lo tanto, de la calidad de vida de estos sujetos. Pero existe gran controversia respecto a las características mínimas que deben tener estos programas. Tras una revisión sistemática de la literatura en las bases de datos PubMed y ScienceDirect se encontraron 340 estudios, de los cuales, 19 fueron incluidos en este metaanálisis tras aplicar diferentes criterios de inclusión y exclusión. El análisis estadístico consistió en calcular el tamaño medio del efecto con su intervalo de confianza del 95%, la prueba de heterogeneidad,  $Q$  y el índice  $I^2$ , de las variables analizadas. Una vez comprobada la existencia de heterogeneidad entre los tamaños de efecto, se aplicaron modelos de efectos mixtos para probar la influencia de las variables moderadoras de los entrenamientos. Este trabajo trata de identificar los efectos y las variables moderadoras que inciden sobre estos, durante el entrenamiento combinado de fuerza y resistencia aeróbica en los programas de rehabilitación cardiaca.

### **Palabras clave**

Enfermedad cardiovascular, entrenamiento combinado, prevención secundaria, fuerza muscular, consumo de oxígeno, calidad de vida, composición corporal.

## **2. INTRODUCCIÓN**

En los últimos años se está poniendo de manifiesto la magnitud del problema que suponen las enfermedades cardiovasculares (ECV). Tal es la magnitud de este problema, que es la principal causa de muerte en todo el mundo. En 2014, en España, las ECV fueron la primera causa de muerte en mujeres y la segunda en varones mayores de 55 años, suponiendo el 30,7% de las muertes totales en esta población (INE, 2016).

Las ECV hacen referencia a cualquier enfermedad que afecta al sistema cardiovascular, es decir, que afecte al corazón y/o vasos sanguíneos. Las principales enfermedades del sistema circulatorio son de origen principalmente aterotrombótico, como son; la enfermedad isquémica del corazón, la enfermedad cerebrovascular y la arteriopatía periférica. Además, la insuficiencia cardíaca es un síndrome en el que desembocan numerosas enfermedades cardiovasculares, como la propia cardiopatía isquémica (Álvarez, Banegas, Campos & Artalejo, 2003). En la mayoría de los casos, estas enfermedades causan, una pérdida de funcionalidad, bajos niveles de fuerza debido al largo periodo de recuperación, donde hay un proceso de reposo en cama, una reducción del consumo de oxígeno, debido a la pérdida de funcionalidad del corazón y al tratamiento farmacológico, y un aumento de procesos depresivos debido al impacto psicológico que conlleva la propia enfermedad. Todo ello, provoca un deterioro de la calidad de vida e incluso pérdida de la independencia por falta de autonomía física y/o psíquica para el desarrollo de las actividades diarias.

En algunos casos, estas enfermedades son detectadas antes del incidente y los sujetos son introducidos en los diferentes programas de prevención primaria. Por otro lado, aquellos pacientes que sufren un evento cardíaco o se les diagnostica una ECV crónica, requieren otro tipo de tratamientos. Uno de los tratamientos que se está viendo efectivo en la prevención secundaria, son los programas de rehabilitación cardíaca (RC) basados en el ejercicio físico. Estos programas de entrenamiento son considerados uno de los más eficaces (García-Porrero, Andrés-Esteban, de Pablo-Zarzosa & León-Latre, 2010), a la vez que económicos (Papadakis et al., 2005), entre las intervenciones de prevención secundaria. Los objetivos de la prevención secundaria son reducir la morbimortalidad de sujetos con riesgo alto y ayudar a los que presentan un riesgo bajo a mantenerse (Maroto, De Pablo, Morales & Artigao, 1996).

Según la American Association of Cardiovascular & Pulmonary Rehabilitation, 1995, Estos programas de RC constan de 3 a 4 fases y el actual, trabajo se centrará en la 3ª de estas fases:

- Fase I. Período de internación del paciente (habitualmente de 6 a 14 días postevento o postcirugía). Los ejercicios físicos se realizan con movimientos amplios de los miembros, ejercicios en la cama, sentarse y levantarse de forma intermitente y caminatas.

- Fase II. Período de convalecencia (después del alta hospitalaria y hasta 8-12 semanas). La actividad física se prescribe después de determinar el perfil de riesgo y los resultados del test ergométrico.
- Fase III. Programa supervisado de desarrollo y mantenimiento, de 4 a 6 meses de duración. Preferiblemente combinando entrenamiento aeróbico y de fuerza.
- Fase IV. Corresponde al mantenimiento de la actividad física de manera permanente y no supervisada por el programa de RC.

Se ha demostrado en numerosos estudios que los programas de RC son beneficiosos (Wise, 2010; Menezes, et al. 2014). Entre estos beneficios se encuentra el aumento de la calidad de vida tanto a nivel físico, social y mental, aumento de las variables fisiológicas como el consumo de oxígeno pico ( $VO_{2\text{pico}}$ ) y la fracción de eyección ventricular izquierda (FEVI), aumento de los niveles de fuerza medidos con test de campo, como la repetición máxima (RM), como con test isocinéticos, y modificación de la composición corporal reduciendo el porcentaje de grasa y el índice de masa corporal (IMC). La mejora de estas variables incrementará la expectativa de vida y reducirá la mortalidad en estos sujetos.

Pero existe gran controversia respecto a las características que debe tener este. En un principio, los programas de RC se centraban exclusivamente en el entrenamiento aeróbico (EA), el cual reporta beneficios, como la mejora de la potencia aeróbica y un mayor rendimiento en el trabajo, en comparación con los pacientes que no realizaban ningún programa durante la tercera fase de su recuperación (Adams, McHenry & Bernauer, 1974). Años más tarde, se cuestionó que el EA trabajado de manera aislada, fuera el que reportara mayores beneficios comparados con otros tipos de entrenamientos. Es por ello que, Teo & Horgan, 1986, estudiarían el impacto del EA suplementado con un entrenamiento de fuerza (EF), llegando a la conclusión, que el grupo que realizaba el EA más el EF alcanzaban mayores beneficios en las variables medidas ( $VO_{2\text{pico}}$ , fuerza muscular y composición corporal) que los sujetos que realizaban solo el EA. En ese mismo año, Kelemen, et al. 1986, en su estudio, aplica el EF no solo como complemento al EA, sino como un elemento importante a trabajar en los programas de RC, y concluyen que el EF mediante circuitos parece ser seguro, y conlleva aumentos significativos en

resistencia aerobia y fuerza musculo-esquelética comparada con el ejercicio tradicional basados en EA.

Con la evolución de los métodos de entrenamiento en el ámbito de la salud, se fueron integrando multitud de tipos de entrenamiento en los programas de RC. Es por ello que a principios del siglo XXI se publican numerosos estudios donde se habla del entrenamiento combinado o concurrente (EC) en pacientes con ECV. Pierson, et al. (2001) concluyen que, entrenando de forma combinada, los efectos del EF se suma a los efectos del EA en pacientes de RC, mejorando la fuerza muscular en los miembros inferiores (8,2%) y en los miembros superiores (8,8%), aumentando la masa corporal magra (14,3%) y reduciendo la grasa corporal (9,1%). En esta línea, aparecen con los años más estudios que apoyan la mejora de la fuerza muscular (23,4%), reducción del colesterol total (15,6%), aumento de las lipoproteínas de alta densidad (HDL) (37,5%) y reducción de la presión arterial sistólica (8,2%) con el EC (Shaw, I., Shaw, B., Brown & Cilliers, 2010) y además, mejoras en el  $VO_2$  pico (Schmid, et al. 2008). Por lo que, actualmente no existe duda sobre los beneficios del EC que aúna ambos entrenamientos, cuando se compara con el EA (Marzolini, Oh & Brooks, 2012).

Es evidente, que tanto el EF y el EA de forma aislada como combinada tiene grandes beneficios en sujetos con ECV que se incorporan a un programa de RC. Pero existe gran controversia en cuanto a las características óptimas que deben poseer los entrenamientos para que sean eficientes respecto a esfuerzo-beneficio. Para el EC, existen unas recomendaciones mínimas que no están basadas en ningún estudio, sino en opiniones de expertos. Según la American Heart Association (AHA), el EA con pacientes de ECV debe tener una frecuencia de al menos 3 días por semana, una intensidad de moderada (40-60% FC reserva) a vigorosa (60-85% FC reserva) y la duración de las sesiones, deben ser al menos de 30 min (Fletcher et al., 2013). Respecto al EF, la AHA establece las recomendaciones mínimas de estos programas, que deben de tener una frecuencia de 2-3 días por semana, de 8 a 10 ejercicios por sesión de los principales grupos musculares y una serie de 8 a 15 repeticiones, progresando en el número de series a medida que mejora la condición física del sujeto. En cuanto a las intensidades de las cargas, si se dispone de pruebas máximas (1RM) se puede utilizar el 30-40% de 1 RM para la parte superior del cuerpo y el 50-60% de 1 RM para la parte inferior del cuerpo. Si no se dispone de esta, se puede emplear la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE), en este caso, los rangos oscilan entre el 13-15 de la escala de Borg original (Pollock et al.,

2000). Con todo, existe gran controversia respecto a las características que debe poseer un programa de RC para que se obtengan los mayores beneficios, con la menor involucración posible del paciente.

El objetivo de este estudio, tras realizar una revisión sistemática y metaanálisis, identificar los efectos y las variables moderadoras que inciden sobre estos, durante el entrenamiento combinado de fuerza y resistencia aeróbica en los programas de RC.

### **3. MÉTODO**

Esta revisión se completó usando un protocolo pre-especificado (pero no registrado) y se informó de acuerdo a las directrices PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic review and Meta-Analyses, Urrútia & Bonfil, 2010).

#### **Estrategia de búsqueda.**

Se realizaron búsquedas en las siguientes bases de datos: PubMed y ScienceDirect; Desde su inicio hasta diciembre de 2016. Las palabras utilizadas para llevar a cabo la búsqueda electrónica fueron “*coronary heart disease*”, “*coronary artery disease*”, “*myocardial ischemia*”, “*myocardial infarction*”, “*concurrent training*”, “*combined training*”, “*strength training*”, “*eccentric exercise*”, “*resistance training*”. La búsqueda a partir de las palabras clave se restringió a título y resumen.

#### **Criterios de inclusión y exclusión.**

Para que los estudios puedan ser incluidos en este trabajo debían cumplir con los siguientes criterios de inclusión; (a) estudios experimentales o cuasi-experimentales; (b) los participantes eran adultos mayores de 18 años; (c) con enfermedad cardiovascular revascularizada o no revascularizada, valvulopatía y/o trasplante coronario; (d) solo eran tenidos en cuenta los resultados de los grupos que realizaban entrenamiento concurrente; (e) estudios que aportaban valores pre y post de las medidas objetivo de este trabajo como son; calidad de vida, distribución de masas; fitness cardiorespiratorio; niveles de fuerza (RM y/o isocinético); fracción eyección ventricular izquierda (FEVI) y presión arterial diastólica y sistólica; (f) artículos de texto completo en inglés; y (g) artículos publicados en revistas científicas.

## Selección del estudio

Después de la búsqueda inicial, se retiraron las referencias duplicadas y dos revisores, aplicaron independientemente los criterios de inclusión / exclusión. Para los artículos en cuyos resúmenes los detalles del ensayo no estaban claros, se recuperaron los textos completos de los artículos. Los desacuerdos entre los revisores se resolvieron mediante discusión. Se seleccionaron finalmente 19 estudios (Figura 1). El tamaño total de la muestra del metaanálisis involucró a 773 sujetos, formando 23 grupos de entrenamiento.

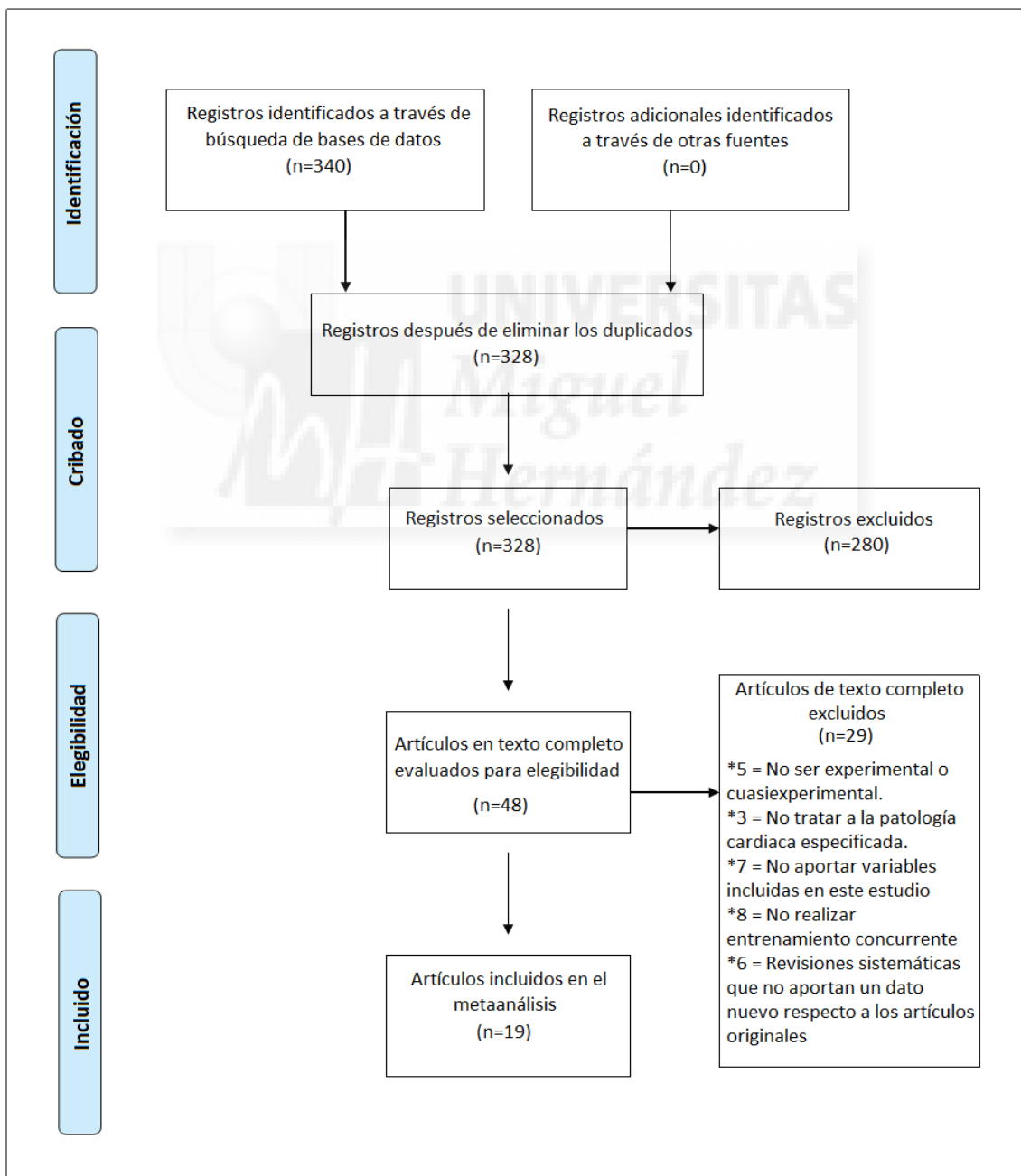


Figura 1. Diagrama de flujo que detalla la selección de artículos incluidos en el metaanálisis.



## **Codificación de las variables moderadoras.**

Con el fin de analizar la heterogeneidad entre los resultados de los estudios, se codificaron las características que podrían relacionarse con los tamaños del efecto. Las variables moderadoras fueron clasificadas como variables de entrenamiento, sujeto, metodológicas y extrínsecas.

Las características del entrenamiento codificadas fueron: (a) tipo de entrenamiento (cuerpo entero o solo miembros inferiores); (b) intensidad media del entrenamiento de fuerza y resistencia; (c) duración del programa de rehabilitación cardiaca (en semanas); (d) número de series realizadas en entrenamiento de fuerza; (e) volumen total de repeticiones en entrenamiento de fuerza; (f) número de ejercicios; (g) volumen de la sesión de resistencia; (h) volumen total de la sesión de entrenamiento de resistencia. Las características del sujeto codificadas para las muestras de cada estudio fueron: (a) la edad media de la muestra (en años); (b) el sexo de la muestra (porcentaje de varones) (d) riesgo de reinfarto, el cual se clasificó en función de los valores pre intervención de FEVI y/o el índice metabólico (METs) máximos alcanzados en una prueba incremental (riesgo bajo: METs > 7 y/o FEVI > 50%; riesgo moderado: METs => 5-7 y/o FEVI => 40-50%; riesgo alto: METs < 5 y/o FEVI < 40%) (Doñate, 2013). Las características metodológicas se codificaron de la siguiente manera: (a) tipo de diseño (experimental o cuasi experimental); y (b) el índice *d* en el posttest. Las dos características extrínsecas se codificaron en: (a) año de publicación del estudio; y (b) el país en el que se realizó el estudio.

Finalmente, para asegurar la máxima objetividad posible, se produjo un libro de códigos en el que se especificaron las normas seguidas en la codificación de cada una de las características de los estudios. Las incoherencias entre los codificadores se resolvieron por consenso y el libro de códigos se corrigió cuando las inconsistencias se debían a un error en el libro.

## **Cálculo de los tamaños del efecto.**

La diferencia de medias estandarizada (*d*), se utilizó como el índice de tamaño del efecto. Se calculó como la diferencia entre las medias del grupo tratado, tomadas en el pretest y posttest, divididas por la desviación estándar del pretest (*S*), corregida por el factor  $c(m)$  para muestras pequeñas (Hedges & Olkin, 1985):  $d=c(m)(\bar{y}_{\text{Post}} - \bar{y}_{\text{Pre}})/S$ . Los

valores positivos de  $d$  indicaron un resultado favorable todos los tratamientos. Finalmente, se obtuvo el índice  $d$  medio de todos los tipos de medidas incluidas en 3 o más estudios. Por lo tanto, esto hizo un total de 13 variables con las  $d$  de los estudios que mostraban los resultados de esa medida.

### **Análisis estadístico.**

El proceso de análisis consistió en calcular el tamaño medio del efecto con su intervalo de confianza del 95%, la prueba de heterogeneidad,  $Q$  y el índice  $I^2$  para evaluar el grado de homogeneidad de los tamaños del efecto alrededor del efecto promedio (Higgins & Thompson, 2002). Estos análisis se realizaron utilizando el software proporcionado por Cochrane Collaboration, Review Manager (RevMan V.5.3).

La interpretación práctica del tamaño del efecto del EC para cada una de las variables, se llevó a cabo utilizando los criterios propuestos por Rhea, 2004, para personas no entrenadas (trivial:  $<0.5$ ; pequeño 0.5-1.25; moderado: 1.25-1.9; grande  $>2$ ). El análisis de heterogeneidad se realizó a través de la prueba  $Chi^2$  e  $I^2$ . Se considera que existe heterogeneidad cuando una vez obtenida la prueba  $Chi^2$  la misma es estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) y el valor de  $I^2$  superior al 25%. En torno al 25%, 50% y 75% se pueden interpretar como heterogeneidad baja, media y alta, respectivamente (Borenstein et al., 2009). Ante la posibilidad de la existencia de que no se presente una confluencia entre ambas pruebas, se toma con referencia el valor de la  $I^2$ , independientemente de que exista significación en la prueba  $Chi^2$ .

Una vez comprobada la existencia de heterogeneidad entre los tamaños de efecto, se aplicaron modelos de efectos mixtos para probar la influencia de las variables moderadoras. Estos consistían en análisis de regresión simple para las variables moderadoras cuantitativas continuas, todas por cuadrados mínimos ponderados (Cooper & Hedges, 1994). Los análisis estadísticos se realizaron utilizando las macros SPSS elaboradas por Wilson, 2010.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA

- Adams, W. C., McHenry, M. M., & Bernauer, E. M. (1974). Long-term physiologic adaptations to exercise with special reference to performance and cardiorespiratory function in health and disease. *The American journal of cardiology*, 33(6), 765-775.
- American Association of Cardiovascular & Pulmonary Rehabilitation. (1995). *Guidelines for cardiac rehabilitation programs*. Human Kinetics Publishers.
- Álvarez, F. V., Banegas, J. B., Campos, J. D. M. D., & Artalejo, F. R. (2003). Las enfermedades cardiovasculares y sus factores de riesgo en España: hechos y cifras. *Informe Sea*, 43-52.
- Borenstein, M., Hedges, L.V., Higgins, J.P.T. y Rothstein, H.R. (2009). Introduction to metaanalysis. Chichester, UK: Wiley.
- Chou, A. Y., Prakash, R., Rajala, J., Birnie, T., Isserow, S., Taylor, C. M., ... & Saw, J. (2016). The first dedicated cardiac rehabilitation program for patients with spontaneous coronary artery dissection: description and initial results. *Canadian Journal of Cardiology*, 32(4), 554-560.
- Cooper, H., & Hedges, L. V. (1994). *The Handbook of Research Synthesis* (New York, Russell Sage Foundation). *press: scheduled to appear in.*
- Doñate M. Valoración funcional y prescripción de ejercicio en pacientes con cardiopatía. *Arch Med Deporte* 2013;30(4):221-226
- Fletcher, G. F., Ades, P. A., Kligfield, P., Arena, R., Balady, G. J., Bittner, V. A., ... & Gulati, M. (2013). Exercise standards for testing and training. *Circulation*, 128(8), 873-934.
- García-Porrero, E., Andrés-Esteban, E., de Pablo-Zarzosa, C., & León-Latre, M. (2010). Cardiología preventiva y rehabilitación. *Revista Española de Cardiología*, 63, 40-48.
- Hedges, L., & Olkin, I. (1985). *Statistical methods for meta-analysis*. Orlando, FL: Academic Press. *Hedges Statistical Methods for Meta-analysis 1985.*

- Higgins, J., & Thompson, S. G. (2002). Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. *Statistics in medicine*, 21(11), 1539-1558.
- Instituto Nacional de Estadística: Defunciones según la causa de muerte (citado 17 Feb 2017). Disponible en: <http://www.ine.es>
- Kelemen, M. H., Stewart, K. J., Gillilan, R. E., Ewart, C. K., Valenti, S. A., Manley, J. D., & Kelemen, M. D. (1986). Circuit weight training in cardiac patients. *Journal of the American College of Cardiology*, 7(1), 38-42.
- Marzolini, S., Oh, P. I., & Brooks, D. (2012). Effect of combined aerobic and resistance training versus aerobic training alone in individuals with coronary artery disease: a meta-analysis. *European journal of preventive cardiology*, 19(1), 81-94.
- Maroto, J. M., De Pablo, C., Morales, M. D., & Artigao, R. (1996). Rehabilitación cardíaca. Análisis de coste-efectividad. *Rev Esp Cardiol*, 49, 753-758.
- Menezes, A. R., Lavie, C. J., Forman, D. E., Arena, R., Milani, R. V., & Franklin, B. A. (2014). Cardiac rehabilitation in the elderly. *Progress in cardiovascular diseases*, 57(2), 152-159.
- Papadakis, S., Oldridge, N. B., Coyle, D., Mayhew, A., Reid, R. D., Beaton, L., ... & Angus, D. (2005). Economic evaluation of cardiac rehabilitation: a systematic review. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, 12(6), 513-520.
- Pierson, L. M., Herbert, W. G., Norton, H. J., Kiebzak, G. M., Griffith, P., Fedor, J. M., ... & Cook, J. W. (2001). Effects of combined aerobic and resistance training versus aerobic training alone in cardiac rehabilitation. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 21(2), 101-110.
- Pollock, M. L., Franklin, B. A., Balady, G. J., Chaitman, B. L., Fleg, J. L., Fletcher, B., ... & Bazzarre, T. (2000). Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease. *Circulation*, 101(7), 828-833.

- Rhea, M. R. (2004). Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(4), 918-920.
- Schmid, J. P., Anderegg, M., Romanens, M., Morger, C., Noveanu, M., Hellige, G., & Saner, H. (2008). Combined endurance/resistance training early on, after a first myocardial infarction, does not induce negative left ventricular remodelling. *European journal of cardiovascular prevention & rehabilitation*, 15(3), 341-346.
- Shaw, I. N. A., Shaw, B. S., Brown, G. A., & Cilliers, J. F. (2010). Concurrent resistance and aerobic training as protection against heart disease: cardiovascular topics. *Cardiovascular journal of Africa*, 21(4), 196-199.
- Sterne, J. A., Egger, M., & Moher, D. (2008). Addressing reporting biases. *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions: Cochrane book series*, 297-333.
- Teo, K. K., & Horgan, J. H. (1986). Myocardial infarction size; effect on the training response. *International journal of cardiology*, 12(1), 61-70.
- Urrútia, G., & Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina clínica*, 135(11), 507-511.
- Wilson D. B., (2010) <http://mason.gmu.edu/~dwilsonb/ma.html>
- Wise, F. M. (2010). Coronary heart disease: The benefits of exercise. *Australian family physician*, 39(3), 129.