



UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
Magíster en Terapia Física con
Mención en Rehabilitación

Proyecto de Trabajo de Grado de Magíster

Efectividad del ejercicio Interválico de alta intensidad sobre la capacidad aeróbica en pacientes post infarto en un programa de rehabilitación cardiaca. Una revisión sistemática

Alejandro Villalobos Mella
Temuco, 17 de abril 2020

PROYECTO TRABAJO DE GRADO MAGISTER

Terapia Física con mención en Rehabilitación

ASPECTOS GENERALES

TITULO:

Efectividad del ejercicio Interválico de alta intensidad sobre la capacidad aeróbica en pacientes post infarto en un programa de rehabilitación cardiaca. Una Revisión sistemática

Escriba 3 palabras claves que identifiquen el Trabajo de Grado


Infarto agudo al miocardio	HIIT	Rehabilitación cardiaca
----------------------------	------	-------------------------

DATOS DEL ESTUDIANTE

Villalobos	Mella	Alejandro Alberto	17.890.852-9
APELLIDO PATERNO	APELLIDO MATERNO	NOMBRES	RUT

Regimiento 748 Puerto Montt
DIRECCIÓN PARA ENVIO DE CORRESPONDENCIA (CALLE, N°, DEPTO., COMUNA)

Puerto Montt		985265143	
CIUDAD	CASILLA	TELÉFONO	FAX

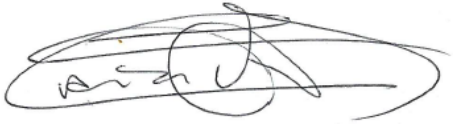
jano.villalobos.mella@gmail.com	
DIRECCIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO	
	FIRMA DEL ESTUDIANTE
INSTITUCIÓN	

DATOS DEL ACADEMICO GUIA

Bustos	Díaz	Erik Osvaldo	5437134-9
APELLIDO PATERNO	APELLIDO MATERNO	NOMBRES	RUT

Torremolinos 410 Local 202, Temuco
DIRECCIÓN PARA ENVIO DE CORRESPONDENCIA (CALLE, N°, DEPTO., COMUNA)

Temuco		982098205	
CIUDAD	CASILLA	TELÉFONO	FAX

erick.diaz@ufrontera.cl	
DIRECCIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO	
INSTITUCIÓN	FIRMA ACADEMICO GUIA

I RESUMEN:

Los estilos de vida poco saludables caracterizados por elevadas tasas de sedentarismo, malos hábitos alimentarios, entre otros. Han desencadenado un incremento en la prevalencia de enfermedades cardiovasculares durante los últimos años. Si bien existen estrategias de promoción y prevención en salud, no han sido suficientes para evitar la ocurrencia de eventos coronarios y más aún, el sistema de salud nacional no ofrece el acceso, ni las oportunidades a aquellos usuarios en esta condición, para ser parte de una intervención que mejore su calidad de vida, previniendo futuras complicaciones, a pesar de contar con recomendaciones para la práctica de actividad física, no existen programas garantizados de rehabilitación cardíaca.

Según la literatura científica disponible la rehabilitación cardíaca podría contar con la evidencia necesaria para formar parte del manejo y prevención secundario post infarto, sin embargo, las diferentes sociedades científicas internacionales no han podido establecer un consenso con respecto a cuál es la modalidad de ejercicio que permitiría lograr el mejor control de los factores de riesgo. En base a lo anterior, el objetivo de esta investigación es determinar la efectividad de diferentes modelos de ejercicio físico sobre la capacidad aeróbica y de manera secundaria su impacto sobre la calidad de vida, niveles de mortalidad y eventos adversos en usuarios que formen parte de un programa de rehabilitación cardíaca fase dos.

El diseño metodológico fue una revisión sistemática de literatura científica en bases de datos en inglés y español, también se incluyeron bases de datos de literatura gris. Los programas de ejercicio intermitente fueron agrupados según la duración del tiempo del intervalo, por lo tanto se incluyeron 3 ensayos con intervalos cortos (de 20 segundos hasta 1 minuto), 4 ensayos con intervalos medios (desde uno hasta 3 minutos) y 8 estudios con intervalos de larga duración (sobre los 4 minutos de ejercicio). De acuerdo a los resultados el ejercicio interválico de alta intensidad es capaz de generar mayores cambios sobre el consumo máximo de oxígeno, en comparación al ejercicio continuo de moderada intensidad. Se destaca la necesidad de aclarar la terminología utilizada con el ejercicio intermitente e incrementar la investigación asociada a los intervalos de corta y mediana duración

II FORMULACION GENERAL DEL TRABAJO DE GRADO.

Según el cuarto consenso universal de expertos sobre Infarto Cardíaco publicado en el año 2018, la definición clínica de Infarto agudo al miocardio se debe utilizar cuando hay una lesión miocárdica aguda, detectada por biomarcadores cardíacos anormales, junto con evidencia clínica de isquemia miocárdica (1). Según un estudio de casos que incluyó pacientes de 52 países y 30.000 participantes aproximadamente, entre casos y controles, se evaluó el efecto de factores de riesgo modificables en relación al infarto al miocardio. De acuerdo a los resultados, el consumo de tabaco y la presencia de lípidos anormales, juntos, constituyen dos tercios del riesgo atribuible poblacional, posteriormente la presencia de obesidad, diabetes e hipertensión, se asociaban con un mayor riesgo de un evento coronario(2). La enfermedad cardiovascular es aproximadamente la tercera causa del total de muertes a nivel mundial, transformándose en un problema de salud pública prioritario. Esta circunstancia ha provocado un gran impacto en costos al sistema de salud, debido a los días de hospitalización, procedimientos quirúrgicos necesarios, niveles elevados de limitación funcional posterior, entre otros.(3)

Datos obtenidos en Estados Unidos han demostrado que, independiente de la edad, durante el primer año post Infarto Agudo al Miocardio (IAM) mueren un 26% de las mujeres y un 19% de los hombres, mientras que durante los primeros cinco años fallecerá un 47% de las mujeres y un 36% de los hombres. De acuerdo a los resultados de un estudio de casos publicado en Chile, cerca del 51% de los pacientes egresa vivo de la hospitalización, teniendo en cuenta que un 70 % de ellos alcanza a llegar a un centro asistencial(4). La mortalidad post infarto en Chile, ha disminuido en los últimos años, lo que se ha observado tras la evaluación de los sistemas de reperfusión utilizados, es de esta forma, que según el estudio GEMI realizado en la ciudad de Santiago durante el año 2008, la mortalidad de aquellos pacientes tratados con terapia fibrinolítica fue de un 10,9 % en comparación con la angioplastia que fue de un 5,6%(5).

De manera simultánea a los avances en los procedimientos médicos post infarto, a nivel internacional se han detallado en diferentes estudios el impacto del ejercicio en la rehabilitación de usuarios que presentaron un evento coronario, dentro de programas estructurados agrupados bajo en concepto de rehabilitación cardíaca, la cual se entiende como una estrategia integral que tiene por objetivo principal mejorar la calidad de vida de los usuarios. Lo anterior por medio de prevención basada en educación y cambios de hábitos, que incluyen consejerías nutricionales, la cesación de consumo de tabaco y ejercicio físico (6). Estos programas están diseñados para limitar los efectos fisiológicos y psicológicos de la enfermedad cardíaca, reducir el riesgo de muerte súbita o reinfarcto, controlar los síntomas cardíacos, estabilizar o revertir el proceso ateroscleróticos y mejorar el estado psicosocial (7). Por otra parte, según un artículo publicado el año 2012 el sistema de salud en su conjunto solo disponía en ese periodo de un total de 18 centros a nivel país que ofrecían un programa de rehabilitación cardíaca, siendo principalmente instituciones privadas.(8)

Actualmente existen distintas guías clínicas, desarrolladas por diversas organizaciones científicas internacionales de manera sistemática, para la toma de decisiones informada por parte de los profesionales clínicos. Según una revisión de estos documentos en el año 2015, las guías incluidas fueron evaluadas en diferentes dominios, desde un punto de vista metodológico. Sus resultados mostraron que la aplicabilidad y la independencia editorial fueron los ítems de menor puntuación(9). En esta investigación también se concluyó que la mayoría de las recomendaciones utilizan ejercicio desde baja a moderada intensidad, con diferente frecuencia y duración, para el tratamiento de los pacientes con patología cardíaca. Sin embargo, según una revisión publicada el año 2016, que tenía por objetivo evaluar si existía un consenso internacional en cuanto a la rehabilitación cardíaca; los autores concluyeron que las principales sociedades de rehabilitación cardíaca de América del Norte y Europa recomiendan que los pacientes comiencen con ejercicios de resistencia aeróbica moderada y que dentro del programa alcancen mayores intensidades,

hasta llegar a ejercicios de intensidad vigorosa. Por otra parte países como el Reino Unido, Australia y Nueva Zelanda utilizan entrenamientos de menor intensidad(10).

En el caso del sistema de salud Chileno, durante el año 2005 se incorpora la Garantía Explícita en Salud para el diagnóstico, tratamiento y seguimiento del IAM, sin embargo la garantía de seguimiento no detalla el acceso a un programa de ejercicio supervisado(11). Según la guía clínica existe un nivel de evidencia tipo B para recomendar la realización de actividad física a través de caminatas durante 30 minutos, por 5 días a la semana previa evaluación médica. Esta recomendación, sin embargo, presenta un sesgo al confundir conceptualmente la actividad física y el ejercicio. Ciertamente ambos términos comparten una base común, que es el movimiento humano, caracterizado por producir gasto energético, sin embargo el ejercicio físico es un acción planificada y estructurada donde se establece no solamente el tiempo sino que en particular la dosis individual (tipo, intensidad, frecuencia y duración) de ejecución del ejercicio, que busca generar adaptaciones específicas en los componentes del rendimiento físico(12). En base a lo anterior, la guía clínica Chilena de infarto agudo al miocardio propone pautas de actividad física, a pesar de surgir de una revisión sistemática y meta-análisis que analiza la intervención basada en ejercicio físico en este grupo de la población(13).

De acuerdo a los resultados obtenidos por una investigación desarrollada en Chile, basada en la prevención secundaria post infarto, los autores determinaron los porcentajes de logro de metas terapéuticas para diferentes factores de riesgo en 416 usuarios de 6 hospitales chilenos, se estableció que aquellos factores que requerían cambios en los estilos de vida como el Índice de masa corporal o los niveles de actividad física eran los que tenían el peor nivel de cumplimiento(14). Tomando en cuenta lo anteriormente expuesto se han estudiado distintas modalidades de ejercicio físico, que pueden dar respuesta a estos menores niveles de control de factores de riesgo de patología cardíaca, los que se caracterizan por una duración, intensidad, frecuencia y volumen variables, siendo el modelo más ampliamente estudiado, a nivel internacional el ejercicio continuo de moderada intensidad. Sin embargo, hay otros tipos de entrenamiento con niveles abundantes de investigación y evidencia, que han demostrado efectos iguales o superiores a los modelos existentes. Todos ellos corresponden al ejercicio interválico de alta intensidad. Lo que ha dificultado la comprensión de sus niveles de efectividad ha sido la existencia de una amplia de modelos que difieren fundamentalmente en la duración de cada serie de ejercicio. Por ello es necesario revisar la literatura disponible para identificar cuál de ellas es la mejor forma de tratamiento en rehabilitación cardíaca.

Beneficios de la intervención

➤ Consumo Máximo de oxígeno

La capacidad máxima de un organismo para transportar el oxígeno desde el aire a los tejidos está determinada por diferentes etapas dentro de lo que se describe como la cascada del oxígeno, en ella se incluyen 1) la ventilación pulmonar 2) difusión de oxígeno a través de la membrana capilar pulmonar a la sangre, 3) el flujo de O₂ de los pulmones a través de una combinación de gasto cardíaco y contenido de O₂ arterial 4) aumento del flujo sanguíneo a los músculos que se contraen, 5) difusión de O₂ de la sangre al tejido 6) el mayor aporte de sustratos y en última instancia, 7) metabolismo oxidativo en las mitocondrias(15). Según lo expuesto anteriormente, las mejores adaptaciones en el consumo máximo de oxígeno logradas con la realización de ejercicio a mayor intensidad en comparación con el ejercicio de tipo aeróbico continuo, tienen su origen en mejorías en varios de ellos dando como resultado un estímulo más eficiente para la biogénesis mitocondrial, En primer lugar el aumento de la intensidad del ejercicio produce una mayor liberación de calcio por parte del retículo sarcoplásmico, de igual manera, exige una mayor resíntesis de la molécula de ATP, conduciendo a una mayor utilización de carbohidratos como sustrato energético en comparación con una intensidad menor de ejercicio. Como resultado de lo anterior, se acumulan en mayor cantidad metabolitos, iones y radicales libres, componentes que

aumentan la activación de la señalización de proteínas que incluyen a CalcioModulina Kinasa II (CAMKII) y Proteína activada por AMP (AMPK). El incremento de actividad de estas proteínas induce mayores tasas de expresión génica para PGC-1 α , que mediante la repetición del entrenamiento produce efectos acumulativos de las respuestas transcripcionales transitorias a cada serie de ejercicio agudo, aumentando la síntesis de proteínas mitocondriales generando finalmente un aumento en el contenido mitocondrial. Últimamente se han propuesto adaptaciones mediadas por especies reactivas del oxígeno asociadas a fragmentación del receptor de rianodina del retículo sarcoplásmico, que producirían aumentos del calcio intracelular(16).

➤ Sistema nervioso autónomo

El ejercicio produce beneficios sobre la actividad del sistema nervioso autónomo con una disminución de la actividad adrenérgica y un aumento del tono vagal, influyendo sobre la respuesta cronotrópica alterada. Dentro de los mecanismos propuestos se encuentran modificaciones tanto periféricas como centrales. En base a lo anterior el ejercicio puede producir aumento de la distensibilidad de los vasos sanguíneos en las áreas barosensibles de las arterias carótidas, influyendo sobre la capacidad de adaptación de mejor forma a los cambios de presión arterial, además de incrementar la señalización aferente al tronco cerebral que inhiben la actividad del sistema nervioso simpático(17). En un estudio se comparó la recuperación de la frecuencia cardíaca frente a un programa de entrenamiento basados en ejercicio continuo versus intervalos de alta intensidad. Según los resultados, el ejercicio continuo permitiría obtener mayores mejoras en el sistema nervioso autónomo logrando mejores descensos en el primer minuto de recuperación y el segundo minuto (18). Es importante mencionar que durante esta investigación el número de participantes fue reducido y durante el plan de tratamiento hubo abandono de participantes, principalmente del grupo que desarrolló ejercicio interválico. Según una revisión sistemática publicada el año 2016, la magnitud de los cambios en la frecuencia cardíaca de reposo entre el ejercicio continuo e intermitente es menor y el significado clínico en el pronóstico de los pacientes es incierto(19)

➤ Diabetes

Según una revisión sistemática y meta-análisis en pacientes con diabetes mellitus, el HIIT produjo mayores cambios sobre el consumo máximo de oxígeno y la hemoglobina glicosilada en comparación con el ejercicio continuo de moderada intensidad (20). El ejercicio interválico de alta intensidad es capaz de provocar un mayor nivel de estrés energético a nivel celular y descender las concentraciones de glicógeno muscular, lo que es principalmente detectado por la proteína kinasa AMPK (21) provocando así la activación de GLUT 4, lo que se traduce no solamente en mejor transporte de la glucosa sino también en el aumento de la síntesis de otras proteínas que participan de la metabolización de los lípidos y la biogénesis mitocondrial. (22)(23)

➤ Hipertensión arterial

Dentro de los factores de riesgo para el desarrollo de un evento coronario, se encuentra la presencia de hipertensión arterial, siendo el ejercicio una estrategia capaz de generar cambios positivos dentro del tratamiento. Según un estudio realizado en 5 países, que consideró un periodo de 6 meses de intervención basado en ejercicio endurance, se estableció que la prevalencia de no respondedores fue entre el 5 y el 30% de sujetos a este tipo de ejercicio (24).

Con relación a los mecanismos que se han descrito con respecto al ejercicio intermitente de alta intensidad se considera el estrés por roce sobre los vasos sanguíneos que estimula la secreción de óxido nítrico, además se ha observado la disminución del grosor de los vasos, aumento de la reactividad del músculo liso y el lumen vascular. Otro mecanismo hipotensor es el aumento de factores tales como el factor de crecimiento vascular (VEGF) e interleukina-15 (IL-15) que darán como resultado el aumento de la angiogénesis. Todas estas respuestas han sido descritas como dependientes de la intensidad del ejercicio realizado(25).

➤ Perfil lipídico

El ejercicio interválico no solamente ha sido asociado a las adaptaciones obtenidas sobre AMPK, también se ha descrito su influencia sobre las proteínas activadas por mitógenos (MAPK) y un grupo de hormonas, que de forma conjunta permitirían mejorar la capacidad oxidativa de las grasas(26). De acuerdo a un estudio que comparó los efectos del ejercicio moderado continuo y ejercicio interválico de alta intensidad en ratas obesas por desbalance alimentario, los autores declaran que ambos tipos de entrenamiento son capaces de lograr cambios sobre la adiponectina, mioquina que últimamente ha sido considerada como un regulador de la sensibilidad de la insulina y que sus adaptaciones son causantes de los cambios metabólicos positivos en los usuarios obesos. Como conclusión de este estudio el ejercicio continuo fue capaz de inducir cambios adicionales (27). Otro mecanismo propuesto que se desencadena posterior al ejercicio intermitente de alta intensidad; es que el estrés metabólico ocasionado al disminuir las reservas de adenosintrifosfato (ATP) fosfocreatina (PCr) y glucógeno, en conjunto con el estímulo adrenérgico provocan un estímulo lipolítico que se mantiene por un periodo de horas posterior al entrenamiento, disminuyendo la grasa subcutánea y abdominal(28).

Según una revisión sistemática publicada el año 2016 el ejercicio intermitente de alta intensidad cuenta con un nivel inconsistente de evidencia para la disminución del colesterol total, triglicéridos, colesterol de baja densidad (LDL) y alta densidad (HDL), en población normopeso y sobrepeso(29). Aunque hay varios estudios que empleando HIIT en usuarios del sistema público de salud han mejorado el perfil lipídico y los factores de riesgo en pacientes(30).

Seguridad de los tipos de intervención en rehabilitación cardíaca

Según un estudio publicado el año 2012, que comparó el riesgo cardiovascular frente al ejercicio interválico de alta intensidad vs ejercicio continuo en 4846 pacientes, con un total de 175.820 sesiones de ejercicio de una hora, se concluyó que ambas modalidades de ejercicio son de bajo riesgo. La distribución del entrenamiento fue de 129.456 horas de ejercicio moderado y 46364 horas de ejercicio de alta intensidad. Los eventos adversos se definieron como un paro cardíaco o infarto agudo al miocardio durante el ejercicio o dentro de la primera hora posterior al entrenamiento. De acuerdo a los resultados, del grupo de pacientes que hicieron ejercicio continuo se registró un paro cardíaco fatal y en el caso del entrenamiento de alta intensidad hubo dos paros no fatales, por lo que las tasas calculadas fueron equivalentes a 1 evento cada 129.456 horas por ejercicio moderado y 1 por cada 23182 horas de ejercicio intenso(31). Es importante mencionar que en este estudio la cantidad de horas destinadas al ejercicio de mayor intensidad fue mucho menor en comparación a la otra modalidad y el protocolo utilizado en el caso del primer tipo de entrenamiento son intervalos de mayor duración.

Eventos adversos tales como arritmias, reacciones vagues y náuseas también han sido declaradas en diferentes publicaciones. En el caso de una revisión sistemática y meta-análisis publicada el año 2015, se documentó un episodio de afasia y dispraxia como resultado de una isquemia cerebral transitoria después del ejercicio, no quedando claro si este evento estuvo relacionado con el tipo de intervención. En esta revisión se declaró que la tasa de eventos adversos fue de un 8% durante o después del ejercicio interválico de alta intensidad, pero en cuanto a la categorización de las mismas fueron de naturaleza suave.(32)

En un estudio de corte transversal australiano, 261 centros de rehabilitación cardíaca completaron una encuesta, de los resultados los autores señalaron que reúne la percepción de los profesionales clínicos, donde es posible destacar que el 27% de ellos consideraron que el ejercicio interválico de alta intensidad es seguro, el 42 % de ellos no tenían claridad con respecto a la seguridad de esta intervención y el 31 % lo consideraba inseguro.(33)

Finalmente, la existencia de un gran número de protocolos de ejercicio interválico de alta intensidad, se ha transformado en una barrera para su traslado desde la investigación científica a la práctica clínica. Hasta el momento no se ha demostrado que los intervalos de mayor duración generen mejores resultados clínicos, pero si se ha documentado en cuanto a las sensaciones de

los usuarios, que este tipo de entrenamiento produce mayor incomodidades, por lo que es posible sugerir con intervalos más cortos, de acuerdo a lo publicado en una revisión sobre el impacto del HIIT en la regulación de la glucosa y la salud cardiometabólica(34).

III PREGUNTA, OBJETIVO GENERAL Y ESPECIFICOS.

La metodología de investigación es una revisión sistemática de la literatura, que utilizó el protocolo PRISMA para el reporte de los resultados

Pregunta de Investigación.

¿Cuál es la efectividad del ejercicio intermitente de alta intensidad según la duración del intervalo vs el ejercicio continuo de moderada intensidad sobre la capacidad aeróbica en pacientes post infarto dentro de un programa de rehabilitación cardiaca fase II?

1. Miembros del equipo y sus afiliaciones organizativas.

- Erik Osvaldo Diaz Bustos
- Jonatthan Cano Montoya
- Alejandro Villalobos Mella

2. Búsquedas

Se realizó una búsqueda en las siguientes bases de datos de literatura científica: Pubmed, EMBASE, Scielo, Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL) y Web of Science. Además, se consideraron artículos incluidos en las referencias de otras revisiones sistemáticas. También se consideraron la búsqueda de literatura gris en bases de datos como Open Grey. Los términos de búsqueda se adaptaron para su uso con otras bases de datos bibliográficos. Se seleccionaron artículos en idioma inglés y español.

Las búsquedas se volvieron a ejecutar justo antes de los análisis finales y se recuperaron los estudios adicionales para su inclusión

3. URL para buscar estrategia.

Paciente	Intervención	Comparación	Resultado
"myocardial infarction"	"High intensity interval training"	"aerobic exercise"	"aerobic capacity"
"Myocardial Infarction"[Mesh]	"High-Intensity Interval Training"[Mesh]	"continuous aerobic exercise"	"Vo2 max"
"heart attack"	High intensity interval exercise	"moderate intensity continuous training"	"cardiorespiratory fitness"
"coronary artery disease"	Hiit	"moderate intensity training"	
"Coronary Artery Disease"[Mesh]	hiit training	"continuous training"	
"Coronary heart Disease"	"sprint interval training"	MICT	
"ischaemic heart disease"	"aerobic interval training"	steady-state aerobic exercise	
	"Anaerobic interval training"	continuous aerobic exercise training	
	"Low-Volume high intensity interval"	(CAET)	

	training" Interval training "Cardiac rehabilitation" "Cardiac Rehabilitation"[Mesh]		
--	--	--	--

Resultado final de la búsqueda:

Pubmed: 371 artículos

Embase: 347 artículos

Web Of Science 41

((("Myocardial Infarction"[Mesh])) OR "Coronary Artery Disease"[Mesh]) OR "Coronary heart Disease") AND (((((((((((("High intensity interval training") OR "High-Intensity Interval Training"[Mesh]) OR "High intensity interval exercise") OR Hiit) OR "hiit training") OR "sprint interval training") OR "Anaerobic interval training") OR "Low-Volume high intensity interval training") OR "Interval training") OR "Cardiac rehabilitation") OR "Cardiac Rehabilitation"[Mesh]))) Sort by: **Best Match Filters: **Controlled Clinical Trial** [371](#).**

4. Condición o dominio en estudio.

Según el cuarto consenso universal de expertos sobre Infarto Cardíaco publicado en el año 2018, la definición clínica de Infarto agudo al miocardio se debe utilizar cuando hay una lesión miocárdica aguda, detectada por biomarcadores cardíacos anormales, junto con evidencia clínica de isquemia miocárdica aguda.(1)

Los programas de rehabilitación cardíaca tienen por objetivo limitar los efectos fisiológicos y psicológicos de la enfermedad cardíaca, reducir el riesgo de muerte súbita o reinfarto, controlar los síntomas cardíacos, estabilizar o revertir el proceso aterosclerótico y mejorar el estado psicosocial(7)

Uno de los componentes dentro de la rehabilitación cardíaca es la prescripción de ejercicio físico, siendo objetivos de tratamiento el aumento de la capacidad funcional y la capacidad aeróbica de los participantes. La capacidad aeróbica ha sido asociado tanto en población sana como en aquellas personas que presentan alteraciones cardiovasculares como un predictor sobre la mortalidad (35,36).

5. Participantes / población.

- Usuarios que hayan participado de un programa de ejercicio físico supervisado o en rehabilitación cardíaca Fase II, con el objetivo de realizar prevención secundaria
- Sin restricciones por género.
- La edad de los participantes debe ser mayores de 18 años y menores de 80 años
- Los participantes deberán contar con diagnóstico clínico de enfermedad arterial coronaria tales como Infarto agudo al miocardio, Angina, sometidos a terapia de reperfusión farmacológica o mecánica. Se excluirán aquellos que presenten insuficiencia cardíaca.

6. Intervención (es), exposición (es).

El ejercicio físico se entiende como la realización de actividad física de manera planificada, estructurada y repetitiva, que tiene como objetivo la mantención o mejora de los componentes de la aptitud física (37)

El entrenamiento a intervalos de alta intensidad (HIIT) no cuenta con una definición estándar, sin embargo describe el ejercicio físico que se caracteriza por breves e intermitentes periodos de actividad vigorosa, generalmente realizado a una intensidad que provoca el 80% (pero a menudo 85-95%) de la frecuencia cardíaca máxima, intercalado con periodos de descanso absoluto o ejercicio de baja intensidad (16). Las variables de este tipo de entrenamiento son: intensidad, duración del intervalo de ejercicio, tiempo de recuperación, intensidad de ejercicio durante la recuperación número de intervalos y modo de ejercicio. De acuerdo a la literatura reciente se ha propuesto que diferentes protocolos de entrenamiento intermitente producen respuestas biológicas diferentes, por lo que es necesario agruparlos de acuerdo a su diseño, para interpretar sus resultados(38).

7. Comparador (es) / control.

El Ejercicio continuo de moderada intensidad es una prescripción tradicional, generalmente implica la realización de ejercicio aeróbico durante 30–60 min para alcanzar un 40–80% del VO₂ peak (39). Este tipo de ejercicio es recomendado por un gran número de Sociedades de Cardiología a nivel mundial(10), siendo considerado hasta ahora una modalidad de entrenamiento seguro y fácil de implementar. El objetivo principal del entrenamiento continuo es realizar períodos de ejercicio más largos para lograr el estado estable del metabolismo (40).

8. Tipos de estudios a incluir.

- Ensayos clínicos controlados aleatorios o cuasi-aleatorios
- Ensayos clínicos donde el grupo experimental sean modelos de ejercicio interválico de alta intensidad comparados con el ejercicio continuo de moderada intensidad
- Se incluyeron estudios de manera independiente de la duración del programa de ejercicios
- Se excluyeron estudios que presenten datos incompletos y que al contactar a los autores no existió respuesta con relación a la información faltante.
- Se excluyeron ensayos cruzados para evitar transferencia de efectos de las intervenciones.
- Se excluyeron artículos que no cumplan con la aprobación de comités de ética

9. Contexto.

Se incluirán estudios que realicen intervenciones a usuarios que formen parte de un programa ambulatorio de rehabilitación cardíaca fase II. Del mismo modo serán considerados los todos los estudios de manera independiente del nivel de ingresos económicos del país donde se realice la investigación

En la presente revisión se excluirán los estudios donde la prescripción y monitorización del ejercicio se realice a distancia

10. Resultado (s) principal (es).

- Consumo máximo de oxígeno

Según la literatura la capacidad cardiorrespiratoria se ha asociado con el riesgo de mortalidad tanto en población sana como en personas con enfermedad cardiovascular. La Asociación Americana del Corazón la ha propuesto como un indicador o signo vital (41). De acuerdo a los resultados de investigaciones el cambio en un MET en la capacidad aeróbica es capaz de disminuir

la mortalidad en un 15 % (42)

11. Resultado (s) adicional (es).

- Calidad de vida
- Niveles de mortalidad
- Eventos adversos

12. Extracción de datos (selección y codificación).

Dos revisores evaluaron de forma independiente los títulos y / o los resúmenes de los estudios obtenidos mediante la estrategia de búsqueda y los de fuentes adicionales para identificar los estudios que potencialmente cumplían con los criterios de inclusión descritos anteriormente. Los textos que se encontraban en otro idioma diferente del español, fueron traducidos antes de ser evaluados. El texto completo de estos estudios potencialmente elegibles fue recuperado y evaluado de forma independiente por dos miembros del equipo de revisión. Los desacuerdos entre ellos sobre la elegibilidad de determinados estudios se resolvieron mediante la discusión con un tercer revisor.

Se utilizó una forma estandarizada y pre-piloto para extraer los datos de los estudios incluidos para evaluar la calidad del estudio y la síntesis de la evidencia. La información extraída incluyó: estudio de la población, las características de los participantes; detalles de las condiciones de intervención y control; metodología de estudio; tasas de reclutamiento y finalización de estudios; resultados y tiempos de medición; indicadores de aceptabilidad para los usuarios; mecanismos sugeridos de acción de intervención; Información para la evaluación del riesgo de sesgo.

13. Evaluación del riesgo de sesgo (calidad).

Dos autores de la revisión evaluaron de forma independiente el riesgo de sesgo en los estudios incluidos. Se utilizó la herramienta de evaluación de riesgo de sesgo recomendada por Cochrane, que considera la generación de secuencias, ocultamiento de la asignación, el cegamiento de los participantes y del personal, cegamiento de los evaluadores de resultado, datos de resultados incompletos e informe de resultado selectivo.

14. Estrategia para la síntesis de datos

Se realizó una síntesis narrativa de los hallazgos de los estudios incluidos, estructurados en torno al tipo de intervención, las características de la población objetivo, el contenido de la intervención en cuanto a la duración de los programas y la frecuencia de entrenamiento.

Se elaboraron resúmenes de los efectos de la intervención para cada estudio mediante el cálculo de diferencias de medias para resultados continuos.

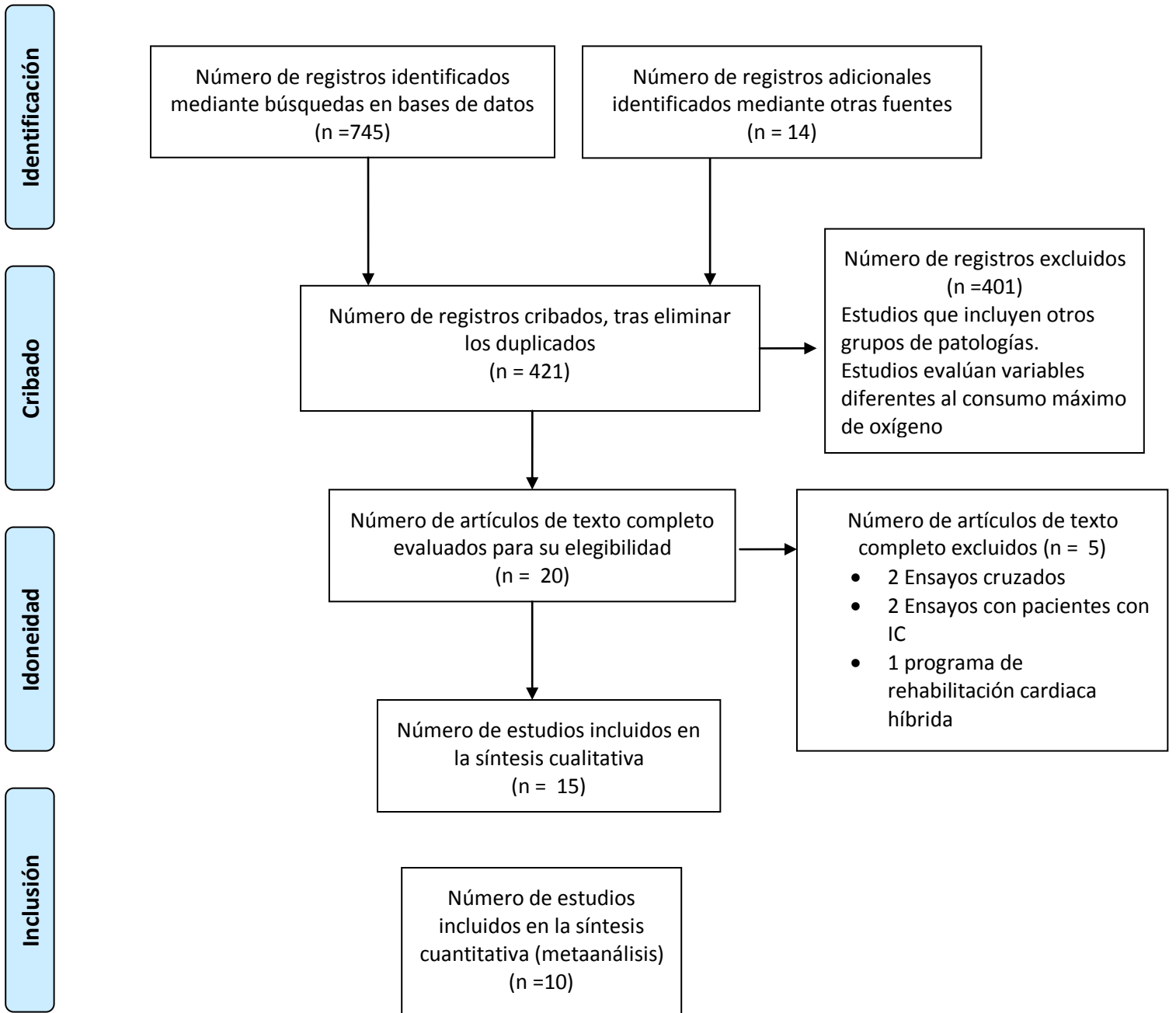
Con respecto a los resultados obtenidos de la revisión literatura, se realizó un metaanálisis considerando a todos los estudios que contaron con el mismo tipo de intervención y comparador, además de contar con la misma medida de resultado. Los 10 estudios incluidos en el metaanálisis, fueron agrupados mediante un modelo de efectos aleatorios, a través de la diferencia de medias para los resultados continuos, calculando los intervalos de confianza al 95%. La heterogeneidad entre los estudios en las medidas de efecto se evaluó utilizando la prueba estadística I². Consideramos un valor de I² superior al 50% como un indicador de heterogeneidad sustancial. Además, evaluamos la evidencia de sesgo de publicación.

15. Análisis de subgrupos o subconjuntos

El ejercicio interválico de alta intensidad se clasificó en de acuerdo a las características de diseño del programa de ejercicios

- **Género:** (1) hombre, (2) mujer.
- **Capacidad funcional al ingreso al programa de rehabilitación cardiaca:** (1) <7 Mets (2) >7 Mets.
- **Dominio de intensidad de ejercicio** (1) de ligero a moderado (2) de moderado a alta (3) de alta a severa (4) de severo a extremo
- **Duración del Intervalo:** (1) intervalos cortos (desde 10 segundos a un minuto), (2) intervalos de media duración (sobre un minuto hasta 3 minutos) (3) intervalos de larga duración (sobre 3 minutos hasta 15 minutos).

Diagrama de Flujo PRISMA



Resultados

La búsqueda inicial dio como resultado un total de 759 referencias. Después de eliminar los artículos duplicados, se revisaron los títulos y resúmenes de 421 estudios. Tras la lectura por parte de dos revisores ciegos, se seleccionaron 20 artículos para determinar su elegibilidad. Se identificaron 12 artículos que fueron acordados entre los revisores y 3 estudios tuvieron que ser consultados al 3^{er} revisor, quien definió su inclusión en la revisión. Finalmente se incluyeron 15 ensayos clínicos aleatorizados que cumplían con los criterios de elegibilidad para la revisión sistemática y el metaanálisis (Figura3).

Estudios incluidos.

Quince estudios fueron incluidos en el análisis narrativo, de los cuales todos se publicaron en inglés. Los ECA se realizaron en 8 países, Brasil (n =4), Noruega (n=4), Canadá (n=2), Corea del Sur (n=2) EE. UU. (N =1), Bélgica (n =1), España (n =1) y Australia (n=1). El total de participantes analizados en todos los estudios fue de 704 participantes, de los cuales 349 fueron parte del grupo de ejercicio intermitente de alta intensidad y 355 realizaron ejercicio continuo de moderada intensidad. Todos los estudios informaron la distribución del sexo de sus participantes, donde hubo 2,7 veces más hombres (612) que mujeres (220). La edad de los participantes fue calculada a través de una media ponderada dando como resultado una media de 58,35 años. De los 15 estudios 7 informaron edades medias inferiores a 60 años y 8 estudios reportaron edades medias superiores a los 60 años. Las características de los estudios se presentan en la tabla 1. La duración de los programas de ejercicio se detalló en todos los ensayos incluidos, la cual varió desde las 6 hasta las 24 semanas, con relación a lo anterior 2 estudios informaron una duración < 6 semanas(43,44),nueve estudios reportaron una duración de la intervención de 7 a 12 semanas(45-53) y 4 estudios superaron las 12 semanas de tratamiento (54-57).Catorce estudios informaron la frecuencia de entrenamiento de acuerdo a los días por semana que asistían los participantes a completar la intervención. En base a lo anterior, diez estudios informaron que los participantes entrenaban 3 veces por semana (44-46,48,50-54,57)y cuatro estudios informaron su asistencia a 2 sesiones por semana (43,49,55,56).

Características de los estudios incluidos

El modo de ejercicio durante las sesiones fue informado por catorce de los estudios, de los cuales tres utilizaron cicloergómetros (43,45,46,57), siete estudios emplearon la cinta de correr (44,47,48,51,52,54) y en tres investigaciones se permitió la elección o combinación de la cinta de correr, ciclismo o ergómetro de brazos (50,55,56). La intensidad del ejercicio fue definida en ocho estudios a través de un porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima(46,47,49,50,53-55,57), en los cuales todos sobrepasaron el 80 % de la Fc Max. Tres estudios informaron la medición de la intensidad por medio de un porcentaje de la frecuencia cardíaca de reserva (44,48,56) siendo utilizado un rango de intensidad que variaba desde el 85 hasta 95 % de la FC de reserva. Uno de los estudios utilizó el porcentaje de la potencia máxima(45). Un estudio informó la definición de la intensidad en base a la carga de trabajo en vatios (43). Dos estudios reportaron la definición de la intensidad de acuerdo a los valores obtenidos con respecto a los umbrales ventilatorios (51,52). La duración del intervalo en tres estudios fue de 20 segundos a 1 minuto (43,45,46) cuatro estudios utilizaron intervalos que estaban entre un minuto y menos de 4 minutos (51,52,54,56). Se registraron ocho estudios donde la duración del intervalo fue igual o superior a los 4 minutos (44,47-50,53,55,57). Todos los estudios incluyeron intervalos de pausa activa. Las características de las intervenciones y los resultados de los programas de ejercicio se presentan en las tablas 2 y 3.

Estudios Excluidos

Características de los estudios

De los 5 estudios que fueron excluidos, dos incluyeron a participantes que tenían el diagnóstico de insuficiencia cardíaca (58,59), dos de los estudios eran ensayos cruzados (60,61), uno de los ensayos consistía en un programa de rehabilitación cardíaca híbrida(62).

Evaluación del riesgo de sesgos.

Se utilizó la herramienta para la evaluación del riesgo de sesgos recomendada por la colaboración Cochrane. El riesgo de sesgos general de los estudios incluidos es moderado. La representación gráfica del riesgo de sesgos se presenta en las figuras 1 y 2.

- Generación de secuencia aleatoria

Trece de los estudios reportaron que los sujetos que participaron de las intervenciones fueron asignados a los grupos de acuerdo al azar. (44,45,56,57,63,47-54). Sin embargo no se declara el método de aleatorización. Uno de los estudios cuenta con un solo brazo de estudio(46).

- Ocultamiento de la asignación

Cuatro investigaciones informaron que utilizaron como método de ocultamiento de la asignación el uso de un computador con un generador de números aleatorizados (47,48,50,53). Por otra parte en cinco estudios se desconoce si hubo ocultamiento de la asignación (44,49,51,52,56).

- Cegamiento de los participantes y el personal

En intervenciones basadas en ejercicio ni los participantes ni el personal pueden ser cegados. Sin embargo, si es posible lograr el cegamiento de la evaluación de los resultados.

- Cegamiento de la evaluación de resultados

Dos investigaciones declararon directamente que la evaluación de sus resultados no fueron cegados (44,49). Por otra parte cinco investigaciones informaron que dentro del diseño de sus estudios contaban con una persona dedicada exclusivamente al análisis de los datos y que además fue cegada con respecto a las intervenciones(47,48,50,51,53).

- Otro sesgo.

Se consideró como un sesgo cuando los programas de entrenamiento reforzarán el incremento de los niveles de actividad física durante el periodo de intervención propuesto, puesto que podría ser un factor de confusión al momento de interpretar el efecto de los modelos de ejercicio (43,56).

Para evaluar el sesgo de publicación se realizó el gráfico de embudo, donde es posible señalar que los datos obtenidos son aceptables Fig. 4.

Efectos de las intervenciones

Capacidad aeróbica

El ejercicio intermitente es capaz de producir mayores cambios sobre el consumo máximo de oxígeno en comparación con el ejercicio continuo generando un aumento de 2,81 ml/kg/min con un intervalo de confianza al 95% de 1,38-4,24 ml/kg/min. El nivel de heterogeneidad de los

10 estudios incluidos en el metaanálisis es moderado con un valor de I² del 31%. En base a lo anterior, en el metaanálisis se privilegió un enfoque conservador utilizando un modelo de efectos aleatorios para el procesamiento de los datos. Se realizó un análisis por subgrupos incluyendo a dos estudios clasificados con intervalos de corta duración, 2 estudios con intervalos de mediana duración y 6 estudios con intervalos de larga duración. Los datos en el estudio fueron presentados en función de las medias con sus desviaciones estándar o errores estándar y en uno de los casos en medianas. Por lo que solo fueron considerados los estudios que presentaban sus resultados con los mismos indicadores. De acuerdo al análisis por subgrupos, los intervalos de corta duración generaron cambios de 1,46 ml Kg min con un intervalo de confianza de (-0,82-3,73) ml kg min, los intervalos de mediana duración obtuvieron una variación de 3,24 ml kg min con un intervalo de confianza de (0,43-6,04) ml kg min y los intervalos de larga duración provocaron modificaciones de 3,46 ml kg min con un intervalo de confianza de (1,06-5,86) ml kg min, todos comparados con el ejercicio continuo de moderada intensidad.

Resultados Secundarios

Mortalidad

No hubo estudios que reportarán dentro de sus resultados niveles de mortalidad, ninguno de los estudios incluyó un seguimiento post intervención con el objetivo de informar este indicador.

Calidad de vida

Tres estudios evaluaron la calidad de vida post intervención, dos investigaciones utilizaron el SF 36(43,57). Una de las investigaciones utilizó el cuestionario de calidad de vida relacionada con la salud en paciente con cardiopatía de MacNew (MacNew), el que según los autores ha demostrado ser válido, confiable, sensible y aplicable a pacientes después de un IM(50).

Eventos adversos

Doce estudios reportaron la ocurrencia o ausencia de eventos adversos durante el desarrollo del programa de ejercicio físico, de los cuales ocho investigaciones no presentaron casos de eventos adversos cardiovasculares mayores o menores (43-46,49,50,54,57) un paciente del cual no se detalló a qué grupo de intervención estuvo asignado presentó un colapso ortostático (55). En uno de los estudios se detalló la presencia de dolor articular, específicamente en la rodilla en ambos grupos de tratamiento(48).

Discusión

Si bien los resultados de la presente revisión sugieren que el ejercicio interválico produce mayores ganancias con respecto al consumo de oxígeno en comparación el ejercicio continuo los datos deben ser analizados con precaución, considerando ciertos elementos tales como el diseño del programa de ejercicio interválico. De acuerdo con los hallazgos de la literatura, existe gran diversidad de diseños de sesiones de entrenamiento que varían desde los 15 segundos hasta los 4 minutos de trabajo a alta intensidad por intervalo, por lo que para la realización del análisis estadístico se agruparon los estudios en función de la duración del tiempo del intervalo(64). Es importante mencionar que la distribución de la cantidad de estudios efectuados que emplean cada modelo posiciona a los intervalos de larga duración como uno de los métodos más utilizados, siendo denominado estos últimos en los estudios como entrenamiento aeróbico interválico de alta intensidad.

Según las limitaciones que fueron reportadas por las investigaciones se encuentra el mecanismo utilizado para determinar la intensidad del entrenamiento, que de acuerdo a los ensayos incluidos pueden variar desde utilizar un porcentaje del VO₂ peak, FC máx, la potencia máxima de trabajo o la sensación subjetiva de esfuerzo. En base a lo anterior, 3 de los 8 estudios

que realizaron ejercicio aeróbico intermitente de alta intensidad(48,50,57) indicaron que los participantes no alcanzaron la frecuencia cardiaca prescrita en el diseño, siendo uno de ellos el estudio SAINTEX- CAD, que hasta el momento es el ensayo multicéntrico aleatorizado con mayor tamaño muestral realizado a nivel internacional y que tuvo lugar en 2 centros de rehabilitación cardiaca en Bélgica. Dentro de los motivos que se sugieren para esta situación se encuentra la necesidad de disminuir la intensidad, para evitar la hiperventilación extrema o la interrupción total de la sesión de entrenamiento.

Una de las explicaciones que fueron proporcionadas por los investigadores para el incumplimiento de la intensidad prescrita, es la presencia en los diseños de estudios de solo una prueba inicial de valoración de la aptitud cardiorrespiratoria, puesto que no fue posible asegurar que los participantes alcanzaran realmente su máximo esfuerzo al inicio del estudio, lo que impacta sobre los porcentajes efectivos de frecuencia cardiaca empleados durante el entrenamiento.

En el caso de los estudios que emplearon intervalos de mediana duración uno de los ensayos destaca el desbalance en cuanto a la prevalencia de hipertensión en los participantes de los grupos de intervención, sosteniendo que existe un mayor riesgo de complicaciones o una respuesta inadecuada al ejercicio, debido al aumento de la carga de trabajo del ventrículo izquierdo, sin embargo en esta investigación no se declararon eventos adversos (52).

Ninguno de los estudios incluyó un periodo de seguimiento a corto o largo plazo con el objetivo de identificar los beneficios posteriores de cada uno de los modelos de ejercicios.

Calidad de la evidencia

La evidencia hasta la fecha se limita a estudios con tamaños de muestra pequeños y con un moderado riesgo de sesgo metodológico, lo que dificulta la obtención de conclusiones sobre la eficacia de los distintos modelos de ejercicio interválico en comparación con el ejercicio continuo sobre la aptitud cardiorrespiratoria.

Si bien el abandono de participantes dentro de una intervención basada en entrenamiento es posible debido a la gran variedad de elementos que determinan la adherencia, nueve de los ensayos presentaron abandonos de los participantes del estudio asociadas a limitaciones laborales, falta de motivación, situaciones de salud no cardiovasculares. Del mismo modo dos investigaciones declararon que tuvieron pérdidas durante el seguimiento de sus participantes

Conclusiones de los autores

Implicancias para la práctica clínica

De acuerdo a los resultados obtenidos de la revisión de los estudios científicos relacionados con el entrenamiento intermitente de alta intensidad, es posible concluir que las implicancias clínicas de esta investigación sugieren que existe un mayor nivel de evidencia, para aplicar este tipo de intervenciones en hombres, con una edad inferior a los 80 años y que además cuenten con una capacidad funcional moderada a alta, por lo tanto una estratificación del riesgo bajo a moderado y encontrarse clínicamente estables. Con respecto a la seguridad de todos los modelos estudiados, es posible establecer que en los ensayos se reportó un nivel similar de eventos adversos entre el ejercicio continuo y los diferentes tipos de ejercicio interválico. Sin embargo, aún es necesario contar con una mayor cantidad de estudios para establecer con mayor precisión la seguridad de entrenar a mayor intensidad. Considerando como objetivo el cumplimiento de la intensidad de entrenamiento, es posible señalar que los modelos que cuentan con intervalos de corta y mediana duración obtuvieron un mayor nivel logro relacionada con el diseño inicial propuesto en la metodología de estos estudios.

Implicancias para la investigación científica.

Los resultados obtenidos dejan clara la necesidad de aumentar la cantidad de estudios que evalúen la efectividad de la realización de programas de ejercicio que consideren intervalos de corta y mediana duración sobre la capacidad aeróbica, lo que permitiría poder establecer comparaciones de mayor confiabilidad. El diseño de futuras investigaciones debe considerar el efecto de la intervención sobre la población mayor de 80 años, las mujeres y pacientes que sean estratificados con riesgo alto para realizar ejercicio físico. Lo anterior debido al aumento de la expectativa de vida y la disminución de la edad de presentación de enfermedad coronaria en mujeres. Del mismo modo, es necesario conocer los efectos a largo plazo de cada modelo de ejercicio, los cambios sobre la calidad de vida de los usuarios y de manera muy importante poder identificar las preferencias de los pacientes con respecto a la alta intensidad asociada la duración de los intervalos de entrenamiento. Los ECA deben ser realizados con un mayor control del riesgo de sesgos, relacionado con el ocultamiento de la asignación, el cegamiento para la evaluación de los resultados y controlar los niveles de actividad física que se realizan de manera externa al programa de intervención. Finalmente es necesario aclarar la terminología utilizada para clasificar los diferentes modelos de ejercicio intermitente de alta intensidad.

Tabla 1 Características de los estudios

ESTUDIO	EDAD (años)	HOMBRES N°	MUJERES N°	TOTAL N°
(Currie et al. 2013)	HIIT: 62±11 CONT: 68±8	27	3	30
(Vilhelabaitia Jaureguizar et al. 2016)	58±11 (total)	58	14	72
(Andrew Keech. 2019)	53 ± 7 (total)	28	1	29
(Cardozo et al. 2015)	HIT: 56 ± 12 MICT: 62 ± 12	29	18	47
(Prado et al. 2016)	59,3 ± 1,8 (total)	28	7	35
(Rocco et al. 2012)	60 ±1,7 (total)	29	8	37
(Warburton et al. 2005)	56 ± 7 (total)	14	14	28
(Amundsen et al. 2008)	HIIT 63±11 MICT 61±7	14	3	17
(Choi et al. 2018)	54,93 ± 9,91 (total)	39	5	44
(Keteyian et al. 2014)	HIIT 60 ± 7 MCT 58 ± 9	23	16	39
(Kim, Choi, and Lim 2015)	HIIT 57 ± 11.58 MICT 60.2 ± 13.64	22	6	28
(Moholdt et al. 2012)	57.4±9.5 (total)	74	15	89
(Munk et al. 2009)	HIIT 57 (14) MICT61 (10)	33	7	40
(Rognmo et al. 2004)	HIT 62.9±11.2 MICT 61.2±7.3	14	3	17
(Conrads et al. 2015)	58.4 ± 9.1 años	180	100	280

Tabla 2 Parámetros de programas de ejercicio

ESTUDIO	INTENSIDAD(HIIT)	TIEMPO DE INTERVALO	INTENSIDAD (MICT)	Duración (sem)	Días /sem
(Currie et al. 2013)	Intervalo isocalórico/ 89% tasa de trabajo máxima	10 x 1 x1	58 % PPO	12	3
(Vilhelbeitia Jaureguizar et al. 2016)	50% de la carga máxima alcanzada con el SRT (intervalos máximos)	repeticiones de 20 segundos / períodos de recuperación de 40 seg	FC de entrenamiento por debajo de una FC correspondiente a la FC en V T 1 durante el primer mes	8	3
(Andrew Keech. 2019)	Frecuencia cardíaca máxima de 85-90%,	15 repeticiones x 30 segundos de ciclismo		6	2
(Cardozo et al. 2015)	90% de FC máxima) y más bajas (60% de FC máxima)	cada 2 minutos	Intensidad constante entre el 70 y el 75% del pico de FC	16	3
(Prado et al. 2016)	Intensidad del umbral ventilatorio	siete series de 3 min a RCP y siete series de 3 min de pausa activa	Vt umbral anaeróbico	12	3
(Rocco et al. 2012)	En el punto de compensación respiratoria	3 minutos de ejercicio	Vt umbral anaeróbico	12	3
(Warburton et al. 2005)	90% de frecuencia cardíaca / reserva de VO2 [rango 85% a 95%]	2 minutos	Ejercicio aeróbico continuo al 65% de la frecuencia cardíaca / reserva de VO2	16	2
(Amundsen et al. 2008)	80 90% de VO2 pico (85 95% de HR pico)	Intervalos de 4 x 4 minutos	50 60% del pico de VO2 durante 41 minutos	10	
(Choi et al. 2018)	85% -100% de la frecuencia cardíaca máxima (FCmáx)	4 x 4 min recuperación durante 3 minutos	60% al 70% de la Fcmáx	18	2
(Keteyian et al. 2014)	Al 80% al 90% de la reserva de frecuencia cardíaca	Intervalos de 4 x 4 minutos	60% a 80% de la reserva de frecuencia cardíaca	10	3
(Kim, Choi, and Lim 2015)	85% Y95% de HRR pausas activas de 3 minutos al 50% Y 70% de HRR	cuatro veces de intervalos de 4 minutos	Caminata de 25 minutos en una cinta continua continuamente al 70% Y85% de HRR	6	3
(Moholdt et al. 2012)	85-95% de la FC máxima	Intervalos de 4 x 4 minutos	Ejercicio vigoroso / no especificó la intensidad del ejercicio durante la atención habitual	12	3
(Munk et al. 2009)	80% al 90% de la frecuencia cardíaca máxima	Intervalos de 4 minutos	Atención habitual	24	3
(Rognmo et al. 2004)	80-90% de VO2 pico	Intervalos de 4 x 4 minutos	50-60% de VO2 pico	10	3
(Conraads et al. 2015)	85-90% del pico VO2,90-95% de la frecuencia cardíaca máxima	4x4 minutos	(60-70% del pico de VO2,65-75% de la frecuencia cardíaca máxima)	12	3

Tabla 3 Resultados de las intervenciones sobre la capacidad cardiorrespiratoria

ESTUDIO	TIPO DE ENTRENAMIENTO	GRUPO INTERVALICO (ml /kg /min)		GRUPO CONTINUO (ml /kg/min)	
		PRE	POST	PRE	POST
(Currie et al. 2013)	Cicloergómetro	19,8 ±3,7	24,5 ±4,5	18,7 ±5,7	22,3 ±6,1
(Vilhelbeitia Jaureguizar et al. 2016)	Cicloergómetro	19.4 ± 4.7	24.0 ± 4.8	20.3 ± 5.0	22.8 ± 6.5
(Andrew Keech. 2019)	Cicloergómetro	28.3 ± 8.0	31.4 ± 8.4		
(Cardozo et al. 2015)	Treadmill	20,6 ±5	24,4±5	21,8±6	21,9±6
(Prado et al. 2016)	Treadmill	17,9±1,0	22,3+- 1,1	18.8±1.2	23 ±1,3
(Rocco et al. 2012)	Treadmill	17,1±1.0	22,3 ± 1,3	18,0±1,2	22,3±1,1
(Warburton et al. 2005)	Treadmill, escaladora o treadmill	22 ±4	29 ±8	21±3	23±2
(Amundsen et al. 2008)	Caminata cuesta arriba en Treadmill	32 (22 - 51)	37 (24 - 64)	31 (24-40)	35 (24 - 43)
(Choi et al. 2018)		31.9±6.3	39.5±6.7	28.0 ±8.6	30.4±8.5
(Keteyian et al. 2014)	Treadmill	22.4 ± 4.2	26.0 ± 5.9	21.8 ± 4.0	23.5 ± 4.6
(Kim, Choi, and Lim 2015)	Caminata en treadmill	29.1± 5.5	35.6±7.7	27.1± 8.2	29.6±8.6
(Moholdt et al. 2012)	caminar, trotar, estocadas y sentadillas	31.6±5.8	36.2±8.6	32.2±6.7	34.7±7.9
(Munk et al. 2009)	Cicloergómetro o treadmill	23.2 (5.7)	27.1 (8)	19.1 (6.4)	20.6 (5.7)
(Rognmo et al. 2004)	Caminata cuesta arriba en treadmill .	31.8 ± 9.3	37.8 ± 12.4	32.1 ± 5.3	34.8 ± 5.7
(Conraads et al. 2015)	Cicloergómetro	23.5 ± 5.7	28.6 ± 6.9	22.4 ± 5.6	26.8 ± 6.7

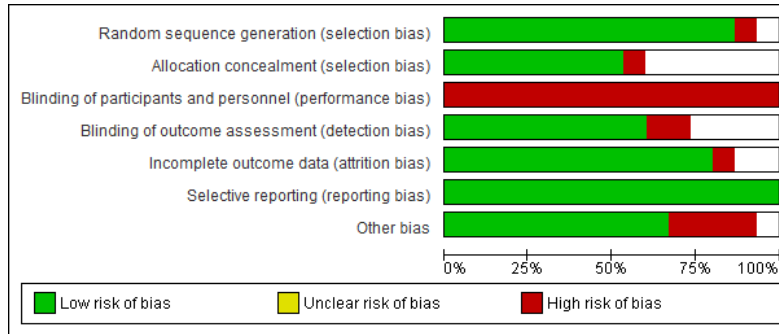


Figura 1 Gráfico de riesgo de sesgos

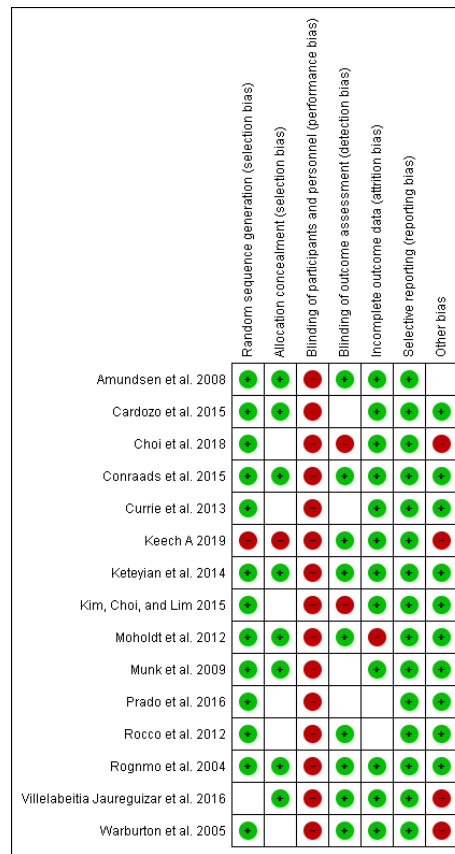


Figura 2. Resumen del riesgo de sesgos según el juicio de los revisores considerando cada elemento del riesgo de sesgo para cada estudio incluido.

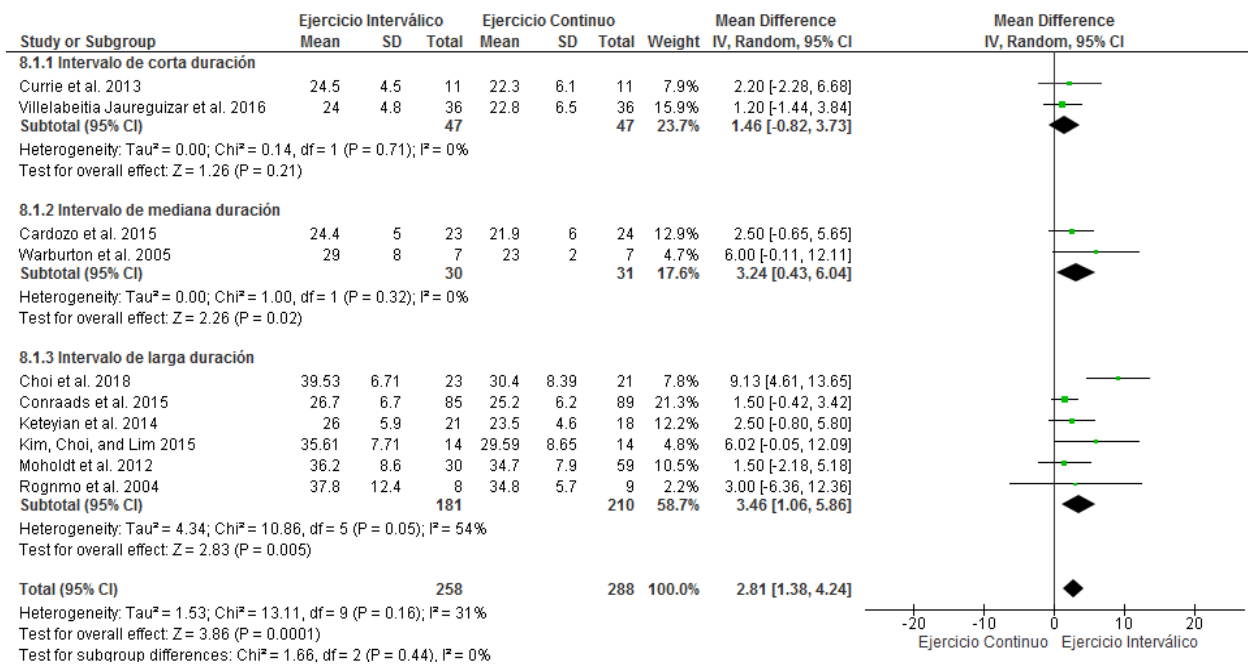


Figura 3 Metaanálisis que representa cambios en la capacidad aeróbica frente a ejercicio interválico de alta intensidad vs ejercicio continuo (diferencias de medias expresadas en ml/kg/min)

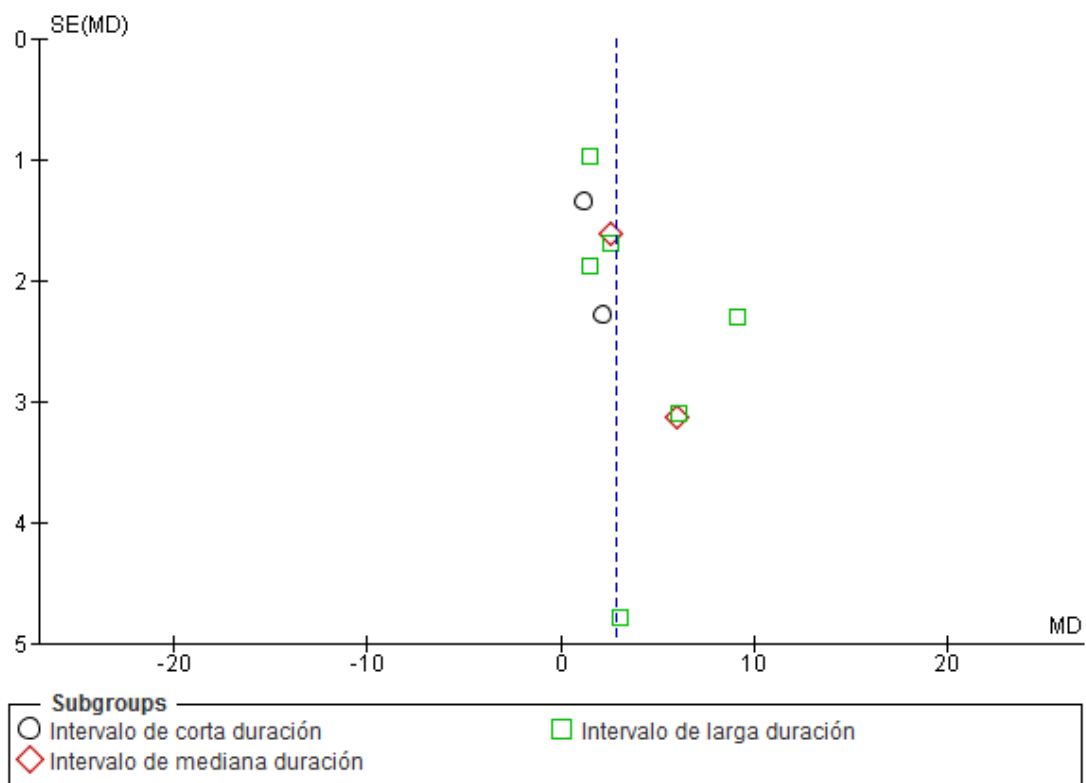


Figura4 Funnel plot

Bibliografía

1. Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, Chaitman BR, Bax JJ, Morrow DA, et al. Fourth Universal Definition of Myocardial Infarction (2018). *J Am Coll Cardiol* [Internet]. 2018;
2. Salim Y, Hawken S, Ounpuu S, Dans T, Avezum A. Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries in a case-control study based on the INTERHEART study. *Lancet*. 2006;147(15):675–86.
3. Mozaffarian D, Benjamin EJ, Go AS, Arnett DK, Blaha MJ, Cushman M, et al. Executive summary: Heart disease and stroke statistics-2016 update: A Report from the American Heart Association. *Circulation*. 2016;133(4):447–54.
4. Nazzari C, Alonso FT. Incidencia y letalidad por infarto agudo del miocardio en Chile: 2001-2007. *Rev Med Chil* [Internet]. 2011 Oct [cited 2018 Aug 8];139(10):1253–60.
5. U FF. Mortalidad por infarto del miocardio en Chile. Trombolíticos o angioplastia. *Rev Med Chil*. 2011;139:1393–5.
6. Anderson L, Oldridge N, Thompson DR, Zwisler AD, Rees K, Martin N, et al. Exercise-Based Cardiac Rehabilitation for Coronary Heart Disease Cochrane Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Coll Cardiol*. 2016;67(1):1–12.
7. Thomas RJ, King M, Lui K, Oldridge N, Piña IL, Spertus J. AACVPR / ACC / AHA 2007 performance measures on cardiac rehabilitation for referral to and delivery of cardiac rehabilitation / secondary prevention services. *Circulation*. 2007;116(14):1611–42.
8. Santibáñez C, Pérez C, López F, Cortés M, Araya M, Burdiat G. Situación actual de la rehabilitación cardíaca en Chile. *Rev Med Chil* [Internet]. 2012;140:561–8.
9. Serón P, Lanas F, Ríos E, Bonfill X, Alonso-Coello P. Evaluation of the quality of clinical guidelines for cardiac rehabilitation: A critical review. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2015;35(1):1–12.
10. Price KJ, Gordon BA, Bird SR, Benson AC. A review of guidelines for cardiac rehabilitation exercise programmes: Is there an international consensus? *Eur J Prev Cardiol*. 2016;23(16):1715–33.
11. Ministerio De Salud, Santiago M. 5.- Guía clínica infarto agudo del miocardio con supradesnivel del segmento ST [Internet]. 2010. 44 p.
12. Caspersen CJ, Christenson GM. Physical Activity, Exercise, and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research. 1985;(April).
13. Taylor RS, Brown A, Ebrahim S, Jolliffe J, Noorani H, Rees K, et al. Exercise-based rehabilitation for patients with coronary heart disease: Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Med*. 2004;116(10):682–92.
14. Nazzari C, Lanas F, Garmendia ML, Bugueño C, Mercadal E, Garcés E, et al. Universal health coverage and accomplishment of secondary prevention goals among patients with acute myocardial infarction. *Rev Med Chil* [Internet]. 2013;141(8):977–86.
15. Joyner MJ, Lundby C. Concepts about VO₂max and Trainability Are Context Dependent. *Exerc Sport Sci Rev*. 2018;46(3):138–43.
16. MacInnis MJ, Gibala MJ. Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. *J Physiol*. 2017;595(9):2915–30.
17. Fiuza-Luces C, Santos-Lozano A, Joyner M, Carrera-Bastos P, Picazo O, Zugaza JL, et al. Exercise benefits in cardiovascular disease: beyond attenuation of traditional risk factors. *Nat Rev Cardiol*. 2018;15(12):731–43.
18. Dimopoulos S, Anastasiou-Nana M, Sakellariou D, Drakos S, Kapsimalakou S, Maroulidis G, et al. Effects of exercise rehabilitation program on heart rate recovery in patients with chronic heart failure. *Eur J Prev Cardiol*. 2006;13(1):67–73.
19. Liou K, Ho S, Fildes J, Ooi SY. High Intensity Interval versus Moderate Intensity Continuous Training in Patients with Coronary Artery Disease: A Meta-analysis of Physiological and Clinical Parameters. *Heart Lung Circ* [Internet]. 2016;25(2):166–74.
20. De Nardi AT, Tolves T, Lenzi TL, Signori LU, Silva AMV da. High-intensity interval training versus continuous training on physiological and metabolic variables in prediabetes and type 2 diabetes: A meta-analysis. *Diabetes Res Clin Pract*. 2018;137:149–59.
21. Hardie DG. AMP-activated protein kinase—an energy sensor that regulates all aspects of cell

- function. *Genes Dev.* 2011;25(18):1895–908.
22. Little JP, Gillen JB, Percival ME, Safdar A, Tarnopolsky MA, Punthakee Z, et al. Low-volume high-intensity interval training reduces hyperglycemia and increases muscle mitochondrial capacity in patients with type 2 diabetes. *J Appl Physiol* [Internet]. 2011 Dec;111(6):1554–60.
 23. Little JP, Safdar A, Wilkin GP, Tarnopolsky MA, Gibala MJ. A practical model of low-volume high-intensity interval training induces mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle: Potential mechanisms. *J Physiol.* 2010;588(6):1011–22.
 24. Bouchard C, Blair SN, Church TS, Earnest CP, Hagberg JM, Häkkinen K, et al. Adverse metabolic response to regular exercise: Is it a rare or common occurrence? *PLoS One.* 2012;7(5).
 25. Thijssen DHJ, Cable NT, Green DJ. Impact of exercise training on arterial wall thickness in humans. *Clin Sci* [Internet]. 2012;122(7):311–22.
 26. Hoppeler H, Flu M. Plasticity of Skeletal Muscle Mitochondria: Structure. 2003;(August 2002):95–104.
 27. Martinez-Huenchullan SF, Maharjan BR, Williams PF, Tam CS, Mclennan S V., Twigg SM. Differential metabolic effects of constant moderate versus high intensity interval training in high-fat fed mice: possible role of muscle adiponectin. *Physiol Rep.* 2018;6(4).
 28. Boutcher SH. High-Intensity Intermittent Exercise and Fat Loss. 2011;2011.
 29. Jr RBB, Duncan MJ, Dalbo VJ, Tucker PS, Fenning AS. Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of intervention studies. 2017;494–503.
 30. Mancilla R, Torres P, Álvarez C, Schifferli I, Sapunar J, Bustos ED. Ejercicio físico interválico de alta intensidad mejora el control glicémico y la capacidad aeróbica en pacientes con intolerancia a la glucosa. *Rev Med Chil.* 2014;142(1):34–9.
 31. Rognmo O, Moholdt T, Bakken H, Hole T, Molstad P, Myhr NE, et al. Cardiovascular Risk of High- Versus Moderate-Intensity Aerobic Exercise in Coronary Heart Disease Patients. *Circulation* [Internet]. 2012;126(12):1436–40.
 32. Levinger I, Shaw CS, Stepto NK, Cassar S, Mcainch AJ, Cheetham C, et al. What Doesn ' t Kill You Makes You Fitter: A Systematic Review of High-Intensity Interval Exercise for Patients with Cardiovascular and Metabolic Diseases. 2015;10:53–63.
 33. Hannan AL, Hing W, Climstein M, Coombes JS, Furness J. Australian cardiac rehabilitation exercise parameter characteristics and perceptions of high-intensity interval training: a cross-sectional survey. 2018;79–89.
 34. Cassidy S, Thoma C, Houghton D, Trenell MI. High-intensity interval training: a review of its impact on glucose control and cardiometabolic health. *Diabetologia.* 2017;60(1):7–23.
 35. Keteyian SJ, Brawner CA, Savage PD, Ehrman JK, Schairer J, Divine G, et al. Peak aerobic capacity predicts prognosis in patients with coronary heart disease. *Am Heart J.* 2008;156(2):292–300.
 36. Kodama S. CLINICIAN ' S CORNER Cardiorespiratory Fitness as a Quantitative Predictor of All-Cause Mortality and Cardiovascular Events. *J Am Med Assoc.* 2009;301(19):2024–35.
 37. American College of Sports Medicine. Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Lippincott WK, Wilkins W&, editors. 2013.
 38. Stork MJ, Banfield LE, Gibala MJ, Martin Ginis KA. A scoping review of the psychological responses to interval exercise: is interval exercise a viable alternative to traditional exercise? *Health Psychol Rev.* 2017;11(4):324–44.
 39. Fletcher GF, Ades PA, Kligfield P, Arena R, Balady GJ, Bittner VA, et al. Exercise standards for testing and training: A scientific statement from the American heart association. *Circulation.* 2013;128(8):873–934.
 40. Gayda M, Ribeiro PAB, Juneau M, Nigam A. Comparison of Different Forms of Exercise Training in Patients With Cardiac Disease: Where Does High-Intensity Interval Training Fit? *Can J Cardiol.* 2016;32(4):485–94.
 41. Ross R, Blair SN, Arena R, Church TS, Després JP, Franklin BA, et al. Importance of Assessing Cardiorespiratory Fitness in Clinical Practice: A Case for Fitness as a Clinical Vital Sign: A Scientific Statement from the American Heart Association. Vol. 134, *Circulation.*

2016. 653–699 p.
42. Kaminsky LA, Arena R, Ellingsen Ø, Harber MP, Myers J, Ozemek C, et al. Cardiorespiratory fitness and cardiovascular disease - The past, present, and future. *Prog Cardiovasc Dis* [Internet]. 2019;62(2):86–93.
 43. Villelaibeitia Jaureguizar K, Vicente-Campos D, Ruiz Bautista L, De La Peña CH, Arriaza Gómez MJ, Calero Rueda MJ, et al. Effect of High-Intensity Interval Versus Continuous Exercise Training on Functional Capacity and Quality of Life in Patients with Coronary Artery Disease: A randomized clinical trial. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2016;36(2):96–105.
 44. Kim C, Choi HE, Lim MH. Effect of high interval training in acute myocardial infarction patients with drug-eluting stent. *Am J Phys Med Rehabil*. 2015;94(10):879–86.
 45. Currie KD, Dubberley JB, McKelvie RS, Macdonald MJ. Low-volume, high-intensity interval training in patients with CAD. *Med Sci Sports Exerc*. 2013;45(8):1436–42.
 46. Keech A, Holgate K, Fildes J, Indraratna P, Cummins L, Lewis C, et al. High-intensity interval training for patients with coronary artery disease: Finding the optimal balance. *Int J Cardiol* [Internet]. 2020;298:8–14.
 47. Amundsen BH, Rognmo Ø, Hatlen-Rebhan G, Slørdahl SA. High-intensity aerobic exercise improves diastolic function in coronary artery disease. *Scand Cardiovasc J*. 2008;42(2):110–7.
 48. Keteyian SJ, Hibner BA, Bronsteen K, Kerrigan D, Aldred HA, Reasons LM, et al. Greater improvement in cardiorespiratory fitness using higher-intensity interval training in the standard cardiac rehabilitation setting. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2014;34(2):98–105.
 49. Choi HY, Han HJ, Choi J won, Jung HY, Joa KL. Superior effects of high-intensity interval training compared to conventional therapy on cardiovascular and psychological aspects in myocardial infarction. *Ann Rehabil Med*. 2018;42(1):145–53.
 50. Moholdt T, Aamot IL, Granøien I, Gjerde L, Myklebust G, Walderhaug L, et al. Aerobic interval training increases peak oxygen uptake more than usual care exercise training in myocardial infarction patients: A randomized controlled study. *Clin Rehabil*. 2012;26(1):33–44.
 51. Rocco EA, Prado DML, Silva AG, Lazzari JMA, Bortz PC, Rocco DFM, et al. Effect of continuous and interval exercise training on the PETCO₂ response during a graded exercise test in patients with coronary artery disease. *Clinics*. 2012;67(6):623–7.
 52. Prado DML, Rocco EA, Silva AG, Rocco DF, Pacheco MT, Silva PF, et al. Effects of continuous vs interval exercise training on oxygen uptake efficiency slope in patients with coronary artery disease. *Brazilian J Med Biol Res = Rev Bras Pesqui medicas e Biol*. 2016;49(2):e4890.
 53. Rognmo Ø, Hetland E, Helgerud J, Hoff J, Slørdahl 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(3):216–22.
 54. Cardozo GG, Brandão de Oliveira R, de Meirelles LR, de Cassia Castelli da Rocha R, de Tarso Veras Farinatti P. Effects Of High Intensity Interval Vs. Moderate Continuous Training On Markers Of Ventilatory And Cardiac Efficiency In Coronary Heart Disease Patients. *Med Sci Sport Exerc*. 2015;47:791.
 55. Munk PS, Staal EM, Butt N, Isaksen K, Larsen AI. High-intensity interval training may reduce in-stent restenosis following percutaneous coronary intervention with stent implantation. A randomized controlled trial evaluating the relationship to endothelial function and inflammation. *Am Heart J* [Internet]. 2009;158(5):734–41.
 56. Warburton DER, McKenzie DC, Haykowsky MJ, Taylor A, Shoemaker P, Ignaszewski AP, et al. Effectiveness of high-intensity interval training for the rehabilitation of patients with coronary artery disease. *Am J Cardiol*. 2005;95(9):1080–4.
 57. Conraads VM, Pattyn N, De Maeyer C, Beckers PJ, Coeckelberghs E, Cornelissen VA, et al. Aerobic interval training and continuous training equally improve aerobic exercise capacity in patients with coronary artery disease: The SAINTEX-CAD study. *Int J Cardiol* [Internet]. 2015;179:203–10.
 58. Wisløff U, Støylen A, Loennechen JP, Bruvold M, Rognmo Ø, Haram PM, et al. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in

- heart failure patients: A randomized study. *Circulation*. 2007;115(24):3086–94.
59. Koufaki P, Mercer TH, George KP, Nolan J. Low-volume high-intensity interval training vs continuous aerobic cycling in patients with chronic heart failure: A pragmatic randomised clinical trial of feasibility and effectiveness. *J Rehabil Med*. 2014;46(4):348–56.
 60. Guiraud T, Juneau M, Nigam A, Gayda M, Meyer P, Mekary S, et al. Optimization of high intensity interval exercise in coronary heart disease. *Eur J Appl Physiol*. 2010;108(4):733–40.
 61. Guiraud T, Nigam A, Juneau M, Meyer P, Gayda M, Bosquet L. Acute responses to high-intensity intermittent exercise in CHD patients. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(2):211–7.
 62. Moholdt TT, Amundsen BH, Rustad LA, Wahba A, Løvø KT, Gullikstad LR, et al. Aerobic interval training versus continuous moderate exercise after coronary artery bypass surgery: A randomized study of cardiovascular effects and quality of life. *Am Heart J [Internet]*. 2009;158(6):1031–7.
 63. Munk PS, Breland UM, Aukrust P, Ueland T, Kvaløy JT, Larsen AI. High intensity interval training reduces systemic inflammation in post-PCI patients. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil [Internet]*. 2011;18(6):850–7.
 64. Gayda M, Ribeiro PAB, Juneau M, Nigam A. Comparison of Different Forms of Exercise Training in Patients With Cardiac Disease: Where Does High-Intensity Interval Training Fit? *Can J Cardiol*. 2016;32(4):485–94.