



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE MEDICINA**

---

---

**CENTRO MÉDICO NACIONAL 20 DE NOVIEMBRE ISSSTE**

**COMPARAR LOS BENEFICIOS DE UN PROGRAMA DE REHABILITACIÓN CARDIACA  
BASADO EN LA COMBINACIÓN DE EJERCICIO DE FORTALECIMIENTO DE BAJA  
INTENSIDAD A MIEMBROS PÉLVICOS CON EJERCICIO AERÓBICO CONTRA ÚNICAMENTE  
EJERCICIO AERÓBICO EN PACIENTES CON INSUFICIENCIA CARDIACA LEVE SECUNDARIA A  
CARDIOPATÍA ISQUÉMICA.**

**TESIS DE POSGRADO**

Para obtener el título de:  
**ESPECIALIDAD EN MEDICINA DE REHABILITACION**

**PRESENTA**  
**DRA. NADIA CATALINA DE LA PEÑA MARTINEZ**  
REGISTRO 013.2013

**ASESORES DE TESIS:**  
DR. PAVEL LOEZA MAGAÑA  
DRA. LEONOR ELIZABETH PIMENTEL MERCADO

MÉXICO, D.F., NOVIEMBRE 2014



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

CENTRO MÉDICO NACIONAL "20 DE NOVIEMBRE"

I.S.S.S.T.E.



COMPARAR LOS BENEFICIOS DE UN PROGRAMA DE REHABILITACIÓN CARDIACA BASADO EN LA COMBINACIÓN DE EJERCICIO DE FORTALECIMIENTO DE BAJA INTENSIDAD A MIEMBROS PÉLVICOS CON EJERCICIO AERÓBICO CONTRA ÚNICAMENTE EJERCICIO AERÓBICO EN PACIENTES CON INSUFICIENCIA CARDIACA LEVE SECUNDARIA A CARDIOPATÍA ISQUÉMICA.

ASESORES DE TESIS:

DR. PAVEL LOEZA MAGAÑA

PROFESOR ADJUNTO DEL CURSO DE ESPECIALIZACIÓN Y MEDICO ADSCRITO AL SERVICIO DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACIÓN

DRA. LEONOR ELIZABETH PIMENTEL MERCADO

JEFE DE SECCIÓN DE REHABILITACIÓN CARDIACA DEL SERVICIO DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN

INVESTIGADOR:

DRA. NADIA CATALINA DE LA PEÑA MARTÍNEZ

---

DRA. AURA ARGENTINA ERAZO VALLE SOLIS

Subdirector de Enseñanza e Investigación

---

DRA. ILIANA LUCATERO LECONA

Jefe del Servicio de Medicina Física y Rehabilitación

Profesor Titular del Curso de Especialización en Medicina de Rehabilitación

---

DR. PAVEL LOEZA MAGAÑA

Profesor Adjunto del Curso de Especialización en Medicina de Rehabilitación

Médico Adscrito al Servicio de Medicina Física y Rehabilitación

---

DRA. LEONOR ELIZABETH PIMENTEL MERCADO

Jefe de Sección de Rehabilitación Cardíaca del Servicio de Medicina Física y Rehabilitación

---

DRA. NADIA CATALINA DE LA PEÑA MARTÍNEZ

Autor y Médico Residente de la Especialidad en Medicina de Rehabilitación del CMN "20 de  
Noviembre"

## ÍNDICE

Resumen .....	1
Introducción	
I. Marco teórico .....	3
I.1. Marco Conceptual .....	3
I.2. Marco Contextual .....	6
I.3. Marco Referencial .....	9
Problema	
I. Planteamiento del problema .....	12
II. Justificación .....	12
II.1 Magnitud	
.....	12
II.2. Trascendencia	
.....	13
II.3. Vulnerabilidad	
.....	14
II.4. Factibilidad	
.....	14
III. Preguntas Científicas .....	14
IV. Objetivo General .....	16
V. Objetivos Específicos .....	16
Diseño Metodológico	
I. Tipo de Estudio .....	18
II. Universo de Estudio .....	18
III. Aspectos Éticos .....	18
IV. Tamaño de la muestra .....	18
V. Definiciones de variables .....	18
VI. Procedimiento .....	19









Resultados	
I. Análisis Demográfico .....	22
II. Análisis del Grupo Control .....	22
III. Análisis del Grupo Experimental .....	23
IV. Comparación Integruo .....	23
Discusión y Conclusiones	
I. Discusión .....	25
II. Conclusión.....	27
Referencias .....	29
Anexos	
Anexo 1 . Prueba de Esfuerzo Pollock .....	33
Anexo 2. Percepción del esfuerzo según escala de Borg .....	34
Anexo 3. Percepción del esfuerzo según escala de Robertson ..	35
Anexo 4. Valoración de las actividades de la vida diaria dela VA .....	36
Anexo 5. Formato de control de pacientes .....	38
Anexo 6. Consentimiento Informado .....	39

**COMPARAR LOS BENEFICIOS DE UN PROGRAMA DE REHABILITACIÓN CARDIACA  
BASADO EN LA COMBINACIÓN DE EJERCICIO DE FORTALECIMIENTO DE BAJA  
INTENSIDAD A MIEMBROS PÉLVICOS CON EJERCICIO AERÓBICO CONTRA ÚNICAMENTE  
EJERCICIO AERÓBICO EN PACIENTES CON INSUFICIENCIA CARDIACA LEVE  
SECUNDARIA A CARDIOPATÍA ISQUÉMICA.**

**RESUMEN**

La utilidad de los programas de rehabilitación cardiaca ha sido descrita para el control de factores de riesgo modificables como los niveles de colesterol, triglicéridos y glucosa sérica; así como para el aumento del VO<sub>2</sub> max tanto en sujetos sanos como en pacientes cardíopatas. Estos se basan en el ejercicio aeróbico a una intensidad individualizada según la capacidad funcional. Los beneficios del ejercicio de fortalecimiento han sido poco estudiados en pacientes con Insuficiencia Cardiaca debido a la exclusión de este tipo de ejercicio por el temor al aumento de la poscarga que produce en estos pacientes. **Objetivo:** Determinar la seguridad y eficacia en cuanto al control de factores de riesgo metabólico y aumento del VO<sub>2</sub> max y doble producto de un programa de ejercicio aeróbico combinado con ejercicio de fortalecimiento en pacientes con Insuficiencia Cardiaca secundaria a Cardiopatía Isquémica. **Material y Métodos:** Se incluyeron en un programa de rehabilitación cardiaca a 4 pacientes masculinos con una edad promedio de 65.7 años ( $\pm 12.65$ ), los cuales se dividieron aleatoriamente en 2 grupos: un grupo control que realizó ejercicio aeróbico y un grupo experimental que además realizó ejercicio de fortalecimiento isotónico de baja intensidad a miembros pélvicos durante 12 semanas. **Resultados:** Se observaron cambios clínicos con tendencia a aumentar el VO<sub>2</sub> max y el doble producto en ambos grupos de estudio. **Conclusión:** Incluir ejercicio de fortalecimiento en el programa de rehabilitación cardiaca en pacientes con Insuficiencia Cardiaca es seguro y beneficioso para el aumento de la capacidad funcional y la respuesta cardiovascular durante el esfuerzo.

Palabras clave: *Rehabilitación Cardiaca, factores de riesgo, VO<sub>2</sub> max, doble producto, ejercicio aeróbico, fortalecimiento, capacidad funcional.*

**TO COMPARE THE BENEFITS OF A CARDIAC REHABILITATION PROGRAM BASED ON THE  
COMBINATION OF EXERCISE FOR STRENGTHENING LOW INTENSITY WITH A PELVIC  
MEMBERS ONLY AGAINST AEROBIC EXERCISE AEROBIC EXERCISE IN HEART FAILURE  
PATIENTS WITH ISCHEMIC HEART DISEASE SECONDARY TO ISCHEMIC CARDIOPATHY.**

**Abstract**

The utility of cardiac rehabilitation programs has been described for the control of modifiable risk factors such as cholesterol, triglycerides and serum glucose; well as increased VO<sub>2</sub> max in healthy subjects and in patients with heart disease. These are based on aerobic exercise intensity

according to an individualized functional capacity. The benefits of resistance exercise have not been studied in patients with heart failure due to the exclusion of this type of exercise for fear of increased afterload that occurs in these patients. **Objective:** To determine the safety and efficacy in the control of metabolic risk factors and increased VO<sub>2</sub> max and double product of an aerobic exercise program combined with resistance in patients with heart failure secondary to ischemic heart disease. **Material and Methods:** We included in a cardiac rehabilitation program to 4 male patients with a mean age of 65.7 years ( $\pm$  12.65), which were randomly divided into 2 groups: a control group that performed aerobic exercise and an experimental group also made isotonic resistance exercise at low intensity for 12 weeks for pelvic limbs. **Results:** Clinical changes were observed with a tendency to increase VO<sub>2</sub> max and double product in both study groups. **Conclusion:** Include resistance exercise in cardiac rehabilitation program in patients with heart failure is safe and beneficial for increasing functional capacity and cardiovascular response during stress.

Key words. Cardiac Rehabilitation, risk factors, VO<sub>2</sub> max, double product, aerobic exercise, resistance, functional capacity.

## INTRODUCCIÓN

### I. Marco Teórico

#### I.1. Marco Conceptual

Los programas de rehabilitación cardíaca (PRC) efectuados tras un infarto al miocardio (IM), han demostrado su eficacia en cuanto al incremento en la capacidad funcional, el control de los factores de riesgo coronario, la sintomatología y para evitar el deterioro psicológico. Así mismo, existen evidencias acerca de los beneficios en cuanto a su relación costo – eficacia. Sin embargo, pocos estudios analizan los resultados de los PRC en pacientes con insuficiencia cardíaca (IC)<sup>1</sup>. Los PRC son sistemas de actuación multifactorial propuestos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en los años sesenta. La indicación fundamental es la cardiopatía isquémica (CI) en sus diferentes facetas, pero es aplicable a todo tipo de enfermedades cardiovasculares y deberían ser abiertos a sujetos sanos con factores de riesgo cardiovascular (FRCV) u otras afecciones<sup>2</sup>. Los FRCV son una característica biológica o un hábito o estilo de vida que aumenta la probabilidad de padecer o morir a causa de una enfermedad cardiovascular en aquellos individuos que la presentan<sup>3</sup>.

El colesterol es el principal FRCV especialmente para la CI, lo cual se ha demostrado en estudios epidemiológicos, coronariográficos y de investigación clínica. La relación entre las concentraciones elevadas de colesterol y aterosclerosis fue mostrada por primera vez en 1930 por varios autores, pero fueron Kannel y colaboradores<sup>2</sup> quienes confirmaron estas observaciones desde el punto de vista epidemiológico en 1971 al observar una fuerte correlación positiva entre las concentraciones de colesterol y el desarrollo de la CI en el estudio de Framingham<sup>2</sup>. Esta relación positiva y gradual de las concentraciones de colesterol y la morbilidad y mortalidad por CI y otras enfermedades cardiovasculares se observa en varones y mujeres, jóvenes y ancianos, en todas las razas y tanto en personas sanas como en pacientes con síntomas clínicos de enfermedad cardiovascular. De igual manera el colesterol de baja densidad (LDL) se relaciona directamente con la CI, su descenso podría prevenir más episodios isquémicos en estos pacientes que en la población en general. Asimismo, varios estudios han puesto de manifiesto la asociación entre las concentraciones reducidas de colesterol ligado a lipoproteínas de alta densidad (HDL) y el aumento de la mortalidad por CI en pacientes con enfermedad coronaria preexistente y en personas sanas<sup>2</sup>. Esta asociación entre colesterol total/ colesterol de lipoproteínas de alta densidad (rCT/C- HDL) fue descrita por el Dr. William Castelli, desde hace 25 años y propuso que este índice era un excelente predictor de riesgo coronario y sugirió una meta menor a 4.5 y la indicación de tratamiento con hipolipemiente ante valores mayores<sup>4</sup>. Los triglicéridos representan asociación

positiva con la CI; estudios recientes como el PROCAM y, sobre todo, el Copenhague han demostrado que los triglicéridos son un factor de riesgo coronario independiente, incluso con concentraciones elevadas de HDL<sup>2</sup>. Otros factores de riesgo han sido asociados de manera consistente con el desarrollo de insuficiencia cardiaca congestiva (ICC), incluyendo la edad, sexo masculino, hipertrofia ventricular izquierda, diabetes mellitus (DM), enfermedad valvular, hipertensión, IM, disfunción del ventrículo izquierdo y obesidad<sup>5</sup>. Una gran cantidad de estudios han descrito la asociación de DM con IC: En el estudio Framingham, la DM es un factor independiente para desarrollar IC, incrementando el riesgo 2.4 en hombres y 5.0 en mujeres. En el UK Prospective Diabetes Study (UKPDS) por cada incremento del 1% de la hemoglobina glicosilada (HbA1c) el riesgo de desarrollar IC aumento un 16%<sup>6</sup>. Mientras se establecen los factores de riesgo para ICC, la obesidad amerita especial atención debido al rápido crecimiento de esta pandemia. De hecho, junto con las recientes mejoras en el control de la hipertensión y la hiperlipidemia, factores como la obesidad y la resistencia a la insulina (RI) están preparados a desempeñar un papel más importante en el desarrollo de enfermedades cardiovasculares. Aunque la obesidad es considerada en la actualidad como un determinante establecido de ICC, los mecanismos por los cuales se traduce en un aumento de riesgo de ICC siguen sin estar claros. Un gran interés recientemente ha surgido en nuevos factores de riesgo para la ICC, tales como la inflamación sistémica, la RI y la albuminuria. Estos factores de riesgo han sido agrupados como parte del síndrome metabólico, que a su vez se relaciona con disfunción del ventrículo izquierdo y otros eventos cardiovasculares. El estudio Multi- Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA) reporta la asociación de la obesidad y el síndrome metabólico con la incidencia de ICC en una población multi étnica<sup>5</sup>.

Belardinelli y colaboradores<sup>7</sup> afirman que la IC crónica es el principal problema de salud pública. Se estima que 23 millones de personas presentan ICC en el mundo<sup>7</sup>. La IC es un complejo problema que resulta de un desorden estructural o funcional que deteriora la capacidad de llenado o expulsión ventricular de la sangre. Existen dos mecanismos fisiopatológicos implicados en el desarrollo de la IC: la disfunción sistólica y la disfunción diastólica. Ambas pueden deberse a muy diferentes etiologías; la causa más frecuente de disfunción sistólica es la cardiopatía de origen isquémico, la miocardiopatía de origen idiopático, la miocardiopatía hipertensiva y la secundaria a enfermedad de origen valvular. La disfunción diastólica tiene origen compartido con la sistólica: las causas más comunes son la hipertensión arterial (HTA), la CI, la miocardiopatía hipertrófica obstructiva y la miocardiopatía restrictiva. La IC se caracteriza por la presencia de síntomas cardinales como la disnea, la fatiga y retención de líquido<sup>8</sup>. Los signos de ICC son un poderoso marcador de muerte súbita coronaria (MSC) y a pesar de ser un parámetro muy subjetivo y de naturaleza imprecisa, son eficaces marcadores y fáciles de obtener<sup>8</sup>. Los pacientes con disfunción sistólica en clase funcional II-III de la New York Heart Association (NYHA) tienen mayor riesgo de presentar MSC que los pacientes con clase funcional IV de la NYHA. Estos últimos tienen más posibilidad de morir por fallo de bomba. La fracción de expulsión del ventrículo izquierdo (FEVI) ha

sido uno de los primeros marcadores que ha demostrado de manera consistente, en diferentes estudios, ser un predictor de mortalidad global<sup>9</sup>.

Un hallazgo común en pacientes con ICC es la intolerancia al ejercicio, que causa un deterioro funcional progresivo<sup>7</sup>. Está suficientemente demostrado que la inactividad física representa un FRCV, en particular para la CI. Los cambios en el estilo de vida desde el sedentarismo a una vida físicamente activa, por poco que sea, conllevan importantes beneficios en la prevención primaria y secundaria de la CI, tanto en personas de edad media como en personas ancianas<sup>2</sup>. Su acción se produce a través de la importante modificación benéfica de otros FRCV, como HTA y las dislipidemias<sup>2</sup>.

Las contraindicaciones para efectuar los PRC se han visto reducidas con el paso del tiempo gracias al mejor conocimiento de los resultados y peligros inherentes a la práctica del ejercicio. Las que podrían considerarse como absolutas se reducen a los aneurismas disecantes de aorta y las obstrucciones severas del tracto de salida del ventrículo izquierdo no quirúrgicas. Otras afecciones (arritmias graves, persistencia de dolor anginoso, IC, etc.), en la mayoría de los casos, sólo pueden ser consideradas como relativas y temporales y que desaparecerán cuando se controle el proceso, aunque en muchos casos obligarán a realizar un seguimiento muy cuidadoso. En la mayoría de los centros donde se llevan a cabo PRC estos se dividen en tres fases<sup>2</sup>. La primera comprende la estancia hospitalaria. El paciente que ha sufrido un IM iniciará la movilización precoz mediante ejercicios de las diferentes articulaciones y de tipo respiratorio. Estos últimos tienen gran importancia en la fase previa y posterior a la cirugía, en los enfermos sometidos a una intervención cardiovascular. La actuación psicológica tiene gran valor a la hora de controlar diferentes trastornos como la depresión, ansiedad o el miedo al futuro. La duración de esta fase es variable y depende del tiempo en que el paciente permanezca hospitalizado. La fase II debe tener una duración mínima de dos meses para obtener beneficios crónicos del ejercicio y se inicia en el momento del alta hospitalaria. Los datos clínicos y los resultantes de las exploraciones (ecocardiograma, ergometrías, medicina nuclear, etc.) permitirán clasificar a los pacientes en diferentes niveles de riesgo. Se aconsejan programas supervisados para pacientes de riesgo medio y alto, con IC controlada o con deterioro psicológico significativo (depresión o negación). Los pacientes de bajo riesgo o con domicilio lejano al centro sanitario podrían ser tributarios de programas no supervisados. En general, los PRC incluyen actuaciones físicas, psicológicas y sociales y las pautas de control de los FRCV. Se recomienda que el tipo de ejercicio sea predominantemente aeróbico, con ejercicios de estiramiento, flexibilidad y potenciación suave y progresiva. La intensidad se determinará según los datos de una prueba de esfuerzo, iniciando con una intensidad del 50% del Volumen de Oxígeno Máximo (VO<sub>2</sub>max) y se incrementará en función de la respuesta del paciente al entrenamiento hasta alcanzar el 70-85% del VO<sub>2</sub>max. Se recomienda además una frecuencia cardíaca de entrenamiento (FCE), en pacientes no betabloqueados, no inferior al 75% (75-85%) de la frecuencia cardíaca máxima (FCM) alcanzada en la prueba de esfuerzo, si es clínica y eléctricamente negativa. En caso de positividad, la FCE

será el 75% (75-85%) de la FC alcanzada en el umbral de isquemia. La frecuencia del entrenamiento se recomienda que no sea menor de 4-5 días a la semana, con una duración de 45-60 min por sesión. Al menos dos o tres de las sesiones deben ser realizadas en el centro de rehabilitación. Las sesiones incluirán un período de calentamiento (acondicionamiento musculoesquelético y cardiovascular), entrenamiento aeróbico de 30-40 min y recuperación (ejercicio de estiramiento, relajación y respiratorios). La fase III comprende el resto de la vida del paciente, el ejercicio lo realiza en su domicilio con ajustes periódicos a la prescripción de acuerdo con la evolución del paciente. Tras un informe escrito (entregado al enfermo y remitido al médico de familia), los ejercicios físicos y las actuaciones psicosociales podrán ser efectuadas en distintas secciones: a) clubes coronarios; b) centros de salud de atención primaria; c) polideportivos municipales o gimnasios y d) domiciliarios<sup>2</sup>.

En estudios previos, se reporta que los pacientes que realizan ejercicio no supervisado tienen un porcentaje de abandono del 33% a los 12 meses, sugiriendo que la supervisión es crucial y explica la mayor adherencia a largo plazo en los programas de rehabilitación<sup>7</sup>.

## **I.2.Marco Contextual**

Existe evidencia científica de que las medidas de prevención secundaria y rehabilitación cardiaca (RC) no sólo favorecen el control de los FRCV y el regreso al trabajo, sino que mejoran la calidad de vida y disminuyen la mortalidad y morbilidad de los pacientes. Estudios recientes sobre el costo-beneficio de estos programas han demostrado de forma inequívoca su viabilidad. Los beneficios evidentes del ejercicio físico empleados como medida de prevención primaria y secundaria en la CI se han señalado en diversas publicaciones<sup>10</sup>.

El ejercicio físico intenso evita la obesidad y produce disminución del peso en los obesos. Así mismo aumenta considerablemente las HDL y disminuye las LDL y los triglicéridos. Es también importante su acción benéfica para controlar la DM. El mantenimiento de la condición física es considerado un factor independiente para la CI. Así mismo se sabe que protege de los efectos deletéreos agudos sobre el sistema cardiovascular que puede tener un ejercicio violento y que puede desencadenar un IM. Diversos estudios en prevención primaria en los que se ha analizado la actividad física realizada durante la actividad laboral o en el tiempo libre y un metaanálisis de los mismos que incluía a más de 900.000 sujetos, han demostrado un descenso significativo de mortalidad y de CI en los más activos. En prevención secundaria, en pacientes que sobreviven a un infarto agudo, los programas de entrenamiento y de rehabilitación física que se complementan con otras medidas de prevención como abandono del tabaco, dieta, etc., pueden reducir la mortalidad total y cardiovascular en un 20-25%<sup>2</sup>.

Ensayos clínicos controlados han demostrado que los programas de ejercicio mejoran la capacidad aeróbica al retrasar la aparición del metabolismo anaeróbico y mejorar el equilibrio autonómico.

Más recientemente, el estudio Heart Failure: A Controlled Trial Investigating Outcomes of Exercise Training (HF-ACTION) demostró una pequeña pero significativa mejora en el VO<sub>2</sub>max a los 3 meses de entrenamiento que persiste durante 12 meses<sup>7</sup>. El aumento del VO<sub>2</sub>max se refleja en la capacidad para realizar actividades físicas y existen diferentes escalas que correlacionan el VO<sub>2</sub> o su equivalente metabólico en METS con las actividades de la vida diaria como la Physical Activity Questionnaire (IPAQ)<sup>11</sup> y la valoración de las actividades de la vida diaria de la Veterans Administration (VA)<sup>12</sup>

También se han publicado efectos favorables del entrenamiento físico (EF) empleado como parte de un PRC en lo referente a calidad de vida, morbilidad y mortalidad en pacientes con enfermedad de las arterias coronarias y otras enfermedades cardiovasculares. Para lograr tales efectos beneficiosos, es necesario que se cumplan los principios fundamentales del EF, y la intensidad de los ejercicios es un factor esencial. Actualmente se considera que mantener y promover la salud cardiovascular requiere realizar ejercicios aeróbicos de intensidad moderada un mínimo de 30 min cinco días a la semana o de intensidad vigorosa 20 min tres veces por semana. Puede considerarse el empleo de ejercicios isométricos o de fortalecimiento aun en pacientes con IC debidamente seleccionados y supervisados<sup>10</sup>.

En 2007, el American College of Sports Medicine (ACSM) y la American Heart Association (AHA) actualizaron las guías relacionadas con actividad física y salud en adultos elaboradas en 1995. Existen dos tipos de ejercicio que se pueden utilizar en programas de EF como parte de la RC: dinámicos o isotónicos y estáticos o isométricos<sup>13</sup>. Los ejercicios dinámicos o isotónicos comprenden la contracción y la relajación alternantes de los grandes grupos musculares de las extremidades superiores e inferiores y del tronco, los que causan movimiento corporal. Este tipo de entrenamiento produce un aumento o mantenimiento de la función cardiorrespiratoria o de la capacidad funcional, expresada por el VO<sub>2</sub>max. Los efectos de la EF empleando estos ejercicios dinámicos han mostrado resultados satisfactorios en cuanto a incremento del VO<sub>2</sub>max y, por consiguiente, de la capacidad funcional tanto en sujetos sanos como sedentarios con FRCV y en pacientes con CI y otras enfermedades cardiovasculares como HTA<sup>13</sup>. Recientemente se han descrito otros efectos favorables en la liberación de óxido nítrico y el endotelio vascular, la disminución de citocinas proinflamatorias, proteína C reactiva ultrasensible, incluso en pacientes con IC. En el estudio HFACTION se comprobaron los efectos favorables, la eficacia y la seguridad de la EF en pacientes con IC crónica<sup>13</sup>.

Bellardinelli y colaboradores<sup>7</sup> demostraron en un seguimiento a 10 años en pacientes con IC (Clase II y III de la NYHA) que el entrenamiento con ejercicio aeróbico reduce un riesgo relativo del 32% de mortalidad comparado con los pacientes que realizan ejercicio no supervisado, al aumentar el VO<sub>2</sub>max. El aumento de la fracción de expulsión (FE) en reposo no fue evidente hasta los 5 años y se mantuvo hasta el final del programa lo que sugiere que el efecto de remodelación fue inducido por el entrenamiento y que requiere un mayor periodo para que ocurra<sup>7</sup>.

El EF debe progresar a través del programa de ejercicios. Debe lograrse un método mediante el cual el paciente se ejercite lo suficiente de manera que incremente evolutivamente su VO<sub>2</sub>max y con ello su capacidad funcional y a la vez se eviten complicaciones cardiovasculares u osteomusculares que pudieran afectar al paciente e interrumpir el programa de rehabilitación<sup>14</sup>.

En los años 90s, los pacientes con ICC con una FE <20% no se consideraban candidatos a un programa de ejercicio aeróbico. Hasta entonces, el mínimo nivel de capacidad funcional estudiado en relación al entrenamiento aeróbico era de aproximadamente 10ml/kg/min. Meyer y colaboradores<sup>15</sup>, estudiaron pacientes con IC severa, la mitad de ellos en espera de trasplante cardiaco, para determinar cuáles eran los parámetros que cambiaban con el ejercicio aeróbico relacionados al aumento del VO<sub>2</sub>max y el umbral ventilatorio (UV). Las sesiones de entrenamiento se basaron en ejercicio aeróbico en cicloergómetro y además incluían un programa de ejercicios de flexibilidad, coordinación muscular y fortalecimiento isométrico con grupos musculares pequeños. A las 3 semanas demostraron el incremento de la VO<sub>2</sub>max y el UV, independientemente de la FE, el índice cardiaco en reposo y la capacidad para aumentar el índice cardiaco. Demostraron además que la frecuencia cardiaca (FC) es el factor compensatorio más importante para mantener una adecuada salida del ventrículo izquierdo en pacientes con disfunción ventricular izquierda, mostrando un moderado incremento del 25% en promedio desde el reposo hasta el UV, correlacionándolo con la alteración de los músculos cardiacos atenuados por la actividad simpática responsable de la estimulación de los receptores metabólicos esqueléticos que se ha demostrado en individuos con ICC pero no en sujetos sanos. El poco incremento de la FC desde el reposo parece estar asociado con un marcado deterioro de la capacidad de los músculos periféricos durante el ejercicio. Estos autores demostraron que posterior al ejercicio existe una mejoría en la capacidad aeróbica relacionada directamente con cambios celulares a nivel de músculos periféricos. Incluso con una FE menor a 13% y un índice cardiaco pico de 1.6 L/m<sup>2</sup>/min y un VO<sub>2</sub>max de 8.5 ml/kg/min pueden beneficiarse con un programa de ejercicio sin efectos adversos. Los mejores candidatos para inducir adaptaciones en músculos periféricos son los pacientes cuya capacidad al ejercicio se encuentra severamente deprimida. El estudio de estos autores no solo demostró que el ejercicio monitorizado es seguro y además beneficioso<sup>15</sup>. Los efectos positivos como resultado del EF se observan principalmente en las anomalías del músculo esquelético, el control vasomotor periférico, el control ventilatorio y la respuesta autonómica<sup>16</sup>.

Los mecanismos y la fisiopatología subyacente de la influencia de la FC en reposo en la IC no son completamente conocidos. La FC en reposo incrementada es un factor de mortalidad en pacientes con IC<sup>17</sup>, sin embargo una inadecuada respuesta durante el estrés fisiológico puede traer consecuencias adversas. La FC en reposo se correlaciona con incremento del estrés y la inflamación del miocárdico. En contraste la FC de reserva (una medida de la respuesta cronotrópica) se relaciona con la respuesta neurohumoral de la IC. Los pacientes con mayor incompetencia cronotrópica desarrollan mayormente IC avanzada, menor capacidad para el ejercicio, ineficiencia respiratoria y una pobre calidad de vida. El corazón insuficiente muestra una

capacidad limitada para aumentar el volumen sistólico en ejercicio, la respuesta del gasto cardiaco depende directamente de la cardioaceleración<sup>17</sup>. La respuesta tensional al esfuerzo a nivel submáximo, máximo y en la recuperación depende de la edad, sexo y condición física. El pronóstico de la respuesta hipertensiva no está totalmente clara; algunos de los pacientes que tienen este tipo de respuesta en una prueba de esfuerzo tienen un riesgo aumentado de HTA futura, hipertrofia ventricular izquierda o movilidad anormal, accidente cerebrovascular, eventos cardiovasculares, mayor mortalidad y disfunción endotelial. La respuesta hipotensiva en el esfuerzo máximo tiene un riesgo relativo significativo de 3.2 para eventos cardiovasculares y la respuesta insuficiente o plana es predictor de mortalidad, independiente de otros factores como edad, segmento ST y capacidad de ejercicio<sup>18</sup>. Estos dos últimos parámetros, la FC y la tensión arterial determinan el doble producto. El doble producto (DP) es conocido matemáticamente como el producto de la FC y la tensión arterial sistólica. El DP ha sido utilizado como método no invasivo para medir el consumo de oxígeno miocárdico durante el ejercicio. El DP ha sido útil en la RC como un índice para identificar cargas de trabajo específicas a las que se producen los signos y síntomas de isquemia, así como mejoras en la capacidad funcional en relación con el inicio de la isquemia sintomática<sup>19</sup>. Además, el DP ha sido utilizado previamente en la prueba de esfuerzo en pacientes con enfermedad cardiaca en quienes un atenuado aumento en este índice en la respuesta al ejercicio es un predictor de mortalidad cardiovascular<sup>20</sup>.

Los PRC secundaria son reconocidos como parte integral de la atención de los pacientes con IC. La efectividad de los PCR se debe a que incorpora entrenamiento con ejercicio supervisado y asesoramiento para la comprensión de la enfermedad y los autocuidados del paciente. Ambos, los PRC y los programas de asesoramiento (PA) son recomendados por la AHA y el American College of Cardiology (ACC) como útiles en los pacientes con IC con un grado de recomendación I. Los PRC que combinan el programa de ejercicio con los PA son recomendados por el ACC con grado IIa. El ejercicio de fortalecimiento favorece el aumento del VO<sub>2</sub>max, la función central hemodinámica, la función autonómica, la función muscular y vascularidad periférica y la capacidad al ejercicio en IC, reflejándose en menor disnea y fatiga durante las actividades de la vida diaria. Los protocolos de entrenamiento varían en la intensidad del ejercicio (moderado- vigoroso de 50 a 60% del VO<sub>2</sub>max y bajo de 40-50% VO<sub>2</sub>max) demostrando efectos a las 8-12 semanas. Una nueva técnica de entrenamiento, "interválico de alta intensidad" puede producir aumentos en el VO<sub>2</sub>max mayores al 46% en comparación con el ejercicio continuo de moderada intensidad en pacientes con IC. En el estudio H- FACTION se demostró que el ejercicio a 3-5 equivalentes metabólicos (METS) horas/semana (h/sem) se asocia con 64% de reducción en el riesgo de muerte cardiovascular/hospitalización por IC<sup>21</sup>.

### **I.3.Marco Referencial**

Estudios acerca del ejercicio de fortalecimiento en pacientes con disfunción ventricular sistólica han demostrado sus beneficios clínicos, incluyendo el incremento de fuerza y resistencia muscular bajo cargas submáximas de trabajo. El fortalecimiento muscular desempeña un papel importante en la reducción de la discapacidad funcional y en el mejoramiento de la función física de los pacientes con ICC. El ejercicio de fortalecimiento no ocasiona deterioros en la función o estructura del ventrículo en pacientes con ICC. El ejercicio de fortalecimiento es incluido en un reciente metanálisis HFPEF, pero no ha sido estudiado como modalidad primaria de entrenamiento<sup>21</sup>.

Hansen y colaboradores<sup>22</sup> demostraron la eficacia de un PRC basado en el ejercicio de fortalecimiento en pacientes con enfermedad coronaria.

El ejercicio de fortalecimiento incrementa la fuerza muscular, la capacidad funcional, la independencia y la calidad de vida de personas sanas y con enfermedades cardiovasculares y reduce una probable incapacidad física. Tales beneficios han propiciado que el ejercicio de fortalecimiento sea un componente aceptado para incluirse en programas de salud. La AHA ha elaborado recomendaciones señalando la utilidad y los beneficios de la prescripción de ejercicio de fortalecimiento; así, se señala que son capaces de producir beneficios para la salud, un favorable impacto en la estructura y la función del sistema cardiovascular y modificación de los FRCV. El ejercicio de fortalecimiento tradicionalmente ha sido excluido de los programas de rehabilitación de pacientes con IC debido al temor a un empeoramiento en la función del ventrículo izquierdo y a un potencial efecto adverso en la remodelación de este ventrículo, relacionado con el aumento de la poscarga que este tipo de ejercicio produce. Se sabe que, a la intensidad que estos pacientes suelen realizar los ejercicios, las respuestas hemodinámicas no exceden los niveles alcanzados durante una prueba de esfuerzo habitual y, por lo tanto, no se han demostrado efectos adversos del ejercicio de resistencia en la remodelación ventricular izquierda. Teniendo en cuenta todas estas experiencias, parece recomendable incorporar el ejercicio de resistencia a los programas de rehabilitación para pacientes con IC<sup>13</sup>.

La intolerancia al ejercicio y la excesiva respuesta ventilatoria durante el ejercicio en pacientes con IC están asociadas con anomalías de la función del músculo esquelético, en particular la reducción de la fuerza muscular<sup>23</sup>. Clark y colaboradores<sup>23</sup> encontraron una reducción de la fuerza en los músculos cuádriceps e isquiotibiales que se relaciona directamente con la respuesta ventilatoria excesiva (relación ventilación/dióxido de carbono). Estas observaciones dan soporte a la "hipótesis muscular" de la generación de los síntomas en la IC vía activación de receptores musculares sensibles al trabajo<sup>23</sup>.

Es bien conocido que la terapia con betabloqueadores reduce la progresión clínica de la enfermedad, disminuye la FC en reposo y la tensión arterial así como incrementa la FE mejorando la calidad de vida. Sin embargo, a pesar de estas afirmaciones, el consumo máximo de oxígeno y la capacidad al ejercicio no son consistentemente mejorables con la terapia con betabloqueador<sup>23</sup>. Levinger y colaboradores<sup>24</sup> demostraron que el ejercicio de resistencia aumenta la fuerza muscular

y la capacidad funcional en pacientes con IC en tratamiento con betabloqueadores. La terapia con betabloqueador no inhibe la ganancia de fuerza durante un programa de entrenamiento de resistencia y estos autores demostraron su utilidad en la ganancia del VO<sub>2</sub>max posterior a 8 semanas. El VO<sub>2</sub>max puede ayudar a mejorar el pronóstico de la enfermedad y es el mayor factor predictor independiente de muerte en pacientes con IC; los pacientes con un VO<sub>2</sub>max menor a 14ml/kg/min tienen un peor pronóstico. Dichos autores utilizaron un protocolo de ejercicio basado en las recomendaciones del ACSM y la AHA para el entrenamiento de pacientes con CI<sup>24</sup>. El ejercicio de fortalecimiento causa hipertrofia de la masa muscular esquelética la cual puede observarse en un 10- 45% de las fibras tipo I, 28-34% de las fibras tipo IIa y del 27-52% de las fibras tipo IIb en sujetos sanos. Estudios previos han reportado el incremento de la densidad capilar, contenido mitocondrial o la actividad oxidativa enzimática como resultado del ejercicio de fortalecimiento. Estos cambios pueden contribuir a mejorar el transporte y la utilización del oxígeno en el músculo esquelético<sup>24</sup>. Se ha sugerido que el incremento de los capilares se relaciona con el aumento del VO<sub>2</sub>max. Adicionalmente, estos investigadores encontraron una alta correlación negativa entre el VO<sub>2</sub>max y las fibras tipo IIb y una relación positiva entre el VO<sub>2</sub>max y el volumen mitocondrial<sup>24</sup>. Por otra parte, la frecuencia cardíaca máxima no aumento durante el fortalecimiento. Esto reafirma el concepto de que los cambios en el VO<sub>2</sub>max se deben a los cambios periféricos en la diferencia de oxígeno arterio- venosa. A igual que en otros pacientes cardiopatas, el ejercicio de fortalecimiento no causa ningún efecto en la FC de reposo, tensión arterial sistólica y diastólica en pacientes con IC con tratamiento betabloqueador. Es posible que el entrenamiento con ejercicio de fortalecimiento no produzca por sí mismo una reducción en la FC en reposo y ni en la tensión arterial sistólica y diastólica, ya que no es un esfuerzo prolongado (como el ejercicio aeróbico). Con todo lo anterior y con adecuada supervisión, se recomienda añadir ejercicio de fortalecimiento al programa de rehabilitación de los pacientes con IC cuando sea posible<sup>24</sup>.

## **PROBLEMA**

### **I. Planteamiento del Problema**

¿Un PRC basado en la combinación de ejercicio de fortalecimiento y ejercicio aeróbico será seguro y más eficaz para controlar colesterol total, colesterol HDL y triglicéridos según el perfil de lípidos séricos y glucosa; así como para mejorar la capacidad funcional y elevar el doble producto demostrados mediante una prueba de esfuerzo en pacientes con diagnóstico de IC secundaria a CI comparado con un programa que se base únicamente en ejercicio aeróbico?

### **II. Justificación**

#### **II.1. Magnitud**

Según las estimaciones sobre la proyección de las enfermedades crónicas, en el año 2020 la CI continuará siendo la primera causa de muerte en los países industrializados y pasará a ser la tercera en los que actualmente están en vías de desarrollo. Por ello, todos los esfuerzos destinados a perfeccionar la prevención coronaria están justificados. Las defunciones por CI se presentan en edades más tempranas en varones (menor de 60 años) lo que repercute negativamente en el terreno económico debido a la pérdida de los años productivos ya que más del 70% de esta población era económicamente activa. Los padecimientos cardiovasculares afectan en forma similar a varones y mujeres, la proporción de defunciones se iguala conforme se incrementa la edad<sup>25</sup>. Los FRCV son responsables de las causas más frecuentes de morbilidad y mortalidad en general, tanto en México, como en el mundo. En nuestro país, las enfermedades cardiovasculares encabezadas por la CI, la enfermedad cerebrovascular y la hipertensiva ocasionaron 117, 937 defunciones en el año 2006, lo que representa 23.9% del total nacional. Las tasas de mortalidad, durante ese mismo año, alcanzaron cifras de 51.3 muertes por 100 mil habitantes para las enfermedades isquémicas del corazón<sup>26</sup>. La IC es el estadio final de muchas cardiopatías<sup>27</sup>; siendo según Bellardinelli y colaboradores<sup>7</sup> el mayor problema de salud pública. Se estima que 23 millones de personas padecen IC en el mundo. En los Estados Unidos se reportan 500, 000 nuevos casos cada año y la edad de diagnóstico varía entre los 69 a 80 +/-10 años<sup>7</sup>. La IC es un síndrome con incidencia y prevalencia crecientes y cuya epidemiología es poco conocida en México. Se estima que en nuestro país afecta a unas 750 000 personas y que anualmente se agregan 75 000 nuevos casos. El gasto destinado al tratamiento de esta enfermedad ascendió a los 314 millones de dólares al año, por lo que la IC representa un problema actual de salud pública en nuestro país<sup>27</sup>.

#### **II.2. Trascendencia**

El ejercicio aeróbico es bien conocido como una medida no farmacológica para el tratamiento de las enfermedades cardíacas influenciando directamente en su fisiopatología, clínica y pronóstico; la adecuada prescripción de un entrenamiento es crucial para obtener los beneficios inducidos por el ejercicio y optimizar el control de los factores de riesgo. El ejercicio de fortalecimiento puede ser importante debido a que la masa de tejido magro es un predictor independiente significativo de la mortalidad en personas mayores. El presente estudio fue diseñado para instaurar un PRC basado en ejercicio de fortalecimiento combinado con ejercicio aeróbico que le brinde al paciente con IC secundaria a CI el beneficio del control de factores de riesgo como los lípidos séricos, y que mejore la capacidad aeróbica, capacidad funcional y calidad de vida; además que evite la pérdida de fuerza y masa muscular, proporcione autoconfianza al paciente, mantenga su independencia funcional y prevenga la aparición de otras comorbilidades como DM tipo 2, obesidad y osteoporosis, tal como se hace referencia en los objetivos del ejercicio de fortalecimiento según las guías del ACSM para rehabilitación de pacientes con CI.

### **II.3. Vulnerabilidad**

El entrenamiento de resistencia muscular es comúnmente combinado con ejercicio aeróbico durante el programa de rehabilitación de pacientes con enfermedad arterial coronaria. Sin embargo, los beneficios clínicos del fortalecimiento a baja intensidad de los miembros pélvicos durante la etapa temprana de la rehabilitación (primer mes) aún no están bien demostrados en pacientes con enfermedad coronaria. Es por ello que se realiza el presente trabajo de investigación basado en los estudios publicados por Hansen y colaboradores<sup>22</sup>, en los que se incluyeron 60 pacientes con enfermedad coronaria y se sometieron a entrenamiento de RC: 30 pacientes con ejercicio aeróbico en sesiones de 40 minutos de duración, al 65% del VO<sub>2</sub>max y 30 pacientes con ejercicio aeróbico en cicloergómetro combinado con resistencia muscular de baja intensidad de extensión de cuádriceps en sedestación y prensa de piernas al 65% de la máxima fuerza (1RM) durante 12- 20 repeticiones por sesión, con un periodo de recuperación de 30 segundos entre cada una, durante 49 días, 3 sesiones por semana. Con lo anterior se demostró mayor incremento de la masa muscular ( $p = 0.07$ ) e incremento del colesterol HDL ( $p < 0.05$ ) en los pacientes que realizaron ejercicio de fortalecimiento muscular combinado con ejercicio aeróbico en comparación con los que realizaron ejercicio exclusivamente aeróbico. La capacidad funcional y ventilatoria aumentaron y el coeficiente espiratorio y la masa del tejido adiposo se redujeron significativamente ( $p < 0.05$ ) sin diferencias entre ambos grupos. Con este estudio se puede concluir que la adición de entrenamiento de fortalecimiento muscular a la RC aumenta la masa de tejido magro con mayor magnitud<sup>20</sup>. Levinger y colaboradores<sup>24</sup> utilizaron un protocolo de rehabilitación en pacientes con IC a una intensidad correspondiente al 40-60% de la 1RM, un set de 15 a 20 repeticiones en grupos musculares mayores como extensión de rodilla, extensión de tobillo y prensa de piernas, con

incrementos graduales hasta el 80-90%, 8-12 repeticiones por 3 sets durante 8 semanas logrando de esta manera el incremento de la masa muscular<sup>24</sup>.

#### **II.4.Factibilidad**

En 1973 se diseñó el primer PRC en México y Latinoamérica en el entonces Hospital Regional “20 de noviembre” del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado (ISSSTE) por el Dr. Enrique Quintal Velazco, médico especialista en Rehabilitación, con la finalidad de captar pacientes post IM y someterlos a un programa de ejercicio progresivo durante 47 días hasta alcanzar la intensidad de 7 METS. Actualmente la unidad de rehabilitación cardiaca del Centro Médico Nacional (CMN) “20 de Noviembre” continúa ubicada en el servicio de Rehabilitación, bajo la dirección del médico rehabilitador y la colaboración de un cardiólogo, cuenta con personal de fisioterapia y enfermería suficientemente preparados en atención urgente en caso de un paro cardiorrespiratorio. Por sus características permite la disponibilidad de otros profesionistas de la salud (psiquiatría, trabajo social y dietista) que idealmente podrían ser incluidos en los grupos de actuación anteriormente indicados. El área se encuentra dotada de material y equipo necesario para atender la demanda de pacientes. Cuenta con carro de paro con un desfibrilador, equipo para prueba de esfuerzo, esfigmomanómetros y el equipo necesario para el entrenamiento (cicloergómetros y banda sin fin). De 1995 a enero del 2013 el servicio de RC ha atendido un total de 4258 pacientes, con un promedio anual de 250 ingresos. A partir del año 2005, en que la Clínica de IC del servicio de Cardiología entro en funcionamiento, se incluyeron en los PR a pacientes con diagnóstico de IC. El total de pacientes atendidos desde enero del 2005 a Marzo del 2012 fue de 126; El total de ingresos a RC en base a los datos del servicio es de 1750 pacientes en los últimos 7 años, por lo que 126 representa el 7.2% de la población atendida<sup>28</sup>.

#### **III. Preguntas científicas**

Según Rizo & Campistrous<sup>29</sup>:

Podemos acercarnos a la solución de un problema científico también por la vía analítica, es decir, a partir del problema de investigación, descomponerlo en subproblemas que deben ser resueltos en el proceso investigativo y que de la solución completa de los mismos, puede derivarse una respuesta al problema que generó la investigación. Estos subproblemas es a lo que denominamos preguntas científicas y que en principio tienen las mismas funciones de las hipótesis pues también contribuyen a explorar, esclarecer, valorar los componentes de lo que se investiga, sus relaciones fundamentales y orientar en definitiva el curso de la investigación, que es también una de las principales funciones que se le reconoce a las hipótesis en una investigación<sup>29</sup>.

Asumiendo el criterio anterior, la orientación científica de la investigación se desarrollará a partir de la solución de las siguientes interrogantes:

- ¿Un programa de ejercicio aeróbico combinado con ejercicio de fortalecimiento es seguro y eficaz para el paciente con diagnóstico de IC secundaria a CI para la disminución del colesterol total sérico?
- ¿Un programa de ejercicio aeróbico combinado con ejercicio de fortalecimiento es seguro y eficaz para el paciente con diagnóstico de IC secundaria a CI para el aumento del colesterol HDL sérico?
- ¿Un programa de ejercicio aeróbico combinado con ejercicio de fortalecimiento es seguro y eficaz para el paciente con diagnóstico de IC secundaria a CI para la disminución de triglicéridos séricos?
- ¿Un programa de ejercicio aeróbico combinado con ejercicio de fortalecimiento es seguro y eficaz para el paciente con diagnóstico de IC secundaria a CI para la disminución de glucosa sérica?
- ¿Un programa de ejercicio aeróbico combinado con ejercicio de fortalecimiento es seguro y eficaz para el paciente con diagnóstico de IC secundaria a CI para aumentar la capacidad funcional en METS?
- ¿Un programa de ejercicio aeróbico combinado con ejercicio de fortalecimiento es seguro y eficaz para el paciente con diagnóstico de IC secundaria a CI para aumentar el DP demostrado en una prueba de esfuerzo?
- ¿Un programa de ejercicio únicamente aeróbico es eficaz para el paciente con diagnóstico de IC secundaria a CI para la disminución del colesterol total sérico?
- ¿Un programa de ejercicio únicamente aeróbico es eficaz para el paciente con diagnóstico de IC secundaria a CI para el aumento del colesterol HDL sérico?
- ¿Un programa de ejercicio únicamente aeróbico es eficaz para el paciente con diagnóstico de IC secundaria a CI para la disminución de triglicéridos séricos?
- ¿Un programa de ejercicio únicamente aeróbico es eficaz para el paciente con diagnóstico de IC secundaria a CI para la disminución de glucosa sérica?
- ¿Un programa de ejercicio únicamente aeróbico es eficaz para el paciente con diagnóstico de IC secundaria a CI para aumentar capacidad funcional en METS?
- ¿Un programa de ejercicio únicamente aeróbico combinado es eficaz para el paciente con diagnóstico de IC secundaria a CI para aumentar el DP demostrado en una prueba de esfuerzo?

- ¿Cuál programa de rehabilitación cardíaca es más efectivo para el control de factores de riesgo modificables y aumenta mayormente la capacidad funcional en METS y el DP en pacientes con diagnóstico de IC secundaria a CI?

#### **IV. Objetivo General**

Determinar la seguridad y eficacia de combinar el ejercicio de fortalecimiento isotónico para miembros pélvicos de baja intensidad con ejercicio aeróbico, en un PRC en pacientes con IC secundaria a CI, para el control de factores de riesgo modificables y mejorar la capacidad funcional según los METS alcanzados y el DP en una prueba de esfuerzo tipo Pollock, comparado con un programa que incluya solamente acondicionamiento aeróbico.

#### **V. Objetivos Específicos**

1. Determinar el beneficio de un PRC mediante ejercicio de fortalecimiento isotónico en AIRMACHINE y ejercicio aeróbico en cuanto al control de niveles séricos de colesterol total, en pacientes con IC secundaria a CI.
2. Determinar el beneficio de un PRC mediante ejercicio de fortalecimiento isotónico en AIRMACHINE y ejercicio aeróbico en cuanto al control de niveles séricos de colesterol HDL en pacientes con IC secundaria a CI.
3. Determinar el beneficio de un PRC mediante ejercicio de fortalecimiento isotónico en AIRMACHINE y ejercicio aeróbico en cuanto a control de triglicéridos en pacientes con IC secundaria a CI.
4. Determinar el beneficio de un PRC mediante ejercicio de fortalecimiento isotónico en AIRMACHINE y ejercicio aeróbico en cuanto a control de glucosa en pacientes con IC secundaria a CI.
5. Determinar el beneficio de un PRC mediante ejercicio de fortalecimiento isotónico en AIRMACHINE y ejercicio aeróbico en cuanto a aumento en la capacidad funcional determinando los METS obtenidos en una prueba de esfuerzo protocolo Pollock en pacientes con IC secundaria a CI.
6. Determinar el beneficio de PRC mediante ejercicio de fortalecimiento isotónico en AIRMACHINE y ejercicio aeróbico en cuanto al DP obtenido en una prueba de esfuerzo protocolo Pollock en pacientes con IC secundaria a CI.
7. Determinar el beneficio de un PRC mediante ejercicio aeróbico en cuanto al control de niveles séricos de colesterol total, en pacientes con IC secundaria a CI.
8. Determinar el beneficio de un PRC mediante ejercicio aeróbico en cuanto al control de niveles séricos de colesterol HDL en pacientes con IC secundaria a CI.

9. Determinar el beneficio de un PRC mediante ejercicio aeróbico en cuanto a control de triglicéridos en pacientes con IC secundaria a CI.
10. Determinar el beneficio de un PRC mediante ejercicio aeróbico en cuanto a control de glucosa en pacientes con IC secundaria a CI.
11. Determinar el beneficio de un PRC mediante aeróbico en cuanto a aumento en la capacidad funcional determinando los METS obtenidos en una prueba de esfuerzo protocolo Pollock en pacientes con IC secundaria a CI.
12. Determinar el beneficio de un PRC mediante ejercicio aeróbico en cuanto al DP obtenido en una prueba de esfuerzo protocolo Pollock en pacientes con IC secundaria a CI.

## DISEÑO METODOLÓGICO

### I. Tipo de Estudio

Es un estudio cuasi experimental, con un muestreo consecutivo y asignación aleatoria simple, comparativo, concurrente, longitudinal, prospectivo, prolectivo y abierto<sup>30</sup>.

### II. Universo de Estudio

Se incluyó una población muestra constituida por pacientes con diagnóstico de IC según la FEVI demostrada por ecocardiograma o medicina nuclear, secundaria a CI que fueran derechohabientes del ISSSTE tratados en el servicio de RC del CMN "20 de noviembre" de enero del 2013 a enero del 2014.

### III. Aspectos Éticos

El presente trabajo fue realizado acorde a la declaración de Helsinki y a la Ley General de Salud en materia de investigación<sup>31</sup>, según el artículo 17 que lo cataloga como investigación de grado de riesgo mínimo (II) y fue aprobado por el comité de ética del CMN "20 de Noviembre" ISSSTE.

### IV. Tamaño de la muestra

La población consistió en un total de 5 pacientes con diagnóstico de IC secundaria a CI que cumplieron con los criterios de inclusión, de los cuales uno de ellos fue excluido del protocolo por no tolerar el ejercicio.

Criterios de Inclusión	Criterios de Exclusión
Derechohabientes del ISSSTE	Pacientes residentes fuera del Distrito Federal
Edad de 40- 85 años	Pacientes con alteraciones ortopédicas u osteomusculares que le impidan realizar el ejercicio.
Diagnóstico de IC secundaria a CI realizado por ecocardiograma o medicina nuclear	Evento Cardiovascular Agudo reciente (menor a 1 mes)
FEVI menor a 35% y mayor a 25%	Arritmia Cardiaca
Con FRCV	Valvulopatías severas
Con hiperecolesterolemia de cualquier tipo o hipertrigliceridemia o ambos	Sintomatología de angina o de IC congestiva (edema de miembros pélvicos, hepatomegalia, ortopnea, tos, etc)
Pacientes con control dietético prescrito	Pacientes con otras comorbilidades como cáncer, insuficiencia renal, enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

Clase funcional I - III de la NYHA según METS en la prueba de esfuerzo	Pacientes que no puedan realizar prueba de esfuerzo por algún motivo
Con tratamiento farmacológico hipolipemiente	Pacientes que no acepten participar en el estudio
HTA controlada (TAS <140 y TAD >90)	
Pacientes que deseen participar en el estudio	

#### Crterios de eliminaci3n

Pacientes que abandonaran el programa o que no completen a menos el 85% de las sesiones de ejercicio

Pacientes que desarrollaran sntomas o signos de IC congestiva durante el PR

Pacientes que no toleraran el ejercicio por disnea

Pacientes que presentaran inadecuada recuperaci3n al ejercicio.

Pacientes que adquirieran comorbilidades que les impidan la realizaci3n del programa de ejercicio

Pacientes a quienes se les hubiera modificado el tratamiento farmacol3gico durante el periodo de entrenamiento

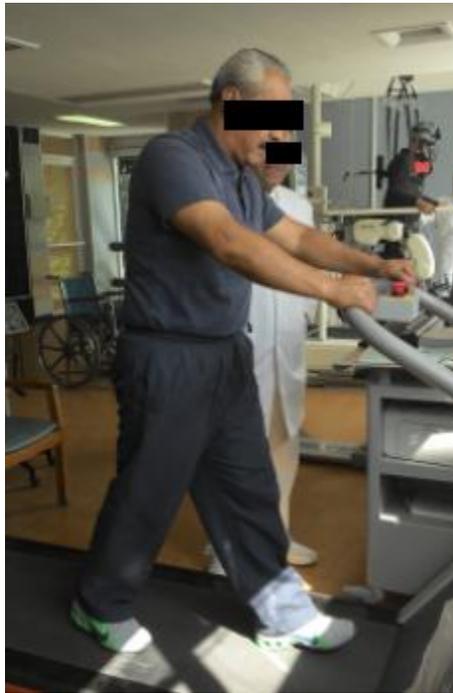
#### V. Definiciones de variables

Variable	Unidad	Tipo
Colesterol total	mg/dl	Cuantitativa
Colesterol HDL	mg/dl	Cuantitativa
Glucosa	mg/dl	Cuantitativa
Triglic3ridos	mg/dl	Cuantitativa
Capacidad aer3bica	METS	Cuantitativa
Doble producto	Resultado absoluto	Cuantitativo

#### VI. Procedimiento

Todos los pacientes, previa informaci3n y firma de un consentimiento, fueron valorados en una consulta mediante la realizaci3n de historia clnica, toma de somatometrfa y realizaci3n de estudios de laboratorio y gabinete y si cumplfan con los criterios de inclusi3n fueron ingresados a la fase II del PRC con entrenamiento aer3bico exclusivo o combinado con ejercicio de fortalecimiento. Este programa fue individualizado segun el volumen de oxigeno alcanzado en una prueba de esfuerzo tipo Pollock (ANEXO 1). Los pacientes fueron divididos aleatoriamente en 2 grupos con un muestreo simple consecutivo. Al grupo experimental se le determin3 el m3ximo peso que una persona puede levantar una sola vez a trav3s del arco completo de movimiento de extensi3n de rodilla (1RM) por m3todo de Berger<sup>32</sup>(carga de peso en kg x n3mero de repeticiones x 0.033) + carga de peso en kg en un equipo AIRMACHINE RHA190 en el que se realiz3 el mayor n3mero de repeticiones posibles sin causar sintomatologfa cardiaca con carga de 10 kg de peso con el miembro p3lvico derecho hasta la

fatiga muscular mientras el paciente era monitorizado mediante electrocardiograma. El periodo de entrenamiento tuvo una frecuencia de 3 veces por semana con una duración de 45-60 minutos durante 12 semanas. Las sesiones de ejercicio aeróbico fueron iguales para los dos grupos: incluyeron un periodo de calentamiento (10 minutos de acondicionamiento musculoesquelético y cardiovascular en banda sin fin) entrenamiento aeróbico interválico en banda sin fin al 60% de los METS alcanzados en la prueba de esfuerzo inicial y finalmente 10 minutos de recuperación en banda sin fin. El ejercicio interválico fué monitorizado con electrocardiograma y constituyó de periodos de 5 minutos de entrenamiento y 3 minutos de descanso (Figura 1); la percepción del esfuerzo subjetiva debió situarse entre 11-13 en escala de Borg<sup>33</sup> (ANEXO 2)



*Figura 1.*

El grupo experimental realizó ejercicio de fortalecimiento en AIRMACHINE RHA190, previamente 5 min de calentamiento en banda, y consistió en ejercicio isotónico en cadena cinética abierta de grupos musculares de miembros pélvicos al 40% de su 1RM de 15 repeticiones, 30 segundos de descanso entre cada repetición, 2-4 series, 3 veces por semana y por lo menos 48hrs de descanso entre cada sesión<sup>22</sup> (Figura 2); se progresó la intensidad cada 3 semanas y se monitorizó la respuesta presora en cada sesión, se vigiló que la respuesta cronotrópica no excediera el 70% de la FC objetivo por formula de Karvonen<sup>34</sup> y la percepción del esfuerzo subjetiva se situó entre 4-6 en escala de Robertson<sup>35</sup> (Anexo 3)



*Figura 2.*

Finalmente se realizaron 5 minutos de enfriamiento en banda sin fin. Al terminar el periodo de 12 semanas de entrenamiento fueron evaluados nuevamente con exámenes de laboratorio y prueba de esfuerzo Pollock. Durante el programa de ejercicio no se realizaron modificaciones al tratamiento farmacológico de los pacientes y se les motivó para que se apegaran a la dieta prescrita por su nutriólogo. Para calcular la respuesta cronotrópica de los pacientes al inicio y al término del programa de ejercicio se utilizó la frecuencia cardiaca de reserva, mediante la fórmula descrita por Benes y colaboradores<sup>18</sup> mediante la diferencia de la frecuencia máxima durante el esfuerzo y la frecuencia de reposo, dividida entre la diferencia de la frecuencia cardiaca máxima predictiva para la edad (según fórmula de Astrand:  $220 - \text{edad}$ ) y la frecuencia de reposo; tomando como referencia normal el criterio de  $<0.62$  en pacientes con tratamiento betabloqueador y  $<0.80$  en pacientes sin régimen betabloqueador.

## RESULTADOS

### I. Análisis Demográfico

La muestra del presente estudio fue de 4 pacientes, masculinos, no diabéticos, sedentarios, de un rango de edad de 52 – 82 años, con un promedio de 65.7 años y con una desviación estándar (DE)  $\pm 12.65$ , con diagnóstico de IC secundaria a CI con un promedio de 15.7 meses de evolución desde el diagnóstico ( $\pm 4.5$ ). Las características demográficas se muestran en la tabla 1. La totalidad de los pacientes habían sido sometidos a coronariografía con colocación de stents en los últimos 4 años ( $\pm 3.4$ ) y al momento del estudio se encontraban bajo tratamiento farmacológico con betabloqueadores, anti agregantes plaquetarios, inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (IECAS) y estatinas; 2 de ellos utilizaban diuréticos y 1 utilizaba calcioantagonistas.

Del total de los pacientes, 2 fueron incluidos en el grupo control y 2 en el grupo experimental de forma aleatoria, simple y consecutiva.

Variable	Promedio
Edad (años)	65.7 ( $\pm 12.6$ )
Peso (kg)	82.2 ( $\pm 9.2$ )
Talla (m)	1.6 ( $\pm 0.08$ )
IMC	29.3 ( $\pm 5.4$ )
FEVI (%)	33.5 (6.5)

Tabla 1. Características Demográficas de la Población

\*kg= kilogramos, m=metros, IMC= Índice de Masa Corporal, FEVI= Fracción de Expulsión

### II. Análisis del Grupo Control

En la valoración inicial de las mediciones de los lípidos séricos se encontraron cifras promedio de colesterol de 111mg/dl ( $\pm 39.5$ ), de colesterol HDL de 38.5 mg/dl ( $\pm 13.4$ ) de triglicéridos de 128.5 mg/dl ( $\pm 57.2$ ) y de glucosa de 109.5 mg/dl ( $\pm 6.3$ ). Al realizar la prueba de esfuerzo Pollock se encontró que en promedio los pacientes alcanzaban un VO<sub>2</sub>max de 20.5 ( $\pm 2.2$ ) ml/kg/min equivalentes a 5.8 METS ( $\pm 0.56$ ), un DP de 12 400 ( $\pm 791.9$ ) con una respuesta cronotrópica inadecuada de 0.32 ( $\pm 0.08$ ). Los dos pacientes incluidos en el grupo control fueron catalogados en la clase funcional II de la NYHA. Al término de las 12 sesiones de ejercicio aeróbico no se encontraron resultados estadísticamente significativos ( $< 0.05$ ) en la disminución del colesterol total, triglicéridos y glucosa, ni en el aumento de colesterol HDL, de los METS o en el DP. En cuanto al control de factores de riesgo modificables no se encontró modificación alguna referente a los niveles del colesterol total en promedio ( $P=0.5$ ); el

colesterol HDL aumento ligeramente a 40 mg/dl ( $\pm 9.8$ ) ( $P=0.32$ ); los triglicéridos disminuyeron ligeramente a 118.5 mg/dl ( $\pm 71.4$ ) y ( $P=0.25$ ) y la glucosa a 99 mg/dl ( $\pm 1.4$ ) ( $P=0.15$ ). En cuanto al aumento de la capacidad funcional se encontró un incremento a 22.1 ml/kg/min ( $\pm 0$ ) de VO<sub>2</sub> pico equivalentes 6.3 ( $\pm 0$ ) METS ( $P=0.21$ ) en la prueba de esfuerzo y el DP aumentó a 16 575 ( $\pm 3 712.3$ ) ( $P=0.14$ ) al igual que la respuesta cronotrópica aumentó ligeramente a 0.52 ( $\pm 0.2$ ) ( $P=0.25$ ).

### **III. Análisis del Grupo Experimental**

De igual manera en el grupo sometido a ejercicio aeróbico combinado con ejercicio de fortalecimiento no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para el control de factores de riesgo y el aumento de la clase funcional y DP ( $<0.05$ ). Al inicio del programa, el colesterol total de los 2 pacientes incluidos en el grupo experimental fue en promedio de 103 mg/dl ( $\pm 8.4$ ), el colesterol HDL fue 32.5 mg/dl ( $\pm 0.7$ ), los triglicéridos 108 mg/dl ( $\pm 52.3$ ), la glucosa 93 mg/dl ( $\pm 5.6$ ), el VO<sub>2</sub> 19.3 ml/kg/min ( $\pm 11.8$ ), los METS 5.5 ( $\pm 3.3$ ), el DP 13 500 ( $\pm 4242.6$ ) y la respuesta cronotrópica inadecuada 0.3 ( $\pm 0.2$ ) de acuerdo a las valoraciones con exámenes de laboratorio y la prueba de esfuerzo. Al término de las 12 semanas el colesterol total disminuyó a 97 mg/dl ( $\pm 14.1$ ) ( $P=0.18$ ), el colesterol HDL, los triglicéridos y la glucosa aumentaron ligeramente a 31 mg/dl ( $\pm 2.8$ ) ( $P=0.25$ ), 151 mg/dl ( $\pm 36.7$ ) ( $P=0.07$ ) y a 103 mg/dl ( $\pm 22.6$ ) ( $P=0.7$ ) respectivamente. El VO<sub>2</sub> aumento a 25.85 ( $\pm 13.9$ ) ( $P=0.06$ ), los METS aumentaron a 7.4 ( $\pm 3.9$ ) ( $P=0.06$ ), el DP aumentó a 19 000 ( $\pm 1442.2$ ) ( $P=0.2$ ) y la respuesta cronotrópica aumentó a 0.5 ( $\pm 0.13$ ) ( $P=0.1$ ). A las valoraciones originales se añadió la medición de la FEVI en el grupo experimental, la cual al inicio de las sesiones fue de 34.5% en promedio ( $\pm 3.5$ ) y al final aumento a 44% ( $\pm 8.4$ ) con una  $P=0.21$ .

### **IV. Comparación Intergrupo**

Al inicio del programa ambos grupos de estudio no mostraron diferencias significativas en cuanto a los niveles séricos de lípidos y glucosa así como en la capacidad funcional y doble producto según los exámenes de laboratorio y la prueba de esfuerzo Pollock realizados, por lo que la población debe ser considerada como homogénea. Todos los pacientes tenían valores de colesterol total y triglicéridos dentro de los parámetros recomendados para prevención secundaria en pacientes con CI. Las cifras de HDL solamente en 1 paciente del grupo control se encontraban en niveles meta recomendados (40 mg/dl) y la glucosa sérica en 1 paciente del grupo control se encontraba fuera del rango recomendado (108 mg/dl)<sup>35</sup>. Durante el programa de entrenamiento no se reportaron efectos adversos al ejercicio como descontrol hipertensión o hipotensión arterial, arritmias, angina, disnea o cambios electrocardiográficos sugestivos de isquemia. Sin embargo en la prueba incremental, en uno de los pacientes del grupo experimental se observó, tanto al inicio como al final del entrenamiento de 12 semanas, la

presencia de complejos prematuros ventriculares aislados, que no presentó durante la prueba de 1RM.

Al término de la sesiones de entrenamiento, en ninguno de los 2 grupos se encontraron modificaciones estadísticamente significativas ( $<0.05$ ) en los factores de riesgo metabólico. En cuanto a la capacidad funcional, aunque de igual manera no se encontraron parámetros estadísticamente significativos, si se observó un aumento en METS del 34% en promedio en el grupo experimental en comparación con un 8% en el grupo control. En ambos grupos se observó un aumento del DP y de la respuesta cronotrópica durante la prueba de esfuerzo.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### I. Discusión

El efecto de los programas de ejercicio aeróbico ha sido bien descrito para el control de los FRCV modificables en pacientes con IC por diferentes autores, aumentando los niveles de colesterol HDL, disminuyendo los niveles de triglicéridos, colesterol LDL y glucosa séricos<sup>12</sup>. En nuestra población de estudio no se encontraron diferencias significativas en cuanto a la disminución de los mismos, al contrario, en algunos parámetros como la glucosa y los triglicéridos, se observó un discreto aumento no significativo que no parece tener relación con el programa de ejercicio prescrito ya que en los dos grupos se incluyó el ejercicio aeróbico como parte del entrenamiento. Probablemente se puede atribuir este resultado obtenido al número de pacientes que fueron incluidos en el estudio.

En cuanto al resto de los FRCV modificables evaluados, considerados como no metabólicos, de igual manera no se observó una diferencia significativa en la comparación final intragrupo o en la comparación intergrupo, probablemente esto puede atribuirse también al número de sujetos incluidos en cada grupo de estudio. A pesar de ello, cabe destacar que los pacientes que fueron incluidos en el protocolo de ejercicio aeróbico combinado con ejercicio de fortalecimiento, aumentaron su VO<sub>2</sub> máximo y los METS de tal manera que cambiaron su clase funcional de acuerdo a la NYHA<sup>37</sup>, desde la clase II y III a clase I y II respectivamente. En publicaciones previas<sup>38</sup> se ha descrito que el entrenamiento con circuitos de pesas mejoran la resistencia cardiovascular en los pacientes cardiopatas entre un 4 y un 19%, ya sea realizados únicamente o combinados con ejercicio aeróbico, como se puede corroborar en nuestro estudio y a diferencia de lo expuesto por este autor, sí se encontraron además modificaciones en el VO<sub>2</sub>max. Según algunos estudios, el riesgo de muerte disminuye un 10% por cada incremento de 1 MET en la prueba de esfuerzo<sup>39</sup> y según Bellardinelli<sup>7</sup>, el aumento del VO<sub>2</sub>max se relaciona con la reducción del riesgo relativo de mortalidad. Los pacientes del grupo experimental aumentaron su capacidad funcional en METS para la realización de las actividades de la vida diaria según el Physical Activity Questionnaire (IPAQ) que estima la actividad física en cuanto a su duración, frecuencia, e intensidad y que define de esta manera las actividades en nivel bajo (3.3 METS), moderado (4.4 METS) y alto (+8METS) que se traduce en una mayor calidad de vida para los pacientes<sup>11</sup> de acuerdo a la valoración de las actividades de la vida diaria de la Veterans Administration (VA)<sup>12</sup>. ANEXO 4.

En ambos grupos se demostró un aumento en el DP y en la respuesta cronotrópica. La FC ha sido descrita como el factor compensatorio más importante para mantener una adecuada salida del VI en los pacientes con disfunción ventricular<sup>14</sup>. El poco incremento de la FC desde el reposo se ha asociado a su vez con un marcado deterioro de la capacidad de los músculos periféricos durante el ejercicio; Meyer y colaboradores<sup>14</sup> demostraron que posterior al ejercicio

existe una mejoría en la capacidad aeróbica relacionada directamente con cambios celulares a nivel de músculos periféricos. Ensayos clínicos previos controlados han demostrado que los programas de ejercicio mejoran la capacidad aeróbica al retrasar la aparición del metabolismo anaeróbico y mejorar el equilibrio autonómico<sup>7</sup>. En nuestra población de estudio se encontró que esta mejoría en el equilibrio autonómico y en la respuesta cardiovascular, demostrado al aumentar la respuesta cronotrópica y el doble producto, se observó tanto en el grupo de ejercicio aeróbico, como en el grupo de ejercicio aeróbico combinado con ejercicio de fortalecimiento (anaeróbico), y fue ligeramente mayor en este último. En el trabajo de Urriata y colaboradores<sup>24</sup> se describe que el ejercicio de fortalecimiento no causa ningún efecto en la FC de reposo, tensión arterial sistólica y diastólica en pacientes con IC con tratamiento betabloqueador; en el presente estudio, todos los pacientes se encontraban con tratamiento betabloqueador y se observó un aumento de la respuesta cronotrópica y que en la mitad de los pacientes de cada grupo esta respuesta cronotrópica aumentó de tal manera que cambió de incompetente a normal a expensas del aumento de la frecuencia cardiaca durante el esfuerzo en la prueba incremental, concordando con Meyer y colaboradores<sup>15</sup> con que los mejores candidatos para inducir adaptaciones en músculos periféricos son los pacientes cuya capacidad al ejercicio se encuentra severamente deprimida. La trascendencia del estudio, de acuerdo a Benes y colaboradores<sup>17</sup> es que al mejorar la competencia cronotrópica, los pacientes tienen menor riesgo de desarrollar IC cardiaca avanzada, mejorando su capacidad para el ejercicio, mejorando la eficiencia respiratoria y mejorando su calidad de vida. Comparativamente se observó un leve aumento en el DP y la respuesta cronotrópica en el grupo en que se añadió ejercicio de fortalecimiento al ejercicio aeróbico, lo anterior, se puede correlacionar con lo descrito por Ades y colaboradores<sup>21</sup> acerca de que el entrenamiento de la fuerza favorece el aumento del VO<sub>2</sub> pico, la función central hemodinámica, la función autonómica, la función muscular y vascularidad periférica y la capacidad al ejercicio en IC, que puede tener relación directa con el incremento de la densidad capilar, contenido mitocondrial o la actividad oxidativa enzimática como resultado del ejercicio de fortalecimiento<sup>24</sup>. Estudios iniciales han demostrado que los ejercicios con pesas de alta intensidad o el trabajo isométrico provocan una elevación muy significativa de la tensión arterial durante el entrenamiento, este aumento supone, a su vez, una elevación brusca del doble producto (indicativo del VO<sub>2</sub> del miocardio), lo cual aumenta la probabilidad de arritmias, isquemia cardiaca o disfunción ventricular en pacientes con cardiopatía<sup>38</sup>. Por otra parte, la elevación de la tensión arterial sistólica mejora la perfusión miocárdica, lo que mejora el flujo coronario aun en elevaciones súbitas del DP. En nuestro grupo experimental, durante las sesiones de entrenamiento no se observaron variaciones significativas (mayores a 10 latidos por minuto o 10 mm/Hg) en la frecuencia cardiaca o en la tensión arterial. Seguramente, esta respuesta estable durante el ejercicio no solamente se debe a la intensidad del programa de fortalecimiento, sino a que se entrenó la fuerza mediante una técnica isotónica y no isométrica. Se ha descrito que la

frecuencia cardiaca pico que se observa durante circuitos con pesas a diferentes intensidades (desde el 40 hasta el 100% de la 1RM) son significativamente inferiores a las máximas obtenidas en el ejercicio incremental que realizan estos pacientes en la prueba de esfuerzo, así como las elevaciones en la tensión arterial, tanto sistólica o diastólica<sup>38</sup>. Inclusive, en estudios donde se ha comparado el ejercicio isométrico con el ejercicio aeróbico en pacientes con cardiopatía sin alteraciones ventriculares importantes se ha observado que el ejercicio isométrico produce menos respuestas isquémicas que las pruebas de esfuerzo incremental<sup>38</sup>. Durante la prueba de esfuerzo de los pacientes de ambos grupos se evidenció el aumento de la respuesta cronotrópica y el DP anteriormente descritos, y además se observó una respuesta presora adecuada, la que inicialmente había sido plana o hipertensiva.

Anteriormente el ejercicio de fortalecimiento había sido excluido de los programas de rehabilitación de pacientes con IC debido al temor a un empeoramiento en la función del ventrículo izquierdo y a un potencial efecto adverso en la remodelación de este ventrículo, relacionado con el aumento de la poscarga que este tipo de ejercicio produce<sup>13</sup>. En el presente estudio no se encontraron datos que puedan comprobar dicha afirmación. Al contrario, en el grupo experimental se observó un aumento en la FEVI que no fue comparado con el grupo control por no tratarse del objetivo principal del estudio y que fue observado como hallazgo. Bellardinelli<sup>7</sup> publicó en sus estudios que el aumento de la FE en reposo, debido al efecto del entrenamiento físico en la remodelación del músculo cardiaco, no fue evidente hasta los 5 años de estar continuamente en un programa de ejercicio aeróbico; en el presente estudio se observó un incremento de la FE posterior a 12 semanas de entrenamiento del 25%, aumentando de los valores promedio de 34.5 a 44% demostrado mediante ecocardiograma o medicina nuclear. Cabe destacar que el ejercicio de fortalecimiento se realizó concomitantemente con ejercicio aeróbico por lo que habría que realizar mayores estudios al respecto.

## **II. Conclusión**

Al tratarse de un estudio piloto no se encontraron disminuciones estadísticamente significativas en los FRCV modificables metabólicos con ninguno de los dos programas de ejercicio aplicados en el presente trabajo. De igual forma, no fue posible demostrar aumentos estadísticamente significativos en la capacidad funcional o en el doble producto debido al número de sujetos incluidos en cada programa; sin embargo tanto en el grupo control como en el grupo experimental, se demostró un aumento en la clase funcional en VO<sub>2</sub>max y en METS así como una mejoría de la respuesta cronotrópica, presora y por lo tanto en el DP al final del entrenamiento, ligeramente más evidente en el grupo experimental, de acuerdo al cambio de la clase funcional de la NYHA, la realización de actividades de la vida diaria y el cambio en la incompetencia cronotrópica a una respuesta normal de la FC durante el esfuerzo. Aunque no

encontramos mejorías estadísticamente significativas, sí las demostramos clínicamente en los resultados.

Nuestra propuesta de un programa de rehabilitación cardiaca basado en la combinación de ejercicio aeróbico con ejercicio de fortalecimiento, supervisado, de baja intensidad, isotónico y a grandes grupos musculares, como de los miembros pélvicos, en pacientes con IC secundaria a CI, bien seleccionados es seguro, sin cambios agudos en la respuesta cronotrópica o presora, pero sí con cambios crónicos posteriores a 12 semanas de entrenamiento, que mejoran estas respuestas aumentando el doble producto, la capacidad funcional y la calidad de vida y disminuyen el riesgo cardiovascular de los pacientes debido a adaptaciones centrales y/o periféricas que se observan mayormente que en los programas de ejercicio únicamente aeróbico.

## REFERENCIAS

1. Maroto J, Artigao R, Morales M, de Pablo C, Abaira: Rehabilitación Cardíaca en pacientes con infarto de miocardio. Resultados tras 10 años de seguimiento. Revista Española de Cardiología. 2005;58(10):1181-1187
2. Velasco J, Cosín J, Maroto M, Muñiz J, Casasnovas J, Plaza I, Abadal T: Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en prevención cardiovascular y rehabilitación cardíaca. Revista Española de Cardiología. 2000;53:1095-1120
3. Lobos J, Brotons C: Factores de riesgo cardiovascular y atención temprana: evaluación e intervención. Aten Primaria. 2011;43(12):668-677
4. Siniawski D, Mason W, Sorroche P, Casañas L, Kraus J, Cagide A: Correlación entre las razones apolipoproteína B/apolipoproteína A1 y colesterol total/colesterol HDL en una población saludable: ¿Debería actualizarse el índice de Castelli?. Revista Argentina de Cardiología. 2011;79(1):1-6
5. Bahrami H, Bluemke D, Kronmal R, Bertoni A, Lloyd-Jones D, Shahar E, Szklo M, Lima J: Novel Metabolic Risk Factors for Incident Heart Failure and Their Relationship With Obesity. Journal of the American College of Cardiology. 2008;51(18):1175-1183
6. Uriel N, Gonzalez-Costello J, Mignatti A, Morrison K, Nahumi N, Colombo P, Jorde U: Adrenergic Activation, Fuel Substrate Availability, and Insulin Resistance in Patients With Congestive Heart Failure. JACC: Heart Failure. 2013;1(4):331-337
7. Belardinelli R, Georgiou D, Cianci G, Purcaro A: 10- Year Exercise Training in Chronic Heart Failure. Journal of the American College of Cardiology. 2012;60(16):1521- 1528
8. Echazarreta D: Abordaje diagnóstico de la insuficiencia cardíaca. Insuficiencia Cardíaca. 2008;3(4):196-204
9. Gómez C, Bonilla A, Benítez J: ¿Cómo estratificamos el riesgo en las miocardiopatías? Miocardiopatía dilatada e hipertrófica como paradigmas. CardioCore. 2011;47(1):8-11
10. Rivas-Estany E: El ejercicio físico en la prevención y la rehabilitación cardiovascular. Revista Cubana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. 2011;17(1)18-22
11. Romero T: Hacia una definición de Sedentarismo. Rev Chil Cardiol. 2009; 28: 409-413
12. Maroto J: Rehabilitación Cardiovascular. 2011 España, Primera Edición, Editorial Panamericana

13. Larry W: Manual ACSM para la valoración y prescripción del ejercicio. 2008 España, Primera Edición, Editorial Paidotribo
14. Urriata A, Santesmases J, Lupón J: ABC de la Insuficiencia Cardíaca. Seminarios de la Fundación Española de Reumatología. 2011;12(2):42-49.
15. Meyer K, Görnandt L, Schwaibold M, Schwaibold M, Westbrook S, Hajric R, Peters K, Beneke R, Schnellbacher K, Roskamm H: Predictors of Response to Exercise Training in Severe Chronic Congestive Heart Failure. *Am J Cardiol.* 1997;80:56-60
16. Wielenga R, Huisveld I, Bol E, Dunselman P, Erdman R, Baselier M, Mosterd W: Safety and effects of physical training in chronic heart failure. *European Heart Journal.* 1999;20:872-879
17. Benes J, Kotrc M, Borlaug B, Lefflerova K, Jarolim P, Bendlova B, Jabor A, Kautzner J, Melenovsky V: Resting Heart Rate and Heart Rate Reserve in Advanced Heart Failure Have Distinct Pathophysiologic Correlates and Prognostic Impact. *JACC: Heart Failure.* 2013;1(3):259-266
18. Sieira M, Ricart A, Estrany R: Respuesta de la tensión arterial a la prueba de esfuerzo. *Apunts Med Esport.* 2010;45(167):191-200
19. Hargens T, Griyn D, Kaminsky L, Whaley M: The influence of aerobic exercise training on the double product break point in low-to-moderate risk adults. *Eur J Appl Physiol.* 2011;111:313-318
20. Schutte R, Thijs L, Asayama K, Boggia J, Li Y, Hansen T, Yan-Ping L, Kikuya M, Björklund-Bodegård K, Ohkubo T, Jeppesen J, Torp-Pedersen C, Dolan E, Kuznetsova T, Stolarz-Skrzypek K, Tikhonoff V, Malyutina S, Casiglia E, Nikitin Y, Lind L, Sandoya E, Kawecka-Jaszcz K, Filipovský J, Imai Y, Wang J, Ibsen H, O'Brien E, Staessen J: Double Product Reflects the Predictive Power of Systolic Pressure in the General Population: Evidence from 9,937 Participants American. *Journal of Hypertension.* 2013;26(5):665-672
21. Ades P, Keteyian S, Balady G, Houston-Miller N, Kitzman D, Mancini D, Rich W: Cardiac Rehabilitation Exercise and Self-Care for Chronic Heart Failure. *JACC: Heart Failure.* 2013;1(6):540-547
22. Hansen D, Eijnde B, Roelants M, Broekmans T, Rummens J, Hensen K, Daniels A, Van Erum M, Bonn  K, Reyckers I, Alders T, Berger J, Dendale P: Clinical benefits of the addition of lower extremity low intensity resistance muscle training to early aerobic endurance training intervention in patients with coronary artery disease: a randomized controlled trial. *J Rehabil Med.* 2011;43:800-807
23. Clark A, Rafferty D, Arbuthnott K: Relationship between isokinetic muscle strength and exercise capacity in chronic heart failure. *International Journal of Cardiology.* 1997;59:145-148

24. Levinger I, Bronksa R, Codyb D, Lintonb I, Daviea A: Resistance training for chronic heart failure patients on beta blocker medications. *International Journal of Cardiology* . 2005;102:493-499
25. Urriata A, Santesmases J u Lupón J: ABC de la Insuficiencia Cardiaca, Seminarios de la Fundación Española de Reumatología, 2011;12(2)42-49.
26. Secretaria de Salud, Programa de Acción específico 2007- 2012 Riesgo cardiovascular recuperado de <http://www.cenave.gob.mx/progaccion/cardio.pdf>
27. Figueroa C, Alcocer L, Ramos B, Hernández T, Gaona B: Factores de riesgo psicosociales asociados a la insuficiencia cardiaca, *Revista Mexicana de Cardiología*, 2010;21(2):70- 74
28. Archivos de Rehabilitación Cardiaca del Centro Médico Nacional 20 de Noviembre
29. Rizo C. y Campistrous L: Sobre las hipótesis y las preguntas científicas en los trabajos de investigación (1ra ed.) [CD-ROM] 1999. La Habana: Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba.
30. Sánchez T: Guía metodológica para la elaboración de un Protocolo de investigación en el área de la salud. 2002 México. Primera Edición, Editorial Prado
31. Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud.
32. Berger, R. Determination of the resistance load for 1RM and 10-RM *J. Assoc. Phys. Mental Rehabil.* 1965;15:108-110.1961
33. Morgan W. Psychological factors influencing perceived exertion *Journal of Medicine and Science in sports and exercise* 5,2:98.1973
34. Eredia, J, Donate F, Medrano I, Costa M y Soro J: Determinación de la carga de entrenamiento para la mejora de la fuerza orientada a la salud (Fitness muscular) *Publi CE standard* 26 de marzo 2007 recuperado de [www.musculacion.net/article168.html](http://www.musculacion.net/article168.html)
35. Naclerio F, Barriopedro I, Rodríguez G: Control de la intensidad en los entrenamientos de fuerza por medio de la percepción subjetiva del esfuerzo. 2008 Recuperado de [http://www.revistakronos.com/docs/File/kronos/15/Kronos\\_15\\_9.pdf](http://www.revistakronos.com/docs/File/kronos/15/Kronos_15_9.pdf)
36. Rydén L, Standl E, Bartnik M, Van den Berghe G, Betteridge J, de Boer M, Cosentino F, Jonsson B, Laakso M, Malmberg K, Priori S, Ostergren J, Tuomilehto J, Thrainsdottir I: Guidelines on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases: executive summary. *European Heart Journal*, 2007;28:88–136

37. Braunwald E: Cardiología "El libro de medicina cardiovascular". 2004 España, Edición en español, Editorial Marbán
38. López J: Fisiología Clínica del Ejercicio. 2008 España, Primera Edición, Editorial Panamericana
39. Villegas M, Martínez M, Cano P: ¿Cómo se hace e interpreta una prueba de esfuerzo?. FMC. 2012;19(2):83-9

## ANEXOS

### ANEXO 1. PRUEBA DE ESFUERZO POLLOCK

ETAPA	VELOCIDAD	GRADO	TIEMPO	METS
1	1.5 km	3.0	2'2'	2.8
2	1.5	6.0	2'4'	3.4
3	1.7	10.0	2'6'	4.6
4	2.2	12.0	2'8'	6.3
5	2.5	12.0	2'10'	7.4
6	3.0	12.5	2'12'	8.5
7	3.4	14.0	2'14'	10.2

ANEXO 2. PERCEPCIÓN DEL ESFUERZO SEGÚN ESCALA DE BORG

6	
7	Mucho muy ligero
8	
9	Muy ligero
10	
11	Ligero
12	
13	Algo pesado
14	
15	Pesado
16	
17	Muy pesado
18	
19	Mucho muy pesado
20	

ANEXO 3. PERCECIÓN DEL ESFUERZO SEGÚN ESCALA DE ROBERTSON

0	Extremadamente sencillo
1	
2	Sencillo
3	
4	Algo sencillo
5	
6	Algo pesado
7	
8	Pesado
9	
10	Extremadamente pesado

ANEXO 4. VALORACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE LA VIDA DIARIA DE LA VA

METS	ACTIVIDADES DE LA VIDA DIARIA
1 MET	Comer, vestirse, trabajar en un despacho
2 METS	Ducharse, bajar 8 escalones
3 METS	Pasera lentamente un par de bloques de edificios sobre superficie llana, realizar algunas faenas caseras moderadas como pasar el aspirador, barrer el suelo o traer la compra
4 METS	Hacer trabajo de jardinería como rastrillar hojas, escardar la tierra, utilizar una segadora eléctrica, pintar o hacer trabajos ligeros de carpintería.
5 METS	Caminar con rapidez (6-7 km/hr), bailar, lavar el coche
6 METS	Jugar 9 hoyos de golf y llevar los palos, hacer trabajos intensos de carpintería, cortar el césped
7 METS	Realizar trabajo pesado de jardinería como cavar, mover tierra con una pala, jugar tenis individuales, mover 25-30 kg
8 METS	Mover muebles pesados, correr, subir escaleras con rapidez, subir escaleras con 9-10 kg de peso
9 METS	Montar en bicicleta a ritmo moderado, serrar madera, trepar por una cuerda (espacio)
10 METS	Nadar con energía, subir una colina/cuesta en bicicleta, caminar cuesta arriba energéticamente, correr a 9-10 km/hr
11 METS	Esquiar, jugar al baloncesto
12 METS	Correr enérgica y mantenidamente por terreno llano (12 km/hr)
13 METS	Hacer cualquier actividad competitiva, incluyendo las que requieren aceleraciones y desaceleraciones intermitentes, correr competitivamente, remar, excursiones/senderismo con mochila.

ANEXO 5. FORMATO DE CONTROL DE PACIENTES

Identificación de paciente: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ años

Sexo: \_\_\_\_\_ Peso: \_\_\_\_\_ Talla: \_\_\_\_\_ IMC \_\_\_\_\_

Fecha de ingreso al programa: \_\_\_\_\_ 1RM \_\_\_\_\_ FC Objetivo: \_\_\_\_\_

Variable	Al inicio del programa	Al término del programa
Colesterol total		
Colesterol HDL		
Colesterol LDL		
Triglicéridos		
METS alcanzados prueba de esfuerzo		

---

Dra. Nadia Catalina de la Peña Martínez

## ANEXO 6. CONSENTIMIENTO INFORMADO

Usted será incluido en un programa de ejercicio basado en la respuesta cardiovascular a una prueba de esfuerzo y la determinación del máximo peso que pueda cargar con las piernas. Se le darán claras instrucciones sobre la cantidad y el tipo de ejercicio regular que debe hacer. Podrá realizar una reevaluación con una prueba de esfuerzo 3 meses después del inicio del programa de rehabilitación.

Existe la posibilidad de que se produzcan ciertos cambios durante las sesiones de ejercicio. Estos incluyen alteración de la tensión arterial, desmayos, frecuencia cardiaca irregular, rápida o lenta, o muerte. Se harán los esfuerzos posibles para minimizar estos riesgos mediante la apropiada supervisión durante el ejercicio. Se dispone de material de urgencias, así como de personal preparado para actuar en cualquier situación inusual que pueda surgir.

La participación en el programa de rehabilitación puede ayudar a determinar que actividades puede usted realizar con seguridad durante la vida diaria. No se garantiza que el programa de rehabilitación aumente su capacidad funcional, aunque los resultados en general demuestran que ésta normalmente mejora.

Para aumentar su seguridad y los beneficios, usted debe tener una asistencia regular y apearse estrictamente a la intensidad, la duración, frecuencia, progresión y tipo de actividad que se prescriba.

La información que se obtiene durante la prueba de esfuerzo y su participación en el programa de rehabilitación cardiaca será tratada de manera confidencial. No se comunicará a nadie, con excepción de su médico asignado, sin su consentimiento escrito. Sin embargo, la información obtenida se puede emplear para análisis estadístico y propósitos científicos manteniendo su derecho a la intimidad.

Le animamos a que comunique cualquier síntoma inusual que haya experimentado durante y después del ejercicio, a que haga preguntas sobre el programa de rehabilitación y si tiene dudas por favor pídasenos más información.

Su permiso para comprometerse en el programa de rehabilitación cardiaca es voluntario. Usted es libre para retirar su consentimiento si lo desea, ahora o en cualquier punto del programa. En caso de que usted decida retirarse del estudio, este hecho no tendrá repercusión en su tratamiento normal.

Admito que he leído este formulario en su totalidad y que comprendo en qué consiste el programa de rehabilitación con el que me he comprometido. Acepto los riesgos, reglas y regulaciones. Comprendo los procedimientos de la prueba que realizaré y los riesgos y molestias posteriores. Sabido esto y habiendo podido plantear preguntas que me han sido contestadas satisfactoriamente, doy mi consentimiento en participar en este programa de rehabilitación.

---

Nombre y firma del paciente

---

Nombre y Firma  
Testigo 1

---

Nombre y firma  
Testigo 2

---

Nombre y firma de médico investigador

---

\* Ante cualquier aclaración o duda respecto a la realización de las pruebas del protocolo de estudio en cuestión, comunicarse con Dr. Pavel Loeza Magaña, Dra. Leonor Elizabeth Pimentel Mercado y Dra. Nadia Catalina de la Peña Martínez. Servicio de Medicina Física y Rehabilitación, 1er Piso, Tel 52005003 Ext. 1218. Pertenecientes al CMN 20 de Noviembre, I.S.S.S.T.E, con dirección en Av. Félix Cuevas No. 540. Col. Del Valle Delegación Benito Juárez. CP 03229. \*Dr. Abel Archundia García. Presidente del Comité de Ética. Ext. 14629

