

Prevención cardiovascular

El ejercicio físico en la prevención y la rehabilitación cardiovascular

Eduardo Rivas-Estany*

Centro de Rehabilitación, Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular, La Habana, Cuba

Palabras clave:

Enfermedad coronaria
Ejercicio
Insuficiencia cardíaca
Estilo de vida
Infarto de miocardio

RESUMEN

Los beneficios evidentes del ejercicio físico empleados como medida de prevención primaria y secundaria en la cardiopatía isquémica se han señalado en diversas publicaciones. También se han publicado efectos favorables del entrenamiento físico empleado como parte de un programa de rehabilitación cardíaca 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 entrenamiento físico, 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 resistencia aun en pacientes con insuficiencia cardíaca debidamente seleccionados y supervisados.

Physical Exercise in Cardiovascular Prevention and Rehabilitation

ABSTRACT

Numerous publications have highlighted the importance of physical exercise in the primary and secondary prevention of ischemic heart disease. Moreover, when used as part of a program of cardiac rehabilitation, physical training has also been reported to have a positive effect on quality of life and morbidity and mortality in patients with coronary artery disease and other cardiovascular conditions. These beneficial effects can only be obtained by complying with the basic principles of physical training, of which exercise intensity is an essential component. At present, it is generally believed that maintaining and promoting cardiovascular health requires aerobic exercise to be performed at a moderate intensity for at least 30 minutes 5 days a week or at a vigorous intensity for 20 minutes three times a week. Isometric exercise or resistance training should be considered even for patients with heart failure provided they are carefully selected and supervised.

Keywords:

Coronary artery disease
Exercise
Heart failure
Lifestyle
Myocardial infarction

INTRODUCCIÓN

Diversas publicaciones han puesto de manifiesto los marcados beneficios del ejercicio físico en la prevención primaria y secundaria de la cardiopatía isquémica (CI)¹⁻⁴. Se han señalado también los efectos beneficiosos del entrenamiento físico (EF) como parte de un programa de rehabilitación cardíaca (RC) en pacientes con CI y otras enfermedades cardiovasculares, especialmente después de eventos mayores³⁻⁷.

Hace 20 años, el *American College of Sports Medicine*⁸ definió la prescripción de ejercicios físicos como «la recomendación de un régimen de actividad física sistemático e individualizado, para alcanzar en el paciente los beneficios fisiológicos óptimos del EF». Con ello se intentará que el individuo incremente su capacidad física, mejore su

salud y reduzca el riesgo de aparición o recurrencia de la enfermedad y que garantice su seguridad durante la participación en los ejercicios.

Los objetivos específicos para participar en un programa de EF varían según los intereses particulares del individuo, sus necesidades, su estado de salud o su enfermedad de base, que influirán en la prescripción de ejercicios. Sus indicaciones y contraindicaciones se relacionan en las tablas 1 y 2.

Para diseñar o indicar un régimen de EF, hay que tener en cuenta los siguientes aspectos, también conocidos como «principios fundamentales del entrenamiento físico»⁹: tipo de ejercicios y modo de realizarlos, intensidad, duración y frecuencia. También hay que considerar la individualización y el modo de progresión de dichos ejercicios.

*Autor para correspondencia: Apartado postal # 4109, Vedado, La Habana 10400, Cuba.
Correo electrónico: erivas@infomed.sld.cu (E. Rivas-Estany).

Abreviaturas

CI: cardiopatía isquémica.
 EF: entrenamiento físico.
 FC: frecuencia cardiaca.
 RC: rehabilitación cardiaca.
 VO_{2máx}: consumo máximo de oxígeno.

La RC usualmente se distribuye en tres fases: hospitalaria, convalecencia y mantenimiento. En la fase hospitalaria, generalmente se realizan actividades de fisioterapia y ejercicios físicos de baja intensidad. Nos referiremos a continuación a las fases restantes, en las que se suele prescribir programas de EF más estructurados:

FASE DE CONVALECENCIA

La rehabilitación con EF se inicia usualmente pocos días después de que el paciente reciba el alta hospitalaria tras haber sufrido un infarto cardiaco, una angioplastia o cirugía coronaria o cualquier otro episodio coronario agudo; se debe estratificar al paciente adecuadamente según su riesgo de muerte o de padecer otro infarto cardiaco no letal. También hay pacientes que pueden no haber sido hospitalizados pero requieren incorporación a programas de ejercicios físicos supervisados. La duración tradicional de la fase de convalecencia es normalmente de 8 a 12 semanas, aunque algunos pacientes pueden requerir más de 6 meses para alcanzar un incremento funcional óptimo¹⁰.

Según diversos estudios, los pacientes con enfermedad coronaria incorporados a programas de EF suelen incrementar su consumo máximo de oxígeno (VO_{2máx}) un 10-56%; este incremento puede variar según la edad y la condición clínica del paciente, así como la prescripción específica de ejercicios y la adhesión del paciente al programa¹¹.

FASE DE MANTENIMIENTO

Los programas de EF para la fase de mantenimiento, por lo general, están diseñados para cumplirse ambulatoriamente, en centros tales como departamentos de rehabilitación de hospitales municipales, centros de atención primaria, gimnasios de escuelas, universidades, clubes, etc. Tales programas ambulatorios de EF usualmente aceptan

Tabla 1

Indicaciones del entrenamiento físico

Infarto miocárdico reciente o antiguo
Angina estable crónica
Cirugía de revascularización miocárdica
Enfermedad coronaria no tributaria de tratamiento quirúrgico
Otras cardiopatías quirúrgicas (congénitas o adquiridas)
Angioplastia coronaria
Insuficiencia cardiaca compensada
Miocardiopatías
Hipertensión arterial
Trasplantes cardiaco y cardiopulmonar
Marcapasos y desfibriladores automáticos implantados
Arritmias cardiacas no letales
Enfermedad vascular periférica
Prevención primaria o secundaria de la cardiopatía isquémica
Largos periodos de inactividad física

Tabla 2

Contraindicaciones del entrenamiento físico

Angina inestable
Hipertensión arterial en condiciones basales, con presión arterial sistólica > 200 o diastólica > 110 mmHg
Hipotensión ortostática > 20 mmHg, acompañada de síntomas
Obstrucción del tracto de salida del ventrículo izquierdo: estenosis aórtica moderada o severa; miocardiopatía hipertrófica obstructiva
Fiebre o enfermedad infecciosa o sistémica aguda
Arritmias supraventriculares o ventriculares con deterioro hemodinámico no controladas con tratamiento
Taquicardia sinusal no controlada (≥ 120 lpm)
Insuficiencia cardiaca descompensada
Bloqueo auriculoventricular de tercer grado sin marcapasos implantado
Pericarditis o miocarditis aguda
Embolia reciente
Tromboflebitis aguda o reciente
Desplazamiento del segmento ST en reposo > 2 mm (relativa)
Diabetes mellitus descompensada (con glucemia en ayunas > 22 mmol/l)
Problemas ortopédicos importantes que impidan los ejercicios

a pacientes de bajo riesgo dados de alta del hospital 6-12 semanas antes, después de un episodio coronario agudo, y que se encuentran estables clínicamente.

El EF no supervisado que se puede indicar al paciente indefinidamente a lo largo de su vida tiene el principal objetivo de mantener un adecuado nivel de aptitud física; dichos pacientes deben tener al menos una capacidad física correspondiente a 5 MET. Este programa no supervisado generalmente se realiza en el domicilio del paciente o en instalaciones de la comunidad con los requerimientos mínimos indispensables para que el paciente cumpla con una variedad de ejercicios físicos^{10,12}.

Elementos a considerar en la prescripción de ejercicios

La prescripción de los ejercicios físicos y su modo de realizarlos constituyen la piedra angular de un programa de RC con EF; se han elaborado diversas guías con este fin^{8,13,14}. La indicación de este programa de ejercicios, más aún para pacientes ambulatorios, se debe realizar individualizadamente sobre la base de los resultados de una prueba de esfuerzo. En cada sesión de entrenamiento físico se debe considerar tres fases:

1. Calentamiento.
2. Aeróbica o de resistencia.
3. Enfriamiento.

Fase de calentamiento

Esta fase debe tener una duración de 10-15 min y debe incluir actividades como calistenia o ejercicios dinámicos de bajo nivel, así como de estiramiento para flexibilizar el sistema osteomuscular y otras actividades cardiorrespiratorias ligeras (fig. 1). Esta fase, denominada de «calentamiento», debe realizarse con los siguientes objetivos:

- Alcanzar progresivamente una frecuencia cardiaca próxima al «pulso de entrenamiento».
- Reducir el riesgo de complicaciones cardiovasculares relacionadas con el ejercicio.
- Disminuir la posibilidad de daños osteomusculares durante el entrenamiento físico.



Figura 1. Pacientes con diferentes formas de cardiopatía isquémica realizando una sesión de ejercicios físicos dinámicos, aeróbicos e isotónicos, a una intensidad predefinida que cumple con los principios fundamentales de un programa de entrenamiento físico. En este caso realizan caminata en cinta sin fin, pedaleo en bicicleta estática y calistenia.

La realización súbita de ejercicios intensos sin un calentamiento apropiado puede originar arritmias, cambios isquémicos del segmento ST, angina de pecho, incluso una disminución de la fracción de eyección de ventrículo izquierdo, aun en personas sanas. No hay dudas de que el calentamiento reduce tales anomalías en respuesta a la ejecución de ejercicios intensos¹¹.

Fase aeróbica o de resistencia

Es continuación de la fase de calentamiento y se basa en las recomendaciones incluidas en los principios fundamentales del EF de pacientes cardiopatas, como intensidad, duración, frecuencia y tipo de ejercicios (fig. 1).

Fase de enfriamiento

La fase de enfriamiento debe tener una duración de 5-10 min y por lo general incluye ejercicios dinámicos de baja intensidad y caminatas lentas. Durante el enfriamiento, la continuación de estos ejercicios ligeros permite el apropiado retorno al corazón de la sangre venosa acumulada en las extremidades durante la fase aeróbica, en que se han efectuado ejercicios más intensos; también se obtendrá una disminución gradual de la frecuencia cardíaca y la presión arterial sistólica y con ello de los requerimientos miocárdicos de oxígeno, así como del gasto cardíaco.

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DEL ENTRENAMIENTO FÍSICO

Estos principios han de cumplirse fundamentalmente durante la fase aeróbica de cada sesión de ejercicios físicos e incluye recomendaciones relacionadas con intensidad, duración, frecuencia y tipo de ejercicios, además de tener en cuenta la individualización para cada paciente.

Intensidad

Para alcanzar los efectos beneficiosos del EF, es necesario realizar los ejercicios aeróbicos con la intensidad necesaria, de manera que se mantenga entre el 40 y el 85% de la capacidad funcional del paciente durante 15-60 min¹¹. En la práctica diaria, la intensidad del ejercicio está determinada por la frecuencia cardíaca (FC) alcanzada durante este, que se determina por diferentes métodos; a dicha FC predeterminada también se la conoce por «pulso de entrenamiento». No obs-

tante, algunas condiciones ambientales —tales como temperatura y humedad— deben estar presentes para que se cumplan tales efectos del EF; también la presencia de ansiedad o fatiga muscular, pues tales aspectos pueden alterar la relación existente entre FC y $VO_{2\text{máx}}$ durante los ejercicios.

Duración

La duración de la fase aeróbica de los ejercicios generalmente recomendada es de 20-60 min, sobre todo en pacientes con CI^{8,11,15}. Es conocido que se necesita un mínimo de 20 min a la intensidad de ejercicios usualmente prescrita de un 50-85% del $VO_{2\text{máx}}$ para aumentar o mantener la capacidad funcional¹¹.

La sesión de EF puede incluir actividad física aeróbica continua o intermitente, lo que puede determinar la duración total de la sesión requerida.

Frecuencia

La frecuencia de ejercicios físicos que se suele indicar a pacientes cardiopatas como parte de un programa de EF es de tres a cinco veces por semana. Para tener en cuenta la periodicidad de las sesiones de ejercicios, se debe considerar otros aspectos como la intensidad y la duración de los ejercicios: a menor duración de las sesiones o menor intensidad de los ejercicios, mayor debe ser la frecuencia de las sesiones de ejercicios.

En 2007, el *American College of Sports Medicine* y la *American Heart Association*¹⁵ actualizaron las guías relacionadas con actividad física y salud en adultos confeccionadas en 1995. Como recomendación primaria, establecieron que, para promover y mantener la salud, todos los adultos sanos entre 18 y 65 años de edad necesitan realizar actividad física aeróbica de intensidad moderada un mínimo de 30 min cinco días a la semana o de intensidad vigorosa un mínimo de 20 min tres veces a la semana (indicación de clase IA).

Tipos de ejercicios

En principio, hay dos grandes tipos de ejercicios que utilizar en programas de EF como parte de la RC: dinámicos o isotónicos y estáticos o isométricos.

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 $VO_{2\text{máx}}$. Los ejemplos de ejercicios dinámicos más frecuentemente utilizados en RC incluyen: caminatas, carreras o trote, natación, remos, pedaleo en bicicleta, calistenia, danzoterapia, etc.

Los efectos del EF empleando estos ejercicios dinámicos han mostrado resultados satisfactorios en cuanto a incremento del $VO_{2\text{máx}}$ y, por consiguiente, de la capacidad funcional, tanto en sujetos sanos como sedentarios con factores de riesgo y aun en pacientes con CI y otras enfermedades cardiovasculares como hipertensión arterial¹⁶⁻¹⁹. Muy recientemente, también se han descrito otros efectos favorables en la liberación de óxido nítrico y el endotelio vascular^{20,21}, la disminución de citocinas proinflamatorias, proteína C reactiva ultrasensible, etc.²², incluso en pacientes con insuficiencia cardíaca²³⁻²⁵. En el estudio HF-ACTION, se comprobaron los efectos favorables, la eficacia y la seguridad del EF en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica^{26,27}.

Progresión del entrenamiento físico

La forma en que un paciente con enfermedad cardíaca, en general o coronaria en particular, debe progresar a través del programa de

ejercicios es de suma importancia. Debe lograrse un método mediante el cual el paciente se ejercite lo suficiente de manera que incremente evolutivamente su $VO_{2m\acute{a}x}$ 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. Por lo tanto, es muy importante para quien dirige o supervisa el programa ajustar apropiadamente la intensidad, la duración y la frecuencia del ejercicio, de manera que optimice los beneficios funcionales y evite tales complicaciones al paciente.

Entrenamiento con ejercicio de resistencia o isométricos

El entrenamiento de resistencia 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 entrenamiento de resistencia sea un componente aceptado para incluir en programas de salud. La *American Heart Association* ha elaborado recomendaciones²⁸ señalando la utilidad y los beneficios de la prescripción de entrenamiento de resistencia; 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 factores de riesgo cardiovascular, etc.

Consideraciones fisiológicas del ejercicio de resistencia

En general, la contracción muscular tiene propiedades mecánicas y metabólicas. La propiedad mecánica describe si la contracción muscular produce movimiento de las extremidades; así, puede clasificarse en ejercicio dinámico o isotónico si causa movimientos de las extremidades o estático o isométrico si hay contracción muscular sin movimientos de ellos. A su vez, el ejercicio dinámico puede ser concéntrico si hay acortamiento muscular durante la contracción (tipo más frecuente de acción muscular) o excéntrico si se produce alargamiento de la fibra muscular durante la contracción²⁹, como ocurre, por ejemplo, al bajar un peso en contra de la fuerza de gravedad¹⁹.

La clasificación metabólica de la contracción muscular considera fundamentalmente la disponibilidad de oxígeno para la producción de energía; así, considera ejercicio aeróbico (con disponibilidad de oxígeno) o anaeróbico (sin disponibilidad de oxígeno). Una actividad física puede ser predominantemente aeróbica o anaeróbica en dependencia principalmente de su intensidad, en relación con la capacidad de la persona para el desarrollo de ese tipo de ejercicio.

La mayoría de las actividades físicas incluyen tanto contracciones dinámicas como estáticas y un metabolismo aeróbico y anaeróbico. Entonces, se tiende a clasificar las actividades físicas según su mecanismo y sus características metabólicas predominantes.

Debido a que puede haber diferencias significativas en las respuestas fisiológicas según el tipo de ejercicio, se debe identificar en uno de dos grupos: *a)* ejercicios dinámicos y aeróbicos (*endurance*), y *b)* ejercicios de resistencia y anaeróbicos (de fortalecimiento, *strength*). La diferenciación de estos dos tipos de ejercicios es de utilidad al realizar recomendaciones para un programa de EF, tanto en personas sanas como en pacientes con enfermedades cardiovasculares.

Ejercicios de resistencia en pacientes con insuficiencia cardiaca

El ejercicio de resistencia tradicionalmente ha sido excluido de los programas de rehabilitación de pacientes con insuficiencia cardiaca 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 habitual³⁰

y, por lo tanto, no se han demostrado efectos adversos del ejercicio de resistencia en la remodelación ventricular izquierda³¹.

Teniendo en cuenta todas estas experiencias³²⁻³⁴, parece recomendable incorporar el ejercicio de resistencia a los programas de rehabilitación para pacientes con insuficiencia cardiaca. No obstante, son necesarios nuevos y más amplios estudios en esta área³⁵⁻³⁷.

Individualización

Permite el ajuste del programa de ejercicios a cada paciente en particular, teniendo en cuenta sus características individuales y salvando las diferencias en las respuestas fisiológicas de un caso a otro, como por ejemplo la FC y las cifras de presión arterial en reposo y máximas durante el ejercicio, sus efectos cronotrópicos, así como sus síntomas. La prescripción de ejercicios también se puede modificar teniendo en cuenta las respuestas individuales a las pruebas de esfuerzo evaluativas periódicas programadas, las adaptaciones del paciente al EF y sus variaciones clínicas evolutivas.

Al individualizar el programa de ejercicios físicos a los pacientes, se debe tener en cuenta no sólo su enfermedad de base, sino la gran variedad de formas de presentación dentro de cada una de ellas; en particular en la CI, en la que puede haber casos con diversos grados de gravedad de la enfermedad coronaria, debe considerarse además la cuantía de la disfunción ventricular y la presencia de síntomas en reposo y ejercicio. Para su rehabilitación con EF, se debe tener en cuenta requerimientos especiales en casos tras infarto miocárdico o revascularización miocárdica, ya sea mediante cirugía o angioplastia coronaria o después de cirugía valvular, o en pacientes con marcapasos o desfibrilador automático implantado, entre otros.

Vigilancia y seguridad

Para obtener un buen nivel de seguridad en un programa de EF en pacientes con enfermedad cardiovascular, en particular con enfermedad coronaria, es imprescindible evaluar y estratificar adecuadamente el riesgo de los pacientes antes de su incorporación al programa para poder individualizarlos óptimamente durante las sesiones de ejercicios, así como un buen tratamiento médico, la educación de los pacientes y una adecuada prescripción y, en determinados casos, también supervisión. Además, se debe contar con personal debidamente entrenado en prevenir, diagnosticar y tratar rápidamente las potenciales complicaciones que pudieran presentarse³⁸. Otro aspecto muy difundido y utilizado en este sentido es la monitorización electrocardiográfica continua durante las sesiones de ejercicios.

Un programa de RC adecuadamente estructurado debe incluir, además de la conveniente estratificación de riesgo, sesiones supervisadas de ejercicios físicos, con o sin monitorización continua del electrocardiograma.

CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

BIBLIOGRAFÍA

- Lavie CJ, Thomas RJ, Squires RW, Allison TG, Milani RV. Exercise training and cardiac rehabilitation in primary and secondary prevention of coronary heart disease. *Mayo Clin Proc.* 2009;84:373-83.
- Archer E, Blair SN. Physical activity and the prevention of cardiovascular disease: From evolution to Epidemiology. *Prog Cardiovasc Dis.* 2011;53:387-96.
- Lavie CJ. Exercise and cardiovascular diseases —a matter of life or death. *Prog Cardiovasc Dis.* 2011;53:385-6.
- Lavie CJ, Milani RV. Cardiac rehabilitation and exercise training in secondary coronary heart disease prevention. *Prog Cardiovasc Dis.* 2011;53:397-403.
- Williams MA, Ades PA, Hamm LF, Keteyian SJ, LaFontaine TP, Roitman JL, et al. Clinical evidence for a health benefit from cardiac rehabilitation: an update. *Am Heart J.* 2006;152:835-41.
- Ades PA. Cardiac rehabilitation and secondary prevention of coronary heart diseases. *N Engl J Med.* 2001;345:892-902.

7. Wenger NK. Current status of cardiac rehabilitation. *J Am Coll Cardiol*. 2008;51:1619-31.
8. American College of Sports Medicine: Guidelines for Exercise Testing and Prescriptions. 4.^a ed. Philadelphia: Lea & Febiger; 1991.
9. Rivas-Estany E, Ponce de León Aguilera O, Hernández Cañero A. Rehabilitación de la cardiopatía isquémica. La Habana: Editorial Científico-Técnica; 1987. p. 32-40.
10. Rivas-Estany E. Rehabilitación cardíaca prolongada. Fase III. En: Maroto Montero JM, De Pablo Zarzosa C, Artigao Ramírez R, Morales Durán MD, editores. Rehabilitación cardíaca. Barcelona: Olalla; 1999. p. 481-92.
11. Hamm LF, Leon AS. Exercise training for the coronary patient. En: Wenger KS, Hellerstein HK, editores. Rehabilitation of the coronary patient. 3.^a ed. New York: Churchill Livingstone; 1992. p. 367-402.
12. Velasco JA, Maureira JJ. Rehabilitación a largo plazo. Asociaciones o grupos de cardíacos rehabilitados. En: Velasco JA, Maureira JJ, editores. Rehabilitación del paciente cardíaco. Barcelona: Doyma; 1993. p. 107-12.
13. Wenger NK, Froelicher ES, Smith LK, Ades PA, Berra K, Blumenthal JA, et al. Cardiac rehabilitation. Clinical Practice Guideline No. 17. AHCPR Publication No. 96-0672. Rockville: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Health Care Policy and Research and the National Heart, Lung, and Blood Institute; 1995. p. 27-51.
14. Artigao Ramírez R. Planificación del entrenamiento físico. En: Maroto Montero JM, De Pablo Zarzosa C, Artigao Ramírez R, Morales Durán MD, editores. Rehabilitación cardíaca. Barcelona: Olalla; 1999. p. 271-86.
15. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health: updated recommendations for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*. 2007;116:1081-93.
16. Schnohr P, Scharling H, Jensen JS. Intensity versus duration of walking, impact on mortality: the Copenhagen City Heart Study. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2007;14:72-8.
17. Rivas-Estany E. Fase de mantenimiento de la rehabilitación cardíaca. Características. *Rev Cubana Cardiol Cir Cardiovasc*. 1999;13:149-57.
18. León-Latre M, Mazón-Ramos P, Marcos E, García-Porrero E. Temas de actualidad en prevención cardiovascular y rehabilitación cardíaca. *Rev Esp Cardiol*. 2009;62:4-13.
19. Williams MA, Haskell WL, Ades PA, Amsterdam EA, Bittner V, Franklin BA, et al. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation*. 2007;116:572-84.
20. Tsao PS, Lewis NP, Alpert S, Cooke JP. Exposure to shear stress alters endothelial adhesiveness. *Circulation*. 1995;92:3513-9.
21. Vona M, Codeluppi GM, Iannino T, Ferrari E, Bogousslavsky J, Von Segesser LK. Effects of different types of exercise training followed by detraining on endothelium-dependent dilation in patients with recent myocardial infarction. *Circulation*. 2009;119:1601-8.
22. Kim YJ, Shin YO, Bae JS, Lee JB, Ham JH, Son YJ, et al. Beneficial effects of cardiac rehabilitation and exercise after percutaneous coronary intervention on hsCRP and inflammatory cytokines in CAD patients. *Flugers Archiv Eur J Physiol*. 2008;455:1081-8.
23. Umpierre D, Stein R, Vieira PJC, Ribeiro JP. Blunted vascular responses but preserved endothelial vasodilation after submaximal exercise in chronic heart failure. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2009;16:53-9.
24. Klecha A, Kawecka-Jaszcz, Baciór B, Kubinyi A, Pasowicz M, Klimeczek P, et al. Physical training in patients with chronic heart failure of ischemic origin: effect on exercise capacity and left ventricular remodeling. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2007;14:85-91.
25. Rivas-Estany E, Sixto Fernández S, Stusser Beltranena R, Alvarez-Gómez J, Barrera Sarduy J, Hernández García S, et al. Long-lasting physical exercise and ventricular remodeling after anterior wall myocardial infarction. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2006;13:594.
26. Flynn KE, Pina IL, Whellan DJ, Lin L, Blumenthal JA, Ellis SJ, et al. Effects of exercise training on health status in patients with chronic heart failure: HF-ACTION randomized controlled trial. *JAMA*. 2009;301:1451-9.
27. O'Connor CM, Whellan DJ, Lee KL, Keteyian SJ, Cooper LS, Ellis SJ, et al. Efficacy and safety of exercise training in patients with chronic heart failure: HF-ACTION randomized controlled trial. *JAMA*. 2009;301:1439-50.
28. Pollock MI, Franklin BA, Balady GJ, Chaitman BL, Fleg JL, Fletcher B, et al. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: benefits, rationale, safety, and prescription: an advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association: position paper endorsed by the American College of Sports Medicine. *Circulation*. 2000;101:828-33.
29. Takahashi AC, Melo RC, Quitério RJ, Silva E, Catai AM. The effect of eccentric strength training on heart rate and on its variability during isometric exercise in healthy older men. *Eur J Appl Physiol*. 2009;105:315-23.
30. McKelvie RS, McCartney N, Tomlinson C, Bauer R, MacDougall JD. Comparison of hemodynamic responses to cycling and resistance exercise in congestive heart failure secondary to ischemic cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 1995;76:977-9.
31. Pu CT, Johnson MT, Forman DE, Hansdorff JM, Roubenoff R, Foldvari M, et al. Randomized trial of progressive resistance training to counteract the myopathy of chronic heart failure. *J Appl Physiol*. 2001;90:2341-50.
32. Barlio P. Evidence-based application of aerobic and resistance training in patients with congestive heart failure. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2007;27:368-75.
33. Braith RW, Beck DT. Resistance exercise: training adaptations and developing a safe exercise prescription. *Heart Fail Rev*. 2008;13:69-79.
34. 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;49:2329-36.
35. Volaklis KA, Tokmakidis SP. Resistance exercise training in patients with heart failure. *Sports Med*. 2005;35:1085-103.
36. Oka RK, DeMarco T, Haskell WL, Botvinick E, Dae MW, Bolen K, et al. Impact of a home-based walking and resistance training program on quality of life in patients with heart failure. *Am J Cardiol*. 2000;85:365-9.
37. Keteyian SJ. Exercise training in congestive heart failure: Risks and benefits. *Prog Cardiovasc Dis*. 2011;53:419-28.
38. Rivas-Estany E. Necesidades materiales y humanas en los programas de rehabilitación cardíaca. En: Maroto Montero JM, editor. Rehabilitación cardíaca. Madrid: Sociedad Española de Cardiología; 2009. p. 101-13.