

La prescripción de ejercicio físico en pacientes cardíacos. Características y estructura del programa

Drs. José V Subiela¹, Deyanira Almeida², Sonia H. Torres³, Raúl A. Espinosa⁴

¹Laboratorio de Fisiología del Ejercicio. Universidad Iberoamericana del Deporte. San Carlos, Venezuela.

²Servicio de Cardiología. Hospital Universitario de Caracas. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

³Instituto de Medicina Experimental. Facultad de Medicina. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

⁴Cuidados Coronarios. Unidad de Cardiología. Hospital Miguel Pérez Carreño. Instituto Venezolano de los Seguros Sociales. Caracas, Venezuela.

RESUMEN

La rehabilitación cardíaca ha demostrado ser uno de los elementos, en términos prospectivos, más eficaces para mejorar la capacidad física del paciente cardíaco, disminuir los factores de riesgo, mejorar la calidad de vida, reducir la dosis o número de medicamentos después de un evento isquémico y facilitar la incorporación más temprana a la actividad laboral en mejores condiciones. Entre los componentes que integran la rehabilitación cardíaca: educación, asesoramiento nutricional, asistencia psicológica, orientación vocacional y/o laboral y ejercicio, este último, adquiere la mayor importancia por ser el componente que de forma más temprana y efectiva aumenta la capacidad física del paciente, proporcionándole seguridad e independencia en sus actividades personales y profesionales, y un mayor grado de responsabilidad y participación en su entorno social y familiar. En esta revisión se presentan las pautas recomendadas por las organizaciones profesionales relacionadas con la rehabilitación cardíaca más prestigiosas y confiables del mundo médico, que proponemos sean consideradas en la planificación, organización y ejecución de los programas de rehabilitación en nuestro país, adaptándolas a las condiciones existentes de cada centro donde se realice.

Palabras clave: Enfermedad cardíaca, ejercicio, rehabilitación.

CORRESPONDENCIA

Dr. José V Subiela. Universidad Iberoamericana del Deporte. Vía Manrique. Av. Universidad Km 2. San Carlos, Edo. Cojedes. Venezuela
Teléfono: +58-416-853.55.16. Correo electrónico: jvsubiela@gmail.com

Recibido en: agosto 14, 2007
Aceptado en: diciembre 15, 2007

The physical exercise prescription in cardiac patients. Characteristics and structure of the program

SUMMARY

Cardiac rehabilitation has proven to be prospectively an effective element in heart disease patients to endurance functional capacity, diminish risk factors, improve quality of life, reduce dosing and number of medications after an acute event and facilitate an early incorporation to daily labor activities in the best of conditions. Of the elements that compose cardiac rehabilitation one can mention; education, nutritional counseling, psychological assistance, vocational orientation and exercise, the latter being of great significance as responsible of an early and effective improvement of physical capacity that leads to self insurance and independence for personal and professional duties with a greater degree of responsibility and participation in social and family environments. In the following review, guidelines from the most important and trusted professional organizations in the field of cardiac rehabilitation are presented along with a proposal for their use in the planning, organizing and execution of cardiac rehabilitation programs in our country, adjusting them to the existing conditions where to be implemented.

Key words: heart disease, exercise, rehabilitation

INTRODUCCIÓN

Numerosas evidencias acumuladas en las últimas décadas, han demostrado que el ejercicio

físico debidamente prescrito, controlado y preferiblemente supervisado, tiene importantes efectos benéficos sobre la salud del individuo: incrementa la condición física en unos niveles que rebasan las exigencias de las actividades de la vida cotidiana, proporcionando una reserva funcional importante⁽¹⁾, disminuye los factores de riesgo de enfermedad cardiovascular, mejora las respuestas psicofisiológicas al estrés, contribuye a controlar el peso y la composición corporal, además mejora la apariencia, la autoestima y la seguridad personal⁽²⁻¹³⁾. Bajo estas premisas, el ejercicio físico incorporado a los programas de rehabilitación del paciente con enfermedad cardíaca, constituye una pauta terapéutica de primera línea, con perspectivas muy efectivas, económicas y de fácil acceso, para un buen número de pacientes.

Uno de los objetivos fundamentales del entrenamiento físico en esta población, es permitir el reintegro a las actividades diarias, laborales y/o recreativas con un buen margen de seguridad, hecho que se cumple en una buena proporción de los casos⁽¹⁴⁾. Con tan solo proporcionar independencia física lo suficientemente sólida para atender los requerimientos personales y los compromisos más apremiantes, es suficiente motivo para incluir el ejercicio en el plan terapéutico de los pacientes cardíacos.

En líneas generales, el entrenamiento físico incorporado a los programas de rehabilitación cardíaca, no difiere en gran medida del que se aplica a la población sana. Los principios generales y la estructura de las sesiones son, esencialmente, los mismos. En el caso del paciente cardíaco se tiene un cuidado especial en determinar su condición física de ingreso, mediante una prueba de esfuerzo cuidadosa, con monitoreo y control de las principales variables fisiológicas cardiovasculares, así como otras pruebas o estudios que se consideren necesarias para conocer su composición corporal, los rangos de movilidad articular, el estatus neuromuscular y otras habilidades motoras básicas, por supuesto ajustadas a las normas y procedimientos recomendados por las colegios y asociaciones médicas correspondientes^(14,15).

LA PRUEBA DE ESFUERZO

La evaluación de la aptitud cardiorrespiratoria y la potencia metabólica aeróbica se realiza mediante una prueba de esfuerzo⁽¹⁶⁾. Ésta consiste en someter al paciente a un ejercicio de intensidad progresiva, en un ergómetro convencional, como la banda rodante, el cicloergómetro u otro. El propósito fundamental de la prueba de esfuerzo es aumentar la demanda de oxígeno de todo el cuerpo y de manera particular del miocardio, con participación de grandes masas musculares que induzcan aumentos importantes de la frecuencia cardíaca, la presión arterial, el gasto cardíaco y el consumo de oxígeno. Idealmente debe hacerse en equipos que permitan la medición y registro de todos estos parámetros, para contar con una buena información de la respuesta orgánica al ejercicio^(17,18).

La selección del protocolo de ejercicio debe guardar relación con el objetivo de la prueba. En el caso de los pacientes con enfermedad cardíaca diagnosticada o probable, es aconsejable utilizar incrementos regulares, de duración constante y no mayores de 1 MET por etapa y de 1 ó 2 minutos de duración; el MET, se define como la Unidad Metabólica de Reposo y equivale a 3,5 mL/kg/min de consumo de oxígeno o 1 Kcal/kg/hora, pudiendo calcular el costo energético por minuto, multiplicando el número de METs de la actividad realizada por el peso corporal del paciente y dividiéndolo entre 60 minutos, obteniendo así el gasto energético expresado en Kcal/minuto. A menos que exista alguna contraindicación, la prueba debe estar limitada por síntomas^(15,17,18).

Los protocolos con incrementos grandes y desiguales de la carga de trabajo, proporcionan una menor precisión de la capacidad de ejercicio del paciente, particularmente en los que presentan enfermedad arterial coronaria (EAC)⁽¹⁷⁾. Distintas investigaciones han demostrado que los grandes incrementos de la carga, resultan en: 1) sobrestimación de la capacidad de trabajo físico, 2) niveles menos confiables de la evaluación de los efectos del tratamiento farmacológico y 3) disminución de la precisión para detectar EAC^(19,20). Se sugiere en lo posible, que el protocolo sea individualizado. En todo caso que los incrementos sean regulares,

entre 0,5 y 1 MET y la duración no mayor de 2 minutos, de tal manera que se pueda alcanzar el nivel de máxima tolerancia en un tiempo de 8 a 12 minutos⁽²¹⁾.

La importancia clínica de una medición objetiva y precisa de la capacidad física, es de suma importancia para establecer un pronóstico en pacientes con enfermedad cardíaca⁽¹⁷⁾, ya que la capacidad de ejercicio ha resultado ser un factor determinante de supervivencia⁽²¹⁾. En pacientes con insuficiencia cardíaca, el consumo de oxígeno pico en la prueba de esfuerzo es uno de los factores de predicción de supervivencia más calificados, y se ha usado para determinar el momento óptimo de trasplante cardíaco; con un consumo de oxígeno pico igual o mayor de 14 mL/kg/min la supervivencia a un año es del 94 %, en cambio con un valor menor, la supervivencia al año fue del 47 %⁽²²⁾.

FACTORES DE DOSIFICACIÓN DEL ENTRENAMIENTO

El entrenamiento físico está asociado a un incremento de la capacidad física, con respecto a la condición previa al mismo. Este hecho hay que diferenciarlo del acostumbamiento a la actividad por repetición de la misma, bien sea por mejoramiento en el reclutamiento de las vías nerviosas involucradas o aumento de la eficiencia, sin que ocurra incremento de la potencia metabólica del sujeto. Para que exista efecto de entrenamiento, es necesario que las actividades practicadas reúnan unas condiciones que propicien un conjunto de respuestas fisiológicas asociadas al mejoramiento de la aptitud física.

Tanto el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM), la Asociación Americana de Rehabilitación Cardiovascular y Pulmonar (AACVPR), y el Colegio Americano de Cardiología (ACC), establecieron unos criterios para el mejoramiento de la aptitud cardiorrespiratoria y muscular en personas sanas y en pacientes cardiopatas que participan en programas de rehabilitación⁽²³⁻²⁶⁾. Éstas son:

1. Intensidad

Ésta constituye el porcentaje de la capacidad

máxima de ejercicio que se impone en los entrenamientos, para generar los cambios que se persiguen. Parece estar bien establecido que el nivel mínimo de intensidad requerido para favorecer el efecto de entrenamiento, es el 40 % de la capacidad máxima de consumo de oxígeno (VO_2), al menos en lo que a capacidad aeróbica se refiere⁽²⁷⁻²⁹⁾. La intensidad óptima para la mayor parte de la población oscila entre el 60 % y 80 % de la capacidad máxima de VO_2 ⁽³⁰⁻³²⁾. Sólo personas muy bien entrenadas y atletas de competencia pueden tolerar niveles superiores al 85 % e incluso 90 % por períodos prolongados^(30,33). En los pacientes estas intensidades conducen a un proceso de regresión por sobreentrenamiento^(27,30) (Figura 1).

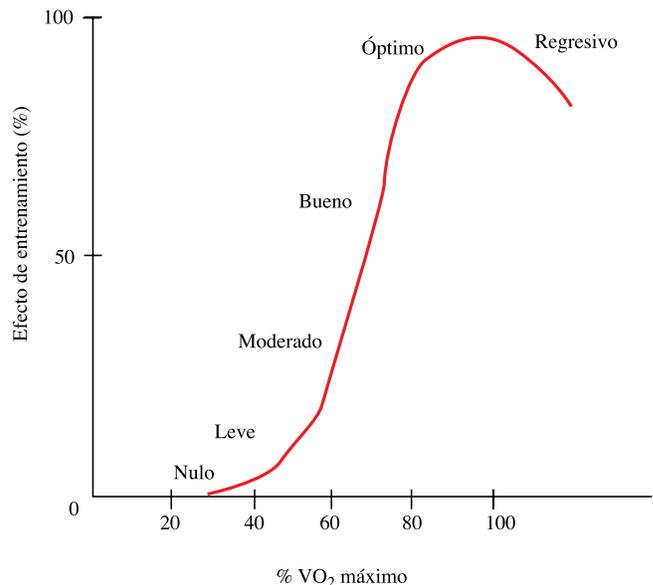


Figura 1. Relación entre el consumo de oxígeno (%) y la efectividad del entrenamiento (%). Se observa que a intensidades inferiores al 40 % del VO_2 max. no hay efecto de entrenamiento. Los mejores resultados se obtienen en intensidades que oscilan entre el 70 %-85%. En pacientes cardíacos intensidades superiores al 85% del VO_2 max. produce efecto regresivo por sobredosificación.

En personas que se incorporan a programas de entrenamiento para mejorar su condición física, o como parte de un programa de rehabilitación, después de haber sido convenientemente evaluadas, se les prescribe el ejercicio entre el 50 %-60 % de su capacidad máxima durante las primeras tres o cuatro

semanas^(30,33); esto para evitar los dolores musculares propios después de un período de inactividad. Luego se va incrementando progresivamente hasta alcanzar el 70 %-85 % de la capacidad individual^(14,30,33). Los programas de rehabilitación cardíaca controlados y supervisados tienen duraciones variables en los diferentes centros donde se aplican, aunque los períodos más frecuentes oscilan entre 8 y 12 semanas. En la mayoría de los casos se reportan incrementos significativos tanto de la capacidad aeróbica, como de otras variables fisiológicas⁽³⁴⁻³⁶⁾. Una vez logrados los niveles deseados u óptimos, hay que seguir ejercitándose para mantenerlos, porque la disminución o interrupción del entrenamiento reduce la condición física de una manera rápida y acentuada^(37,38).

El factor intensidad es de gran importancia. Paradójicamente los grupos que más se benefician de una prescripción precisa de la intensidad, son los pacientes y los atletas⁽³⁹⁾. Estos, porque los altos niveles de ejecución que les exige la competencia demandan estímulos muy sutiles en su preparación y los pacientes porque pueden desarrollar signos de intolerancia al ejercicio, como isquemia o hipoxemia a una carga específica y determinada de trabajo, por lo tanto es necesario que la prescripción de la intensidad sea lo más precisa posible y siempre en un rango de máxima seguridad para prevenir los signos y/o síntomas de alarma.

Existen varias alternativas para controlar la dosificación del entrenamiento aeróbico. La más utilizada es la que toma en consideración la frecuencia cardíaca (FC), por dos razones fundamentales:

- a. Muestra una relación lineal con el incremento de la carga de trabajo y el consumo de oxígeno, hasta niveles próximos al máximo.
- b. Es la de más fácil acceso para ser controlada tanto por parte del instructor de ejercicio, como del propio paciente^(40,41). La Tabla 1 muestra algunos procedimientos para el cálculo del valor de dosificación.

Cuando existe la posibilidad de medir el VO₂ durante la realización de la prueba de esfuerzo, se puede tomar el valor alcanzado en la misma para

calcular la intensidad del ejercicio y/o la velocidad de desplazamiento^(42,43) (Tabla 2). Si se midió el umbral anaeróbico ventilatorio, puede tomarse el nivel de carga, el VO₂ y la FC en que se alcanzó el umbral, para dosificar la intensidad del entrenamiento⁽⁴⁴⁾. Además de la FC y el VO₂ existe otro método de control y cuantificación de la intensidad del ejercicio, que es la escala de esfuerzo percibido, propuesta por Borg⁽⁴⁵⁾. En la Tabla 3 se muestra la relación entre estos tres parámetros. Se observa la paridad de los mismos en el de control de la intensidad. Lo ideal es disponer de los tres simultáneamente, pero en la práctica, por la estrecha relación que existe entre ellos, es suficiente considerar uno solo, que se propone sea el de mayor accesibilidad y dominio por parte del paciente y/o instructor de ejercicio⁽⁴⁶⁾.

Tabla 1

Diversas opciones para calcular la frecuencia cardíaca máxima y de entrenamiento

- 1) FCM = 220 – Edad en años ± 10⁽³⁶⁾
- 2) FCM = 210 - (0.5 × Edad) (Estimación alta)⁽³⁷⁾
- 3) FCE = (FCM – FCR) × % Intensidad + FCR⁽³⁶⁾
- 4) FCE = 180 – Edad en años⁽³¹⁾

FCM = Frecuencia cardíaca máxima

FCR = Frecuencia cardíaca de reposo

FCE = Frecuencia cardíaca de entrenamiento

$$\% \text{ Intensidad del entrenamiento} = \frac{\text{FCE} - \text{FCR}}{\text{FCM} - \text{FCR}} \times 100$$

Según referencias: ³³Hollmann W, Hettinger T. Medicina de Esporte. Sao Paulo: Editora Manole; 1983. p.410-449. ⁴⁰Karvonen M, Kentala E, Mustala O. The effects of training on heart rate. A longitudinal study. Ann Med Exper Biol fenn 1957; 35:307-315. ⁴¹American College of Sports Medicine. Guidelines for graded exercise testing and exercise prescription. 3rd ed. Philadelphia: Lea & Febiger; 1986.

2. Duración

Es el tiempo que se dedica en cada sesión de entrenamiento a la actividad continua. Se recomienda comenzar con 15 a 20 minutos y sucesivamente ir aumentando el tiempo hasta alcanzar 45 a 60 minutos. En personas de 75 años o más y con limitaciones ortopédicas, es preferible limitar el tiempo a 10-15 minutos y realizar de 2 a 3 sesiones diarias; incluso, se puede sacrificar

intensidad, más relacionada con molestias y lesiones, a cambio del aumento de la duración⁽²⁵⁾.

Tabla 2

Cálculo de la velocidad de entrenamiento y tiempo de recorrido en función del consumo de oxígeno

Velocidad de entrenamiento (VE) ^(38,39)

$$VE = VO_2 \text{ (mL/kg/ min - 3,5) } \times \% \text{ intensidad} \times 5$$

Ejemplo:

$$VE = (43,5 - 3,5) \times 70\% \times 5 = 120 \text{ m/min}$$

Tiempo de recorrido en minutos (tr) ⁽³⁹⁾

$$tr = \frac{D}{VE}$$

D= Distancia del recorrido

Ejemplo:

$$tr = \frac{400 \text{ m}}{120 \text{ m/min}} = 50 \text{ minutos}$$

Si hay decimales, dicho valor, considerado como entero, se multiplica por 0.6 y se transforma en segundos y se concede una variación de ± 5 segundos (50×0.6) = 30 segundos ± 5

$$tr = 2 \text{ min. } 30 \text{ seg. } \begin{cases} \blacktriangleleft 2 \text{ min } 25 \text{ seg} \\ \blacktriangleright 2 \text{ min } 35 \text{ seg.} \end{cases}$$

Tabla 3

Relación entre diferentes criterios de clasificación del ejercicio continuo

Intensidad relativa	Clasificación del esfuerzo	Clasificación de la intensidad percibida	Efecto de entrenamiento
FC máx.	VO ₂ o RFC		
< 35%	< 30%	<10	Muy suave
35 - 59 %	30 - 40 %	10 - 11	Suave
60 - 79 %	50 - 74 %	12 - 13	Moderada
80 - 89 %	75 - 85 %	14 - 16	Fuerte
>90%	>85%	>16	* Muy fuerte
			**Regresivo

Abreviaturas: FC máx.: frecuencia cardíaca máxima; VO₂: consumo de oxígeno; RFC: reserva de la frecuencia cardíaca; * Solo para atletas; ** En pacientes

Modificado de: Pollock ML, Wilmore JH. Exercise in health and disease: Evaluation and prescription for prevention and rehabilitation. 2nd ed. Philadelphia: Saunders Co; 1990.

3. Frecuencia

Se refiere al número de veces que se practica el ejercicio por semana. El número mínimo de sesiones que produce efecto de entrenamiento es de dos veces a la semana. El ACSM, recomienda ejercitarse no menos de 3-5 veces a la semana, con la opción de

incrementar la frecuencia de entrenamiento a una sesión diaria⁽¹⁴⁾. Estudios epidemiológicos sostienen que el grado de beneficio del entrenamiento, está relacionado con el gasto energético semanal, el cual fijan en un mínimo de 1500 Kcal/semana^(2,47,48). En todo caso el tiempo dedicado al entrenamiento no debe ser inferior a las dos horas y media por semana^(39,46). La tendencia actual es a realizar un número de 5 sesiones semanales e incluso más, con una dedicación total no menor de 150 a 180 minutos por semana^(14,26,30,49).

4. Tipo de actividad

No hay una actividad o deporte específico asociado de forma selectiva a un mejoramiento de la aptitud cardiorrespiratoria. Pueden ser de la más diversa índole, aunque los más practicados son la marcha, el trote, el ciclismo, la natación y la danza aeróbica. No se excluye casi ninguna actividad, con tal reúnan las siguientes características⁽³²⁾:

- Debe involucrar la participación de grandes masas musculares.
- Preferible que sea habitual o que el paciente tenga experiencia previa en su ejecución.
- Sencilla; las ejecuciones complejas aumentan el riesgo de lesiones.
- Agradable; la actividad debe ser placentera y satisfactoria.
- Cíclica; es deseable que el patrón de movimiento sea repetitivo.
- De bajo impacto.
- Aunque no es indispensable, se sugiere que sea de carácter continuo.

5. Progresividad

Para que el ejercicio tenga un efecto sostenido hay que hacer los ajustes correspondientes cada 3 a 6 semanas. Un indicador confiable es cuando la FC disminuye, manteniendo un mismo nivel de intensidad y unas condiciones similares de ejecución. En esos casos hay que aumentar la intensidad para que el nivel de estimulación sea el adecuado y pueda seguir beneficiándose del entrenamiento. Otro indicador muy significativo

para advertir que se está alcanzando un nivel tope en la condición, es cuando se puede entrenar durante 6 días a la semana, con sesiones de 45-60 minutos, manteniendo niveles estables de FC ajustados a las características individuales, sin manifestar signos de fatiga o molestias musculares⁽¹⁴⁾.

6. Mantenimiento

Los efectos del entrenamiento son transitorios y reversibles. El cuerpo se adapta a los niveles habituales de ejercitación y estimulación física. Cuando se suspende el ejercicio, sus efectos cesan al poco tiempo y si la interrupción es prolongada se regresa a las condiciones previas o incluso a niveles inferiores⁽³⁹⁾. Es mucho mayor el requerimiento para mantener altos niveles de ejecución, que para mejorar la aptitud de una persona sedentaria.

7. Adhesión al programa

Todos estos factores que se han descrito hay que acoplarlos a otro no cuantificable y no siempre tomado en cuenta, que es el “factor de adhesión al programa”; si esta falla es muy poco lo que se puede lograr. El paciente debe identificarse con la actividad y sentir que el programa constituye un medio de mejoramiento para su estado de salud. La adhesión se vincula con las características del tipo de actividades a realizarse, éstas deben ser agradables, recreativas, placenteras, instructivas y satisfactorias⁽³²⁾.

ESTRUCTURA DE LA SESIÓN DE ENTRENAMIENTO

La sesión de entrenamiento comprende el conjunto de actividades que se realizan de forma secuencial e ininterrumpida en un determinado lapso de tiempo, que generalmente oscila entre 45 y 60 minutos. Se divide en tres etapas⁽⁵⁰⁾:

1. **Calentamiento.** Es la etapa inicial, donde de manera progresiva se condiciona el cuerpo para ejecuciones de mayor requerimiento fisiológico. En esta etapa los sistemas cardiovascular y respiratorio aumentan discretamente sus niveles funcionales y la temperatura muscular alcanza un nivel adecuado para una ejercitación más vigorosa, con muy bajo riesgo de lesiones.

En los pacientes de edad avanzada y sobre todo los que presentan problemas ortopédicos, hay que tener un cuidado especial en esta fase, preparando la movilidad de las articulaciones más importantes y en particular de la columna vertebral, para evitar molestias con las ejecuciones más exigentes. Su duración oscila entre 5 y 10 minutos y se incluye marcha suave o movimientos en el propio sitio, ejercicios de soltura, movilidad y estiramiento.

2. **Etapa fundamental.** Incluye el ejercicio aeróbico, generalmente realizado de manera continua, aunque en los casos que sea necesario se puede realizar trabajo intermitente. La dosificación es estrictamente individual y ajustada al resultado de la prueba de esfuerzo. En este segmento también se incluyen ejercicios de fortalecimiento dirigidos a las partes más voluminosas e importantes del cuerpo: espalda, abdomen, brazos y piernas. Su duración alcanza de 25 a 45 minutos.
3. **Etapa de enfriamiento.** Al concluir los ejercicios de la parte fundamental, se inicia el retorno a la calma y la recuperación. Hay que prestarle la atención que merece, ya que el organismo necesita volver paulatinamente a un estado similar al que se encontraba antes de iniciar el entrenamiento. Incluye ejercicios de soltura y relajación. En los ambientes que cuentan con la infraestructura necesaria, se culmina con unos momentos de relajación en el piso, con poca iluminación, música instrumental y comentarios de reconocimiento relajantes de parte del instructor de la sesión de entrenamiento. Su duración es de 5 a 10 minutos.

Un esquema de recomendaciones para el incremento de duración de cada etapa y la frecuencia de entrenamiento en forma progresiva, se muestra en la Tabla 4.

EJERCICIOS DE FORTALECIMIENTO

La inclusión de ejercicios de fortalecimiento general, como actividad rutinaria en los programas de rehabilitación cardíaca, han sido altamente positivos en estos pacientes, debido a que aumenta

la condición muscular y están mejor preparados para atender los requerimientos físicos de la vida cotidiana y profesional.

Aunque años atrás existían reservas sobre los efectos favorables del entrenamiento con resistencias, estudios recientes han reportado amplios beneficios de este tipo de actividad en los cardiopatas. Estos mejoran la fuerza muscular, la aptitud cardiorrespiratoria, la hipertensión arterial, la dislipidemia, la tolerancia a la glucosa y la sensibilidad a la insulina⁽⁵¹⁻⁵⁴⁾. Los ejercicios con resistencias aumentan la reserva muscular por aumento de la fuerza global, lo cual permite cumplir las actividades requeridas con mayor holgura, porque en su ejecución se utiliza un menor porcentaje de la tensión muscular máxima⁽⁵⁵⁾. La Tabla 5, ofrece varias alternativas para mejorar la condición muscular, de acuerdo con las situaciones o estado con las que ingresa el paciente al programa. En todos los casos la intensidad no debe ser superior al 50 % del rendimiento máximo (número máximo de repeticiones determinado previamente) o al 40 % de la tensión muscular máxima⁽⁵⁵⁾.

EJERCICIOS DE FLEXIBILIDAD

La flexibilidad es la cualidad física que expresa la amplitud del movimiento articular. Ésta es de la mayor importancia en los movimientos habituales del cuerpo. Además, hay que tomar en cuenta que el diseño industrial de asientos, pedales de automóvil y otros implementos de uso diario, son elaborados tomando en cuenta el rango normal de movilidad de las articulaciones involucradas en su ejecución⁽⁵⁶⁾.

Con frecuencia las personas que se incorporan a un programa de entrenamiento o rehabilitación, presentan limitaciones en el movimiento articular debido al envejecimiento, incipiente proceso de artrosis o al desuso. En tal sentido, es importante practicar durante toda la vida, los movimientos propios de cada articulación, a objeto de evitar la reducción de su amplitud. Un aspecto particular a considerar y de gran importancia, es atender la movilidad de las diferentes partes de la columna vertebral, la cual como eje de sustentación del cuerpo interviene en casi todas nuestras acciones motrices.

Tabla 4

Recomendaciones para el entrenamiento semanal

Factores de dosificación	Semanas										
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
INTENSIDAD % VO ₂ max	50	55	60	60	65	65	70	70	75	75	80
DURACIÓN (minutos)											
Calentamiento	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10
Fundamental	10	10	15	15	20	20	25	25	30	30	30
Enfriamiento	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10
FRECUENCIA (sesiones por semana)	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5

Abreviatura: %VO₂ max: Porcentaje del consumo máximo de oxígeno.

Modificado de: Skinner J. Exercise testing and exercise prescription for special cases. Philadelphia: Lea & Febiger; 1987.

Tabla 5

Niveles de entrenamiento para el fortalecimiento muscular

Niveles	Equipo a utilizar	Nº de ejercicios	Nº de repeticiones	Nº de series	Sesiones por semana
I	El propio peso corporal	8-12	10-15	1	2
II	Tiras elásticas. Equipos gimnásticos. Mancuernas.	8-12	8-12	1	2
III	Pesas Equipos multifuerza	6-10	8-10	1	2

Según Referencia: ⁵⁵Balady GJ. Tipos de ejercicios. De brazos-piernas, estático-dinámico. Clínicas Cardiológicas de Norteamérica. México: Interamericana- McGraw-Hill; 1993.p.317-330.

Aunque el tema es controversial y las evidencias no son definitivas ni concluyentes, parece haber buenas razones a favor de los ejercicios de calentamiento y estiramiento, previos a la realización de ejecuciones intensas, para prevenir molestias o lesiones durante el entrenamiento físico o deportivo^(57,58). En todo caso es importante incluir los ejercicios de flexibilidad en los programas de entrenamiento, para preservar la amplitud del movimiento articular a todo lo largo de la vida⁽⁵⁷⁾.

Las ejecuciones para el desarrollo de la flexibilidad, no requieren mucho tiempo y pueden incluirse en todas las etapas de la sesión de entrenamiento. Los menos exigentes en el calentamiento, los más amplios y complejos en la etapa fundamental y los de relajación en el enfriamiento. Unos pocos ejercicios dirigidos a las principales articulaciones (columna vertebral, hombros, caderas, tobillos), realizando 6 a 10 repeticiones, practicados tres veces por semana, son suficientes para mantener y/o mejorar la flexibilidad⁽⁵⁶⁾. Los principales beneficios de esta cualidad física se describen en la Tabla 6.

Tabla 6

Beneficios que aporta una buena flexibilidad

1. Previene lesiones.
2. Reduce la tensión muscular y aumenta el relajamiento
3. Permite la realización y asimilación de nuevos movimientos con mayor facilidad
4. Aumenta la reserva elástica de músculos y ligamentos.
5. Mejora la coordinación por permitir mayor amplitud de movimiento.
6. Proporciona un mayor dominio de las partes del cuerpo.
7. Mejora la circulación y el intercambio gaseoso.
8. Previene el dolor y las molestias al realizar movimientos poco habituales.

Según Referencia: ⁵⁶Fredette DM. Exercise recommendations for flexibility and range of motion. In: ACSM's Resource manual for guidelines for exercise testing and prescription. 3rd ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1998.p.456-465.

REFERENCIAS

1. Astrand PO, Rodhal K. Manuel de physiologie de l'exercice musculaire. Paris : Masson et Cie; 1973.
2. Fleethder GF, Blair SN, Blumenthal J, Caspersen C, Chaitman B, Epstein S, et al. Stament on exercise benefits and recommendations for physical activity programs for all americans. A statement for health professionals by the Committee on Exercise and Cardiac Rehabilitation of the Council on Clinical Cardiology, American Heart Association. Circulation. 1992;86:340-344.
3. Lakka TA, Venäläinen IM, Rauramaa R, Salonen R, Toumilehto J, Salonen JT. Relation of leisure-time physical activity and cardiorespiratory fitness to the risk of acute myocardial infarction. N Engl J Med. 1994;330:1549-1554.
4. León AS, Connett J. Physical activity and 10.5 year mortality in the Multiple Risk Factor Intervention Trial (MRFIT). Int J Epidemiol. 1991;20:690-697.
5. Jackson G, Barlow C, Brill P, Blair S. The association between physical fitness and non-insulin dependent diabetes in men and women. Med Sci Sports Exerc. 1992;24:S61.
6. Whaley MH, Blair SN. Epidemiology of physical activity, physical fitness and coronary heart disease. J Cardiovasc Risk. 1995;2: 289-295.
7. Grundy SM, Denke MA. Dietary influences on serum lipids and lipoproteins. J Lipid Res. 1990;31:1149-1172.

8. Sime WE, Buell JC, Elliot RS. Cardiovascular responses to emotional stress (quiz interview) in post-myocardial infarction patients and matched control subjects. *J Human Stress*. 1980;6:39-46.
9. McArdle WD, Katch I, Katch VL. *Exercise physiology: exercise, nutrition and human performance*. 3rd ed. Philadelphia: Lea & Febiger; 1991.
10. Gardner AW, Poehlman ET. Exercise rehabilitation programs for the treatment of claudication pain. A meta-analysis. *JAMA*. 1995;274:975-980.
11. Durstine JL, Haskell WL. Effects of exercise training on plasma lipids and lipoproteins. *Exerc Sports Sci Rev*. 1994;22:477-521.
12. American Diabetes Association. Technical review on diabetes and exercise. *Diabetes Care*. 1994;17:924-937.
13. The fifth report of the Joint National Committee on detection, evaluation and treatment of high blood pressure. *Arch Intern Med*. 1993;153:154-183.
14. ACSM's Resource manual for guidelines for exercise testing and prescription. American College of Sports medicine, (3rd Ed), Williams & Wilkins, Baltimore, 1998.
15. Gibbons RJ, Balady GJ, Bricker JT, Chaitman BR, Fletcher GF, Froelicher VF, et al. A report of the American College of Cardiology/American Heart association. Task force on practice guidelines (Committee to update the 1997 exercise testing guidelines). *Circulation*. 2002;106:1883-1892.
16. Holly RG. Fundamentos de la prueba de esfuerzo cardiorrespiratoria. En: *Manual de Consulta para el control y la prescripción de ejercicio*. Barcelona: Edit. Paidotribo; 2000.p.255-264.
17. Brubaker PH. Cardiorespiratory assessment of high risk or diseased populations. In: ACSM's Resource manual for guidelines for exercise testing and prescription. 3rd ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1998.p.354-362.
18. Arós F, Boraita A, Alegría E, Alonso AM, Bardají A, Lamiel R et al. Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en pruebas de esfuerzo. *Rev Esp Cardiol*. 2000;50:1-33.
19. Myrers J. *Essential of cardiopulmonary exercise testing*. Champaign: Human Kinetics; 1996.
20. Haskell W, Savin W, Oldridge N, DeBusk R. Factors influencing estimated oxygen uptake during exercise testing soon after myocardial infarction. *Am J Cardiol*. 1982;50:299-304.
21. Morris CK, Ueshima K, Kawaguchi T, Hideg A, Froelicher VF. The prognostic value of exercise capacity: a review of the literature. *Am Heart J*. 1991;122:1423-1431.
22. Mancini DM, Eisen H, Kussmaul W, Mull R, Edmunds LH Jr, Wilson JR. Value of peak oxygen consumption for optimal timing of cardiac transplantation in ambulatory patients with heart failure. *Circulation*. 1991;83:778-786.
23. American College of Sports Medicine. Position stand: the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults. *Med Sci sports Exerc* 1990; 22: 265-274.
24. American College of Sports Medicine. ACSM Guidelines for exercise testing and prescription. 5th ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1995.
25. American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. Guidelines for cardiac rehabilitation programs. 2nd ed. Champaign: IL: Human Kinetics; 1995.
26. American College of Cardiology. Task Force: Recommendations of American College of Cardiology on cardiovascular rehabilitation. *J Am Coll Cardiol*. 1986;7:451-453.
27. Holly RG, Shaffrath JD. Cardiorespiratory endurance. En: ACSM's Resource manual for guidelines for exercise testing and prescription. 3rd ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1998.p.437-447.
28. Rodríguez-Plaza L, Curiel R. Ejercicio y enfermedad coronaria: I. Prevención primaria. *Avances Cardiol*. 2003;23:96-102.
29. Curiel R, Rodríguez-Plaza L. Rehabilitación cardíaca. *Avances Cardiol*. 2006;26:61-83.
30. Wilmore JH, Costill D. Fisiología del esfuerzo y del deporte. Barcelona: Edit. Paidotribo; 1998.p.301-304.
31. Subiela J. Entrenamiento Físico. En: *Entrenamiento Físico*. Publicaciones del Instituto Pedagógico de Caracas, Caracas, 1978.p.224-230.
32. Subiela J. Programas de condicionamiento físico y salud. En: *Ejercicio y salud*. Caracas; Publicaciones de la facultad de Humanidades y Educación de la Universidad Central de Venezuela; 1980.p.67-81.
33. Hollmann W, Hettinger T. *Medicina de Esporte*. Sao Paulo: Editora Manole; 1983.p.410-449.
34. Dubach P, Myers J, Dziekan G, Goebbels U, Reinhart W, Muller P et al. Effect of high intensity exercise training on central hemodynamic responses to exercise in men with reduced left ventricular function. *J Am Coll Cardiol*. 1997; 29: 1591-1598.
35. 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. *J Cardiopulm Rehabil*. 1999;19:144-150.

36. Haykowsky M, Vonder Muhll I, Ezekowitz J, Armstrong P. Supervised exercise training improves aerobic capacity and muscle strength in older women with heart failure. *Can J Cardiol.* 2005;21:1277-1280.
37. Saltin B, Blomqvist G, Mitchell JH, Johnson RL Jr, Wildenthal K, Chapman CB. Response to exercise after bed and after training. *Circulation.* 1968;38(5 Suppl 7): VIII-78.
38. Coyle EF, Hemmert MK, Coggan AR. Effects of detraining on cardiovascular responses to exercise. Role of blood volume. *J Appl Physiol.* 1986; 60:95-99.
39. Skinner JS. General principles of exercise testing and exercise prescription. Philadelphia: Lea & Febiger; 1993.
40. Karvonen M, Kentala E, Mustala O. The effects of training on heart rate. A longitudinal study. *Ann Med Exper Biol Fenn.* 1957; 35: 307-315.
41. American College of Sports Medicine. Guidelines for graded exercise testing and exercise prescription. 3rd ed. Philadelphia: Lea & Febiger; 1986.
42. Margaria R, Aghemo P, Piñera Limas F. A simple relation between performance in running and maximal aerobic power. *J Appl Physiol.* 1975;38:351-352.
43. Subiela J. Determinación de la capacidad de producción de energía (Kcal/min) en relación al peso y a la velocidad máxima. *Rev Invest Pedagógica.* 1978; 9: 53-62.
44. Orr GW, Greenn RL, Hughson RL, Bennett GW. A computer linear regression model to determine ventilator anaerobic threshold. *J Appl Physiol.* 1982;52:1349-1352.
45. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982;14:377-387.
46. Pollock ML, Wilmore JH. Exercise in health and disease: Evaluation and prescription for prevention and rehabilitation. 2nd ed. Philadelphia: Saunders Co; 1990.
47. Paffenbarger RS, Hyde RT, Wing AL, Lee IM, Jung DL, Kampert JB. The association of changes in physical activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men. *N Engl J Med.* 1993;328:538-545.
48. Paffenbarger RS Jr, Kampert JB, Lee IM, Hyde RT, Leung RW, Wing AL. Changes in physical activity and other lifeway patterns influencing longevity. *Med Sci Sports Exerc.* 1994; 26: 857-865.
49. Thomas RJ, King M, Lui K, Oldridge N, Piña IL, Spertus J et al. AACVPR/ACC/AHA 2007 Performance measures on cardiac rehabilitation for referral to and delivery of cardiac rehabilitation / Secondary prevention services endorsed by the American College of Chest Physicians, American College of Sports Medicine, American Physical Association, Canadian Association of Cardiac Rehabilitation, European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation, Inter-American Heart Foundation, National Association of Clinical Nurse Specialists, Preventive Cardiovascular Nurses Association, and the Society of Thoracic Surgeons. *J Am Coll Cardiol.* 2007;50:1400-1433.
50. Skinner J. Exercise testing and exercise prescription for special cases. Philadelphia: Lea & Febiger; 1987.
51. Haykowsky M, Vonder Muhll I, Ezekowitz J, Armstrong P. Supervised exercise training aerobic capacity and muscle strength in older women with heart failure. *Can J Cardiol.* 2005;21:1277-1280.
52. Volaklis KA, Tokmakidis SP. Resistance training in patients with heart failure. *Med Sci Sports Med.* 2001; 33: 525-531.
53. Braith RW, Stewart KJ. Resistance exercise training. Its role in the prevention of cardiovascular disease. *Circulation.* 2006;113:2642-2650.
54. Bryant CX, Peterson PA, Graves JE. Muscular strength and endurance. In: ACSM's Resource manual for guidelines for exercise testing and prescription. 3rd ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1998.p.448-455.
55. Balady GJ. Tipos de ejercicios. De brazos-piernas, estático-dinámico. Clínicas Cardiológicas de Norteamérica. México: Interamericana-McGraw-Hill; 1993.p.317-330.
56. Fredette DM. Exercise recommendations for flexibility and range of motion. In: ACSM's Resource manual for guidelines for exercise testing and prescription. 3rd ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1998.p.456-465.
57. Thacker SB, Gilchrist J, Stroup DF, Kimsey CD Jr. The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36:371-378.
58. Fradkin AJ, Gabbe BJ, Cameron PA. Does warming up prevent injury in sport? The evidence from randomized controlled trials? *J Sci Med Sport.* 2006;9:214-220.