



CARDIOLOGÍA DEL ADULTO - TRABAJOS LIBRES

Efecto de un programa de rehabilitación cardiaca basado en ejercicio sobre la capacidad física, la función cardiaca y la calidad de vida, en pacientes con falla cardiaca

Effect of a cardiac rehabilitation program based on exercise on physical capacity, cardiac function and quality of life in patients with heart failure

Diana S. Atehortúa, MD.⁽¹⁾; Jaime A. Gallo, MD.^(2,3,4,5); Mauricio Rico, MD.⁽⁵⁾; Luisa Durango, MD.⁽⁵⁾

Medellín, Colombia.

ANTECEDENTES: la rehabilitación cardiaca basada en ejercicio es una estrategia de tratamiento para los pacientes con falla cardiaca. En la actualidad hay controversia sobre su efecto en parámetros centrales y hemodinámicos de la función ventricular.

OBJETIVO: evaluar el efecto de un programa de rehabilitación cardiaca basada en ejercicio sobre la capacidad física, la función cardiaca y la calidad de vida en pacientes con falla cardiaca.

DISEÑO Y MÉTODOS: estudio de intervención en pacientes con falla cardiaca estadio C, clase funcional NYHA II-III, a quienes se les hicieron pruebas funcionales, ecocardiografía y concentración sérica de la porción NT-proPNC y, además, se les aplicó un cuestionario de calidad de vida, antes de un programa de rehabilitación cardiaca basada en ejercicio y doce semanas después de éste.

RESULTADOS: se incluyeron 22 pacientes con una edad promedio de 59 ± 9 años. De ellos, 17 (77,3%) fueron hombres y 20 (90,9%) tenían enfermedad coronaria. El consumo de oxígeno máximo indirecto (VO_2) aumentó de $26,4 \pm 6,4$ mL.kg⁻¹.min⁻¹ a $34,5 \pm 7,7$ mL.kg⁻¹.min⁻¹ en promedio ($p < 0,001$) y la distancia alcanzada en la prueba de caminata de los seis minutos se incrementó de $438 \pm 67,9$ metros a $513 \pm 83,4$ metros en promedio ($p < 0,001$). La fracción de expulsión aumentó de $32,68 \pm 8,8\%$ a $38,82 \pm 9,16\%$ ($p < 0,001$). Hubo mejoraría en la calidad de vida en el dominio de "cambio de salud en el tiempo" ($p < 0,05$).

CONCLUSIÓN: los pacientes con falla cardiaca que se intervienen con un programa de rehabilitación cardiaca basada en ejercicio durante doce semanas, mejoran su capacidad funcional, la función sistólica y la calidad de vida.

PALABRAS CLAVE: falla cardiaca, rehabilitación cardiaca, ejercicio, capacidad física, función cardiaca, calidad de vida.

(1) Secretaría para el Deporte y la Recreación de Itagüí. Itagüí, Antioquia, Colombia.

(2) Centro Clínico y de Investigación: Soluciones Integrales en Riesgo Cardiovascular (SICOR). Medellín, Colombia.

(3) Grupo de investigación GRINMADE. Medellín, Colombia.

(4) Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

(5) Clínica Cardiovascular Santa María. Medellín, Colombia.

Correspondencia: Dra. Diana S. Atehortúa. Carrera 48 No. 19^o-40, Torre Médica, Ciudad del Río, consultorio 1424. Tel.: (57-4) 235 24 39. Medellín, Colombia.
solange@une.net.co Correo electrónico: solange@une.net.co.

Recibido: 09/06/2010. Aceptado: 19/10/2010.

BACKGROUND: exercise-based cardiac rehabilitation is a strategy treatment in patients with heart failure. Currently there is controversy about its effect on central and hemodynamic parameters of ventricular function.

OBJECTIVE: to evaluate the effect of an exercise-based cardiac rehabilitation program on physical capacity, cardiac function and quality of life in patients with heart failure.

DESIGN AND METHODS: intervention study in patients with heart failure stage C, NYHA functional classes II-III that were submitted to functional tests, echocardiography and plasma levels of NT-pro-BNP, and also answered a questionnaire on quality of life before and twelve weeks after a cardiac rehabilitation program based on exercise.

RESULTS: 22 patients with mean age 59 ± 9 years old were included. 17 (77,3%) were men and 20 (90,9%) had coronary heart disease. The indirect maximum oxygen consumption (VO_2) increased on average from $26.4 \pm 6.4 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ to $34.5 \pm 7.7 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ($p < 0.001$) and the distance reached in the 6-minute walking test increased on average from 438 ± 67.9 meters to 513 ± 83.4 meters ($p < 0.001$). The ejection fraction increased from $32.68 \pm 8.8\%$ to $38.82 \pm 9.16\%$ ($p < 0.001$). There was improvement in the quality of life in the domain of «health change over time» ($p < 0.05$).

CONCLUSIONS: Patients with heart failure who are involved in a cardiac rehabilitation program based on exercise for twelve weeks improve their functional capacity, systolic function and quality of life.

KEY WORDS: heart failure, cardiac rehabilitation, exercise, physical capacity, cardiac function, quality of life.

(Rev Colomb Cardiol 2011; 18: 25-36)

Introducción

Los pacientes con falla cardiaca presentan disfunción ventricular crónica, lo cual origina una respuesta inflamatoria y neuroendocrina, acompañada de síntomas como fatiga, disnea y edema. La respuesta neuroendocrina es deletérea a largo plazo y termina por deteriorar aún más la función ventricular, la capacidad funcional y la calidad de vida de quienes la padecen (1, 2).

La falla cardiaca es el estadio final de la mayoría de las enfermedades cardiovasculares y una de las principales causas de muerte en el mundo (3). Es además, un problema de salud pública frecuente en los países desarrollados; en la actualidad está en aumento en Colombia y los demás países latinoamericanos, debido a la mayor prevalencia de los factores de riesgo, al aumento de las enfermedades cardiovasculares, al envejecimiento de las poblaciones y a los avances tecnológicos, que han permitido un incremento en la expectativa de vida (3, 4). Se estima que 23 millones de personas en todo el mundo tienen falla cardiaca; la prevalencia más alta se encuentra en los individuos mayores de 65 años, que oscila entre 6% y 10%. En Estados Unidos los pacientes con falla cardiaca generan entre 12 y 15

millones de consultas y 3,6 millones de hospitalizaciones cada año. Así mismo, los costos directos e indirectos relacionados con la atención de los pacientes se aproximan a 55 billones de dólares anuales (1, 5).

El entrenamiento con ejercicio de resistencia aeróbica, es una estrategia no farmacológica implementada en los programas de rehabilitación cardiaca. En los pacientes con falla cardiaca, el entrenamiento con ejercicio aumenta el consumo de oxígeno máximo (VO_2) y la capacidad física, mejora la calidad de vida y su pronóstico, produce adaptaciones en la estructura y función del músculo esquelético, el flujo sanguíneo periférico y la función endotelial, incrementa el tono vagal, y disminuye el tono simpático, el riesgo de arritmias y las citocinas proinflamatorias (6, 7). Sin embargo, la mayoría de los hallazgos que respaldan el efecto del ejercicio en los pacientes con falla cardiaca, se demostraron a partir de estudios realizados en los Estados Unidos y Europa (8).

La mejoría en la capacidad física de los pacientes con falla cardiaca, que se intervienen con ejercicio en un programa de rehabilitación cardiaca, se explica principalmente por adaptaciones periféricas en el músculo esquelético y los vasos sanguíneos (9-11). Al presente,

existe controversia sobre el efecto del entrenamiento con ejercicio, en los parámetros centrales de estructura y función, tanto durante la sístole como la diástole ventricular. En algunos estudios se describió el aumento en la fracción de expulsión y un efecto antirremodelamiento del ejercicio, al observar disminución en los diámetros ventriculares (12, 13). En otros estudios no se evidenciaron cambios, lo cual plantea, posiblemente, que el incremento en la fracción de expulsión es secundario a adaptaciones periféricas como la mejoría en la vasodilatación y la disminución en la resistencia vascular, y no a un aumento en la contractilidad (14).

El péptido natriurético cerebral (PNC) es útil en el diagnóstico y la estratificación del riesgo en los pacientes con falla cardíaca (15, 16). El precursor del PNC y la porción N-terminal de la prohormona del péptido natriurético cerebral (NT-proPNC), son secretados durante el estrés hemodinámico (dilatación ventricular, hipertrofia o tensión de la pared) o cuando se presenta un deterioro en la función sistólica del ventrículo izquierdo (17). Aunque el entrenamiento con ejercicio físico podría modificar la función ventricular y disminuir la porción NT-proPNC, los resultados que se reportan a la fecha son contradictorios (14, 18, 19).

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de un programa de rehabilitación cardíaca basado en ejercicio (RC-E) sobre la capacidad funcional, el remodelamiento y la función cardíaca, la porción NT-proPNC y la calidad de vida en pacientes con falla cardíaca.

Métodos

Se realizó un estudio de intervención, cuasi-experimental, entre julio de 2007 y julio de 2008, en pacientes con diagnóstico de falla cardíaca crónica que asistieron al Programa de Rehabilitación Cardíaca de la Clínica Cardiovascular Santa María, de Medellín, Colombia.

Pacientes

Se incluyeron pacientes con diagnóstico de falla cardíaca compensada estadio C, clase funcional *New York Heart Association* (NYHA) II-III, remitidos al programa de Rehabilitación Cardíaca, con una fracción de expulsión $\leq 45\%$. Se excluyeron quienes tenían alguna restricción para realizar ejercicio, descompensación aguda de la falla cardíaca, isquemia miocárdica, taquicardia ventricular inducida con el ejercicio, claudicación intermitente de miembros inferiores, enfermedades infecciosas

o limitaciones neurológicas, ortopédicas o físicas (Figura 1). Los datos necesarios para el estudio se obtuvieron de la historia clínica y de información directa que suministró cada paciente sobre síntomas, antecedentes personales y tratamiento farmacológico.

La evaluación de la capacidad física, la prueba de caminata de los seis minutos (TC6M), la ecocardiografía, la porción NT-proPNC y el cuestionario de calidad de vida SF-36, se realizaron antes del protocolo de intervención y doce semanas después de éste.

Capacidad física

La estimación del VO_2 máximo indirecto se realizó a partir de una ergometría limitada por síntomas, en un equipo de prueba de esfuerzo con una banda rodante *Marquette Electronics Inc.*® Max 1. Se utilizó el protocolo de Bruce en banda rodante, (20) que se inició luego de un período de calentamiento de tres minutos. Durante la prueba se hizo una monitorización electrocardiográfica continua y tomas de la presión arterial con un tensiómetro aneróide *Welch Allyn*® *Tycos* y de la frecuencia cardíaca, cada tres minutos, en los últimos treinta segundos de cada etapa. La prueba finalizó por la aparición de fatiga, disnea severa, mareo o cuando el paciente alcanzó la frecuencia cardíaca máxima esperada para la edad.

El VO_2 máximo indirecto se expresó en MET (equivalentes de la unidad metabólica basal) y $\text{mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$. Para la realización de la prueba de esfuerzo se tuvieron en cuenta las recomendaciones de la Asociación Americana del Corazón (20).

Prueba de caminata de los 6 minutos (TC6M)

La TC6M es una prueba de ejercicio submáximo de campo, que se utiliza para medir la capacidad funcional de manera indirecta; para ello se aplicó el protocolo que se recomienda en las Guías de la Sociedad Americana del Tórax (21, 22). Los pacientes se instruyeron y motivaron para caminar, lo más rápido posible, en un espacio cubierto, de treinta metros de longitud de un extremo a otro, durante seis minutos. Se evaluó la presión arterial, la frecuencia cardíaca y la saturación de oxígeno, cada minuto, y se registró la distancia recorrida total en metros.

Ecocardiografía

A todos los pacientes se les realizó una ecocardiografía transtorácica; se utilizó un equipo de ecocardiografía *HP*® *Sonos 5500* con transductor 4s de 2,5 MHz, de acuerdo

con las recomendaciones de la Sociedad Americana y Europea de Ecocardiografía (23, 24). Se evaluó la fracción de expulsión, los diámetros del ventrículo izquierdo en sístole y diástole, la masa y grosor ventricular, y el estrés sistólico final.

Porción N-terminal de la prohormona del péptido natriurético cerebral (NT-proPNC)

De cada paciente se obtuvo una muestra de sangre venosa periférica antes de iniciar la ergometría. La porción NT-proPNC se midió en suero por medio de una prueba de inmunoensayo por quimioluminiscencia amplificada, validada y comercialmente disponible (*Vitros ECI® NT-proBNP, Ortho Clinical Diagnostic*) de Johnson y Johnson, Rochester NY, EE.UU. Para esta prueba se reporta un coeficiente de variación intercorrida en un rango entre 1% y 3,4% (25). Para el propósito de este estudio los valores de la porción NT-proPNC se expresaron en pg/mL.

Calidad de vida

Se utilizó el «cuestionario de calidad de vida SF-36», confiable y validado en español, al cual se le realizó una adaptación cultural para pacientes en la ciudad de Medellín, Colombia (26). El SF-36 es un instrumento genérico que se usa para evaluar la calidad de vida relacionada con la salud, en términos del funcionamiento físico y psicológico, para estados tanto positivos como negativos de salud. El SF-36 se tradujo y se adaptó, para usarse en el mundo, a través del Proyecto Internacional de Evaluación de la Calidad Vida (*IQOL*); su traducción al Castellano siguió un protocolo común a todos los países que participan en este proyecto (26-28).

El SF-36 evalúa ocho dimensiones: función física (limitaciones físicas), desempeño físico (interferencia en el trabajo y actividades diarias), dolor corporal (intensidad del dolor y su efecto en las actividades), salud general (valoración personal de la salud), vitalidad

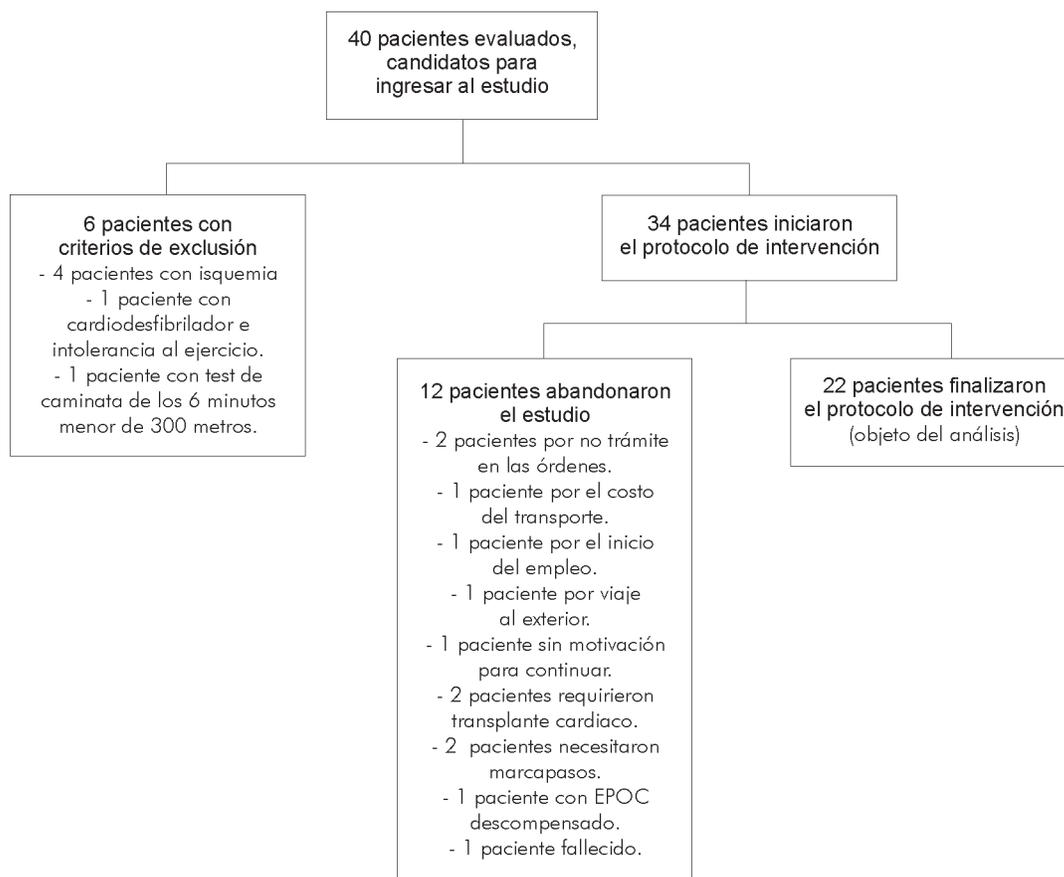


Figura 1. Flujograma del ingreso de los pacientes con falla cardiaca al estudio.

(sentimiento de energía), función social (interferencia en la vida social habitual), desempeño emocional (interferencia en el trabajo u otras actividades diarias), salud mental (depresión, ansiedad, control emocional y de la conducta). Además, evalúa el cambio de la salud en el tiempo (valoración de la salud actual comparada con la percibida un año atrás). Utiliza una escala de 0 a 100 en cada dominio y las cifras más altas indican una mejor calidad de vida (26-28).

Programa de rehabilitación cardiaca basado en ejercicio (RC-E)

Cada paciente realizó un protocolo de entrenamiento con ejercicio de resistencia aeróbica, en banda rodante, bicicleta o caminata en campo, a una intensidad entre 60% y 75% del VO_2 máximo, tres veces por semana como mínimo, 45 minutos, durante doce semanas (36 sesiones). La intensidad del ejercicio se controló con la monitorización de la frecuencia cardiaca y con la escala de percepción del esfuerzo de Borg en rangos entre 5 y 6 en una escala de 1 a 10. Cada sesión tuvo una duración total de sesenta minutos, que incluyó la fase de calentamiento y vuelta a la calma (quince minutos). En la fase de calentamiento se incluyeron ejercicios de movilidad articular y flexibilidad del cuello y las extremidades superiores e inferiores. El personal de salud a cargo del programa de RC-E, mantuvo una estrecha relación con los pacientes y brindó educación sobre actividad física en casa, hábitos alimentarios y autocuidado. El cardiólogo tratante realizó el seguimiento del paciente y el ajuste necesario en el manejo farmacológico.

De cada individuo que participó en esta investigación se obtuvo el consentimiento informado. Se promulgó el respeto, la justicia y la beneficencia a las personas de acuerdo con las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud del Ministerio de la Protección Social de Colombia en la Resolución 008430 de 1993; además, se tuvieron en cuenta los principios de la declaración de Helsinki en su última revisión (29, 30). El protocolo de investigación fue aprobado por el comité de ética de la Clínica Cardiovascular Santa María, de Medellín, Colombia.

Cálculo del tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra que se calculó fue de veinte pacientes, teniendo en cuenta una diferencia de medias entre el antes y el después de la intervención en el VO_2 máximo de $3,5 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, una desviación estándar

de $5,7 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, un coeficiente de correlación del 0,72, un error α de 5% y una potencia de 95%. Para el cálculo del tamaño de la muestra se utilizó el software Epidat®, versión 3,1, de la Organización Panamericana de la Salud.

Análisis estadístico

Se utilizó la prueba de Shapiro–Wilk para evaluar si las variables provenían de una población con distribución normal. Para la descripción de las variables cuantitativas se utilizó el promedio, desviación estándar, mediana y rango intercuartílico. Para la descripción de las variables nominales se utilizaron proporciones. Se realizó el análisis de las variables que hacen parte de la calidad de vida por ítem en su escala y los puntajes se transformaron a una calificación en un rango entre 1 y 100.

La comparación entre antes y después de la intervención, en las variables cuantitativas, se realizó con el test de t pareadas o Wilcoxon, dependiendo de si provenían de una población con distribución normal. Se utilizó el programa SPSS® versión 15,0 para el análisis de los datos.

Resultados

Se evaluaron cuarenta pacientes con falla cardiaca como posibles candidatos para ingresar al estudio, pero seis de ellos tenían criterios de exclusión. Un total de 34 pacientes iniciaron la intervención, pero doce (35%) no terminaron el programa de rehabilitación cardiaca basado en ejercicio; seis pacientes por razones administrativas, económicas o personales no relacionadas con su condición clínica y otros seis por causas médicas (Figura 1). Cuando se compararon aquellos que no terminaron ($n=12$) y los que sí finalizaron ($n=22$) el protocolo de intervención, con relación a las características al inicio del estudio, no se encontraron diferencias (datos no mostrados).

Para el análisis se incluyeron veintidós pacientes que cumplieron con la intervención (> 90% de las sesiones), con una edad promedio de 59 ± 9 años, de los cuales diecisiete fueron hombres (77,3%), veinte (90,9%) tenían enfermedad coronaria, dieciocho (81%) tenían antecedente de procedimiento de revascularización coronaria percutánea y catorce (63,6%) antecedente de hipertensión arterial. En la tabla 1 se presentan las características de los sujetos antes de iniciar el programa de rehabilitación cardiaca basado en ejercicio.

Capacidad funcional

Después de doce semanas del programa, los pacientes con falla cardiaca aumentaron el VO_2 máximo ($26,4 \pm 6,4$ mL.kg⁻¹.min⁻¹ a $34,5 \pm 7,7$ mL.kg⁻¹.min⁻¹) y los metros recorridos en el TC6M ($438 \pm 67,9$ metros a $513 \pm 83,4$ metros) ($p < 0,05$) (Tabla 2).

Ecocardiografía

La fracción de expulsión se incrementó ($32,68 \pm 8,8\%$ a $38,82 \pm 9,16\%$) ($p < 0,01$) y la presión arterial diastólica en reposo disminuyó ($69,0 \pm 8,87$ mm Hg a $63,6 \pm 6,58$ mm Hg) ($p = 0,027$) luego de la intervención.

No se observaron cambios en la presión arterial sistólica en reposo, la frecuencia cardiaca en reposo, los diámetros, la masa miocárdica y el estrés sistólico final ($p > 0,05$) (Tabla 2).

Concentración sérica de la porción N-terminal de la prohormona del péptido natriurético cerebral (NT-proPNC)

No se observaron cambios en la concentración sérica de la porción NT-proPNC cuando se compararon los valores antes y después del programa de rehabilitación cardiaca basado en ejercicio ($831,4 \pm 809,8$ pg/mL y $769 \pm 880,1$ pg/mL) ($p = 0,4$) (Tabla 3).

Tabla 1.
CARACTERÍSTICAS DE LOS PACIENTES CON FALLA CARDIACA ANTES DEL PROGRAMA DE REHABILITACIÓN CARDIACA BASADO EN EJERCICIO

Características	Promedio \pm DE/(%) (n = 22)
Clínicas	
Género (hombres)	77,3%
Edad (años)	$59 \pm 9,3$
Índice de masa corporal (kg/m ²)	$23,5 \pm 2,96$
Frecuencia cardiaca (latidos/min)	$8,41 \pm 13,7$
Presión sistólica en reposo inicial (mm Hg)	$105 \pm 14,7$
Presión diastólica en reposo inicial (mm Hg)	$69 \pm 8,6$
Intervención con angioplastia	81,0%
Intervención con bypass	22,7%
Cirugía valvular	4,5%
Enfermedad coronaria	90,9%
Enfermedad valvular	4,5%
Cardiomiopatía dilatada	9,1%
Muerte súbita	4,5%
Hipertensión arterial	63,0%
Diabetes mellitus	13,0%
Insuficiencia renal crónica	13,6%
Dislipidemia	86,0%
Tratamiento farmacológico	
Antiplaquetarios	95,5%
Beta-bloqueadores	90,9%
Calcioantagonistas	9,1%
Digoxina	13,6%
Diuréticos	54,5%
Hipolipemiantes	95,5%
IECA o ARA II	81,8%

IECA: inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina. ARA II: antagonistas de los receptores de angiotensina II.

Tabla 2.
CAPACIDAD FUNCIONAL Y CONCENTRACIÓN SÉRICA DE LA PORCIÓN NT-proPNC DE LOS PACIENTES CON FALLA CARDIACA AL INICIO Y AL FINAL DEL PROGRAMA DE REHABILITACIÓN CARDIACA BASADO EN EJERCICIO.

Variable	Inicio (n = 22)	Final (n = 22)	IC 95 %	Valor de p
TC6M (metros)	$438 \pm 67,9$	$513 \pm 83,4$	-98,4 - -53,5	< 0,01*
VO_2 máximo (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	$26,4 \pm 6,4$	$34,5 \pm 7,7$	-10,6 - -5,6	< 0,01*
NT-proPNC (pg/mL)	$831,4 \pm 809,8$	$769 \pm 880,1$	-469,98 - 594,16	0,40

* Se realizó el test de t pareadas.

TC6M: test de caminata de los seis minutos.

Calidad de vida

Los ítems que hacen parte del cuestionario de calidad de vida SF-36, se califican en una escala de 0 a 100; las cifras más altas indican una mejor calidad de vida. Con la intervención, sólo se observó mejoría en el ítem «cambio de salud en el tiempo» ($55,4 \pm 26,8$ a $83,6 \pm 20,1$) ($p=0,003$). No se presentaron cambios en las ocho escalas específicas del cuestionario ($p>0,05$) (Tabla 4 y figura 2).

Complicaciones

Durante la ejecución de la intervención, sólo se presentó como complicación la descarga del dispositivo en un paciente que tenía un cardiodesfibrilador implantable, en una de las sesiones de ejercicio.

Discusión

En este estudio se encontró que la rehabilitación cardíaca basada en ejercicio de resistencia aeróbica, continuo, a una intensidad moderada, tres veces por semana, durante doce semanas, produce mejoría en la capacidad funcional evaluada con el VO_2 máximo indirecto y la distancia recorrida en el TC6M, la fracción de expulsión y la calidad de vida en el dominio de «cambio de salud en el tiempo», en pacientes con falla cardíaca crónica estable, estadio C, clase funcional NYHA II-III de diverso origen; no se observaron cambios en los diámetros cardíacos, porción NT-proPNC ni en los ocho dominios específicos del cuestionario de calidad de vida SF-36.

Tabla 3.
ECOCARDIOGRAFÍA DE LOS PACIENTES CON FALLA CARDIACA AL INICIO Y AL FINAL DEL PROGRAMA DE REHABILITACIÓN CARDIACA BASADO EN EJERCICIO.

Variable	Inicio (n = 22)	Final (n = 22)	IC 95 %	Valor de p
Frecuencia cardíaca (latidos/min)	68,41 ± 13,7	66,77 ± 14,13	-6,0 - 7,8	0,789*
Presión arterial sistólica (mm Hg)	105,0 ± 14,72	104,0 ± 12,59	-5,2 - 8,4	0,624*
Presión arterial diastólica (mm Hg)	69,0 ± 8,87	63,6 ± 6,58	0,7 - 10,1	0,027
Fracción de expulsión inicial (%)	32,68 ± 8,8	38,82 ± 9,16	-8,7 - -3,4	<0,001*
Diámetro sistólico final (mm)	40,60 ± 10,195	38,64 ± 11,6	-1,6 - 5,3	0,255
Diámetro diastólico final (mm)	54,05 ± 8,858	53,14 ± 9,2	-1,9 - 3,7	0,653
Masa miocárdica (g)	187,30 ± 63,09	177,45 ± 65,0	-7,7 - 30,7	0,219
Grosor relativo	32,95 ± 6,47	35,63 ± 9,22	-5,8 - 0,4	0,093*
Índice de masa miocárdica (g/m ²)	112,65 ± 42,07	106,82 ± 36,72	-7,3 - 20,8	0,478
Estrés sistólico final inicial (g/m ²)	112,45 ± 112,45	107,45 ± 52,9	-15,2 - 22,3	0,481

* Se realizó el test de t pareadas.

Tabla 4.
CUESTIONARIO DE CALIDAD DE VIDA SF-36 POR ÍTEMS DE LOS PACIENTES CON FALLA CARDIACA AL INICIO Y AL FINAL DEL PROGRAMA DE REHABILITACIÓN CARDIACA BASADO EN EJERCICIO.

Ítem	Inicio (n = 22)	Final (n = 22)	Valor de p
Función física	68,4 ± 22,1	73,1 ± 21,7	0,254
Desempeño físico	0 (0-50)	24 (0-100)	0,065*
Dolor corporal	60,4 ± 26,9	71,1 ± 29,0	0,177
Salud general	64,2 ± 20,8	65,4 ± 23,7	0,765
Vitalidad	70,0 ± 20,23	66,1 ± 22,3	0,529
Función social	67,3 ± 21,8	76,5 ± 26	0,141
Desempeño emocional	33,0 (0-100)	49,5 (0-100)	0,467*
Salud mental	73,6 ± 19,3	72,5 ± 20,7	0,762
Cambio de salud en el tiempo	55,4 ± 26,8	83,6 ± 20,1	0,003†

* Se realizó el test de Wilcoxon.

† $p<0,05$.

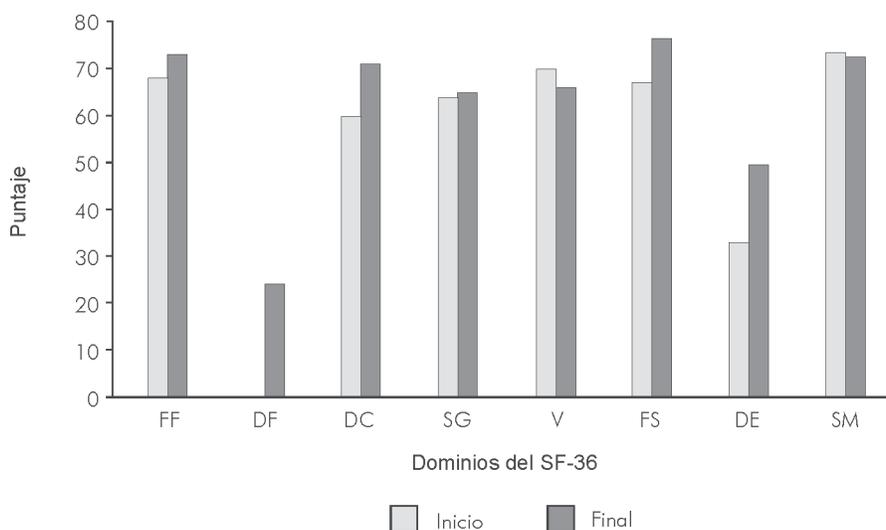


Figura 2. Puntaje en los dominios del cuestionario de calidad de vida SF-36 de los pacientes con falla cardiaca al inicio y al final del programa de rehabilitación cardiaca basado en ejercicio. FF: función física; DF: desempeño físico; DC: dolor corporal; SG: salud general (SG); V: vitalidad; FS: función social; DE: desempeño emocional; SM: salud mental.

Capacidad funcional

En los pacientes con falla cardiaca, un programa de entrenamiento con ejercicio mejora la capacidad funcional; dichos hallazgos son independientes de la edad y el género (6). Se ha observado un aumento en la resistencia aeróbica (duración de una sesión de ejercicio a una carga submáxima), en la potencia aeróbica (VO_2 máximo) y en la distancia recorrida en el TC6M (7). El VO_2 máximo y la distancia recorrida en el TC6M tienen valor pronóstico (31). Los pacientes con falla cardiaca, con un VO_2 máximo menor de 5 MET y una distancia recorrida en el TC6M menor de 300 metros, tienen más riesgo de mortalidad (31).

En este estudio, el VO_2 máximo indirecto aumentó 30% y la distancia alcanzada en el TC6M se incrementó en 17%, en promedio. En diferentes ensayos clínicos, controlados, con asignación aleatoria o *crossover*, el aumento en el VO_2 máximo oscila entre 12% y 31% y depende del programa de entrenamiento (7). Los programas de entrenamiento con ejercicio varían en cuanto el sitio donde se realizan (supervisado o en casa), tipo de actividad (banda rodante, bicicleta, trabajos específicos de fuerza), duración (entre 8 y 24 semanas) e intensidad (baja a moderada). La mejoría en el VO_2 máximo se inicia a las tres semanas, pero continúa aumentando hasta los seis meses de entrenamiento (7). En programas de ejercicio aeróbico de intervalos se observa un aumen-

to hasta del 46% en el VO_2 máximo, a más corto plazo y sin complicaciones (32). Es importante resaltar que el incremento en la capacidad funcional se relaciona con mejoría en la calidad de vida (7, 12).

Ecocardiografía

El remodelamiento y el deterioro de la función sistólica del ventrículo izquierdo, producto de la sobrecarga crónica de presión o volumen, son condiciones inherentes a la falla cardiaca que favorecen la progresión de la enfermedad. Aunque los efectos del entrenamiento con ejercicio en los pacientes con falla cardiaca se explican principalmente por adaptaciones periféricas (vasculares y musculares) (6, 9, 33, 34), algunos estudios reportaron cambios centrales en la estructura y la función cardiaca (12-14, 35).

Un meta-análisis publicado recientemente, confirma el efecto antirremodelamiento del ejercicio de resistencia aeróbica en los pacientes con falla cardiaca; aunque no se observó dicho fenómeno cuando se evaluó el efecto combinado del ejercicio de resistencia aeróbica y trabajos específicos de fuerza muscular (35). En el presente estudio se encontró un aumento de la fracción de expulsión y disminución de la presión arterial diastólica, hallazgos que pueden explicarse por una disminución de la resistencia vascular periférica. No se observaron cambios en los diámetros del ventrículo izquierdo en sístole y

diástole. Es posible que la disminución de los diámetros ocurra con programas de entrenamiento diferentes y de más larga duración al aplicado en esta investigación; también, el tamaño de la muestra pudo no ser suficiente para detectar algunas diferencias.

Algunos trabajos describieron una disminución del remodelamiento ventricular, secundaria a la mejoría de la poscarga, relacionada con el aumento en la vasodilatación periférica y una menor resistencia vascular periférica (12-14, 35). Hambrecht y colaboradores realizaron un ensayo clínico controlado con asignación aleatoria en pacientes con falla cardíaca crónica y disfunción ventricular moderada a severa, para evaluar el efecto del ejercicio de resistencia aeróbica durante seis meses, sobre algunos parámetros centrales de la estructura y la función ventricular. Luego del programa de entrenamiento se encontró un aumento de la fracción de expulsión y una disminución del volumen y diámetro diastólico final del ventrículo izquierdo. No se observó modificación del gasto cardíaco en reposo y durante el ejercicio, mientras que la resistencia vascular periférica disminuyó en el ejercicio máximo. También se observó mejoría en la vasodilatación dependiente del endotelio, lo cual sugiere que un programa de entrenamiento con ejercicio de resistencia aeróbica por un período prolongado de tiempo (mayor de seis meses), en pacientes con falla cardíaca crónica, se asocia con una disminución de la poscarga (13).

En un ensayo clínico controlado con asignación aleatoria multicéntrico, que se realizó en pacientes con disfunción sistólica estable, se evaluó el efecto de un programa de ejercicio de resistencia aeróbica sobre el remodelamiento y la función cardíaca. El programa de entrenamiento se hizo durante seis meses, con una frecuencia entre tres y cinco veces por semana, a una intensidad de 60% del VO_2 máximo, en bicicleta estática, y con una duración de treinta minutos por sesión de forma supervisada. Adicionalmente, los pacientes debían realizar diariamente, en casa, ejercicios de calentamiento y caminata durante sesenta minutos. En el grupo de intervención se encontró una disminución de 5% y 9% en el volumen diastólico final y el volumen sistólico final, respectivamente. La fracción de expulsión aumentó 16%, mientras que en el grupo control se observó un incremento de los diámetros del ventrículo izquierdo sin cambios en la fracción de expulsión. Igualmente, en el grupo de intervención, aumentó la capacidad de trabajo físico, el VO_2 máximo y la calidad de vida (12).

En algunos estudios, el entrenamiento con ejercicio de resistencia aeróbica de intervalos, en pacientes con falla cardíaca, demostró ser seguro y superior al método continuo, debido a un mayor incremento en la capacidad funcional y la calidad de vida, posiblemente mediado por un mayor efecto sobre el estrés oxidativo y la reducción de radicales libres de oxígeno (32). Wislof y colaboradores, realizaron un ensayo clínico controlado con asignación aleatoria, en veintisiete pacientes con falla cardíaca luego de un infarto del miocardio, para comparar el efecto de un programa de ejercicio de resistencia aeróbica utilizando el método continuo y por intervalos. El grupo asignado al método continuo lo realizó a una intensidad de 70% de la frecuencia cardíaca máxima, 47 minutos por sesión en promedio. El grupo asignado al método de intervalos realizó un trabajo de cuatro minutos a una intensidad entre 90% y 95% de la frecuencia cardíaca máxima, seguido por tres minutos a una intensidad entre 50% y 70% de la frecuencia cardíaca máxima, 38 minutos por sesión en promedio. Después de doce semanas de entrenamiento, sólo el grupo asignado al entrenamiento de intervalos presentó cambios favorables en el remodelamiento del ventrículo izquierdo. El volumen diastólico final y sistólico final disminuyó 18% y 25% respectivamente. De igual modo, en este grupo mejoró la fracción de expulsión y la función endotelial y mitocondrial del músculo vasto lateral. Ambos programas de ejercicio de resistencia aeróbica, tanto el método continuo como el de intervalos, mostraron mejoría en la calidad de vida en los pacientes con falla cardíaca (32).

Los hallazgos del presente estudio, y otras investigaciones, sustentan el efecto positivo del entrenamiento con ejercicio sobre la función sistólica y el remodelamiento cardíaco en los pacientes con falla cardíaca. Este efecto se puede explicar por un aumento en la vasodilatación periférica que lleva a disminución de la resistencia vascular periférica y la poscarga. En la actualidad no hay estudios en humanos que respalden el aumento en la función sistólica, producto del entrenamiento, a partir de un incremento en la contractilidad.

Concentración sérica de la porción N-terminal de la prohormona del péptido natriurético cerebral (NT-proPNC)

Aunque los estudios demuestran un aumento de la fracción de expulsión con un programa de ejercicio en pacientes con falla cardíaca (12, 13), los resultados son inconsistentes con relación a los efectos sobre la porción

NT-proPNC. Algunas investigaciones han encontrado disminución de la porción NT-proPNC luego de un programa de entrenamiento físico, mientras que otras no han registrado cambios (14, 18, 19). En esta investigación, a pesar de observar un aumento en la fracción de expulsión, tampoco se presentaron diferencias en la porción NT-proPNC cuando se compararon los valores reportados antes y después de la intervención. Es posible que los hallazgos divergentes reportados por los estudios obedezcan a diferencias en el programa de ejercicio (intensidad y duración del estímulo), el seguimiento de la intervención, la variabilidad en las mediciones de la porción NT-proPNC y la respuesta hemodinámica indeterminada relacionada con el cambio en la fracción de expulsión.

Calidad de vida

Un estudio que comparó la calidad de vida, entre individuos sanos y pacientes con falla cardiaca, encontró una reducción global de la calidad de vida en todas las escalas del cuestionario SF-36 en los pacientes con falla cardiaca; los dominios más afectados fueron la función física, así como el desempeño físico y emocional (36). La calidad de vida se deteriora por la presencia de disnea, fatiga, edema, pérdida de la masa muscular, limitaciones para la dieta y la ingestión de líquidos, dificultades para realizar actividades de la vida diaria, falta de autonomía, efectos secundarios de los medicamentos e ingresos hospitalarios recurrentes.

Los estudios que evaluaron el efecto del ejercicio en la calidad de vida de los pacientes con falla cardiaca, son limitados y obtuvieron resultados inconsistentes debido a la variabilidad de los instrumentos de medición (37-39). Se han utilizado las escalas que evalúan la función emocional y el control de los síntomas con el fin de obtener la respuesta a la intervención. Entre las escalas más utilizadas se encuentran las siguientes: «cuestionario de Minnesota viviendo con falla cardiaca», «perfil del impacto en la enfermedad» y «escala del sentido de coherencia». Sin embargo, según nuestro conocimiento, estos cuestionarios de medición no se han validado para poblaciones latinoamericanas.

Los estudios que encontraron un aumento de la capacidad funcional y cambios favorables en variables fisiológicas, producto del entrenamiento con ejercicio, en pacientes con falla cardiaca, también reportaron mejoría de la calidad de vida evaluada a través de diferentes escalas de medición (12). En el presente estudio se utilizó

el instrumento SF-36 y sólo se demostró mejoría en el ítem «cambio de salud en el tiempo». En algunos trabajos de investigación, que han incluido muestras similares a la nuestra, para evaluar el efecto de la rehabilitación cardiaca basada en ejercicio, se reporta mejoría de la calidad de vida en aéreas específicas como la función social, el desempeño emocional y la vitalidad (40). Los resultados encontrados en nuestro estudio no son congruentes cuando se comparan con otras investigaciones, posiblemente debido a un bajo poder, relacionado con el tamaño de la muestra.

Limitaciones del estudio

No todos los individuos incluidos en el estudio terminaron la intervención. Esta es una limitación frecuente reportada en los estudios de intervención y cohorte que se realizan en nuestras poblaciones, la cual, posiblemente, se relaciona con condiciones socioeconómicas. Sin embargo, cuando se hizo la comparación entre quienes terminaron el programa de rehabilitación cardiaca basado en ejercicio y quienes no, en las características observadas al inicio, no se encontraron diferencias.

En el análisis se incluyeron sólo los pacientes que cumplieron más del 90% del programa de rehabilitación cardiaca basado en ejercicio; además, la evaluación se hizo antes y después de la intervención y no hubo un grupo control.

La mejoría en los parámetros funcionales se puede explicar parcialmente por cointervención debido al tratamiento farmacológico y no es un efecto exclusivo del ejercicio dentro del programa de rehabilitación cardiaca.

La medición del VO_2 máximo se realizó de manera indirecta y no con ergoespirometría. Sin embargo, se utilizó el protocolo de Bruce, el cual se validó en personas con enfermedades cardiovasculares que participan en programas de rehabilitación cardiaca.

El tamaño de la muestra puede ser pequeño, pero se calculó para detectar cambios en el VO_2 máximo entre antes y después de la intervención. Es probable que no tenga el poder suficiente para demostrar diferencias en algunas de las esferas de la calidad de vida y la porción NT-proPNC, lo cual corresponde a un error tipo 2. Es posible que sean necesarias intervenciones con ejercicio de más larga duración (mayor de seis meses) para observar un efecto antirremodelamiento en los pacientes con falla cardiaca.

Conclusiones

Los pacientes con falla cardíaca que se intervienen con un programa de rehabilitación cardíaca basado en ejercicio durante doce semanas, mejoran la capacidad funcional, la función sistólica y la calidad de vida en el dominio de «cambio de salud en el tiempo». No se observaron cambios en los diámetros cardíacos, porción NT-proPNC, ni en los ocho dominios específicos del cuestionario de calidad de vida SF-36.

Agradecimientos

Al laboratorio Johnson y Johnson, a la doctora Gloria Franco, al doctor Laureano Mestra, al doctor Juan Mario Jaramillo, a las fisioterapeutas María Elena Arbeláez y Paula Gómez, y a la auxiliar de Enfermería Doris Castañeda.

El presente estudio se realizó como requisito de grado de la Dra. Diana Solange Atehortúa Castillo, en la Especialización en Medicina de la Actividad Física y el Deporte, de la Facultad de Medicina de la Universidad Pontificia Bolivariana.

Conflictos de intereses

Los autores no declaran conflictos de intereses.

Bibliografía

- Jessup M, Brozena S. Heart failure. *N Engl J Med* 2003; 348 (20): 2007-18.
- Schrier RW, Abraham WT. Hormones and hemodynamics in heart failure. *N Engl J Med* 1999; 341 (8): 577-85.
- Hunt SA. ACC/AHA 2005 guideline update for the diagnosis and management of chronic heart failure in the adult: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Update the 2001 Guidelines for the Evaluation and Management of Heart Failure). *J Am Coll Cardiol* 2005; 46 (6): e1-82.
- Cubillos-Garzón LA, Casas JP, Morillo CA, Bautista LE. Congestive heart failure in Latin America: the next epidemic. *Am Heart J* 2004; 147 (3): 412-7.
- Schocken DD, Benjamin EJ, Fonarow GC, Krumholz HM, Levy D, Mensah GA, et al. Prevention of heart failure: a scientific statement from the American Heart Association Councils on Epidemiology and Prevention, Clinical Cardiology, Cardiovascular Nursing, and High Blood Pressure Research; Quality of Care and Outcomes Research Interdisciplinary Working Group; and Functional Genomics and Translational Biology Interdisciplinary Working Group. *Circulation* 2008; 117 (19): 2544-65.
- Gallo J, Saldarriaga J, Clavijo M, Arango E, Rodríguez N, Osorio J. Actividad física y salud cardiovascular: en búsqueda de la relación dosis respuesta. Medellín: Corporación para Investigaciones Biológicas (CIB); 2010. p. 283-304
- Pina IL, Apstein CS, Balady GJ, Belardinelli R, Chaitman BR, Duscha BD, et al. Exercise and heart failure: a statement from the American Heart Association Committee on exercise, rehabilitation, and prevention. *Circulation* 2003; 107 (8): 1210-25.
- Piepoli MF, Davos C, Francis DP, Coats AJ. Exercise training meta-analysis of trials in patients with chronic heart failure (ExTraMATCH). *BMJ* 2004; 328 (7433): 189.
- Duscha BD, Schulze PC, Robbins JL, Forman DE. Implications of chronic heart failure on peripheral vasculature and skeletal muscle before and after exercise training. *Heart Fail Rev* 2008; 13 (1): 21-37.
- Hambrecht R, Fiehn E, Weigl C, Gielen S, Hamann C, Kaiser R, et al. Regular physical exercise corrects endothelial dysfunction and improves exercise capacity in patients with chronic heart failure. *Circulation* 1998; 98 (24): 2709-15.
- Hambrecht R, Adams V, Gielen S, Linke A, Mobius-Winkler S, Yu J, et al. Exercise intolerance in patients with chronic heart failure and increased expression of inducible nitric oxide synthase in the skeletal muscle. *J Am Coll Cardiol* 1999; 33 (1): 174-9.
- Giannuzzi P, Temporelli PL, Corra U, Tavazzi L. Antiremodeling effect of long-term exercise training in patients with stable chronic heart failure: results of the Exercise in Left Ventricular Dysfunction and Chronic Heart Failure (ELVD-CHF) Trial. *Circulation* 2003; 108 (5): 554-9.
- Hambrecht R, Gielen S, Linke A, Fiehn E, Yu J, Walther C, et al. Effects of exercise training on left ventricular function and peripheral resistance in patients with chronic heart failure: a randomized trial. *JAMA* 2000; 283 (23): 3095-101.
- Mezzani A, Corra U, Giannuzzi P. Central adaptations to exercise training in patients with chronic heart failure. *Heart Fail Rev* 2008; 13 (1): 13-20.
- Hartmann F, Packer M, Coats AJ, Fowler MB, Krum H, Mohacs P, et al. Prognostic impact of plasma N-terminal pro-brain natriuretic peptide in severe chronic congestive heart failure: a substudy of the Carvedilol Prospective Randomized Cumulative Survival (COPERNICUS) trial. *Circulation* 2004; 110 (13): 1780-6.
- Koglin J, Pehlivanli S, Schwaiblmair M, Vogeser M, Cremer P, von Scheidt W. Role of brain natriuretic peptide in risk stratification of patients with congestive heart failure. *J Am Coll Cardiol* 2001; 38 (7): 1934-41.
- Kato M, Kinugawa T, Ogino K, Endo A, Osaki S, Igawa O, et al. Augmented response in plasma brain natriuretic peptide to dynamic exercise in patients with left ventricular dysfunction and congestive heart failure. *J Intern Med* 2000; 248 (4): 309-15.
- Arad M, Adler Y, Koren-Morag N, Natanzon S, Sela BA, Ben Dov I, et al. Exercise training in advanced heart failure patients: discordance between improved exercise tolerance and unchanged NT-proBNP levels. *Int J Cardiol* 2008; 126 (1): 114-9.
- Steele IC, McDowell G, Moore A, Campbell NP, Shaw C, Buchanan KD, et al. Responses of atrial natriuretic peptide and brain natriuretic peptide to exercise in patients with chronic heart failure and normal control subjects. *Eur J Clin Invest* 1997; 27 (4): 270-6.
- Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA, Chaitman B, Eckel R, Fleg J, et al. Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation* 2001; 104 (14): 1694-740.
- ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166 (1): 111-7.
- Guyatt GH, Sullivan MJ, Thompson PJ, Fallen EL, Pugsley SO, Taylor DW, et al. The 6-minute walk: a new measure of exercise capacity in patients with chronic heart failure. *Can Med Assoc J* 1985; 132 (8): 919-23.
- Cheiflin MD, Armstrong WF, Aurigemma GP, Beller GA, Bierman FZ, Davis JL, et al. ACC/AHA/ASE 2003 Guideline Update for the Clinical Application of Echocardiography: summary article. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (ACC/AHA/ASE Committee to Update the 1997 Guidelines for the Clinical Application of Echocardiography). *J Am Soc Echocardiogr* 2003; 16 (10): 1091-110.
- Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellikka PA, et al. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr* 2005; 18 (12): 1440-63.
- Januzzi JL, Jr., Lewandrowski KB, Bashirians G, Jackson S, Freyler D, Smith K, et al. Analytical and clinical performance of the Ortho-Clinical Diagnostics VITROS amino-terminal pro-B type natriuretic peptide assay. *Clin Chim Acta* 2008; 387 (1-2): 48-54.
- Lugo L, García H, Gómez C. Confiabilidad del cuestionario de calidad de vida en salud SF-36 en Medellín, Colombia. *Revista Facultad de Salud Pública* 2006; 24 (2): 37-50.
- Knox SA, King MT. Validation and calibration of the SF-36 health transition question against an external criterion of clinical change in health status. *Qual Life Res* 2009; 18 (5): 637-45.
- Augustovski FA, Lewin G, Elorrio EG, Rubinstein A. The Argentine-Spanish SF-36 Health Survey was successfully validated for local outcome research. *J Clin Epidemiol* 2008; 61 (12): 1279-84.
- Resolución 8430 de 1993 Bogotá: Ministerio de Protección Social; 1993.
- Schuklenk U. Helsinki Declaration revisions. *Issues Med Ethics* 2001; 9 (1): 29.

31. Guazzi M, Dickstein K, Vicenzi M, Arena R. Six-minute walk test and cardiopulmonary exercise testing in patients with chronic heart failure: a comparative analysis on clinical and prognostic insights. *Circ Heart Fail* 2009; 2 (6): 549-55.
32. Wisloff U, Stoylen A, Loennechen JP, Bruvold M, Rognum O, 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.
33. Negro CE, Middlekauff HR. Adaptations in autonomic function during exercise training in heart failure. *Heart Fail Rev* 2008; 13 (1): 51-60.
34. Niebauer J. Effects of exercise training on inflammatory markers in patients with heart failure. *Heart Fail Rev* 2008; 13 (1): 39-49.
35. Haykowsky MJ, Liang Y, Pechter D, Jones LW, McAlister FA, Clark AM. A meta-analysis of the effect of exercise training on left ventricular remodeling in heart failure patients: the benefit depends on the type of training performed. *J Am Coll Cardiol* 2007; 49 (24): 2329-36.
36. Juenger J, Schellberg D, Kraemer S, Haunstetter A, Zugck C, Herzog W, et al. Health related quality of life in patients with congestive heart failure: comparison with other chronic diseases and relation to functional variables. *Heart* 2002; 87 (3): 235-41.
37. Jeng C, Yang MH, Chen PL, Ho CH. The influence of exercise tolerance on quality of life among patients with heart failure. *Qual Life Res* 2004; 13 (5): 925-32.
38. Collins E, Langbein WE, Dilan-Koetje J, Bammert C, Hanson K, Reda D, et al. Effects of exercise training on aerobic capacity and quality of life in individuals with heart failure. *Heart Lung* 2004; 33 (3): 154-61.
39. Quittan M, Sturm B, Wiesinger GF, Pacher R, Fialka-Moser V. Quality of life in patients with chronic heart failure: a randomized controlled trial of changes induced by a regular exercise program. *Scand J Rehabil Med* 1999; 31 (4): 223-8.
40. Salazar A, Marqués F, Guidi D, Hanna M, Acevedo M, Yáñez F, et al. Impacto del programa de rehabilitación cardiovascular fase II medido a través de la encuesta de salud SF 36. *Revista Mexicana de Enfermería Cardiológica* 2005; 13 (3): 77-81.