

# Propuesta para evaluación preparticipativa y seguimiento en la prescripción del ejercicio y el deporte en el entrenamiento de resistencia

## *A proposal for preparticipation evaluation and follow up in the prescription of exercise and sports for resistance training*

Maria M. Botia-Osorio<sup>1\*</sup>, Kevin Fernández<sup>1</sup> y Rubén Dueñas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Medicina del Deporte, Universidad El Bosque; <sup>2</sup>Servicio de Neumología, Clínica Shaio. Bogotá, Colombia

### Resumen

El ejercicio mejora la calidad y expectativa de vida y sus beneficios superan los riesgos asociados. Sin embargo, los atletas están expuestos al riesgo de muerte cardíaca súbita, cuya prevalencia es mayor que en personas sedentarias secundario a enfermedad cardíaca silente. La evaluación preparticipativa difiere en todos los países y representa un desafío para el médico al momento de tomar decisiones para considerar apta alguna persona para la práctica de ejercicio o deporte. Existen riesgos adicionales asociados a la práctica del entrenamiento de resistencia secundario a las adaptaciones cardiovasculares generadas, como el remodelamiento cardíaco, el cual puede llegar a ser patológico e incrementar el riesgo de arritmias y conducir así a una muerte cardíaca súbita. El objetivo principal de este artículo es proponer una evaluación preparticipativa en diferentes grupos etarios con base en la evidencia actual de la literatura para detectar y prevenir enfermedades cardiovasculares que conduzcan a muerte cardíaca súbita en el atleta durante su práctica deportiva.

**Palabras clave:** Evaluación preparticipativa. Entrenamiento de resistencia. Atletas. Muerte súbita.

### Abstract

Exercise improves quality of life and life expectancy, and its benefits outweigh its associated risks. However, athletes are at risk for sudden cardiac death, which occurs more frequently in them than in sedentary people, secondary to silent heart disease. Preparticipation evaluation varies by country and is a challenge for physicians in deciding whether to clear an individual for exercise or sports. Resistance training carries additional risks secondary to the cardiovascular adaptations it causes, such as cardiac remodeling, which may become pathological and increase the risk of arrhythmias, thus leading to sudden cardiac death. The main objective of this article is to propose a preparticipation evaluation in different age groups, based on current evidence in the literature for detecting and preventing cardiovascular diseases which can lead to sudden cardiac death in an athlete during sports practice.

**Keywords:** Preparticipation evaluation. Resistance training. Athletes. Sudden death.

#### \*Correspondencia:

Maria M. Botia-Osorio  
E-mail: mariabotiao@outlook.com

Fecha de recepción: 27-09-2021

Fecha de aceptación: 19-09-2022

DOI: 10.24875/RCCAR.21000128

Disponible en internet: 09-02-2023

Rev Colomb Cardiol. 2023;30(1):15-22

www.rccardiologia.com

0120-5633 / © 2022 Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Publicado por Permalyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

Las personas que realizan ejercicio de forma regular tienen un riesgo cardiovascular menor de sufrir enfermedad coronaria, reducen el riesgo de infarto miocárdico en un 50%, aumentan la longevidad, disminuyen el riesgo de neoplasias malignas, retrasan la aparición de demencia, mejoran el perfil metabólico y la composición corporal, adquieren bienestar y minimizan el riesgo de depresión<sup>1</sup>.

Los beneficios del ejercicio son indiscutibles y se considera universal el concepto que expresa que sus bondades superan los riesgos. Los atletas representan el segmento más saludable de la sociedad y por esto una muerte cardíaca súbita durante la práctica del ejercicio ocasiona un fuerte impacto en la comunidad; además, la literatura reporta un riesgo de muerte cardíaca súbita en atletas dos a tres veces mayor que en personas sedentarias<sup>2</sup>. Recientes estudios informan que alrededor del 5% de las muertes cardíacas súbitas ocurren durante la actividad deportiva y se presentan en el 6% de atletas competitivos jóvenes y en el 94% entre los participantes de deportes recreativos<sup>3</sup>.

La mayoría de los eventos de muerte cardíaca súbita se deben a enfermedades cardiovasculares silenciosas, por lo cual es muy importante la evaluación previa a la participación de los atletas en riesgo. Con base en el crecimiento del número de personas de cualquier edad que actualmente participan en eventos de resistencia (maratón, ciclismo, triatlón, *ironman*, atletismo, entre otros), la toma de decisiones respecto a la evaluación del riesgo cardiovascular para autorizar su participación en estos eventos físicamente exigentes se ha convertido en un desafío para el personal médico<sup>4</sup>.

Existen riesgos adicionales secundarios a las adaptaciones cardiovasculares para generar un aumento significativo y sostenido del gasto cardíaco durante el ejercicio vigoroso y prolongado; estos pueden ir desde el 10 al 20% de crecimiento en las dimensiones cardíacas, hasta cambios eléctricos asociados. En ocasiones, estos cambios fisiológicos se superponen con expresiones morfológicamente leves de las miocardiopatías primarias o llevan a manifestaciones de arritmias ventriculares las cuales, según reportes de la literatura, tienen una prevalencia 5.3 veces mayor<sup>5</sup>, o al desarrollo de fibrosis miocárdica, con una prevalencia de 4,8 veces mayor<sup>6</sup> que en la población sedentaria; adicionalmente, pueden desencadenar una muerte cardíaca súbita durante la práctica deportiva. También el

ejercicio puede ser un disparador de eventos arrítmicos en atletas con enfermedad cardíaca asintomática<sup>1</sup>.

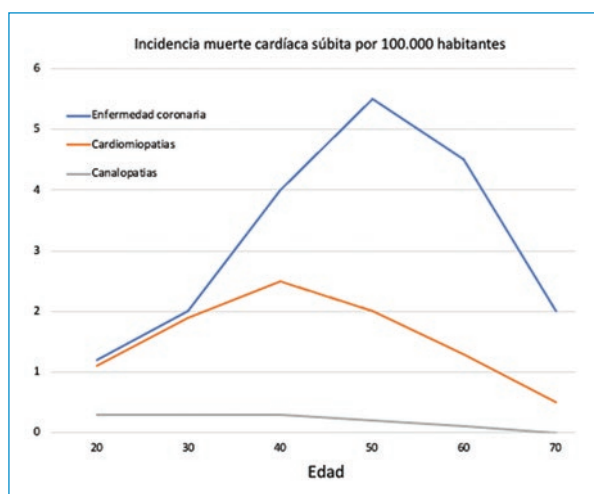
Por lo anterior, se recomienda realizar una evaluación preparticipativa con enfoque cardiovascular para el inicio de ejercicio y de actividades deportivas, la cual debe entenderse como una evaluación médica sistemática estandarizada que pueda cubrir una amplia población de atletas tanto profesionales como aficionados antes de participar en ejercicios regulares moderados a intensos<sup>7</sup>. Está indicada principalmente para proteger la salud del atleta y permitir una participación deportiva segura. También sirve para evaluar la elegibilidad adecuada de la intensidad, duración y frecuencia del deporte que se desea practicar, y permite generar recomendaciones de entrenamiento respecto al programa de ejercicios o deporte<sup>8</sup>.

Estudios italianos mostraron que la evaluación preparticipativa con electrocardiograma determinó la reducción de la incidencia de muerte cardíaca súbita de 3.6/100.000 a 0.4/100.000 personas año, lo que representa un 90% de la mortalidad asociada al deporte<sup>3</sup>. Las pautas y recomendaciones médicas existentes en la actualidad sobre la evaluación preparticipativa difieren ampliamente entre países, por esto el objetivo de este artículo es proponer no solo una evaluación inicial, sino también generar un seguimiento y control en estos atletas teniendo en cuenta la evidencia para detectar y mantener el cuidado de la salud cardiovascular y lograr prevenir la aparición de morbilidad y mortalidad asociada con el deporte. Además, se pretende plantear un tamizaje y una evaluación del riesgo cardiovascular, metabólico y músculo-esquelético que, adicionalmente, puedan generar restricciones o prescripciones especiales para el ejercicio.

## Categorización del riesgo por edad

El conocimiento de las causas de muerte cardíaca súbita por edades permite clasificar a las personas que iniciarán un programa de ejercicios y tener un mayor conocimiento del riesgo al cual se someten ante una práctica deportiva. Durante la valoración este es el primer parámetro a tener en cuenta para iniciar el proceso de clasificación.

Las incidencias reportadas de muerte cardíaca súbita entre los grupos atléticos varían enormemente. En los deportistas jóvenes la muerte cardíaca súbita se debe, con mayor frecuencia, a miocardiopatías, como la miocardiopatía hipertrófica, la displasia arritmogénica del ventrículo derecho, la miocardiopatía dilatada o el nacimiento anómalo de las arterias coronarias. Las



**Figura 1.** Causas de muerte cardíaca súbita más frecuentes según edad. Adaptada de Flannery MD et al.<sup>9</sup>

canalopatías, como el síndrome de QT largo, el síndrome de Brugada y la taquicardia ventricular polimórfica catecolaminérgica, son causas menos frecuentes. Con la edad, la enfermedad coronaria se convierte en una de las causas de muerte cardíaca súbita más común en adultos de mediana edad (Fig. 1)<sup>9</sup>.

Teniendo en cuenta estos datos se proponen tres categorías de edades: inicialmente está la población de niños y adolescentes, posteriormente, los adultos entre 18 a 35 años, y, por último, los mayores de 35 años.

## Variables para la prescripción del ejercicio

La adaptación miocárdica esperada al ejercicio es el resultado de la intensidad y la cantidad de tiempo en que ese estrés hemodinámico actúa sobre el sistema cardiovascular; es decir, la multiplicación entre el tiempo en que se aplica ese estrés (duración y frecuencia del entrenamiento) por la intensidad del trabajo. Así, este esquema se centra más en el individuo que en la disciplina deportiva<sup>10</sup>. Por esta razón, el siguiente punto para tener en cuenta y categorizar al atleta es la intensidad, duración y frecuencia a la cual desea realizar su ejercicio semanal y conocer si lo hará de forma competitiva o no.

La mayoría de los deportes se asocian con el ocio; sin embargo, esta también puede ser la actividad principal de una persona. Por esto, recientemente se ha redefinido el concepto de atleta y en la actualidad se considera como tal aquel que cumple con los siguientes cuatro criterios<sup>7</sup>:

- Entrena para mejorar el rendimiento o los resultados deportivos.
- Participa activamente en competencias deportivas.
- Es formalmente reconocido en el ámbito local, regional o nacional.
- Considera la competición como una actividad principal o como un foco de interés personal y, por tanto, dedica varias horas del día o la mayoría de los días. Aquellos que hacen ejercicio con regularidad y solo compiten ocasionalmente en maratones u otros eventos deportivos masivos deben llamarse atletas aficionados<sup>7</sup>.

Las Guías de la Sociedad Europea de Cardiología sobre el deporte y el ejercicio físico en pacientes con enfermedad cardiovascular del año 2020<sup>11</sup> establecen definiciones para tener claridad sobre qué personas realizarán deporte y si este será recreativo o competitivo, lo cual es fundamental para la evaluación preparticipativa. Estas guías determinan los siguientes conceptos:

- Deportista: persona joven o adulta que como aficionada o profesional realiza ejercicio físico o de entrenamiento de forma habitual y participa en deportes oficiales de competición.
- Deportista recreativo: persona que participa en deportes individuales o de equipo por placer y como actividad de ocio y su entrenamiento semanal oscila entre 4 a 6 horas.
- Deportista competitivo: persona que entrena de manera habitual (con intensidad) en deportes individuales organizados o de equipo con énfasis en la competición o el rendimiento y semanalmente están entre las 6 a 10 horas.
- Deportista profesional: persona que entrena de manera habitual (con intensidad) en deportes individuales organizados o de equipo con énfasis en la competición o rendimiento y semanalmente supera las 10 horas<sup>11</sup>.

De acuerdo con los objetivos del atleta a evaluar, se proponen tres categorías. En la primera están las personas interesadas o que ya están en un plan de actividad física moderada a intensa o un programa de ejercicios; en la segunda están los deportistas recreativos y en la tercera los deportistas competitivos o profesionales; esto clasifica a la población según las intensidades, duración y frecuencia a las que se someterán o se están sometiendo en su práctica de ejercicio o deporte.

## Historia clínica y examen físico

La anamnesis permite conocer la sintomatología que puede estar presente o los antecedentes familiares de

importancia que orienten a detectar riesgo cardiovascular. La guía de tamizaje para esta anamnesis es el cuestionario de la Asociación Americana del Corazón (AHA) el cual consta de 14 puntos y está validado con una recomendación clase I por el Colegio Americano de Cardiología (ACC)<sup>12</sup>.

Así mismo, se debe indagar con prudencia sobre el uso de medicamentos que pueden considerarse como dopaje o que puedan ser perjudiciales para la salud<sup>7</sup>. Es relevante tener en cuenta que estos cuestionarios son la base de cualquier evaluación preparticipativa y son cruciales para el inicio del conocimiento del estado actual del atleta. Sin embargo, poseen una sensibilidad muy baja, entre el 7 al 44% para la historia clínica y el 3 al 24% para el examen físico<sup>13</sup>, y, por tanto, se requiere el uso de otros estudios para tamizar de manera adecuada la enfermedad cardíaca silenciosa.

## Electrocardiograma

El uso del electrocardiograma ha sido muy debatido durante muchos años, especialmente en la población juvenil. Una revisión sistemática y metaanálisis<sup>13</sup> evaluó la sensibilidad y especificidad del electrocardiograma de 12 derivaciones en comparación con la anamnesis y el examen físico para detectar enfermedades cardíacas letales en atletas y reportó una sensibilidad cinco veces mayor a la de la anamnesis y diez veces mayor a la del examen físico; es por esto que el electrocardiograma se considera como la estrategia más eficaz para el tamizaje de enfermedades cardiovasculares.

Es imprescindible considerar la superposición entre los cambios fisiológicos del electrocardiograma como resultado de la adaptación cardíaca al ejercicio físico sostenido y los cambios similares observados en estados patológicos<sup>2</sup>, por lo cual se debe indagar acerca del nivel de actividad física o deporte durante la anamnesis y clasificar los hallazgos del electrocardiograma según el sistema de semáforos (Fig. 2)<sup>1,2</sup>. En tal sentido, son útiles los criterios de Seattle<sup>14</sup> ya que permiten determinar si son cambios esperados secundarios al entrenamiento o si, por el contrario, se requieren estudios adicionales.

En esta propuesta para la evaluación preparticipativa se contempla el uso del electrocardiograma teniendo en cuenta su alta sensibilidad para el tamizaje cardíaco deportivo en todas aquellas personas que desean iniciar ejercicio de intensidad moderada a vigorosa, o deporte recreativo, competitivo o profesional.

## Ecocardiograma

El ecocardiograma tiene un papel relevante en la evaluación preparticipativa ya que puede diagnosticar las principales enfermedades cardíacas implicadas en la muerte cardíaca súbita en atletas. También puede ayudar a distinguir las adaptaciones fisiológicas del corazón secundarias al ejercicio<sup>7</sup>.

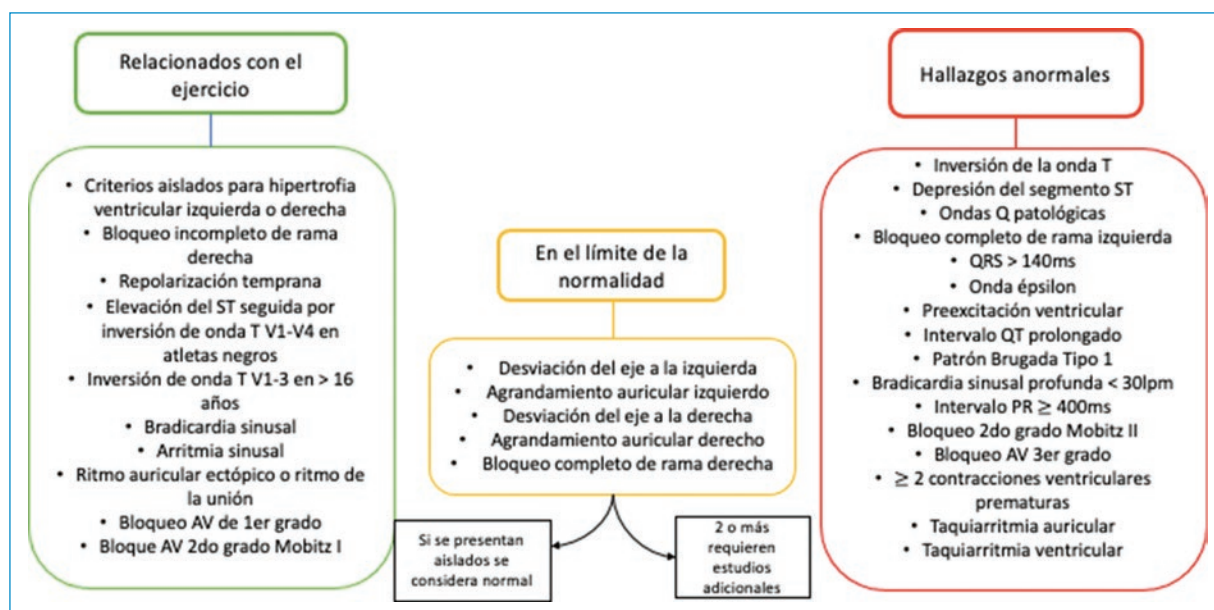
Se ha demostrado que es eficiente y rentable en la detección de enfermedades congénitas subclínicas que requieran seguimiento. En un estudio realizado en futbolistas, el tamizaje ecocardiográfico fue capaz de diagnosticar defectos estructurales congénitos o adquiridos en un 1.2 a un 4.5%. Esta detección temprana de afecciones cardíacas estructurales asintomáticas tiene importantes implicaciones clínicas pronósticas<sup>15</sup>.

Adicionalmente, si se tienen hallazgos de enfermedades cardíacas congénitas conocidas, en especial las de baja complejidad cuando el ejercicio no está contraindicado, un ecocardiograma periódico ayuda a evaluar la evolución de la afección en cuestión y su correcto manejo<sup>7</sup>. Esta situación aplica también para los atletas en rangos de deporte recreativo, competitivo o profesional, para quienes el entrenamiento regular de alta intensidad generará adaptaciones cardiovasculares a las cuales se les debe dar seguimiento para prevenir remodelación patológica (dilatación auricular y/o ventricular derecha e izquierda). Adicional a ello, un ecocardiograma en personas mayores de 35 años puede identificar miocardiopatía dilatada de inicio tardío o trastornos de la contractilidad de la pared secundarios a enfermedad de las arterias coronarias<sup>15</sup>.

La respuesta al estímulo del ejercicio es individual en cada atleta, no todos generan adaptaciones que pueden llevar al denominado “corazón de atleta”. Un estudio que incluyó 1.083 atletas italianos identificó dimensiones normales cardíacas y funcionalidad adecuada en el 71% de las atletas femeninas y en el 69% de los atletas masculinos<sup>16</sup>. De ahí que sea fundamental identificar atletas susceptibles a remodelado patológico. Si se tiene un ecocardiograma de base se pueden evaluar dimensiones, presiones y funcionalidad cardíaca. Durante el seguimiento, esto permitirá reconocer una adecuada adaptación o una persona susceptible al remodelado adverso secundario al ejercicio intenso y de larga duración (entrenamiento de resistencia)<sup>10</sup>.

Con base en la evidencia sobre el remodelamiento cardíaco secundario al deporte de alta intensidad y larga duración, se propone la realización de ecocardiograma





**Figura 2.** Esquema de semáforos según hallazgos en el electrocardiograma. Adaptada de Bohm P et al.<sup>2</sup>

en aquellas personas que realizan entrenamiento de resistencia de forma recreativa o competitiva, y en todos aquellos quienes tengan hallazgos electrocardiográficos clasificados según colores del semáforo en amarillo o rojo.

## Evaluación del riesgo cardiovascular

Las personas mayores de 35 años tienen diez veces más riesgo de muerte cardíaca súbita secundaria a enfermedad coronaria, por lo cual se espera que esta incidencia incremente debido al crecimiento del número de personas de mediana edad que participan en deportes<sup>17</sup>. Evaluar este tipo de riesgo es crucial para determinar la necesidad de exámenes complementarios.

Para establecer el riesgo cardiovascular de los atletas se puede utilizar alguno de los siguientes tres puntajes: Framingham (el cual tiene validación en Colombia)<sup>18</sup>, guías de la Sociedad Europea (ESC) para la prevención del riesgo cardiovascular<sup>19</sup> y guías de la Sociedad Americana del Corazón (AHA). La familiarización con uno de ellos y su uso para determinar quienes se encuentran en riesgo bajo, intermedio, alto o muy alto es crucial para la elección de los exámenes apropiados para descartar riesgo coronario.

Para el cálculo del riesgo cardiovascular se requieren paraclínicos sanguíneos y aunque el riesgo cardiometabólico siempre ha estado enfocado en mayores de 35 años, específicamente en aquellos mayores de

40, en la actualidad la prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes ha venido en aumento. Los jóvenes con sobrepeso u obesidad tienen cinco veces mayor riesgo de padecer exceso de adiposidad en la edad adulta y alto riesgo de comorbilidades relacionadas<sup>20</sup>, lo cual lleva a la manifestación desde edades tempranas de diabetes *mellitus* tipo 2, hipertensión arterial, síndrome metabólico, dislipidemia y aterosclerosis<sup>21</sup> y también orienta a la necesidad de realizar exámenes de laboratorios en niños y adolescentes para corregir de forma precoz el riesgo cardiovascular.

Una revisión sistemática<sup>17</sup> realizada en deportistas mayores de 35 años para identificar el examen no invasivo más sensible y específico e identificar enfermedad coronaria oculta encontró una sensibilidad del 45 al 50% de la prueba de esfuerzo con una especificidad de 85 al 90%, en comparación con la angiotomografía coronaria, la cual tiene una sensibilidad del 95 al 99% y una especificidad de 64 al 83%. Braber et al.<sup>22</sup> evaluaron 315 atletas con riesgo cardiovascular bajo y sus resultados mostraron que 1 de cada 5 atletas a quienes se les realizaba una prueba de esfuerzo tenían enfermedad coronaria oculta. En la identificación de los tipos de atletas con mayor riesgo de presentar este hallazgo se encontró, con valor estadístico significativo, que a la población con factores de riesgo, como hipertensión arterial, sobrepeso u obesidad, dislipidemia y antecedente de historia

**Tabla 1.** Propuesta de evaluación inicial preparticipativa para prescripción de ejercicio o deporte

| Categoría por edades | Ejercicio moderado a vigoroso                           | Deportista recreativo   | Deportista competitivo/profesional  |
|----------------------|---|---|---|
| Niños/Adolescentes   | HC + EF + Lab + EKG*                                    | HC + EF + Lab + EKG*  | HC + EF + Lab + EKG*  |
| 18 a 35 años         | HC + EF + Lab + EKG*                                    | HC + EF + Lab + EKG*  | HC + EF + Lab + EKG<br>Ecocardiograma<br>Ergoespiometría*****                         |
| Mayores de 35 años   | HC + EF + Lab + EKG*<br>Evaluación RCV***<br>PE***, ATC | HC + EF + Lab + EKG<br>Evaluación RCV**<br>Ecocardiograma****<br>PE***, ATC | HC + EF + Lab + EKG<br>Evaluación RCV**<br>Ecocardiograma****<br>Ergoespiometría***** |

\*Los hallazgos anormales se complementan inicialmente con ecocardiograma.

\*\*Si el RCV es bajo, pero presenta alguno de los siguientes factores de riesgo: hipertensión arterial, sobrepeso u obesidad, dislipidemia o historia familiar, se complementa con ATC. Si es moderado o alto:

\*\*\*Hallazgos anormales se complementan con ATC o cateterismo cardíaco.

\*\*\*\*Hallazgos anormales se complementan según la necesidad.

\*\*\*\*\*Hallazgos anormales se complementan según necesidad.

HC: historia clínica; EF: examen físico; Lab: laboratorios (hemograma, glicemia, perfil lipídico, función tiroidea, y función renal); EKG: electrocardiograma; PE: prueba de esfuerzo; RCV: riesgo cardiovascular; ATC: angiogramografía coronaria.

**Tabla 2.** Evaluación durante el seguimiento del atleta

| Categoría por edades | Ejercicio moderado a vigoroso                               | Deportista recreativo                                    | Deportista competitivo/profesional   |
|----------------------|---|--|--|
| Niños/Adolescentes   | HC + EF + Lab + EKG*  | HC + EF + Lab + EKG*<br>Anual                            | HC + EF + Lab + EKG*<br>Anual  |
| 18 a 35 años         | HC + EF + Lab + EKG*<br>Anual                               | HC + EF + Lab + EKG*<br>Anual                            | HC + EF + Lab + EKG<br>Ecocardiograma cada 2 años<br>Ergoespiometría anual                     |
| Mayores de 35 años   | HC + EF + Lab + EKG*<br>PE***<br>Evaluación de RCV<br>Anual | HC + EF + Lab + EKG*<br>PE***<br>Evaluación RCV<br>Anual | HC + EF + Lab + EKG<br>Evaluación RCV<br>Ecocardiograma** cada 2 años<br>Ergoespiometría anual |

\*Hallazgos anormales se complementan inicialmente con ecocardiograma.

\*\*Hallazgos anormales se complementan según la necesidad.

\*\*\*Hallazgos anormales se complementan con ATC o cateterismo cardíaco.

HC: historia clínica; EF: examen físico; Lab: laboratorios (hemograma, glicemia, perfil lipídico, función tiroidea, y función renal); EKG: electrocardiograma; PE: prueba de esfuerzo; RCV: riesgo cardiovascular; ATC: angiogramografía coronaria.

familiar, se le debía realizar un examen con mayor sensibilidad<sup>22</sup>.

A todos los atletas mayores de 35 años se les debe hacer una prueba de esfuerzo la cual posee una especificidad adecuada para descartar enfermedad coronaria. Si la evaluación del riesgo los clasifica en bajo y hay sobrepeso u obesidad, hipertensión arterial, dislipidemia y/o antecedente familiar cardiovascular, es preciso complementar con un examen que tenga mayor sensibilidad para descartar enfermedad coronaria oculta y este sería la angiogramografía coronaria.

## Ergoespiometría

La ergoespiometría se considera una medida no invasiva estándar de oro para evaluar la aptitud

cardiorrespiratoria y objetiva de la capacidad al ejercicio<sup>23</sup>. Proporciona una evaluación global de las respuestas integradoras del ejercicio que involucran los sistemas pulmonar, cardiovascular, metabólico, hematopoyético, neuropsicológico y músculo-esquelético que no se reflejan adecuadamente a través de la evaluación del sistema de órganos individuales.

Esta prueba permite la evaluación de las respuestas tanto submáximas como máximas ya que proporciona información relevante para la toma de decisiones<sup>24</sup>. Son importantes para la prescripción adecuada del entrenamiento y su seguimiento, razón por la cual deben incluirse en especial en aquellos atletas que desean realizar su práctica de forma competitiva o profesional<sup>25</sup>.

## Propuesta

De acuerdo con la evidencia presentada en este artículo se genera una propuesta para realizar una evaluación preparticipativa para cualquier persona que desee iniciar un programa de ejercicios de moderada a vigorosa intensidad o la práctica de un deporte recreativo, competitivo o profesional.

En primer lugar, se propone categorizar al paciente según su rango de edad, lo cual permite identificar las enfermedades cardiovasculares a las cuales se expone el atleta para presentar muerte cardíaca súbita. Posteriormente, se deben conocer los objetivos del atleta con el ejercicio o deporte para identificar la intensidad y duración que será realizada semanalmente y finalmente identificar riesgos cardiovasculares mediante historia clínica, antecedentes, laboratorios y electrocardiografía. Con esta información es posible determinar la necesidad de realizar exámenes complementarios (Tabla 1) que permiten completar un adecuado tamizaje cardiovascular y generar una aptitud médica para la realización de ejercicio con moderada a alta intensidad, deporte recreativo o competitivo de resistencia.

## Seguimiento

Se recomienda un seguimiento anual individualizado para las personas que hayan salido aptas para el ejercicio y/o deporte con el fin de continuar con la realización de tamizaje cardiovascular y, adicionalmente, detectar remodelamiento cardíaco adverso secundario a entrenamiento de resistencia de alta intensidad y larga duración (Tabla 2).

Conviene, además, evaluar la regularidad del ejercicio en cada atleta para individualizar sus necesidades. En este seguimiento se toma como base un atleta quien no ha suspendido por ninguna causa la periodicidad de su práctica. En atletas intermitentes en sus ejercicios puede existir la necesidad de revalorar con otros exámenes según hallazgos en la evaluación de seguimiento, pues se debe considerar como un atleta para evaluación inicial preparticipativa.

## Conclusiones

La evaluación preparticipativa es individual y en esta se debe tener en cuenta principalmente la edad del paciente, los hallazgos de la historia clínica y conocer la intensidad y frecuencia de la actividad que desea realizar. A partir de esos datos, se definen los

exámenes complementarios apropiados con el fin de detectar y prevenir muerte cardíaca súbita.

Quedan aún interrogantes por resolver respecto a la práctica deportiva, en especial la de larga duración y fuerte intensidad. En investigaciones futuras se podrían plantear las siguientes preguntas: ¿Existe edad mínima para iniciar la práctica de deporte competitivo/profesional? ¿hasta qué edad se puede considerar apropiado el inicio de un deporte competitivo o profesional?, ¿cuántas horas son adecuadas para el entrenamiento regular semanal?, ¿existe alguna susceptibilidad identificable para restringir este tipo de práctica?, ¿tienen las mujeres algún factor protector cardiovascular para la práctica de entrenamiento de resistencia?

## Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses.

## Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

## Bibliografía

- Sharma S, Merghani A, Mont L. Exercise and the heart: The good, the bad, and the ugly. *Eur Heart J*. 2015;36(23):1445-53.
- Bohm P, Meyer T, Scharhag J. Preparticipation screening of elite and recreational athletes. *Cardiovasc Med*. 2015;18(11):306-11.
- Radmilovic J, D'Andrea A, D'Amato A, Tagliamonte E, Sperlongano S, Riegler L, et al. Echocardiography in athletes in primary prevention of sudden death. *J Cardiovasc Echography*. 2019;29(4):139-48.
- Chatard JC, Mujika I, Goiriena JJ, Carré F. Screening young athletes for prevention of sudden cardiac death: Practical recommendations for sports physicians. *Scand J Med Sci Sport*. 2016;26(4):362-74.
- Abdulla J, Nielsen JR. Is the risk of atrial fibrillation higher in athletes than in the general population? A systematic review and meta-analysis. *Europace*. 2009;11(9):1156-9.
- Zhang C-D, Xu S-L, Wang X-Y, Tao L-Y, Zhao W, Gao W. Prevalence of myocardial fibrosis in intensive endurance training athletes: a systematic review and meta-analysis. *Front Cardiovasc Med*. 2020;(7):1-10.
- Council G, Bacal F, Zimmerman LI, Ricardo P, Caramori A, Alves P, et al. Updated The Brazilian Society of Cardiology and Brazilian Society of Exercise and Sports Medicine Updated Guidelines for Sports and Exercise Cardiology – 2019. *Arq Bras Cardiol*. 2019;326-68.
- Pressler A, Niebauer J. Textbook of Sports and Exercise Cardiology. Textbook of Sports and Exercise Cardiology. Springer. 2021.

9. Flannery MD, La Gerche A. Sudden Death and Ventricular Arrhythmias in Athletes: Screening, De-Training and the Role of Catheter Ablation. *Heart Lung Circ.* 2019 Jan;28(1):155-163. doi: 10.1016/j.hlc.2018.10.004. Epub 2018 Oct 19. PMID: 30554599.
10. Beaudry R, Haykowsky MJ, Baggish A, La Gerche A. A Modern Definition of the Athlete's Heart—for Research and the Clinic. *Cardiol Clin.* 2016;34(4):507–14.
11. Pelliccia A, Sharma S, Gati S, Bäck M, Börjesson M, Caselli S, et al. 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease. *Eur Heart J.* 2021;42(1):17-96.
12. Emery MS, Kovacs RJ. Sudden cardiac death in athletes. *JACC Hear Fail* [Internet]. 2018;6(1):30-40. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jchf.2017.07.014>.
13. Harmon KG, Zigman M, Drezner JA. The effectiveness of screening history, physical exam, and ECG to detect potentially lethal cardiac disorders in athletes: A systematic review/meta-analysis. *J Electrocardiol* [Internet]. 2015;48(3):329-38. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2015.02.001>.
14. Drezner JA, Ackerman MJ, Anderson J, Ashley E, Asplund CA, Baggish AL, et al. Electrocardiographic interpretation in athletes: The "Seattle Criteria." *Br J Sports Med.* 2013;47(3):122-4.
15. Niederseer D, Rossi VA, Kissel C, Scherr J, Caselli S, Tanner FC, et al. Role of echocardiography in screening and evaluation of athletes. *Heart.* 2021;107(4):270-6.
16. Finocchiaro G, Dhutia H, D'Silva A, Malhotra A, Steriotis A, Millar L, et al. Effect of sex and sporting discipline on LV adaptation to exercise. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2017;10(9):965-72.
17. Braber TL, Reitsma JB, Mosterd A, Willemink MJ, Prakken NHJ, Halle M, et al. Cardiac imaging to detect coronary artery disease in athletes aged 35 years and older. A scope review. *Scand J Med Sci Sport.* 2018;28(3):1036-47.
18. Muñoz OM, García AA, Fernández-Ávila D, Higuera A, Ruiz AJ, Aschner P, et al. Guía de práctica clínica para la prevención, detección temprana, diagnóstico, tratamiento y seguimiento de las dislipidemias: evaluación del riesgo cardiovascular. *Rev Colomb Cardiol.* 2015;22(6):263-9.
19. Visseren FLJ, Mach F, Smulders YM, Carballo D, Koskinas KC, Bäck M, et al. 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Eur Heart J.* 2021;3227-337.
20. Chung ST, Onuzuruike AU, Magge SN. Cardiometabolic risk in obese children. *Ann N Y Acad Sci.* 2018;1411(1):166-83.
21. Seo YG, Lim H, Kim Y, Ju YS, Lee HJ, Jang HB, et al. The effect of a multidisciplinary lifestyle intervention on obesity status, body composition, physical fitness, and cardiometabolic risk markers in children and adolescents with obesity. *Nutrients.* 2019;11(1):1-16.
22. Braber TL, Mosterd A, Prakken NH, Rienks R, Nathoe HM, Mali WP, et al. Occult coronary artery disease in middle-aged sportsmen with a low cardiovascular risk score: The Measuring Athlete's Risk of Cardiovascular Events (MARC) study. *Eur J Prev Cardiol.* 2016;23(15):1677-84.
23. Tran D. Cardiopulmonary Exercise Testing. *Methods Mol Biol.* 2018;1735:285-95.
24. Weisman IM, Weisman IM, Marciniuk D, Martinez FJ, Scieurba F, Sue D, et al. ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003;167(2):211-77.
25. Mezzani A. Cardiopulmonary exercise testing: Basics of methodology and measurements. *Ann Am Thorac Soc.* 2017;14:S3-11.