



Revista Argentina de Cardiología Argentine Journal of Cardiology

JUNIO 2021 | Vol. 89 SUPL. 4

ISSN 0034-7000

www.sac.org.ar

Guías para la recomendación y prescripción de actividad física en adultos para promover la salud cardiovascular Versión resumida

SOCIEDAD ARGENTINA DE CARDIOLOGÍA



REVISTA ARGENTINA DE CARDIOLOGÍA

ORGANO CIENTÍFICO DE LA SOCIEDAD ARGENTINA DE CARDIOLOGÍA

COMITÉ EDITOR

Director

RAÚL A. BORRACCI†
Universidad Austral, Buenos Aires

Director Adjunto

JORGE THIÉREZ
Instituto Universitario CEMIC, CABA

Directores Asociados

JOSÉ LUIS BARISANI
Hospital Presidente Perón, Buenos Aires
DARÍO C. DI TORO
Hospital Argerich, CABA
MARÍA AMALIA ELIZARI
Instituto Cardiovascular Buenos Aires, CABA
CLAUDIO C. HIGA
Hospital Alemán, CABA
LUCIANO LUCAS
Instituto Universitario Hospital Italiano de Buenos Aires, CABA
WALTER M. MASSON
Instituto Universitario Hospital Italiano de Buenos Aires, CABA

Editor Consultor

HERNÁN C. DOVAL
Hospital Italiano de Buenos Aires, CABA

Delegado por la SAC

DAMIÁN HOLOWNIA
Instituto Antonio Heluane Centro de Diagnóstico Médico, San Miguel de Tucumán, Tucumán

Editor de Ciencias básicas

BRUNO BUCHHOLZ
Universidad de Buenos Aires

Vocales

BIBIANA DE LA VEGA
Hospital Zenón Santillán, Tucumán
JAVIER GUETTA
Instituto Universitario CEMIC, CABA
GUILLERMO E. LINIADO
Hospital Argerich, CABA
JORGE LOWENSTEIN
Cardiodiagnóstico Investigaciones Médicas de Buenos Aires, CABA
GASTÓN RODRÍGUEZ GRANILLO
Instituto Médico ENERI, CABA
Clínica La Sagrada Familia, CABA
PABLO ROURA
Instituto Argentino de Diagnóstico y Tratamiento, CABA
JORGE C. TRAININI
Universidad de Avellaneda, Buenos Aires
MARIANO TREVISÁN
Sanatorio San Carlos, Bariloche, Río Negro

Consultor en Estadística, Buenos Aires

JAVIER MARIANI
Hospital El Cruce, Buenos Aires

Coordinación Editorial

PATRICIA LÓPEZ DOWLING

MARIELA ROMANO

COMITÉ HONORARIO

MARCELO V. ELIZARI (ARGENTINA)
GUILLERMO KREUTZER (ARGENTINA)
JOSÉ NAVIA (ARGENTINA)

COMITÉ EDITOR INTERNACIONAL

AMBROSIO, GIUSEPPE (ITALIA)
University of Perugia School of Medicine, Perugia
ANTZELEVITCH, CHARLES (EE.UU.)
Masonic Medical Research Laboratory
BADIMON, JUAN JOSÉ (EE.UU.)
Cardiovascular Institute, The Mount Sinai School of Medicine
BARANCHUK, ADRIÁN (CANADÁ)
Queen's University, Kingston
BAZÁN, MANUEL (CUBA)
INCOR, La Habana
BLANKSTEIN, RON
Harvard Medical School (EE.UU.)
BRUGADA, RAMÓN (ESPAÑA)
Cardiology Department, The Thorax Institute, Hospital Clinic, University of Barcelona, Barcelona
CABO SALVADOR, JAVIER
Departamento de Ciencias de la Salud de la Universidad de Madrid UDIMA (ESPAÑA)
CAMIM, JOHN (GRAN BRETAÑA)
British Heart Foundation, St. George's University of London
CARRERAS COSTA, FRANCESC (ESPAÑA)
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, Universitat Autònoma de Barcelona
CHACHQUES, JUAN CARLOS (FRANCIA)
Pompidou Hospital, University of Paris Descartes, Paris
DEMARIA, ANTHONY N. (EE.UU.)
UCSD Medical Center, San Diego, California
DI CARLI, MARCELO (EE.UU.)
Harvard Medical School, Boston, MA
EVANGELISTA MASIP, ARTURO (ESPAÑA)
Instituto Cardiológico. Quirónsalud-Teknon, Barcelona
EZEKOWITZ, MICHAEL (EE.UU.)
Lankenau Medical Center, Medical Science Building, Wynnewood, PA
FEIGENBAUM, HARVEY (EE.UU.)
Indiana University School of Medicine, Indianapolis
FERRARI, ROBERTO (CANADÁ)
University of Alberta, Edmonton, Alberta
FERRARIO, CARLOS (EE.UU.)
Wake Forest University School of Medicine, Winston-Salem
FLATHER, MARCUS (GRAN BRETAÑA)
Royal Brompton and Harefield NHS Foundation Trust and Imperial College London
FUSTER, VALENTIN (EE.UU.)
The Mount Sinai Medical Center, New York
GARCÍA FERNÁNDEZ, MIGUEL ÁNGEL (ESPAÑA)
Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Medicina
JUFFÉ STEIN, ALBERTO (ESPAÑA)
Department of Cardiology, A Coruña University Hospital, La Coruña

KASKI, JUAN CARLOS (GRAN BRETAÑA)
St. George's University of London, Cardiovascular Sciences Research Centre, Cranmer Terrace, London
KHANDERIA, BIJOY (EE.UU.)
Aurora Cardiovascular Services
KRUCOFF, MITCHELL W. (EE.UU.)
Duke University Medical Center, Durham
LÓPEZ SENDÓN, JOSÉ LUIS (ESPAÑA)
Hospital Universitario La Paz, Instituto de Investigación La Paz, Madrid
LUSCHER, THOMAS (SUIZA)
European Heart Journal, Zurich Heart House, Zurich, Switzerland
MARZILLI, MARIO (ITALIA)
Cardiothoracic Department, Division of Cardiology, University Hospital of Pisa
MAURER, GERALD (AUSTRIA)
Univ.-Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie I, Christian-Doppler-Klinik, Salzburg
MOHR, FRIEDRICH (ALEMANIA)
Herzzentrum Universität Leipzig, Leipzig
NANDA, NAVIN (EE.UU.)
University of Alabama at Birmingham, Birmingham
NEUBAUER, STEFAN
University of Oxford and John Radcliffe Hospital (GRAN BRETAÑA)
NILSEN, DENNIS (NORUEGA)
Department of Cardiology, Stavanger University Hospital, Stavanger
PALACIOS, IGOR (EE.UU.)
Massachusetts General Hospital
PANZA, JULIO (EE.UU.)
MedStar Washington Hospital Center, Washington, DC
PICANO, EUGENIO (ITALIA)
Institute of Clinical Physiology, CNR, Pisa
PINSKI, SERGIO (EE.UU.)
Cleveland Clinic Florida
RASTAN, ARDAWAN (ALEMANIA)
Universitäts-Herzzentrum Freiburg-Bad Krozingen
SERRUYS, PATRICK W.
Imperial College (GRAN BRETAÑA)
SICOURI, SERGE (EE.UU.)
Masonic Medical Research Laboratory, Utica
THEROUX, PIERRE (CANADÁ)
University of Toronto, Ontario
TOGNONI, GIANNI (ITALIA)
Consorzio Mario Negri Sud, Santa Maria Imbaro, Chieti
VENTURA, HÉCTOR (EE.UU.)
Ochsner Clinical School-The University of Queensland School of Medicine, New Orleans
WIELGOSZ, ANDREAS (CANADÁ)
University of Calgary, Calgary, Alberta
ZIPES, DOUGLAS (EE.UU.)
Indiana University School of Medicine, Indianapolis

SOCIEDAD ARGENTINA DE CARDIOLOGÍA

COMISIÓN DIRECTIVA

Presidente

ALEJANDRO R. HERSHSON

Presidente Electo

HÉCTOR R. DESCHLE

Vicepresidente 1°

CLAUDIO R. MAJUL

Vicepresidente 2°

RODRIGO A. DE LA FABA

Secretario

RICARDO A. VILLARREAL

Tesorero

ENRIQUE FAIRMAN

Prosecretario

VERÓNICA I. VOLBERG

Protesorero

HÉCTOR R. GÓMEZ SANTA MARÍA

Vocales Titulares

BLANCA M. LOSADA

MARIO J. SZEJFELD

JULIO O. IBAÑEZ

CLAUDIA M. CORTÉS

Vocal Suplentes

MARÍA D. LUCONI

DAMIÁN E. HOLOWNIA

RICARDO LEÓN DE LA FUENTE

JORGE M. CASAS

Presidente Anterior

JOSÉ L. NAVARRO ESTRADA

Revista Argentina de Cardiología

La Revista Argentina de Cardiología es propiedad de la Sociedad Argentina de Cardiología.

ISSN 0034-7000 ISSN 1850-3748 versión electrónica - Registro de la Propiedad Intelectual en trámite

Full English text available. Indexada en SciELO, Scopus, Embase, LILACS, Latindex, Redalyc, Dialnet y DOAJ. Incluida en el Núcleo Básico de Revistas Científicas Argentinas del CONICET.

VOL 89 SUPLEMENTO 4 JUNIO 2021

Dirección Científica y Administración

Azcuénaga 980 - (1115) Buenos Aires / Tel.: 4961-6027/8/9 / Fax: 4961-6020 / e-mail: revista@sac.org.ar / web site: www.sac.org.ar

Atención al público de lunes a viernes de 13 a 20 horas

GUÍAS PARA LA RECOMENDACIÓN Y PRESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD FÍSICA EN ADULTOS PARA PROMOVER LA SALUD CARDIOVASCULAR VERSIÓN RESUMIDA

Fecha de finalización: abril, 2021
Sociedad Argentina de Cardiología
Consejo de Cardiología del Ejercicio
Área de Consensos y Normas

Director

Dr. Diego Iglesias

Codirector

Dr. Jorge Franchella

Coordinadores

Dras. Ivana Paz y Marcela Cabo Fustaret

Comité de Redacción

Dr. Gonzalo Díaz Babio
Dra. Marcela Cabo Fustaret
Dra. Eliana Filosa
Dr. Javier Meta
Dra. Claudia Bucay
Dra. Julieta Bustamante
Dra. Paula Stuart Presas
Dr. Alberto Marani
Dra. Graciela Brion
Dr. Enrique González Naya
Dra. María Belén Sotelo
Dr. Roberto Peidro
Dr. Marcelo País de Almeida
Dra. Sabrina Sciolini
Dra. Carolina Arriva
Dra. Noelia Rodríguez
Dr. Gerardo Sayavedra
Dra. Ivana Paz
Dra. Carolina Pappalettere
Dr. Oscar Mendoza
Dra. Carolina Oviedo
Dr. Ignacio Dávalos
Dr. Gustavo Castiello
Dr. Agustina Gelormini
Dr. Jorge Franchella
Dr. Diego Iglesias

Comité Revisor

Dr. Paul Thompson (EE. UU.)
Dr. Víctor Matsudo (Brasil)
Dra. Cecilia del Campo (Uruguay)
Dr. Martín Ibarrola
Dr. Gustavo Vieyra
Dr. Jorge Tartaglione

Los autores recomiendan citar el artículo de esta forma:

Iglesias D, Franchella J, Paz I, Cabo Fustaret M, Diaz Babio G, Filosa E, et al. Guías para la recomendación y prescripción de actividad física en adultos para promover la salud cardiovascular. Versión resumida. Sociedad Argentina de Cardiología. Rev Argent Cardiol 2021;89 (Suplemento 4):1-14

Guías para la recomendación y prescripción de actividad física en adultos para promover la salud cardiovascular

Versión resumida

SOCIEDAD ARGENTINA DE CARDIOLOGÍA

ÁREA DE CONSENSOS Y NORMAS 2020

Director: Dr. Maximiliano De Abreu^{MTSAC}

Sub-Director: Dr. Sebastián Peralta^{MTSAC}

Secretario: Dr. Mario Cesar Spennato^{MTSAC}

Vocales

Dra. Laura Antonietti^{MTSAC}

Dr. Fernando Garagoli

Dr. Ariel Kraselnik

Dr. Santiago Lynch

Dra. Paola Rojas

Dra. Milagros Seijo

Comité Asesor

Dr. Gustavo Giunta^{MTSAC}

Dr. Ignacio Bluro^{MTSAC}

Dr. Mariano Falconi^{MTSAC}

Las opiniones, pautas o lineamientos contenidos en los Consensos o Recomendaciones han sido diseñados y planteados en términos genéricos, a partir de la consideración de situaciones concebidas como un modelo teórico. Allí se describen distintas hipótesis alternativas para arribar a un diagnóstico, a la definición de un tratamiento y/o prevención de una determinada patología. De ningún modo puede interpretarse como un instructivo concreto ni como una indicación absoluta. La aplicación específica en el paciente individual de cualquiera de las descripciones generales obrantes en los Consensos o Recomendaciones dependerá del juicio médico del profesional interviniente y de las características y circunstancias que se presenten en torno al caso en cuestión, considerando los antecedentes personales del paciente y las condiciones específicas de la patología por tratar, los medios y recursos disponibles, la necesidad de adoptar medidas adicionales y/o complementarias, etc. La evaluación de estos antecedentes y factores quedará a criterio y responsabilidad del médico interviniente en la decisión clínica final que se adoptará.



Índice

Capítulo 1 Objetivo de estas guías	1
Capítulo 2 ¿Qué es la actividad física?.....	1
Capítulo 3 Sedentarismo.....	2
Capítulo 4 Beneficios de la actividad física.....	3
Capítulo 5 Tipos de actividad física.....	6
Capítulo 6 Entrenamiento.....	8
Capítulo 7 Precauciones antes de realizar actividad física.....	12
Capítulo 8 Conclusiones	13

Acrónimos

AHA	Asociación Americana del Corazón
ACSM	Colegio Americano de Medicina del Deporte
OMS	Organización Mundial de la Salud
AF	actividad física
HTA	hipertensión arterial
LDL	lipoproteína de baja densidad
HDL	lipoproteína de alta densidad
VLDL	lipoproteína de muy baja densidad
PAS	presión arterial sistólica.
PAD	presión arterial diastólica
HIIT	entrenamiento intervalado de alta intensidad
IMC	índice de masa corporal
MET	equivalentes metabólicos de trabajo
CRF	<i>fitness</i> cardiorrespiratorio
ON	óxido nítrico
eNOS	óxido nítrico sintasa endotelial
VO₂max	consumo máximo de oxígeno
1-RM	1 repetición máxima
CO₂	dióxido de carbono
FC	frecuencia cardíaca
PA	presión arterial
FC máx.	frecuencia cardíaca máxima
EPP	evaluación preparticipativa
ECG	electrocardiograma
SEC	Sociedad Europea de Cardiología
COI	Comité Olímpico Internacional
PEG	prueba ergométrica graduada

Guías para la recomendación y prescripción de actividad física en adultos para promover la salud cardiovascular

Versión resumida

CAPÍTULO 1

Objetivos de estas guías

El objetivo de estas guías es llegar al cardiólogo de consultorio y a todos los especialistas de cardiología que, en su práctica diaria, deban tener en cuenta, tanto en el interrogatorio y la anamnesis como luego en la recomendación, conceptos derivados de la medicina de la actividad física para la salud y el deporte.

Esta será una guía breve, práctica y concreta de aplicación simple y útil para todos los cardiólogos y demás profesionales de la medicina; en otra oportunidad, nos abocaremos a recomendaciones de un nivel científico de mayor complejidad, o incluso, a recomendaciones adecuadas a la comunidad.

Pero a diferencia de la mayoría de las publicaciones referidas a cardiología del ejercicio y el deporte, **queremos en estas guías enfatizar la prescripción y recomendación del ejercicio destinada a la prevención cardiovascular que se efectúa en el consultorio.** En ese marco, pretendemos dar sencillas herramientas para que el cardiólogo o médico que realiza el apto físico pueda ofrecerle al paciente lineamientos generales acerca de cuál sería la intensidad adecuada para el inicio del ejercicio, dependiendo de sus antecedentes y condición física actual. Esto le permitirá al médico no subestimar ni sobreestimar las condiciones del paciente y recomendar un nivel de esfuerzo-actividad física adecuado.

Tratándose de una guía práctica sobre recomendación y prescripción de ejercicio, campo en el cual los ensayos clínicos no son frecuentes, solo en algunos casos se establecieron las recomendaciones siguiendo las categorías vigentes del área de Consensos de la SAC.

Clase de recomendación de acuerdo con la siguiente clasificación:

- Clase I: condiciones para las cuales existe evidencia y/o acuerdo general en que el procedimiento o tratamiento es beneficioso, útil y eficaz.
- Clase II: condiciones para las cuales existe evidencia conflictiva y/o divergencia de opinión acerca de la utilidad/eficacia del procedimiento o tratamiento.
- Clase IIa: el peso de la evidencia/opinión es a favor de la utilidad/eficacia.
- Clase IIb: la utilidad/eficacia está menos establecida por la evidencia/opinión.
- Clase III: condiciones para las cuales existe evidencia y/o acuerdo general acerca de que el procedimiento o tratamiento no es útil/eficaz y, en algunos casos, puede llegar a ser perjudicial.

Nivel de evidencia sobre la cual se basa la recomendación consensuada:

- Nivel de evidencia A: evidencia sólida, proveniente de estudios clínicos aleatorizados o metaanálisis. Múltiples grupos de poblaciones en riesgo evaluados. Acuerdo general en la dirección y magnitud del efecto.
- Nivel de evidencia B: evidencia derivada de un solo estudio clínico aleatorizado o de grandes estudios no aleatorizados. Limitados grupos de poblaciones en riesgo evaluados.
- Nivel de evidencia C: consenso u opinión de expertos y/o estudios pequeños, estudios retrospectivos, registros.

CAPÍTULO 2

¿Qué es la actividad física?

En la actualidad, no quedan dudas de que “estar en movimiento” brinda múltiples beneficios para la salud a cualquier edad, en diferentes volúmenes e intensidades y en personas que presentan o no factores de riesgo o enfermedades preexistentes.

Si bien hoy contamos con mayor cantidad de herramientas para promover y facilitar la práctica de actividad física, es difícil lograr una adecuada adherencia de la población. Esta problemática, de alcance mundial, en la Argentina preocupa, dado que más de la mitad de la población no realiza el mínimo de actividad física para tener un hábito saludable. Esto es muy importante, ya que una insuficiente actividad física tiene un gran impacto como causa de morbimortalidad mundial

Definiciones

La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera **actividad física** (AF) a cualquier movimiento corporal que genere un gasto de energía. Existen distintos tipos de actividad física: las que se realizan en la vida cotidiana (caminar, las tareas del hogar), las que se realizan de forma recreativa y lúdica (jugar, bailar), como deporte (paddle, fútbol) y con fines profesionales (al formar parte de federaciones o participar en competencias nacionales/internacionales, donde existe un pago).

Vale la pena diferenciar este concepto del de **ejercicio**, definido como todo gesto que tiene un formato específico, que puede ser planificado, estructurado, repetitivo, y cuyo propósito directo es la mejora o el mantenimiento del estado físico. Los niños incorporan rápidamente los ejercicios aprendidos filogenéticamente y pueden reptar y trepar con facilidad, sin que se les haya enseñado a hacerlo. Correr, en cambio, corresponde al desarrollo ontogénico del ejercicio a través de la especie.

Por último, se considera **deporte** a la sucesión de actividades que contienen una estructura específica y un reglamento (tenis, hockey, atletismo), que pueden realizarse de forma recreativa, competitiva y de alto rendimiento.

Cuando hablamos de las recomendaciones mínimas de actividad física para mantener un hábito saludable, hablamos de aquellas actividades que generan movilidad corporal y gasto energético que mejora la salud. A partir de este concepto, podremos plantearnos algunos interrogantes: ¿cuánta actividad física se debe realizar?, ¿cuál es la cantidad mínima recomendada para obtener algún beneficio sobre la salud?, ¿qué lugar ocupa el sedentarismo?, ¿qué beneficios se pueden obtener?

Las recomendaciones de la OMS para mejorar o mantener la salud detallan que debería cumplirse un mínimo de 150 minutos semanales de actividad física de intensidad moderada o 75 minutos semanales de actividad física de intensidad alta. Se observan mayores beneficios con niveles de entrenamiento cercanos a los 300-450 minutos semanales.

El riesgo del comportamiento sedentario va a depender, asimismo, de la cantidad e intensidad de actividad física realizada en el tiempo activo; las personas físicamente activas pueden tener una morbimortalidad moderada a elevada por pasar la mayor parte del día sentadas.

CAPÍTULO 3

Sedentarismo

El sedentarismo o comportamiento sedentario remite a la **falta de movimiento en las actividades realizadas durante las horas de vigilia** (por ejemplo, en el lugar de trabajo o ambiente doméstico, en el tiempo de ocio, en los desplazamientos) **que comporta un nivel bajo de consumo energético (1 a 1,5 veces el metabolismo basal)**. Es decir, se refiere a las actividades que no requieren casi ningún esfuerzo, como el estar sentado, recostado o mirando televisión. Esta falta de precisión ha llevado a analizar y cuantificar las conductas sedentarias desde diferentes perspectivas; la más frecuente es estudiando el tiempo invertido en conductas sedentarias (pantallas de televisión, videojuegos u ordenador) mediante cuestionarios, o analizando más específicamente el tiempo que se transcurre sentado durante la jornada laboral o viajando en algún medio de transporte. Los cuestionarios tienen la ventaja de poder ser autoadministrados, de poder valorar tiempos más extensos y de poder diferenciar qué tipo de actividad se está realizando. En la última década, se han incorporado instrumentos de medida objetiva, como los acelerómetros.

Conducta sedentaria y sarcopenia

El término sarcopenia se encuentra muy emparentado con el de fragilidad y longevidad, básicamente porque afecta la función y calidad de vida de los adultos añosos, y, además, comparte similares métodos de evaluación clínica. Si bien se conocen distintas definiciones de sarcopenia, la relacionada con la pérdida de la masa o la función muscular, o ambas, es la más cercana a la idea de conductas sedentarias. No debemos pasar por alto a la denominada obesidad sarcopénica (coexistencia de sarcopenia y obesidad), cuya prevalencia varía entre el 4% y el 20%. Diferentes estudios han mostrado que los añosos con elevada cantidad de grasa corporal y poca masa muscular presentan las tasas más altas de discapacidades.

La implementación de AF programada y sistemática para prevenir los efectos deletéreos del sedentarismo es:

Grado de recomendación	Nivel de evidencia
I	A

CAPÍTULO 4

Beneficios de la actividad física

Distintos trabajos epidemiológicos han evidenciado que la actividad física tiene un efecto protector frente a la incidencia de las enfermedades cardiovasculares, la hipertensión, el infarto, la obesidad, la diabetes, la osteoporosis y algunos cánceres. También mejora la capacidad funcional, el estado de ánimo y el estado psicológico en general, a la vez que retrasa las enfermedades y la incapacidad de la edad avanzada.

Beneficios de la actividad física en la enfermedad cardiovascular y el metabolismo

Los efectos beneficiosos del ejercicio físico sobre la salud cardiovascular se desarrollan a partir de sus acciones sobre los factores de riesgo y el endotelio, con la consecuente disminución del riesgo de enfermedad cardiovascular y de mortalidad.

Ejercicio y metabolismo de la glucosa

El ejercicio incrementa los niveles de G-6-P en el músculo esquelético, acompañado de un incremento de GLUT4, de hexoquinasas y de la actividad de la glucógeno sintasa, lo que finalmente mejora la tolerancia a la glucosa y reduce los niveles de glucemia. Lo destacado es que lo hace a través de la AMP3 quinasa, un compuesto diferente de los utilizados por la insulina, lo que lo vuelve un excelente mecanismo sinérgico.

Se han observado reducciones de hasta el 35% en el riesgo de desarrollar diabetes tipo 2 en personas activas y disminución en la tasa de aparición de complicaciones de la diabetes en pacientes sometidos a planes de ejercicios físicos.

En un metaanálisis que incluyó 37 investigaciones referidas al efecto del ejercicio aeróbico solo y asociado a ejercicios de sobrecarga muscular pudo observarse la reducción de los niveles de glucemia y de hemoglobina glucosilada. El ejercicio también estuvo asociado a un mejor control de los triglicéridos, de la circunferencia de la cintura y de la presión sistólica en pacientes con diabetes tipo 2.

Ejercicio y lípidos

Existe abundante evidencia a favor del ejercicio aeróbico como un método efectivo para reducir los niveles plasmáticos de lípidos y mejorar el pronóstico de la enfermedad cardiovascular. También se demostraron descensos de la lipasa hepática, en asociación con reducciones de las LDL y cambios en las subfracciones de las HDL, específicamente, en el pasaje de HDL2 a HDL3. La actividad física también produce incrementos de la actividad de la lecitín colesterol aciltransferasa, que interviene en la esterificación del colesterol libre de la subfracción HDL3, con incrementos en HDL2, de acción ateroprotectora. Además, se ha demostrado y es mayoritariamente aceptado que el ejercicio induce la reducción de las concentraciones plasmáticas de triglicéridos.

Con respecto a los efectos del ejercicio sobre los lípidos, es importante mencionar un estudio observacional y longitudinal sobre la trayectoria de los lípidos a lo largo de la vida y su relación con la aptitud física cardiorrespiratoria medida en ergometría. Se ha realizado un seguimiento de 11.418 hombres de 20 a 90 años, sanos y sin dislipidemia basal, que fueron incorporados al Aerobic Center Longitudinal Study desde 1970 hasta 2006, y se demostró que la mejoría de la aptitud cardiorrespiratoria puede retrasar el inicio de la dislipidemia, ya que las curvas de evolución de los valores de colesterol a lo largo de la vida demuestran que aquellos con menor aptitud tuvieron un riesgo mayor de presentar colesterol elevado a edades más tempranas. Más aún, los hombres con aptitud baja alcanzaron concentraciones anormales de HDL alrededor de los 20 a 25 años, mientras que aquellos con capacidad funcional alta lo hicieron en forma tardía.

Ejercicio y control de la presión arterial

Luego de realizar actividad física se verifica una disminución de la PA, tanto en personas normotensas como en hipertensas. La magnitud del descenso puede ser tal que pacientes con HTA recuperan niveles normales de PA.

En un metaanálisis, se investigaron los efectos del ejercicio agudo sobre la respuesta de la PA. Hubo cambios significativos en las cifras de PA, con una reducción de 4.8 mmHg para la PA sistólica (PAS) y 3.2 mmHg para la PA diastólica (PAD). Los estudios epidemiológicos demuestran que una disminución de 2 mmHg en la PAS conduce a una reducción del 6% de la mortalidad por accidente cerebrovascular y del 4% por enfermedad coronaria, y una disminución de 5 mmHg provoca una reducción de la mortalidad por estas enfermedades del 14% y el 9%, respectivamente. Por lo tanto, los resultados de este estudio confirman el rol indudable del ejercicio como parte de la terapia no farmacológica de la HTA.

Esta reducción transitoria de la PA posefuerzo solo dura unas pocas horas y se recuperaría luego del descanso. Sin embargo, los beneficios de la actividad física también existen a largo plazo debido a un efecto crónico del ejercicio que muestra cambios significativos en la PA entre los sujetos que lo realizan.

Estudios aleatorizados y controlados demostraron descensos significativos de la PA con la adherencia a planes de ejercicio físico. También hay clara evidencia de que en sujetos normotensos que realizan actividad física de manera regular, el riesgo de desarrollar HTA disminuye entre un 35% y un 70%.

La AHA y el ACSM consideran que los ejercicios de sobrecarga muscular, dentro de un plan combinado con ejercicios aeróbicos, son útiles y seguros para el paciente con HTA.

Ejercicio y control del peso

El ejercicio puede favorecer el descenso del peso corporal, pero, principalmente, actúa facilitando la reducción del porcentaje de grasa con aumentos de la masa magra.

La frecuencia y la duración de las sesiones de ejercicio están relacionadas con el proceso de modificación de la composición corporal y su mantenimiento en el tiempo. El ejercicio se asocia con mejoras en el perfil de riesgo cardiovascular, aunque no se produzcan descensos significativos de peso. Las evidencias científicas demuestran que los ejercicios físicos de intensidad moderada (150 a 250 minutos por semana) son efectivos para prevenir el aumento de peso, pero tendrían poca efectividad para disminuir el sobrepeso actual, a menos que se asocien con una restricción calórica moderada a alta. Volúmenes mayores de actividad física (superiores a 250 minutos por semana) se asociaron con pérdidas de peso significativas. La asociación de ejercicios de sobrecarga muscular con ejercicios aeróbicos y dinámicos podría generar pérdidas de masa grasa y aumentos de masa magra, que se asocian con reducciones del riesgo para la salud.

La morbimortalidad de individuos obesos que realizan actividad física es 30% menor con respecto a la de sus pares sedentarios y al comparar obesos entrenados con sedentarios delgados, esta relación se mantiene.

Como conclusión, se puede afirmar que el entrenamiento físico, independientemente de la pérdida de peso, proporciona numerosos beneficios para la salud, especialmente en personas con sobrepeso y obesidad en riesgo de contraer enfermedades cardiovasculares o con enfermedades cardiovasculares actuales.

En muchos casos, se hace necesario indicar ejercicios con menor impacto, como la bicicleta fija o las actividades acuáticas. Los ejercicios de elección son los dinámicos que emplean amplios territorios musculares y se realizan con metabolismo predominantemente aeróbico. Está indicada la asociación con ejercicios de sobrecarga muscular, ya que el músculo es un tejido metabólicamente más activo que las grasas. La masa muscular promueve un gasto calórico, aún en reposo, que colabora con el sostenimiento de la pérdida de peso.

El beneficio de la actividad física sistemática y programada sobre los principales factores de riesgo cardio-metabólicos es:

Grado de recomendación	Nivel de evidencia
Ila	B

Beneficios cardiovasculares del ejercicio

El ejercicio ha demostrado beneficios en múltiples aspectos de la función y salud cardiovascular.

Los individuos físicamente activos tienen menores niveles de presión arterial, mayor sensibilidad a la insulina y un perfil lipídico más favorable. También se han demostrado efectos cardíacos positivos, con mejoramiento de la función cardíaca y reducción de la frecuencia cardíaca basal y del desarrollo de arritmias, cambios conocidos como “corazón de atleta”.

Quince minutos de ejercicio al día, disminuyen en un 14% la tasa de muerte por cualquier causa. Un aumento del CRF (*fitness* cardiorrespiratorio) de 1 MET disminuye el riesgo de enfermedad cardiovascular en un 15% (8% a 35%, según las series). La fuerza de prensa, evaluada por *hand-grip*, también mostró determinar una disminución de la mortalidad cercana al 18%.

Adaptaciones cardíacas

La adaptación funcional más relevante es la mejoría del gasto cardíaco, esto se logra por el agrandamiento de las dimensiones cardíacas, la mejoría de la contractilidad y el aumento de la volemia, lo que conlleva un mayor llenado de las cavidades cardíacas y un mayor volumen sistólico. El gasto cardíaco se adapta a las demandas metabólicas del organismo y puede aumentar de 5 ml/min en reposo hasta 30 o 40 ml/min en personas entrenadas.

Estudios experimentales han demostrado que los primeros cambios adaptativos cardíacos (tras 6 meses de entrenamiento) se explican por el aumento de la masa cardíaca, sin cambios en el volumen de fin de diástole, y luego de 3 meses más de entrenamiento comenzarían a hacerse evidentes los cambios en el volumen de fin de diástole, con retorno a una relación masa ventricular/volumen cardíaco normal.

Los distintos tipos de ejercicio se relacionan con distintos fenotipos cardíacos. El ejercicio aeróbico o de *endurance* se caracteriza por manejar altos gastos cardíacos por tiempos prolongados, con disminución de las

resistencias periféricas (carreras de larga distancia, ciclismo, natación), mientras que el entrenamiento de fuerza se caracteriza por comprender episodios cortos, repetidos e intensos de aumento súbito de las resistencias periféricas, con ligeros aumentos del gasto cardíaco (levantamiento de pesas). Estas diferencias hemodinámicas se traducen en diferentes cambios cardíacos. Por ejemplo, el ejercicio aeróbico se asocia a hipertrofia excéntrica del ventrículo izquierdo y también del ventrículo derecho debido a los altos volúmenes que maneja, sin alterar la función, mientras que el ejercicio de fuerza genera hipertrofia concéntrica con diámetro de fin de diástole normal, pero aumento de la masa cardíaca.

En cuanto al impacto genético, se ha demostrado que el ejercicio activa genes específicos involucrados en el crecimiento celular, la actividad mitocondrial, el metabolismo de ácidos grasos y la génesis de ATP.

Consumo de oxígeno

Uno de los cambios característicos del ejercicio sobre la función cardíaca es el descenso de la frecuencia cardíaca en reposo (bradicardia sinusal) y en la realización de ejercicio en márgenes submáximos. Esto se puede explicar por un aumento sustancial de la actividad del tono vagal y un ligero descenso del tono simpático.

Un cambio relevante del ejercicio es el aumento del contenido mitocondrial y la desaturación de la hemoglobina en el músculo esquelético, lo que aumenta la capacidad oxidativa de aquel. Esto se traduce en una mayor diferencia de oxígeno arterio-venosa debido a una mayor extracción tisular, mediada, principalmente, por un aumento en la densidad vascular del músculo, es decir, mayor número de arteriolas por unidad contráctil en corte transversal, y también mayor número de mitocondrias y mayor capacidad oxidativa por parte de estas.

Capacidad funcional

En el estudio de Myers y otros, se evaluó a más de 6200 pacientes con y sin enfermedad cardiovascular y se analizó la mortalidad y sus factores asociados. Luego de la edad, los MET alcanzados en la prueba ergométrica fue la principal variable asociada. Tanto Myers y coautores como Kokinos y coautores concluyen que por cada MET obtenido aumenta un 12% la sobrevida.

En un metaanálisis que abarcó más de 100.000 participantes, Kodama y otros describen que por cada MET aumentado de la capacidad física (CRF, por sus siglas en inglés) existe una reducción del 13% y 15% en la morbilidad por cualquier causa y cardiovascular, respectivamente.

Adaptaciones vasculares

Endotelio

El *shear stress* o “fuerza de rozamiento” es la fuerza de fricción sobre el endotelio generada por el paso de la sangre. Este estímulo, que se ve incrementado por el ejercicio, aumenta la actividad de la enzima óxido nítrico sintasa vascular (eNOS).

El ON también estimula la síntesis de factores proangiogénicos (como el VEGF), para la formación de circulación colateral. En síntesis, el ejercicio aumenta la expresión de eNOS, aumenta su activación y reduce su remoción mediante los ROS, lo que potencia los efectos beneficiosos del ON en el sistema vascular.

Homeostasis

En la sangre se producen varios cambios inducidos por el ejercicio. Uno de los primeros cambios se relaciona con el volumen plasmático. Durante el ejercicio, debido a la pérdida de calor y la sudoración, se genera una disminución del volumen plasmático, este estímulo activa la cascada de renina-angiotensina-aldosterona, que estimula la síntesis de albúmina y la hipervolemia subsiguiente. Una sola sesión de entrenamiento puede aumentar el volumen plasmático un 10-12% en 24 horas. La serie roja también aumenta su síntesis, sobre todo a partir de los 15 días, pero lo hace en menor proporción. Esto genera un ligero estado de anemia relativa, dado, básicamente, por el aumento del volumen plasmático, con un porcentaje de hematocrito que es un 1% menor en pacientes entrenados con respecto a los sedentarios.

En cuanto a la intensidad del ejercicio, la evidencia muestra que el ejercicio de baja intensidad (<49% VO_{2max}) no afecta la reactividad plaquetaria y la coagulación, y sí estimula la actividad fibrinolítica. El ejercicio moderado (50-74% VO_{2max}) inactiva la reactividad plaquetaria y estimula la fibrinólisis, sin afectar el estado general de coagulación. El ejercicio intenso (>75% VO_{2max}), sobre todo en agudo, aumenta la reactividad plaquetaria y la coagulación, a la vez que estimula la fibrinólisis.

El beneficio de la actividad física sistemática y programada sobre la capacidad funcional (MET o VO_{2max}) es:

Grado de recomendación	Nivel de evidencia
IIa	B

El beneficio de la actividad física sistemática y programada sobre la función endotelial y la inflamación sistémica es:

Grado de recomendación	Nivel de evidencia
IIa	C

CAPÍTULO 5

Tipos de actividad física

Según el tipo y la forma de las contracciones musculares

Isométrico o estático: involucra contracciones musculares sin movimiento articular (mantener un peso en altura, *hand grip*). Genera mayores sobrecargas de presión sobre el músculo cardíaco con menor incremento de frecuencia y mayor aumento de la presión arterial. Por lo tanto, puede observarse hipertrofia concéntrica en el músculo cardíaco como adaptación a largo plazo, sin dilatación de cavidades cardíacas.

Isotónico o dinámico: implica movimientos articulares debido a contracciones concéntricas y excéntricas (caminar, trotar, correr). En el corazón, se generan mayores sobrecargas de volumen que de presión, con aumentos de frecuencia cardíaca y, en menor medida, de presión arterial. Como adaptación a largo plazo, se puede observar un incremento en la masa cardíaca a expensas de hipertrofia excéntrica, con dilatación de las 4 cavidades cardíacas.

Los tipos de ejercicios, ya sean estáticos o dinámicos, se pueden clasificar en esfuerzos de **intensidades** leves, moderadas o altas

Con relación a los esfuerzos estáticos (involucrados mayormente en los ejercicios de fuerza muscular), se considerarán de intensidad leve a los que desarrollen contracciones musculares por debajo del 30% de una repetición máxima, 1-RM (RM: máxima carga tolerable en una repetición), de intensidad moderada a los que desarrollen contracciones musculares entre el 30% y el 60% de 1-RM, y de intensidad alta a los esfuerzos superiores al 60% de 1-RM.

Con relación a los esfuerzos dinámicos, se considerarán ejercicios de intensidad baja a aquellos realizados a una intensidad menor del 50% del consumo máximo de oxígeno ($VO_{2máx}$), de intensidad moderada a aquellos realizados entre el 50% y el 75% del $VO_{2máx}$, y de intensidad alta a esfuerzos mayores del 75% del $VO_{2máx}$.

De acuerdo con la forma de desarrollar los esfuerzos en el tiempo, los ejercicios pueden clasificarse como:

Continuos: existen movimientos uniformes y repetitivos, con niveles sostenidos y similares de intensidad, que persisten durante un tiempo programado.

Intervalados: implican esfuerzos que se modifican en las cargas en función de su duración e intensidad, con pausas, por lo tanto, son discontinuos. Este tipo de esfuerzos se suelen aplicar *durante el entrenamiento* a fin de incrementar el volumen total y la intensidad relativa de la carga, por lo que, finalmente, generan mayor tensión/estrés cardiovascular y metabólico.

Intermitentes: los cambios de intensidad y la duración de las cargas no son uniformes en el tiempo.

Se indica otra clasificación, según la forma de desarrollar los esfuerzos en el tiempo:

Cíclicos: predominan ejercicios continuos o intervalados, en los cuales la acción motriz principal implica movimientos repetitivos. Por ejemplo, las carreras de larga y corta distancia (maratón, carreras con velocidad continua, natación, remo, ciclismo, triatlón, etc.)

Acíclicos: implican deportes en los que la secuencia del movimiento no es única, sino que integra variaciones de intensidad y funciones (frenos, cambios de dirección y velocidad) en forma irregular durante el ciclo de movimiento, por ejemplo, los lanzamientos en atletismo, deportes de equipo, de combate, gimnasia artística.

Actividad física mediante ejercicios isotónicos

Los **ejercicios isotónicos** son aquellos **ejercicios** que requieren una contracción muscular (acortar y alargar un músculo) en su ejecución y un movimiento articular.

Los ejercicios isotónicos implican una contracción tanto concéntrica como excéntrica. Correr, realizar flexiones, dar saltos o sostener un peso muerto son **ejemplos de ejercicios isotónicos**.

Ventajas de los ejercicios isotónicos

- Aumentan la fuerza y potencia muscular
- Favorecen la circulación
- Estimulan la oxigenación de los músculos

Actividad física mediante ejercicios isométricos

La palabra **isométrico** significa ‘de igual medida’; se compone del prefijo ‘isos’ (equivalente a ‘igual’) unido a la palabra ‘métrico’, que alude a ‘medida’.

Los **ejercicios isométricos** implican contracciones de un músculo o de un grupo de músculos en particular. Durante los ejercicios isométricos, la longitud del músculo no se modifica visiblemente y la articulación afectada no se mueve.

El ejercicio isométrico hace referencia a la tensión de un músculo y su mantenimiento en una posición estacionaria, al tiempo que se mantiene la tensión. Este tipo de ejercicio es especialmente útil para personas que se están recuperando de lesiones que limitan el espectro de movimientos.

Se denominan **isométricos pasivos** aquellos ejercicios en los que únicamente se resiste un peso o se mantiene una posición (por ejemplo, realizar una dominada), sin realizar movimiento en la mitad del recorrido, hasta llegar al agotamiento de los músculos.

Existen diferentes metodologías para llevar a cabo los ejercicios isométricos:

- **Isométrico máximo:** realización de repeticiones isométricas con una duración de 3-6 segundos.
- **Isométrico hasta la fatiga:** mantenimiento de la posición durante un mínimo de 20 segundos, o hasta que no se pueda continuar.

Ventajas de los ejercicios isométricos

- Aumentan la fuerza muscular
- Aumentan la potencia muscular (en menor medida que los isotónicos)
- Ayudan a trabajar el equilibrio
- Son menos lesivos para las articulaciones
- Permiten trabajar músculos y fibras profundas
- Permiten realizar un trabajo intenso en muy poco tiempo
- No requieren la utilización de material deportivo (por ejemplo, pesas).

Actividad física mediante ejercicios de características “cíclicas”

Un movimiento es “**cíclico**” cuando este se repite una y otra vez, es decir, cuando el objeto en movimiento pasa una y otra vez por el mismo punto (ciclo). Los ejercicios cíclicos se caracterizan por seguir un mismo patrón de movimiento de manera constante. Ejemplo de esto son el atletismo, la natación, el ciclismo, el remo, etc.

Los ciclos sirven para provocar un desplazamiento continuo. Esto determina que, en los deportes cíclicos, se esté en la búsqueda de un rendimiento en actividades de desplazamiento.

Actividad física mediante ejercicios de características “acíclicas”

Hace referencia a movimientos con cambios de dirección, intensidad, velocidad y distancia. A tener en cuenta:

- Tiene componentes técnicos, tácticos y psicológicos.
- Las intensidades de ejecución van de bajas a muy altas velocidades, con cambios que se producen de manera muy abrupta.
- El esquema motor está sometido a estímulos intensos de corta duración y rápida recuperación.

Actividad física mediante ejercicios de características “intervaladas”

El entrenamiento intervalado implica la repetición de períodos de trabajo cortos o largos de una intensidad bastante alta (igual o superior a la máxima capacidad de estado estable de lactato), intercalados con períodos de recuperación (activa, con ejercicio suave, o pasiva).

Objetivos del método interválico

El objetivo del **método interválico** es lograr un aumento en el volumen de entrenamiento a una intensidad determinada, que con un método de entrenamiento continuo no lograríamos alcanzar. De esta manera, al dividir el esfuerzo en fracciones más pequeñas e introducir pausas, podemos correr durante más tiempo a una intensidad alta. Esto produce una mayor adaptación del organismo, sobre todo en términos cardiovasculares y metabólicos.

Características del método interválico

El rasgo diferencial del método interválico respecto de otros métodos es la alternancia de fases de carga y de recuperación, como hemos visto anteriormente.

Se indican y definen a continuación, de forma esquemática, los principales componentes de cada una de las fases:

- **Carga:** Es la cantidad de trabajo hecha, su efecto sobre el cuerpo y el efecto psicológicamente percibido del deportista.

- **Intensidad del estímulo:** Es el grado de exigencia o esfuerzo de cada intervalo. En corredores de fondo, podemos expresarlo en ritmo (min/km).
- **Duración del estímulo:** Es el tiempo (o la distancia) que dura cada uno de los intervalos.
- **Volumen de los estímulos:** Es la suma total de la duración de los intervalos, el tiempo o la distancia total de esfuerzo.
- **Recuperación:** La recuperación nos permite eliminar parte de la fatiga provocada por los estímulos anteriores y, de esta forma, mantener una intensidad alta durante más tiempo que en entrenamientos continuos. La recuperación viene determinada por la intensidad/duración de los intervalos, es decir, debe ser proporcional a la carga y debe permitir la eliminación de la fatiga en grado suficiente para poder mantener la intensidad del siguiente estímulo. La recuperación puede ser:
 - **Estática o pasiva:** Se realiza de forma estática o con escaso movimiento (andando o moviéndose en el sitio). Es recomendable para entrenamientos de muy alta intensidad o para corredores con poca experiencia. Permite una disminución más rápida de la frecuencia cardíaca.
 - **Dinámica o activa:** Se realiza disminuyendo en forma brusca la intensidad del esfuerzo que estamos realizando, pero sin detenerlo del todo. La frecuencia cardíaca no baja tan rápidamente, por lo que este tipo de recuperación es a menudo más larga que cuando es estática. Se suele emplear para métodos más largos y con atletas con un poco de experiencia.
- **Organización:** La relación entre el volumen de la carga y el volumen de la recuperación es lo que determinaría la **densidad** del entrenamiento. Los intervalos se pueden organizar en:
 - **Repeticiones:** Es el número de veces que aplicamos un estímulo (número de intervalos). Ejemplo: 12 x 400 m. rec.: 1'30''
 - **Series:** Podemos agrupar un determinado número de repeticiones en varias series (grupos de repeticiones), con una pausa mayor entre las series y las repeticiones. Ejemplo: 3 x 4 x 400 m. rec.: 1'30-3'.

Actividad física mediante ejercicios de características intervaladas

El **ejercicio intermitente** (EI) es una forma de entrenamiento deportivo cuyo foco de acción radica en mantener al deportista en una franja de consumo máximo de oxígeno durante toda la sesión de ejercicios, de modo de maximizar su incidencia tanto en la capacidad de resistencia al esfuerzo como en la quema total de calorías.

El ejercicio intermitente puede ser considerado un régimen de entrenamiento similar al ejercicio intervalado, en el que se alternan períodos de descanso con rutinas de esfuerzo, pero llevado a cabo de un modo más intenso, con pausas más breves para el reposo y picos más altos de esfuerzo sostenido.

El **ejercicio intermitente** propone la alternancia de zonas de alto esfuerzo (15 segundos a la máxima intensidad) con pausas brevísimas para el reposo (20 segundos al 60% de la capacidad máxima del individuo), de modo de no permitir el descenso total del ritmo cardíaco, sino hasta el final del entrenamiento. Un ejemplo de este es el método Tabata.

CAPÍTULO 6

Entrenamiento

Entrenamiento físico

Es un acondicionamiento fisiológico eficaz, que requiere estímulos físicos debidamente programados, planificados y ejecutados en forma repetitiva con el objetivo de inducir adaptaciones estructurales, funcionales y metabólicas para mejorar el rendimiento de un sujeto en actividades físicas específicas.

Los principios generales del entrenamiento son los siguientes

Principio de la individualidad.

Principio de la especificidad.

Principio de la reversibilidad.

Principio de la sobrecarga progresiva.

Principio de la variación.

Los principios individuales, referidos a la prescripción del ejercicio de acuerdo con las Guías del ACSM, comprenden:

1. Tipo o modo (por ejemplo, aeróbico o de fuerza-resistencia).
2. Frecuencia (cuántos estímulos en la unidad de tiempo, día o semana).

3. Intensidad (de la sobrecarga, se describen por lo menos 7 formas de expresar la intensidad: gasto energético por unidad de tiempo; nivel absoluto de ejercicio o potencia de salida en kilográmetros, watts, etc.; porcentaje del consumo de oxígeno en relación con el umbral anaeróbico, por arriba, por debajo o a su nivel; en porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima; en múltiplos de una unidad metabólica de reposo, MET; en una escala de percepción del esfuerzo).
4. Duración (tiempo) de cada sesión.
5. Volumen (cantidad).
6. Progresión (incremento en el tiempo, habitualmente semanas o meses, de alguno de los principios anteriores o adición de un nuevo tipo).

A estos puede sumarse el principio de la densidad (relación entre el tiempo de trabajo o entrenamiento y el tiempo de descanso o recuperación, a mayor intensidad de entrenamiento, mayor tiempo de recuperación).

Volumen

Definimos el volumen como el producto de la frecuencia, la intensidad y el tiempo (duración) del ejercicio. Cuando hay combinación de tipos o modos de entrenamiento, por ejemplo, de entrenamiento aeróbico y de fuerza-resistencia, el volumen semanal total es la combinación de ambos, o podemos expresarlos como volúmenes individuales. Simplificado, es la cantidad de ejercicio (por ejemplo, en un entrenamiento de musculación, es el número de repeticiones por set y el número total de sets por semana). Una forma de estimarlo es mediante la duración de un tipo de entrenamiento, en minutos (unidad de tiempo), en la semana. Una medida que incorpora la intensidad son los METs por minutos totales por semana. Podría también expresarse en gasto calórico semanal.

Siempre que planeamos el volumen en un plan de entrenamiento, tenemos que tener en consideración que volumen es inversamente proporcional a intensidad. Esto quiere decir que cuanto mayor es la intensidad de un estímulo, menor será su duración, y viceversa. Esta premisa es muy importante a la hora de planificar la progresión del volumen de entrenamiento.

En términos de salud, los estudios epidemiológicos muestran una asociación dosis-respuesta entre el volumen y la salud, o los beneficios de la *fitness*.

Algunos datos complementarios para prescribir ejercicio son:

- Duración del descanso interseries
- Duración de cada repetición
- Volumen semanal de repeticiones
- Influencia del orden de los ejercicios
- Alta carga versus baja carga
- Fraccionamiento del volumen

Progresión del entrenamiento del volumen

Para lograr mejorías progresivas en un plan de entrenamiento, hay que establecer un plan de progresión, a fin de lograr las adaptaciones específicas de acuerdo con las metas establecidas. La progresión dependerá del tipo o modo de estímulo que se entrene. En el caso de las cargas aeróbicas, a las 4-6 semanas de inicio de un plan, se podrá incrementar 5 a 10 minutos la duración de cada sesión. En un adulto, se podrán ir sumando aumentos posteriores cada 1-2 semanas. Pasado el mes de entrenamiento regular, también puede incrementarse gradualmente la intensidad; de este modo, combinando tiempo e intensidad en 4 a 8 meses, se pueden alcanzar las metas planeadas. Los meses hasta alcanzar las metas dependerán del grado de acondicionamiento basal del individuo (cuanto más desacondicionado, más lenta será la progresión) y de la edad. En el adulto mayor, es recomendable extender los plazos de progresión. Para el entrenamiento de fuerza-resistencia, la progresión en tiempo es similar, pero las variables a incrementar pueden ser la carga, donde se aconsejan incrementos del 2% al 10%, o un incremento de las repeticiones por serie de 1-2. La tercera variable de ajuste posible es el tiempo de recuperación entre series (lo habitual para entrenamiento de baja a moderada carga es de 1-2 minutos, para cargas altas, 3-5 minutos). La otra variable de progresión es el número de sesiones semanales, que para la población general es de 2 a 3 para planes iniciales, y de 3 a 4 para planes intermedios. La variable velocidad de ejecución queda reservada a los atletas, no a la población general.

Una vez alcanzadas las metas de entrenamiento, es aconsejable trazar un plan de mantenimiento, donde podemos bajar el volumen a expensas de bajar el tiempo, pero sosteniendo la intensidad.

Intensidad

En términos de la fisiología del ejercicio, la intensidad es la magnitud del esfuerzo a realizar por un individuo y se encuentra estrechamente relacionada con el volumen y la densidad. La intensidad se expresa en porcentaje del máximo esfuerzo y se puede clasificar, en forma general, en:

- Leve 50-60%
- Moderada 60-70%
- Alta 80-85%
- Muy alta >85%

Intensidad en el entrenamiento de la fuerza muscular

Al igual que en los ejercicios de resistencia, en el entrenamiento de la fuerza, se debe estimar la intensidad del esfuerzo con el fin de lograr los objetivos deseados y también evitar excesos o errores en la magnitud del estímulo.

Para esto se utilizan métodos de evaluación directos e indirectos, con test realizados en laboratorio o en campo.

En el apartado que se encuentra al final del capítulo se menciona el test de referencia de 1 repetición máxima (1-RM) y su estimación en forma indirecta.

Densidad

Quizás un componente muy poco tratado en la bibliografía (incluso muchas veces infravalorado) y sobre el cual pesa, en gran medida, la eficiencia del proceso de entrenamiento deportivo es el de la densidad, que básicamente se entiende como el tiempo de reposo entre ejercicios, o, mejor dicho, la relación trabajo-pausa, esto es, entre el tiempo de esfuerzo y la duración de la pausa de recuperación, reposo o descanso entre ejercicios. La densidad se aplica fundamentalmente a los ejercicios de carga.

Tiene como objetivo y como rol fundamental eliminar el cansancio (descanso completo) y permitir los procesos de adaptación (descanso eficaz) al programa de entrenamiento. Tanto es así que la disminución del tiempo de recuperación entre varios estímulos ocasiona fenómenos de acumulación de fatiga debido a la insuficiente recuperación, lo cual modifica la eficacia del entrenamiento.

Cuando se aplica una densidad de estímulo óptima, se asegura la efectividad de la carga y se evita que se presente un agotamiento por sobreentrenamiento.

Esta relación trabajo-pausa (densidad) puede ser durante la micropausa (entre series), la macropausa (entre ejercicios), o incluso en la intersesión (entre bloques).

La alteración de esta relación, alargando o acortando la duración de la pausa de recuperación respecto de la duración del esfuerzo, incidirá en las respuestas metabólicas, hormonales y cardiovasculares, así como en las adaptaciones provocadas por los estímulos de entrenamiento.

Frecuencia

La frecuencia de la actividad física es el número de días por semana dedicados a un programa de ejercicio. Es importante para obtener beneficios en la salud y el estado físico, y varía dependiendo de la intensidad de este. En lo que respecta a la actividad aeróbica, se recomienda una frecuencia de 3 a 5 días a la semana para la mayoría de los adultos, según la intensidad. El ejercicio debe limitarse inicialmente a 3 o 4 días por semana y aumentar su frecuencia hasta 5 o más días solamente si la actividad resulta agradable y es tolerada físicamente, para evitar lesiones músculo-esqueléticas que podrían derivar del ejercicio vigoroso. Se puede realizar una combinación semanal de 3 a 5 días de ejercicio de intensidad moderada y vigorosa, que puede ser más adecuado para la mayoría de las personas. Las mejoras en la aptitud cardiorrespiratoria disminuyen con frecuencias menores de 3 días a la semana, y la mejora se ameseta con más de 5 días a la semana, siempre teniendo en cuenta que el riesgo de lesiones y eventos cardiovasculares adversos es más alto en las personas que no realizan actividad física de forma regular y en aquellos no acostumbrados que realizan ejercicio vigoroso.

Para la fuerza muscular, particularmente si no se está entrenado o se está entrenado recreativamente (esto es, si no se participa de un programa de entrenamiento formal), una persona debe realizar ejercicios con peso de cada grupo muscular principal (es decir, los grupos musculares del pecho, hombros, parte superior e inferior de la espalda, abdomen, caderas y piernas) 2-3 veces por semana, con al menos 48 horas de separación entre las sesiones de entrenamiento para el mismo grupo muscular, para que sea efectivo. Todos los grupos musculares se pueden entrenar en la misma sesión, o se pueden entrenar grupos musculares seleccionados en cada sesión.

Recomendación para actividad física aeróbica

Se recomienda ejercicio aeróbico de intensidad moderada realizado al menos 5 días a la semana, o de intensidad vigorosa realizado al menos 3 días a la semana, o una combinación semanal de 3 a 5 días de ejercicio de intensidad moderada y vigorosa para la mayoría de los adultos, para lograr y mantener beneficios de salud y estado físico.

Recomendación de frecuencia de entrenamiento muscular

Se recomienda el entrenamiento con peso de cada grupo muscular importante 2-3 días a la semana con al menos 48 h de separación entre las sesiones de entrenamiento para el mismo grupo muscular para todos los adultos.

Recomendación de ejercicios de flexibilidad y neuromotores

Se recomienda realizar ejercicios de flexibilidad $\geq 2-3$ días a la semana; el ejercicio de flexibilidad diario más efectivo es aquel que dura al menos 10 minutos practicado cada día, sobre todo en mayores de 65 años.

Para personas mayores, se recomiendan ejercicios neuromotores que involucren equilibrio, agilidad, coordinación y marcha, con una frecuencia $\geq 2-3$ días a la semana.

Entrenamiento intervalado de alta intensidad

El entrenamiento intervalado de alta intensidad, o **HIIT**, por sus siglas en inglés (*High Intensity Interval Training*), es un método que combina sesiones repetidas de corta duración, compuestas por intervalos prefijados de ejercicios de alta intensidad (mayor o igual al 90% del $VO_{2m\acute{a}x}$) con otros de recuperación, que involucran ejercicios de leve a moderada intensidad, o bien, pausas incompletas.

La duración de la sesión efectiva es de 20 minutos, aunque puede ser mayor si se considera la entrada en calor y la vuelta a la calma.

El HIIT originalmente fue ideado para optimizar el rendimiento de atletas de alto nivel. Sin embargo, en los últimos años, se ha vuelto muy atractivo en otras aéreas como en el *fitness* y la salud (para la prevención primaria y secundaria, y, en actual estudio, en rehabilitación cardiovascular), por su efectividad en relación con el tiempo invertido y los beneficios alcanzados a corto plazo.

El HIIT es un entrenamiento extremadamente intenso, en el cual un individuo trabaja al límite de su capacidad física máxima. Esto produce mejoras en la función cardiorrespiratoria y metabólica y en el rendimiento físico, pero requiere un buen estado físico y mental previo para poder llevarlo a cabo.

Presenta los mismos beneficios que el ejercicio de moderada intensidad de modo continuo o intervalado. Si bien se lo considera un método más eficiente, podría desencadenar eventos cardiovasculares en individuos con patologías subclínicas por trabajar en umbrales isquémicos o, en menor medida, por producir lesiones por sobreentrenamiento.

Siempre hay que tener presente que el mejor método de entrenamiento es aquel que consiga la adherencia, con el mayor beneficio y el menor riesgo, y que respete la individualidad.

Evaluación de la fuerza muscular

Métodos directos e indirectos

Al iniciar un plan de entrenamiento de sobrecarga, es necesario conocer el valor máximo o el 100% de la capacidad de fuerza que tiene un individuo, y para obtener este dato se deben realizar evaluaciones o test específicos. El más conocido en esta área es el test directo de 1 repetición máxima (1-RM), que se define como la mayor cantidad de peso que se puede levantar con una técnica correcta una sola vez. Si bien es la metodología más aceptada para determinar la fuerza máxima en un ejercicio y grupo muscular específico, se requiere de una preparación y una predisposición mental, para lo que no todas las personas están preparadas. Es así que en personas sedentarias o con mala condición física, se utilizan métodos de medición indirecta. Estos son formas de estimar esa RM sin tener que llegar a hacer el esfuerzo que requiere el test directo. Son aplicables a cualquier tipo de ejercicios, aunque se prefieren los ejercicios de grandes grupos musculares.

En estos casos, se estima la RM en función del número de veces que se haya levantado un peso bajo determinadas condiciones, y luego se aplican diversas fórmulas que han sido diseñadas por distintos autores, para el cálculo del porcentaje. Las que mejor correlación tienen son:

- Fórmula de Brzycki: $\%1\text{-RM} = \text{peso} / [1,0278 - (0,0278 \times n.^{\circ} \text{ de repeticiones})]$
- Fórmula de Lander: $\%1\text{-RM} = \text{peso} / [1,013 - (0,0267123 \times n.^{\circ} \text{ de repeticiones})]$

A partir de este dato, que corresponde al 100% del valor de referencia, se puede ajustar la intensidad en función de la zona de entrenamiento objetivo.

CAPÍTULO 7

Precauciones antes de realizar actividad física

Examen físico preparticipativo

Es conocido que el ejercicio físico, en especial si es intenso, incrementa transitoriamente a más del doble el riesgo de eventos cardiovasculares y, en particular, la muerte súbita de causa cardíaca. Aunque esta es infrecuente, es ampliamente difundida por los medios de comunicación y suele provocar inquietud en toda la comunidad.

Para que una población o individuo pueda iniciar un programa de actividad física o deportiva, se debe facilitar su acceso y tener conocimiento de los aspectos básicos de prescripción de ejercicios y de lo que es la evaluación preparticipativa (EPP). Además, se deben tener en cuenta algunos aspectos importantes, con el fin de minimizar riesgos cardiovasculares y osteomusculares.

El objetivo de la EPP en la población general es definir la aptitud y el riesgo individual para realizar deporte o una actividad física de manera segura, sea esta recreativa o competitiva; además, ayuda al médico evaluador en la derivación adecuada y precoz con el especialista indicado, según las patologías potenciales o reales detectadas.

Protocolos de evaluación médica en actividad física y deporte

Existen diferencias entre Europa y los EE. UU. respecto de cómo realizar la EPP en atletas jóvenes. La principal diferencia se halla en la realización o no de un ECG de reposo de 12 derivaciones en forma rutinaria. En Europa y basándose en la experiencia italiana, se incluye un ECG de reposo de 12 derivaciones. En EE. UU., siguiendo las guías de la Asociación Americana del Corazón de 2007, se señala la conveniencia de realizar la evaluación preparticipativa en deporte y que esta debe considerar 12 elementos, 8 de los cuales corresponden a un cuestionario sobre historia personal y familiar y otros 4 a un examen físico básico, sin la inclusión obligatoria del ECG. Una sola respuesta positiva o alteración del examen físico hace necesaria la derivación a un control por especialistas.

Por su parte, la Sociedad Europea de Cardiología (SEC), en su recomendación de 2005, ha propuesto como metodología de evaluación preparticipativa para deportistas jóvenes la realización de una evaluación clínica similar a la americana, agregando un electrocardiograma de reposo.

En cuanto a la utilidad del electrocardiograma, la propuesta de la SEC y del Comité Olímpico Internacional (COI) señala que este examen puede permitir el diagnóstico de hasta el 60-70% de las causas de muerte súbita, entre las que se destacan la miocardiopatía hipertrófica, la miocardiopatía arritmogénica de ventrículo derecho, los síndromes QT largo y QT corto, la enfermedad de Lenegre, los síndromes de Brugada y de Wolff-Parkinson-White. En particular, en cuanto a la miocardiopatía hipertrófica –principal causa de muerte súbita–, el electrocardiograma permite sospechar el diagnóstico hasta en el 90% de los casos. Así, en la serie italiana se encontraron 22 casos de miocardiopatía hipertrófica, de los cuales solo 5 (22%) presentaban soplo, antecedentes familiares o ambos, y 18 casos (82%) presentaban un electrocardiograma anormal, lo que determina una capacidad de diagnóstico un 77% superior al modelo americano.

En relación con los hallazgos en los electrocardiogramas de reposo en deportistas, múltiples estudios han descrito una gran variedad de alteraciones atribuibles al entrenamiento, la más frecuente es la bradicardia sinusal (50% a 85% de los casos), algunas veces con frecuencias menores de 40 latidos por minuto. Se ha detectado arritmia y pausas sinusales en el 14% a 69% de los estudios, además se han identificado alteraciones de conducción AV consideradas menores, como bloqueos de primer grado y segundo grado tipo Mobitz I, con una incidencia de entre el 6% y el 33% de los casos; estos hallazgos son más frecuentes entre quienes practican disciplinas predominantemente aeróbicas. En este contexto, es muy importante realizar un adecuado diagnóstico diferencial entre una patología y la adaptación al entrenamiento conocido como corazón de atleta, para distinguir adecuadamente entre quienes requieren la suspensión de la práctica deportiva y quienes no tienen limitación para ello. Se pueden solicitar otros estudios cardiológicos de acuerdo con los hallazgos de la evaluación inicial, como un ecocardiograma doppler, pero no constituyen un requisito inicial de la evaluación.

Evaluación de la aptitud física

La aptitud física o capacidad funcional de una persona puede ser evaluada a través de las pruebas de ejercicio, como la prueba ergométrica graduada (PEG), cuya unidad de medición es el MET, o a través del consumo máximo de oxígeno en la prueba de ejercicio cardiopulmonar. La capacidad funcional ha sido propuesta como un nuevo signo vital. Esta permite conocer y medir la aptitud física del paciente y recomendar un nivel de esfuerzo en la actividad física o el deporte basándose en datos fidedignos y medibles, y no en estimaciones.

Para utilizar los datos de la PEG y así determinar la aptitud física, se tomarán dos valores como referencia: la FC máxima (FcMax) y los MET alcanzados.

Utilizando los MET, podemos clasificar a los pacientes en 4 categorías y recomendar distintos niveles de AF:

MET alcanzados	Grado de aptitud física	Ejemplo de actividad sugerida de inicio
<7	Vida diaria dinámica	Caminata/trote suave
Entre 7 y 9	Activo	Trote/ciclismo intensidad moderada
Entre 10 y 13	Fitness	Running/musculación
>13	Deportista	Deportes en general

Por otro lado, la FcMax obtenida en la prueba de esfuerzo será útil para realizar la actividad física de forma segura. Para esto mismo se recomendará iniciar el ejercicio a un 20% por debajo de la FcMax alcanzada en la PEG.

El beneficio de la evaluación precompetitiva o preparticipativa en la prevención de eventos cardiovasculares, incluida la muerte súbita, es:

Grado de recomendación	Nivel de evidencia
IIa	B

CAPÍTULO 8

Conclusiones

A lo largo de estas guías hemos establecido pautas de menor a mayor complejidad con el fin de guiar al médico cardiólogo en la prescripción del ejercicio en su consultorio, en distintos escenarios. Además, hemos proporcionado la valoración científica que justifica su utilización. Nuestro norte fue facilitar la puesta en marcha de una de las principales estrategias de promoción de la salud cardiovascular y de la prevención de la enfermedad aterosclerótica. El desafío para aquellos que utilicen estas guías será su implementación, para lo cual hay que vencer numerosas barreras conductuales, económicas, sociales y culturales (entre tantas). Esperamos, al menos, haber contribuido a vencer las barreras científicas para facilitar la recomendación del ejercicio, como una forma de sumar a los médicos en el empleo de este recurso, indudablemente eficaz, seguro y económico.

Bibliografía

1. Helmerhorst HJF, Wijndaele K, Brage S, Wareham NJ, Ekelund U. Objectively Measured Sedentary Time May Predict Insulin Resistance Independent of Moderate and Vigorous Intensity Physical Activity. *Diabetes* 2009;58:1776-1779.
2. Healy GN, Winkler EAH, Owen N, Anuradha S, Dunstan DW. Replacing sitting time with standing or stepping: associations with cardio-Metabolic risk biomarkers. *European Heart Journal* 2015;36:2643-2649.
3. King AC, Whitt-Glover MC, Marquez DX, Buman MP, Napolitano MA, Jakicic J, et al. Physical Activity Promotion: Highlights from the 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee Systematic Review. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2018.
4. Chaput JP, Olds T, Tremblay MS. Public health guidelines on sedentary behavior are important and needed: a provisional benchmark is better than no benchmark at all. *Br J Sports Med* 2018;Vol 0(No 0).
5. Diaz KM, Howard VJ, Hutto B, Colabianchi N, Vena JE, Safford MM, et al. Patterns of sedentary behavior and mortality in U.S. middle-aged and older adults: A national cohort study. *Ann Intern Med* 2017;167(7):465-475.
6. Young DR, Hivert MF, Alhassan S, Camhi SM, Ferguson JF, Katzmarzyk PT, et al. Sedentary Behavior and Cardiovascular Morbidity and Mortality. A Science Advisory from the American Heart Association. *Circulation* 2016;134:00-00. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000440
7. Munyombwe T, Lovelace R, Green M, Norman P, Walpole S, Hall M, et al. Association of prevalence of active transport to work and incidence of myocardial infarction: A nationwide ecological study. *EJPC* 2019;0(00):1-8. DOI: 10.1177/2047487319876228
8. Krokstad S, Ding D, Grunseit AC, Sund ER, Lingaas Holmen T, Rangul V, et al. Multiple lifestyle behaviours and mortality, findings from a large population-based Norwegian cohort study - The HUNT Study. *BMC Public Health* 2017;17:58. DOI 10.1186/s12889-016-3993-x
9. Bowden Davies KA, Pickles S, Sprung VS, Kemp GJ, Alam U, Moore DR, et al. Reduced physical activity in young and older adults: Metabolic and musculoskeletal implications. *Ther Adv Endocrinol Metab* 2019;(10):1-15.
10. Ekelund U, Steene-Johannessen J, Brown WJ. Does physical activity attenuate, or even eliminate, the detrimental association of sitting time with mortality? A harmonized Meta-analysis of data from more than 1 million men and women. *Lancet*. 2016;388:1302-1310.
11. Consenso de Recomendaciones para la Participación en Deportes Competitivos en Personas con Anormalidades Cardiovasculares, Sociedad Argentina de Cardiología, Consejo de Ergometría y Rehabilitación Cardiovascular. *Rev Argent Cardiol* 2013; 81 Suplemento 3: 1-63

12. Paffenbarger RS Jr, Blair SN, Lee IM. A history of physical activity, cardiovascular health and longevity: the scientific contributions of Jeremy N Morris, DSc, DHP, FRCP. *Int J Epidemiol.* 2001; 30:1184-92.
13. Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ, Rubin RR, et al. Exercise and Type 2 Diabetes. The American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement executive summary. *Diabetes Care* 2010;33: 147-67.
14. Chudyk A, Petrella R. Effects of exercise on cardiovascular risk factors in type 2 diabetes: A Meta-analysis. *Diabetes Care* 2011;34:1228-37.
15. Raso V, Paschalis V, Natale VM, Greve JM. Moderate resistance training program can reduce triglycerides in elderly women: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc* 2010;58:2041-3.
16. Park Y, Sui X, Liu J, Zhou H, Kokkinos P, Lavie C, et al. The effect of cardiorespiratory fitness on age-related lipids and lipoproteins. *J Am Coll Cardiol* 2015 19;65:2091-100.
17. Luk T, Dai Y, Siu C, Yiu KH, Chan H, Fong D, et al. Habitual physical activity is associated with endothelial function and endothelial progenitor cells in patients with stable coronary artery disease. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2009;16:464-71.
18. Piercy KL, Troiano RP, Ballard RM, Carlson SA, Fulton JE, Galuska DA et al. The physical activity guidelines for americans. *JAMA.* 2018;320(19):2020-2028.
19. Ratamess NA, Alvar BA, Evetoch TK, Housh TJ, Kibler WB, Kraemer WJ, et al. Position Stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009.41(3):687-708.
20. Fragala MS, Cadore EL, Dorgo S, Izquierdo M, Kraemer WJ, Peterson MD, Ryan ED. Resistance training for older adults: position statement from the national strength and conditioning association. *J Strength Cond Res.* 2019;33(8):2019-2052.
21. Schoenfeld BJ, Ogborn DI, Vigotsky AD, Franchi MV, Krieger JW. Hypertrophic effects of concentric vs eccentric muscle actions. A systematic review and meta-analysis. *J Strength Cond Res.* 2017;31:2599-2608.
22. Sharman, J. E., La Gerche, A., & Coombes, J. S. (2014). Exercise and Cardiovascular Risk in Patients with Hypertension. *American Journal of Hypertension*, 28(2), 147–158. doi:10.1093/ajh/hpu191
23. Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med.* 2002;346(11):793-801. doi:10.1056/NEJMoa011858
24. Kokkinos, P., Myers, J., Faselis, C., Panagiotakos, D. B., Doumas, M., Pittaras, A., Fletcher, R. Exercise Capacity and Mortality in Older Men: A 20-Year Follow-Up Study. *Circulation.* 2010 122(8), 790–797. doi:10.1161/circulationaha.110.938852
25. Kodama, S. (2009). Cardiorespiratory Fitness as a Quantitative Predictor of All-Cause Mortality and Cardiovascular Events in Healthy Men and Women. *JAMA*, 301(19), 2024. doi:10.1001/jama.2009.681
26. Ramos JS, Dalleck LC, Tjonna AE, Beetham KS, Coombes JS. The impact of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on vascular function: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 2015;45(5):679-692. doi:10.1007/s40279-015-0321-z
27. Wewege M, Thom J, Rye K-A, Parmenter B, Aerobic, resistance or combined training: A systematic review and meta-analysis of exercise to reduce cardiovascular risk in adults with metabolic syndrome, Atherosclerosis (2018), doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2018.05.002.
28. Cardinot, T. M., Lima, T. M., Moretti, A. I. S., Koike, M. K., Nunes, V. S., Cazita, P. M., Souza, H. P. (2016). Preventive and therapeutic moderate aerobic exercise programs convert atherosclerotic plaques into a more stable phenotype. *Life Sciences*, 153, 163–170. doi:10.1016/j.lfs.2016.04.007
29. Aengevaeren VL, Mosterd A, Braber TL, et al. Relationship Between Lifelong Exercise Volume and Coronary Atherosclerosis in Athletes. *Circulation.* 2017;136(2):138-148.
30. Fiuza-Luces C, Garatachea N, Berger NA, Lucia A. Exercise is the real polypill. *Physiology (Bethesda).* 2013;28(5):330-358. doi:10.1152/physiol.00019.2013.
31. Pescatello LS, Arena R, Riebe D and Thompson P. ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription. Ninth edition 2014. chapter 7 General principles of exercise prescription. 162-193. Baltimore MD USA. Lippincott Williams & Wilkins
32. Kenney WL, Wilmore JH and Costill DL. *Physiology of Sports and Exercise.* Seventh edition 2020. Chapter 9. Principles of exercise training. 227-245. Champaign, IL USA. Human Kinetics.
33. Garber CE, Blissmer B, Deschnes MR, Franklin A, Lamonte MJ, Lee IM, et al. Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults. Guidance for Prescribing Exercise. Position Stand American College of Sport Medicine. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(7):1334-59.
34. Piercy KL, Troiano RP, Ballard RM, Carlson SA, Fulton JE, Galuska DA, et al. The Physical Activity Guidelines for Americans. *JAMA.* 2018;320(19):2020-2028.
35. Reed JL and Pipe AL. Review. Practical Approaches to Prescribing Physical Activity and Monitoring Exercise Intensity. *Can J Cardiol.* 2016;32:514-522.
36. Gellish RL, Goslin BR, Olson RE, McDonald A, Russi GD and Moudgil VK. Longitudinal modeling of the relationship between age and maximal heart rate. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39:822-829.
37. Milanović Z, Sporiš G, Weston M. Effectiveness of High-Intensity Interval Training (HIT) and Continuous Endurance Training for VO₂max Improvements: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Trials. *Sports Med.* 2015;45(10):1469-1481.
38. Alberto Asenjo, Cayetano Bellomio, Luisa Díaz, Natacha González. Recommendations for cardiovascular evaluation before sports participation. *Rev Fed Arg Cardiol.* 2017; 47(2): 105-107.
39. Mont L, Pelliccia A, Sharma S, et al. Pre-participation cardiovascular evaluation for athletic participants to prevent sudden death: Position paper from the EHRA and the EACPR, branches of the ESC. Endorsed by APHRS, HRS, and SOLAECE. *Eur J Prev Cardiol* 2017; 24 (1): 41-69.
40. Maron B, Friedman R, Kligfield P, et al. Assessment of the 12-lead electrocardiogram as a screening test for detection of cardiovascular disease in healthy general populations of young people (12-25 years of age): a scientific statement from the American Heart Association and the American College of Cardiology. *J Am Coll Cardiol* 2014; 64: 1479-1514.