

## Efecto de un programa de ejercicios en la capacidad funcional y respuesta hemodinámica de pacientes con enfermedad cardiovascular

Dr. Felipe Araya Ramírez <sup>1,2\*</sup>, Dr. Pedro Ureña Bonilla <sup>2</sup>, M.Sc. Luis Blanco Romero <sup>2</sup>, Dr. Peter W. Grandjean <sup>3</sup>

1. Centro de Rehabilitación Cardiovascular
2. Escuela de Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida. Universidad Nacional de Costa Rica
3. Department of Health, Human Performance and Recreation, Baylor University

\* Correo electrónico: felipe.araya.ramirez@una.cr

Recibido 15 de diciembre de 2015. Aceptado 13 de febrero de 2016.

### RESUMEN

**Introducción:** la sobrevivencia después de un evento cardíaco ha aumentado en Costa Rica en la última década. Por consiguiente, este aspecto podría ser atribuido a los programas de rehabilitación cardíaca (RC). La RC mejora la capacidad funcional, reduce la presión arterial en reposo y durante el ejercicio; sin embargo, estos factores no han sido bien establecidos en pacientes cardíacos costarricenses.

**Propósito:** examinar el efecto de un programa de ejercicios en la capacidad funcional y la respuesta hemodinámica de pacientes con enfermedad cardiovascular.

**Metodología:** doscientos veinte y seis pacientes cardíacos con una edad =  $58 \pm 13$  años, estatura =  $1,67 \pm 0,9$  metros; peso =  $75,0 \pm 12,0$  kg; IMC =  $26,7 \pm 3,7$  kg/m<sup>2</sup>; VO<sub>2</sub>max =  $13,4 \pm 4,9$  ml/kg/min, frecuencia cardíaca en reposo (FCrep) =  $71 \pm 13$  lpm; presión arterial sistólica (PAS) =  $112 \pm 18$  mmHg y presión arterial (PAD) diastólica =  $69 \pm 10$  mmHg, participantes de nuestro programa de RC de la Universidad Nacional. Los pacientes completaron una prueba de caminata de 6 minutos (PC6M) antes y después de cumplir un programa de ejercicios de 12 semanas. La capacidad funcional de ejercicio y el VO<sub>2</sub>máx fueron estimados con la utilización de la distancia recorrida en la PC6M. Se empleó la prueba T para medidas repetidas para determinar las diferencias entre las mediciones antes y después del programa. También se calcularon los tamaños de efecto (TE) y la probabilidad se estableció *a priori* de  $P \leq 0,05$ .

**Resultados:** Los pacientes mejoraron su capacidad funcional de ejercicio un 31% en la de  $410 \pm 100$  a  $539 \pm 93$  m, IC<sub>95%</sub> -138,4 a -118,8,  $P < 0,001$ , y el VO<sub>2</sub>max un 25 % de  $13,4 \pm 5,0$  a  $16,8 \pm 5,2$  ml/kg/min, IC<sub>95%</sub> -3,7 a -3,1,  $P < 0,001$ . La PAS disminuyó un 3,6 %, de  $112 \pm 18$  a  $108 \pm 17$  mmHg, IC<sub>95%</sub> 1,48 a 5,98,  $P = 0,001$  y la PAD se redujo un 2,9 %, de  $69 \pm 10$  a  $67 \pm 9,0$  mmHg, IC<sub>95%</sub> 0,82 a 3,6,  $P = 0,002$ . La presión arterial media (PAM) de igual forma disminuyó un 3,6 %, de  $83 \pm 11$  a  $80 \pm 10$  mmHg, IC<sub>95%</sub> 1,2 a 4,2,  $P < 0,001$ . Los tamaños de efecto para la PC6M, VO<sub>2</sub>max, PAS, PAD y PAM son 1,29, 0,68, 0,22, 0,22 y 0,27 respectivamente. Los pacientes mostraron una mejor frecuencia cardíaca de recuperación a los 5 minutos después de la PC6M (35 latidos por minuto, IC<sub>95%</sub> 20,9 a 24,8,  $P < 0,001$ ) versus 23 latidos por minuto, IC<sub>95%</sub> 33,3 a 37,7,  $P < 0,001$ ). También se registró una mayor recuperación en la PAS (29 mmHg, IC<sub>95%</sub> 15,06 a 19,25,  $P < 0,001$ ) en contraste con 17 mmHg, IC<sub>95%</sub> 25,01 a 32,6,  $P < 0,001$ ). Los tamaños de efecto para la frecuencia cardíaca y la PAS de recuperación después de la PC6M fueron 0,85 y 0,73 respectivamente.

**Conclusión:** Nuestro programa de rehabilitación cardíaca aumentó la capacidad funcional y mejoró la respuesta hemodinámica después del ejercicio. Estos hallazgos proveen una evidencia razonable que la RC puede contribuir a la sobrevivencia y la calidad de vida de los pacientes cardíacos costarricenses.

**Palabras claves:** Rehabilitación Cardíaca, capacidad funcional, prueba de caminata de 6 minutos.

### ABSTRACT

#### The Effect of Exercise Training on Functional Capacity and Hemodynamic Responses in Cardiac Patients

Survival after a cardiac event has increased in Costa Rica over the last decade. Increased survival and quality of life are attributed to improved cardiac rehabilitation (CR) programming. CR is thought to enhance functional exercise capacity



and reduce resting and exercise blood pressures; yet, these factors are not well characterized in Costa Rican patients.

**Purpose:** To examine the effect of exercise training on functional capacity and hemodynamic responses in cardiac patients.

**Methods:** Two hundred and twenty six cardiac patients (age =  $58.0 \pm 13$  years, height =  $1.67 \pm 0.9$  m, weight =  $75.0 \pm 12.0$  kg, BMI =  $26.7 \pm 3.7$  kg/m<sup>2</sup>, VO<sub>2</sub> máx =  $13.4 \pm 4.9$  ml/kg/min), resting heart rate =  $71 \pm 13$  bpm, systolic blood pressure (SBP) =  $112 \pm 18$ , diastolic blood pressure (DBP) =  $69 \pm 10$ ) from our University-based CR program performed a 6-minute walking Test (6MWT) before and after completing a twelve-week exercise program. Functional capacity and VO<sub>2</sub> máx were estimated based on the 6MWT. Paired t-test was used to determine pre-and post rehabilitation outcomes differences. Effect sizes were also calculated  $P \leq 0.05$  a priori.

**Results:** Patients improved their functional exercise capacity using the 6MWT by 31%, from ( $410 \pm 100$  to  $539 \pm 93$  m, CI<sub>95%</sub> -138.4 to -118.8,  $P < 0.001$ ), and VO<sub>2</sub> máx by 25% from ( $13.4 \pm 5.0$  to  $16.8 \pm 5.2$  ml/kg/min, CI<sub>95%</sub> -3.7 to -3.1,  $P < 0.001$ ). Resting SBP was reduced by 3.6 %, from ( $112 \pm 18$  to  $108 \pm 17$  mmHg, CI<sub>95%</sub> 1.48 to 5.98,  $P = 0.001$ ) and resting DBP was reduced by 2.9 %, from ( $69 \pm 10$  to  $67 \pm 9.0$  mmHg, CI<sub>95%</sub> 0.82 to 3.6,  $P = 0.002$ ). Mean arterial pressure (MAP) was also reduced by 3.6 %, from ( $83 \pm 11$  to  $80 \pm 10$  mmHg, CI<sub>95%</sub> 1.2 to 4.2,  $P < 0.001$ ). Effect sizes for 6MWT, VO<sub>2</sub> máx, SBP, DBP and MAP were (1.29, 0.68, 0.22, 0.22 and 0.27 respectively). Patients exhibited a greater five minute heart rate recovery after post 6MWT 35 beats per minute, (CI<sub>95%</sub> 20.9 a 24.8,  $P < 0.001$ ) versus 23 beats per minute, (CI<sub>95%</sub> 33.3 a 37.7,  $P < 0.001$ ) at the beginning of the CR. We also had a greater SBP recovery 29 mmHg (CI<sub>95%</sub> 15.06 a 19.25,  $P < 0.001$ ) than 17 mmHg at, (CI<sub>95%</sub> 25.01 a 32.6,  $P < 0.001$ ) at the initial of the CR program. The effect sizes for heart rate and SBP recovery after the 6MWT were 0.85 and 0.73 respectively.

**Conclusion:** Our twelve-week cardiac rehabilitation program improved functional capacity and enhanced hemodynamic responses after exercise. These findings provide plausible evidence that CR may contribute to improved survival and quality of life in Costa Rican CR patients.

**Key words:** Cardiac Rehabilitation, functional capacity, six-minute walk test.

## INTRODUCCIÓN

Las enfermedades del sistema circulatorio son una de las causas principales de mortalidad en Costa Rica, y dentro de estas, las enfermedades cardiovasculares (ECV) y las enfermedades cerebrovasculares son las más prevalentes<sup>1</sup>. Según datos del Ministerio de Salud en el 2012, las ECV representan el 72,8 % del total de muertes por enfermedades del sistema circulatorio y la enfermedad isquémica del corazón fue la de mayor prevalencia con un 63 %. El infarto agudo del miocardio (IAM) representó un 38,5 % de las ECV y las enfermedades cerebrovasculares constituyeron un 22,7 % del total de muertes por enfermedades del sistema circulatorio<sup>1</sup>.

A pesar de la alta incidencia de mortalidad a causa de las ECV en la última década, la tasa ajustada de mortalidad por enfermedad isquémica del corazón ha descendido. En los hospitales de la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS) se reportaron en el 2012 5.500 egresos debido a la enfermedad isquémica del corazón y 1.886 egresos por IAM<sup>1</sup>.

Investigaciones epidemiológicas y de metaanalíticas han comprobado que las personas que realizan actividad física regularmente tienen una menor incidencia de mortalidad tanto por ECV como por enfermedades cerebrovasculares<sup>2-4</sup>. Las personas que caminaban 1 hora por semana reducen la

incidencia de enfermedad isquémica del corazón en un 40 % y de ECV en un 20 %<sup>4</sup>. En un metaanálisis, en que se incluyó 18 estudios prospectivos con intervenciones basadas en caminata, se encontraron disminuciones en la mortalidad por ECV entre el 16 % al 31 % y reducciones en la mortalidad por otras causas entre el 20 % al 32 %<sup>3</sup>. En otra investigación metaanalítica se reportó efectos positivos del ejercicio aeróbico en los factores de riesgo coronario, presión arterial sistólica en reposo (PASrep), la cual disminuyó en promedio 6,9 mmHg, el índice de masa corporal (IMC) se redujo en 1,3 kg/m<sup>2</sup> y la lipoproteína de baja densidad bajo 3,1 mg/dL, lo cual se asocia con reducción de mortalidad por enfermedad isquémica del corazón en un 5 % y un 17 % a 5 años<sup>5</sup>.

Los programas de rehabilitación cardíaca (RC) que incluyen el entrenamiento por medio de ejercicio, también disminuyen la mortalidad cardíaca entre un 20 % a un 30 %, mejoran la capacidad funcional entre un 10 % a un 34 %, así como bajan la presión arterial y mejoran la calidad de vida de los pacientes con ECV<sup>6-10</sup>. De hecho, aumentar la capacidad funcional en 1 MET (equivalente a 3,5 ml/kg/min) reduce la mortalidad por cualquier causa entre un 8 % a un 22 %<sup>11,12</sup>. En un estudio con 315 pacientes posterior a un infarto que participaron un programa de ejercicios por un periodo de 6 meses con un seguimiento por 19 años, se encontró que

**Efecto de un programa de ejercicios en la capacidad funcional y respuesta hemodinámica de pacientes con enfermedad cardiovascular**

*Dr. Felipe Araya Ramírez, Dr. Pedro Ureña Bonilla, M.Sc. Luis Blanco Romero, Dr. Peter W. Grandjean*



por cada MET de incremento en la capacidad funcional había una reducción entre un 8 % a un 14 % de la mortalidad de los pacientes<sup>11</sup>. En otro estudio en el que participaron 6.956 hombres (4.713 con IAM y 2.343 luego de una cirugía "bypass" coronario), quienes completaron un programa de caminata por 12 semanas con un seguimiento por 9 años, se reportó que por cada milla por hora de incremento en la velocidad de caminata se obtiene reducciones de un 20 % en la mortalidad cardiaca<sup>13</sup>. En investigaciones realizadas en programas de RC, en donde se utilizó la prueba de caminata de seis minutos (PC6M), se han reportado incrementos en la distancia de caminata entre un 15 % y un 33 % post RC<sup>7,9,14-17</sup>. En Costa Rica los reportes de incrementos en la capacidad funcional se encuentran entre un 26 % y un 34 % después de 12 semanas de ejercicio aeróbico<sup>8,18</sup>.

En general, se ha observado cambios positivos y significativos en la respuesta hemodinámica de pacientes con ECV sometidos a programas de RC<sup>17,19</sup>. La respuesta hemodinámica de pacientes después de una cirugía "bypass" coronaria mostró disminuciones en la PAS y PAD en reposo de un 11 y 9 % respectivamente, así como reducciones de un 12 % en la frecuencia cardiaca en reposo después de RC<sup>17</sup>. Asimismo, se ha reportado una baja frecuencia cardiaca de recuperación después de una prueba máxima de ejercicio o de una PC6M en pacientes con o sin ECV como un indicador de riesgo de mortalidad por cualquier causa<sup>20-22</sup>. En Costa Rica, no se conoce estudios que hayan analizado el efecto del ejercicio físico en la capacidad funcional y la respuesta hemodinámica de pacientes que participen en programas de RC. El propósito de este estudio es examinar el efecto de un programa de ejercicio físico de 12 semanas sobre la capacidad funcional y en la respuesta hemodinámica en pacientes con ECV.

## METODOLOGÍA

Se llevó a cabo un análisis retrospectivo de los expedientes pertenecientes a los pacientes cardiacos que ingresaron al programa de RC de la Universidad Nacional de Costa Rica entre los años 2009 y el 2014. Los expedientes fueron examinados con base en las siguientes variables demográficas, antropométricas y fisiológicas y se incluyeron en el análisis solo los pacientes que completaron las evaluaciones al inicio y al final del programa. Las variables dependientes medidas fueron las siguientes: el peso corporal (PC), índice de masa corporal (IMC), la frecuencia cardiaca en reposo (FCrep), la presión arterial sistólica en reposo (PASrep), la presión arterial diastólica en reposo (PADrep), la presión arterial media (PAM), así como los datos de la capacidad funcional y repuesta hemodinámica obtenidas de la PC6M; tales como la distancia recorrida en metros y el  $VO_2$  máx estimado, la frecuencia cardiaca final (FCF), la frecuencia cardiaca y la presión arterial de recuperación a los 5 minutos después de la PC6M.

## Participantes

Los participantes de la investigación fueron 226 pacientes cardiacos (173 hombres y 53 mujeres) con una edad de  $58,0 \pm 13$  años, estatura de  $1,67 \pm 0,9$  metros, peso corporal de  $75,0 \pm 12,0$  kg, índice de masa corporal (IMC) de  $26,7 \pm 3,7$   $kg/m^2$  y un consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$ max) de  $13,4 \pm 4,9$  ml/kg/min que completaron las evaluaciones al inicio y después de un programa de 12 semanas de RC. Las condiciones cardiacas fueron las siguientes: infarto agudo del miocardio (43 %), pacientes con cirugía bypass (19 %), reemplazo valvular (13 %), insuficiencia cardiaca (5 %) y otras condiciones cardiacas (20 %).

## Diseño del programa de rehabilitación cardiaca

Los pacientes con ECV fueron referidos al programa de RC de la Universidad Nacional por médicos de los hospitales San Juan de Dios, Calderón Guardia, Hospital México y Clínica Bíblica. Todas las sesiones de ejercicio se monitorearon por medio de una telemetría (Quinton Q-Tel RMS) y supervisadas por un médico general. La prescripción individual de ejercicio fue realizada por un fisiólogo del ejercicio y llevada a cabo por promotores de la salud física. La prescripción ejercicio aeróbico consistió en 3 sesiones por semana (lunes, miércoles y viernes) con una duración entre 20 a 40 minutos por sesión y una intensidad entre el 40 % y 80 % del consumo máximo de oxígeno de reserva. También, se utilizó la escala de esfuerzo percibido de "Borg" en el rango de 10 a 13 en los pacientes betabloqueados y la intensidad fue utilizando la frecuencia cardiaca en reposo más un aumento de 20 a 30 pulsaciones. El ejercicio aeróbico fue mediante bandas sin fin (Quinton Medtrack CR 60), así como cicloergómetros (Monark ergo-medice 828 E). La progresión del ejercicio fue de manera individualizada y se realizaron incrementos de 5 minutos por semana hasta llegar a 40 minutos.

## PC6M

El protocolo utilizado en la PC6M fue el definido previamente por Stelle (1994)<sup>23</sup>, en donde previamente se le colocó un transmisor tipo "holter" a cada paciente para ser monitoreado por medio de la telemetría. Luego se midieron la frecuencia cardiaca y la presión arterial de cada paciente después de 5 minutos de reposo sentado en una silla. Posteriormente, se indicó a los pacientes que debían recorrer la mayor distancia posible durante 6 minutos en un pasillo plano de 10 metros. Durante toda la prueba se motivó a los pacientes para que realizaran su mayor esfuerzo y se les controló la frecuencia cardiaca, la presión arterial y la escala de esfuerzo percibido. Además, se monitoreó los signos y síntomas que presentaba el paciente durante la prueba, tales como angina, disnea, mareos, claudicación o fatiga. Al final de la prueba se registró la distancia final recorrida en metros en una hoja de recolección de datos, así como las variables mencionadas. También, se tomó la frecuencia cardiaca y la presión arterial

Efecto de un programa de ejercicios en la capacidad funcional y respuesta hemodinámica de pacientes con enfermedad cardiovascular

Dr. Felipe Araya Ramírez, Dr. Pedro Ureña Bonilla, M.Sc. Luis Blanco Romero, Dr. Peter W. Grandjean



inmediatamente después de terminada la prueba y a los cinco minutos de su recuperación, se continuó con el monitoreo al paciente con la telemetría. Con los datos obtenidos en la PC6M se estimó el VO<sub>2</sub>max, la velocidad inicial y las variables de la prescripción de ejercicio según las fórmulas del Colegio Americano de Medicina Deportiva<sup>23,24</sup>.

### Análisis estadístico

La estadística descriptiva se utilizó para obtener los promedios, desviaciones estándar, valores mínimos, máximos y frecuencias. Además, se empleó la estadística inferencial por medio de pruebas T para medidas relacionadas, de tal manera que se puedan determinar diferencias entre las mediciones. También, se calcularon los tamaños de efecto (TE) con el empleo de la fórmula Post – Pre / desviación estándar del valor pre. Todos los análisis fueron llevados a cabo con el Programa Estadístico para las Ciencias Sociales "PASW" versión 18 y para todos los casos la probabilidad se estableció *a priori*  $P \leq 0,05$ .

### RESULTADOS

De los 226 pacientes del estudio el 19 % tenían obesidad (n = 43), el 62,4 % eran hipertensos (n = 141), el 19,9 % diabéticos (n = 45), el 56,2 % presentaban dislipidemia (n = 127), y el 18,0 % eran fumadores (n = 41). Las características descriptivas de los pacientes con ECV se muestran en la tabla 1.

Los pacientes en promedio mejoraron su capacidad funcional de ejercicio un 31 % en la PC6M (IC<sub>95%</sub> -138,4 a -118,8, TE = 1,29), después del programa de RC. Además, aumentaron el VO<sub>2</sub>max un 27 % (IC<sub>95%</sub> -3,7 a -3,1, TE = 0,68). Asimismo, la presión arterial sistólica en reposo disminuyó 3,5 % (IC<sub>95%</sub> 1,48 a 5,98, TE = 0,22) y la presión arterial diastólica (PAD) bajó

**Tabla 1**  
Características descriptivas de los pacientes con ECV

Características	n	Promedio ± DS	Mínimo	Máximo
Edad (años)	226	58 ± 13	15	88
Estatura (m)	226	1,67 ± 0,9	1,31	1,93
Peso (kg)	226	75,0 ± 12	44,4	118,7
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	226	26,7 ± 3,7	17,7	39,7
FCrep ( lat/min)	226	71 ± 13	41	111
PASrep (mmHg)	226	112 ± 18	80	199
PADrep (mmHg)	226	69 ± 10	50	100
PAM (mmHg)	226	83 ± 11	60	117
PC6M (m)	226	410 ± 100	120	660
VO <sub>2</sub> máx (ml/kg/min)	226	13,4 ± 5,0	3,2	27
Velocidad (MPH)	226	2,6 ± 0,6	0,75	4,10

**Abreviaturas:** IMC = índice de masa corporal, FCrep = frecuencia cardiaca en reposo, PASrep = presión arterial sistólica en reposo, PADrep = presión arterial diastólica en reposo, PAM = presión arterial media, PC6M = prueba de caminata en 6 minutos, VO<sub>2</sub>máx = consumo máximo de oxígeno, MPH = millas por hora. **Fuente:** elaboración propia.

un 2,9 % (IC<sub>95%</sub> 0,82 a 3,6, TE = 0,22). La presión arterial media (PAM) también se disminuyó un 3,6 % (IC<sub>95%</sub> 1,2 a 4,2, TE = 0,27). Los resultados se muestran en la tabla 2.

Finalmente, los pacientes mostraron una mejor frecuencia cardiaca de recuperación equivalente a 35 latidos a los 5 minutos de haber finalizado la PC6M (IC<sub>95%</sub> 20,9 a 24,8, TE = 0,85) en contraste con 23 latidos por minuto, (IC<sub>95%</sub> 33,3 a 37,7) al inicio del programa de rehabilitación cardiaca. Por

**Tabla 2**  
Diferencias entre los pacientes con ECV antes y después de la RC

Características	Pre-RC Promedio ± DS	Post-RC Promedio ± DS	Δ	% Δ	P
Peso (kg)	75,0 ± 12	75,5 ± 13	0,5	0,7	0,066
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	26,7 ± 3,7	27,0 ± 3,8	0,3	1,1	<b>0,015</b>
FCrep ( lat/min)	71 ± 13	70,0 ± 11	-1	1,4	0,338
PASrep (mmHg)	112 ± 18	108 ± 16	-4	3,5	<b>0,001</b>
PADrep (mmHg)	69 ± 10	67 ± 8,6	-2	2,9	0,002
PAM (mmHg)	83 ± 11	80 ± 10	-3	3,6	<b>0,001</b>
PC6M (m)	410 ± 100	539 ± 93	129	31	<b>0,000</b>
VO <sub>2</sub> máx (ml/kg/min)	13,4 ± 5,0	16,8 ± 5,2	3,4	25	<b>0,000</b>
Velocidad (MPH)	2,6 ± 0,6	3,4 ± 0,6	0,8	31	<b>0,001</b>

**Abreviaturas:** IMC= índice de masa corporal, FCrep= frecuencia cardiaca en reposo, PASrep= presión arterial sistólica en reposo, PADrep = presión arterial diastólica en reposo, PAM = presión arterial media, PC6M = prueba de caminata en 6 minutos, VO<sub>2</sub>máx= consumo máximo de oxígeno, Δ = diferencia entre los valores pre y post, % Δ = porcentaje de cambio entre los valores pre y post, MPH = millas por hora. **Fuente:** elaboración propia.

Efecto de un programa de ejercicios en la capacidad funcional y respuesta hemodinámica de pacientes con enfermedad cardiovascular

Dr. Felipe Araya Ramírez, Dr. Pedro Ureña Bonilla, M.Sc. Luis Blanco Romero, Dr. Peter W. Grandjean



consiguiente, se registró una mayor recuperación en la PAS correspondiente a 29 mmHg (IC<sub>95%</sub> 15,06 a 19,25, TE = 0,73) en comparación con con 17 mmHg (IC<sub>95%</sub> 25,01 a 32,6). Los resultados correspondientes se reportan en la tabla 3.

**Tabla 3**  
Respuesta hemodinámica de los pacientes con ECV después del programa de rehabilitación cardiaca.

Variable	Pre-RC Promedio ± DS	Post-RC Promedio ± DS
FCfinal PC6M	98 ± 19	112 ± 21
FC recup 5 min	75 ± 14	77 ± 14
Δlat/min	-23	-35
% Δ	23,5	31
<b>P</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
PAS Final PC6M	125 ± 19	136 ± 32
PAS recup 5 min	108 ± 17	107 ± 17
ΔmmHg	-17	-29
% Δ	13,6	21,3
<b>P</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
PAD Final PC6M	72 ± 10	72 ± 9,0
PAD recup 5 min	69 ± 9,0	70 ± 50
ΔmmHg	-3	-2
% Δ	4,2	2,8
<b>P</b>	<b>0,65</b>	<b>0,46</b>

**Abreviaturas:** FC = frecuencia cardiaca, PC6M = prueba de caminata en 6 minutos, Recup. = recuperación, Δ = diferencia entre los valores pre y post, % Δ = porcentaje de cambio entre los valores pre y post. **Fuente:** elaboración propia.

## DISCUSIÓN

Los resultados encontrados en cuanto a la mejoría en la capacidad funcional son consistentes con estudios previos<sup>7-9,14,25</sup>. Los incrementos reportados en la literatura en relación con la distancia recorrida en la PC6M después de un programa de RC oscilan entre un 15 % y un 34 %<sup>7-9,14-16</sup>. Los pacientes del presente estudio mejoraron en promedio un 31 % la distancia de la PC6M, y aumentó 129 metros la distancia recorrida y en 1,3 kph la velocidad de caminata. Estos resultados son similares a investigaciones previas<sup>7,8,15 16 14</sup>. En estudios con pacientes que presentaban insuficiencia cardiaca se han mencionan aumentos entre 17,1 % y un 33 % en la distancia recorrida en la PC6M después de un programa de RC<sup>15,16</sup>. También, en la distancia de la PC6M hay aumentos que oscilan entre 15,2 % y 21,6 % en pacientes cardiacos con diferentes padecimientos<sup>7,14</sup>. En Costa Rica se ha reportado

aumentos en la distancia de caminata de un 34 % equivalente a 139 metros y de la velocidad en 1,38 kph en pacientes con ECV que participaron de un programa de RC con una duración de 12 semanas<sup>8</sup>. Las diferencias promedios registradas en las distancias recorridas posteriores a los programas de RC podrían deberse a la cantidad de sesiones en que participaron los pacientes<sup>7,8,26</sup>. Mientras en algunos estudios el promedio de sesiones es de 23, en otras intervenciones con pacientes de bajo riesgo ha sido de 12 sesiones y en pacientes de moderado riesgo de 24 y 33 sesiones<sup>7,8,15</sup>. En el presente estudio el promedio de sesiones a las cuales asistieron los pacientes del programa de RC fue de 34. Investigaciones en pacientes con ECV que asisten a un programa de RC han mostrado que entre más sea el número de sesiones en que participen, mayores aumentos se registran en la capacidad funcional<sup>7,8,15,26</sup>. Otro estudio presentó diferencias significativas en la distancia recorrida en la PC6M entre pacientes que participaron en un programa de 25 sesiones o más equivalente a un aumento del 20 %, en contraste con aquellos que asistieron a 24 sesiones o menos de rehabilitación cardiaca, quienes reportaron incrementos del 17,5 %<sup>7</sup>.

En relación con el VO<sub>2</sub>máx, la literatura reporta incrementos que van desde un 10 a un 31 % después de un programa de RC<sup>6,8,16,18</sup>. En el presente estudio se encontró un aumento del 25 % en la variable VO<sub>2</sub>máx en los pacientes que participaron en el programa de RC. Datos similares fueron reportados en Colombia, en donde se registraron incrementos del VO<sub>2</sub>máx de un 30,7 % después de 3 meses de ejercicio aeróbico<sup>16</sup>. El aumento del VO<sub>2</sub>máx en este estudio es equivalente a 1 MET, lo que podría ayudar a reducir la mortalidad por cualquier causa entre un 8 % a un 22 %<sup>11,12</sup>. Entre los mecanismos fisiológicos asociados con el aumento del VO<sub>2</sub>máx se plantean adaptaciones centrales y periféricas<sup>6,27</sup>. Dentro de las adaptaciones centrales están el aumento del gasto cardiaco máximo debido al incremento del volumen sistólico máximo por el entrenamiento, así como el aumento de la capacidad oxidativa y enzimática de las células como adaptaciones periféricas<sup>6</sup>.

En relación con la respuesta hemodinámica en el presente estudio se encontró una disminución de la PAS correspondiente a un 3,5 %. Este resultado también es consistente con lo reportado en la literatura después de un programa de RC<sup>10,28</sup>. Intervenciones de ejercicio físico de 12 semanas con la participación mujeres y hombres que presentaban ECV reportaron reducciones de la PAS de un 3,3 % y 3,1 % respectivamente<sup>28</sup>. En un metaanálisis que incluyó 48 estudios se reportó disminuciones en la PAS de 3,2 mmHg después de participar de un programa de RC<sup>10</sup>. En el presente estudio se registró una disminución de 4,0 mmHg en la PAS y de 2,0 mmHg en la PAD. Estos resultados son similares en cuanto a la PAS y diferentes en cuanto a la PAD mencionados en el metaanálisis referido<sup>10</sup>. Los posibles mecanismos fisiológicos, por los cuales se podría explicar la reducción de la presión arterial posterior a

Efecto de un programa de ejercicios en la capacidad funcional y respuesta hemodinámica de pacientes con enfermedad cardiovascular

Dr. Felipe Araya Ramírez, Dr. Pedro Ureña Bonilla, M.Sc. Luis Blanco Romero, Dr. Peter W. Grandjean



un programa de ejercicios, van desde una disminución de la resistencia total periférica hasta una disminución de las catecolaminas y un aumento de vasodiladores<sup>29,30</sup>.

Finalmente, el programa de ejercicios de 12 semanas mostró una mejoría en la respuesta hemodinámica de los pacientes con ECV, manifiesta en una mejor recuperación de la frecuencia cardiaca equivalente a 31 % a los 5 minutos de haber finalizado la PC6M, en contraste con 23,5 % al inicio del programa de RC. Se ha reportado un mayor de riesgo de mortalidad por cualquier causa en pacientes con insuficiencia cardiaca que presentan una menor frecuencia cardiaca de recuperación después de una PC6M<sup>21</sup>. Los mecanismos fisiológicos responsables del aumento de la mortalidad debido a una baja frecuencia cardiaca de recuperación no están bien claros. Sin embargo, se cree que una aumentada actividad refleja simpática puede desencadenar en una arritmia cardiaca<sup>20</sup>. Por el contrario, un mejor control del sistema autónomo debido a una mayor actividad parasimpática podría contribuir a una estabilidad eléctrica del corazón, lo que evidenciaría una mejoría en la capacidad funcional del músculo cardiaco<sup>6,17,20</sup>. También, se registró una mayor recuperación en la PAS correspondiente a 21 % en comparación con un 13,6 %. La reducción de la presión arterial de recuperación probablemente se asocia con una disminución de la resistencia periférica debido a una mayor vasodilatación, producto de una mayor liberación de óxido nítrico del endotelio<sup>6,29,30</sup>.

## CONCLUSIÓN

El programa de rehabilitación cardiaca logró aumentar la capacidad funcional de ejercicio de los pacientes cardiacos, así como se evidenció una mejoría en la respuesta hemodinámica con disminuciones de la presión arterial y frecuencia cardiaca de recuperación después del programa. Los hallazgos de esta investigación muestran evidencia de que los programas de rehabilitación cardiaca en Costa Rica pueden contribuir a la sobrevivencia y la calidad de vida de los pacientes que han sufrido un evento cardiaco. Sin embargo, todavía en nuestro país hay muy poca investigación sobre los beneficios fisiológicos, psicológicos y sociales que pueden producir la rehabilitación cardiaca.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Ministerio de Salud. *Memoria Institucional 2010-2014*. Ministerio de Salud 2014;1-194.
2. Blair SN, Kampert JB, Kohl HW, et al. *Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women*. JAMA 1996;276:205-10.
3. Hamer M, Chida Y. *Walking and primary prevention: a meta-analysis of prospective cohort studies*. Br J Sports Med 2008;42:238-43.
4. Oguma Y, Shinoda-Tagawa T. *Physical activity decreases cardiovascular disease risk in women: review and meta-analysis*. Am J Prev Med 2004;26:407-18.
5. Kelley GA, Kelley KS. *Efficacy of aerobic exercise on coronary heart disease risk factors*. Prev Cardiol 2008;11:71-5.
6. Williams MA, Ades PA, Hamm LF, et al. *Clinical evidence for a health benefit from cardiac rehabilitation: an update*. Am Heart J 2006;152:835-41.
7. Araya-Ramírez F, Briggs KK, Bishop SR, Miller CE, Moncada-Jiménez J, Grandjean PW. *Who is likely to benefit from phase II cardiac rehabilitation?* J Cardiopulm Rehabil Prev 2010;30:93-100.
8. Araya-Ramírez F, Ureña-Bonilla P, Sánchez-Ureña B, Blanco-Romero L, Rodríguez-Montero A, Moraga-Rojas C. *Influencia de la Capacidad Funcional Inicial en Marcadores Fisiológicos después de un Programa de Rehabilitación Cardiaca*. Rev Costarr Cardiol 2013;15:5-11.
9. Gupta R, Sanderson BK, Bittner V. *Outcomes at one-year follow-up of women and men with coronary artery disease discharged from cardiac rehabilitation: what benefits are maintained?* J Cardiopulm Rehabil Prev 2007;27:11-8.
10. Taylor RS, Brown A, Ebrahim S, et al. *Exercise-Based Rehabilitation for Patients with Coronary Heart Disease: Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials*. Am J Med 2004;116:682-92.
11. Dorn J, Naughton J, Imamura D, Trevisan M. *Results of a multicenter randomized clinical trial of exercise and long-term survival in myocardial infarction patients: the National Exercise and Heart Disease Project (NEHDP)*. Circulation 1999;100:1764-9.
12. Franklin BA, Lavie CJ, Squires RW. *Exercise-Based Cardiac Rehabilitation and Improvements in Cardiorespiratory Fitness: Implications Regarding Patient Benefit*. Mayo Clin Proc 2013;88:431-7.
13. Kavanagh T, Hamm LF, Beyene J, et al. *Usefulness of Improvement in Walking Distance Versus Peak Oxygen Uptake in Predicting Prognosis After Myocardial Infarction and/or Coronary Artery Bypass Grafting in Men*. Am J Cardiol 2008;101:1423-7.
14. Listerman J, Bittner V, Sanderson BK, Brown TM. *Cardiac rehabilitation outcomes: impact of comorbidities and age*. J Cardiopulm Rehabil Prev 2011;31:342-8.
15. Ibáñez R, Larico M, Gárate B, et al. *Mejoría en la capacidad física después de un programa fase II de rehabilitación cardiaca, según la fracción de eyección del ventrículo izquierdo*. Rev Chil Cardiol 2010;29:187-92.
16. Atehortúa DS, Gallo JA, Rico M, Durango L. *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*. 18 2011;11:25-36.
17. Ghashghaei FE, Sadeghi M, Marandi SM, Ghashghaei SE. *Exercise-based cardiac rehabilitation improves hemodynamic responses after coronary artery bypass graft surgery*. ARYA Atherosclerosis 2012;7:151-6.
18. Wong M, García M, García A, Carrillo S. *Resultados del Programa de Rehabilitación Cardiaca Fase II, desarrollado por el Centro Nacional de Rehabilitación, Costa Rica*. Acta méd costarric 2011;53:188-93.
19. Freimark D, Shechter M, Schwammenthal E, et al. *Improved exercise tolerance and cardiac function in severe chronic heart failure patients undergoing a supervised exercise program*. Int J Cardiol 2007;116:309-14.

Efecto de un programa de ejercicios en la capacidad funcional y respuesta hemodinámica de pacientes con enfermedad cardiovascular

Dr. Felipe Araya Ramírez, Dr. Pedro Ureña Bonilla, M.Sc. Luis Blanco Romero, Dr. Peter W. Grandjean



20. Huang PH, Leu HB, Chen JW, Lin SJ. *Heart Rate Recovery After Exercise and Endothelial Function—Two Important Factors to Predict Cardiovascular Events*. *Prev Cardiol* 2005;8:167–70.
21. Cahalin LP, Arena R, Labate V, Bandera F, Lavie CJ, Guazzi M. *Heart rate recovery after the 6 min walk test rather than distance ambulated is a powerful prognostic indicator in heart failure with reduced and preserved ejection fraction: a comparison with cardiopulmonary exercise testing*. *European Journal of Heart Failure* 2013;15:519-27.
22. Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, Snader CE, Lauer MS. *Heart-Rate Recovery Immediately after Exercise as a Predictor of Mortality*. *N Engl J Med* 1999;341:1351-7.
23. Steele B. *Timed walking tests of exercise capacity in chronic cardiopulmonary illness*. *J Cardiopulm Rehabil* 1994;16:25-33.
24. American College of Sports Medicine. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins 2014;(9th).
25. Sanderson BK, Mirza S, Fry R, Allison JJ, Bittner V. *Secondary prevention outcomes among black and white cardiac rehabilitation patients*. *Am Heart J* 2007;153:980-6.
26. Brubaker PH, Warner JGJ, Rejeski WJ, et al. *Comparison of standard- and extended-length participation in cardiac rehabilitation on body composition, functional capacity, and blood lipids*. *Am J Cardiol* 1996;78:769-73.
27. Goodman JM, Pallandi DV, Reading JR, Plyley MJ, Liu PP, Kavanagh T. *Central and Peripheral Adaptations After 12 Weeks of Exercise Training in Post-Coronary Artery Bypass Surgery Patients*. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation* 1999;19:144-50.
28. Schultz B, Kamphoff C, Dalleck L. *Relative Energy Expenditure May Prove Beneficial When Prescribing Exercise to Phase II Cardiac Rehabilitation Patients*. *JEPonline* 2010;13:1-8.
29. Hambrecht R, Adams V, Erbs S, et al. *Regular Physical Activity Improves Endothelial Function in Patients With Coronary Artery Disease by Increasing Phosphorylation of Endothelial Nitric Oxide Synthase*. *Circulation* 2003;107:3152-8.
30. Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, Farquhar WB, Kelley GA, Ray CA. *American College of Sports Medicine position Stand: Exercise and hypertension*. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:533-53.

