

Beneficios clínicos y prescripción del ejercicio en la prevención cardiovascular primaria: Revisión

Pedro Iván Arias-Vázquez,* Víctor Balam-De la Vega,** André Sulub-Herrera,***

Jorge Antonio Carrillo-Rubio,**** Alejandra Ramírez-Meléndez*****

RESUMEN

En nuestro país las principales causas de morbilidad y mortalidad son las enfermedades que tienen como común denominador al proceso aterosclerótico, algunas de ellas representan a los conocidos factores de riesgo cardiovascular como la diabetes mellitus o la hipertensión arterial, y otras son consecuencia de éstos como la cardiopatía isquémica o la enfermedad vascular cerebral. En la actualidad existe la suficiente evidencia científica de que el ejercicio físico es un medio de tratamiento eficaz para el control de los factores de riesgo cardiovascular; sin embargo, su papel no ha recibido la importancia necesaria dentro de la prevención cardiovascular primaria. En el presente artículo realizamos una revisión de la evidencia actual sobre el papel del ejercicio como medio de tratamiento de los factores de riesgo cardiovascular y abordamos la metodología para la prescripción del ejercicio con objetivos de salud cardiovascular.

Palabras clave: Ejercicio aeróbico, ejercicio de fortalecimiento, prevención cardiovascular, factor de riesgo cardiovascular, equivalente metabólico (MET).

ABSTRACT

In our country the leading causes of morbidity and mortality are diseases whose common denominator the atherosclerotic process, some of which represent the known cardiovascular risk factors such as diabetes mellitus or hypertension, and others are as a result of these ischemic heart disease or stroke. There is now enough scientific evidence that physical exercise is an effective treatment to control cardiovascular risk factors, but its role has not received the necessary importance in primary cardiovascular prevention. In this article we review current evidence on the role of exercise as a means of treating cardiovascular risk factors and methodology to approach the exercise prescription cardiovascular health purposes.

Key words: Aerobic exercise, strengthening exercise, cardiovascular prevention, cardiovascular risk factor, metabolic equivalent (MET).

- * Médico Especialista en Medicina de Rehabilitación. Médico Especialista en Medicina del Deporte. Diplomado en Cardiología Preventiva. Profesor Investigador Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Docente Universidad del Valle de México Campus Villahermosa.
- ** Médico Especialista en Medicina del Deporte. Coordinación de Activación Física y Ejercicio Terapéutico SSA, Yucatán.
- *** Médico Especialista en Medicina del Deporte. Maestría en Gerontología Social. Diplomado en Nutrición Clínica y Obesidad. Coordinador de la Licenciatura en Cultura Física en la Universidad Modelo, Yucatán.
- **** Médico Especialista en Medicina de Rehabilitación. Curso de Alta Especialidad en Rehabilitación Cardiaca. Diplomado en Cardiología Preventiva. Médico adscrito Instituto Mexicano del Seguro Social, Cd. Juárez, Chihuahua.
- ***** Médico Especialista en Medicina de Rehabilitación. Curso de Alta Especialidad en Rehabilitación Cardiaca.

Recibido para publicación: abril, 2012.

Aceptado para publicación: junio, 2012.

Este artículo puede ser consultado en versión completa en
<http://www.medicgraphic.com/medicinafisica>

INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS

En nuestro país, las principales causas de mortalidad son producidas por enfermedades como diabetes, cardiopatía isquémica, enfermedad cerebrovascular e hipertensión (*Cuadro 1*). Todas ellas tienen como común denominador al proceso aterosclerótico.

Es por ello que la prevención de estas enfermedades debería ocupar un lugar preponderante en los programas de salud. No obstante, la prevalencia de los factores de riesgo cardiovascular es alta en nuestro país (*Cuadro 2*), lo cual nos indica que nuestras acciones preventivas no están dando el resultado deseado.

Es un realidad que las estrategias basadas en la simple prescripción de medicamentos están destinadas al fracaso; es necesaria la educación de la población sobre el hecho de que el cambio en el estilo de vida no es parte opcional del tratamiento sino que representa el tratamiento mismo. Por otra parte, los encargados de realizar las acciones de prevención cardiovascular tenemos la obligación de difundir los conocimientos para que

la población tome conciencia de la magnitud del problema. En este artículo abordaremos uno de los aspectos importantes en el cambio de estilo de vida del paciente: el ejercicio físico, un elemento eficaz en la prevención cardiovascular, probablemente minimizado e incluso olvidado. Analizaremos los beneficios cardiovasculares del ejercicio desde un punto de vista clínico, la valoración de la capacidad física y la prescripción del ejercicio con énfasis en la salud cardiovascular.

CONCEPTOS DE FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO APLICADOS A LA PRESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO

La actividad física se define como todo movimiento corporal parcial o total, que generalmente tiene el objetivo de cubrir alguna necesidad o realizar alguna de las actividades de la vida diaria; el ejercicio físico se define como un tipo específico de actividad física, realizado de forma planeada, estructurada, repetitiva y sistemática que tiene como objetivo mejorar la condición física. Deporte es un tipo de ejercicio que tiene reglas preestablecidas y que tiene un trasfondo competitivo. Las tres categorías llevan un aumento en el gasto energético al realizarse y por lo tanto una mayor captación de oxígeno. La capacidad de poder realizar o no una actividad física, ejercicio físico o deporte, va a estar determinado por el nivel de condición física, la cual se

define como el adecuado desarrollo de las capacidades motoras: resistencia aeróbica, fuerza muscular y flexibilidad.¹

La resistencia aeróbica se define como la capacidad de realizar durante un tiempo prolongado o de forma repetida esfuerzos que sometan a estrés al sistema cardiorrespiratorio y muscular. El nivel de resistencia aeróbica se mide mediante la determinación del consumo máximo de oxígeno. El consumo de oxígeno se define como la máxima cantidad de oxígeno que el organismo es capaz de aportar (a nivel respiratorio), transportar (a nivel cardiovascular) y utilizar (a nivel muscular) cuando realiza un esfuerzo físico. El consumo de oxígeno se mide en valores absolutos en L/min, o cuando se ajusta al peso de cada persona en mL/kg/min. En reposo todas las personas consumimos 3.5 mL/kg/min de oxígeno para cubrir nuestras necesidades basales, a esta cantidad se le ha denominado por lo tanto, unidad metabólica basal o equivalente metabólico (MET). A medida que realizamos actividades de mayor esfuerzo físico, se incrementa el consumo de oxígeno en el organismo, hasta alcanzar un punto en el cual, a pesar de incrementar la intensidad del esfuerzo físico, el organismo ya no es capaz de aumentar el consumo de oxígeno; en este momento se ha alcanzado el máximo consumo de oxígeno, y éste puede expresarse, como ya se mencionó anteriormente, en mL/kg/min o en MET (es decir, cuántas veces el organismo es capaz de incrementar su tasa metabólica). El consumo de oxígeno dependerá de factores como la edad, género, nivel de salud y nivel de entrenamiento físico^{2,3}.

La fuerza muscular se define como la capacidad de vencer una resistencia externa a través de una contracción muscular. La fuerza máxima de un grupo muscular se determina a través de una prueba de una repetición máxima (1 RM), la cual se define como la carga máxima de peso que un grupo muscular puede movilizar una sola vez a través del arco completo de movilidad antes de alcanzar la fatiga⁴.

BENEFICIOS CLÍNICOS DEL EJERCICIO EN EL TRATAMIENTO Y CONTROL DE LOS FACTORES DE RIESGO

Sedentarismo y riesgo cardiovascular

El sedentarismo es reconocido desde hace casi dos décadas como un factor de riesgo cardiovascular independiente, in-

Cuadro 1. Principales causas de mortalidad general en México 2008.

Causa	%
Diabetes mellitus	14.0
Enfermedad isquémica del corazón	11.1
Enfermedad cerebrovascular	5.6
Cirrosis y otras enfermedades crónicas del hígado	5.3
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	3.8
Accidentes de vehículo de motor	3.1
Enfermedades hipertensivas	2.9
Infecciones respiratorias agudas bajas	2.8

Fuente: <http://SINAIS.salud.gob.mx/mortalidad/>

Cuadro 2. Prevalencia nacional de los principales factores de riesgo cardiovasculares.

Factor de riesgo	Prevalencia nacional (%)	Fuente
Hipertensión arterial	30.8	ENSANUT 2006
Diabetes mellitus	10.7	ENSA 2000
Obesidad (IMC > 30)/sobrepeso (IMC > 25)	24.4/64.8	ENSA 2000
Hipercolesterolemia	26.5	ENSANUT 2006

crementando 1.9 veces (IC 95% 1.6-2.2) el riesgo de padecer enfermedad coronaria⁵; sin embargo este riesgo disminuye progresivamente a medida que aumenta la cantidad de la actividad física realizada y el nivel de condición física que se tiene⁶.

Un metaanálisis publicado en el 2008, incluyó 33 estudios cohorte y 883,372 pacientes, evaluó la asociación entre el nivel de actividad física de tiempo libre (incluyó actividad física recreacional y programas de ejercicio), el riesgo de muerte por enfermedad cardiovascular y de muerte por cualquier causa. Concluyó que los individuos con alto nivel de actividad física presentan una disminución del riesgo de muerte por enfermedad cardiovascular del 35% (IC 95% 30-40%) en relación con los individuos con bajo nivel de actividad física. De igual forma los individuos con alto nivel de actividad física presentaron una disminución del riesgo de muerte por cualquier causa del 33% (IC 95% 28-37%) en relación con los individuos con bajo nivel de actividad física⁷.

La actividad física realizada durante el transporte al trabajo también ha sido estudiada en un metaanálisis publicado en el 2008 que incluyó 173,146 participantes, se determinó una asociación entre la cantidad de actividad física realizada durante el transporte al trabajo y el riesgo de muerte por enfermedad cardiovascular, reportando una disminución del riesgo del 11% (IC 95% 19 a -2) para aquellos que se transportaron al trabajo en un medio físicamente activo (caminata o bicicleta)⁸.

En relación a la práctica deportiva, un estudio cohorte publicado en el 2005, que incluyó 31,023 hombres y 42,242 mujeres con seguimiento por 10 años, evaluó la relación entre la práctica de actividades deportivas y el riesgo de muerte por enfermedad cardiovascular; se dividió a la población en subgrupos según el tiempo semanal que practicaban actividad deportiva y se tomó como referencia al grupo con bajo tiempo de práctica deportiva (≤ 2 horas/semana). Tras un análisis multivariado, se reportó una reducción del riesgo relativo de muerte por enfermedad cardiovascular del 12% para el grupo con nivel intermedio de participación (3 a 4 horas/semana) y del 27% para el grupo con alto nivel de participación (> 5 horas/semana)⁹.

También se ha evaluado el nivel de capacidad física aeróbica como predictor del riesgo de muerte. En un estudio de cohorte publicado en 2008, que incluyó 15,800 participantes a los cuales se les realizó prueba de esfuerzo y se les dio seguimiento durante 7.5 años, se reportó que la capacidad física aeróbica fue un fuerte predictor de mortalidad por cualquier causa. Se dividió a la población en cuatro subgrupos según la capacidad física obtenida en la prueba de esfuerzo y tomó como referencia el subgrupo de baja capacidad física ($< de 5$ MET); El grupo de 5.1 a 7 METS presentó una disminución de la mortalidad del 20%, el grupo de 7.1 a 10 METS la disminución del riesgo fue de 49 y 69% en el grupo de más de 10 METS, determinándose que por cada 1 MET que se incrementa la capacidad física, la mortalidad por cualquier causa disminuye un 13%¹⁰.

El nivel de fuerza muscular también ha demostrado ser un predictor del riesgo de muerte por cualquier causa. Un estudio tipo cohorte realizado en el 2008, que incluyó 8,762 participantes a los cuales se les determinó la fuerza máxima muscular y se les dio seguimiento durante 18.9 años, reportó que el nivel de fuerza máxima fue un fuerte predictor de mortalidad por cualquier causa. Se dividió a la población en tres subgrupos según el nivel de fuerza máxima y se tomó como referencia el subgrupo con bajo nivel de fuerza; el grupo con nivel de fuerza moderado presentó una disminución de la mortalidad del 16% y en el grupo con alto nivel de fuerza la disminución del riesgo fue del 20%, siendo significativo en ambos grupos e independiente al nivel de resistencia aeróbica y de otros factores de riesgo. En este mismo estudio se correlacionó el nivel de fuerza máxima con el riesgo de muerte por enfermedad cardiovascular; sin embargo a pesar que los resultados mostraron un pequeño descenso del riesgo, éste no fue estadísticamente significativo al ajustarse al nivel de resistencia aeróbica y a otros factores de riesgo¹¹.

Ejercicio y diabetes mellitus

En el paciente diabético, ambos tipos de ejercicio (aeróbico y de fortalecimiento), han demostrado eficacia en la disminución de los valores porcentuales de hemoglobina glucosilada A1c (HbA1c). En un metaanálisis que incluyó 27 estudios y 1,003 participantes, se reportó que los programas que incluyeron ejercicio aeróbico a intensidades entre 40 y 80% del VO₂, reportaron descensos de hemoglobina glucosilada de 0.7% (IC 90% -1.0 a -0.4%). Los programas que incluyeron ejercicio de fortalecimiento entre el 40-80% de la repetición máxima (RM), reportaron descensos de 0.5% (IC 90% -1 a -.1). Los programas que incluyeron combinación de ambos tipos de ejercicio reportaron descensos de 0.8% (IC 90% -1.3 a -.2)¹².

Estos datos nos demuestran qué ejercicios son tan eficaces para la disminución de la HbA1c como, por ejemplo, algunos fármacos como los inhibidores de la alfa-glucosidasa, exenatida, pramlintida que disminuyen los valores de HbA1c en promedio de 0.5 a 1%¹³.

Es importante recordar que por cada 1% de reducción de la HbA1c, disminuye el riesgo de muerte relacionada con diabetes un 21% (IC 95% -15 a -27%), el riesgo de infarto al miocardio 14% (IC 95% - 8 a -21%) y el riesgo de complicación microvascular un 37% (IC 95% -33 a -41%)¹⁴.

Se ha estudiado también la influencia que tiene el nivel de capacidad física sobre la mortalidad por cualquier causa en pacientes diabéticos. En un estudio tipo cohorte publicado en el 2008, que incluyó 18,458 pacientes con diagnóstico de diabetes y prediabetes, a los cuales se les realizó prueba de esfuerzo y se les dio seguimiento durante 16.4 años, se reportó que la capacidad física fue un fuerte predictor de mortalidad por cualquier causa. Se dividió a la población

en tres subgrupos según la capacidad física obtenida en la prueba de esfuerzo y se tomó como referencia el subgrupo de baja capacidad física; el grupo de moderada capacidad física presentó una disminución en la mortalidad del 42% y el grupo de alta capacidad física presentó una disminución en la mortalidad del 54%¹⁵.

Ejercicio e hipertensión arterial

En pacientes hipertensos, el ejercicio de resistencia aeróbica y el ejercicio de fortalecimiento muscular han mostrado ser eficaces para disminuir los valores de tensión arterial sistólica (TAS) y tensión arterial diastólica (TAD).

En un metaanálisis que incluyó 72 estudios y más de 3,000 participantes, se reportaron descensos de TAS de 6.9 mmHg (IC 95% -9.1 a -4.6) y de TAD de 4.9 mmHg (IC 95% -6.5 a -3.3) en pacientes hipertensos que realizaron ejercicio de resistencia aeróbica¹⁶.

Mención especial requieren los programas de ejercicio de fortalecimiento muscular que durante mucho tiempo estuvieron contraindicados en los pacientes con hipertensión arterial. Analizaremos dos metaanálisis que han evaluado el efecto de los programas de fortalecimiento sobre las cifras tensionales.

Uno de ellos incluyó 11 estudios y 320 participantes, y reportó descensos de 3 mmHg (IC 95% -4 a -1) tanto para la tensión arterial sistólica como para la tensión arterial diastólica en pacientes hipertensos que realizaron ejercicio de fortalecimiento muscular¹⁷.

Otro metaanálisis que incluyó 12 estudios y 341 participantes, reportó que los pacientes hipertensos que realizaron programas de fortalecimiento muscular presentaron descensos de 3.2 mmHg (IC 95% -7.1 a +0.7) para la tensión arterial sistólica y de -3.5 mmHg (IC 95% -6.1 a -0.9) para la tensión arterial diastólica¹⁸.

En la actualidad hay evidencia de que este tipo de ejercicio es efectivo en la disminución de las cifras tensionales, y puede formar parte del tratamiento no farmacológico de los pacientes con hipertensión arterial, siempre y cuando no haya contraindicaciones.

Debemos tener en cuenta que la disminución de tan sólo 3 mmHg de tensión arterial sistólica disminuye el riesgo de evento vascular cerebral de 8 a 14%, de morbilidad cardiaca de 5 a 9%, y de mortalidad cardiaca un 4%¹⁹.

La capacidad física aeróbica también es buen predictor de muerte en pacientes hipertensos. En un estudio tipo cohorte realizado en el 2009, que incluyó 4,631 pacientes con hipertensión a los cuales se les realizó prueba de esfuerzo y se les dio seguimiento durante 7.7 años; se reportó que la capacidad física fue un fuerte predictor de mortalidad por cualquier causa. Se dividió a la población en cuatro subgrupos según la capacidad física obtenida en la prueba de esfuerzo y tomó como referencia el subgrupo de baja

capacidad física (< de 5 MET); el grupo de 5.1 a 7 METS presentó una disminución de la mortalidad del 34%, el grupo de 7.1 a 10 METS la disminución del riesgo fue del 59% y del 71% en el grupo de más de 10 METS, determinándose que en pacientes hipertensos por cada 1 MET se incrementa la capacidad física, la mortalidad por cualquier causa disminuye un 13%²⁰.

Ejercicio y dislipidemias

Los pacientes con dislipidemias también son beneficiados con programas de ejercicio aeróbico. Un metaanálisis que incluyó 10 estudios y 1,260 pacientes con dislipidemia que realizaron programas de ejercicio aeróbico, reportó descensos estadísticamente significativos en los niveles de triglicéridos 19.3 mg/dL (IC 95% -30.1 a -9.5) y aumentos estadísticamente significativos de lipoproteínas de alta densidad (HDL) 3.7 mg/dL (IC 95% 1.2 a 6.1). A pesar de haber demostrado pequeños descensos en niveles de colesterol total y lipoproteínas de baja densidad (LDL), éstos no fueron estadísticamente significativos²¹.

Otro metaanálisis publicado en el 2007 que incluyó 25 estudios, reporta incremento en las concentraciones de colesterol de alta densidad (HDL-C) de 2.53 mg/dL en relación con la realización de ejercicio aeróbico²².

Ejercicio y obesidad

A pesar que siempre se relaciona al ejercicio con programas para disminuir peso corporal, en una revisión sistemática que incluyó 43 estudios y 3,476 participantes, se demostró que los programas de ejercicio por sí solos (sin planes dietéticos simultáneos) dan como resultado sólo pequeñas disminuciones de peso. Por otra parte, agregar un programa de ejercicio a un plan dietético para pérdida de peso, se traduce en una pérdida de peso adicional de 1 kg (IC 95% -1.2 a -0.7). Sin embargo, en ambos casos, las personas que incluyen programas de ejercicio para disminución de peso corporal, presentan como beneficio adicional un mejor control de otros factores de riesgo como tensión arterial, triglicéridos y glucosa sanguínea, esto de forma independiente a la disminución de peso²³.

Ejercicio y prevención del evento vascular cerebral

El nivel de actividad física también se ha relacionado con el riesgo de presentar un evento vascular cerebral. Desde el 2003, Lee y colaboradores reportaron en su metaanálisis que los altos niveles de actividad física de tiempo libre se asociaban a una disminución del riesgo relativo del 27% (IC 95% 33 a 21) de presentar un evento vascular cerebral en comparación con los individuos con bajos niveles de actividad física²⁴.

Un metaanálisis más reciente publicado en 2009 que incluyó 33 estudios cohorte y 10 estudios caso y controles, confirma que los altos niveles de actividad física se asocian a una disminución del riesgo relativo del 29% (IC 95% -36 a -20) de sufrir un evento vascular cerebral en comparación con individuos que realizan bajos niveles de actividad física²⁵.

VALORACIÓN DE LA CAPACIDAD FÍSICA

A pesar de los beneficios cardiovasculares ya comprobados de los programas de ejercicio físico, la realización de programas de ejercicio vigoroso puede ser un factor desencadenante de eventos cardiovasculares mayores como infarto al miocardio o incluso de muerte súbita, sobre todo en personas sedentarias con factores de riesgo cardiovasculares y/o cardiopatía isquémica subclínicas²⁶.

Vander y asociados reportan un evento cardiovascular no fatal por cada 1'124,200 horas de actividad física y un evento cardiovascular fatal por cada 887,526 horas en adultos sin enfermedad cardiovascular conocida; Thompson estima una muerte por cada 7,620 trotadores por un año en adultos aparentemente sanos²⁷.

En programas de prevención cardiovascular primaria, es imprescindible remarcar que es necesario y obligatorio realizar una evaluación médica a fondo, sobre todo antes de iniciar cualquier programa de ejercicio físico. Esta evaluación tiene dos objetivos fundamentales, el primero de ellos es determinar el riesgo cardiovascular del paciente e identificar la presencia de enfermedad cardiovascular que sea una causa potencial de síndrome coronario agudo, evento vascular cerebral, falla cardíaca o muerte súbita; el segundo objetivo es determinar la capacidad física del individuo, lo cual es fundamental para la adecuada prescripción del programa de ejercicio²⁶.

En relación al primer objetivo, en todo paciente en el que se realicen medidas de prevención cardiovascular primaria es obligatoria una adecuada estratificación del riesgo, independientemente de si se indicará o no la realización de ejercicio físico, para ello es necesario realizar historia clínica, exploración física y estudios de laboratorio y gabinete, enfocados a determinar la presencia de factores de riesgo, presencia de daño a órgano blanco, o detección de alguna condición clínica asociada^{28,29}.

En relación al segundo objetivo, la determinación de la capacidad física se ha realizado tradicionalmente a través de pruebas de ejercicio en tapiz rodante o cicloergómetro. Las pruebas de ejercicio se clasifican en máximas (durante el esfuerzo, el individuo alcanza más del 85% de su frecuencia cardíaca de reserva) o submáximas. Las pruebas máximas se realizan con una finalidad diagnóstica y/o pronóstica así como para valorar la respuesta a tratamientos y la capacidad funcional; siempre se realizan bajo monitorización

electrocardiográfica y pueden o no realizarse con análisis de intercambio de gases, por lo que requieren para su realización personal entrenado y equipo especializado y costoso. Las pruebas submáximas son aquellas que durante el esfuerzo no rebasan generalmente el 80% de la frecuencia cardíaca máxima para la edad, se utilizan generalmente para estimar la capacidad funcional en individuos sanos sin riesgo cardiovascular o para valorar pronóstico y/o respuesta al tratamiento, y capacidad funcional en pacientes a quienes someterlos a un esfuerzo máximo representa un riesgo muy alto. Las pruebas submáximas no requieren un alto entrenamiento para su realización, basta con realizar previamente una buena estratificación del riesgo del paciente para evitar complicaciones durante la prueba. Durante la realización de la prueba se puede medir la respuesta al esfuerzo mediante el registro de frecuencia cardíaca, tensión arterial, frecuencia respiratoria, saturación de oxígeno, percepción del esfuerzo y pueden o no realizarse bajo monitorización electrocardiográfica, dependiendo del tipo de paciente y del criterio del clínico. Estas pruebas son sencillas, requieren poco equipamiento y nos permiten conocer de forma más objetiva el nivel de capacidad física de nuestro paciente, basándose en una correlación lineal entre la frecuencia cardíaca y el consumo de oxígeno^{2,30}.

La inclusión de una prueba de esfuerzo máxima diagnóstica dentro del panel de evaluación de pacientes que iniciarán un programa de ejercicio ha sido controversial, ya que la realización de pruebas de esfuerzo diagnósticas de forma rutinaria en individuos asintomáticos es una recomendación clase III. La única recomendación clase I para realizar una prueba de esfuerzo diagnóstica en pacientes con factores de riesgo sería para aquellos pacientes con sospecha clínica de enfermedad coronaria. Las recomendaciones de prueba de esfuerzo diagnóstica en pacientes asintomáticos con múltiples factores de riesgo que vayan a iniciar programas de ejercicio vigoroso son: clase IIa y IIb^{26,31,32}.

Las recomendaciones actuales señalan que no es necesario realizar una prueba de esfuerzo diagnóstica en los pacientes con factores de riesgo asintomáticos que van a iniciar un programa de ejercicio de intensidad ligera-moderada (del 40 al 60% del consumo de oxígeno)³³.

Sin embargo, es necesario saber la capacidad física del individuo para poder realizar una adecuada prescripción del ejercicio, por lo que en este tipo de pacientes bastaría con realizar una prueba submáxima en laboratorio o de campo, para determinar capacidad física y evaluar respuesta hemodinámica al ejercicio submáximo, tal y como se realiza en algunos países europeos²⁶.

Entre las pruebas submáximas factibles a utilizar en programas de ejercicio preventivos se encuentra la prueba de caminata de una etapa en banda sin fin, consiste en caminar durante cuatro minutos en banda sin fin a una velocidad

comprendida entre 2 y 4.5 millas por hora a 5% de inclinación, alcanzando entre el 60 y 70% de la frecuencia cardiaca máxima para la edad; mediante una fórmula de regresión se predice el VO₂ máximo. Tiene una correlación múltiple con el VO₂ máximo de 0.86 con un error estándar de 4.85 mL/kg/min. La fórmula es la siguiente: VO₂ máximo (mL/kg/min): 15.1 + (21.8 x velocidad en millas/h) – (.327 x frecuencia cardiaca alcanzada) – (.263 x velocidad en millas/h x edad) + (.00504 x edad x frecuencia cardiaca alcanzada) + (5.98 x sexo), donde: masculino 1-femenino 0²⁷.

Otra prueba submáxima, pero realizada en cicloergómetro es la de Astrand y Ryhming en cicloergómetro, es una prueba submáxima que consiste en pedalear durante seis minutos a una carga de 50 a 150 Watts a 50-60 revoluciones por minuto, alcanzando una frecuencia cardiaca entre 125 y 170 latidos por minuto. Tomando en cuenta la frecuencia cardiaca alcanzada y la carga de trabajo realizada, se predice el consumo máximo de oxígeno (en litros/min) mediante el uso de un normograma (*Cuadro 3*). Astrand reporta una correlación de 0.78 entre el VO₂ máximo medido y el obtenido en este test, utilizando el normograma y un factor de corrección³⁰.

La prueba de campo más utilizada en la valoración clínica es la prueba de caminata de seis minutos. Es una prueba de campo, submáxima, que consiste en caminar durante seis minutos en un corredor de 20 metros o más y registrar la distancia máxima lograda³⁴.

Tiene varias ventajas como son su fácil aplicación, no requiere equipo especializado y puede aplicarse a individuos saludables o con patologías; el nivel de esfuerzo submáximo es aplicable a las actividades de la vida diaria, puede aplicarse para valorar pronóstico o respuesta a tratamientos, tiene una alta reproducibilidad con ICC .96 a .99, aunque tiene una correlación moderada con el VO₂ pico r .64-.70^{2,27}. Es la prueba de campo más aplicada en población con patologías y se ha validado y correlacionado con el estado clínico en enfermedades como EPOC³⁵, insuficiencia cardiaca³⁵, insuficiencia arterial periférica³⁵, cardiopatía isquémica³⁶, y evento vascular cerebral³⁷.

Cuadro 3. Valores de consumo máximo de oxígeno (litros/minuto) simplificados del normograma de Astrand según frecuencia cardiaca alcanzada y carga de trabajo realizada.

Frecuencia cardiaca	50 w	100 w	150 w
130	1.9	3.0	4.1
140	1.6	2.6	3.6
150		2.3	3.2
160		2.1	2.8
170		1.8	2.6

En población saludable existen fórmulas para determinar la distancia teórica de caminata con las siguientes fórmulas³⁸:

Hombres: (7.57 x altura) – (5.02 x edad) – (1.76 x peso) – 309.

Mujeres: (2.11 x altura) – (5.87 x edad) – (2.29 x peso) + 667.

Es posible determinar un índice de eficiencia de caminata al obtener la relación entre (distancia caminada/distancia teórica) x 100 y el porcentaje de la frecuencia cardiaca alcanzada (frecuencia cardiaca alcanzada durante la caminata de seis minutos/frecuencia cardiaca máxima teórica) x 100. Estos índices nos pueden servir para tener una referencia de la condición física del paciente y como método de control en los programas de ejercicio y en valoraciones subsecuentes.

METODOLOGÍA PARA LA PRESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO AERÓBICO

Para una adecuada prescripción clínica del ejercicio aeróbico, se deben tener en cuenta los componentes de la carga, los cuales son: modalidad del ejercicio, intensidad del ejercicio, volumen del ejercicio, frecuencia del ejercicio y método de prescripción. Estos variarán acorde a la edad, estado clínico y nivel de condición física del paciente.

Modalidad del ejercicio

Recordemos que el ejercicio de tipo aeróbico tiene las características de involucrar grandes grupos musculares a través de la movilización de los grandes centros articulares del cuerpo y de someter a estrés al sistema cardiorrespiratorio. Entre las modalidades de ejercicio que son consideradas como aeróbicas realizadas al aire libre se encuentran: caminata, trote, carrera, subir escaleras, bicicleta móvil, natación, patinaje, remo y canotaje; las modalidades aeróbicas realizadas en sala son: bicicleta fija, máquina elíptica, escaladoras, máquina de remo, natación bajo techo, aerobics y baile de salón por mencionar algunos. Estas modalidades de ejercicio tienen la ventaja de realizarse en forma estable y facilitan la cuantificación de la carga e intensidad del trabajo, a través de la medición del costo energético expresado en METS (*Cuadro 4*), haciendo más precisa la prescripción del ejercicio. En el caso de las actividades realizadas en sala, tienen la ventaja de no estar sujetas a las influencias climáticas. Sin embargo, todas las modalidades mencionadas pueden tener la desventaja de llegar a ser monótonas para el paciente^{39,40}. Otro aspecto a considerar en la elección de la modalidad, es la carga articular que sufren las grandes articulaciones como cadera, rodilla y columna vertebral durante la realización del ejercicio. Para ello se clasifican las modalidades de ejercicio en bajo, moderado o alto impacto articular (*Cuadro 5*).

Cuadro 4. Costo energético en METS de algunas modalidades de ejercicio.

Ejercicio	METS	Ejercicio	METS
Bicicleta móvil ritmo lento (16-19 km/h)	6	Caminata 4.8 km/h	3.3
Bicicleta móvil ritmo moderado (19-22 km/h)	8	Caminata 5.6 km/h	4
Bicicleta fija a 50 watts	3	Caminata 6.4 km/h	5
Bicicleta fija a 100 watts	5.5	Trote a 8 km/h	8
Bicicleta fija a 150 watts	7	Trote a 9.6 km/h	10
Aerobics en general	6.5	Trote a 12 km/h	12.5
Baile rápido	4.5	Natación estilo libre moderado	7
Máquina de remo 50 watts	3	Natación estilo libre intenso	10
Máquina de remo 100 watts	7	Ejercicios con pesas ligero	3
Aquagym	4	Ejercicios con pesas intenso	6

Fuente: ^{39,41}

Intensidad del ejercicio

La intensidad de una actividad aeróbica puede expresarse de varias formas, entre ellas las más utilizadas son frecuencia cardiaca, costo energético metabólico y percepción del esfuerzo.

Frecuencia cardiaca: la frecuencia cardiaca es una forma objetiva de cuantificar la intensidad del ejercicio, basándose en el estrés que genera una determinada carga de trabajo sobre el sistema cardiovascular del individuo. La intensidad se expresa como un porcentaje de la frecuencia cardiaca máxima para la edad del individuo, la cual puede calcularse con la tradicional fórmula de Astrand (220-edad) o con la más recientemente validada fórmula de Tanaka (208-0.7 x edad)⁴².

Custom recomienda en la prescripción del ejercicio con fines de salud cardiovascular una intensidad del ejercicio del 60 al 75% de la frecuencia cardiaca máxima para la edad en programas no supervisados y de hasta del 85% en programas supervisados⁴³.

Ejemplo:

Frecuencia cardiaca máxima para la edad de una persona de 50 años (220-edad): $220-50 = 170$ latidos por minuto.

Intensidad del ejercicio: 60 al 75% del consumo máximo de oxígeno.

Intensidad mínima del ejercicio: $170 \times .6 = 102$ latidos por minuto.

Intensidad máxima del ejercicio: $170 \times .75 = 127$ latidos por minuto.

Esta forma de cuantificar la intensidad del ejercicio tiene algunas desventajas: la necesidad del paciente de aprender la automonitorización de la frecuencia cardiaca, la necesidad de realizar constantes mediciones de la frecuencia cardiaca

Cuadro 5. Clasificación de las diversas modalidades de ejercicio según carga articular.

Ejercicio	Impacto articular	Ejercicio	Impacto articular
Caminata	Bajo	Trote	Alto
Elíptica	Bajo	Escaleras	Moderado
Natación	Bajo	Bailar	Moderado
Bicicleta	Bajo	Aerobics	Moderado

Fuente: ⁴⁰

durante la sesión de ejercicio y la invalidación del método en pacientes que toman medicación beta-bloqueadora⁴⁴.

Costo energético metabólico (METS)

Toda actividad física realizada conlleva un aumento en la cantidad de energía gastada y un aumento en la cantidad de oxígeno requerido. Como vimos en el apartado de fisiología del ejercicio, el costo energético-metabólico de una actividad física puede expresarse en MET, siendo ésta otra forma objetiva de cuantificar la intensidad del ejercicio^{2,3}.

La intensidad de una actividad física se puede clasificar de acuerdo al porcentaje del consumo máximo de oxígeno que un individuo requiera al realizarla (intensidad relativa) o de acuerdo al valor MET de la actividad (intensidad absoluta). Se considera ligera si requiere menos del 40% del consumo máximo de oxígeno o es menor a cuatro METS; moderada si requiere del 40 al 60% del consumo máximo de oxígeno o va de cuatro a seis METS; y vigorosa si se requiere más del 60% del consumo máximo de oxígeno del individuo o tiene un costo absoluto mayor a los seis METS^{1,39}.

En la prescripción del ejercicio con fines de prevención cardiovascular, se pueden obtener beneficios con programas de intensidad ligera-moderada (40-60% del consumo máximo de oxígeno) y beneficios adicionales con programas de intensidad vigorosa (> 60% del consumo máximo de oxígeno)^{45,46}.

Ejemplo:

Consumo máximo de oxígeno obtenido en la prueba de ejercicio: 10 METS.

Intensidad del ejercicio: 40 al 60% del consumo máximo de oxígeno.

Intensidad mínima del ejercicio: $10 \times .4 = 4$ METS.

Intensidad máxima del ejercicio: $10 \times .6 = 6$ METS.

Una desventaja de este método es la necesidad de tener que haber realizado una prueba de ejercicio (máxima o submáxima) para conocer el consumo de oxígeno del paciente. Otra es que este método representa la carga externa impuesta y no la respuesta fisiológica interna del individuo como lo representa la frecuencia cardiaca⁴⁴.

Escala de percepción del esfuerzo

Es una determinación subjetiva de la intensidad del ejercicio, que se basa en la expresión por parte del paciente del nivel de fatiga que percibe al realizar una determinada actividad o ejercicio físico. También conocida como escala de Borg, en la actualidad existen dos variantes, la original que va de 6 a 20 y la modificada que va de 1 a 10, ambas validadas^{36,37,41}.

Se recomienda que durante la sesión de ejercicio el paciente perciba el esfuerzo entre 11 y 13 de la escala original o de 3 a 6 de la escala modificada^{37,41}.

Volumen y frecuencia de ejercicio

El volumen de ejercicio se refiere a la cantidad de ejercicio que se realizará en una sesión o en una semana (volumen semanal). Frecuencia del ejercicio se refiere a las veces por semana que se realizará el ejercicio. Las recomendaciones actuales son 30 minutos de ejercicio físico de intensidad ligera a moderada cinco veces por semana o 20 minutos tres veces por semana si es de intensidad vigorosa (nivel de evidencia I A). También se pueden realizar combinaciones de éstos (nivel de evidencia II A)⁴⁶.

Otra forma de cuantificar el volumen de trabajo realizado, es mediante el producto del tiempo en que se realiza la actividad por el costo metabólico que tiene, expresándose en MET/minutos. Por ejemplo, si realizamos una actividad de cinco MET durante 30 minutos cuatro veces por semana, estaremos realizando un volumen de carga de ($5 \times 30 \times 4$) 600 MET/minutos por semana. Con objetivos de prevención cardiovascular se recomienda un volumen de carga de trabajo de 450 a 750 MET/minutos/semana⁴⁶.

Método de prescripción

El ejercicio aeróbico puede prescribirse a través de dos métodos. El método continuo consiste en realizar una única carga de trabajo de forma ininterrumpida y de duración prolongada (> 20 minutos). El método interválico consiste en la realización de múltiples cargas de trabajo de corta a moderada duración (10 segundos a cinco minutos) y de intensidad moderada a intensa, interrumpidas por períodos cortos de recuperación incompleta⁴⁷.

El método continuo es sencillo y consiste en aplicar una carga de intensidad constante por un periodo de tiempo prolongado, por lo general mayor a 20 minutos, durante el cual las constantes cardiorrespiratorias se mantendrán en un estrés estable. El método interválico ha sido utilizado en los programas de rehabilitación cardiorrespiratoria, en donde se ha recomendado en pacientes con baja capacidad física que no son capaces de tolerar un programa en modo continuo.

Meyers sugiere aplicar la siguiente metodología para prescribir ejercicio aeróbico en intervalos⁴⁸:

- Intervalos largos: dos minutos de duración del intervalo de trabajo al 65-75% del VO₂ máximo por dos minutos de reposo (relación 1:1),
- Intervalos cortos: de 30 segundos a un minuto de duración del intervalo de trabajo al 80-85% del VO₂ máximo por uno a dos minutos de reposo (relación 1:2).

Recomendando iniciar con cargas de trabajo efectivo de 10 a 20 minutos.

METODOLOGÍA PARA LA PRESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO DE FORTALECIMIENTO

Durante muchos años, se excluyó al ejercicio de fortalecimiento muscular de los programas de salud cardiovascular por interpretar que la realización de este tipo de ejercicio suponía un incremento en el riesgo de complicaciones durante el ejercicio, y no ofrecía beneficios al perfil cardiovascular. Afortunadamente este concepto se ha ido erradicando progresivamente y en la actualidad existe evidencia sólida de los beneficios que aportan los programas de fortalecimiento como medida para el control y tratamiento de los factores de riesgo cardiovascular. En la prescripción del ejercicio de fortalecimiento, se deben tener en cuenta los siguientes componentes de la carga: grupos musculares, intensidad del ejercicio, número de repeticiones, número de series y frecuencia semanal.

Grupos musculares

Se recomienda que con objetivos de salud cardiovascular, en cada sesión de entrenamiento se realicen rutinas de cuerpo

completo, incluyendo un ejercicio para cada grupo muscular importante del cuerpo, para un total de 8 a 10 ejercicios por sesión. Se recomienda incluir los siguientes ejercicios: prensa de pierna, flexiones de pierna, elevaciones de talón, extensiones de pierna, *press* de pecho, *press* de hombro, tracciones en polea alta, extensiones de brazo, flexiones de brazo, abdominales y extensiones lumbares¹⁹.

Intensidad del ejercicio y número de repeticiones

La medición del nivel de fuerza muscular se realiza con la determinación de una repetición máxima (1 RM), ésta es fundamental para el inicio de cualquier programa de fortalecimiento pues la intensidad relativa del programa se expresará como porcentaje de la 1 RM. Dicha medición se debe realizar para cada grupo muscular a entrenar, incrementando progresivamente el peso movilizado hasta alcanzar un peso tal que el individuo sólo pueda realizar una sola repetición de arco completo y con buena técnica⁴.

Cuadro 6. Relación entre repeticiones máximas (RM) y el porcentaje (%) de la repetición máxima.

Repeticiones máximas (RM)	% de la repetición máxima a la que corresponde
1	100
2	95
3	90
4	86
5	82
6	78
7	74
8	70
9	65
10	61
11	57
12	53

Fuente: ⁴⁹.

Cuadro 7. Costo energético en METS de algunas actividades deportivas.

Actividad deportiva	Costo energético en METS
Voleibol	3-6
Basquetbol	6-8
Futbol	7-10
Tenis dobles	5
Tenis sencillo	7
Deportes de combate	10
Handball	8

Fuente: ^{39,41}

Existe una relación directa entre el porcentaje de la RM utilizado y el número de repeticiones que pueden realizarse con dicho porcentaje, a éstas le llamamos repeticiones máximas. Sin embargo, esta relación no es exacta y dependerá de la edad, género, nivel de salud y nivel de condición física (*Cuadro 6*)⁴⁹.

Con fines de salud cardiovascular las Guías de la *American Heart Association* (AHA) recomiendan entrenar con una intensidad de la cargas equivalente a 10-15 RM para pacientes con enfermedad cardiovascular¹⁹. Otros autores recomiendan que en pacientes con enfermedad cardiovascular, se utilicen pesos equivalentes al 40-50% de 1 RM para cada grupo muscular. Esto puede ser aplicado a los programas de prevención cardiovascular no supervisados⁴.

Otro parámetro a tomar en cuenta en el control de la intensidad es la percepción del esfuerzo. Se recomienda que al final de cada serie el individuo debe percibir el esfuerzo entre 11 y 14 de la escala de Borg original¹⁹ o entre 6 y 8 de la escala OMNI RES de Robertson, que es similar a la escala de Borg modificada, pero es específica para ejercicios de fortalecimiento⁴⁹.

Número de series

Las Guías de la *American Heart Association* recomiendan una serie de cada ejercicio por sesión de entrenamiento; sin embargo, se pueden obtener beneficios adicionales incrementando el número de series por sesión^{4,19}.

Frecuencia semanal

Las recomendaciones actuales señalan una frecuencia de 2 a 3 veces por semana para obtener beneficios^{4,19}.

PREScripción de Actividades Deportivas en la Prevención Cardiovascular

Es común que para los pacientes resulte más atractivo iniciar un programa de ejercicio mediante la práctica de actividades deportivas, ya que les resultan más divertidas y menos monotonas; sin embargo, este tipo de actividades tienen el inconveniente de que no es factible cuantificar de forma precisa la carga de trabajo que se está realizando, debido a la presencia de constantes cambios en la intensidad y en el tipo de actividad realizados durante el juego y a la presencia de constantes interrupciones. Por lo anterior Zintl menciona que los tiempos de juego deben ser 2 a 3 veces mayores que la carga necesaria para actividades continuas como la caminata o carrera, para compensar el efecto que generan las constantes interrupciones durante el juego (*Cuadro 7*)⁵⁰.

REFERENCIAS

- Thomson P, Buchner D, Piña I et al. Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease. *Circulation*. 2003; 107: 3109-3116.
- Fleg J, Piña I, Balady G et al. Assessment of functional capacity in clinical and research applications. *Circulation*. 2000; 102: 1591-1597.

3. Arena R, Myers J, Williams M. Assessment of functional capacity in clinical and research settings: a scientific statement from the American Heart Association Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention of the Council on Clinical Cardiology and the Council on Cardiovascular Nursing. *Circulation*. 2007; 116: 329-343.
4. Vincent K, Vincent H. Resistance training for individuals with cardiovascular disease. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*. 2006; 26: 207-216.
5. Berlin J, Cojditz G. A meta-analysis of physical activity in the prevention of coronary heart disease. *American Journal of Epidemiology*. 1990; 132(4): 612-628.
6. Williams P. Physical Fitness and activity as separate heart disease risk factors: a meta-analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2001; 33(5): 754-761.
7. Nocon M, Hiemann T, Thalau F et al. Association of Physical Activity with all – cause and cardiovascular mortality: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation*. 2008; 15(3): 239-246.
8. Hamer M, Chida Y. Active commuting and cardiovascular risk: meta-analytic review. *Prev Med*. 2008; 46(1): 9-13.
9. Noda H, Iso H, Toyoshima H et al. Walking and sport participation and mortality for coronary heart disease and Stroke. *American Journal College Cardiology*. 2005; 46(9): 1761-1767.
10. Kokkinos P, Myers J, Kokkinos JP et al. Exercise capacity and mortality in black and white men. *Circulation* 2008; 117: 614-622.
11. Ruiz JR, Sui X, Lobelo F et al. Association between muscular strength exercise and mortality in men. *British Medical Journal*. 2008; 337: a439.
12. Snowling NJ, Hopkins WG. Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients: a meta-analysis. *Diabetes Care*. 2006; 29: 2518-2529.
13. Nathan D, Buse J, Davidson M et al. Management of hyperglycemia in type 2 diabetes: a consensus algorithm for the initiation and adjustment of therapy. *Diabetes Care*. 2006; 29(8): 1963-1972.
14. Stratton IM, Adler AI, Neil HA et al. Association of glycaemia with microvascular and macrovascular complications of type 2 diabetes (UKPDS 35): prospective observational study. *BMJ*. 2000; 321: 405-412.
15. Thompson A, Church T, Janssen I et al. Cardiorespiratory fitness as a predictor of cancer mortality among men with pre diabetes and diabetes. *Diabetes Care*. 2008; 31: 764-769.
16. Cornelissen VE, Fagard RH. Effects of endurance training on blood pressure, blood pressure regulating mechanics and cardiovascular risk factors. *Hypertension*. 2005; 46: 667-675.
17. Kelley GA, Kelley KS. Progressive resistance exercise and resting blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Hypertension*. 2000; 35: 838-843.
18. Cornelissen V, Fagard R. Effects of resistance training on resting blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Hypertension*. 2005; 23(2): 251-259.
19. Williams M, Haskell W, Ades P et al. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update. *Circulation*. 2007; 116: 572-584.
20. Kokkinos P, Manolis A, Myers J et al. Exercise capacity and mortality in hypertensive men with and without additional risk factors. *Hypertension*. 2009; 53: 494-499.
21. Kelley GA, Kelley KS, Franklin B. Aerobic exercise and lipids and lipoproteins in patients with cardiovascular disease. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation*. 2006; 26: 131-139.
22. Kodama S, Tanaka S, Saito K et al. Effect of aerobic training exercise on serum levels of high density lipoprotein cholesterol: meta-analysis. *Archives of Internal Medicine*. 2007; 167: 999-1008.
23. *Exercise for overweight or obesity*. Cochrane Database of Systematic Reviews 2006, Issue 4. Art. No.: CD003817. DOI: 10.1002/14651858.CD003817.pub3.
24. Lee C, Folsom A, Blair S. Physical activity and stroke risk: a meta-analysis. *Stroke*. 2003; 34: 2475-2481.
25. Reimers CD, Knapp G, Reimers AK. Exercise as stroke prophylaxis. *Dtsch Arztbl Int*. 2009; 106(44): 715-721.
26. Maron BJ, Gil Araújo C, Thompson P, Fletcher G et al. Recommendations for preparticipations screening and the assessment of cardiovascular disease in masters athletes. *Circulation*. 2001; 103: 327-334.
27. Thompsom PD, Balady G, Franklin B. Exercise and acute cardiovascular event. *Circulation*. 2007; 115: 2358-2368.
28. European society of hypertension - European Society of Cardiology guidelines for the management of arterial hypertension. *Journal of Hypertension*. 2003; 21: 1011-1053.
29. Posición de Consenso: Recomendaciones para el diagnóstico, estratificación del riesgo cardiovascular, prevención y tratamiento del síndrome metabólico. *Revista Mexicana de Cardiología*. 2006; 17(1): 3-61.
30. Noonan V, Dean E. Submaximal exercise testing: clinical application and interpretation. *Physical Therapy*. 2000; 80: 782-807.
31. Gibbons R, Balady G, Fletcher G et al. ACC/AHA Guidelines 2002 Update for exercise testing. *Circulation*. 2002; 106: 1883-1892.
32. Aros F, Boraita A, Alegria E et al. Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en pruebas de esfuerzo. *Revista Española de Cardiología*. 2000; 53: 1063-1094.
33. Thomson P, Buchner D, Piña I et al. Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease. *Circulation*. 2003; 107: 3109-3116.
34. ATS Statement: Guidelines for the six minute walk test. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2002; 166: 111-117.
35. Solway S, Brooks D, Lacasse Y, Thomas S. A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk test used in cardiorespiratory domain. *Chest*. 2001; 119: 256-270.
36. Hamilton D, Haenel R. Validity and Reliability of the six minute walk test in a cardiac rehabilitation population. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*. 2000; 20: 156-164.
37. Pohl PS, Duncan PW, Perera S, Liu W et al. Influence of stroke-related impairments on performance in 6-minute walk test. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. 2002; 39(4): 1-6.
38. Enright PL, Sherrill DL. Reference equations for the six minute walk in healthy adults. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998; 158: 1384-1387.
39. Balady GJ, Fletcher GF, Chair V et al. Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation*. 2001; 104: 1694-1740.
40. Bolognese M. Metodología y programación del entrenamiento aplicado a la estética corporal I. Grupo sobre entrenamiento 2010. www.sobreentrenamiento.com
41. Barale A. Guías alimentarias y apéndices. Grupo sobre entrenamiento 2010. www.sobreentrenamiento.com
42. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol*. 2001; 37: 153-156.
43. Thompson P. Exercise prescription and proscriptio for patients with coronary artery disease. *Circulation*. 2005; 112: 2354-2363.
44. Womack L. Cardiac rehabilitation secondary prevention programs. *Clinics in Sports Medicine*. 2003; 22: 135-160.
45. Metkus T, Baughman K, Thompson P. Exercise prescription and primary prevention of cardiovascular disease. *Circulation*. 2010; 121: 2601-2604.
46. Willian L, Haskell, I Min Lee, Patel RL et al. Physical activity and public health. *Circulation*. 2007; 116: 1081-1093.
47. Laursen PB, Jenkins DG. The scientific basis for high intensity interval training. *Sports Medicine*. 2002; 32(1): 53-73.
48. Mookerje S. The application of interval training for exercise prescription in cardiac rehabilitation. *J Cardiopulm Rehabil*. 1998; 18(3): 233-235.
49. Moyano M. Metodología y programación del entrenamiento de la fuerza con orientación al incremento de masa muscular. Grupo sobre entrenamiento 2010. www.sobreentrenamiento.com
50. Fritz Zintl. *Entrenamiento de la resistencia: fundamentos, métodos y dirección del entrenamiento*. Barcelona, España: Editorial Roca; 1990.

Dirección para correspondencia:

Pedro Iván Arias Vázquez

Aldama Sur Núm. 113,

Col. Centro, Comalcalco, 86300, Tabasco, México.

Tel: 01 933 33 4 4058. Cel: 044 5521339647.

E-mail: pivanav@gmail.com