



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

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 (EEUU)
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

Azuénaga 980 - (1115) Buenos Aires / Tel.: 4961-6027/89 / 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

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.

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

Año de finalización: 2020
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):1-52



Índice

Capítulo 1 Objetivo de estas guías	1
Capítulo 2 ¿Qué es la actividad física?.....	2
Capítulo 3 Sedentarismo.....	5
Capítulo 4 Beneficios de la actividad física.....	9
Capítulo 5 Beneficios cardiovasculares de la actividad física.....	18
Capítulo 6 Tipos de actividad física.....	26
Capítulo 7 Entrenamiento.....	32
Capítulo 8 Precauciones antes de realizar actividad física.....	43
Capítulo 9 Algunos ejemplos prácticos.....	50
Capítulo 10 Conclusiones	52

Acrónimos

AHA	Asociación Americana del Corazón
ACSM	Colegio Americano de Medicina del Deporte
OMS	Organización Mundial de la Salud
ECNT	enfermedades crónicas no transmisibles
IAM	infarto agudo de miocardio
ACV	accidente cerebrovascular
HTA	hipertensión arterial
DMTII	diabetes mellitus tipo 2
CT	colesterol total
C- LDL	lipoproteína de baja densidad
C- HDL	lipoproteína de alta densidad
C-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
BMC	contenido mineral óseo.
CDC	Centro de Control y Prevención de Enfermedades
CRF	<i>fitness</i> cardiorrespiratorio
ON	óxido nítrico
ONS	óxido nítrico sintasa
eNOS	óxido nítrico sintasa endotelial
FMD	vasodilatación arterial mediada por flujo
VO₂max	consumo máximo de oxígeno
1-RM	una repetición máxima
CO₂	dióxido de carbono
GC	gasto cardíaco
VS	volumen sistólico
FC	frecuencia cardíaca
PA	presión arterial
Lpm	latidos por minuto
FC máx	frecuencia cardíaca máxima
EPP	evaluación preparticipativa
MS	muerte súbita
DAVD	displasia arritmogénica del ventrículo derecho.
MH	miocardiopatía hipertrófica
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

CAPÍTULO 1

Objetivos de estas guías

Autores: Jorge Franchella y Diego Iglesias

Desde los años 70, luego de la reunión de Alma-Ata, surge en la medicina el concepto de prevención basado en los factores de riesgo, y, consecuentemente las denominadas enfermedades crónicas no transmisibles. Esto significó un salto de calidad en atención primaria, ya que se suman a la prevención tradicional de las enfermedades infecciosas. En los años 90, la Asociación Americana del Corazón (American Heart Association, AHA) y el Colegio Americano de Medicina del Deporte (American College of Sports Medicine, ACSM) emiten en conjunto la consigna de realizar al menos 30 minutos de actividad física diaria para combatir el sedentarismo. Esta pauta podría cumplirse dividiendo la actividad física en dos tramos de 15 minutos cada uno o en tres tramos de 10 minutos cada uno.

Llevamos ya muchos años con este tipo de desafío y la población incorpora cada vez más la consigna. Aun así, el sedentarismo constituye hoy uno de los factores de riesgo más importantes por el volumen de población que involucra.

En nuestra formación de pregrado, los médicos recibimos capacitación para el diagnóstico de salud, pero el plan curricular no está adaptado todavía para que el profesional aprenda las bases de la evaluación de aptitud y adquiera los conocimientos elementales en dicha área. Tampoco lo está para proveer la sistemática de recomendación de actividad física.

Es por ello que el Consejo de Cardiología del Ejercicio de la Sociedad Argentina de Cardiología se propuso desarrollar estas guías prácticas de recomendaciones de actividad física para un **corazón saludable**.

El objetivo es llegar al cardiólogo de cabecera 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, durante 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 la cardiología del ejercicio y el deporte, queremos en estas guías enfatizar la prescripción y recomendación del ejercicio en la prevención cardiovascular en el consultorio. Pretendemos dar herramientas sencillas 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 evitar subestimar o, por el contrario, sobreestimar las condiciones del paciente y recomendar un nivel de esfuerzo-actividad física oportuno.

En los capítulos que siguen se enumeran y desarrollan generalidades sobre los beneficios de la actividad física y, en particular, para la salud cardiovascular. Además, se presenta una clasificación de las distintas actividades físicas y deportivas, un esquema básico del método de prescripción de entrenamiento físico y las precauciones que se deben tener antes de realizar actividad física. Cada capítulo finaliza con una breve síntesis y con la bibliografía sugerida. Por último, esta guía proporciona algunos ejemplos prácticos basados en los esquemas propuestos.

Para confeccionar esta guía hemos convocado a un extenso grupo de profesionales nacionales, de reconocida trayectoria en el campo de la cardiología del ejercicio. El núcleo central del Comité de Redacción estuvo conformado por miembros del Consejo de Cardiología del Ejercicio de la Sociedad Argentina de Cardiología (SAC). Para conformar el Comité Revisor, se invitó a reconocidos expertos nacionales e internacionales. En forma independiente del Comité de Redacción, el Comité Revisor le dio el aval definitivo al documento, luego de que se introdujeran algunas sugerencias, debidamente revisadas por el Comité de Redacción. El criterio de elaboración de las guías se basó en las Guías de Práctica Clínica AGREE-II. (1)

Tratándose de una guía práctica sobre recomendación y prescripción de ejercicio, campo en el cual los ensayos clínicos no son frecuentes, solo en los capítulos 3, 4, 5 y 8 se establecieron las recomendaciones siguiendo las categorías vigentes del área de Consensos de la SAC. (2)

1. <https://www.agreetrust.org/wp-content/uploads/2017/12/AGREE-II-Users-Manual-and-23-item-Instrument-2009-Update-2017.pdf>

2. Reglamento para la elaboración de Guías de Práctica Clínica. Sociedad Argentina de Cardiología 2014. <http://www.sac.org.ar/wp-content/uploads/2015/08/reglamento-para-desarrollo-de-guias-clinicas.pdf>. (acceso 01/03/2018)

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.

Si cada lector encuentra en estas Guías un recurso que amplía su enfoque a la hora de llevar adelante la consulta médica, del mismo modo que si despierta su curiosidad por profundizar en esta especialidad, habremos logrado nuestro objetivo.

- 1. Capítulo 1: Objetivo de estas guías**
- 2. Capítulo 2: ¿Qué es la actividad física?**
- 3. Capítulo 3: Sedentarismo**
- 4. Capítulo 4: Beneficios de la actividad física**
- 5. Capítulo 5: Beneficios cardiovasculares de la actividad física**
- 6. Capítulo 6: Tipos de actividad física**
- 7. Capítulo 7: Entrenamiento**
- 8. Capítulo 8: Precauciones antes de realizar actividad física**
- 9. Capítulo 9: Algunos ejemplos prácticos**
- 10. Capítulo 10: Conclusiones**

CAPÍTULO 2

¿Qué es la actividad física?

Autores: Gonzalo Díaz Babio, Eliana Filosa y Javier Meta

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, no quedan dudas de que “estar en movimiento”, en diferentes volúmenes e intensidades, brinda múltiples beneficios para la salud a cualquier edad 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 morbilidad mundial (ver capítulo 3, “Sedentarismo”).

Todos los trabajadores de la salud debemos promover el bienestar general e integral de las personas. Por ello, intentaremos dar herramientas para poder abordar todos los aspectos de la actividad física, que se profundizarán en capítulos posteriores.

Definiciones

La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera **actividad física** 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, limpiar el hogar), las que se realizan de forma recreativa y lúdica (jugar, bailar), o como deporte (*paddle*, fútbol), y aquellas que se hacen con fines laborales (al formar parte de federaciones o participar en competencias de carácter nacional/internacional, 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 y 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. Asimismo, los deportes pueden subclasificarse en individuales (por ej., el tenis, donde uno mismo es responsable de las victorias y los fracasos) o de conjunto (por ej., el *hockey*; estos mejoran la conducta social y estimulan la integración y el trabajo en equipo); en deportes de colisión (*rugby*, básquet) o sin colisión (tenis, vóley); en aquellos que se realizan con el propio cuerpo (atletismo, salto), con un objeto (remo, golf), contra un tanteador con suma de puntos (*handball*, vóley) o contrarreloj, para mejorar tiempos o una marca específica (atletismo, ciclismo) (ver capítulo 6, “Tipos de actividad física”).

También hay otras actividades, como las practicadas en gimnasios, las clasificadas como *indoor* o *outdoor*, etc.

La actividad física nos ofrece un sinfín de opciones y es necesario que la elección se adecue lo más posible a los intereses y gustos del paciente.

Planteo

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 mejoran la salud. A partir de este concepto, podemos plantearnos algunos interrogantes: ¿Cuánta actividad física se debe realizar? ¿Cuál es la cantidad mínima de actividad física que se debe recomendar para que el paciente obtenga algún beneficio en su salud? ¿Qué lugar ocupa el sedentarismo? ¿Qué beneficios se pueden obtener?

Desarrollo

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. A las personas “poco activas”, se les puede recomendar que comiencen con 30 minutos de actividad física diaria, al menos 5 días por semana. Sin embargo, dicha actividad continúa siendo beneficiosa aun si se realiza en fracciones, acumulando los minutos a lo largo del día, por ejemplo, 10 minutos de caminata a paso rápido tres veces al día, o 20 minutos por la mañana y 10 más por la tarde. Estas actividades pueden incorporarse a la rutina diaria laboral, escolar, doméstica o lúdica. Algunas rutinas simples como subir por escaleras, ir al trabajo en bicicleta o bajarse del colectivo algunas paradas antes, para completar el recorrido caminando, permiten ir acumulando actividad física a lo largo del día. El agregado de ejercicios de fuerza muscular y flexibilidad potencia los beneficios en la salud y las capacidades físicas.

En los niños, estas recomendaciones son más exigentes: estos deben acumular al menos 60 minutos diarios de actividad física para alcanzar un desarrollo saludable.

Sobre la base de las recomendaciones descritas surge el concepto de “actividad física insuficiente”, esto es, no tener una vida mínimamente activa. A diferencia de este, el término “sedentarismo” se refiere estrictamente a la cantidad de horas de sedestación, es decir, las horas en las que se permanece sentado, tanto por razones laborales como recreativas. El sedentarismo conlleva un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular y mortalidad por cualquier causa. El riesgo del comportamiento sedentario va a depender, asimismo, de la cantidad e intensidad de la actividad física realizada en el tiempo activo. Esto significa que una persona físicamente activa puede tener una morbilidad moderada a elevada por pasar la gran mayoría de su día sentada.

En cuanto al volumen de cualquier tipo de actividad física que se vaya a indicar, debemos tener en cuenta que siempre se aconseja una progresión gradual, tanto del volumen como de la intensidad del ejercicio. No nece-

sariamente más es mejor. En ocasiones, “más” es pasar un límite fisiológico peligroso en relación con el proceso de entrenamiento. El concepto debería enfocarse en ir “de menor a mayor” en la complejidad e intensidad de la actividad, así como, idealmente, se debería llevar una vida activa durante todo el año (o durante la mayor parte de este).

Es importante considerar la realización de un chequeo médico antes de que el paciente comience a realizar actividad física para evaluar su aptitud y así poder recomendar los ejercicios que colaboren a mejorar su salud, evitando el empeoramiento de alguna condición de salud preexistente o la aparición de posibles lesiones deportivas. Sin embargo, recomendamos no demorar el inicio de la actividad física en individuos sanos que van a realizar una actividad de intensidad leve a moderada, teniendo en cuenta la ocasional dificultad de conseguir turno para un chequeo a la brevedad. Esto vale por la bajísima probabilidad de complicaciones y el riesgo de “oportunidad perdida”, dado que puede interpretarse el chequeo como un obstáculo más, que compromete la adherencia.

Los beneficios de realizar actividad física a cualquier edad y de manera regular son indudables. Llevar una vida activa no solo se relaciona con una mejora en la percepción del bienestar, sino que además disminuye, por ejemplo, la incidencia de sobrepeso, obesidad, diabetes mellitus, hipertensión arterial y dislipidemia, así como también de enfermedades cardiovasculares (IAM, ACV) e incluso de algunos tipos de cáncer.

CONCLUSIÓN

Aumentar la actividad física es una necesidad no solo individual, sino de las sociedades. Según la OMS, esto exige una perspectiva poblacional, multisectorial, multidisciplinaria y culturalmente idónea. La importancia de desarrollar políticas que apunten a fomentar poblaciones activas físicamente radica en el bajo porcentaje de la población que cumple con las recomendaciones de actividad física que tienen algún beneficio para la salud, además del crecimiento sostenido de factores de riesgo y enfermedades crónicas no transmisibles.

A lo largo de los capítulos de este documento, esperamos aclarar algunos conceptos para lograr una visión más clara de la importancia de la actividad física para lograr un mejor estado de salud y bienestar.

Capítulo 2: ¿Qué es la actividad física?

Actividad física (AF) es cualquier movimiento corporal que genere un gasto energético, por lo tanto, desarrollamos actividad física a diario: en las tareas del hogar/vida cotidiana, como deporte, durante las actividades recreativas y aquellas que realizamos con fines laborales.

Minimizar el tiempo diario transcurrido en las actividades en sedestación disminuye el riesgo cardiovascular.

Las recomendaciones mínimas de AF para la salud son de por lo menos 150 minutos semanales de AF de moderada intensidad o de 75 minutos semanales de AF intensa en adultos >18 años (asociando ejercicios de fuerza y flexibilidad). En niños y adolescentes, es conveniente promover 60 minutos diarios de AF.

Realizar algún tipo de actividad física mejora el perfil de riesgo cardiovascular, al actuar sobre factores de riesgo como la hipertensión arterial (HTA), la dislipidemia (DLP), la diabetes mellitus tipo II (DMTII), la obesidad, las enfermedades cardiovasculares (síndrome coronario agudo (SCA), el accidente cerebrovascular (ACV), la arteriopatía periférica, las enfermedades inflamatorias crónicas y el cáncer.

Figura 1



Fig. 2

BIBLIOGRAFÍA

1. Recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity> Acceso Mayo 2020.
2. Physical Activity Guidelines for Americans, 2nd edition, U.S. Department of Health and Human Services, 2018.
3. Guidelines for Exercise Testing and Prescription, 9th edition, American College of Sports Medicine, 2014.
4. 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.
5. 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

CAPÍTULO 3

Sedentarismo

Autores: Ignacio Dávolos, Claudia Bucay y Julieta Bustamante

Definición y fisiopatología

El término “sedentarismo”, que define el comportamiento sedentario, deriva del vocablo latino *sedentarius*, “que trabaja sentado”, el que a su vez proviene de *sedere*, esto es, “estar sentado”, y es lo que define a los estilos de vida que presentan “poca agitación o movimiento”. Se trata del estilo de vida más cotidiano, sobre todo, en las grandes ciudades. Se puede decir que el sedentarismo **es toda falta de movimiento en las diferentes actividades realizadas durante las horas de vigilia**, por ejemplo, en el tiempo de ocio, en los desplazamientos, en el lugar de trabajo o el ambiente doméstico, y que comportan un **nivel bajo de consumo energético** (de 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 ha sido estudiando, mediante cuestionarios, el tiempo invertido en conductas sedentarias (frente a pantallas de televisión, de videojuegos u ordenador), o analizando más específicamente el tiempo que se transcurre sentado durante la jornada laboral o viajando en algún 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.

Es necesario aclarar que el sedentarismo se diferencia de la inactividad física, la cual entendemos como el incumplimiento de los mínimos establecidos por los organismos internacionales en materia de ejercicio físico. En nuestra región, la OMS establece como objetivo que un individuo físicamente activo debería realizar 150 minutos semanales de actividad física moderada o 75 minutos de actividad vigorosa y, al menos, dos veces por semana actividad de fortalecimiento de grandes grupos musculares. Además, según la reciente Encuesta Nacional de Factores de Riesgo, la inactividad física es el cuarto factor de riesgo de mortalidad por enfermedades crónicas

no transmisibles (ECNT). A nivel mundial, más del 25% de los adultos no alcanza un nivel de actividad física suficiente, es decir que aproximadamente 1400 millones de adultos están en riesgo de desarrollar ECNT y de morir de manera prematura por esta causa.

Las vías a través de las cuales el sedentarismo puede conducir a la insulinoresistencia y sus comorbilidades abarcan la disfunción vascular y endotelial, que contribuyen a una reducción del flujo sanguíneo, la disminución de la captación periférica de glucosa estimulada por la insulina y una secreción reducida de insulina, estimulada por la glucosa. Además, existe un efecto directo sobre otros factores, como la trombosis venosa profunda y las alteraciones en el metabolismo lipídico.

Desde los primeros estudios experimentales realizados en animales (ratones), se ha sugerido que el incremento de la actividad de la enzima lipoproteína lipasa y la lipasa sensible a hormonas, enzimas responsables de la hidrólisis de lipoproteínas ricas en triglicéridos durante las contracciones musculares, promueve la descomposición de los triglicéridos en ácidos grasos libres, lo que reduce la cantidad de triglicéridos en circulación (esto es dependiente del tiempo en bipedestación). Los ácidos grasos libres son el combustible principal para las fibras musculares de contracción lenta (tipo I), que tienen un alto nivel de oxidación y baja capacidad glucolítica. Estas fibras musculares son relativamente resistentes a la fatiga y son reclutadas, principalmente, por los músculos posturales durante la posición de pie. Además, estar de pie puede interrumpir la fuerza que la sangre ejerce sobre la pared arterial (*shear stress*) en las extremidades inferiores durante conductas sedentarias y mejora poderosamente la función endotelial.

Especialmente en individuos con alto riesgo de desarrollar diabetes mellitus tipo II, se ha observado que reemplazando las conductas sedentarias durante al menos 60 minutos por día (tiempo sentado versus tiempo de pie), se logran reducir los marcadores de inflamación crónica de bajo grado (proteína C reactiva, interleucina-6, leptina), como así también la glucemia y los niveles de triglicéridos, y aumentar el colesterol HDL y la sensibilidad a la insulina.

Es por eso que se considera a la ausencia de contracciones del músculo esquelético el mecanismo que explica estos cambios perjudiciales. Las concentraciones elevadas de glucosa, triglicéridos y ácidos grasos libres en la circulación pueden generar un exceso de radicales libres y desencadenar una cascada bioquímica de inflamación, disfunción endotelial, hipercoagulabilidad y aumento de la actividad simpática. Sin lugar a dudas, estos hallazgos y la forma que podrían implementarse los beneficios, tienen importantes implicancias para la salud pública.

Impacto de la conducta sedentaria en el riesgo cardiovascular

En los últimos años ha crecido el interés por estudiar el efecto de las conductas sedentarias en el desarrollo y la progresión de los factores de riesgo y de la enfermedad cardiovascular desde una perspectiva diferente, como un concepto independiente de la actividad física, de forma que pueden coexistir en un mismo individuo altos niveles de actividad física y mucho tiempo invertido en conductas sedentarias. De esto se desprende que la recomendación de modificar el sedentarismo es complementaria a la recomendación de realizar actividad física.

El tiempo sedentario total comprende una gran proporción de las horas de vigilia. Según la OMS, la proporción de adultos que pasan ≥ 4 horas por día sentados es del 41,5% (41,3-41,7) y varía de acuerdo a la región (en las Américas es del 41,4% [40,1-42,7]). Si bien el cálculo de este tiempo sedentario presenta valor pronóstico, se considera que las interrupciones (recreos en la conducta sedentaria) benefician ciertas variables como la presión arterial y las de riesgo metabólico, particularmente, las relacionadas con la adiposidad, los triglicéridos y la glucosa, y esto se ha observado tanto en individuos adolescentes como en adultos y añosos. La evidencia nos indica que la conducta sedentaria en adolescentes es predictora de síndrome metabólico, obesidad y diabetes mellitus en la edad adulta.

Según el National Health and Nutrition Examination Survey (Estados Unidos), los adultos en promedio duermen 8,3 horas diarias, y, en el resto del día, hacen actividades moderadas a intensas durante 0,2 horas, livianas durante 7,8 horas y sedentarias durante 7,7 horas. Asimismo, se observó que los individuos que realizan actividad física moderada a intensa tienen casi la misma cantidad de tiempo sedentario que los que no realizan actividad física.

Estos hallazgos sugieren que no solo la cantidad de tiempo sedentario es importante, sino también la forma en que este se acumula, la que está determinada por cómo transcurren en el tiempo los comportamientos sedentarios y los físicamente activos. En la práctica, esto podría mejorarse mediante conductas tan simples como levantarse durante las pausas publicitarias mientras se mira televisión o tomar breves pausas ambulatorias durante períodos prolongados de estar sentado en el trabajo. Lo cierto es que una infinidad de publicaciones se centran en los beneficios cardiometabólicos y la dosis-respuesta (qué frecuencia y duración deben tener las interrupciones), sin que se haya logrado unificar una recomendación.

Evidentemente, la dosis-respuesta es una constante en todo lo que rodea a la actividad física, por ende, a las conductas sedentarias. Diversos metaanálisis evaluaron la relación dosis-respuesta entre la actividad física del hogar y los riesgos de cáncer. Las personas que participaron en el nivel más alto de actividad tenían un riesgo general de cáncer 16% inferior al de aquellas en el nivel más bajo. Además, cada 10 horas MET adicionales por

semana o una hora más de actividad por semana, se asoció con una reducción del 1% en el riesgo de cáncer. En otras palabras, hubo una disminución constante del riesgo de cáncer con cada aumento incremental en el tiempo y la energía gastada en el hogar.

Las intervenciones destinadas a reducir el comportamiento sedentario, en lugar de aumentar la actividad física, pueden ser más efectivas para fomentar el cambio de comportamiento. Sin embargo, ninguna considera la complejidad de ciertos factores que pueden influir en el comportamiento sedentario, como la edad, el entorno, la motivación, las oportunidades y la capacidad física.

Si bien se ha establecido que el simple hecho de proporcionar información y educación es ineficaz para promover el cambio de estilo de vida que sugiere la actividad física moderada a vigorosa, es posible que realizarlo de todas formas colabore a promover la reducción del comportamiento sedentario.

Impacto de la conducta sedentaria en la morbimortalidad

Estudios recientes han demostrado que los comportamientos sedentarios se asocian a mayor mortalidad cardiovascular y por todas las causas.

La incidencia de eventos cardiovasculares (infarto fatal y no fatal) aumenta 1,06 veces por cada hora que se incrementa el tiempo de ver televisión, ajustado a edad, género, etnia y factores psicosociales. Al ajustar por índice de masa corporal, se aminora, pero no desaparece el riesgo.

Con respecto a la mortalidad total, varios estudios prospectivos han mostrado un aumento en los pacientes sedentarios; los que reportaron ver televisión >3 horas por día presentaban el doble de riesgo de muerte que aquellos que lo hacían menos de una hora diaria.

Si bien parte del impacto del sedentarismo se explica por el aumento de grasa corporal e índice de masa corporal, esto no alcanza para explicar todo el riesgo conferido por el sedentarismo. Algunas teorías sugieren que este riesgo agregado se debería a moduladores hormonales específicos que actuarían al estar sentado durante períodos prolongados.

Los avances de la medicina alrededor del diagnóstico y tratamiento (principalmente en los países desarrollados) han logrado contener las cifras de mortalidad cardiovascular: de ninguna manera, esto se debe entender como una disminución de la incidencia de la enfermedad. Esto se debe, fundamentalmente, al hecho de que la prevalencia de la mayoría de los factores de riesgo modificables de enfermedad cardiovascular, como la diabetes mellitus y la obesidad, lejos de reducirse, han aumentado en los últimos años.

Además, las sociedades en vías de desarrollo se enfrentan a un entorno hostil, caracterizado por cambios en los hábitos de vida, dirigidos fundamentalmente hacia el aumento del consumo de alimentos con alta densidad calórica, la disminución de la actividad física y el incremento del tabaquismo. A pesar de los efectos saludables asociados a la práctica regular del ejercicio físico, las conductas sedentarias siguen siendo un problema, no solo frecuente, sino en aumento.

Conducta sedentaria y sarcopenia

El término sarcopenia se encuentra muy emparentado con el de fragilidad y longevidad, básicamente porque estas tres condiciones afectan la función y calidad de vida de los adultos añosos, y además, comparten similares métodos de evaluación clínica. Estas condiciones se caracterizan por la disminución de las reservas de energía, lo que conduce a la propensión a la fatiga, la comorbilidad, el estilo de vida sedentario, el deterioro funcional y de la calidad de vida, la hospitalización y la muerte.

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 afín a las conductas sedentarias. No debemos pasar por alto 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.

El buen rendimiento físico (*performance*), especialmente la adecuada función muscular, es importante para la independencia en la vida diaria entre los adultos mayores. El entrenamiento progresivo de resistencia ha demostrado mejorar el músculo, la fuerza y el rendimiento funcional, traducido a la vida real como aumento en la velocidad de la marcha y la capacidad para subir escaleras. Por lo tanto, el entrenamiento de resistencia es considerado la piedra angular en el manejo de la sarcopenia.

En individuos más jóvenes, incluso una reducción a corto plazo de la actividad física tiene un impacto significativo en el metabolismo de las proteínas del músculo esquelético y los carbohidratos, y causa resistencia anabólica y resistencia periférica a la insulina, respectivamente.

Desde lo metabólico, existe resistencia periférica a la insulina inducida por la inactividad en el músculo esquelético y el tejido adiposo, con la consiguiente acumulación de triglicéridos en el hígado, y esto conduce a resistencia a la insulina hepática y a dislipidemia. Concomitantemente, varios factores relacionados con la inactividad contribuyen a una reducción en la aptitud cardiorrespiratoria, la masa muscular y la fuerza muscular.

Por ende, la inactividad física puede ser particularmente perjudicial en ciertas poblaciones de pacientes, como aquellos con alto riesgo de desarrollar diabetes mellitus o síndrome metabólico, o en los ancianos. Los efectos de la inactividad física a corto plazo son reversibles con la reanudación de la actividad física habitual en personas más jóvenes, pero son menos reversibles en adultos mayores.

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

Grado de recomendación	Nivel de evidencia
I	A

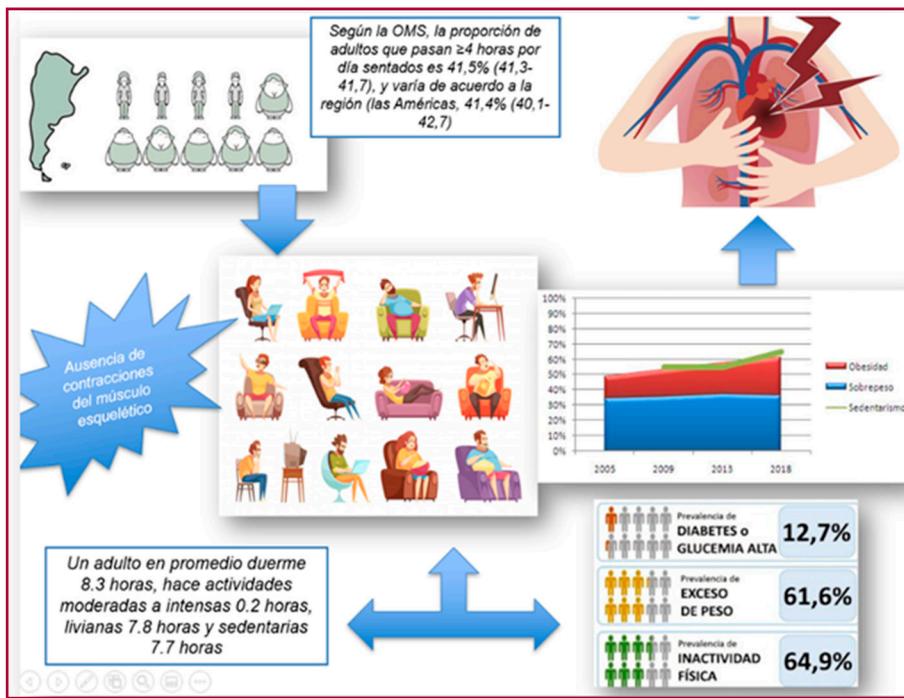


Fig. 3

Capítulo 3: Sedentarismo

Sedentarismo

Ignacio Dávalos
Claudia Bucay
Julietta Bustamante

El sedentarismo es el estilo de vida en el cual los individuos pasan la mayor parte del día realizando actividades que implican un nivel bajo de consumo energético (1 a 1,5 veces el metabolismo basal). Es decir, haciendo actividades que requieren muy poco esfuerzo, como estar sentado, recostado o mirando televisión. El tiempo de sedentarismo puede ser evaluado por encuestas autoadministradas u objetivado por el uso de acelerómetros.

No es lo mismo sedentarismo que inactividad física, la que entendemos como el incumplimiento de los mínimos establecidos por los organismos internacionales en materia de ejercicio físico. Por lo tanto, pueden coexistir en un mismo individuo altos niveles de actividad física y mucho tiempo invertido en conductas sedentarias.

Impacto de la conducta sedentaria en el riesgo cardiovascular

El sedentarismo puede conducir a la insulinoresistencia y sus comorbilidades, mediante la disfunción vascular y endotelial, la reducción del flujo sanguíneo, la disminución de la captación periférica de glucosa y una secreción reducida de insulina estimulada por glucosa. Las concentraciones elevadas de glucosa, triglicéridos y ácidos grasos libres en la circulación pueden generar un exceso de radicales libres y desencadenar una cascada bioquímica de inflamación, disfunción endotelial, hipercogulabilidad y aumento de la actividad simpática. Según la OMS, la proporción de adultos que pasan ≥ 4 horas por día sentados es del 41,5%. Si bien el cálculo de este tiempo sedentario presenta valor pronóstico, se considera que las interrupciones (recreos en la conducta sedentaria) benefician ciertas variables, como la presión arterial, y las de riesgo metabólico. Se observó que los individuos que realizan actividad física moderada a intensa tienen casi la misma cantidad de tiempo sedentario que los que no realizan actividad física. Diversos estudios mostraron una disminución del riesgo de cáncer con cada aumento incremental en el tiempo y la energía gastada en el hogar. Las intervenciones destinadas a reducir el comportamiento sedentario, en lugar de aumentar la actividad física, pueden ser más efectivas para fomentar el cambio de comportamiento.

Impacto de la conducta sedentaria en la morbimortalidad

Estudios recientes han demostrado que los comportamientos sedentarios se asocian a mayor mortalidad cardiovascular y por todas las causas. Varios estudios prospectivos han mostrado un aumento de la mortalidad total en los pacientes sedentarios; los que reportaron ver televisión durante >3 horas por día presentaban el doble de riesgo de muerte que aquellos que lo hacían durante menos de una hora diaria. Si bien parte del impacto del sedentarismo se explica por el aumento del índice de masa corporal, esto no alcanza para explicar todo el riesgo conferido por el sedentarismo. Las sociedades modernas se enfrentan a cambios en los hábitos de vida, fundamentalmente al aumento del consumo de alimentos con alta densidad calórica, la disminución de la actividad física y el incremento del tabaquismo. A pesar de los efectos saludables asociados a la práctica regular de ejercicio físico, las conductas sedentarias siguen siendo un problema no solo frecuente, sino en aumento.

Fig. 4

BIBLIOGRAFÍA

1. Bey L, Hamilton MT. Suppression of skeletal muscle lipoprotein lipase activity during physical inactivity: a molecular reason to maintain daily low-intensity activity. *J Physiol* 2003;551:673-682.
2. 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.
3. Moura BP, Rufino RL, Faria RC, Sasaki JE, Amorim PRS. Can Replacing Sitting Time with Standing Time Improve Adolescents' Cardio-metabolic Health? *Int J Environ Res Public Health* 2019;16,3115; doi:10.3390/ijerph16173115
4. Henson J, Edwardson CL, Bodicoat DH, Bakrania K, Davies MJ, Khunti K, et al. Reallocating sitting time to standing or stepping through isotemporal analysis: associations with markers of chronic low-grade inflammation. *Journal of Sports Sciences* 2017;36(14):1586-1593.
5. 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;36:2643-49.
6. Eanes L. Too Much Sitting: A Newly Recognized Health Risk. *AJN* 2018;118(9):26-34.
7. 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.
8. 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).
9. Hallal PC, Bo Andersen L, Bull FC, Guthold R, Haskell W, Ekelund U. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *Lancet* 2012;380:247-57.
10. 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.
11. 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
12. 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
13. Krokstad S, Ding D, Grunseit AC, Sund ER, Langaas 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
14. Carmeli, E. (2017). Frailty and Primary Sarcopenia: A Review. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 53-68.
15. doi:10.1007/5584_2017_18
16. 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.

CAPÍTULO 4

Beneficios de la actividad física

Autores: Paula Stuart Presas, Alberto Marani y Graciela Brion

INTRODUCCIÓN

La asociación entre el ejercicio físico y el beneficio en el estado de salud ha estado presente en el saber humano desde hace múltiples generaciones. Ya en las antiguas China, India y Grecia (3000-1000 a. C.), el ejercicio físico era utilizado como una forma de limpiar la mente y el cuerpo.

Paralelamente y con la misma importancia, se estableció la relación entre la inactividad física y la “mala” salud. Ricketson (1806) escribió en su libro *Formas de mantener la salud y prevenir la enfermedad* que “[...] el ejercicio no es menos esencial para la salud que la hidratación, la comida y el sueño; es por ello que vemos a las personas cuyas circunstancias, preferencias o situación laboral no les permiten realizar ejercicio cada vez más pálidas, débiles y casi enfermas”.

Con el paso de los años, 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.

La actividad física 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 (los beneficios sobre el endotelio se desarrollan en otro capítulo de estas guías).

Ejercicio y metabolismo de la glucosa

La diabetes mellitus tipo II (DMTII) es una enfermedad crónica caracterizada por hiperglucemia, sobrepeso/obesidad, alteración en la secreción de insulina y resistencia a la insulina incrementada. El ejercicio físico promueve

incrementos en el consumo de glucosa en el músculo, con mayor liberación de hidratos de carbono para funcionar como combustible a medida que se incrementa su intensidad. El consumo de glucosa sanguínea, estimulada por la insulina en el músculo esquelético, predomina en reposo y está deteriorado en la DMII. La actividad muscular aumenta el transporte de glucosa plasmática por vía de un mecanismo aditivo, no perjudicado por la resistencia a la insulina. Por otra parte, se ha demostrado una aceleración en el transporte intracelular de glucosa a partir del incremento de la actividad de sus transportadores específicos (GLUT4).

A mayor intensidad de ejercicio se observa mayor depleción de glucógeno muscular. Este efecto mantiene elevada durante más tiempo la sensibilidad a la insulina. Además de mejorar la sensibilidad a la insulina, el ejercicio facilita la captación y utilización de la glucosa a través de mecanismos insulino-independientes. Una vez que la glucosa ingresa al músculo y al adipocito, es fosforilada por la hexoquinasa a la forma glucosa-6-fosfato (G-6-P), que es una reacción catalítica irreversible y no puede salir de la célula.

La glucólisis y la glucogénesis comienzan a partir de la G-6-P y promueven la captación de glucosa por parte de las células. El ejercicio incrementa los niveles de G-6-P en el músculo esquelético, acompañado de un incremento de GLUT4, hexoquinasas y actividad de la glucógeno sintetasa, 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 a 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 DMII en personas activas y disminución en la tasa de aparición de complicaciones de la diabetes en pacientes sometidos a planes de ejercicios físicos. Los ejercicios programados forman parte de la estrategia terapéutica para el control de la glucemia y la prevención de DMII.

En el metaanálisis de Chudyk et al., 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 con un mejor control de triglicéridos, de la circunferencia de la cintura y de la presión sistólica en pacientes con DMII.

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. El ejercicio actúa sobre el metabolismo lipídico a través de sus acciones sobre las enzimas que intervienen en este proceso, el entrenamiento incrementa la lipoproteinlipasa por disminución de la estimulación simpática en reposo y aumentos de la sensibilidad a la insulina, lo cual desciende los niveles de triglicéridos. Esta enzima ligada al endotelio actúa en la lipólisis del centro lipídico de los quilomicrones, rico en triglicéridos.

También se demostraron descensos en la lipasa hepática, que estuvieron asociados con reducciones en 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-acil-transferasa, que interviene en la esterificación del colesterol libre de la subfracción HDL3, con incrementos en la HDL2, de acción ateroprotectora.

Los efectos sobre las HDL se lograron con elevados volúmenes e intensidades de ejercicio, mientras que los entrenamientos de intensidad baja pueden ser suficientes para disminuir los triglicéridos. Se demostraron efectos beneficiosos de programas de ejercicios aeróbicos sobre el tamaño de las partículas de LDL y HDL, así como aumentos en la adiponectina, con disminución de las C-LDL y las C-VLDL. En individuos obesos, fue posible demostrar aumentos en el colesterol contenido en las HDL del 8,4% y reducciones en triglicéridos del 16% con ejercicios aeróbicos durante 50 minutos realizados 3 a 5 días por semana. El ejercicio puede promover aumentos en la subfracción HDL2, asociados con mayor protección contra la aterosclerosis. Un estudio realizado en peregrinos de 40 a 70 años que recorrieron 23 km por día durante 12 días demostró incrementos del 15% en el C-HDL y reducciones del 17% en las LDL. Estos beneficios se perdieron 2 meses después de la peregrinación.

Los beneficios del entrenamiento con actividades aeróbicas de intensidad moderada también se observaron en mujeres mayores. A mayor volumen e intensidad de esfuerzos, mayores son los resultados en el control de lípidos plasmáticos. Los beneficios se observan con gastos calóricos semanales de entre 1200 y 2200 kcal. Estos volúmenes e intensidades podrían alcanzarse con caminatas rápidas (o trote) de 24 a 32 km semanales. Los efectos sobre el colesterol total y las LDL son menores, aunque podrían lograrse con volúmenes e intensidades mayores de entrenamiento, asociados a ejercicios de sobrecarga muscular.

Un estudio de cohorte prospectivo de 10 años de seguimiento sobre ejercicio y metabolismo lipídico demostró que el riesgo de mortalidad es significativamente reducido combinando estatinas y ejercicio, al ser comparado con terapia única. Comparado con el C-LDL y los triglicéridos, el C-HDL es más sensible al ejercicio: diversos estudios indican que el C-HDL se incrementa tanto en ratas como en humanos después del ejercicio.

También es mayormente aceptado y se ha demostrado 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 cardiorres-

piratoria medida en ergometría. Se ha realizado un seguimiento de 11.418 hombres de 20 a 90 años, sanos y sin dislipidemia basal, incorporados al Aerobic Center Longitudinal Study desde 1970 hasta 2006, y pudo demostrarse 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 más tardía.

Ejercicio y control de la presión arterial

La presión arterial (PA) es provocada por la fuerza ejercida por la sangre contra los vasos sanguíneos y depende de la contracción del corazón y la resistencia de los vasos. La HTA es una enfermedad relacionada con un riesgo aumentado de sufrir infarto de miocardio, accidente cerebrovascular, insuficiencia cardíaca y otros problemas de salud.

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

En un metaanálisis, se investigaron los efectos del ejercicio agudo sobre la PA. Hubo cambios significativos en las cifras de PA, con una reducción de 4,8 mmHg para la PA sistólica (PAS) y de 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 de la mortalidad por accidente cerebrovascular del 6% y por enfermedad coronaria del 4%, mientras que una disminución de 5 mmHg provoca una disminución de la mortalidad por estas enfermedades del 14% y 9%, respectivamente. Diversos estudios confirman el rol indudable del ejercicio como parte de la terapia no farmacológica de la HTA.

Esta reducción transitoria de la PA posesfuerzo 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%.

El nivel de aptitud física está relacionado en forma inversa con la incidencia de HTA en reposo y la respuesta al ejercicio. El ejercicio dinámico provoca modificaciones sobre el organismo relacionadas con el control de la presión arterial, como la disminución de las resistencias vasculares periféricas, el descenso de la actividad simpática y el aumento del tono vagal, con reducción de los niveles de catecolaminas plasmáticas en reposo y en respuesta a ejercicios submáximos, así como mejoría de la función endotelial y disminución de las respuestas a las sustancias vasoconstrictoras endotelina 1 y noradrenalina. En diversos estudios y metaanálisis, el entrenamiento aeróbico ha mostrado lograr un descenso de la PAS en hipertensos similar al obtenido con una monodroga. Aun el ejercicio aeróbico de leve intensidad y corta duración produce reducción del riesgo cardiovascular y de la mortalidad, con aumento de la expectativa de vida.

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. Algunas investigaciones demostraron mayores beneficios en el descenso de la presión arterial con entrenamientos de tipo intervalado con intensidades mayores (90% de la frecuencia cardíaca máxima). También se demostraron mejoras en el control de la presión arterial mediante planes de ejercicios aeróbicos en pacientes con tratamiento farmacológico y alteraciones de la relajación ventricular. En un estudio aleatorizado que incluyó 357 hombres hipertensos se observaron reducciones de la presión arterial con planes de ejercicios continuos e intervalados, con intensidades correspondientes a frecuencias cardíacas del 60% al 79% de la máxima en ergometría (ejercicios moderados). Un metaanálisis reciente comparó los efectos crónicos del entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIIT) versus el entrenamiento continuo de moderada intensidad en la PA en individuos con PA sistólica en reposo ≥ 130 mmHg y/o PA diastólica ≥ 85 mmHg y/o bajo medicación antihipertensiva; ambas modalidades de entrenamiento proporcionaron reducciones comparables en la PA en reposo en adultos con HTA preestablecida, pero el HIIT se asoció con mayores mejorías en el VO_{2max} en comparación con la modalidad continua. Cabe destacar que aun cuando se lo denomina HIIT, como lo describió López Chicharro, se trata de una adaptación del denominado HIIT genuino, reemplazado por un modelo de menor intensidad y que varía manejando las pausas.

Ejercicio y control del peso

El ejercicio puede favorecer el descenso del peso corporal, pero principalmente, facilita la reducción del porcentaje de grasa, con aumentos de la masa magra. El entrenamiento mejora la composición corporal porque, además de incrementar el gasto calórico y consumo energético, también facilita la movilización del tejido graso y su metabolismo como fuente de energía. Sin embargo, es importante destacar que la actividad física aislada para perder

peso no es una medida efectiva, sino que debe realizarse de manera sostenida en el tiempo para aumentar la termogénesis. Además, debe estar asociada a pautas de alimentación adecuadas, con reducción de la ingesta calórica.

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 genera 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 acompañen de una restricción calórica moderada a alta. Volúmenes mayores de actividad física (superiores a 250 minutos por semana) llevaron a 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 en el riesgo para la salud.

Los individuos obesos que realizan actividad física tienen una morbimortalidad un 30% menor con respecto a sus pares sedentarios y al comparar obesos entrenados con sedentarios delgados, esta relación se mantiene.

En un seguimiento de 10 años de 26.000 hombres del Aerobics Center Longitudinal Study, pudo comprobarse que los obesos con mayor capacidad de ejercicio tuvieron la mitad de mortalidad que los sujetos con peso normal y sedentarios. Varios autores han evaluado los efectos independientes de la aptitud cardiovascular o *fitness* cardiorrespiratorio y la adiposidad en la mortalidad por enfermedad cardiovascular, y la evidencia disponible señala que los altos niveles de aptitud eliminan o atenúan significativamente el riesgo de mortalidad por enfermedad cardiovascular en individuos con sobrepeso u obesidad; esto se ha demostrado en la población general, en aquellos con dislipidemia y en diabéticos de tipo 2. Por lo tanto, la aptitud cardiovascular parece alterar notablemente la relación entre la adiposidad y el pronóstico posterior.

Chudyk A y colaboradores realizaron un metaanálisis de 10 estudios y cuantificaron el impacto combinado del *fitness* cardiorrespiratorio y la obesidad en la mortalidad. Demostraron que, en comparación con los individuos de peso normal y alto *fitness*, los individuos con bajo *fitness* tenían el doble de mortalidad independientemente del índice de masa corporal (IMC), mientras que un individuo obeso, pero con alto *fitness*, tenía una supervivencia similar en comparación con los individuos de peso normal.

En un estudio realizado en 3148 adultos sanos, los cambios a lo largo del tiempo, tanto en la grasa corporal como en el *fitness* cardiorrespiratorio, en MET, predijeron el desarrollo de HTA y de dislipidemia, pero los cambios en el *fitness* fueron superiores a los aumentos de la grasa corporal para predecir el riesgo futuro de estos trastornos.

Después del ajuste por cambios en el *fitness*, los cambios en el IMC a lo largo del tiempo ya no se asociaron con enfermedad cardiovascular o mortalidad por todas las causas. Por lo tanto, estos datos indican que el *fitness* cardiorrespiratorio es más importante que la obesidad en el pronóstico a largo plazo.

Como conclusión, se puede afirmar que el entrenamiento físico, independientemente de la pérdida de peso, proporciona numerosos beneficios para la salud, especialmente a las personas con sobrepeso y obesidad en riesgo de contraer enfermedades cardiovasculares o con enfermedades cardiovasculares actuales. Aunque la pérdida de peso de los programas de entrenamiento sin restricción calórica es muy heterogénea, los pacientes que participan en un programa de ejercicios pueden experimentar una pérdida de peso moderada. Los pacientes que desean perder peso deben realizar actividad física y restricción calórica. En general, los médicos deberían tratar de alentar a los pacientes a adherirse a los programas de entrenamiento físico a largo plazo, independientemente de la pérdida de peso lograda, ya que los beneficios cardiovasculares se logran con facilidad aun en ausencia de pérdida de peso.

Con respecto al tipo, la intensidad, la duración, la frecuencia y el volumen del ejercicio, estos deberán adecuarse a la aptitud física y a las posibilidades y preferencias del sujeto. Se recomiendan los ejercicios prolongados y de intensidad moderada, aunque es necesario iniciar los planes con intensidades leves y progresar según los resultados que se vayan obteniendo. La obesidad puede generar alteraciones en el aparato locomotor que dificultan el desarrollo de los programas. 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, aun en reposo, que colabora con el sostenimiento de la pérdida de peso.

El gusto personal y la tolerancia adecuada son factores fundamentales para incrementar la adhesión a los programas propuestos.

Beneficios de la actividad física en la prevención del cáncer

Aunque las causas del cáncer y los factores de riesgo de desarrollar dicha enfermedad son diversos, la relación con el estilo de vida es muy importante: el tabaquismo, una alimentación inadecuada y la ausencia de ejercicio físico podrían asociarse a casi las dos terceras partes de la mortalidad por cáncer en los EE. UU. Solo un 20-25% de todos los cánceres estarían originados por mutaciones espontáneas de los genes y por otros factores externos no identificados. Por este motivo, el cáncer se considera una enfermedad fundamentalmente prevenible si se modifican los factores atribuibles al estilo de vida, entre los que se encuentra el desarrollo de actividad física.

El ejercicio físico puede reducir significativamente el riesgo de padecer algunos tipos de cáncer. La evidencia más relacionada en ese sentido proviene de investigaciones sobre el cáncer de colon, donde la actividad física demostró reducir el riesgo en más de un 50%. En relación con el cáncer de próstata, aunque existen datos que sugieren que la actividad física podría tener un efecto protector, Patel y coautores no encontraron asociación entre la actividad física recreacional y el riesgo de padecer cáncer de próstata, aunque sí pareció disminuir la incidencia de cáncer de próstata agresivo. Una revisión reciente muestra que el ejercicio podría complementar y potenciar los tratamientos estándar actuales contra este cáncer, probablemente creando un microambiente desfavorable que puede afectar negativamente el desarrollo y la progresión del tumor.

En relación con el cáncer de pulmón y de mama, se encontró un menor riesgo en no sedentarios, aunque aún no hay datos concluyentes al respecto. Si bien estudios observacionales proporcionaron una base para deducir que la actividad física posee un efecto protector contra el desarrollo del cáncer de mama, hasta el momento esto no pudo ser confirmado. En este sentido, se requieren estudios de investigación, con metodología apropiada, que demuestren si el efecto independiente de realizar ejercicio físico previene la aparición primaria y secundaria tanto del cáncer de mama como de otros tipos de cáncer, como así también para evidenciar cuáles son los mecanismos biológicos por los cuales realizaría esta protección (tanto en prevención primaria como en recurrencias). Si esto es demostrado, el ejercicio pasará a formar parte de las medidas preventivas contra el cáncer y se incluirá como un “arma” terapéutica más, que podría reemplazar a algunos tratamientos tóxicos y costosos.

Beneficios de la actividad física en el sistema musculoesquelético

El tejido óseo tiene una gran plasticidad, lo que le permite aumentar su competencia mecánica cuando lo necesita y disminuirla cuando no se necesita. Se ha demostrado que la inmovilización y la ingravidez se asocian a pérdida de masa ósea. El ejercicio físico ayuda a preservar e incluso promover un aumento considerable de la masa ósea. Sin embargo, no todos los tipos de ejercicio son igualmente eficaces e incluso algunos pueden resultar perjudiciales en algunas regiones; aquellos ejercicios que comportan un impacto sobre la estructura ósea, como por ejemplo, el vóley o la gimnasia artística, tienen un mayor efecto trófico sobre el hueso que los ejercicios sin impacto.

Además, se ha demostrado que la actividad física, especialmente si conlleva soportar el peso corporal y someter a las estructuras esqueléticas a un impacto, contribuye al incremento de la densidad mineral ósea y produce cambios en la microestructura ósea e incluso en su geometría, los que mejoran la resistencia mecánica del hueso. Los efectos osteogénicos del ejercicio realizado antes del inicio de la pubertad se evidencian en un incremento del tamaño óseo durante dicha etapa. Estudios correlacionales sugieren una relación directa entre la actividad física habitual y la mineralización ósea, ya que se detecta mayor contenido mineral óseo (BMC) cuanto mayor es la cantidad de ejercicio. Desde los 12-14 años, los chicos más activos tienen un BMC mayor; también en este momento se alcanza el pico de velocidad de acumulación de masa ósea, que también es mayor en los niños activos. Los atletas adultos que comenzaron su carrera deportiva antes de la pubertad se benefician también de tener huesos que les confieren una resistencia adicional frente a las fracturas.

Diversos estudios muestran que la acumulación de masa ósea durante el crecimiento es proporcional al aumento de masa muscular. Esto sugiere que los ejercicios que promueven la hipertrofia muscular pueden tener un efecto osteogénico adicional. Es importante que la práctica de ejercicio comience antes del estirón puberal para beneficiarse de un tejido óseo más sensible y con mayor capacidad adaptativa. La continuación de la actividad física pasado este período comporta una ganancia adicional. Frente a la pregunta de si una vez conseguidos los beneficios óseos estos se mantienen durante el resto de la vida si cesa la práctica deportiva, los resultados que podrían brindar una respuesta son controvertidos, con variaciones según las series estudiadas.

El capital óseo de los adultos depende de la acumulación ósea que se ha producido durante el crecimiento y de la pérdida del contenido mineral óseo que se produce con el paso de los años. El pico de masa ósea se alcanza hacia la tercera década de la vida y está estrechamente relacionado con la cantidad y el tipo de actividad física que se ha realizado durante la etapa de crecimiento. Por lo tanto, la lucha contra la osteoporosis debe basarse en una estrategia de prevención que promueva la acumulación del capital óseo durante el crecimiento, la pubertad y la adolescencia. El incremento de masa ósea asociado al ejercicio se mantiene parcialmente y confiere a exdeportistas un efecto residual beneficioso, que disminuye el riesgo de fractura a los 60 años en varones y, probablemente, también a mayor edad. No se conoce aún si un efecto similar es observable en las mujeres; existe evidencia indirecta que sugiere que exdeportistas mujeres podrían mantener a largo plazo alguno de los cambios estructurales óseos inducidos por la práctica deportiva, aunque este efecto parece menos marcado que en los hombres.

Beneficios psicológicos de la actividad física

Muchos son los beneficios de la actividad física en el dominio mental y cognitivo; podemos revisar algunos de ellos: el ejercicio aeróbico mejora el rendimiento cognitivo y aumenta la calidad de vida de pacientes con esquizofrenia. Los primeros resultados del estudio de marcadores cerebrales asociados con entrenamiento cognitivo y ejercicio en esquizofrenia (CORTEX-SP), liderado por el Hospital Psiquiátrico de Álava en colaboración con el Departamento de Educación Física y Deportiva de la Universidad del País Vasco y la Universidad de Deusto,

demuestran en sus conclusiones que la práctica de ejercicio físico aeróbico de alta intensidad mejora la atención, la memoria de trabajo y la cognición social de los pacientes con esquizofrenia, entre otros. Concretamente, mejora el rendimiento de los dominios cognitivos, incluyendo la atención, la memoria y la cognición social; también produce cambios en la estructura cerebral, como una menor pérdida de volumen en la sustancia gris y una mayor conectividad estructural en las fibras de la sustancia blanca, efectos comprobados mediante resonancias magnéticas pretratamiento y postratamiento. Además, genera cambios en los niveles biomoleculares, ya que eleva las concentraciones de factores neurotróficos derivados del cerebro, con aumento de la neuroplasticidad en las áreas del cerebro relacionadas con la memoria y la atención.

Los individuos que hacen ejercicio regularmente tienen salud mental superior en comparación con aquellos que no lo hacen. Un grupo de investigadores estudiaron los datos de 1,2 millones de adultos estadounidenses y encontraron que aquellos que realizaban actividad física tenían 1,5 días menos de “mala salud mental” al mes que sus contrapartes físicamente inactivas. Se analizaron los datos de la encuesta del Sistema de Vigilancia del Factor de Riesgo Conductual, recopilada por los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC), de personas de 18 años o más, distribuidas en los 50 estados, entre 2011 y 2015. Dentro de la amplia gama de actividades incluidas en el estudio, los deportes de equipo, el ciclismo, los ejercicios aeróbicos e ir al gimnasio se asociaron a las mayores reducciones. El régimen asociado a los mayores beneficios fue el que implicó la realización de ejercicio durante 45 minutos tres a cinco veces a la semana.

Una revisión Cochrane reveló que el ejercicio es eficaz para calmar los síntomas de depresión. Estudios recientes también señalan que el ejercicio y la terapia cognitivo conductual a través de Internet, así como presencial, pueden tener la misma eficacia para el tratamiento de la depresión, tanto leve como moderada. Sin embargo, sigue siendo escasa la evidencia en torno a su efecto comparativo a largo plazo.

Beneficios frente al deterioro cognitivo

El ejercicio físico produce importantes beneficios en varias enfermedades neurodegenerativas. Los estudios muestran que entre las personas con deterioro cognitivo vascular, aquellas que se mantienen físicamente activas son menos propensas a evidenciar un deterioro en su salud mental, tienen menores probabilidades de padecer la enfermedad de Alzheimer y muestran una mayor capacidad intelectual.

En la enfermedad de Alzheimer, que representa un 50% -56% de todas las causas de demencia por envejecimiento, la actividad física, especialmente el ejercicio aeróbico, no solo atenúa la dependencia física y psicosocial de los pacientes, sino que también mejora varias características de la fisiopatología de este trastorno incluyendo la regulación del estrés oxidativo, de los sistemas de autofagia, la señalización neurotrófica, la biogénesis mitocondrial, la angiogénesis, la neurogénesis y la modulación de enzimas amiloide específicas. El ejercicio atenúa la neurodegeneración al regular factores neurotróficos, como el factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF). Este BDNF ayuda a mantener la función cerebral y promueve la neuroplasticidad y la reparación de neuronas motoras.

El ejercicio aeróbico induce también otros factores neurotróficos, como el factor de crecimiento derivado del endotelio vascular (VEGF), el factor de crecimiento nervioso (NGF), el factor neurotrófico derivado de la glía (GDNF), la neurotrofina (NT)-3 y la NT-4/5, todos los cuales actúan sinérgicamente para inducir neurogénesis y neuroplasticidad.

Diversos autores estudiaron los efectos del ejercicio, sobre todo de aquel de tipo aeróbico, en la neurogénesis adulta y demostraron que las neuronas recién formadas están involucradas en los efectos cognitivos y sinápticos inducidos por el ejercicio. Este fenómeno es especialmente importante a edades avanzadas, ya que evita la neurodegeneración y los trastornos cognitivos relacionados con el envejecimiento, incluyendo la enfermedad de Alzheimer.

Es importante recordar que el entrenamiento no puede revertir el proceso de envejecimiento, pero sí atenúa muchos de sus efectos nocivos sistémicos y celulares.

Reflexiones

La actividad física no es solo un tema de salud pública; es también un bien para la comunidad y la protección del entorno, y una inversión para generaciones futuras.

La población necesita cambiar la inercia de la inactividad física creando condiciones que favorezcan la incorporación del ejercicio como estilo de vida. Todo esto representa un reto; la evidencia hasta hoy muestra que vale ampliamente el desafío.

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

Grado de recomendación

Nivel de evidencia

Ila

B

Capítulo 4: Beneficios de la actividad física

El consumo de glucosa sanguínea, estimulada por la insulina en el músculo esquelético, predomina en reposo y está deteriorado en la diabetes tipo 2. La actividad muscular aumenta el transporte de glucosa plasmática por un mecanismo aditivo, no perjudicado por la resistencia a la insulina. Por otra parte, se ha demostrado una aceleración en el transporte intracelular de glucosa a partir del incremento de la actividad de sus transportadores específicos (GLUT4).

Luego de realizar actividad física se produce una disminución de la PA, tanto en personas normotensas como en hipertensas. La magnitud del descenso puede ser tal que los pacientes con HTA podrían recuperar niveles normales de PA. Los estudios epidemiológicos demuestran que una disminución de 2 mmHg en la PAS conduce a una reducción de la mortalidad por accidente cerebrovascular del 6% y por enfermedad coronaria del 4%, mientras que una disminución de 5 mmHg provoca una disminución de la mortalidad por estas enfermedades del 14% y 9%, respectivamente.

El ejercicio puede favorecer el descenso del peso corporal, pero principalmente, facilita la reducción del porcentaje de grasa, con aumentos de la masa magra. El entrenamiento mejora la composición corporal porque, además de incrementar el gasto calórico y consumo energético, también facilita la movilización del tejido graso y su metabolismo como fuente de energía.

La actividad física mejora el rendimiento de los dominios cognitivos, como atención, memoria y cognición social; produce cambios en la estructura cerebral, como una menor pérdida de volumen en la sustancia gris y una mayor conectividad estructural en las fibras de la sustancia blanca, comprobados mediante resonancia magnética pretratamiento y postratamiento. Además, genera cambios en los niveles biomoleculares, ya que eleva las concentraciones de factores neurotróficos derivados del cerebro, lo que aumenta la neuroplasticidad en las áreas del cerebro relacionadas con la memoria y la atención.

Aunque las causas del cáncer y los factores de riesgo de desarrollar dicha enfermedad son diversos, la relación con el estilo de vida es muy importante: el tabaquismo, una alimentación inadecuada y la ausencia de ejercicio físico podrían asociarse a casi las dos terceras partes de la mortalidad por cáncer en los EE. UU. Solo un 20-25% de todos los cánceres estarían originados por mutaciones espontáneas de genes y por otros factores externos no identificados. Por este motivo, el cáncer se considera una enfermedad fundamentalmente prevenible si se modifican los factores atribuibles al estilo de vida, entre los que se encuentra el desarrollo de actividad física. La evidencia más relacionada en ese sentido proviene de investigaciones sobre el cáncer de colon, donde la actividad física demostró reducir el riesgo en más de un 50%.

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. El ejercicio actúa sobre el metabolismo lipídico a través de sus acciones sobre las enzimas que intervienen en este proceso, el entrenamiento incrementa la lipoproteinlipasa por disminución de la estimulación simpática en reposo y aumentos de la sensibilidad a la insulina, lo cual descendiendo los niveles de triglicéridos. Esta enzima ligada al endotelio actúa en la lipólisis del centro lipídico de los quilomicrones, rico en triglicéridos.

Fig. 5**BIBLIOGRAFÍA**

- Ricketson S. Means of Preserving Health and Preventing Diseases. New York: Collins, Perkins and Co; 1806
- 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
- Warburton DE, Nicol CW, Bredin SS. Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ.* 2006;174:801-9
- 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
- Kim C. H., Youn J. H., Park J. Y., et al. Effects of high-fat diet and exercise training on intracellular glucose Metabolism in rats. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism.* 2000; 278 (6):E977-E984
- Eriksson K, Lingarde F. Prevention of type 2 (non insulin-dependent) diabetes mellitus by diet and physical exercise; The 6-year Malmö feasibility study. *Diabetologia* 1991;34:891-8
- Morrato E, Hill J, Wyatt H, Ghushchyan V, Sullivan W. Physical activity in U.S. adults with diabetes and at risk for developing diabetes, 2003. *Diabetes Care* 2007;30:203-9
- Balducci S, Iacobellis G, Parisi L, DiBiase N, Calandriello E, Leonetti F, et al. Exercise training can modify the natural history of diabetic peripheral neuropathy. *J Diabetes Complications* 2006;20:216-23
- Ghosh S, Khazaei M, Moien-Afshari F, Ang LS, Granville DJ, Verchere CB, et al. Moderate exercise attenuates caspase-3 activity, oxidative stress, and inhibits progression of diabetic renal disease in db/db mice. *Am J Physiol Renal Physiol* 2009;296:F700-F708
- Sanz C, Gautier J, Hanair H. Physical exercise for the prevention and treatment of type 2 diabetes. *Diabetes Metab* 2010;36:346-51
- Chudyk A, Petrella R. Effects of exercise on cardiovascular risk factors in type 2 diabetes: A Meta-analysis. *Diabetes Care* 2011;34:1228-37
- Trejo-Gutierrez J. F., Fletcher G. Impact of exercise on blood lipids and lipoproteins. *Journal of Clinical Lipidology.* 2007;1 (3):175-181
- Wallace M, Moffat R, Haymes E, Green N. Acute effects of resistance exercise on parameters of lipoprotein Metabolism. *Med Sci Sport Med* 1991;23:199-204
- Yoshida H, Ishikawa T, Suto M, Kurosawa H, Hirowatari Y, Ito K, et al. Effects of supervised aerobic exercise training on serum adiponectin and parameters of lipid and glucose Metabolism in subjects with moderate dyslipidemia. *J Atheroscler Thromb* 2010;17:1160-6
- Wood PD, Stefanick ML, Dreon DM, Frey-Hewitt B, Garay SC, Williams PT, et al. Changes in plasma lipids and lipoproteins in overweight men during weight loss through dieting as compared with exercise. *N Engl J Med* 1988;319:1173-8
- Bemelmans RH, Coll B, Faber DR, Westerink J, Blommaert PP, Spiering W, et al. Vascular and Metabolic effects of 12 days intensive walking to Santiago de Compostela. *Atherosclerosis* 2010;212:621-7
- 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
- Di Pietro L. Exercise training and fat Metabolism after menopause: implications for improved Metabolic flexibility in aging. *J Appl Physiol* 2010;109:1569-70
- Durstine JL, Grandjean PW, Davis PG, Ferguson MA, Alderson NL, DuBose KD. Blood lipid and lipoprotein adaptations to exercise: a quantitative analysis. *Sports Med* 2001;31:1033-62
- Kelly R. Diet and exercise in the management of hyperlipidemia. *Am Fam Physician* 2010;81:1097-102
- Kokkinos P. F., Faselis C., Myers J., Panagiotakos D., Doumas M. Interactive effects of fitness and statin treatment on mortality risk in veterans with dyslipidaemia: a cohort study. *The Lancet.* 2013;381(9864):394-399
- Nybo L., Sundstrup E., Jakobsen M. D., et al. High-intensity training versus traditional exercise interventions for promoting health. *Medicine and Science in Sports and Exercise.* 2010;42(10):1951-1958
- Kazeminasab F, Marandi M., Ghaedi K., Esfarjani F, Moshtaghian J. Endurance training enhances LXR α gene expression in Wistar male rats. *European Journal of Applied Physiology.* 2013;113 (9):2285-2290
- LeMura L. M., von Duvillard S. P., Andreacci J., Klebez J. M., Chelland S. A., Russo J. Lipid and lipoprotein profiles, cardiovascular fitness, body composition, and diet during and after resistance, aerobic and combination training in young women. *European Journal of Applied Physiology.* 2000;82(5-6):451-458

25. 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
26. Badimon L, Martínez González J. Disfunción endotelial. *Rev Esp Cardiol Supl* 2006;6:21-30
27. Zhao Y, Vanhoutte P. M., Leung S. W. S. Vascular nitric oxide: beyond eNOS. *Journal of Pharmacological Sciences*. 2015;129 (2):83-94
28. Widmer R. J., Lerman A. Endothelial dysfunction and cardiovascular disease. *Global Cardiology Science and Practice*. 2014; 2014 (3):291-308
29. Wang J, Widlansky ME. Lifestyle choices and endothelial function: risk and relevance. *Curr Vasc Pharmacol* 2009;7:209-24
30. Fenster CP, Weinsier RL, Darley-Usmar VM, Patel RP. Obesity, aerobic exercise, and vascular disease: the role of oxidant stress. *Obes Res* 2002;10: 964-8
31. Clarkson P, Montgomery H, Mullen MJ, Donald A, Powe A, Bull T, et al. Exercise training enhances endothelial function in young men. *J Am Coll Cardiol* 1999;33: 1379-85
32. Rywik T, Blackman M, Yataco AR, Vaitkevicius PV, Zink R, Cottrell E, et al. Enhanced endothelial vasoreactivity in endurance-trained older men. *J Appl Physiol* 1999;87:2136-42
33. Smith J, Dykes R, Douglas J, Krishnaswamy G, Berk S. Long term exercise and atherogenic activity of blood mononuclear cells in persons at risk of developing ischemic heart disease. *JAMA* 1999;281:1722-7
34. Timmerman K, Flynn M, Coen P, Markofski M. Exercise training induced lowering of inflammatory (CD14+CD16+) monocytes: a role in the anti-inflammatory influence of exercise? *J Leukoc Biol* 2008;84:1271-8
35. 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
36. Tsukiyama Y, Ito T, Nagaoka K, Eguchi E., Ogino K. Effects of exercise training on nitric oxide, blood pressure and antioxidant enzymes. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition*. 2017; 60 (3):180-186
37. Rainer P P, Kass D. A. Old dog, new tricks: novel cardiac targets and stress regulation by protein kinase G. *Cardiovascular Research*. 2016;111(2):154-162
38. Eriksson K, Lingarde F. Prevention of type 2 (non insulin-dependent) diabetes mellitus by diet and physical exercise; The 6-year Malmö feasibility study. *Diabetologia* 1991;34:891-8
39. Morrato E, Hill J, Wyatt H, Ghushchyan V, Sullivan W. Physical activity in U.S. adults with diabetes and at risk for developing diabetes, 2003. *Diabetes Care* 2007;30:203-9
40. Balducci S, Iacobellis G, Parisi L, DiBiase N, Calandriello E, Leonetti F, et al. Exercise training can modify the natural history of diabetic peripheral neuropathy. *J Diabetes Complications* 2006;20:216-23 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
41. Ghosh S, Khazaei M, Moien-Afshari F, Ang LS, Granville DJ, Verchere CB, et al. Moderate exercise attenuates caspase-3 activity, oxidative stress, and inhibits progression of diabetic renal disease in db/db mice. *Am J Physiol Renal Physiol* 2009;296:F700-F708
42. Sanz C, Gautier J, Hanaire H. Physical exercise for the prevention and treatment of type 2 diabetes. *Diabetes Metab* 2010;36:346-51
43. 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
44. Myers J, Herbert WG, Humphrey R. ACSM's Resources for Clinical Exercise Physiology: Musculoskeletal, Neuromuscular, Neoplastic, Immunologic, and Hematologic Conditions. Lippincott Williams & Wilkins; 2002
45. Colditz GA, Cannuscio CC, Frazier AL. Physical activity and reduced risk of colon cancer: implications for prevention. *Cancer causes control*. 1997; 8:649-67
46. Martínez ME. Primary prevention of colorectal cancer: lifestyle, nutrition, exercise. *Recent Results Cancer Res*. 2005; 166:177-211
47. Chao A, Connell CJ, Jacobs EJ, McCullough ML, Patel AV, Calle EE et al. Amount, type, and timing of recreational physical activity in relation to colon and rectal cancer in older adults: The Cancer Prevention Study II, nutrition cohort. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2004 Dec; 13(12):2187-95
48. Patel AV, Rodriguez C, Jacobs EJ, Solomon L, Thun MJ, Calle EE, Recreational physical activity and risk of prostate cancer in a large cohort of U.S. men. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2005 Jan; 14(1):275-9
49. Christian Campos, Paula Sotomayor, Daniel Jerez et al. Exercise and prostate cancer: From basic science to clinical applications. *The Prostate*. 2018; 78:639-645
50. Lee I-M, Sesso HD, Paffenbarger RS, Physical activity and risk of lung cancer. *Int J Epidemiol* 1999; 28:620-5
51. Tardon A, Lee WJ, Delgado-Rodríguez M, Dosemeci M, Albanes D, Hoover R, et al. Leisure time activity and lung cancer: a Meta-analysis. *Cancer Causes Control*. 2005 May; 16(4):389-97
52. Brett C. Bade, MD, D. David Thomas, MS, JoAnn B. Scott et al. Increasing Physical Activity and Exercise in Lung Cancer. *J Thorac Oncol*. 2015;10: 861-871
53. Friedenreich CM, Thune I, Briton LA, Albanes D. Epidemiologic issues related to the association between physical activity and breast cancer. *Cancer*. 1998; 83 (3 suppl) 600-10
54. Bernstein L, Patel AV, Ursin G, Sullivan Halley J, Press MF, Deapen D et al. Lifetime recreational exercise activity and breast cancer risk among black women and white women. *J Natl Cancer Inst*. 2005 Nov 16; 97(22):1671-9
55. Irwin ML. Randomized controlled trials of physical activity and breast cancer prevention. *Exerc Sport Sci Rev*. 2006; 34(4):182-93.
56. Schmitz KH, Holtzman J, Courneya KS, Masse LC, Kane R. Controlled physical activity trials in cancer survivors: a systematic review and Meta-analysis. *Cancer epidemiol Biomarkers Prev*. 2005 Jul;14(7):1588-95
57. Visovsky C, Dvorak C. Exercise and cancer recovery. *Online J Issues Nurs*. 2005 Mar 28;10(2):7
58. Raisz LG. Hormonal regulation of bone growth and remodeling. *Ciba Found Symp*. 1988; 136:226-38
59. Calbet JA, Diaz Herrera P, Rodriguez LP. High femoral bone mineral content and density in male volleyball players. *Osteoporosis Int*. 1990;10:468-74
60. Cuesta AM, Revilla, Villa LF, Hernandez ER, Rico H. Total and regional bone mineral content in Spanish professional ballet dancers. *Calcif Tissue Int*. 1996; 58:150-4
61. Vicente Rodríguez G, Dorado C, Ara I, Pérez Gómez J, Olmedillas H, Delgado Guerra S, Calbet JA. Artistic Versus Rhythmic Gymnastics Effects on Bone and muscle mass in Young Girls. *Int J Sports Med*. 2007; 28:386-93

62. Dorado CJ, Sanchis Moysi, Vicente G, Serrano JA, Rodríguez LR, Calbet JA. Bone mass, bone mineral density and muscle mass in professional golfers. *J Sports Sci* 2002; 20:591-7
63. Kannus P, Haapasalo H, Sankelo M, Sievanen H, Pasanen M, Heinonen A et al. Effect of starting age of physical activity on bone mass in the dominant arm of tennis and squash players. *Ann Intern Med.* 1995;123:27-31
64. Bailey DA, Faulkner, McKay. Growth, physical activity, and bone mineral acquisition. *Exerc Sport Sci Rev.* 1996;24:233-66
65. Illich JZ, Skugor M, Hangartner T, Baoshe A, Matkovic V. Relation of nutrition, body composition and physical activity to skeletal development: a cross-sectional study in preadolescent females. *J Am Coll Nutr.* 1998;17:136-47
66. Jimenez Ramirez J, Lopez Calbet JA. Influencia de la actividad física extraescolar en la masa ósea durante el crecimiento. *Revista de Entrenamiento Deportivo.* 2001;15:37-2
67. Schoenau E, Neu CM, Rauch F, Manz F. The development of bone strength at the proximal radius during childhood and adolescence. *J Clin Endocrinol Metab.* 2001; 86:613-8
68. Vicente Rodríguez G, Ara I, Pérez Gómez J, Dorado C, Calbet JA. Muscular development and physical activity as major determinants of femoral bone mass acquisition during growth. *Br J Sports Med* 2005;39:611-6
69. Vicente-Rodriguez G. How does exercise affect bone development during growth? *Sports Med.* 2006; 36:561-9
70. Nordstrom A, Olsson T, Nordstrom P. Sustained benefits from previous physical activity on bone mineral density in males. *J Clin Endocrinol Metab.* 2006;91:2600-4
71. Bass SG, Pearce M, Bradney E, Hendrich PD, Delmas A, Harding et al. Exercise before puberty may confer residual benefits in bone density in adulthood: studies in active prepubertal and retired female gymnasts. *J Bone Miner Res.* 1998;13:500-7
72. Gustavsson A, Olsson T, Nordstrom P. Rapid loss of bone mineral density of the femoral neck after cessation of ice hockey training: a 6-year longitudinal study in males. *J Bone Miner Res.* 2003; 18:1964-9
73. Matkovic V, Jelic T, Wardlaw GM, Illich JZ, Goel PK, Wright JK, et al. Timing of peak bone mass in Caucasian females and its implication for the prevention of osteoporosis. Inference from a cross sectional model. *J Clin Invest.* 1994;93: 799-808
74. Sanchis Moysi J, Vicente Rodriguez G, Serrano JA, Calbet JAL, Dorado C. The effect of tennis participation on bone mass is better retained in male than female master tennis players. In: Lees A, Kahn JF, Maynard IW, editors. *Science and racket sports III*; 2004. P 76-81
75. Association between physical exercise and mental health in 1.2 million individuals in the USA between 2011 and 2015: a cross-sectional study. Sammi R Chekroud, BA, Prof Ralitz Gueorguieva, PhD, Amanda B Zheutlin, PhD, Prof Martin Paulus, MD, Prof Harlan M Krumholz, MD SM, Prof John H Krystal, MD. et al. *Lancet Psychiatry* volume 5, issue 9, p739-746, September 01, 2018
76. Exercise and internet-based cognitive-behavioral therapy for depression: multicenter randomised controlled trial with 12-month follow-up. Mats Hallgren, Björg Helgadóttir, Matthew P Herring, Zangin Zeebari. *The British Journal of Psychiatry.* 02 January 2018
77. Shephard RJ. Maximal oxygen intake and independence in old age. *Br J Sports Med* 2009;43:342-346
78. Conley KE, Jubrias SA, Esselman PC. Oxidative capacity and ageing in human muscle. *J Physiol* 2000;526(Pt 1): 203-210
79. Lexell J, Taylor CC, Sjostrom M. What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. *J Neurol Sci* 1988;84:275-294
80. Heuberger RA. The frailty syndrome: A comprehensive review. *J Nutr Gerontol Geriatr* 2011;30:315-368
81. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, Skinner JS. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41:1510-530
82. DeSouza CA, Shapiro LF, Clevenger CM, Dinunno FA, Monahan KD, Tanaka H, Seals DR. Regular aerobic exercise prevents and restores age-related declines in endothelium-dependent vasodilation in healthy men. *Circulation* 2000;102:1351-1357
83. Monahan KD, Dinunno FA, Tanaka H, Clevenger CM, DeSouza CA, Seals DR. Regular aerobic exercise modulates age-associated declines in cardiovascular baroreflex sensitivity in healthy men. *J Physiol* 2000;529(Pt 1):263-271.
84. Nolan RP, Jong P, Barry-Bianchi SM, Tanaka TH, Floras JS. Effects of drug, biobehavioral and exercise therapies on heart rate variability in coronary artery disease: A systematic review. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2008; 15:386-396
85. Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND, Meredith CN, Lipsitz LA, Evans WJ. High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *JAMA* 1990; 263:3029-3034
86. Nuria Garatachea, Helios Pareja-Galeano, Fabian Sanchis-Gomar et al. Exercise Attenuates the Major Hallmarks of Aging. *REJUVENATION RESEARCH* Volume 18, Number 1, 2015 DOI: 10.1089/rej.2014.1623
87. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, Macera CA, Heath GW, Thompson PD, Bauman A. Physical activity and public health: Updated recommendation for adults from the ACSM and AHA. *Circulation* 2007;116:1081-1093
88. Meeusen R. Exercise, nutrition and the brain. *Sports Med* 2014;44(Suppl 1):S47-S56
89. Ellis T, Motl RW. Physical activity behavior changes in persons with neurologic disorders: Overview and examples from Parkinson disease and multiple sclerosis. *J Neurol Phys Ther* 2013;37:85-90
90. Lucia A, Ruiz JR. Exercise is beneficial for patients with Alzheimer's disease: A call for action. *Br J Sports Med* 2011;45:468-469.
91. Knaepen K, Goekint M, Heyman EM, Meeusen R. Neuroplasticity - exercise-induced response of peripheral brain-derived neurotrophic factor: A systematic review of experimental studies in human subjects. *Sports Med* 2010; 40:765-801
92. Mousavi K, Parry DJ, Jasmin BJ. BDNF rescues myosin heavy chain IIB muscle fibers after neonatal nerve injury. *Am J Physiol Cell Physiol* 2004;287:C22-C29
93. Cotman CW, Berchtold NC. Exercise: A behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. *Trends Neurosci* 2002;25:295-301
94. Fabel K, Fabel K, Tam B, Kaufer D, Baiker A, Simmons N, Kuo CJ, Palmer TD. VEGF is necessary for exercise induced adult hippocampal neurogenesis. *Eur J Neurosci.* 2003;18:2803-2812
95. Rossi C, Angelucci A, Costantin L, Braschi C, Mazzantini M, Babbini F, Fabbri ME, Tessarollo L, Maffei L, Berardi N, Caleo M. Brain-derived neurotrophic factor (BDNF) is required for the enhancement of hippocampal neurogenesis following environmental enrichment. *Eur J Neurosci* Oct 2006;24:1850-1856

CAPÍTULO 5

Beneficios cardiovasculares del ejercicio

Autores: Enrique González Naya y María Belén Sotelo

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 positivos sobre el corazón, con mejoría de la función cardíaca y reducción de la frecuencia cardíaca basal y del desarrollo de arritmias. Dichos cambios se conocen como “corazón de atleta”.

La muerte de causa cardiovascular es la principal causa de morbimortalidad del mundo. Entre los factores de riesgo, sabemos que el sedentarismo y la inactividad física son dos de los principales protagonistas de esta ecuación. Ya está ampliamente demostrado que la actividad física se relaciona directamente con la reducción de la mortalidad de todas las causas y que prolonga la expectativa de vida y disminuye el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares o respiratorias. Incluso poca cantidad de ejercicio o por debajo de la cantidad recomendada por la OMS genera beneficios. Quince minutos de ejercicio disminuye en un 14% la muerte por cualquier causa. Un aumento del CRF (*fitness* cardiorrespiratorio) en 1 MET disminuye el riesgo de enfermedad cardiovascular en un 15% (8% a 35%, según las series).

Parecería que los beneficios comienzan de inmediato al hacer ejercicio. En el estudio realizado por Lee et al. en alumnos de la Universidad de Harvard en 1995, se evidenció una tasa de mortalidad 25-33% más baja en aquellos jóvenes que gastaban más de 2000 kcal en comparación con los alumnos menos activos. Los beneficios se mantienen incluso en etapas avanzadas de la vida; el ejercicio regular en adultos mayores es efectivo para evitar la sarcopenia, prevenir caídas y discapacidades y disminuir la incidencia de enfermedad cardiovascular. La fuerza de prensa, evaluada por *hand grip*, también mostró una disminución de la mortalidad cercana al 18%.

¿Pero cuáles son los mecanismos por los que el ejercicio mejora la función cardiovascular? En las últimas décadas, se han estudiado la mayoría de ellos; sin embargo, algunos permanecen aún sin dilucidar. El ejercicio podría ser comparado con una “polipíldora” que ejerce su efecto en casi todos los órganos, sin generar casi ningún efecto adverso, cuando es indicado en la dosis correcta. En este capítulo explicaremos cuáles son los efectos cardiovasculares del ejercicio. Comenzaremos con las adaptaciones cardíacas, los efectos sobre la presión arterial, el consumo de oxígeno y la aptitud física. Seguiremos con los efectos sobre los vasos sanguíneos, la función endotelial, los lípidos, las placas ateroscleróticas y la homeostasis sanguínea.

Adaptaciones cardíacas

Durante el ejercicio, el corazón es sometido a grandes cambios hemodinámicos y sobrecarga de presión, de volumen o ambos. Esto genera cambios anatómicos en las estructuras cardíacas.

La adaptación funcional más relevante es la mejoría del gasto cardíaco, esto lo logra por agrandamiento de las dimensiones cardíacas, mejoría de la contractilidad y aumento de la volemia, lo que conlleva un mayor llenado de las cavidades cardíacas y mayor volumen sistólico. El gasto cardíaco se calcula multiplicando la frecuencia cardíaca por el volumen sistólico, este se adapta a las demandas metabólicas del organismo y puede aumentar desde 5 ml/min en reposo hasta 30 o 40 ml/min en personas entrenadas. Estos grandes cambios del gasto cardíaco pueden lograrse gracias a adaptaciones anatómicas y funcionales cardíacas y vasculares.

Si bien el mayor determinante de la fórmula es la frecuencia cardíaca, esta no cambia demasiado en el ejercicio y el aumento del gasto cardíaco es, principalmente, a expensas del aumento del volumen sistólico, que se logra por aumento de las cavidades cardíacas y aumento del volumen de fin de diástole. Este último, a su vez, está determinado por múltiples variables, como la frecuencia cardíaca, la relajación de la fibra miocárdica, la *compliance* ventricular, la presión de llenado, la contracción auricular y la constricción pericárdica y pleural.

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 el 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.

Estas adaptaciones, que se expresan clínicamente como una mejoría de la función sistólica y diastólica ventricular, han sido demostradas tanto en pacientes sanos como en pacientes con función cardíaca normal y diabetes, o, incluso, con deterioro de la función cardíaca. .

A una escala “macro”, estos cambios se pueden explicar por cambios celulares, moleculares y genéticos. Los dos tipos de ejercicio generan aumento del tamaño cardíaco, pero sabemos que luego de un estímulo por ejercicio, el miocito aumenta su tamaño, lo que llevó a la conclusión de que el aumento de las dimensiones cardíacas se relaciona con un aumento del tamaño del miocito, no así del número de miocitos.

Otro mecanismo involucrado en la mejoría de la contractilidad cardíaca se relaciona con el aumento de la velocidad de entrada de calcio al espacio intracelular debido a un incremento en la eficacia de acople con el canal L-Ca²⁺ y a un aumento en la actividad de la enzima sarcoplasma-retículo-calcio ATPasa (SERCA2a) y del canal intercambiador con sodio. Esto genera un aumento en la sensibilidad al calcio y en la fuerza de contracción.

Asimismo, 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. Los indicadores de la oxidación de ácidos grasos (FAO) están aumentados en ratas sometidas a ejercicio y no en las sedentarias; la actividad de enzimas metabólicas (como la citrato-sintetasa) está aumentada y también se ven afectados los genes que regulan la síntesis de ATP mediante la activación de la quinasa-activada por monofosfato de adenina (AMPK) y la subsecuente elevación del PGC-1 α .

Una de las vías celulares fuertemente implicadas en los cambios cardíacos inducidos por el ejercicio es la de la fosfatidilinositol 3- quinasa (PI3K)/Akt; dicha enzima es un mediador imprescindible en la hipertrofia fisiológica del músculo cardíaco (no presente en formas de hipertrofia patológica). Otro mediador íntimamente relacionado con las adaptaciones metabólicas de las células miocárdicas es el IGF-1R y su receptor insulínico IR, que interviene en la oxidación mitocondrial y la síntesis de ATP.

Presión arterial

La presión arterial es el resultado de la interacción entre el gasto cardíaco y las resistencias periféricas. Cuando se instala la hipertensión, sabemos que es por un desbalance entre los mecanismos que la regulan, ya sea por aumento de los prohipertensores o la reducción de los depresores de presión, o por una combinación de ambos. Dada la complejidad de esta interacción, no es posible discriminar un solo mecanismo responsable de esta enfermedad.

Durante el ejercicio se produce un aumento del gasto cardíaco, generado por el incremento de la frecuencia cardíaca y la presión arterial. Estos cambios son adaptaciones a los requerimientos del organismo en los momentos en que se realiza actividad física. Pero en forma global, tras finalizar la sesión de entrenamiento, se observa caída de la presión arterial en forma aguda y, a medida que agregamos frecuencia de entrenamiento, esta se magnifica y mantiene en el tiempo.

Más de 50 estudios aleatorizados demostraron cambios significativos de la presión arterial, tanto en pacientes adultos mayores como menores y con frecuencias de ejercicios semanales alta, media o baja. Como dato a destacar, es relevante el estado de presión antes de comenzar el ejercicio. se ha logrado un mayor descenso en los pacientes hipertensos (-8.3 mmHg en PAS) en comparación con los pacientes prehipertensos (-2.1 mmHg en PAS), y solo pequeñas variaciones en la PAD en pacientes normotensos. Los hombres parecen responder con cambios más importantes en la PAS y PAD que las mujeres, sobre todo con ejercicio aeróbico.

A la hora de recomendar un tipo de ejercicio para el control de la presión arterial, clásicamente se contraindica el entrenamiento de fuerza, por interpretar que el aumento de las resistencias periféricas podría ser perjudicial para este tipo de enfermos. Pese a ello, ya ha sido demostrado en varios metaanálisis que el entrenamiento de fuerza aporta beneficios en el control de la presión arterial, con descensos de -3.87 mmHg para PAS y de -3.6 mmHg para la PAD, en promedio. Dentro de lo que es el entrenamiento de fuerza, también se destaca el papel de los ejercicios isométricos, con descensos de hasta 10.9 mmHg en PAS y 6.9 mmHg en PAD. Estos ejercicios podrían generar eventos de hipotensión asociados, por lo que deberían ser supervisados e indicados según tolerancia. La forma más segura de indicar estos ejercicios es trabajar siempre con cargas progresivas, no llegar a altas cargas de trabajo y usar siempre pausas completas.

En el caso del ejercicio aeróbico, este también está asociado a descensos en la presión arterial, de 3.5 mmHg de PAS y 3 mmHg de PAD. El ejercicio aeróbico suele ser más seguro, con una menor necesidad de ser supervisado y más disfrutable. Ejercicios alternativos como los de tai-chi, yoga, pilates, o ejercicios respiratorios, también demostraron tener efectos beneficiosos sobre el control de la presión arterial.

En el metaanálisis de Fagard, el ejercicio regular de moderada o alta intensidad practicado 3 a 5 veces a la semana demostró reducciones en la cifras tensionales de 3.4/2.4 mmHg. Si bien este número puede no parecer importante, debemos tener en cuenta que cambios de 1 mmHg en cifras de tensión arterial se asocian con una disminución del más del 15% en eventos de insuficiencia cardíaca. También se demostró que la práctica deportiva se acompaña de cambios en los hábitos y conductas, lo que potenciaría su efecto. En forma global, en la revisión

de 2014 de Sharman y La Gerche se recomienda el ejercicio aeróbico para el control de la presión arterial y el ejercicio de fuerza como elemento complementario.

El principal mecanismo de acción del ejercicio sobre la presión arterial sería la reducción de las resistencias periféricas mediante la secreción de ON y prostaciclina. Dado que con el correr de los años la actividad de la ON sintetas disminuye, el estímulo del ejercicio en su función contrarrestaría estos cambios. También contribuyen el efecto antiinflamatorio y la reducción de la actividad simpática.

Consumo de oxígeno

Uno de los cambios característicos que causa el ejercicio sobre la función cardíaca es el descenso de la frecuencia cardíaca en reposo (bradicardia sinusal) y durante 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.

Paradójicamente, en el ejercicio, el gasto cardíaco no sufre grandes modificaciones. Esto puede explicarse porque los dos componentes que intervienen en la fórmula para su cálculo ($FC \times VS$) se modifican con el entrenamiento: la frecuencia cardíaca desciende y el volumen sistólico aumenta.

Como ya se mencionó, los cambios adaptativos mitocondriales son mediados por la activación de la AMPK y el consiguiente aumento del PGC-1 α .a. Esto aumenta la capacidad oxidativa de los ácidos grasos y la síntesis de ATP.

El otro 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 arteriovenoso debido a una mayor extracción tisular, mediada, principalmente, por un aumento en la densidad vascular del músculo, es decir, por un mayor número de arteriolas por unidad contráctil en corte transversal, y también por un mayor número de mitocondrias y mayor capacidad oxidativa de estas.

$$VO_2 = GC \times Dif \text{ a-v } O_2$$

Por lo expuesto, se puede concluir que el ejercicio actúa directamente sobre todos los componentes de la fórmula de consumo de oxígeno y genera un aumento del consumo máximo de oxígeno.

Capacidad funcional

En el estudio de Myers y otros se evaluaron 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 en ese estudio como en el de Kokkinos y colaboradores, se concluye que por cada MET obtenido aumenta un 12% la sobrevida.

En 2009, Kodama y colaboradores publicaron un metaanálisis que abarcó más de 100 000 personas, en el cual describen que cada MET de aumento en la capacidad física (estimada como CRF) se asoció con una reducción del 13% y del 15% en la morbilidad por cualquier causa y cardiovascular, respectivamente. Además, estos autores definieron el nivel de actividad física asociado a la menor tasa de eventos, que en hombres de 40 años fue de 9 MET, en los de 50 años de 8 MET y en los de 60 años de 7 MET, en tanto que en las mujeres de esos mismos grupos etarios fue de 7, 6 y 5 MET, respectivamente.

Estos beneficios no se limitan a pacientes sanos. En el metaanálisis de Pasanen y colaboradores de 2017, se evaluaron los efectos del ejercicio sobre el consumo máximo de oxígeno en 22 enfermedades crónicas (entre ellas, diabetes, insuficiencia renal crónica, fibromialgia, *stroke*, artritis, etc.). En todas ellas, el ejercicio mejoró la capacidad funcional de los pacientes.

Por otra parte, los pacientes físicamente activos han demostrado menor incidencia de enfermedades y factores de riesgo cardiovascular, como hipertensión, síndrome metabólico, dislipidemia, depresión, obesidad. Mantener altos niveles de actividad física demostró disminuir la mortalidad en pacientes de alto riesgo.

Adaptaciones vasculares

Endotelio

El endotelio tiene como función responder a los cambios hemodinámicos y mantener la homeostasis sanguínea. El óxido nítrico (ON) es el mediador más importante del endotelio y su acción vasodilatadora intrínseca se utiliza como índice de la función endotelial. El ON es sintetizado por la enzima óxido nítrico sintasa (ONS) usando como sustrato la L-arginina. Las funciones del endotelio incluyen la regulación de la angiogénesis, el balance entre vasoconstricción y vasodilatación, la regulación de la proliferación de células musculares lisas y la excreción endocrina.

El *shear stress* o “fuerza de rozamiento” es la fuerza de fricción sobre el endotelio generada por el paso de la sangre. Este estímulo provocado por el ejercicio aumenta la actividad de la enzima óxido nítrico sintasa vascular (eNOS). El aumento de la actividad de esta enzima, que cataliza la producción de óxido nítrico, genera vasodilatación, inhibe la agregación plaquetaria, previene la adhesión de leucocitos a la pared del vaso y reduce así la aterosclerosis, la trombosis, la isquemia y otros eventos cardíacos.

Además, el ejercicio físico promovió un incremento de células progenitoras circulantes, efecto observado tanto en poblaciones sanas como en sujetos con enfermedad coronaria estable e insuficiencia cardíaca. En un estudio transversal que incluyó 184 individuos sanos, se observó que la L-arginina se redujo y la producción de ON se incrementó luego del entrenamiento físico. El ejercicio conduce a la expresión endotelial de la ONS (eNOS), la liberación de ON y la activación de la guanilato ciclasa, que incrementa el GMP cíclico y activa a la proteína quinasa G (PKG). En los vasos sanguíneos, la activación de la PKG siempre induce relajación y regulación de la presión sanguínea. En el corazón, la PKG trabaja como un freno sobre la señalización de la respuesta al estrés de manera beneficiosa.

Este estímulo en forma regular se relaciona con un aumento de la densidad capilar, de la longitud y capacidad de dilatación de las arterias, como así también con la formación de circulación colateral. Estos mecanismos son observables tanto en el músculo esquelético periférico como en el músculo cardíaco.

El entrenamiento físico activa la función vasodilatadora dependiente del endotelio, no solo en el grupo vascular activo, sino también como una respuesta sistémica. Se comparó el diámetro de las arteriolas musculares de pacientes entrenados versus no entrenados, y se encontraron mayores diámetros en los primeros. Cabe aclarar que el estímulo es global, ya que no hay diferencias en brazos dominantes de tenistas, por ejemplo, o en músculos no específicamente ejercitados.

El ON también estimula la síntesis de factores proangiogénicos (como el VEGF) para la formación de circulación colateral. En síntesis, el ejercicio incrementa 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.

Además de ser más numerosas, las arteriolas de personas entrenadas tienen mayor capacidad de dilatación con óxido nítrico u otros vasodilatadores que las de sujetos sedentarios, lo que indica una mayor reserva de flujo coronario.

El efecto de vasodilatación arterial generado por el ejercicio puede ser medido por ultrasonido mediante el índice de vasodilatación de la arteria braquial mediada por flujo (FMD). Este beneficio parecería ser mayor con el entrenamiento de tipo intervalado (como el HIIT) que con el entrenamiento continuo, según el metaanálisis de Ramos y colaboradores. Pero otros autores disienten sobre cuál es el ejercicio más efectivo. Clarkson y colaboradores observaron un incremento significativo de la vasodilatación dependiente del endotelio en la arteria braquial de individuos jóvenes y saludables tras realizar un programa de 10 semanas de entrenamiento de intensidad moderada, que incluyó ejercicios aeróbicos y anaeróbicos. Esta observación en una población saludable fue reforzada posteriormente por el hallazgo de una mayor vasodilatación mediada por el endotelio en adultos mayores con un nivel alto de entrenamiento físico en relación con sus pares sedentarios.

Los efectos antiinflamatorios fueron demostrados en varias investigaciones. Se observaron reducciones en la producción de citoquinas aterogénicas (IFN- γ , TNF- α) y un incremento en la producción de citoquinas atroprotectoras, como las interleuquinas 4 y 10 y el factor transformador de crecimiento beta, en individuos que se incluyeron en planes de ejercicios de intensidad moderada/alta. A esto se agregó una reducción en los niveles séricos de proteína C reactiva.

En adultos mayores pudieron demostrarse efectos antiinflamatorios del entrenamiento aeróbico de 12 semanas a través de la disminución de los monocitos CD14+ y CD16+, fuertes productores de proteínas inflamatorias.

Homeostasis

El ejercicio induce varios cambios sanguíneos. Uno de sus primeros efectos se manifiesta en 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 en un 10-12% en 24 horas. La serie roja también aumenta su síntesis, sobre todo, a partir de los 15 días de iniciada la actividad, 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 1% menor en pacientes entrenados con respecto a sedentarios.

La hipervolemia presente en pacientes entrenados ha demostrado aumentar la tasa de sudoración, mejorar la eficiencia de la pérdida de calor, disminuir la viscosidad sanguínea y mejorar el funcionamiento cardíaco.

Varios estudios han demostrado que luego de una sesión de entrenamiento, la hematopoyesis se estimula. El ejercicio intenso se asocia a aumento de la secreción de mediadores inflamatorios que activan la médula ósea, como lo son el cortisol, la IL-6, el TNF alfa, la PMN elastasa y el factor estimulador de granulocitos.

La coagulación y fibrinólisis sanguínea es el resultado de una interacción entre dos sistemas, uno activador y otro inhibidor, y el ejercicio estimula ambos extremos. El ejercicio agudo genera un estímulo en la síntesis de factor VIII y un acortamiento del tiempo parcial de tromboplastina activada (APTT), lo que debería dar un estado de hipercoagulabilidad; sin embargo, esto nunca pudo ser demostrado *in vivo*, por lo que se estima que también se activan otras vías que contrarrestan dichos cambios.

En 2017, Amini y colaboradores evaluaron diferentes marcadores pro- y antitrombóticos luego de una sesión de distintos tipos de entrenamiento y encontraron que tanto marcadores de coagulación (fibrinógeno, TP, TTP y número de plaquetas) como fibrinolíticos (dímero D) sufren modificaciones en pacientes jóvenes sanos sometidos a ejercicios aeróbicos, de fuerza, combinados e intervalados.

A modo integrativo, podríamos decir que el ejercicio intenso estimula en forma aguda la secreción de IL-6 muscular, seguido del reactante de fase aguda proteína C reactiva (PCR). Ambas moléculas son estimulantes tisulares y generan una hiperreactividad plaquetaria, con inducción de la síntesis de fibrinógeno y de eritrocitos, y de su agregación, lo que podría corresponder a un estado de hipercoagulabilidad. Por el contrario, el ejercicio de tipo regular estimula factores antiinflamatorios mediante citoquinas y antioxidantes, y crea un estado profibrinolítico.

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

En conclusión, parecería que es más segura y efectiva la recomendación de ejercicio de tipo moderado, sobre todo, en pacientes con alto riesgo de trombosis o coagulopatías.

Placas ateroscleróticas

Dado el importante papel que cumplen los lípidos en la ecuación de riesgo cardiovascular, fueron numerosos los estudios que intentaron demostrar si el ejercicio mejora el riesgo cardiovascular a través de una mejoría en el perfil lipídico.

En el metaanálisis de Wewege et al. de 2018, con 11 estudios incluidos, se demostró que el ejercicio aeróbico tiene efectos beneficiosos en el perfil lipídico de pacientes con síndrome metabólico y sin diabetes, en términos de C-HDL, TG y otros componentes del síndrome (circunferencia de cintura, presión arterial, glucemia). Y en pacientes con diabetes, este beneficio se mantiene. Mediante un metaanálisis publicado en el mismo año que incluyó datos de más de 2200 pacientes diabéticos, Pan y coautores demostraron que tanto el ejercicio aeróbico como el de fuerza supervisado generan cambios significativos, con reducción de colesterol total (CT) (20.24 mg/dl), de TG (19.34 mg/dl) y de C-LDL (11.88 mg/dl).

Uno de los puntos más controversiales es el valor de C-HDL y si este se correlaciona con el riesgo cardiovascular. Los estudios de intervención farmacológica que aumentaron los valores de C-HDL no demostraron cambiar el riesgo cardiovascular. A pesar de ello, se ha demostrado que el C-HDL es una pieza fundamental del transportador de ATP-binding cassette A1 (ABCA1), lo que posiciona al C-HDL como un importante indicador del riesgo cardiovascular.

Clásicamente se considera al ejercicio continuo como el más efectivo a la hora de mejorar el perfil lipídico. Sin embargo, en 2019, Wood y colaboradores publicaron un metaanálisis basado en casi 30 estudios en el que se demostró que el HIIT podría ser más efectivo que el entrenamiento continuo de moderada intensidad (MICT, por sus siglas en inglés) sobre el C-HDL, mientras que no se demostró superioridad un tipo de ejercicio por sobre el otro en los valores de CT, C-LDL y relación CT/C-HDL³⁸. Lo que sí fue demostrado en 2015 por Waggoner y colaboradores es que los cambios generados por el ejercicio son acumulativos y dosis-dependientes, es decir que a mayor número de estímulos, mayores son los cambios obtenidos. En el metaanálisis presentado por Sarzynski et al. en ese mismo año, se analizaron 10 tipos de ejercicios y su efecto sobre la composición de las lipoproteínas; todos ellos fueron significativamente efectivos.

Sabemos que en el metabolismo de los lípidos y la composición de las diferentes lipoproteínas intervienen numerosos factores, como la dieta, la composición corporal, el estilo de vida, el consumo calórico diario, el tipo de ejercicio practicado y su duración. En 2019, Su y colaboradores analizaron en su revisión a 620 sujetos y concluyeron que tanto el ejercicio continuo como el intervalado son efectivos para lograr el descenso de los valores de CT, C-LDL, TG y C-HDL, sin diferencias significativas entre ellos, por lo que concluyen que todos los aspectos antes mencionados, y no solo el tipo de ejercicio, deberían ser tenidos en cuenta cuando la indicación del ejercicio apunta a mejorar el perfil lipídico.

Independientemente de los cambios en los niveles séricos de colesterol y triglicéridos, el ejercicio físico demostró mejorar la homeostasis de la pared arterial y antagonizar con la progresión de la enfermedad aterosclerótica. La aterosclerosis se presenta con diferentes incidencias en la población; clásicamente existe una relación directa y proporcional con la edad y el sedentarismo, entre otros factores de riesgo, aunque también se describe, una curva en "J invertida", con mayor prevalencia de placas asociadas a altas cargas de entrenamiento.

La inflamación es un protagonista fundamental en la aterosclerosis, y el ejercicio, por su poder antiinflamatorio, es un gran aliado. Uno de los mecanismos propuestos es la activación de los monocitos (principalmente CD14 y CD16): desde su liberación de la médula ósea hasta su migración y activación en tejidos periféricos, todas estas funciones son moduladas por el ejercicio, el cual reduce la inflamación de la pared arterial y la génesis y progresión de la placa.

En 2016, Cardinot y colegas demostraron que el ejercicio tiene una función preventiva y también terapéutica en la formación de la placa aterosclerótica, pero que solo el ejercicio preventivo (es decir, aquel que precede a la instalación de la placa) puede cambiar su composición. Dichos investigadores proponen que son los cambios en la composición de las placas, más que la cantidad de placas, los que se vincularían con los eventos trombóticos.

En 2017 llamó la atención el trabajo presentado por Vincent L. Aengevaeren y colaboradores, en el que describen una mayor incidencia de placas carotídeas en atletas de *endurance* veteranos (>2000 METs por semana), en comparación con grupos de pacientes con menor nivel de actividad física. El dato que resalta el grupo es que si bien presentan un mayor número de placas, estas son placas pequeñas, estables y con menor tasa de complicaciones.

En su revisión de ese año, el mismo grupo de Aengevaeren aclara algunos aspectos novedosos de este hallazgo, que podría estar limitado a los hombres debido a la protección estrogénica, refuerzan el concepto del comportamiento más benigno de las placas debido a su composición mayormente cálcica y sugieren que podría haber cierta asociación entre el ejercicio muy vigoroso (>9 METs) y la aparición de placas ateroscleróticas. Si bien el grado de radiación es relativamente bajo, se podría evaluar el caso individual con una tomografía axial computarizada coronaria con *score* de calcio. A la luz de estos hallazgos, dichos autores proponen una evaluación individual del atleta y sugieren la realización de un *score* de calcio a atletas adultos con factores de riesgo cardiovascular agregados.

Mioquinas

El tejido muscular esquelético es capaz de secretar cientos de sustancias. Entre ellas, proteínas, factores de crecimiento, citoquinas, metalopeptidasas. Esta función aumenta con las contracciones musculares, la miogénesis y la remodelación muscular o luego de una sesión de entrenamiento.

A las moléculas sintetizadas con acción endocrina o paracrina se las llamó mioquinas. Entre las más relevantes, podemos distinguir:

-Miostatina: es un potente inhibidor del crecimiento muscular. El ejercicio *endurance* crónico reduce su expresión. Su descenso disminuye el tejido adiposo.

-IL-6: es secretada por el músculo esquelético en respuesta a la contracción muscular. Su síntesis aumenta el ON endógeno y la interacción entre el calcio y el factor nuclear de células T activadas (NFAT, por sus siglas en inglés), y estimula la vía glucógeno/p38 MAPK. La IL-6 estimula el crecimiento muscular y la angiogénesis. Posee un potente efecto antiinflamatorio y sus niveles aumentan en relación con la intensidad y la duración del ejercicio. También estimula la síntesis de GLP-1 en las células pancreáticas e intestinales y mejora la secreción de insulina, la glucemia y la oxidación de ácidos grasos.

-IL-15: efecto anabólico local y efecto antiobesogénico. También mejora la tolerancia a la glucosa.

-BDNF: aumenta su síntesis principalmente con el ejercicio de alta intensidad. Mejora el funcionamiento cognitivo mediante la inhibición del receptor de tropomiosina (trkB) y estimula la síntesis de cAMP. También podría contribuir al efecto anticáncer de la actividad física. Actúa en forma local estimulando la oxidación de lípidos mediante la activación de la AMPk y también tiene acción sistémica, con mejorías en los síntomas de depresión o ansiedad mediante la vía MAPK. Asimismo, mantiene la función cerebral y estimula la neuroplasticidad.

-SPARC: es estimulada por el ejercicio de resistencia. Podría tener un efecto preventivo en cáncer de colon.

-Irisina: tiene grandes efectos sobre alteraciones cardiometabólicas. Mejora la función cardíaca en pacientes cardíopatas, aumenta la masa muscular y mejora factores metabólicos en pacientes sanos. También incrementa el metabolismo lipídico.

-PI3K: esta cascada de activación cumple un rol fundamental en la regeneración muscular, al inducir la síntesis de otras mioquinas como la *follistatin like-1*, que mejora la función endotelial y estimula a la eNOS, la IL-6, que estimula las células satélite, y el VEGF, que estimula la angiogénesis.

Hay moléculas aún en fase de investigación, como la mionectina, que parecería estimular la captación de ácidos grasos por los hepatocitos y adipocitos y tendría un efecto protector cardiovascular; y la musculina y la visfatina, con probables efectos antioxidantes, de reparación macromolecular o de mitocondriogénesis.

El músculo esquelético sigue sumando funciones a medida que lo seguimos estudiando. Es claro que queda camino por recorrer, pero a la clásica función mecánica, debemos agregarle la fundamental función endocrina y de regulación de numerosos procesos que explican gran parte de los beneficios de la actividad física.

RESUMEN

- El ejercicio reduce la mortalidad, mejora la calidad de vida y reduce la incidencia de eventos cardiovasculares. Cuanto antes se comienza, mejor, pero incluso comenzando en la edad adulta hay beneficios sustanciales.
- El ejercicio aeróbico o de *endurance* genera los cambios cardíacos más importantes, entre los que se destaca el agrandamiento de las cavidades cardíacas, con mejoría de la función sistólica y diastólica
- El ejercicio disminuye la presión arterial, principalmente por mecanismos vasodilatadores y aumento del tono vagal.

- El aumento de la capacidad física (MET) está directamente relacionado con el aumento de la supervivencia.
- En el sistema vascular, el ejercicio mejora la función endotelial, principalmente por aumento del ON nativo y, además, por el estímulo de la eNOS, aumenta su expresión, activación y reduce su remoción. El ON es el principal vasodilatador arterial.
- El ejercicio inhibe la formación de placas ateroscleróticas. En las establecidas, mejora su composición y reduce el *core* lipídico, lo que disminuye la posibilidad de ruptura.
- El entrenamiento de moderada intensidad reduce el riesgo de trombosis.

El beneficio de la actividad física sistemática y programada sobre la enfermedad cardiovascular y la hipertensión arterial es:

Grado de recomendación	Nivel de evidencia
IIa	B

El beneficio de la actividad física sistemática y programada sobre la capacidad funcional (en 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: Beneficios cardiovasculares de la actividad física

En 2009, Kodama y colaboradores publicaron un metaanálisis que abarcó más de 100.000 personas, en el cual describen que cada MET de aumento en la capacidad física (estimada como CRF) se asoció con una reducción del 13% y del 15% en la morbilidad por cualquier causa y cardiovascular, respectivamente.

Kodama y cols. también definieron el nivel de actividad física asociado a la menor tasa de eventos, que en hombres de 40 años fue de 9 MET, en los de 50 años de 8 MET y en los de 60 años de 7 MET, en tanto que en las mujeres de esos mismos grupos etarios fue de 7, 6 y 5 MET, respectivamente.

El *shear stress* provocado por el ejercicio sobre el endotelio aumenta la actividad de la enzima óxido nítrico sintetasa vascular (eNOS). El aumento de esta enzima cataliza la producción de óxido nítrico, lo que genera vasodilatación, inhibe la agregación plaquetaria y previene la adhesión de leucocitos a la pared del vaso, lo que reduce la aterosclerosis, la trombosis, la isquemia y otros eventos cardíacos.

El estímulo en forma regular se relaciona con un aumento de la densidad capilar, de la longitud y capacidad de dilatación de las arterias, como así también con la formación de circulación colateral. Estos mecanismos son observables tanto en el músculo esquelético periférico como en el músculo cardíaco.

El ejercicio incrementa 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.

Mioquinas

Miostatina: es un potente inhibidor del crecimiento muscular. IL-6: aumenta el ON endógeno. IL-15: efecto anabólico local y efecto antiobesogénico. También mejora la tolerancia a la glucemia.

BDNF: aumenta su síntesis principalmente con ejercicio de alta intensidad. Mejora el funcionamiento cognitivo mediante la inhibición del receptor de trombosina. SPARC: estimulada por el ejercicio de resistencia. Podría tener un efecto preventivo en cáncer de colon.

-Irisina: grandes efectos sobre trastornos cardiometabólicos. Mejora la función cardíaca en pacientes cardiopatas, aumenta la masa muscular y mejora factores metabólicos en pacientes sanos. También incrementa el metabolismo lipídico.

PI3K: Esta cascada de activación cumple un rol fundamental en la regeneración muscular, al inducir la síntesis de otras mioquinas

Fig. 6

BIBLIOGRAFÍA

1. Nystoriak MA and Bhatnagar A (2018) Cardiovascular Effects and Benefits of Exercise. *Front. Cardiovasc. Med.* 5:135. doi: 10.3389/fcvm.2018.00135
2. Myers J, Herbert W, Ribisl P, Franklin B. Is new science driving practice improvements and better patient outcomes? Applications for cardiac rehabilitation. *Clin Invest Med.* 2008;31(6):e400-E407.
3. Lee IM, Hsieh CC, Paffenbarger RS Jr. Exercise intensity and longevity in men. The Harvard Alumni Health Study. *JAMA.* 1995;273(15):1179-1184.
4. Marzetti E, Calvani R, Tosato M, et al. Physical activity and exercise as countermeasures to physical frailty and sarcopenia. *Aging Clin Exp Res.* 2017;29(1):35-42. doi:10.1007/s40520-016-0705-4
5. Lee J. Associations Between Handgrip Strength and Disease-Specific Mortality Including Cancer, Cardiovascular, and Respiratory Diseases in Older Adults: A Meta-Analysis. *J Aging Phys Act.* 2020;28(2):320-331. Published 2020 Apr 24. doi:10.1123/japa.2018-0348
6. Hellsten, Y., & Nyberg, M. (2015). Cardiovascular Adaptations to Exercise Training. *Comprehensive Physiology*, 1-32. doi:10.1002/cphy.c140080
7. Arbab-Zadeh A, Perhonen M, Howden E, Peshock RM, Zhang R, Adams-Huet B, Haykowsky MJ, Levine BD. Cardiac remodeling in response to 1 year of intensive endurance training. *Circulation* 130:2152-2161, 2014
8. Anand V, Garg S, Garg J, Bano S, Pritzker M. Impact of Exercise Training on Cardiac Function Among Patients with Type 2 Diabetes: A systematic review and meta-analysis. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2018;38(6):358-365. doi:10.1097/HCR.0000000000000353
9. Vega RB, Konhilas JP, Kelly DP, Leinwand LA. Molecular Mechanisms Underlying Cardiac Adaptation to Exercise. *Cell Metab.* 2017;25(5):1012-1026.
10. Pinckard K, Baskin KK and Stanford KI (2019) Effects of Exercise to Improve Cardiovascular Health. *Front. Cardiovasc. Med.* 6:69.
11. Zucker IH, Musch TI. Benefits of exercise training on cardiovascular dysfunction: molecular and integrative. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2018;315(4):H1027-H1031.
12. Moraes-Silva, I. C., Mostarda, C. T., Silva-Filho, A. C., & Irigoyen, M. C. (2017). Hypertension and Exercise Training: Evidence from Clinical Studies. *Exercise for Cardiovascular Disease Prevention and Treatment*, 65-84. doi:10.1007/978-981-10-4304-8_5
13. Cardoso CG Jr, Gomides RS, Queiroz AC, et al. Acute and chronic effects of aerobic and resistance exercise on ambulatory blood pressure. *Clinics (Sao Paulo).* 2010;65(3):317-325. doi:10.1590/S1807-59322010000300013
14. 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
15. 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
16. Kokkinos, P., Myers, J., Faselis, C., Panagiotakos, D. B., Doulamis, M., Pittaras, A., Fletcher, R. (2010). Exercise Capacity and Mortality in Older Men: A 20-Year Follow-Up Study. *Circulation*, 122(8), 790-797. doi:10.1161/circulationaha.110.938852
17. Lavie CJ, Arena R, Swift DL, et al. Exercise and the cardiovascular system: clinical science and cardiovascular outcomes. *Circ Res.* 2015;117(2):207-219. doi:10.1161/CIRCRESAHA.117.305205
18. Badimon L, Martínez González J. Disfunción endotelial. *Rev Esp Cardiol Supl* 2006;6:21-30.
19. Widmer R. J., Lerman A. Endothelial dysfunction and cardiovascular disease. *Global Cardiology Science and Practice.* 2014; 2014 (3):291-308.
20. 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.
21. Tsukiyama Y, Ito T, Nagaoka K, Eguchi E., Ogino K. Effects of exercise training on nitric oxide, blood pressure and antioxidant enzymes. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition.* 2017; 60 (3):180-186.
22. Rainer P. P., Kass D. A. Old dog, new tricks: novel cardiac targets and stress regulation by protein kinase G. *Cardiovascular Research.* 2016;111(2):154-162.
23. 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
24. Clarkson P, Montgomery H, Mullen MJ, Donald A, Powe A, Bull T, et al. Exercise training enhances endothelial function in young men. *J Am Coll Cardiol* 1999;33: 1379-85.
25. Rywik T, Blackman M, Yataco AR, Vaitkevicius PV, Zink R, Cottrell E, et al. Enhanced endothelial vasoreactivity in endurance-trained older men. *J Appl Physiol* 1999;87:2136-42.
26. Smith J, Dykes R, Douglas J, Krishnaswamy G, Berk S. Long term exercise and atherogenic activity of blood mononuclear cells in persons at risk of developing ischemic heart disease. *JAMA* 1999;281:1722-7.
27. Timmerman K, Flynn M, Coen P, Markofski M. Exercise training induced lowering of inflammatory (CD14+CD16+) monocytes: a role in the anti-inflammatory influence of exercise? *J Leukoc Biol* 2008;84:1271-8.
28. El-Sayed, M. S., El-Sayed Ali, Z., & Ahmadizad, S. (2004). Exercise and Training Effects on Blood Haemostasis in Health and Disease. *Sports Medicine*, 34(3), 181-200. doi:10.2165/00007256-200434030-00004
29. Amini A, Sobhani V, Mohammadi MT, Shirvani H. Acute effects of aerobic, resistance and concurrent exercises, and maximal shuttle run test on coagulation and fibrinolytic activity in healthy young non-athletes. *J Sports Med Phys Fitness* 2017;57:633-42. DOI: 10.23736/S0022-4707.16.06092-8
30. Chen, Y.-W., Apostolakis, S., & Lip, G. Y. H. (2014). Exercise-induced changes in inflammatory processes: Implications for thrombogenesis in cardiovascular disease. *Annals of Medicine*, 46(7), 439-455. doi:10.3109/07853890.2014.927713
31. Wang, J.-S. (2006). Exercise prescription and thrombogenesis. *Journal of Biomedical Science*, 13(6), 753-761. doi:10.1007/s11373-006-9105-7
32. 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.
33. Pan B, Ge L, Xun YQ, et al. Exercise training modalities in patients with type 2 diabetes mellitus: a systematic review and network meta-analysis. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2018;15(1):72. Published 2018 Jul 25. doi:10.1186/s12966-018-0703-3
34. Group HTC, Landray MJ, Haynes R, Hopewell JC, Parish S, Aung T, et al. Effects of extended-release niacin with laropiprant in high-risk patients. *N Engl J Med.* (2014) 371:203-12. doi: https://doi.org/10.1056/NEJMoa1300955
35. Du XM, Kim MJ, Hou L, Le Goff W, Chapman MJ, Van Eck M, et al. HDL particle size is a critical determinant of ABCA1-mediated macrophage cellular cholesterol export. *Circ Res.* (2015) 116:1133-42. doi: https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.116.305485

36. Wood G, Murrell A, van der Touw T, et al. HIIT is not superior to MICT in altering blood lipids: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*. 2019;5:e000647. doi:10.1136/bmjsem-2019-000647.
37. Waggoner, J. D., Robison, C. E., Ackerman, T. A., & Davis, P. G. (2015). Effects of exercise accumulation on plasma lipids and lipoproteins. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 40(5), 441-447. doi:10.1139/apnm-2014-0321
38. Sarzynski MA, Burton J, Rankinen T, et al. The effects of exercise on the lipoprotein subclass profile: A meta-analysis of 10 interventions. *Atherosclerosis*. 2015;243(2):364-372.
39. Su L, Fu J, Sun S, Zhao G, Cheng W, Dou C, et al. (2019) Effects of HIIT and MICT on cardiovascular risk factors in adults with overweight and/or obesity: A Meta-analysis. *PLoS ONE*14(1):e0210644
40. Aw NH, Canetti E, Suzuki K, Goh J. Monocyte Subsets in Atherosclerosis and Modification with Exercise in Humans. *Antioxidants (Basel)*. 2018;7(12):196. Published 2018 Dec 19. doi:10.3390/antiox7120196
41. 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
42. Aengevaeren VL, Mosterd A, Braber TL, et al. Relationship Between Lifelong Exercise Volume and Coronary Atherosclerosis in Athletes. *Circulation*. 2017;136(2):138-148.
43. Aengevaeren, VL, Eijssvogels, TMH. Coronary atherosclerosis in middle-aged athletes: Current insights, burning questions, and future perspectives. *Clin Cardiol*. 2020; 1- 9.
44. Aengevaeren VL, Mosterd A, Sharma S, Prakken NHJ, Möhlenkamp S, Thompson PD, Velthuis BK, Eijssvogels TMH. Exercise and Coronary Atherosclerosis: Observations, Explanations, Relevance, and Clinical Management. *Circulation*. 2020 Apr 21;141(16):1338-1350.
45. Thijssen D, Redington A, George K, Hopman M, Jones H. Association of exercise preconditioning with immediate cardio-protection: A review. *JAMA Cardiology*. Publisher: American Medical Association. 2018 vol: 3 (2) pp: 169-176.
46. Zucker I, Musch T. Benefits of exercise training on cardiovascular dysfunction: molecular and integrative. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2018 vol: 315 pp: 1027-1031
47. Fiuza-Luces C, Santos-Lozano A, Joyner M, Carrera-Bastos P, Picazo O, Zugaza J, Izquierdo M, Ruiz-Lopez L, Lucia A. Exercise benefits in cardiovascular disease: beyond attenuation of traditional risk factors. *Nature Reviews Cardiology*. Publisher: Nature Publishing Group 2018 vol: 15 (12) pp: 731-743
48. Fagard RH. Exercise characteristics and the blood pressure response to dynamic physical training. *Med Sci Sports Exerc*. (2001) 33(Suppl. 6):S484- 92; discussion S493-484. Doi <https://doi.org/10.1097/00005768-200106001-00018>
49. 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
50. Pinckard K, Baskin KK and Stanford KI (2019) Effects of Exercise to Improve Cardiovascular Health. *Front. Cardiovasc. Med*. 6:69.

CAPÍTULO 6

Tipos de actividad física

Autores: Roberto Peidro, Marcelo País de Almeida, Sabrina Sciolini y Carolina Arriva

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. Los entrenamientos de fuerza y potencia muscular involucran en mayor medida, aunque no exclusivamente, este tipo de esfuerzos.

Isotónico o dinámico: implica movimientos articulares debido a contracciones concéntricas y excéntricas (caminar, trotar, correr). En términos cardíacos, 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.

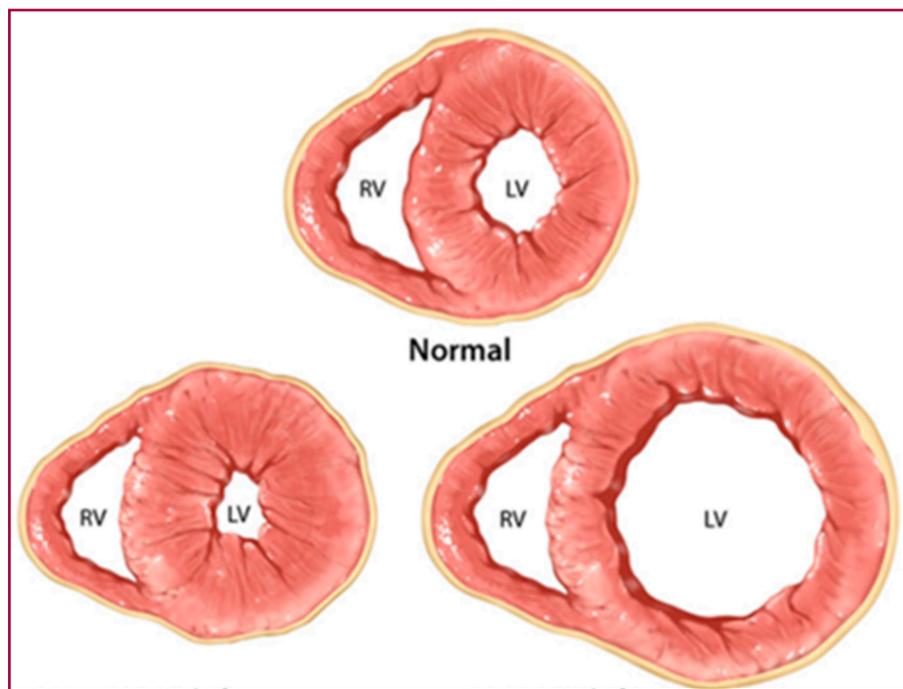


Fig. 7

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 en mayor medida 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), entendida esta última como la 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 para 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_{2max}), de intensidad moderada a aquellos realizados entre el 50% y el 75% del VO_{2max} , y de intensidad alta a los esfuerzos mayores del 75% del VO_{2max} .

Tabla 1

(<50% del VO_{2max})	Intensidad baja (50%-75% del VO_{2max})	Intensidad moderada (>75% del VO_{2max})	Intensidad alta
Estático bajo (<10%)	Bowling, críquet, golf, tiro	Béisbol, esgrima, sóftbol, tenis de mesa, tenis dobles	Carreras pedestres (hasta 10 km), hockey sobre césped, maratón, squash, natación, triatlón
Estático moderado (10-20%)	Arquería, carrera de autos	Buceo, esquí en descenso, gimnasia artística, hipismo de salto, hipismo de velocidad, vóley	Básquet, carreras de marcha, carreras de velocidad, fútbol, ciclismo, hándbol, hockey sobre hielo, hockey sobre patines, salto en alto, tenis singles
Estático alto (>30%)	Fisiculturismo, judo, karate, lanzamientos (jabalina, bala), Levantamiento de pesas, windsurf	Esquí acuático, jineteada criolla, motociclismo, polo, remo, surf, trineo, náutica	Boxeo, esquí cross, rugby, alpinismo,

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

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.

Otra clasificación se basa en 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 que requieren una contracción muscular (acortar y alargar un músculo) en su ejecución y un movimiento articular. Implican tanto una contracción concéntrica como una excéntrica. Correr, hacer flexiones, dar saltos, cargar peso muerto son **ejemplos** de ejercicios isotónicos.

El desarrollo de la condición física musculoesquelética de la población debe lograrse a partir de ejercicios de fuerza, pero de tipo isotónico o dinámico. La finalidad es desarrollar la fuerza y la resistencia muscular necesarias para ejecutar las actividades imprescindibles con un objetivo fundamental, que se dirige a, garantizar la resistencia muscular y el tono muscular, mejorar la densidad mineral de los huesos y la tan necesaria flexibilidad de las articulaciones y de los tejidos blandos, así como colaborar en la mejora de la coordinación.



Fig. 8

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' y se compone del prefijo 'isos', equivalente a 'igual', unido a 'métrico', que alude a 'medida'.

Los **ejercicios isométricos** implican contracciones de un músculo o de un grupo de músculos en particular. Durante este tipo de ejercicios, 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. Estos ejercicios son especialmente útiles para personas que se están recuperando de lesiones que limitan el espectro de movimientos.

Se conocen como **isométricos pasivos** aquellos **ejercicios** en los que únicamente se resiste un peso o se mantiene una posición, por ejemplo, realizar una dominada, pero manteniendo la posición, 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 el fallo.

Además de la plancha o plank, podemos destacar otros ejemplos de ejercicios isométricos, como la sentadilla isométrica, la flexión isométrica, la zancada o el puente de glúteo isométrico. La mayoría de los ejercicios pueden adaptarse a una variante isométrica si se mantiene la posición estática en un punto muy concreto del ejercicio.

Ventajas de los ejercicios isométricos

- Aumentan la fuerza muscular
- Aumentan la potencia muscular (aunque 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 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.

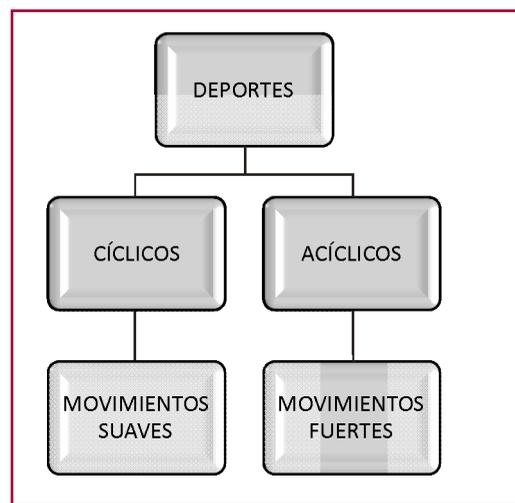


Fig. 9

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).

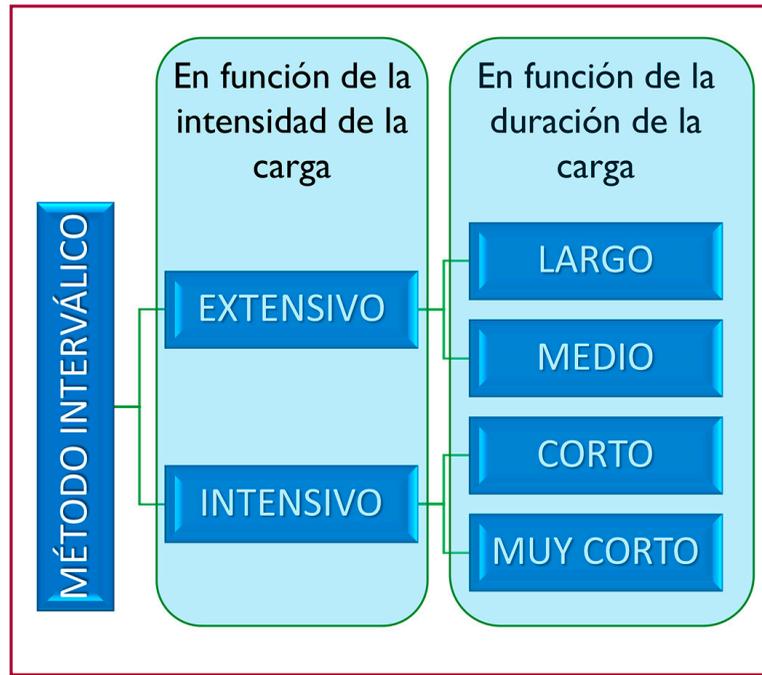


Fig. 10

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 se lograría alcanzar. De esta manera, al dividir el esfuerzo en fracciones más pequeñas e introducir pausas, es posible correr durante más tiempo a una intensidad alta. Esto produce mayores adaptaciones orgánicas, sobre todo, cardiovascular y metabólica.

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 las características principales 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 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:** 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. Como bien señala Carlos Landín frecuentemente en su blog, la recuperación viene determinada por la intensidad/duración de los intervalos, es decir, debe ser proporcional a la carga y debe permitir eliminar la fatiga 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 bruscamente la intensidad del esfuerzo que estamos realizando, pero sin parar por completo. La frecuencia cardíaca no baja tan rápidamente, por lo que este tipo de recuperación suele ser más larga que cuando es estática. Por lo común, se emplea 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 × 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 × 4 × 400 m rec.: 1'30"-3'.

Actividad física mediante ejercicios de características intervaladas

El **ejercicio intermitente** (EI) es una forma de entrenamiento deportivo que busca 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. Este tipo de ejercicio 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.

Tabla 2

Acción prevalente de los distintos métodos de entrenamiento Método	Acción primordial	Ejemplos
Fraccionamiento aeróbico o intervalado aeróbico	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema cardiorrespiratorio • Metabolismo muscular aeróbico oxidativo 	Carrera pasadas: 12 a 15 repeticiones de 400 metros al 65-70% de la máxima capacidad en esta distancia o 100-110% de la velocidad competitiva de los 5000-10000 metros.
Fraccionamiento o intervalado anaeróbico	<ul style="list-style-type: none"> • Metabolismo muscular anaeróbico láctácido. • Mejora del VO₂max. 	Carrera pasadas de 5 repeticiones de 300 metros a una velocidad por encima de la velocidad competitiva de 800 metros (105-110%), con 3 a 10 minutos de recuperación entre cada pasada.
Trabajo intermitente	<ul style="list-style-type: none"> • Metabolismo muscular anaeróbico a láctico. • Metabolismo muscular aeróbico oxidativo. 	30-40 metros de carrera en alta velocidad, cercana a la máxima, con 20-25 segundos de recuperación entre pasadas. Duración total del estímulo: 15 a 25 minutos.

Isométrico o estático: involucra contracciones musculares sin movimiento articular (mantener un peso en altura, "hand grip"). Generan mayores sobrecargas de presión sobre el músculo cardíaco con menor incremento de frecuencia y mayor aumento de presión arterial. Por lo tanto, puede observarse hipertrofia concéntrica en el músculo cardíaco, como adaptación a largo plazo, sin dilatación de cavidades cardíacas. Los entrenamientos de la fuerza y potencia muscular involucran en mayor medida, aunque no exclusivamente, este tipo de esfuerzos.

Isotónico o dinámico: implica movimientos articulares debido a contracciones concéntricas y excéntricas (caminar, trotar, correr). A nivel cardíaco, 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.

Cíclicos: La acción motriz principal implica movimientos repetitivos

Acíclicos: La secuencia del movimiento no es única sino que integra variaciones de intensidad y funciones

Continuos: existen movimientos uniformes y repetitivos

Intervalados: son discontinuos

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

```

graph TD
    A[MÉTODO INTERVALADO] --> B[EXTENSIVO]
    A --> C[INTENSIVO]
    B --> D[LARGO]
    B --> E[MEDIO]
    C --> F[CORTO]
    C --> G[MUY CORTO]
    
```

Acción prevalente de los distintos métodos de entrenamiento		
Método	Acción Primordial	Ejemplos
Fraccionamiento aeróbico o intervalado aeróbico	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema Cardiorrespiratorio • Metabolismo muscular aeróbico oxidativo 	Carrera pasadas: 12 a 15 repeticiones de 400 Metros al 65-70% de la máxima capacidad en esta distancia o 100-110% de la velocidad competitiva de los 5-10 mil Metros.
Fraccionamiento o intervalado anaeróbico	<ul style="list-style-type: none"> • Metabolismo muscular anaeróbico láctácido. • Mejora del VO₂max. 	Carrera pasadas de 5 repeticiones de 300 metros a una velocidad por encima de la velocidad competitiva de 800 Metros (105-11%) con 3 a 10 minutos de recuperación entre cada pasada.
Trabajo intermitente	<ul style="list-style-type: none"> • Metabolismo muscular anaeróbico aláctico. • Metabolismo muscular aeróbico oxidativo. 	30-40 Metros de carrera en alta velocidad, cercana a la máxima. Con 20-25 segundos de recuperación entre pasadas. Duración total del estímulo 15 a 25 minutos.

BIBLIOGRAFÍA

1. ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription. 10th edition 2018. Chapter 4. Health-related physical fitness testing and interpretation.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. Faigenbaum AV, Kraemer WJ, Blimkie CJ, Jeffreys I, Micheli LJ, Nitka M, Rowland TW. Youth resistance training: update position statement paper from the national strength and conditioning association. *J Strength Cond Res*. 2009;23:s60-79.
6. Roig M, O'Brien K, Kirk G, Murray R, McKinnon P, Shadgan B, Reid WD. The effects of eccentric versus concentric resistance training on muscle strength and mass in healthy adults: a systematic review with Meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2009;43:556-68.
7. Douglas J, Pearson S, Ross A, McGuigan M. Chronic adaptations to eccentric training: A systematic review. *Sports Med*. 2007;47:917-941.
8. 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.

Capítulo 7

Entrenamiento

Autores: Ivana Paz, Noelia Rodríguez, Gerardo Sayavedra y Diego Iglesias

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.

Principios generales del entrenamiento

Debemos conocer una serie de definiciones propias de las ciencias del ejercicio y del deporte para entender los principios generales del entrenamiento.

Las cualidades físicas y deportivas pueden agruparse en tres tipos: básicas, complementarias y derivadas. Las primeras son aquellas que necesariamente participan, y en grado apreciable, en la mayoría de las actividades físico-deportivas. Estas son la fuerza, la resistencia y la velocidad. Las cualidades físicas y deportivas complementarias son aquellas que están presentes en la actividad física y deportiva pero no son indispensables, como la flexibilidad, la coordinación y el equilibrio. Por último, las cualidades físicas y deportivas derivadas son aquellas que resultan de las combinaciones posibles de las cualidades básicas y las complementarias. Son ejemplos de estas la agilidad (combinación adecuada de fuerza, velocidad, flexibilidad y coordinación) y la potencia (combinación adecuada de fuerza y velocidad).

Desde la óptica de las ciencias del deporte y el ejercicio, las adaptaciones fisiológicas específicas del entrenamiento se rigen por dos clases de principios: los principios generales del entrenamiento y los principios individuales de la prescripción del ejercicio.

Desarrollaremos a continuación los principios generales del entrenamiento.

Principio de la individualidad

No todas las personas tienen la misma capacidad de responder y adaptarse al entrenamiento. La carga genética (herencia) tiene un rol central en las respuestas agudas y crónicas al entrenamiento. Esto determina respondedores altos y respondedores bajos; incluso en situaciones de rehabilitación de enfermedades crónicas cardiovasculares, se describe un pequeño grupo de no respondedores o resistentes al entrenamiento.

Principio de la especificidad

Las adaptaciones generadas por el entrenamiento son muy específicas respecto del tipo de actividad física realizada (o del modo en que se ejecuta) y del volumen y la intensidad de lo entrenado. Llevado a ejemplos prácticos, si se quiere mejorar la fuerza muscular, se debe entrenar con ejercicios de sobrecarga con pesos libres, el propio peso o máquinas; el entrenamiento aeróbico no sería útil para mejorar esa cualidad. Otro ejemplo deportivo: si se desea mejorar en el tenis, no sería adecuado entrenar en fútbol.

Principio de la reversibilidad

Quizás sea este uno de los principios con más impacto clínico. Si logramos que las personas entrenen, que nuestros pacientes logren una adecuada condición física, todo lo ganado se irá perdiendo progresivamente si no se mantiene un plan de entrenamiento a largo plazo. Este proceso se conoce como desacondicionamiento o desentrenamiento. La única forma de evitar esto es ofrecer un plan de mantenimiento.

Principio de la sobrecarga progresiva

Este principio combina dos conceptos, sobrecarga y progresión. Esto implica que para mejorar una cualidad física, como, por ejemplo, la fuerza, se debe entrenar con un ejercicio que movilice una carga de peso (sobrecarga) en un número de repeticiones por serie o series. Luego de varias semanas de entrenamiento repitiendo un mismo ejercicio, se produce una adaptación de la cualidad. Si se desea volver a mejorar dicha cualidad (en el ejemplo, la fuerza) habrá que incrementar la carga. De esta forma, los incrementos de carga van generando una adaptación (mejoría de la fuerza) progresiva.

Principio de la variación

Este principio también se conoce como principio de la periodización. Este se refiere a un proceso sistemático mediante el cual se planifican cambios a lo largo del tiempo en una o más variables del programa (modo, volumen o intensidad) dirigidos a sostener o mejorar la efectividad del programa de entrenamiento.

A continuación, se detallan los principios individuales de la prescripción del ejercicio, de acuerdo con las Guías del ACSM

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

A estos puede sumarse el principio de la densidad, que alude a la 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

Definición

Definimos al 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 expresarlo como volúmenes individuales. Simplificado, es la cantidad de ejercicio (por ejemplo, en un entrenamiento de musculación, será el número de repeticiones por set y el número total de sets por semana). Una forma de estimarlo es midiendo la duración de un tipo de entrenamiento en minutos (unidad de tiempo) en la semana. Una medida que incorpora la intensidad son los MET por minutos totales semana. Podría también expresarse en gasto calórico/semana. Otra forma de recomendación de volumen de ejercicio (según las Guías ACSM) sería la realización de 150 minutos por semana de ejercicio de moderada a alta intensidad. En concordancia con las recomendaciones de la OMS, para el grupo etario de 18 a 64 años, podemos ampliar la recomendación a 75 minutos semanales de actividad física de alta intensidad (vigorosa), 150 minutos semanales de moderada intensidad como mínimo o 300 minutos semanales, que son los ideales para lograr los mayores beneficios. También pueden hacerse combinaciones de intensidades moderadas y vigorosas. El tiempo mínimo de una sesión es de 10 minutos. En adultos mayores, la recomendación es que el volumen semanal esté repartido en distintos tipos de estímulos, que incluyan fuerza-resistencia para mejorar la función muscular y evitar la sarcopenia, además de balance, flexibilidad y aeróbico.

Siempre que evaluemos el volumen en un plan de entrenamiento, tenemos que tener en consideración que el volumen es inversamente proporcional a la 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.

Los estudios epidemiológicos muestran una asociación dosis-respuesta entre el volumen del ejercicio y la salud, o los beneficios del *fitness*.

A continuación, desarrollaremos algunos datos complementarios para prescribir ejercicio.

Duración del descanso interseries

Dependerá de la intensidad de la carga. Con ejercicios de 1 serie (circuito) o de 2 a 3 series, puede ser de entre 1 y 4 minutos.

Duración de cada repetición

De 4 a 6 segundos de tensión muscular por repetición. En general, si se busca mejorar la fuerza muscular, la velocidad de ejecución es inferior que si se busca ganancia de hipertrofia. La velocidad de ejecución será mayor en los ejercicios que busquen estimular la resistencia muscular.

Volumen semanal de repeticiones

En general, los volúmenes bajos (una sola serie) mejoran la resistencia muscular. Los volúmenes moderados de repeticiones (2 a 3 por semana) son suficientes para mejorar la fuerza muscular. Para lograr hipertrofia muscular son necesarios volúmenes muy altos de series, lo que habitualmente se consigue bajando el número de repeticiones de una serie (ejemplo: 5 series de 4-6 repeticiones por serie). En los planes de entrenamiento que incluyen solo una serie de un determinado ejercicio, por lo general se trabaja en circuito, donde se eligen 6-8 ejercicios de serie única (con la posibilidad de repetir más de una vez el circuito) o se efectúa un entrenamiento de fuerza-resistencia, donde el número de repeticiones en la serie única es alto (12 a 15).

Influencia del orden de los ejercicios

La evidencia muestra que seguir un orden en los ejercicios tiene importancia a la hora de mejorar la fuerza, pero no se observa efecto en la hipertrofia. El orden sugerido es de ejercicios multiarticulares hacia monoarticulares.

Alta carga versus baja carga

Para mejorar la fuerza muscular, el uso de altas cargas de trabajo (no para el principiante, sino para personas con un adecuado *fitness* previo) es mejor que el uso de cargas bajas. La excepción está dada por el entrenamiento hasta fallo muscular por fatiga; en ese caso, baja carga con alto número de repeticiones es similar a alta carga con bajo número de repeticiones. Esto también puede aplicarse al entrenamiento aeróbico, en el que la calidad (intensidad de las cargas) ha demostrado ser superior a la extensión (grandes volúmenes).

Fraccionamiento del volumen

Cada modo o tipo de entrenamiento debe ser fraccionado en forma semanal. Por ejemplo, 2-4 sesiones semanales del componente aeróbico y 2-3 del de fuerza-resistencia. Un incremento mayor de la frecuencia de sesiones semanales de fuerza-resistencia no ha demostrado mayores ganancias de la fuerza muscular.

Incremento de volumen y lesiones

La planificación y supervisión de un plan de entrenamiento debe ser llevada a cabo por un profesional idóneo, como un profesor de educación física. Debemos establecer metas acordes con objetivos claros (en nuestro caso, la salud cardiovascular). Una vez establecido un plan de entrenamiento que el sujeto pueda llevarlo adelante, con adecuados niveles de tolerancia al esfuerzo en la sesión y sin la acumulación de fatiga residual, el incremento debe contemplar la adecuada ejecución biomecánica y una progresión del incremento de las cargas que genere adaptación, sin sobreuso, para evitar lesiones.

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 del inicio de un plan, se podrá incrementar en 5 a 10 minutos la duración de cada sesión. Luego podrán realizarse nuevos incrementos, cada 1 a 2 semanas en un adulto. 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 necesarios para alcanzar las metas dependerán del grado de acondicionamiento basal del individuo (cuanto más descondicionado, 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 el tiempo es similar, pero las variables a incrementar pueden ser la carga, para la que se aconsejan incrementos del 2% al 10%, o las repeticiones por serie de 1 a 2. La tercera variable de ajuste posible es el tiempo de recuperación entre series (lo habitual para el entrenamiento de baja a moderada carga es de 1-2 minutos y para cargas altas de 3-5 minutos). La cuarta 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, en el que se puede bajar el volumen a expensas de bajar el tiempo, pero sosteniendo la intensidad.

En ciencias del ejercicio y cuando hablamos de atletas o deportistas, rige en la progresión el principio de la periodización de las cargas, donde un ciclo de entrenamiento (por ejemplo, anual) se subdivide en microciclos, mesociclos y macrociclos, dentro del calendario deportivo dividido en períodos: preparación, transición, competición y recuperación activa. La progresión de cargas, en general, puede ser progresiva u ondulante, con volúmenes altos iniciales que van disminuyendo, en la medida que se incrementa la intensidad.

Intensidad

Definición

En términos de la fisiología del ejercicio, la intensidad es la magnitud del esfuerzo que realiza un individuo y esta 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, del siguiente modo:

- Leve 50-60%
- Moderada 60-70% y
- Alta 80-85%

Intensidad en el entrenamiento aeróbico

El sistema circulatorio tiene dos funciones principales:

- Aportar oxígeno, combustibles energéticos y hormonas a los músculos que requieren energía para contraerse.
- Extraer de la musculatura los productos resultantes del metabolismo (CO_2 y ácido láctico), para transportarlos, metabolizarlos y eliminarlos en otros órganos.

El sistema cardiovascular satisface el aumento de la demanda orgánica en una situación de esfuerzo a expensas de un mayor gasto cardíaco (GC), que es directamente proporcional al producto del volumen sistólico (VS) y la frecuencia cardíaca (FC).

$$\text{GC} = \text{VS} \times \text{FC}$$

El volumen sistólico depende de tres factores:

- la precarga,
- la poscarga, y
- la contractilidad.

Factores determinantes de la frecuencia cardíaca:

- Intensidad del ejercicio
- Cantidad de grupos musculares involucrados
- Sexo: las mujeres presentan FC más elevadas que los hombres.
- Edad: es un factor inversamente proporcional, es decir, a mayor edad, menor es la FC máxima teórica.
- Otros: el nivel de entrenamiento, los factores ambientales, el estado de hidratación, los fármacos, etc., pueden determinar aumentos o disminuciones de la FC.

Con respecto a los dos primeros puntos, durante el ejercicio y con el propósito principal de satisfacer la mayor demanda de oxígeno de los músculos, se produce un aumento de la FC proporcional a la intensidad del esfuerzo realizado y a la cantidad de grupos musculares involucrados. Esta relación lineal se mantiene fundamentalmente hasta alcanzar el umbral anaeróbico. A partir de allí, el cambio de la FC pierde su linealidad por descenso de la velocidad de incremento y tiende a estabilizarse en sus valores máximos, aunque también puede haber una disminución en los latidos (especialmente en individuos sedentarios) debido a que la taquicardia excesiva acorta el llenado diastólico.

Es así que la FC es un parámetro lo suficientemente objetivo, económico y fácil de medir como para servir de método de control de la intensidad del ejercicio y para planificar las distintas zonas de entrenamiento aeróbico.

Entonces, para establecer la intensidad en el momento del entrenamiento, es necesario tener en cuenta algunos datos basales:

1. **Frecuencia cardíaca máxima (FC máx):** representa el número máximo de latidos por minuto que puede alcanzar el corazón en un esfuerzo máximo. Lo ideal es obtener ese dato en una prueba de apremio, pero cuando no disponemos de un valor real medido en un test de máxima intensidad, se puede estimar por medio de la ecuación de la **frecuencia cardíaca máxima teórica (FC máx teórica)**. Esta forma de estimarla tiene muchas limitaciones y a veces estará lejos del valor real, ya que depende de los umbrales de cada individuo; sin embargo, puede servir como una primera aproximación para controlar la intensidad.

Las fórmulas siguientes son las más comunes para calcular la FC máx teórica:

- $\text{FC máx} = 220 - \text{edad}$
- $\text{FC máx} = 208 - (0,7 \times \text{edad})$

2. **Frecuencia cardíaca basal:** es la mínima cantidad de latidos por minuto que tiene una persona para mantener sus funciones vitales. La forma más correcta de medirla es en el sueño profundo con un Holter o, en su defecto, con el promedio de la toma del pulso al despertar por la mañana durante una semana. De no ser posible dicha medición, se puede usar la frecuencia cardíaca de reposo en el consultorio obtenida con un ECG o por medición del pulso.
3. **Porcentaje de la FC objetivo:** no siempre los individuos de la misma edad presentan los mismos **niveles de esfuerzo**. Por ende, no sería correcto usar la misma FC en forma generalizada, aunque la zona de trabajo coincida. Es por esta razón que se suele usar la fórmula de Karvonen. Esta permite estimar la FC de trabajo en forma cercana al porcentaje del consumo de oxígeno de la zona en la que se desea trabajar, teniendo en cuenta la **FC de reserva**, que es la diferencia entre la FC máxima y la FC cardíaca basal (FC máx – FC basal).

$$FC \text{ objetivo} = (FC \text{ máx} - FC \text{ basal}) \times \%FC \text{ trabajo} + FC \text{ basal}$$

A partir de esta fórmula podemos describir 5 zonas de entrenamiento aeróbico.

Tabla 3

Zona	% de la FC máx..	Objetivo de entrenamiento	Esfuerzo percibido
Z1	Entre 50% y 60% (FC 100-120 lpm)	Entrada en calor, rehabilitación, condicionamiento , capacidad aeróbica, regenerativo.	Intensidad muy ligera. Ritmo muy fácil.
Z2	Entre 60% y 70% (FC 120-140 lpm)	Representa un entrenamiento cardiovascular básico : mejora la resistencia aeróbica básica	Zona de intensidad ligera , ritmo fácil, cómodo, permite hablar con comodidad
Z3	Entre 70% y 80% (FC 140-160 lpm)	Capacidad aeróbica. Entrenamiento cardiovascular óptimo	Zona de intensidad moderada . Es más difícil mantener una conversación
Z4	Entre 80% y 90%	Potencia aeróbica Mejora el rendimiento y la velocidad . (umbral anaeróbico)	Zona de intensidad fuerte . La respiración es forzada.
Z5	(FC 160-180 lpm) Entre 90% y 100% (180 lpm). FC máxima	Entrena consumo máximo de oxígeno y la potencia anaeróbica (los músculos requieren más oxígeno del que nuestro cuerpo es capaz de generar). No se puede mantener durante largos períodos de tiempo. Cercano al umbral isquémico .	Zona de máximo esfuerzo e intensidad que podemos soportar.

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 de 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 mencionan el test de referencia de 1 repetición máxima 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 su densidad. Básicamente, se entiende como tal el tiempo de reposo entre ejercicios, o, mejor dicho, la relación trabajo-pausa; esto es, la relación entre el tiempo de esfuerzo y la duración de la pausa de recuperación, reposo o descanso entre ejercicios. El concepto de densidad se aplica fundamentalmente a los ejercicios de carga.

La pausa tiene un rol fundamental, ya que cumple dos funciones: elimina el cansancio (descanso completo) y facilita 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 una 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 durante 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, afectará las respuestas metabólicas, hormonales y cardiovasculares, así como las adaptaciones provocadas por los estímulos de entrenamiento. Llevada a cabo de manera óptima, la pausa cumple un rol esencial para restablecer el flujo sanguíneo intramuscular y el transporte de oxígeno que permitirá el restablecimiento de las reservas de fosfocreatina, la restauración del pH intramuscular, la remoción de subproductos metabólicos y la restauración del potencial de membrana a los niveles de reposo. Por tanto, dicha relación (estímulo/pausa) será dependiente del objetivo fisiológico y el nivel de entrenamiento del sujeto.

Solo mediante una secuencia correcta de la carga y la recuperación se logra un efecto óptimo de entrenamiento, la cual equivale a 1:1 en condiciones ideales, lo que implica un mismo tiempo de carga que de recuperación. Y esto varía de acuerdo con varios factores, dependiendo no solo del nivel de entrenamiento del individuo que lo realiza, sino también de su condición fisiológica. Por eso, en la medida que va aumentando la capacidad de rendimiento, se van reduciendo los tiempos de recuperación, y esta relación que quizás empezó como óptima en 1:1 al inicio de un plan de entrenamiento, termine siendo óptima también en una etapa avanzada de aquel en proporción 1:0,5, por ejemplo.

El punto de referencia más utilizado para planificar la duración de los intervalos es la frecuencia cardíaca. Por ello, habitualmente se fija el reinicio del ejercicio en el momento de retorno de la frecuencia cardíaca a un valor dado.

Además, dedicar el tiempo de estos intervalos a la práctica de cualquier tipo de trabajo poco intenso permite mantener un determinado nivel de funcionamiento de los diferentes sistemas del organismo; se ha demostrado que la recuperación de la capacidad de trabajo se logra con mayor rapidez cuando se ejecutan actividades colaterales diferentes de la practicada sistemáticamente por el sujeto objeto de entrenamiento, y ello logra, a la vez, que los centros nerviosos implicados en el desarrollo exitoso de la actividad física principal (entrenamiento) y la relación que establecen estos con otros centros (centro buffer) manifiesten una reacción positiva de los procesos psíquicos superiores ante la nueva tarea.

Para lograr un eficiente descanso activo, se hace necesario trabajar con actividades diferentes a las precedentes e incluso que involucren la participación de los grupos musculares menos trabajados durante las sesiones de preparación o competencia. También puede ser útil vincular estas acciones con ejercicios de relajación para la musculatura forzada durante el entrenamiento.

A modo de resumen, se muestran en el siguiente gráfico los tiempos de descanso necesarios, tomando en cuenta las variables fisiológicas involucradas en el ejercicio.

Tabla 4

Descanso corto	Descanso medio	Descanso largo
20 a 60 segundos	1 a 3 minutos	Mayor de 3 minutos
Recuperación parcial de la creatina fosfato	Recuperación total de la creatina fosfato	Recuperación de la glucosa muscular y parte de la glucosa sanguínea

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 la frecuencia debe aumentar hasta 5 o más días solamente si la actividad resulta agradable y es tolerada físicamente, para evitar lesiones musculoesqueléticas 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. Además, siempre se debe tener en cuenta que el riesgo de lesiones y los eventos cardiovasculares adversos son más altos 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 (sin participar en un programa de entrenamiento formal), una persona debe realizar ejercicios con peso de cada grupo muscular principal (es decir, los grupos musculares del pecho, los hombros, la parte superior e inferior de la espalda,

el abdomen, las caderas y las piernas) 2-3 veces por semana, con al menos 48 h de separación entre las sesiones de entrenamiento para el mismo grupo muscular, para que el ejercicio sea efectivo. Todos los grupos musculares se pueden entrenar en la misma sesión o se pueden entrenar grupos musculares seleccionados en cada sesión.

Respecto de los ejercicios de flexibilidad, después de realizarlos, la amplitud de movimiento alrededor de una articulación mejora inmediatamente y hay una mejoría crónica después de unas 3 a 4 semanas de estiramiento regular, con una frecuencia de al menos 2 a 3 veces por semana. Pueden realizarse dentro de una sesión de entrenamiento o en forma aparte durante la semana. Se recomienda realizar ejercicios de flexibilidad, después del ejercicio o la práctica de deportes en los que la fuerza y la potencia es importantes para el rendimiento, porque se pueden ver reducidos de manera aguda.

Se recomiendan ejercicios neuromotores que involucren equilibrio, agilidad, coordinación y marcha con una frecuencia de 2-3 o más días a la semana para personas mayores; probablemente, estos también sean beneficiosos para adultos más jóvenes.

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 ejercicios de intensidad moderada y vigorosa para la mayoría de los adultos, a fin de 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 en todos los adultos.

Recomendación de ejercicios de flexibilidad y neuromotores

Se recomienda realizar ejercicios de flexibilidad ≥ 2 -3 días a la semana; el ejercicio de flexibilidad diario de por lo menos 10 minutos cada día es el más efectivo, sobre todo en mayores de 65 años.

Se recomiendan ejercicios neuromotores que involucren equilibrio, agilidad, coordinación y marcha con una frecuencia ≥ 2 -3 días a la semana para personas mayores.



Fig. 11

Entrenamiento intervalado de alta intensidad

El entrenamiento intervalado de alta intensidad o *high intensity interval training* (HIIT, por sus siglas en inglés) es un método que combina sesiones repetidas de corta duración, compuestas por intervalos prefijados que presentan ejercicios de alta intensidad (mayor o igual al 90% del $VO_{2\text{máx}}$) 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 áreas como el *fitness* y la salud (para prevención primaria, secundaria y, actualmente en estudio, para rehabilitación cardiovascular) por su efectividad en relación con el tiempo invertido y los beneficios alcanzados a corto plazo. Esto lo convierte en una alternativa interesante para aquellas personas que disponen de poco tiempo y también para las que no sienten motivación a la hora de practicar ejercicio, sobre todo, si son de larga duración y requieren varios estímulos semanales, como en los ejercicios de moderada intensidad.

Los beneficios obtenidos se deben a efectos inducidos a corto y largo plazo, a saber:

Efectos agudos

- 1) Aumento de la frecuencia cardíaca y la tensión arterial.
- 2) Incrementos en la producción de lactato plasmático.
- 3) Incrementos de la glucosa sanguínea circulante.
- 4) Aumento de la termogénesis.
- 5) Aumento en la producción y liberación de catecolaminas, hormona del crecimiento (ambos grupos favorecen la lipólisis de los ácidos grasos de los tejidos subcutáneos e intramusculares) y cortisol.
- 6) Se produce gran disminución de fosfágenos musculares (ATP, PCr) y de los depósitos de glucógeno.
- 7) Hay un descenso significativo de la reactivación parasimpática tras el esfuerzo por el aumento exacerbado de la actividad simpática, secundaria a la depleción de la capacidad energética sobre el sistema de fosfágenos y el sistema glucolítico láctico. Esto se traduce en la elevación persistente de factores adrenérgicos y metabolitos locales durante la recuperación (por ejemplo, epinefrina, norepinefrina y lactato en sangre venosa), que pueden persistir hasta 48 horas después de la sesión. Además, se genera mayor consumo de oxígeno posejercicio, con un gran gasto energético asociado. La duración de la deuda de oxígeno es directamente proporcional al volumen e intensidad del entrenamiento realizado. En consecuencia, el **metabolismo basal persiste aumentado** debido a que el organismo requiere calorías para recomponer sus depósitos energéticos y recuperar su estado de homeostasis.

Efectos crónicos

- El efecto acumulativo resultante inducirá adaptaciones tanto a nivel central (cardiovascular) como periférico (músculo esquelético).

A nivel central

- Mejora de la función y capacidad cardiovascular aeróbica y anaeróbica, motivada especialmente por el incremento del $VO_{2\text{máx}}$; esto es más notable en sedentarios y menos en atletas.

A nivel periférico

- Aumenta la sensibilidad a la insulina y el control glucémico por aumento de los transportadores GLUT4 en la membrana muscular.
- Aumenta la capacidad muscular oxidativa de ácidos grasos merced a una capacidad máxima o a un mayor contenido de proteínas de las enzimas mitocondriales u oxidativas (aumenta la densidad mitocondrial).
- Incremento del almacenamiento de glucógeno en reposo.
- Mejora la función endotelial, lo que favorece el fenómeno de vasodilatación arterial.
- Mejora los valores y el control de la PA.
- Produce cambios en la composición corporal, a expensas de mantener o aumentar la masa muscular y disminuir el componente adiposo.

Con todo lo descrito hasta aquí, podemos preguntarnos: ¿es el HIIT un método superior que pueda aplicarse a cualquier tipo de población?

Para dar una respuesta, es importante analizar las ventajas y desventajas que presenta este tipo de ejercicio.

Ventajas

- Requiere menor volumen de tiempo que los ejercicios aeróbicos continuos de moderada intensidad, para lograr los mismos beneficios.
- Corrige factores de riesgo cardiovascular.

- Controla y previene patologías cardiovasculares y metabólicas.
- Mejora la composición corporal, la salud y la aptitud cardiorrespiratoria.
- Menor aburrimiento y monotonía, lo que mejora la adherencia.
- Refuerzo de la conexión mente-cuerpo que permitirá tolerar mayor capacidad de sufrimiento y, por ende, alcanzar el máximo rendimiento.

Desventajas

- La dosis-respuesta de este tipo de estímulos aún no está establecida para cada grupo de población y patología.
- Requiere buen acondicionamiento físico previo, musculoesquelético, articular y cardiovascular.
- Se necesita una buena ejecución técnica de los ejercicios a realizar.
- Un temperamento débil al esfuerzo físico disminuye la adherencia.
- La FC no es un buen parámetro de control en intensidades tan elevadas, lo que, en una situación límite, obliga a basarse en una medición subjetiva como la escala de Borg o su versión modificada.
- Finalizada la sesión y luego de la “vuelta a la calma”, persiste una actividad simpática elevada y sin regulación del sistema parasimpático, lo que aumenta el riesgo de un evento cardiovascular en individuos con patologías asintomáticas o subclínicas.
- Predispone a la fatiga por sobreentrenamiento y a distintos tipos de lesiones: ligamentarias, tendinosas, musculares, óseas y articulares.

En conclusión, 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, 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, pero necesita menos tiempo de estímulo para lograrlos. Si bien es un método más eficiente, podría desencadenar eventos cardiovasculares en individuos con patologías subclínicas por trabajar en umbrales isquémicos o, en menor medida, por padecer lesiones por sobreentrenamiento.

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

High Intensity: Interval Training: entrenamiento intervalado de alta intensidad

Tabla 5

Rutinas muy cortas, pero muy intensas

- Ejercicios de resistencia y/o fuerza.
- Series: 6 a 10.
- Tiempos: alta intensidad / período de recuperación.
- Tiempo efectivo/ descanso: 3:1- 2:1- 1:1 o 1: 0,5.
- Frecuencia: 2 a 3 estímulos semanales.

Semanales 30-45 minutos

- Entrada en calor (15-20 minutos), trabajo efectivo: series de HIIT (15 a 20 minutos), vuelta a la calma: 10 a 15 minutos.

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 una repetición máxima (1-RM) que se define, según Baechle y Earle, 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 por ello 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 n.º 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 las siguientes:

- Fórmula de Brzycki: % 1-RM = peso / (1,0278 - (0,0278 × n.º de repeticiones))
- Fórmula de Lander: % 1-RM = peso / (1,013 - (0,0267123 × n.º de repeticiones))

A continuación, se presentan valores aproximados en la siguiente tabla:

Tabla 6. Equivalencias entre el valor de RM y el % respecto de la carga máxima

N.º de repeticiones	% de 1-RM
1	100
2	95
3	90
4	86
5	82
6	78
7	74
8	70
9	65
10	61
11	57
12	53

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. En forma muy general, podría describirse de la siguiente manera:

Tabla 7

	Intensidad %	Series	N.º repeticiones	Adaptaciones
Fuerza máxima %	85-100	3-6 (intervalo: 3 a 10)	5 a 1	mayor reclutamiento de unidades motoras aumentar la fuerza
Potencia %	60-80	3-6 (intervalo:3 a 12)	10/12 a 5/6	coordinación intermuscular hipertrofia selectiva
Resistencia %	30/40-50/55	3-6	más de 15 a 18	baja hipertrofia coordinación intermuscular adaptación anatómica adaptación metabólica
Acondicionamiento %	50	2-3	8-15	aumentar la temperatura corporal y la temperatura interna muscular estimular la movilidad articular estirar músculos y ligamentos aumentar el grado de excitabilidad del sistema nervioso central aumentar la frecuencia respiratoria y la circulación sanguínea preparar al aparato locomotor para la fase del entrenamiento

Capítulo 7: Entrenamiento

Los principios generales del entrenamiento son:

- Principio de la individualidad.
- Principio de la especificidad
- Principio de la reversibilidad
- Principio de la sobrecarga progresiva.
- Principio de la variación.

Las formas más comunes para calcular la FC máx teórica

- $FC_{máx} = 220 - \text{edad}$
- $FC_{máx} = 208 - (0,7 \times \text{edad})$

Volumen

Definimos al volumen como el producto de la frecuencia, intensidad y tiempo (duración) del ejercicio.

Duración del descanso inter-series.

Duración de cada repetición

Volumen semanal de repeticiones.

Influencia del orden de los ejercicios

Alta carga versus baja carga.

Fraccionamiento del volumen

Los principios individuales, de la prescripción del ejercicio son, acuerdo con las Guías del ACSM son:

1. Tipo (o modo, por ejemplo, aeróbico o fuerza-resistencia)
2. Frecuencia (cuantos estímulos en la unidad de tiempo: día o semana)
3. Intensidad (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 kilogrametros, watts etc., porcentaje del consumo de oxígeno, en su relación con el umbral anaeróbico, por arriba, debajo o a su nivel, en porcentaje de la frecuencia cardiaca máxima, en múltiplos de una unidad metabólica de reposo, METs, en una escala de percepción del esfuerzo)
4. Duración (tiempo) de cada sesión.
5. Volumen (cantidad)
6. Progresión (incremento en el tiempo,

Frecuencia

es el número de días por semana dedicados a un programa de ejercicio. 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 la frecuencia hasta 5 o más días solamente si la actividad resulta agradable y es tolerada físicamente. Para la fuerza muscular, particularmente para los que no están entrenados o entrenados recreativamente (que no participan en 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 hs de separación entre las sesiones de entrenamiento

Densidad

se entiende como tal, al tiempo de reposo entre ejercicios, o mejor dicho la relación trabajo-pausa. puede ser durante la micro pausa (entre series), macro-pausa (entre ejercicios), incluso Inter sesión (entre bloques). El punto de referencia más utilizado para planificar la duración de los intervalos es la frecuencia cardiaca. Por ello, se fija habitualmente el reinicio del ejercicio en el momento de retorno de la frecuencia cardiaca a un valor dado.

Intensidad

es la magnitud del esfuerzo a realizar por un individuo

- Leve 50-60%
- Moderada 60-70% y
- Alta intensidad 80-85%

$FC_{objetivo} = (FC_{máx} - FC_{basal}) \times \%FC_{trabajo} + FC_{basal}$

Flexibilidad

Después de realizarlos, el rango de movimiento alrededor de una articulación mejora inmediatamente y hay una mejoría crónica después de aproximadamente 3 a 4 semanas de estiramiento regular con una frecuencia de al menos 2 a 3 veces por semana.

BIBLIOGRAFÍA

1. 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
2. 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.
3. Thompson WR, Bushman BA and Kravitz L. ACSM's resources for the personal trainer. Third edition 2010. Chapter 17. Cardiorespiratory training programs. 359-387. Baltimore MD USA. Lippincott Williams & Wilkins
4. 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.
5. OMS. Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud. www.who.int acceso 11 de mayo 2020.
6. 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.
7. Lee PG, Jackson EA and Richardson C. Exercise Prescriptions in Older Adults. Am Fam Physician. 2017;95:425-432.
8. Nunes JP, Grgic J, Cunha PM, Ribeiro AS, Schoenfeld BJ, de Salles BF, Cyrino ES. What Influence Does Resistance Exercise Order Have on Muscular Strength Gains and Muscle Hypertrophy? A Systematic Review and meta-analysis. Eur J Sports Sci. 2020;28:1-9.
9. Schoenfeld BJ, Peterson MD, Ogborn D, Contreras B, Sonmez GT. Effects of Low-vs-High-Load Resistance Training on Muscle Strength and Hypertrophy in Well-Trained Men. Strength Cond Res. 2015;29:2954-63.
10. Reed JL and Pipe AL. Review. Practical Approaches to Prescribing Physical Activity and Monitoring Exercise Intensity. Can J Cardiol. 2016;32:514-522.
11. Schoenfeld BJ, Contreras B, Krieger J, Grgic J, Del Castillo K, Belliard R and Alto A. Resistance Training Volume Enhances Muscle Hypertrophy but not Strength in trained Men. Med Sci Sport Exerc. 2019;51:94-103.
12. Ralson GW, Kilgore L, Wyatt FG, Baker JS. The Effect of Weekly Set Volume on Strength Gain. A metaanalysis. Sports Med. 2017;47:2585-2601.
13. Borde R, Hortobágyi T and Granacher U. Dose-Response Relationships of Resistance Training in Healthy Old Adults: A Systematic Review and meta-analysis. Sports Med. 2005;45:1693-1720.
14. Ratamess NA, Alvar BA, Evetoch TK, Housh TJ, Kibler WB, Kraemer WJ and Triplett NT. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. Position Stand. American College of Sports Medicine. Med Sci Sports Exerc. 2009;41:687-708.
15. Tanaka, H, Monahan, KD and Seals, DR. Age-related maximal heart rate revisited. J Am Coll Cardiol. 2001;37:153-156
16. 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.
17. Zhang H, Tong TK, Qiu W, Zhang X, Zhou S, Liu Y, et al. Comparable Effects of High-Intensity Interval Training and Prolonged Continuous Exercise Training on Abdominal Visceral Fat Reduction in Obese Young Women. J Diabetes Res. 2017;2017:5071740.
18. Boutcher, S H. High-intensity intermittent exercise and fat loss. Journal of Obes. 2011;2011:868305.
19. Gillen JB, Martin BJ, MacInnis MJ, Skelly, LE, Tarnopolsky MA, Gibala, MJ. Twelve Weeks of Sprint Interval Training Improves Indices of Cardio Metabolic Health Similar to Traditional Endurance Training despite a Five-Fold Lower Exercise Volume and Time Commitment. PLoSOne. 2016;11(4):e0154075.
20. 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.

CAPÍTULO 8

Precauciones antes de realizar actividad física

Autores: Carolina Pappalettere, Oscar Mendoza y Carolina Oviedo

1. Examen físico preparticipativo

Introducción

La realización de actividad física y el deporte han sido motivo de interés para la medicina desde la Grecia antigua. En la actualidad, la actividad física sistemática y la práctica deportiva en sus diferentes modalidades son recomendadas por diversas organizaciones médicas, pues hay evidencia científica que asocia la actividad física y el deporte con la reducción de la mortalidad general y la cardiovascular, en particular. Por otra parte, también es conocido que el ejercicio físico, en especial si es intenso, incrementa transitoriamente a más del doble el riesgo de eventos cardiovasculares, sobre todo, el de muerte súbita de causa cardíaca. Aunque esta última es infrecuente, la amplia difusión que suele tener por los medios de comunicación produce inquietud en toda la comunidad, en especial si esta afecta a niños o deportistas de alto rendimiento atlético, que son, a menudo, tomados como ejemplo de salud para toda la población.

Para que una población o un 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 la evaluación preparticipativa (EPP). Además, hay que tener en cuenta algunos aspectos importantes con el fin de minimizar riesgos cardiovasculares y osteomusculares. Muchas naciones ya han creado distintos modelos de EPP para deportistas y población general basados en pautas establecidas durante la 36.^a Conferencia de Bethesda de 2005, reconocida y aceptada por médicos y abogados como el consenso de expertos más actualizado para la selección y recomendación de deportistas competitivos con patología cardiovascular.

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, tanto a nivel recreativo como competitivo. Además, la EPP ayuda al médico evaluador a efectuar una derivación adecuada y precoz al especialista, según las patologías potenciales o reales detectadas.

Muerte súbita

La muerte súbita (MS) de causa cardíaca en el ejercicio se define como aquella que se produce durante la práctica de un deporte o hasta una hora después de finalizada esta en un individuo portador de una enfermedad cardiovascular desconocida o subvalorada. Su incidencia no se conoce con exactitud, pero se estima en aproximadamente 1/50.000 a 1/300.000 entre deportistas menores de 35 años y en 1/15.000 a 1/100.000 entre los mayores de esta edad. Es al menos 5 a 10 veces más frecuente en los varones, aunque se ajuste por frecuencia de práctica deportiva; como razones probables de esta diferencia se ha propuesto la intensidad de la actividad física realizada y los factores genéticos.

Las causas de MS en deporte difieren según la edad de los deportistas. En los menores de 35 años, la etiología más frecuente de MS es de tipo hereditaria o congénita, las que, según la literatura, tienen una prevalencia de 0,2 a 0,7% en la población general. La causa más habitual es una cardiopatía estructural o primariamente eléctrica no diagnosticada por la ausencia de síntomas, o por una inadecuada interpretación de estos. En los mayores de 35 años, la causa más habitual es la enfermedad coronaria producto del paso del tiempo y determinada por la presencia de los factores de riesgo cardiovascular por todos conocidos y no adecuadamente controlados. Al presente existe consenso en que, en la mayoría de los casos, el mecanismo común final que determina la muerte es una arritmia ventricular maligna a consecuencia de las mayores exigencias hemodinámicas, la producción de isquemia y los cambios electro-siológicos producidos por el ejercicio intenso, a veces exacerbados por el estrés emocional o condiciones climáticas adversas durante la actividad deportiva.

Protocolos de evaluación médica en actividad física y deporte

Al momento de evaluar las causas de MS en atletas jóvenes, también aparecen diferencias importantes entre Europa y EE.UU., en donde las principales causas son la displasia arritmogénica de ventrículo derecho (DAVD) y la miocardiopatía hipertrófica (MH), respectivamente. Estas diferencias aparecen debido al enfoque que cada grupo le ha dado a la detección de las condiciones que pueden desencadenar la MS: En EE. UU., la evaluación se basa principalmente en una buena anamnesis personal y familiar, más un completo examen físico, sin incluir un electrocardiograma (ECG) de reposo de 12 derivaciones, ya que, sobre la base de las recomendaciones de sus grupos de expertos, concluyen que no existe buena relación costo/beneficio tomando en cuenta el gran número de evaluaciones realizadas cada año (10 a 12 millones de deportistas/año) y lo poco frecuente de las patologías

cardíacas responsables de MS en esta población. En el grupo europeo, en cambio, las decisiones se han basado, principalmente, en la experiencia italiana, específicamente, en la de la región de Véneto, en donde se lleva más de 30 años de evaluaciones protocolizadas y respaldadas por el Ministerio de Salud. Dichas evaluaciones incluyen, además de la anamnesis y el examen físico, un ECG de reposo de 12 derivaciones. La EPP italiana es, además, obligatoria para todo atleta de nivel competitivo, lo que significa una evaluación anual de cerca de 6 millones de atletas de todas las edades.

Las ventajas que ofrece realizar solo anamnesis y examen físico son su bajo costo y su mínima necesidad de insumos. El problema es que las principales causas de muerte súbita de origen cardiovascular, esto es, la miocardiopatía hipertrófica, la displasia arritmogénica del ventrículo derecho y el origen anómalo de coronarias son, en general, asintomáticas y tienen un examen físico normal; hasta en un 50% de los casos, la muerte súbita es el primer signo presentado. Entonces, la gran controversia surge al momento de definir la necesidad de exámenes complementarios como parte de este *screening*, principalmente, la realización de un electrocardiograma.

En 2007, el panel de expertos de la Asociación Americana del Corazón, básicamente confirmó su recomendación de 1996, en la que 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. Una sola respuesta positiva o la alteración del examen físico hacen necesaria la derivación a un control por especialistas. Esta conducta se propone para el nivel de deporte escolar, universitario e incluso en las selecciones de Estados Unidos que participan en Juegos Olímpicos. Otras organizaciones deportivas norteamericanas, como la Asociación de Básquetbol Profesional (NBA), exigen en su examen anual más completo la realización de electrocardiograma de reposo y ecocardiograma y Doppler cardíaco.

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; esta decisión se basa en la sólida experiencia de más de 25 años del protocolo italiano de control de deportistas, que impone como norma nacional examen físico y electrocardiograma.

En cuanto a la utilidad del electrocardiograma, la propuesta de la SEC y del COI señala que este examen puede permitir el diagnóstico de hasta el 60-70% de las causas de muerte súbita, entre las que destaca 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 Wolf-Parkinson-White. En particular, en cuanto a la miocardiopatía hipertrófica, la 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%) presentaron soplo, antecedentes familiares o ambos, y 18 casos (82%) presentaron un electrocardiograma anormal, lo que determina una capacidad de diagnóstico un 77% superior al modelo americano.

Es relevante señalar que, aunque la miocardiopatía hipertrófica tiene similar prevalencia en muertes no relacionadas con el deporte en EE. UU. e Italia, los casos en deporte tienen una marcada diferencia y corresponden al 24% y 2%, respectivamente. Se considera que esta diferencia puede estar determinada por los diferentes métodos de evaluación.

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, que comprende del 50% al 85% de los casos, algunas veces con frecuencias menores de 40 latidos por minuto, arritmia y pausas sinusales (entre 14% y 69% de los estudios). En el 6% a 33% de los casos, hay alteraciones de conducción AV consideradas menores, como bloqueos de 1.º y 2.º tipo Mobitz I; estos hallazgos son más frecuentes en disciplinas predominantemente aeróbicas. Entre todos los estudios en electrocardiografía, destaca el realizado por Pelliccia y cols., quienes, en un total de 1005 deportistas de 39 disciplinas, encontraron un examen claramente anormal en el 17% de los hombres y el 8% de las mujeres y moderadamente anormal en el 28% y 14%, respectivamente. De los 145 deportistas con electrocardiograma anormal, el 10% presentaba alguna patología cardíaca, en el 54% se objetivó crecimiento de sus cavidades cardíacas con funciones sistólica y diastólica normales y en el 36% restante se encontró un corazón de dimensiones y funciones normales. En este contexto, es de gran importancia poder realizar un adecuado diagnóstico diferencial entre una patología y el síndrome cardiovascular de adaptación al entrenamiento conocido como corazón de atleta, para distinguir adecuadamente los que requieren la suspensión de la práctica deportiva y quienes no tienen limitación para ello.

Algunos autores han propuesto la ecocardiografía Doppler en los protocolos de *screening* de enfermedades cardiovasculares para grandes grupos de población o, al menos, en deportistas que van a realizar una actividad deportiva competitiva. Está claro que la ecocardiografía constituye la principal herramienta diagnóstica de la miocardiopatía hipertrófica y que es muy útil en el diagnóstico de la patología aórtica y en la valoración del grado de disfunción ventricular izquierda de las miocarditis y miocardiopatías dilatadas. No obstante, no garantiza el diagnóstico de algunas patologías causantes de muerte súbita, como las anomalías coronarias congénitas y la displasia arritmogénica de ventrículo derecho.

También existen otros exámenes que pueden ser solicitados, dependiendo de la sospecha etiológica y en pacientes portadores de cardiopatía: test de ejercicio, Holter de arritmias, test electrofisiológicos y resonancia magnética cardíaca. Estos exámenes deberían ser solicitados y evaluados por el médico especialista.

En nuestro medio, se ha propuesto por medio de consensos que, luego de la separación por grupos etarios, el interrogatorio, el examen físico y el electrocardiograma formaban parte de todas las evaluaciones. A mayor edad se aconseja la realización de un test de esfuerzo, sobre todo, si existen factores de riesgo de enfermedad cardiovascular.

2. Evaluación de la aptitud física

Esta parte del capítulo pretende dar, de una manera práctica y sencilla, las 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 en función de sus antecedentes y condición física actual. Esto le permitirá evitar subestimar o, por el contrario, sobreestimar las condiciones del paciente y recomendar un nivel de esfuerzo-actividad física basándose en la realización de una prueba ergométrica graduada (PEG).

Para utilizar dicha prueba y así determinar la aptitud física, se tomarán dos valores como referencia: la FC-máx y los MET alcanzados.

Primero utilizaremos los MET, clasificando a los pacientes en 4 categorías:

METs 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	<i>Fitness</i>	<i>Running</i> /musculación
>13	Deportista	Deportes en general

Por otro lado, la FC máx 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 FC máx alcanzada en la PEG. Con este fin, se realizará una simple regla de 3, que permitirá obtener la FC a la cual se le sugerirá al paciente que ejercite. Ejemplo:

FC máx obtenida en PEG: 160 latidos por minuto (lpm) → 20% = 32 lpm

FC de seguridad = FC máx – 20%

FC de seguridad = 160 – 32

FC de seguridad = 128 lpm.

De este modo, si por ejemplo tenemos un paciente que alcanzó 6 MET con una FC máx de 170 latidos, se le podrá recomendar el inicio de su ejercicio con una caminata a una FC que no sobrepase los 140 lpm. De este modo, una simple prueba de esfuerzo permitirá que la persona que inicia la actividad física trabaje acorde con su aptitud física y de forma segura.

3. Recomendaciones climáticas

Actividad física y clima caluroso

Nuestro cuerpo debe mantener la temperatura corporal para evitar daños en sus diferentes sistemas, tanto cuando estamos en reposo como durante la actividad física. La temperatura corporal refleja un cuidadoso equilibrio entre la producción y la pérdida de calor. Por encima de los 42º C, el organismo no puede cumplir sus funciones adecuadamente y hay riesgos de síncope, golpe de calor y muerte.

Existen diferentes mecanismos que permiten lograr esto, pero durante la actividad física, esto se logra principalmente a través de la evaporación del sudor. Si al calor ambiental se le suma el generado por el hipermetabolismo del cuerpo en ejercicio, es preciso tomar precauciones para mantener el equilibrio entre ese incremento y la pérdida necesaria de temperatura.

Hacer ejercicio en ambiente caluroso establece una competencia entre la necesidad de los músculos de recibir aporte sanguíneo para su funcionamiento y la de la piel, que intentará perder temperatura. Es por esto que se debe tener la precaución de mantener una buena hidratación para evitar que exista competencia en la distribución de la sangre hacia los órganos vitales, lo que permitirá la adecuada producción de sudor por parte de la piel.

Medidas a tener en cuenta para poder informar a los pacientes acerca de la realización de actividad en clima caluroso:

- Evitar los horarios más calurosos, es decir, realizar la actividad bien temprano por la mañana o por la tarde/noche, cuando ya haya caído el sol.
- Mantener una hidratación adecuada.
- Evitar comidas copiosas y realizar la actividad alejada de las 4 comidas principales.
- Utilizar ropa de colores claros, que permita la ventilación de la piel y la correcta evaporación del sudor.
- Reducir la duración, distancia e intensidad del entrenamiento cuando el calor y la humedad sean altos.
- Dar las pautas de alarma para que las personas las tengan presentes a la hora de realizar actividad física, como aparición de náuseas, disnea, sudoración fría, etc.
- En atletas de alta exigencia, tener en cuenta el período de aclimatación, que puede variar entre 1 y 2 semanas.

Actividad física y clima frío

Nuestro país cuenta con un territorio muy extenso, por lo cual las temperaturas pueden ser muy variadas. Es cierto que en Buenos Aires, donde hay mayor aglomeración de gente, las temperaturas extremas no son tan intensas como en otros puntos del país, pero nunca hay que perder de vista que la práctica de deportes en determinadas situaciones, como ser durante la noche, o en el invierno, puede generar situaciones de hipotermia o congelación.

Hacer ejercicio es seguro para casi todos, incluso cuando hace frío. Pero se debe tener en cuenta que el frío promueve una vasoconstricción periférica y, por lo tanto, aumenta la presión arterial. Es por ello que las personas con hipertensión arterial u otros factores de riesgo cardiovascular, o con problemas respiratorios o circulatorios, deben tener precaución y tomar los recaudos pertinentes.

A continuación, enumeramos una serie de recomendaciones que deben integrarse a la educación e instrucción del paciente, ya que se focalizan en cuáles serían los cuidados que se deben tener y las pautas de alarma al realizar actividad física en climas fríos.

- Elegir aquellos horarios donde la temperatura es más adecuada.
- Utilizar ropa adecuada; se recomienda recurrir a la técnica de varias capas. Tener en cuenta que las partes del cuerpo más afectadas por el frío son la cabeza, las manos y los pies.
- Mantener una buena hidratación.
- Cuando el clima es muy frío, los pacientes de mayor riesgo, esto es, quienes tienen problemas respiratorios, enfermedad cardiovascular o enfermedades como síndrome de Raynaud deberían evitar la actividad física.
- Signos y síntomas que pueden presentarse: escalofríos intensos, balbuceo, pérdida de la coordinación, fatiga, etc.

4. Precauciones durante el seguimiento

La aparición de lesiones musculoesqueléticas es un punto importante a tener en cuenta en la persona físicamente activa, pero se sabe que aquellas son muy infrecuentes durante la práctica deportiva. Las estadísticas marcan que ocurre 1 lesión por cada 1000 horas de caminata o 4 lesiones por cada 1000 horas de *running*.

Para prevenir lesiones de esta clase en personas sedentarias o inactivas, se debe iniciar la actividad con intensidad moderada, cualquiera sea el tipo de actividad, y evitar, en un principio, la intensidad vigorosa. Los adultos que están inactivos deberán iniciar con actividad leve o mezclar entre leve y moderada.

La evidencia científica sugiere realizar una actividad de leve a moderada, como caminar de 5 a 15 minutos por sesión, 2 a 3 veces a la semana, ya que esta actividad conlleva un bajo riesgo de lesiones musculoesqueléticas y es de bajo riesgo cardiovascular.

Otra medida que se usa para minimizar riesgos es una correcta entrada en calor antes de realizar una actividad física, para que haya un incremento gradual tanto de la frecuencia cardíaca como de la frecuencia respiratoria, así como un aumento en la lubricación de las articulaciones. Lo mismo se sugiere al finalizar el ejercicio: se debe realizar un *cool-down* o vuelta a la calma, ya que permite un descenso lento de diversos parámetros fisiológicos.

Otro aspecto importante para prevenir lesiones durante la práctica deportiva es la utilización de vestimenta y equipamiento adecuados. Esto abarca el uso de ropa y calzado aptos para la realización de actividad física, como así también el uso de implementos en el caso de que el deporte practicado lo requiera; son ejemplos el casco, los anteojos, los protectores bucales, etc. Estos implementos deberán ser ajustados para sostener la parte del cuerpo que se implica en el deporte.

A continuación, se señalan algunos puntos que servirán para aconsejar al paciente, ya que apuntan a la realización de una actividad física segura, con bajo riesgo de lesiones:

- 1) Confiar en la seguridad de cada uno cuando practica un deporte, pero no desconocer sus riesgos.
- 2) Conocer el tipo de actividad física que puede realizar acorde con su nivel de entrenamiento actual y su condición de salud, ya que hay algunas actividades más seguras que otras.
- 3) Incrementar la actividad física en forma gradual hasta alcanzar las metas propuestas para la salud.
- 4) Protegerse con ropa deportiva adecuada al deporte que practicará y tomar en cuenta las reglas seguras del medio ambiente que indiquen cuándo, dónde y cómo ser activo.

- 5) Tener un seguimiento médico si hay una enfermedad musculoesquelética previa o síntomas clínicos que limiten la actividad física. Esta se podrá realizar con prescripción médica y bajo supervisión de un kinesiólogo, quienes evaluarán el tipo, el tiempo y la intensidad de la actividad a realizar.

Conclusiones

El objetivo de realizar el examen físico preparticipativo es lograr una evaluación cardiovascular para la prevención de la muerte súbita en relación con la práctica de actividad física, tanto en entrenamiento como en competencias.

La evaluación cardiovascular variará en función del tipo de paciente:

- Para deportistas menores de 35 años, considerar los antecedentes cardiológicos personales y familiares, hacer un examen físico básico, con control de la presión arterial, y efectuar evaluación de pulsos y auscultación cardíaca. Es razonable recomendar la realización de ECG de reposo sobre la base de la experiencia italiana y publicaciones recientes de autores norteamericanos, que concluyen que la relación costo-beneficio es favorable para el test.
- Para deportistas máster, incorporar el test de esfuerzo en los individuos sintomáticos y en los portadores de factores de riesgo cardiovascular, como el tabaquismo, la hipertensión arterial, la diabetes mellitus y las alteraciones en los lípidos sanguíneos, así como también en los mayores de 65 años.
- Para la población general que realiza actividad física liviana-moderada o recreativa intensa, debe promoverse la realización de encuestas de salud cardiovascular y musculoesquelética aplicadas por personal no médico, adecuadamente capacitado, en los centros de salud y actividad física, a fin de reducir las barreras para la práctica de ejercicio y estimular un estilo de vida sano y activo. Se derivará a control médico a quienes tengan en su encuesta síntomas, antecedentes o terapias que lo hagan necesario.
- Para deportistas de alto rendimiento, es razonable recomendar un programa de control de salud integral como el propuesto por el COI, destinado a proteger la salud del deportista y permitir su máximo rendimiento deportivo. La incorporación de rutina de exámenes adicionales, como ecocardiograma con Doppler cardíaco o test de esfuerzo solo tiene como justificación evitar el impacto de la muerte súbita de un deportista de elite en la comunidad, pues hasta el presente, no se ha demostrado su utilidad en la relación costo-beneficio.

En cuanto a la evaluación de la aptitud deportiva, en caso de realizar una prueba graduada de esfuerzo, esta podrá servir como base para las recomendaciones de tipo e intensidad de actividad física de inicio. Para ello se podrá tomar como modelo la tabla propuesta en este mismo capítulo.

Queda claro que debemos darles pautas a los pacientes, tanto para el inicio de la actividad como para su mantenimiento; de esta forma se buscará la práctica segura, con disminución del número de lesiones y de patologías asociadas a la realización del ejercicio físico.

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
Ia	B

Capítulo 8: Precauciones antes de realizar actividad física

La muerte súbita (MS) de causa cardíaca en el ejercicio se define como aquella que se produce durante la práctica de un deporte o hasta una hora después de finalizada esta en un individuo portador de una enfermedad cardiovascular desconocida o subvalorada.

La gran controversia surge al momento de definir la necesidad de exámenes complementarios como parte de este *screening*, principalmente, la realización de un electrocardiograma (ECG).

En cuanto a la utilidad del electrocardiograma, la propuesta de la SEC y del COI señala que este examen puede permitir el diagnóstico de hasta el 60-70% de las causas de muerte súbita, entre las que destaca 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 Wolf-Parkinson-White.

Hacer ejercicio en ambiente caluroso establece una competencia entre la necesidad de los músculos de recibir aporte sanguíneo para su funcionamiento y la de la piel, que intentará perder temperatura. Es por esto que se debe tener la precaución de mantener una buena hidratación para evitar que exista competencia en la distribución de la sangre hacia los órganos vitales, lo que permitirá la adecuada producción de sudor por parte de la piel.

La incidencia de MS no se conoce con exactitud, pero se estima en aproximadamente 1/50.000 a 1/300.000 entre deportistas menores de 35 años y en 1/15.000 a 1/100.000 entre los mayores de esta edad. Es al menos 5 a 10 veces más frecuente en los varones.

CONSEJOS ANTES DE REALIZAR ACTIVIDAD FÍSICA

- 1) Confiar en la seguridad de cada uno cuando practica un deporte pero no desconocer sus riesgos.
- 2) Conocer el tipo de actividad física acorde a su nivel de entrenamiento actual y su condición de salud, ya que hay algunas actividades más seguras que otras.
- 3) Incrementar la actividad física en forma gradual hasta alcanzar las Metas propuestas para la salud.
- 4) Proteger con ropa deportiva adecuada al deporte a practicar y tomar en cuenta las reglas seguras del medio ambiente que indiquen cuando, donde y cómo ser activo.
- 5) Tener un seguimiento médico si hay una enfermedad musculoesquelética previa o síntomas clínicos que limiten la actividad física. Se podrá realizar la misma con prescripción médica y bajo supervisión de un kinesiólogo que evalúan el tipo, el tiempo y la intensidad de la actividad a realizar.

Capítulo 8: Precauciones antes de realizar Actividad Física

Evaluación de la aptitud física

Pretende dar de una manera práctica y sencilla las herramientas para que el cardiólogo o médico que realiza el apto físico, pueda ofrecerle al paciente lineamientos generales acerca de cual sería la intensidad acorde para el inicio del ejercicio dependiendo de sus antecedentes y condición física actual.

Consejos para evitar el aumento de temperatura

- Evitar los horarios más calurosos, realizar la actividad bien temprano por la mañana o por la tarde/noche cuando ya haya caído el sol.
- Mantener una hidratación adecuada.
- Evitar comidas copiosas y realizar la actividad alejada de las 4 comidas principales.
- Utilizar ropa de colores claros, que permita la ventilación de la piel y la correcta evaporación del sudor.
- Reducir la duración, distancia y/o intensidad del entrenamiento cuando el calor y la humedad sean altos.
- Dar pautas de alarma a las personas para que tengan presentes a la hora de realizar actividad física como: náuseas, disnea, sudoración fría, etc.
- En atletas de alta exigencia, tener el cuanto periodo de aclimatación que puede variar entre 1 y 2 semanas.

METS ALCANZADOS	GRADO DE APTITUD FÍSICA	EJEMPLO 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 / GIMNASIO/ MUSCULACIÓN
>13	DEPORTISTA	DEPORTES EN GENERAL

Se sugieren una serie de puntos para aconsejar al paciente, para que realice una actividad física segura con bajo riesgo de lesiones:

- 1) Confiar en la seguridad de cada uno cuando practica un deporte pero no desconocer sus riesgos.
- 2) Conocer el tipo de actividad física acorde a su nivel de entrenamiento actual y su condición de salud, ya que hay algunas actividades más seguras que otras.
- 3) Incrementar la actividad física en forma gradual hasta alcanzar las Metas propuestas para la salud.
- 4) Proteger con ropa deportiva adecuada al deporte a practicar y tomar en cuenta las reglas seguras del medio ambiente que indiquen cuando, donde y cómo ser activo.
- 5) Tener un seguimiento médico si hay una enfermedad musculoesquelética previa o síntomas clínicos que limiten la actividad física. Se podrá realizar la misma con prescripción médica y bajo supervisión de un kinesiólogo que evalúan el tipo, el tiempo y la intensidad de la actividad a realizar.

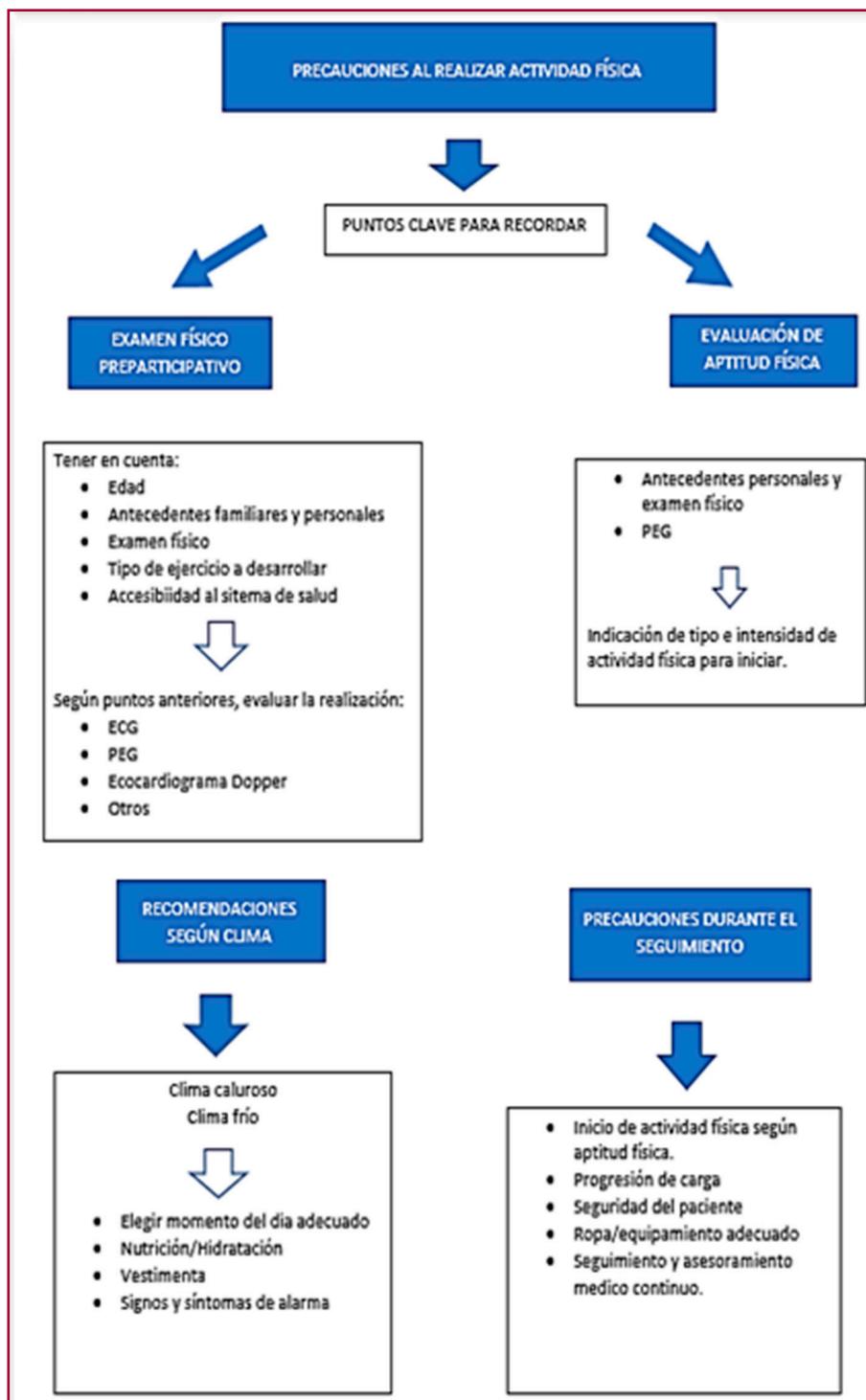


Fig. 12

BIBLIOGRAFÍA

1. Roberto Peidro. Los chequeos cardiovasculares previos a la práctica deportiva. *Revista Argentina de Cardiología/Vol 73 n° 1/Enero-Febrero 2005*
2. Iglesias D. "Evaluación cardiovascular del deportista". *Evid Act Pract Ambul. Jul-Set 2011;14(3):106-108.*
3. Fernando Yañez D. Pre-participation screening in sports for leisure and competitive athletes. *Rev Med. Clin Condes - 2012; 23(3) 236-243.*
4. Francisco Verdugo M., Alejandro Gayan T. Preparticipation physical evaluation assessment in young athletes, how much is enough? *Rev. Med. Clin. Condes 2012; 23(3) 245-252.*
5. Alberto Asenjo, Cayetano Bellomio, Luisa Díaz, Natacha González. Recommendations for cardiovascular evaluation before sports participation. *Rev Fed Arg Cardiol. 2017; 47(2): 105-107.*
6. Hainline B, Drezner JA, Baggish A, et al. Inter-association Consensus Statement on CV Care of College Student-Athletes. *J Am Coll Cardiol 2016; 67 (25): 2981-5.*
7. 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.*
8. Dunn T, Pickham D, Aggarwal S. Limitations of Current AHA Guidelines and Proposal of New Guidelines for the Preparticipation Examination of Athletes. *Clin J Sport Med 2015; 25: 472-7*
9. 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.*
10. OMS. Recomendaciones Mundiales sobre Actividad Física para la Salud Ginebra, Suiza: OMS, 2013. Disponible en: http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/es/
11. Incarbone O, Ferrante D, Bazan N, Gonzalez G, Barengo N, et al. Manual Director de la Actividad Física y Salud de la República Argentina Ministerio de Salud, 2013.
12. Azar A, Olson RD, Piercy KL, Troiano RP, Ballard RM, et al. Physical Activity Guidelines for Americans, 2nd edition. Washington, DC: U.S. Department of Health and Human Services; 2018.

CAPÍTULO 9

Ejemplos prácticos

Autores: Gustavo Castiello, Agustina Gelormini y Jorge Franchella

Basándonos en la información que precede a este capítulo, intentaremos mostrar algunos ejemplos prácticos. Es evidente que la combinación de la información nos permite construir una recomendación adecuada y personalizada, que brinde un marco de referencia a quien deba transformarla en un verdadero programa con planificación, objetivos y datos precisos.

Para presentar los siguientes ejemplos prácticos, tuvimos en cuenta las siguientes definiciones:

GUÍAS: organizan la información esencial sobre un tema de forma esquematizada, para que su disposición facilite el estudio y conocimiento.

PRÁCTICAS: pretenden facilitar el obrar y el hacer. Simplifica la realización de una actividad.

RECOMENDACIÓN: consejo o sugerencia que se da a una persona por considerarse ventajosa o beneficiosa.

PREVENCIÓN PRIMARIA: acciones destinadas a prevenir la aparición de enfermedades.

Ante la imposibilidad de cubrir todas las alternativas, elegimos resumirlas en cinco ejemplos, que cubren diferentes variables y situaciones:

Mujer – Varón

Sedentario – Activo

Menor de 30 años – 30 a 50 años – mayor de 50 años

Actividad física de diferentes intensidades



Varón sedentario (50 años)

- **Objetivo:** inicio de actividad física.
- **Tipo de actividad:** ejercicio isotónico, aeróbico de intensidad moderada (hasta 7 MET → evaluar con PEG). Incluir ejercicios de fuerza en días alternos.
- **Ejemplo:** caminata de 30 minutos de duración con frecuencia diaria. Trote o bicicleta (a mayor intensidad, podrá realizar la actividad en días alternos).



Mujer activa (30-40 años)

- **Objetivo:** adecuar la intensidad del entrenamiento según clase funcional.
- **Tipo de actividad:** ejercicio aeróbico moderado-vigoroso (7-12 MET). Incluir ejercicios cardio, de fuerza y de flexibilidad.
- **Ejemplo:** bicicleta estática, cinta, circuito que incluya trabajo de tren superior (press) e inferior (glúteos, aductores, etc.). Clases: spinning, entrenamiento funcional, ritmos, fit boxing.



Varón o mujer joven (25 años)

- **Objetivo:** desea iniciar actividad física de intensidad vigorosa. Evaluar clase funcional y estado general.
- **Tipo de actividad:** aeróbica vigorosa (>13 MET), fuerza, flexibilidad.
- **Ejemplo:** crossfit, entrenamiento funcional. Deportes.



Varón o mujer (58 años)

- **Objetivo:** inicio de actividad física.
- **Tipo de actividad:** ejercicio isotónico, aeróbico de intensidad moderada (hasta 7 MET → evaluar con PEG). Entrenamiento propioceptivo (coordinación, equilibrio postural, fuerza y velocidad de reacción). Flexibilidad.
- **Ejemplo:** Aeróbico, caminata de 30 minutos de duración con frecuencia diaria. Propiocepción: 5 a 10 series con descansos de 30 segundos de apoyo sobre un pie, recibir y pasar una pelota, caminar en puntas de pie o sobre diferentes superficies (ej., Bosu).



Varón o mujer (40 años)

- **Objetivo:** desea iniciar *running*. Aconsejar evaluación de técnica adecuada de trote (fase de apoyo: amortiguación, sostén e impulso; fase aérea: de vuelo). Pautas acerca de calzado apropiado (horma ancha, contrafuerte rígido, amortiguación y sistema antitorsión).
- **Tipo de actividad:** aeróbica continua cíclica con 2 fases (apoyo y aérea).
- **Ejemplo:** evaluar aptitud para prescripción gradual, alertando acerca del riesgo de lesiones según carga y frecuencia.

CAPÍTULO 10

Conclusiones

Autor: Diego Iglesias

A lo largo de estas guías hemos establecido parámetros, de menor a mayor complejidad, para la prescripción del ejercicio en distintos escenarios del médico cardiólogo en su consultorio. Además, cuando esto fue posible, establecimos los beneficios científicos que justifican su utilización. Nuestro norte fue siempre ayudar o facilitar la puesta en marcha de una de las principales estrategias de promoción de la salud cardiovascular y la prevención de la aparición de la enfermedad aterosclerótica. El desafío para aquellos que utilicen estas guías es su implementación, para lo cual hay que vencer numerosas barreras conductuales, económicas, sociales y culturales (entre tantas). Esperamos, por lo menos, haber contribuido a vencer las barreras científicas para facilitar la recomendación del ejercicio, como una forma de sumar a los médicos en el uso de este recurso, indudablemente eficaz, seguro y económico.