

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE MEDICINA



**FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR EN CORREDORES DEL
MARATÓN DE MONTERREY**

Por

DRA. ZENDY FAITH FUENTES CORONA

**COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA
EN MEDICINA DEL DEPORTE Y REHABILITACIÓN**

FEBRERO, 2017

**“FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR EN
CORREDORES DEL MARATÓN DE MONTERREY”**

Aprobación de la tesis:




**Dr. Antonino Aguiar Barrera
Director de la tesis**



**Dr. Med. Oscar Salas Fraire
Jefe del Departamento
Medicina del Deporte y Rehabilitación**



**Dra. Karina Salas Longoria
Coordinadora de Enseñanza
Medicina del Deporte y Rehabilitación**



**Dr. Felipe Arturo Morales Martínez
Subdirector de Estudios de Posgrado**

DEDICATORIA Y/O AGRADECIMIENTOS

Dedico esta tesis a mi familia; a mis padres por todo su apoyo, a mis hermanos que son mi inspiración y ejemplo.

A mis profesores; al Dr. Antonino Aguiar Barrera y a la Dra. Karina Salas Longoria por su orientación, enseñanza y ánimo para publicar los resultados de esta tesis.

A mis hermanos, amigos y confidentes del consultorio 3 por su apoyo incondicional.

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo I	Página
I. RESUMEN	1
Capítulo II	
II.1. EL MARATÓN Y SU ORIGEN.....	4
II.2. EL MARATÓN MODERNO.....	6
II.3. EL MARATÓN DE MONTERREY.....	7
II.4. MUERTE SÚBITA.....	9
II.4.1. Concepto	9
II.4.2. Incidencia de muerte súbita.....	9
II.4.3. Muerte súbita en maratones en México.....	12
II.4.4. Fisiopatología de la muerte súbita.....	13
II.5. ADAPTACIONES CARDIACAS AL EJERCICIO.....	17
II.5.1. Introducción.....	17
II.5.2. Estructura y función del Sistema Cardiovascular..	18
II.5.3. Respuesta global del corazón al ejercicio.....	18
II.5.4. Frecuencia Cardíaca.....	19
II.5.5. Volumen Sistólico	20
II.5.6. Gasto Cardíaco	21

II.5.7. Adaptaciones fisiológicas.....	21
II.6. ¿CORRER UN MARATÓN ES BENEFICIOSO?.....	22
II.7. ADAPTACIONES EN EL CORREDOR DE MARATÓN..	24
II.7.1. Maratón y lesión miocárdica	28
II.7.2. Maratón y el Sistema Vasular	28
II.7.3. Maratón y arterias coronarias	30
II.7.4. Efectos proarrítmicos potenciales	30
II.8. FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR.....	33
II.8.1. Factores de riesgo cardiovascular tradicionales.....	33
II.8.2. Factores de riesgo lipídicos.....	33
II.8.3. Factores de riesgo no lipídicos: hipertensión, hábito tabáquico, diabetes.....	34
II.8.4. Factores de riesgo cardiovascular emergentes: apolipoproteína A, apolipoproteína B, triglicéridos, lipoproteína A, PCR ultrasensible, homocisteína , dimetilarginina asimétrica.....	36
II.9. FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR Y ACTIVIDAD FÍSICA.....	42
II.10. ESTRATIFICACIÓN DEL RIESGO EN MARATONISTA.....	45
II.11. PROTOCOLOS DE EVALUACIÓN MÉDICA EN ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE.....	47

II.12. CUESTIONARIO HEALT/FITNESS FACILITY PREPARTICIPATION SCREENING.....	52
---	----

Capítulo III

III.1. OBJETIVOS.....	57
III.2. MATERIAL Y MÉTODOS.....	57
III.2.1. Muestra.....	57
III.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN	
III.3.1. Criterios de Inclusión	58
III.2.3. Criterios de exclusión	59
III.2.4. Criterios de eliminación.....	59
III.2.5. Procedimientos	59
III.2.5 Análisis estadístico	61

Capítulo IV

IV. RESULTADOS.....	62
---------------------	----

Capítulo V

V. DISCUSIÓN	67
----------------------	----

Capítulo VI

VI. CONCLUSIÓN	71
--------------------------	----

Capítulo VII

VII. ANEXOS.....	73
------------------	----

VII.1. Cuestionario health/fitness facility preparticipation screening.	73
---	----

VII.2. Cuestionario de evaluación precompetencia.....	75
---	----

Capítulo VIII

VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	76
-------------------------	----

Capítulo IX

IX. RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO	80
--------------------------------------	----

INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Causas de muerte súbita en ejercicio.....	11
2. Recomendaciones de evaluación cardiovascular preparticipativa de 12 elementos para deportistas de nivel competitivo	49

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Grecia	4
2. Recorrido de Filipides de Maratón a Atenas.....	6
3. Cadena de eventos que precipitan la muerte súbita cardiaca y parámetros que presentan las diversas enfermedades en los diferentes estadios que llevan a la muerte súbita cardiaca	16
4. Adaptaciones miocárdicas en el ejercicio intenso en atletas de mediana edad. Fisiológico v/s patológico.....	26
5. Fórmula empleada para población finita.....	58
6. Riesgo Cardiovascular en maratonistas.....	62
7. Factores de riesgo cardiovascular en corredores de maratón.....	63

8. Antecedentes de historia de enfermedad cardiovascular, metabólica,
pulmonar.....64

9. Antecedentes de signos y síntomas de enfermedad cardiovascular...65

LISTA DE ABREVIATURAS

AHA: Asociación Americana del Corazón
ACSM: Colegio Americano de Medicina del Deporte
RCV: Riesgo cardiovascular.
IAAF: International Association of Athletics Federations.
FV: Fibrilación ventricular.
VI: Ventrículo izquierdo.
MS: Muerte Súbita.
ECG: Electrocardiograma.
TV: Taquicardia ventricular.
VI: Ventrículo izquierdo.
FE: Fracción de eyección
CAC: Calcificación de la arteria coronaria
FA: Fibrilación auricular.
CAD: Enfermedad coronaria
VE: Ectopia ventricular
SCD: Muerte súbita cardiaca.
FRC: Factor de riesgo cardiovascular
ECV: Enfermedad cardiovascular
LDL: Lipoproteínas de baja densidad
HDL: lipoproteínas de alta densidad
VLDL: las lipoproteínas de muy baja densidad
IDL: lipoproteínas de densidad intermedia
HTA: hipertensión arterial.
PCR: Proteína Creativa.
VCAM-1: molécula de adhesión vascular-1
ICAM-1: molécula de adhesión intercelular-1
IL-6: interleucina-6
TNF- α : factor de necrosis tumoral alfa
PCRus: PCR ultrasensible
ADMA: dimetilarginina asimétrica
COI: Comité Olímpico Internacional
NBA: Asociación de Básquetbol profesional
SEC: Sociedad Europea de Cardiología
AF: Actividad física
IMC: índice de masa corporal
HFFPSQ: Health/Fitness Facility Preparticipation Screening Questionnaire

Capítulo I

RESUMEN

La actividad física aeróbica de larga duración, de intensidad ligera o moderada y prescrita adecuadamente, produce adaptaciones que benefician a la salud. Sin embargo, desconocer en qué condiciones de salud se practica, puede incrementar el riesgo de alguna patología e incluso la muerte ¹.

En el ejercicio de alta intensidad, la probabilidad de un evento cardiovascular agudo, en una población clínicamente sana, se estima en 0.55 eventos /10 000 hombres por año². La incidencia de un evento cardiovascular durante el ejercicio en pacientes con enfermedad previa ya conocida, se estima que es 10 veces mayor que en personas sanas^{2,3}. Por lo tanto, es imprescindible una selección y evaluación adecuada que permita identificar y aconsejar a personas con enfermedad cardiovascular subyacente antes de comenzar un programa de ejercicio²⁻⁵.

Varios estudios indican que el medio más importante de prevención de la muerte súbita deportiva es la valoración de la aptitud física a través de un reconocimiento médico deportivo previo al inicio de la actividad física^{1,4-5}.

Tomando en cuenta que en México no existen normas que regulen la realización de una evaluación previa a una competencia en corredores de

maratón, a pesar de la evidencia existente de mayor probabilidad de aparición de algún evento cardiovascular no deseado, el objetivo del presente estudio fue identificar los factores de riesgo cardiovascular para estratificar el riesgo cardiovascular (RCV) y el antecedente de evaluación precompetencia en corredores de maratón; así mismo, analizar si su práctica deportiva se ajusta a las recomendaciones del Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM).

Se realizó un estudio descriptivo, observacional, transversal, utilizando la encuesta *Health/Fitness Facility Preparticipation Screening Questionnaire* a corredores de maratón previo a su competencia. Este cuestionario abarca antecedentes de enfermedad cardiovascular, metabólica o pulmonar, signos y síntomas de enfermedad cardiovascular y factores de riesgo cardiovascular.

Se realizaron 400 encuestas y se analizaron 365. Se encontró un riesgo cardiovascular bajo en el 65.7%, un riesgo cardiovascular moderado en un 22.5% y un riesgo cardiovascular alto en el 11.8%.

Del total de corredores, 35.3% acudió a valoración médica precompetencia. De éstos, el 38.2% tuvo un riesgo cardiovascular leve; el 15.8% un riesgo cardiovascular moderado y el 37.2% un riesgo cardiovascular alto.

Únicamente 2 de cada 10 corredores con riesgo cardiovascular moderado y alto llevaron a cabo una evaluación médica previa.

Concluimos que existe una elevada prevalencia de factores de riesgo cardiovascular en maratonistas, los cuales generalmente no tienen una evaluación médica previa. Por lo que la mayoría de ellos no cumple con lo establecido por el Colegio Americano de Medicina del Deporte.

Se deben implementar medidas reglamentarias y culturales que fomenten la evaluación médica precompetencia en nuestro país.

Capítulo II

INTRODUCCIÓN

El Maratón y su origen

Un **maratón** es una carrera de larga distancia que consiste en correr una distancia de **42 195** metros. Forma parte del programa de atletismo en los Juegos Olímpicos, en la categoría masculina desde Atenas 1896, y en Los Ángeles en 1984 se incorporó la categoría femenina.

Su origen se encuentra en el mito del soldado griego Filípides, quien en el año 490 a.C. habría muerto de fatiga tras haber corrido unos 37 km desde Maratón hasta Atenas para anunciar la victoria sobre el ejército persa.



Figura 1.
Grecia

En el año 490 AC, el Rey Darío de Persia, desembarcó en la costa de Grecia con más de 20 mil soldados en la llanura de Maratón, para castigar a los griegos, quienes se encontraban en una notable inferioridad numérica, por el apoyo que éstos habían ofrecido a los jonios, sus enemigos. Los persas habían amenazado a los griegos con matar a sus mujeres e hijos después de ganarles la batalla.

Al partir hacia Maratón para enfrentar a los persas, los griegos instruyeron a sus mujeres en el sentido de que si no recibían noticia suya antes de la puesta del Sol, ellas mismas sacrificaran a sus hijos y luego se suicidaran, pero se impuso el genio militar del general Milciades, y los griegos derrotaron a los persas de una manera contundente. Mientras sus bajas fueron de apenas 192 hombres, las de los persas fueron más de seis mil. La batalla se prolongó por mucho tiempo, por lo que los griegos corrían el riesgo de que sus mujeres ejecutaran su plan al caer la noche por falta de información.

Un soldado griego llamado Filípides, quien pudo haber sido el mismo que días antes había corrido 240 kilómetros para solicitar apoyo a Esparta, fue enviado por Milciades a Atenas para anunciar la victoria. Filípides corrió los 40 kilómetros que separaban a Maratón de Atenas, y al entrar a la Ciudad alcanzó a gritar: “Nenikhkamen!” que significa “¡Ganamos!”, luego de lo cual se desplomó inerte y murió (**Figura 2**).



Figura 2. Recorrido de Filípides de Maratón a Atenas.

El Maratón Moderno

La hazaña de Filípides inspiró a Michel Breal, un educador francés apasionado del estudio de la historia y la mitología griega, quien propuso al Barón Pierre de Coubertin que incluyera una prueba que evocara la gesta del soldado como parte de la organización de los Juegos Olímpicos de 1896. La iniciativa de Breal fue aceptada, y el primer maratón olímpico se celebró sobre una distancia que se estima en 40 kilómetros, partiendo de la Villa de Maratón y con su meta en el Estadio Panathinaikos en Atenas.

La distancia de las siguientes ediciones del maratón olímpico fueron variables, aunque cercanas a la original, y fue en los Juegos Olímpicos de Londres, en 1908, cuando se definió la distancia del maratón olímpico como 26 millas, desde su salida en el Castillo de Windsor hasta la entrada al Estadio White, más 365 yardas sobre la pista del Estadio, para llegar a la meta ubicada frente al palco de la Reina Alexandra. En mayo de 1921 el Congreso de la IAAF (International Association of Athletics Federations) adoptó como oficial esa distancia, que se aplicó por primera vez con ese carácter en los Juegos Olímpicos de París, en 1924. La proeza de Filípides se convirtió de esta manera en un símbolo del sacrificio y de la mística de lo que significa correr un maratón, y ha sido la inspiración de millones de corredores que se atreven a correr los 42 kilómetros.

El Maratón de Monterrey

El Maratón de Monterrey es miembro de la Asociación Internacional de Maratón y Carreras de Ruta (AIMS) y forma parte de su calendario oficial; su primera edición fue llevada a cabo en el año del 2006.

Los resultados de la edición 2009 consolidaron al Maratón Powerade Monterrey como el de mayor crecimiento en México debido a la cantidad de corredores inscritos desde sus inicios en el 2006 (1500 corredores); hasta el 2015 (7 000 corredores); lo que demostró que se ha convertido en uno de los favoritos de la comunidad corredora mexicana.

En su última edición, participaron corredores de diferentes países como Estados Unidos, Canadá, Italia, Austria y Afganistán, además de 28 estados de la República Mexicana. Cuenta con más de 80 puntos de abastecimiento a lo largo del trayecto.

Desde el 2010 se implementó el concepto de “Inscripciones con valor”, que invita a los participantes a apoyar una causa social y donar al menos 500 pesos, mediante la venta de sus kilómetros recorridos.

Es el primer maratón “cardioprotegido” en México, que se refiere a la presencia de una contingencia médica para atender cualquier evento adverso cardiovascular durante la ruta y garantizar un tiempo de respuesta menor a tres minutos, mediante la participación de médicos, paramédicos y enfermeras capacitados en urgencias, y desfibriladores externos colocados en diferentes puntos sobre la ruta.

Muerte Súbita

Concepto

Se considera **muerte súbita** la que ocurre de manera inesperada dentro de la primera hora desde el inicio de los síntomas o si se produce en ausencia de testigos cuando el fallecido ha sido visto en buenas condiciones menos de 24 h antes de hallarlo muerto. Algunos pacientes fallecen instantáneamente pero la mayoría tiene algunos pródromos.

La **muerte súbita en ejercicio** de causa cardíaca se define como aquella que se produce durante la práctica del deporte o hasta una hora de finalizado éste, en un individuo portador de una enfermedad cardiovascular desconocida o subvalorada.

Incidencia de Muerte Súbita

Su incidencia no se conoce con exactitud, pero se estima aproximadamente entre 1/50.000 y 1/300.000 deportistas menores de 35 años y de 1/15.000 y 1/100.000 en los mayores de esta edad, siendo al menos 5 a 10 veces más frecuente en varones aún ajustado por frecuencia de práctica deportiva,

pudiendo considerarse como razones para esto la intensidad de la actividad física realizada y probablemente factores genéticos. En los menores de 35 años ocurre más frecuente en los deportes colectivos de mayor práctica en cada comunidad y en los mayores de esta edad toma importancia el entrenamiento y participación en pruebas pedestres.

En un estudio que se llevó a cabo en E.U.A. del 2000 al 2010 en corredores de maratón y medio maratón encontraron que de 10,9 millones de participantes, 59 presentaron un paro cardíaco. De los cuales 51 a su vez fueron hombres, con una media de edad de 42 ± 13 años; esto da una incidencia de paro cardíaco de 0,54 por 100.000 participantes. Éste riesgo fue mayor durante el maratón que durante el medio maratón; así como fue mayor para los hombres que para las mujeres. Dividiendo la muestra temporalmente, el riesgo de paro cardíaco fue mayor para la segunda mitad de la década estudiada (2005 a 2010) que para la primera mitad (2000 a 2004).

La causa más prevalente en este estudio fue la cardiovascular; de los 59 que sufrieron paro cardíaco, 42 (71%) fueron fatales con una incidencia de muerte súbita de 0,39 por cada 100.000. Los predictores de sobrevida más fuertes, en los 32 casos con información completa, fueron el inicio de reanimación cardiopulmonar por un testigo y el de un diagnóstico de causa distinto que miocardiopatía hipertrófica. De hecho se observó que en la última milla (1,6 km), que representa el 5% de la distancia entera del maratón, representa casi el 50% de las muertes súbitas.

Desde la segunda mitad del siglo XX se puso de manifiesto que a pesar de que la cardiopatía isquémica continuaba siendo la causa de muerte súbita en al menos el 80% de los casos, no obstante, hay un conjunto de enfermedades hereditarias con alteraciones estructurales (miocardiopatías) o sin aparente causa orgánica (canalopatías) que explican la mayoría de los casos de muerte súbita en la juventud relacionados o no con el esfuerzo, pero en individuos sin cardiopatía isquémica.

Las causas más frecuentes en los menores de 35 años tienen diferencia según la distribución geográfica (**Tabla 1**): en Estados Unidos la etiología más común es la miocardiopatía hipertrófica, que según los estudios oscila entre 36 y el 51% de los casos, seguido del commotio cordis y finalmente anomalías congénitas de las coronarias. En Europa, en cambio se sabe que en Italia y España la mayor frecuencia corresponde miocardiopatía arritmogénica del ventrículo derecho con cerca del 20% de los casos, seguida de enfermedad coronaria prematura y malformaciones congénitas coronarias.

ESTADOS UNIDOS	ITALIA
1.- Miocardiopatía hipertrófica 26.4%	1.- Miocardiopatía arritmogénica VD 22.4%
2.- Commotio cordis 19.9%	2.- Enfermedad coronaria aterosclerótica 18.5%

3.- Malformaciones coronarias 13.7%	3.- Malformaciones congénias coronarias 12.2%
4.- Hipertrofia ventricular izquierda idiopática 7.5%	4.- Prolapso valvular mitral 10.2%
5.- Miocarditis 5.2%	5.- Patología del sistema conductor 8.2%
6.- Síndrome de Marfán 3.1%	6.- Miocarditis 6.1%
7.- Miocardiopatía arritmogénica ventrículo derecho 2.8%	7.- Puente muscular miocárdico 4.0%
	8.- Miocardiopatía hipertrófica 2.0%

Tabla 1.- CAUSAS DE MUERTE SÚBITA EN EJERCICIO

Muerte Súbita en Maratones en México

Aunque la incidencia de muertes en carreras populares en nuestro país no está bien documentada (ya que los datos de éstos son publicados en noticias de medios de comunicación no en documentos científicos), encontramos que por lo menos al año se reporta una muerte de un corredor por evento en relación a una probable muerte súbita y no accidental, tal es el caso del

ultramaratón de Chihuahua en el 2008 que fallecieron 2 ahogados al tratar de cruzar un río durante la competencia.

Datos estadísticos demuestran que en el 2007 fallece un hombre de 47 años en el maratón de la Cd. de México; en el 2009, un hombre de 40 años; en el 2012, hombre de 33 años; en el 2013, hombre de 30 años y en el 2015, un hombre de 34 años. En el 2014 falleció, una mujer de 38 años en el maratón de Querétaro. Estos datos no toman en cuenta las carreras de menor distancia y de otras disciplinas donde también se han presentado fallecimientos como probables muertes súbitas, como triatlones, natación en aguas abiertas, etc.

Esta información nos habla de la problemática en nuestro país y la infravaloración al respecto, debido a que a pesar de estos datos no hay normas que regulen la participación en carreras de larga o menor distancia como en otros países de América y Europa, ni existe la cultura de la evaluación previa al iniciar una práctica deportiva.

Fisiopatología de la Muerte Súbita

La MS (muerte súbita) es el estadio final de una cadena de eventos que conducen a un paro cardíaco, principalmente por fibrilación ventricular (FV), o menos común por una bradiarritmia extrema. En todos los casos hay una serie de factores moduladores y/o desencadenantes que, actuando sobre el miocardio vulnerable, precipitan la MS.

En resumen, la FV suele desencadenarse en presencia de un miocardio vulnerable debido a la acción de distintos factores moduladores y/o desencadenantes entre los que probablemente deba incluirse un entorno genético y ambiental adecuado, y/o el aumento de la actividad simpática en relación con estrés físico o psíquico que, aunque no tiene consecuencias en situaciones normales, puede ser el desencadenante de la MS en situaciones especiales (isquemia aguda), enfermedades hereditarias (miocardiopatías y canalopatías), etc. Los tres factores que con más frecuencia son la causa de que un miocardio sea vulnerable son: a) la isquemia; b) la disfunción del ventrículo izquierdo (VI), y c) la predisposición genética. La isquemia aguda y sus consecuencias tienen una gran importancia en la aparición de la MS, en especial debido a las características de la cicatriz y/o de la asociación con la disfunción del VI.

Un gran número de casos de MS ocurren como primera manifestación de un síndrome coronario agudo.

En presencia de isquemia aguda, la valoración de su gravedad se puede conocer en gran parte por el electrocardiograma (ECG). Los síndromes coronarios agudos con elevación del ST con isquemia de grado 3 presentan un segmento ST elevado que se lleva hacia arriba la onda S. Los síndromes coronarios agudos sin elevación del ST con una isquemia importante presentan signos de afección circunferencial en más de un territorio (7 derivaciones con descenso del ST y ascenso del ST en VR). Ello se ve cuando existe una suboclusión importante del tronco común o están afectados tres vasos

proximales (al menos la descendente anterior y la circunfleja o la coronaria derecha). Es importante el grado de isquemia, pero también lo es su duración. En un estudio realizado con 21 pacientes que presentaron 120 crisis de espasmo coronario, había una relación directa entre la elevación del ST y la aparición de extrasístoles ventriculares, pero debido a la brevedad del espasmo, a pesar de que los ascensos del ST podían llegar a ser del tipo del potencial de acción transmembrana monofásico, ningún caso presentó taquicardia ventricular (TV) sostenida ni FV. Los síndromes coronarios agudos sin elevación del ST tienen una incidencia de MS menor que los síndromes coronarios agudos con elevación del ST. Los síndromes coronarios agudos sin elevación del ST con mortalidad más baja son los que presentan un score de riesgo bajo que incluye, entre otros factores, la presencia de ritmo sinusal no taquicárdico y la falta de arritmias ventriculares. En la CI aguda y crónica, la interacción de la isquemia con las arritmias en presencia de alteraciones del sistema nervioso autónomo, disfunción del ventrículo izquierdo (VI) y las influencias genéticoambientales son importantes para que se produzcan FV y MS. Los síndromes coronarios agudos a menudo evolucionan a IM. Con los tratamientos actuales, el número de casos con las complicaciones graves del infarto a largo plazo como IC y fracción de eyección (FE) deprimida es mucho más bajo (**Figura 3**).

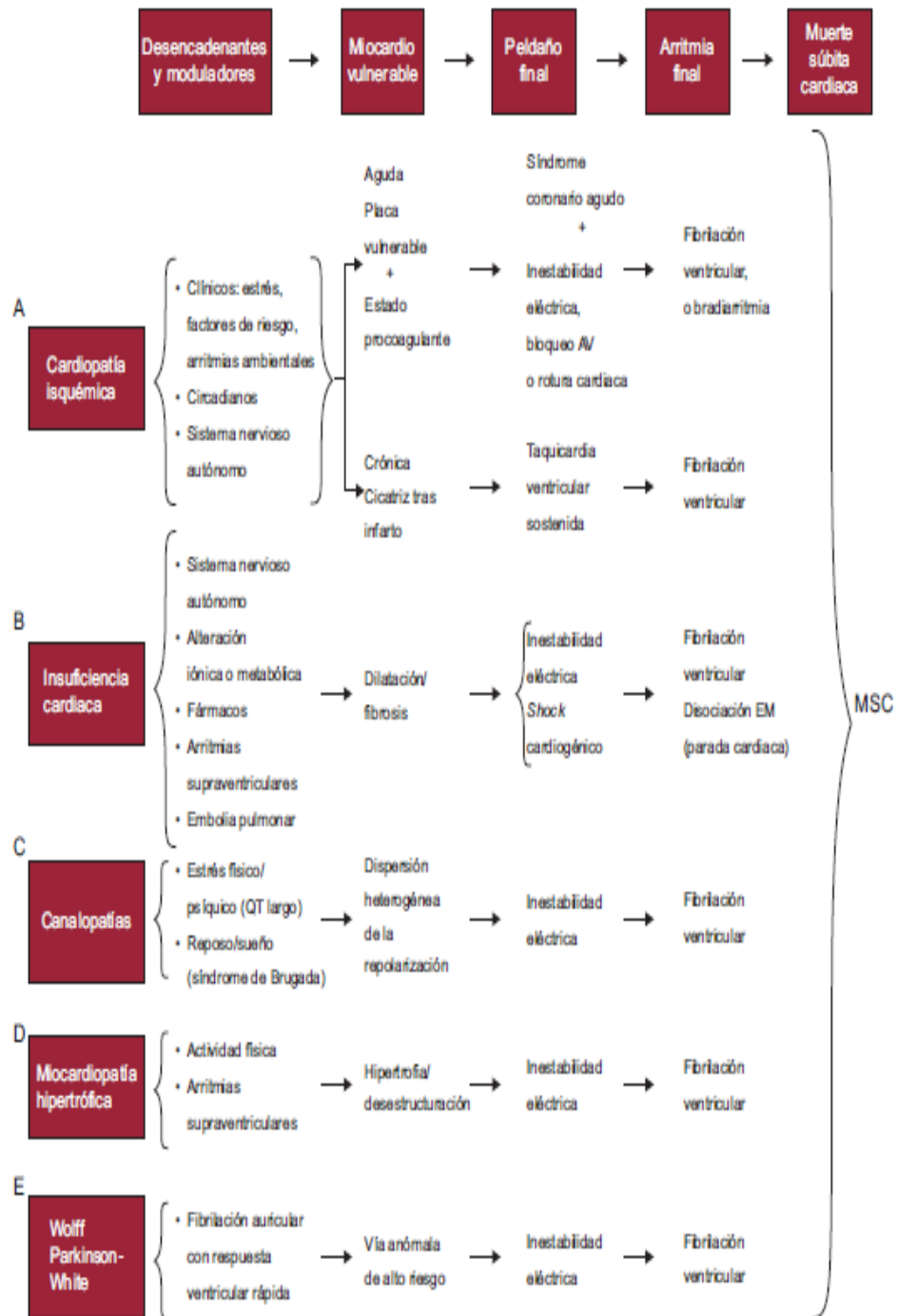


Figura 3. Cadena de eventos que precipitan la muerte cardíaca y parámetros que presentan las diversas enfermedades en los diferentes estadios que llevan a la muerte súbita cardíaca. A:Auriculoventricular, EM: Electromecánica. Adaptado de Bayes Genias et al.

Adaptaciones Cardiacas al Ejercicio

INTRODUCCIÓN

El intento de explicar la elevada capacidad de rendimiento de un deportista de resistencia; así como esclarecer las causa de muerte súbita en deportistas jóvenes, y establecer valores de referencia que nos permitan diferenciar entre lo fisiológico y lo patológico, son algunas de las razones que justifican el gran interés por el estudio de las adaptaciones del corazón humano al entrenamiento.

En el Siglo XVII Giovanni Lancisi, padre de la cardiología, hizo referencia a la importancia del corazón durante el ejercicio.

A finales del siglo XIX, Henschen mediante la percusión de un grupo de esquiadores de fondo, hace referencia al mayor tamaño del corazón de los deportistas. Este hallazgo suponía una adaptación beneficiosa que permitiría realizar un mayor esfuerzo durante un tiempo más prolongado.

Durante la primera mitad del siglo XX muchos médicos pensaban que el deporte era perjudicial para el corazón y que podría acortar la esperanza de vida de los deportistas. El cardiólogo alemán Beneke, tras estudiar a un grupo de deportistas adolescentes, concluyó que el crecimiento del ventrículo izquierdo era desproporcionado al diámetro de la aorta ascendente.

A partir de los años cincuenta, el gran desarrollo de las técnicas diagnósticas permitió que el corazón del deportista comenzara a ser aceptado como un órgano más adecuado, mejor desarrollado y que funcionaría de manera más eficiente que el del individuo no entrenado.

Estructura y función del sistema cardiovascular

El sistema circulatorio está formado por 3 componentes principales: el corazón, los vasos sanguíneos y la sangre. Tiene como función principal satisfacer las demandas metabólicas de cada uno de los tejidos de nuestro organismo.

Durante el ejercicio, las funciones que exigimos al sistema cardiovascular son fundamentalmente: satisfacer a la célula muscular sus necesidades de oxígeno y de combustible, retirar del entorno todos los productos del metabolismo y contribuir a los mecanismos de termorregulación.

Respuesta global del corazón al ejercicio

La función cardíaca durante el ejercicio experimenta una serie de cambios que podemos concretar en un aumento del gasto cardíaco; la cantidad de sangre oxigenada que desde el ventrículo izquierdo se reparte por todo el organismo en un minuto. La magnitud de dicho aumento depende de la masa muscular implicada, la intensidad del ejercicio y la capacidad del corazón para aumentar su volumen sistólico. El aumento del gasto cardíaco es uno de los factores que permite aumentar la cantidad de oxígeno que los tejidos periféricos

consumen para satisfacer sus necesidades metabólicas. A su vez, los componentes funcionales del gasto cardiaco son la frecuencia cardiaca y el volumen sistólico.

Frecuencia Cardiaca

La frecuencia cardiaca es el principal factor responsable del aumento del gasto cardiaco durante el ejercicio. La actividad vegetativa (simpática y parasimpática) sobre el nodo sinusal ejerce la regulación más importante sobre la frecuencia cardiaca.

El ejercicio dinámico desencadena un aumento de la actividad simpática, así como una inhibición del control parasimpático. A intensidades bajas de ejercicio, el aumento de la frecuencia cardiaca es casi el único responsable del aumento del gasto cardiaco, pues el volumen sistólico apenas se modifica. Durante el ejercicio dinámico la frecuencia cardiaca aumenta de forma proporcional a la intensidad del ejercicio hasta llegar a la máxima intensidad, por lo que obtendremos una relación lineal entre la intensidad y la frecuencia cardiaca.

Algunos de los factores que condicionan la respuesta de la frecuencia cardiaca, son los grupos musculares que participan en el ejercicio, el sexo, edad, grado de entrenamiento, condiciones ambientales, variaciones circadianas, situaciones patológicas.

Volumen Sistólico

La respuesta del volumen sistólico a un ejercicio de tipo incremental no es una respuesta lineal. En los sujetos sedentarios, y por los dos mecanismos fundamentales (factores inotrópicos y mecanismo de Frank-Starling), el volumen sistólico comienza a elevarse progresivamente con la intensidad del ejercicio hasta que se alcanza una intensidad correspondiente al 50-60% del VO^2 max. A partir de este nivel de esfuerzo, el volumen sistólico se estabiliza hasta intensidades muy elevadas.

Los métodos de diagnóstico por imagen han permitido conocer como contribuyen el mecanismo de Frank-Starling y el aumento de la contractilidad al aumento del volumen sistólico. El aumento del volumen de llenado tiene un papel más relevante a intensidades bajas y moderadas, así como al inicio del ejercicio, donde se ponen en marcha los mecanismos que procuran un aumento del retorno venoso.

La mejora de la contractilidad tiene un efecto más importante a intensidades de ejercicio elevadas, donde el tiempo de llenado diastólico se ve reducido pudiendo afectar los volúmenes de llenado ventricular. Un tercer factor que puede contribuir al aumento del volumen sistólico es el descenso de las resistencias periféricas, que se atribuye a la gran vasodilatación que experimentan los grupos musculares activos.

Gasto Cardíaco

Los dos factores de los que depende el gasto cardíaco aumentan durante el ejercicio, dando lugar al incremento del gasto cardíaco necesario para satisfacer las demandas durante cada tipo de actividad física, manteniendo la homeostasis general del organismo. Este aumento del gasto cardíaco es proporcional a la intensidad del ejercicio realizado hasta un 60-70% del VO_2^{max} , ya que a intensidades superiores, aumenta a expensas de la frecuencia cardíaca, porque el volumen sistólico no aumenta más. Esto hace que el gasto cardíaco muestre un comportamiento no lineal, con tendencia a estabilizarse hasta alcanzar la intensidad máxima

Adaptaciones Fisiológicas

Durante la actividad física, el sistema cardiovascular tiene que adaptarse para mantener un aporte de O_2 adecuado al aumento de la demanda metabólica de la musculatura. Los factores que contribuyen a ese aumento del consumo de oxígeno son tanto centrales como periféricos y se expresan en la ecuación de Fick: $\text{VO}_2 = \text{gasto cardíaco} \times \text{diferencia arterio-venosa de } \text{O}_2$.

Las adaptaciones centrales que en su conjunto se caracterizan al llamado síndrome del corazón del deportista que consiste en:

- Disminución de la frecuencia cardíaca

- Aumento del volumen de las cavidades cardíacas y del grosor de los espesores parietales.
- Aumento del volumen latido.
- Mejora de la perfusión miocárdica.

La principal adaptación periférica del sistema vascular es la angiogénesis, es decir, la formación de nuevos capilares en el tejido muscular que suponen un aumento de la densidad capilar y el aumento del diámetro de las arterias en los grupos musculares.

¿CORRER UN MARATÓN ES BENEFICIOSO?

Hoy en día, la participación de corredores en un maratón se ha convertido en un fenómeno global que atrae a atletas profesionales jóvenes así como a millones de atletas amateurs de mediana edad. Uno de los motivos principales de estos corredores de maratón aficionados, es la expectativa de que el ejercicio aeróbico tiene profundos efectos beneficiosos para la salud; sin embargo, con respecto al sistema cardiovascular, existe un polémico debate

respecto a si correr un maratón en sí mismo es saludable o potencialmente perjudicial para el sistema cardiovascular, especialmente en los corredores amateur de mediana edad, de sexo masculino.

En un estudio de cohorte, se encontró que en varones de 40 a 65 años de edad aumentaron biomarcadores cardíacos-troponina, péptido natriurético cerebral y alteraciones cardíacas agudas funcionales, los cuales han sido observados e interpretados como posibles daños cardíacos. Además, se ha identificado un riesgo significativo para el desarrollo de fibrilación auricular. Afortunadamente, estudios recientes demostraron una disminución de los biomarcadores cardíacos y las alteraciones funcionales en un corto espacio de tiempo; por lo tanto, estas alteraciones pueden ser percibidas como fisiológicas.

Se han descrito reacciones miocárdicas al ejercicio extenuante y el término "fatiga cardíaca". Ésta interpretación se apoya en un análisis de 10,9 millones de corredores de maratón demostrando que a pesar de esto, no había un riesgo global significativamente mayor de paro cardíaco en corredores de larga distancia.

Varios estudios revelaron que los corredores aficionados de mediana edad, frecuentemente presentan un perfil de riesgo cardiovascular típico para su grupo de edad. Mientras tanto, es bien sabido y ampliamente aceptado que la actividad física moderada tiene efectos beneficiosos sobre casi todas las estructuras y funciones del cuerpo humano, incluyendo la cardiopulmonar.

Con respecto a ciertas enfermedades cardiovasculares, como la fibrilación auricular (FA), hay indicios de potencial de sobredosis de ejercicio aeróbico en un estudio de casos y controles, en el que identificaron un umbral de más de 1500 horas de vida de ejercicio. Además, Mohlenkamp et al. observaron calcificación de la arteria coronaria (CAC) en atletas masculinos presumiblemente saludables (55 años) que habían realizado al menos cinco maratones durante los 3 años anteriores. Tomando estas consideraciones en cuenta, se recomienda un ejercicio regular a dosis e intensidades moderadas para la prevención de las enfermedades cardiovasculares.

Adaptaciones en el corredor de maratón

Los procesos de adaptación que conducen al corazón del atleta deben ser fuertemente diferenciadas de las adaptaciones patológicas estructurales, que ocurren en el contexto de cardiopatía hipertensiva o miocardiopatía hipertrófica.

Desde su primera descripción por Henschen en 1899, el corazón del atleta ha provocado controversia sobre sus consecuencias para la salud. Aunque los atletas jóvenes profesionales también pueden experimentar malas adaptaciones

cardiovasculares graves y/o complicaciones, los datos disponibles no sugieren que estos efectos adversos cardiovasculares estén generalmente relacionados con las adaptaciones funcionales y estructurales asociadas con el desarrollo del corazón de un atleta.

Un estudio publicado sobre los participantes del Tour de Francia revelaron una reducción en la tasa de eventos cardiovasculares y una esperanza de vida prolongada en comparación con hombres franceses de la misma edad, no deportistas; sin embargo, la situación puede ser diferente en corredores aficionados de maratón de mediana edad, que en atletas profesionales y jóvenes. En esta cohorte, el entrenamiento en volúmenes e intensidades, durante el maratón requiere rendimientos cardíacos de 20-25 L/min durante períodos de varias horas. Es evidente que esta carga de trabajo provoque un grado de estrés en todas las estructuras miocárdicas, incluyendo los vasos sanguíneos y el sistema de conducción eléctrica, que a su vez conducen a malas adaptaciones funcionales y estructurales y/o lesiones y fibrosis del miocardio en al menos un subgrupo de individuos de mediana edad (**Figura 4**).

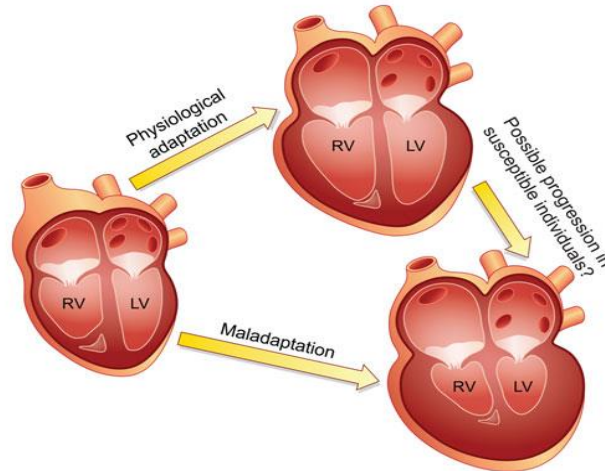


Figura 4. Adaptaciones miocárdicas en el ejercicio intenso en atletas de mediana edad. Fisiológico v/s patológico.

Con el desarrollo de la ecocardiografía Doppler avanzada y móvil, se ha podido realizar un análisis detallado, no invasivo, de los cambios funcionales y estructurales del corazón de atletas con entrenamiento de resistencia bajo condiciones de descanso y ejercicio. Muchos grupos de trabajo han utilizado técnicas 2D y Doppler antes y después de las carreras de maratón con el fin de evaluar la estructura y el estado funcional del miocardio.

En 1987, Douglas Et al., describieron anomalías en la función sistólica y diastólica del ventrículo izquierdo después del triatlón Ironman de Hawái. Neilan et al., describieron la disfunción diastólica miocárdica en corredores de maratón masculinos de mediana edad, después de terminar el Maratón de Boston. A diferencia de estas reacciones agudas, los efectos crónicos se caracterizan por

una función diastólica significativamente mejorada en atletas entrenados en resistencia.

Además, Neilan et al., observaron niveles elevados de troponina relacionados con los volúmenes de entrenamiento e interpretaron estos hallazgos como lesión. Esta interpretación suscitó un intenso debate sobre las posibles consecuencias negativas para la salud del maratonista, especialmente para la cohorte de hombres de mediana edad.

Con respecto a la función sistólica del ventrículo izquierdo, los resultados son bastante polémicos.

Un meta-análisis basado en 294 individuos que realizan ejercicio aeróbico (60-1440 min) reveló una pequeña, pero significativa reducción transitoria de la función sistólica, signos de lesión y rotación-torsión del VI.

La evaluación de los parámetros funcionales diastólicos relacionados con el ejercicio aeróbico más consistentes, en general, sugiere que la función diastólica es mejor en atletas de resistencia altamente entrenados en comparación con los no entrenados. Los hallazgos de la función diastólica disminuida se encontraron especialmente en los corredores amateur, no entrenados. Estudios ecocardiográficos adicionales demostraron una normalización completa de estas alteraciones funcionales en general dentro de las 24 horas posteriores a haber corrido un maratón. La reducción inducida por el ejercicio en la función sistólica y/o diastólica ventricular, se interpreta a menudo como cambios fisiológicos o "fatiga cardíaca".

Por lo tanto, un pequeño porcentaje de corredores pueden desarrollar anomalías funcionales y/o estructurales con significado clínico; por lo que, estudios adicionales, utilizando técnicas de imagen modernas, son necesarias para clarificar el efecto del maratón sobre la estructura del miocardio y para identificar atletas en riesgo de mala adaptación.

Maratón y lesión miocárdica

Numerosos estudios han informado aumentos clínicamente significativos de marcadores serológicos que potencialmente indican daño miocárdico durante y/o directamente después de correr un maratón. Hallazgos recientes, sin embargo, demostraron que los biomarcadores cardíacos elevados regresaron a valores normales dentro de un período de 24-48 hrs y, por lo tanto, puede ser el resultado de alteraciones transitorias y reversibles de los miocitos cardiacos sin consecuencias clínicas negativas.

Esta interpretación es apoyada por un estudio de Hanssen Et al., en el que combinaron las mediciones de biomarcadores cardíacos con resonancia magnética cardíaca y gadolinio, demostrando ausencia de necrosis miocárdica detectable a pesar de un aumento transitorio en biomarcadores cardíacos.

Maratón y el sistema vascular

Existe evidencia suficiente de que el ejercicio a largo plazo induce beneficios y adaptaciones estructurales del sistema vascular, incluyendo efectos sobre la rigidez vascular arterial. En un metanálisis relacionado con atletas de

resistencia de alto rendimiento, Green et al., llegaron a la conclusión de que los atletas de resistencia poseen arterias con disminución del grosor de la pared arterial con respecto a las arterias de atletas de resistencia de mediana edad, sugiriendo que el entrenamiento atlético puede retardar los efectos del envejecimiento en la vasculatura. La mayoría de los datos disponibles sugieren que existe una función mejorada de los vasos de resistencia periférica en deportistas de alto rendimiento.

Los efectos sobre la presión arterial y el corazón están bien documentados, lo que demuestra una disminución de la presión arterial periférica y la resistencia arterial periférica, que es especialmente pronunciada en pacientes hipertensos.

Por el contrario, en los atletas entrenados de fuerza, se observó un aumento en la rigidez arterial.

En cuanto al sistema de coagulación de la sangre durante el ejercicio prolongado e intenso, el cual resulta en un estado de hipercoagulabilidad transitorio especialmente pronunciado en los individuos no entrenados en su mayoría debido al aumento de la generación de trombina, hiperreactividad de las plaquetas y aumento de la actividad de varios factores de coagulación. Por el contrario, los sujetos sometidos regularmente a la actividad física se presentan en un estado de fibrinólisis. Estos cambios potencialmente adaptativos podrían ofrecer protección contra los riesgos de trombosis.

Maratón y Arterias coronarias

En los últimos años, se ha acumulado evidencia con respecto a la enfermedad coronaria (CAD). Un gran número de estudios han demostrado que el ejercicio regular durante períodos más largos se asocia con una marcada reducción de la CAD y la mortalidad por todas las causas. Estos efectos protectores se observaron especialmente en sujetos que realizaban ejercicio de intensidad moderada comparado con personas sedentarias. Estos efectos beneficiosos son mediados principalmente mediante la mejora de los factores de riesgo de CAD, efectos en la función endotelial, el equilibrio autonómico y la coagulación sanguínea. En contraste con estos hallazgos beneficiosos, Mohlenkamp Et al., encontraron puntuaciones altas de CAD en 108 maratonistas de mediana edad que habían completado cinco maratones durante los últimos 3 años superando las puntuaciones CAD de los controles emparejados por edad y puntuación de riesgo de Framingham. Los autores ofrecieron varias explicaciones potenciales para estos hallazgos algo inesperados: aumento del estrés debido al alto flujo sanguíneo inducido por el ejercicio y aumento en las citocinas inflamatorias.

Efectos proarrítmicos potenciales

Existe un consenso general de que los atletas de resistencia de élite presentan varias alteraciones electrofisiológicas con frecuencia en combinación

con ectopia auricular y ventricular (VE), que han sido percibidas como adaptaciones funcionales que no predisponen a eventos arritmogénicos o MS.

Sin embargo, al menos en un subgrupo de atletas de sexo masculino de mediana edad de resistencia, se observó un aumento significativo hasta cinco veces, la prevalencia de FA. Aunque carecen de una evidencia clara sobre las causas subyacentes y los mecanismos fisiopatológicos, las siguientes hipótesis se han discutido: alteraciones en el sistema nervioso autónomo, anomalías electrolíticas y de fluidos potenciales, inflamación sistémica crónica, fibrosis de estructuras miocárdicas, e incluso la ingesta potencial de drogas ilícitas.

Clínicamente la FA asociada con el ejercicio aeróbico suele ser paroxística y presentarse frecuentemente por la noche al inicio, progresando a menudo a FA persistente. A pesar de la alta prevalencia, la FA en atletas es percibida como anormal y requiere procedimientos intensivos de diagnóstico por médicos expertos incluyendo una anamnesis completa. El curso natural y el pronóstico a largo plazo de la FA no ha sido documentada en atletas de resistencia. En un estudio prospectivo con 9 años de seguimiento en 30 atletas masculinos de resistencia con FA paroxística, Hoogsteen et al, observaron que la FA se mantuvo estable en el 50% y la progresión hacia la FA permanente ocurrió sólo en el 17% de los atletas.

Las opciones de tratamiento terapéutico incluyen la restricción de la dosis y la intensidad de ejercicio aeróbico, cardioversión y estrategias de ablación. El

valor y la indicación de la farmacoterapia es controvertida, especialmente con respecto a profilaxis tromboembólica.

Factores de Riesgo Cardiovascular

Un factor de riesgo cardiovascular (FRC) es una característica biológica o una conducta que aumenta la probabilidad de padecer o morir de ECV en los individuos que la presentan.

El concepto de factor de riesgo fue introducido en el Estudio Framingham hace más de cincuenta años, y desde entonces los avances en el área de la epidemiología han permitido realizar estudios clínicos en grandes poblaciones y se han podido identificar una serie de factores de riesgo de la ECV que actuarían como inductores de la formación de la placa de ateroma.

Desde hace años hay una clara evidencia científica de una serie de FRC mayores, llamados “tradicionales”, como son la hipercolesterolemia, la hipertensión, la hiperglucemia, el tabaquismo, el sedentarismo, etc., que por la mayor categoría y fuerza de la evidencia científica computan para la estratificación del riesgo individual. Por otra parte, a lo largo de los últimos años han surgido estudios que proponen la introducción de nuevos FRC, o

“emergentes”, con la pretensión de que sean incorporados en la evaluación y la estratificación del riesgo cardiovascular en los individuos y en las poblaciones, con las consiguientes implicaciones en las decisiones preventivas y terapéuticas.

Factores de riesgo cardiovascular tradicionales

Factores de riesgo lipídicos

La hipercolesterolemia es uno de los principales factores de riesgo modificables de la ECV. El estudio Multiple Risk Factor Intervention Trial demostró la existencia de una relación continua y gradual entre la colesterolemia, la mortalidad total y la mortalidad por cardiopatía isquémica.

Las tres clases principales de lipoproteínas son: las lipoproteínas de baja densidad (LDL), las lipoproteínas de alta densidad (HDL) y las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL).

Otra clase de lipoproteínas son las lipoproteínas de densidad intermedia (IDL), que se encuentran entre las VLDL y las LDL y que en la práctica clínica se incluyen en la medida de las LDL.

Con excepción de las HDL, que transportan de forma reversa el colesterol y por lo tanto ejercen una acción vasoprotectora, las partículas lipídicas son más aterogénicas cuanto más colesterol transporten. Los quilomicrones llevan tan escasa cantidad de colesterol que su aumento en la hiperquilomicronemia

(dislipidemia tipo I) no se asocia a lesiones arteriosclerosas. En cambio, a partir de la acumulación de las VLDL, una quinta parte de las cuales está constituida por colesterol, se empieza a observar un incremento de la aterogénesis. Dado que las LDL son las partículas con mayor cantidad de colesterol, son las principales causantes de aterogénesis cuando aparecen en exceso.

Los valores de colesterol HDL están inversamente relacionados con el riesgo de ECV, y parecen tener un papel protector contra el desarrollo de la aterosclerosis, ya que captan el colesterol libre de los tejidos periféricos, como las células de la pared vascular.

Factores de riesgo no lipídicos

Hipertensión: La hipertensión es un FRC principal e independiente, pero su efecto perjudicial se potencia cuando se asocia a otros factores de riesgo coronarios como el tabaco, la diabetes y las dislipemias. El Sexto Informe de la Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure define la hipertensión como una presión arterial sistólica ≥ 140 mmHg y/o una diastólica ≥ 90 mmHg o la necesidad de tratamiento antihipertensivo. Estudios diversos, entre ellos el estudio Framingham, han mostrado un ascenso del riesgo de mortalidad total y cardiovascular al ir aumentando los valores de presión arterial (diastólica y sistólica), y esta relación es continua y gradual.

Hábito tabáquico: El tabaco contribuye claramente a aumentar el riesgo de ECV. La relación entre el tabaco y el riesgo de ECV es dependiente de la dosis y se observa tanto en hombres como en mujeres. Los estudios observacionales sugieren que el abandono del hábito tabáquico se acompaña de una reducción sustancial del riesgo de episodios cardiovasculares.

Diabetes

La diabetes se define como la presencia de un valor de glucosa en ayunas igual o mayor a 126 mg/dl. El riesgo de ECV se ve sustancialmente incrementado tanto en la diabetes mellitus tipo 1 como en la tipo 2, este incremento del riesgo atribuido a la hiperglucemia es independiente de otros factores de riesgo, como la obesidad, el sobrepeso y las dislipemias, frecuentemente observados en individuos diabéticos.

El 80% de la mortalidad de los pacientes con diabetes mellitus se debe a complicaciones de la aterosclerosis, y la cardiopatía isquémica es la responsable del 75% de los casos. Además, el riesgo de infarto agudo de miocardio de un paciente con diabetes mellitus tipo 2, sin infarto de miocardio previo, es similar a la de los no diabéticos con infarto de miocardio previo.

Aunque es probable que el estricto control de la diabetes reduzca la enfermedad microvascular y las complicaciones como la enfermedad renal y la retinopatía, los datos relativos a los efectos del control glucémico sobre los episodios coronarios son inciertos. Frecuentemente el diabético presenta una dislipemia, caracterizada por una moderada hipercolesterolemia e

hipertrigliceridemia, con concentraciones bajas de colesterol HDL que conlleva un elevado riesgo cardiovascular. Esto se asocia con frecuencia a obesidad central, hiperinsulinismo e HTA (hipertensión arterial), por lo que, la asociación de numerosos FRC explica por qué muchas personas ya presentan enfermedad arteriosclerótica cuando se realiza un diagnóstico de diabetes mellitus.

Factores de riesgo cardiovascular emergentes

Apolipoproteínas

Apolipoproteína A: Las apolipoproteínas A son un grupo de proteínas distribuidas en forma variable sobre diferentes lipoproteínas.

La apo A-I es la apolipoproteína más abundante en el plasma y está presente en el HDL, del que constituye cerca del 90%, y el 60-70% de la fracción proteica en las subfracciones HDL2 y HDL3, respectivamente. Es sintetizada inicialmente en el hígado y en el intestino como un precursor proteico.

La apolipoproteína apo A-II es el segundo componente proteico de mayor concentración de HDL, aunque está ausente en la subfracción HDL2, y las concentraciones plasmáticas no correlacionan con los valores de colesterol HDL.

La medida de la concentración en suero de apo A-I reproduce perfectamente el valor predictivo de enfermedad coronaria de la concentración en suero de HDL, aunque esta correlación no es válida en sujetos con hipertrigliceridemia en los que la fracción HDL está enriquecida con triglicéridos y el colesterol está casi ausente. Los resultados de algunos estudios han demostrado que la relación entre apo B/apo A-1 es mejor para valorar el riesgo cardiovascular, que la relación colesterol total/colesterol HDL, o a la de colesterol LDL/HDL.

Apolipoproteína B: La apolipoproteína B es una proteína de gran peso molecular, presente en los quilomicrones y en las lipoproteínas VLDL y LDL. Es sintetizada en el hígado y secretada dentro de las VLDL. Es cuantitativamente mantenida durante la conversión de VLDL a IDL hasta LDL, de la cual es el único componente proteico, y por esta razón los valores de apo B están correlacionados con los valores de estas lipoproteínas. Existen diversos estudios que establecen la relación entre las concentraciones en suero de apo B y el riesgo cardiovascular.

Dado que cada partícula de VLDL, IDL y LDL sólo contiene una molécula de apo B, la concentración en suero de ésta refleja el riesgo asociado con todas estas partículas aterogénicas. Aunque se considera un factor de riesgo, no se recomienda su determinación en la práctica clínica al no disponer de guías clínicas ni algoritmos de estratificación de riesgo basados en su concentración.

Sin embargo, su cuantificación proporciona una importante información adicional; la concentración de apo B en suero proporciona información sobre el

número de partículas, especialmente de las LDL, ya que en ellas se encuentra aproximadamente el 90% del total de apo B circulante.

Se ha propuesto que una relación cLDL/apo B disminuida es un indicador del predominio de las partículas LDL pequeñas y densas.

Triglicéridos: La elevación de los valores de triglicéridos (>200 mg/dl) se asocia con un incremento en el riesgo de ECV, que además comúnmente se asocia a otros factores de riesgo lipídicos y no lipídicos, establece que los objetivos terapéuticos, en este sentido, se deben basar en cambios en el estilo de vida (pérdida de peso, ejercicio, dejar de fumar). El ejercicio aeróbico disminuye las concentraciones de triglicéridos y de colesterol total y puede incrementar los valores de colesterol HDL, especialmente si se acompaña de pérdida de peso.

Lipoproteína(a)

Durante los últimos años, la lipoproteína(a) ha atraído un enorme interés como FRC. La lipoproteína(a) es una lipoproteína esférica, rica en ésteres de colesterol y fosfolípidos, que se asemeja en su composición a la LDL y que contiene una glucoproteína específica, la apolipoproteína(a), unida por un puente disulfuro a la apolipoproteína B-100 y que posee una gran homología estructural con la proenzima fibrinolítica plasminógeno.

Se han descrito diversos mecanismos que pueden explicar la relación entre la lipoproteína(a) y la ECV.

En primer lugar, y como una partícula de LDL que es, la lipoproteína(a) desempeña un papel en la iniciación, progresión y posible rotura de la placa de ateroma. En segundo lugar, esta partícula compite con el plasminógeno e inhibe la actividad trombolítica.

Aunque el aumento de la concentración plasmática de lipoproteína(a) implica un aumento del riesgo cardiovascular, principalmente en los individuos con riesgo global aumentado, actualmente los principales documentos de consenso no la incluyen entre los factores de riesgo cardiovascular computables para la evaluación del riesgo global; esto es debido a que algunos estudios no corroboran la predicción independiente por parte de los valores de lipoproteína(a) de padecer un episodio de ECV y a que no hay evidencias de que su cribado redunde en beneficio de los pacientes.

PCR ultrasensible

El proceso inflamatorio caracteriza todas las fases del proceso aterotrombótico. En el momento actual son muchos los estudios que relacionan diversos elementos que intervienen en el proceso inflamatorio con el riesgo de presentar un episodio de ECV. Entre estos elementos estarían: la molécula de adhesión intercelular-1 (ICAM-1), la molécula de adhesión vascular-1 (VCAM-1), la selectina-E, la selectina-P y las citocinas proinflamatorias, como la interleucina-6 (IL-6) y el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α). Todos ellos se han revelado como predictores de riesgo de ECV.

En la práctica clínica, tanto las dificultades para la determinación de estos marcadores como la corta vida media de estas moléculas en la sangre circulante, hacen que no sea posible su introducción en la rutina clínica diaria.

De los otros marcadores de inflamación que se han propuesto —el amiloide sérico A, el recuento leucocitario, el fibrinógeno, la nitrotirosina, la mieloperoxidasa y la proteína C reactiva (PCR) sólo esta última se ha afianzado, por su estabilidad, su precisión en el análisis y su asequibilidad, como firme candidata. La AHA y el CDC (Center for Disease Control) consideran que, de todos los marcadores inflamatorios, sólo la PCR ultrasensible (PCRus) reúne las características necesarias para ser utilizada en la práctica clínica.

La PCRus es el biomarcador inflamatorio mejor caracterizado en la actualidad, y se ha establecido como marcador potencial de riesgo cardiovascular. La PCRus en plasma es una firme candidata para ser utilizada en la práctica clínica, por considerarse que es un predictor independiente de enfermedad coronaria para la población general de ambos sexos y también para los pacientes que han presentado ya manifestaciones clínicas de ECV.

La diferenciación de los monocitos a macrófagos, que tiene lugar durante el proceso arteriosclerótico, libera moléculas proinflamatorias entre las que se encuentra la interleucina 6 (IL-6), que activa la liberación en el hígado de marcadores de inflamación como la PCR. Valores elevados (>10 mg/dl) se registran en las infecciones bacterianas, pero mediante el análisis ultrasensible pueden detectarse valores muy inferiores (0-3 mg/dl), que son los que se

asocian al proceso arteriosclerótico. Su vida media es superior a las 24 horas y sus valores sanguíneos no se alteran por la dieta.

Homocisteína: En el último decenio se han publicado numerosos estudios que relacionan el aumento en los valores de homocistinemia y las ECV. Sin embargo, el mecanismo por el cual la homocisteína está relacionada con la ECV no está totalmente dilucidado.

La homocisteína tiene un efecto citotóxico directo sobre las células endoteliales en cultivo y se ha observado una alteración de la función endotelial, valorada mediante eco-Doppler, en los individuos con hiperhomocistinemia moderada, y una mejoría de ésta al disminuir la concentración de homocisteína mediante el tratamiento con ácido fólico. Los valores de homocisteína plasmática están relacionados con los valores de vitamina B12 y de ácido fólico.

La homocisteína puede promover la oxidación de las LDL mediante la producción de especies de oxígeno reactivas, como el peróxido de hidrógeno, y se ha descrito un efecto promotor de la multiplicación de las células musculares lisas y una disminución de la síntesis de ADN en las células endoteliales.

Dimetilarginina asimétrica: La relación establecida entre la concentración de dimetilarginina asimétrica (ADMA) elevada y la disfunción endotelial, así como la posible relación entre los valores de ADMA elevados y la incidencia de accidentes cardiovasculares, han llevado a que varios grupos de investigación hayan estudiado la asociación entre el nivel de ADMA elevado y la muerte de cualquier causa.

Varios estudios indican que los valores plasmáticos de ADMA podrían predecir el riesgo de episodios cardiovasculares.

En 2001, Valkonen et al demostraron que los sujetos de su estudio con valores de ADMA superiores a 0,62 $\mu\text{mol/l}$ (percentil 75) tenían casi 4 veces más riesgo de padecer un episodio coronario agudo. Esta observación también ha sido descrita por otros autores en pacientes con angina inestable, en los que se observó que los pacientes con los valores más elevados de ADMA ($>0,62 \mu\text{mol/l}$, percentil 75) tenían un riesgo 5 veces más elevado de padecer un episodio cardiovascular.

En la actualidad se están realizando numerosos estudios de casos y controles, y ensayos clínicos prospectivos, con una gran variedad de poblaciones de pacientes, para lograr una mayor comprensión del papel de la ADMA como factor de riesgo independiente para la ECV y la mortalidad.

Factores de Riesgo Cardiovascular y Actividad Física

Muchos estudios han investigado el efecto de la actividad física en la alteración de los factores de riesgo asociados con las enfermedades cardíacas.

El efecto más beneficioso del ejercicio sería en el ámbito del metabolismo oxidativo, influyendo en los valores de lípidos en sangre. Aunque las reducciones en el colesterol total y en el colesterol LDL con el entrenamiento parecen relativamente pequeñas (generalmente menos del 10%), hay

incrementos relativamente importantes en el colesterol HDL y considerables reducciones de los triglicéridos.

Estudios transversales de deportistas y no deportistas muestran inequívocamente que las personas con mayor grado de actividad aeróbica tienen una mayor concentración de HDL y menores valores de triglicéridos. Sin embargo, los resultados de estudios longitudinales durante períodos largos de entrenamiento son menos claros. Muchos estudios han descrito el incremento de HDL y la reducción de los triglicéridos con el entrenamiento, pero otros han descrito cambios pequeños o ningún cambio.

La gran mayoría de estudios, sin embargo, han mostrado que las proporciones LDL/HDL y colesterol total/HDL disminuyen después del entrenamiento de resistencia, lo que supone un menor riesgo cardiovascular.

Existen datos sólidos que muestran la eficacia del ejercicio en la reducción de la tensión arterial en personas con hipertensión leve o moderada.

El entrenamiento de resistencia puede reducir la presión arterial tanto sistólica como diastólica aproximadamente 10 mmHg en individuos con hipertensión esencial moderada.

En relación con los demás factores de riesgo cardiovascular tradicionales, el ejercicio desempeña un papel en la reducción y control de peso, y en el control de la diabetes. Se ha descrito que el ejercicio también es efectivo en la reducción y en el control del estrés para reducir la ansiedad.

Mientras que el efecto del ejercicio sobre los FRC “tradicionales” está bien documentado, el efecto que ejerce sobre los FRC emergentes no está en todos los casos estudiado ni es totalmente conocido.

Se describe un efecto beneficioso de la práctica de ejercicio físico, ya que disminuye los valores de apolipoproteína B, mientras que no se observa relación entre la actividad física y los valores de apolipoproteína A. Otros autores encuentran que la práctica de ejercicio físico a largo plazo no parece modificar los valores de las apolipoproteínas con respecto a los valores en grupos de población sedentaria.

El efecto beneficioso del ejercicio físico también parece relacionado con sus efectos sobre el proceso inflamatorio. El ejercicio agudo produce a corto plazo una respuesta inflamatoria transitoria, reflejada en un incremento de los reactantes de fase aguda y las citocinas, que es proporcional a la cantidad de ejercicio y al daño muscular. No obstante, la actividad física regular (entrenamiento) se ha asociado con una respuesta antiinflamatoria crónica que se reflejaría en los valores de reactantes de fase aguda como la PCR ultrasensible, y se relacionan también con lípidos y lipoproteínas.

Con respecto a la homocisteína, estudios en grandes grupos de población han demostrado que la práctica habitual de ejercicio físico es un factor reductor de los valores plasmáticos de homocisteína. Sin embargo, otros estudios muestran que el ejercicio físico agudo eleva los valores de homocisteína.

Estudios más recientes muestran aumentos de homocisteína plasmática, tanto la total como la reducida, después de ejercicios muy intensos, y esos aumentos son independientes del tipo de ejercicio y del nivel de vitaminas, pero podrían estar relacionados con cambios en la función renal. El mecanismo por el cual esto sucede no ha sido dilucidado, pero el estudio de las alteraciones del

estado redox de la homocisteína puede ser una vía de aproximación para tratar de comprender el mecanismo subyacente.

A pesar de que el papel de la ADMA como marcador de riesgo cardiovascular se ve reflejado en el incremento de estudios clínicos y publicaciones científicas al respecto, no existe en la literatura ningún estudio sobre el efecto producido por el ejercicio físico agudo ni por el entrenamiento en los valores plasmáticos de ADMA.

Así pues, son necesarios más estudios que valoren el efecto del ejercicio físico agudo y el crónico (entrenamiento) en los factores de riesgo cardiovascular emergentes, sobre todo en la homocisteína y en la ADMA.

Estratificación del riesgo en maratonistas

Existe una aceptación general de la necesidad de exámenes médicos regulares de los atletas de resistencia. La Sociedad Europea de Cardiología ha publicado recomendaciones para la selección de un atleta. Sin embargo, existe una controversia acerca de los procedimientos de diagnóstico detallados con el fin de detectar eficazmente patologías potenciales que predisponen a eventos cardiovasculares relacionados con el ejercicio. Esto se refiere especialmente al valor de la electrocardiografía (ECG) como herramienta de diagnóstico. Por

ejemplo, en el rastreo de atletas de alto rendimiento, las directrices europeas difieren de las recomendaciones de los Estados Unidos; mientras las directrices europeas sugieren un ECG de rutina, las recomendaciones de las guías americanas se limitan principalmente al examen físico y a la anamnesis.

Actualmente, la controversia sobre el papel del ECG permanece inestable. Teniendo en cuenta la baja incidencia de los eventos cardiovasculares inducidos por el ejercicio por un lado y el gran número de atletas a ser examinados en el otro, es muy necesario evaluar la sensibilidad diagnóstica de todos los componentes de los procedimientos de cribado, como el ECG, y desarrollar estrategias de diagnóstico efectivas que sean altamente sensibles en la detección de atletas con un riesgo; así mismo, el valor clínico de otras herramientas de diagnóstico, biomarcadores cardíacos, ecocardiografía y/o técnicas avanzadas de técnicas de imagen siguen por aclararse.

La Asociación Europea de Prevención y Rehabilitación Cardiovascular ha publicado una postura integral para la evaluación de personas de mediana edad y personas mayores dedicadas a actividades deportivas y recreativas. Para el cribado de esta cohorte, la actividad física que se realizará y la valoración del riesgo cardiovascular basado en la evaluación sistemática del riesgo coronario (SCORE) son los puntos más importantes.

En individuos con mayor riesgo y aquellos con intención de realizar un ejercicio de moderada y alta intensidad, la detección debe incluir una anamnesis completa, incluyendo antecedentes familiares y un ECG en reposo

de 12 derivaciones. Debido a que la sensibilidad del ECG en reposo con respecto a la enfermedad coronaria es bastante bajo, en personas de mediana edad/mayores, se recomienda una prueba de esfuerzo adicional con ECG con el fin de detectar una posible depresión del segmento ST y evaluar la capacidad funcional.

A pesar de la ausencia de pruebas sólidas de estas recomendaciones, se sugiere aplicar estas recomendaciones en atletas de edad media y mayores, especialmente en los que tienen mayor puntuación de riesgo global.

Protocolos de Evaluación Médica en Actividad Física y Deporte

En la actualidad, diferentes organizaciones médicas y deportivas internacionales tienen consenso respecto a la necesidad de la realización de algún protocolo de control de salud en relación a la práctica deportiva, sea de nivel competitivo o recreativo, existiendo diferentes tipos de éstas, las cuales también tienen diferentes objetivos:

1. La **evaluación física previa participación deportiva** que es promovida en Estados Unidos por seis sociedades científicas, entre ellas la de pediatría, medicina familiar y medicina del deporte; cuya última puesta al día fue

publicada el 2010 y es conocida con PPE-4. Los objetivos primarios son pesquisar las condiciones de riesgo vital o de incapacitación por patologías médicas o músculo-esqueléticas y detectar condiciones médicas o músculo-esqueléticas que pueden predisponer a un atleta a lesión o la enfermedad durante el entrenamiento o la competencia. Los objetivos secundarios son determinar la salud general de deportistas, y como forma de ingreso en el sistema de asistencia médica para adolescentes.

2. La **Evaluación periódica de salud para deportistas de élite** propuesta por el Comité Olímpico Internacional (COI), cuyo panel de expertos hizo su última revisión en marzo del 2009, quienes plantean que esta recomendación tiene como propósito ser una evaluación completa del estado de salud del atleta y valorar el riesgo de futuras enfermedades o lesiones.

Esta evaluación debe ser realizada por un especialista con conocimientos de medicina del deporte, debe concluir con un informe detallado al deportista y si existe alguna condición de riesgo de salud en relación a la práctica deportiva, debe recomendarse la suspensión de la actividad y el estudio complementario.

3. Las dos pautas anteriores consideran como uno de sus componentes la **evaluación cardiovascular previa a la práctica deportiva**, siendo esta en sí mismo el protocolo más importante de control de deportistas existente en la actualidad, con propuestas específicas de las sociedades de cardiología europea y norteamericana, siendo su único objetivo pesquisar aquellos deportistas que sean portadoras de patologías cardíacas con riesgo de muerte súbita o que pueden agravarse con la práctica de actividad deportiva.

El panel de expertos de la Asociación Americana del Corazón el año 2007, señala la conveniencia de realizar la evaluación pre participativa en deporte y que ésta 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 (**Tabla 2**).

Una sola respuesta positiva o alteración del examen físico hacen necesaria la derivación a un control por especialistas. Esta conducta se propone para 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 ECG de reposo y ecocardiograma y Doppler Cardíaco.

HISTORIA PERSONAL:

- 1. Dolor o malestar torácico de esfuerzo.**
- 2. Lipotimia o síncope no explicado.**
- 3. Disnea o fatiga desproporcionada en esfuerzo.**
- 4. Soplo cardíaco previo.**
- 5. Antecedente de hipertensión arterial.**

HISTORIA FAMILIAR:

- 6. Muerte súbita de causa cardíaca de familiar menor de 50 años.**
- 7. Enfermedad coronaria en familiar menor de 50 años.**

8. Conocimiento de familiares con patología cardíaca con riesgo de muerte súbita.

EXAMEN FÍSICO:

9. Pesquisa soplo cardíaco en decúbito/sentado.

10. Evaluación de pulsos para descartar coartación aórtica.

11. Pesquisa de estigma de Síndrome Marfán.

12. Determinación de presión arterial en posición sentado.

Tabla 2.- Recomendaciones de evaluación cardiovascular pre participativa de 12 elementos para deportistas de nivel competitivo

Por su parte la Sociedad Europea de Cardiología (SEC), en su recomendación del año 2005, ha propuesto como metodología de evaluación pre participativa 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, un examen físico y un electrocardiograma.

En cuanto a la utilidad del electrocardiograma, la propuesta de la SEC y COI señala que este examen puede permitir el diagnóstico de hasta el 60-70% de las causas de muerte súbita destacando la miocardiopatía hipertrófica, la miocardiopatía arritmogénica de ventrículo derecho, los síndromes QT largo y QT corto, la enfermedad de Lenegre, los Síndrome de Brugada y de Síndrome

de Wolf Parkinson White. En particular, en cuanto a la miocardiopatía hipertrófica principal causa de muerte súbita, el electrocardiograma permite sospechar el diagnóstico hasta en el 90% de los casos, así en la serie italiana se encontraron 22 casos de miocardiopatía hipertrófica, de los cuales solo 5 (22%), presentaban soplo, antecedentes familiares o ambos y 18 casos (82%), presentaron un electrocardiograma anormal, determinando un 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 E.E.U.U. e Italia, los casos en deporte tienen una marcada diferencia y corresponden al 24 y al 2% respectivamente, considerándose que esta diferencia puede ser determinada por los diferentes métodos de evaluación.

Cada vez es más elevado el número de personas de mayor edad que continúan entrenando intensamente y participando en deporte de nivel competitivo, algunos de los cuales lo hacen incluso a edad muy avanzada existiendo organizaciones en al menos 50 países y 50 deportes con competencias organizadas incluso de nivel internacional, en especial en atletismo, incluyendo pruebas de fondo, natación, triatlón, ciclismo y fútbol. Esto ha determinado que la evaluación médica de este grupo sea de especial interés, considerando que el riesgo de muerte súbita es mayor y que la causa más frecuente es el infarto agudo de miocardio.

En este contexto la Asociación Americana de Cardiología, en sus recomendaciones, propuso la realización de un examen previo a la práctica

deportiva, que tenga como base la evaluación de 12 puntos ya descrita, que considere historia personal y familiar y un examen físico básico y adicionalmente se aconseja realizar un test de esfuerzo para la pesquisa de enfermedad coronaria y pronóstico de salud en las siguientes situaciones: hombres de más de 40 o 45 años y mujeres de más de 50 o 55 años, que tengan uno o más factores de riesgo como tabaquismo, dislipidemia (Colesterol total mayor de 200 mg/dl, LDL mayor 130 mg/dl o HDL menor 40 mg/dl), diabetes mellitus (glicemia de ayunos mayor 126 mg/dl) e hipertensión arterial (presión sistólica mayor 140 y/o diastólica superior 90 mmHg), un familiar directo con infarto agudo de miocardio menor de 60 años, o que el deportista tenga síntomas sugerentes de enfermedad coronaria o sea mayor de 65 años.

Aunque es motivo de discusión la utilidad de un test de esfuerzo en deportistas sin síntomas o factores de riesgo, en aquellos que también son asintomáticos y si tienen factores de riesgo, un test de esfuerzo positivo eleva la probabilidad de eventos coronarios 5 veces en la mujer y hasta 15 veces en el hombre.

CUESTIONARIO HEALTH/FITNESS FACILITY PREPARTICIPATION SCREENING

Debido a la importancia que cobra la problemática de la ECV en el tema de salud pública mundial, en Europa y Estados Unidos se crearon métodos para clasificar y estratificar el nivel de RCV, por medio de características o condiciones asociadas a enfermedades cardiovasculares, a partir de tablas

como la de Framingham, el proyecto SCORE, el PAR-Q y el cuestionario de monitoreo pre-participación de la AHA y el ACSM.

En relación al número creciente de personas mayores de 35 años que se están incorporando a la práctica de actividad física y deporte no competitivo como una forma de utilización del tiempo libre y/o búsqueda de mejor calidad de vida y salud, parece conveniente estimularlos a realizar una práctica segura para la cual las limitaciones desde la perspectiva médica sean razonables en cuanto a la facilidad de realización de los controles propuestos, con un costo adecuado.

En este grupo de población parecen correctas las recomendaciones de la Sección de Cardiología del Deporte de la Sociedad Europea de Cardiología y la Asociación Europea de Rehabilitación Cardiovascular publicadas el 2010, que señalan que se debe realizar una evaluación cardiovascular considerando tres elementos fundamentales: si el individuo es sedentario o previamente activo, la intensidad del ejercicio que pretende realizar y la existencia de antecedentes cardiovasculares o factores de riesgo coronario. Entonces en este grupo de población si la actividad es liviana y son previamente activos no sugiere llevar a cabo un control adicional. Si la actividad a realizar es moderada, la primera evaluación recomendada consiste en una autovaloración (por el individuo o por un profesional de actividad física), sobre el nivel de actividad física habitual, y la existencia de síntomas y factores de riesgo, utilizando alguno de los cuestionarios internacionalmente validados.

La AHA y el ACSM recomiendan un cuestionario sobre la historia médica para detectar o descartar a los sujetos con riesgo leve, moderado o severo para la práctica de la AF (actividad física); así como determinar a los individuos que pueden iniciar de manera segura la AF sin supervisión, e identificar quiénes requieren atención y supervisión especializada.

Este cuestionario representa una herramienta de screening, práctica y sencilla además de estar orientada hacia cualquier grupo de edad, tiene como objetivo ayudar al personal de cualquier centro de salud/fitness y/o proveedores de salud en la promoción y ejecución de una actividad física segura y eficaz.

Este cuestionario se basa en tres apartados principales:

- Preguntas sobre enfermedad cardiovascular, metabólica y pulmonar.
- Preguntas sobre signos y síntomas de enfermedad cardiovascular.
- Preguntas sobre factores de riesgo cardiovascular.

Registrando la presencia de las siguientes variables:

Enfermedad del corazón, pulmonar o metabólica:

- Enfermedad de corazón.
- Ataque cardíaco.
- Operación de corazón.
- Cateterización cardíaca.
- Angioplastia coronaria o stent.
- Marcapasos o desfibrilador.
- Problema en alguna válvula del corazón.

- Fallo cardíaco.
- Transplante de corazón.
- Enfermedad cardíaca congénita.
- Asma o problemas respiratorios.
- Diabetes, glucosa elevada o consumo de medicación para reducir los niveles de glucosa.

Signos o síntomas de enfermedad cardiovascular:

- Presión, molestias o dolor en el pecho con la actividad física.
- Dificultad fuera de lo normal al respirar durante la actividad física.
- Tos, sibilancias o dificultad para respirar durante o después de la actividad física.
- Mareos, desmayos o pérdida de conocimiento durante o después de la actividad física.
- Palpitaciones del corazón o latidos irregulares estando en reposo.

Factores de riesgo cardiovascular:

- Edad: hombre mayor de 55 años o mujer mayor de 65 años, con menopausia extirpación de ovarios.
- IMC mayor o igual a 30.
- Hábito tabáquico: ser fumador/a.
- Tensión arterial elevada o tomar medicación para reducir la tensión arterial.

- Colesterol elevado o tomar medicación para reducir el colesterol.
- Triglicéridos elevados o tomar medicación para reducir los triglicéridos.
- Tener un pariente cercano, padre o hermano antes de los 55 años, madre o
- Hermana antes de los 65 años con un ataque al corazón (infarto o angina de pecho).
- Algún pariente cercano tiene o tuvo un problema cardíaco.
- Sedentarismo: menos de tres sesiones de actividad física suave o moderada.

Si la respuesta es afirmativa para alguna de las variables incluidas en los apartados de enfermedad cardiovascular, pulmonar o metabólica, así como en los signos y síntomas de enfermedad cardiovascular, la persona se clasifica como RCV alto.

Si presenta dos o más factores de riesgo cardiovascular se clasifica como RCV moderado; y en caso de presentar menos de dos factores de riesgo, se clasifica como RCV bajo.

Por lo tanto, se observa que los principales objetivos de este cuestionario están enfocados en identificar a personas con enfermedad cardiovascular, síntomas y/o factores de riesgo para el desarrollo de enfermedad cardiovascular que deban realizarse un examen médico antes de comenzar un programa de ejercicios.

Capítulo III

OBJETIVOS

1. Conocer y estratificar los factores de riesgo cardiovascular en corredores del maratón de la ciudad de Monterrey, Nuevo León.
2. Analizar si su práctica deportiva se ajusta a las recomendaciones del Colegio Americano de Medicina del Deporte.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestra

Se efectuó un estudio descriptivo, observacional y transversal con una muestra determinada mediante una fórmula para población finita con un nivel de confianza del 95% (**Figura 6**). Participaron en el estudio 400 corredores del maratón de la Ciudad de Monterrey, México. Finalmente, en este proyecto se incluyeron 365 corredores.

Fórmula empleada	
$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$	donde: $n_0 = p^*(1-p)^* \left(\frac{Z(1-\frac{\alpha}{2})}{d} \right)^2$

Figura 6. Fórmula empleada para población finita.

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de Inclusión

- Todo aquel que de manera voluntaria acepte la realización de la encuesta.
- Aquel corredor inscrito en el maratón de Monterrey.
- Ambos géneros.
- Mayores de 18 años.

Criterios de Exclusión

- Aquella persona que por cualquier motivo no desee realizar la encuesta.
- Aquella persona que no esté inscrita en el maratón, o sólo sea acompañante del corredor.

Criterios de Eliminación

- Cuestionario incompleto.

Procedimientos

Este estudio fue previamente aprobado por el Comité de Ética en Investigación Institucional de la Universidad Autónoma de Nuevo León, y está apegado a la Declaración de Helsinki de investigación con humanos.

Al grupo total se le realizó el *Health/Fitness Facility Preparticipation Screening Questionnaire* (HFFPSQ) validada en español y avalada por la AHA y el ACSM ^{1,7}. También se incluyó un cuestionario de preguntas libres sobre evaluación precompetencia (ver en anexos).

La obtención de datos se realizó el día previo al maratón. Se tomó el consentimiento verbal personal y voluntario y se les invitó a responder los cuestionarios.

El HFFPSQ se estructura en tres apartados principales: antecedente de historia de enfermedad cardiovascular, metabólica y pulmonar; antecedente de signos y síntomas de enfermedad cardiovascular; y factores de riesgo cardiovascular. Se describen de forma sencilla y clara enunciados correspondientes a cada apartado. El encuestado deberá marcar únicamente las afirmaciones verdaderas a su situación.

Para responder a los objetivos se siguieron los criterios de interpretación de la AHA y el ACSM. Estratificando el riesgo en una de tres categorías: (a) bajo, (b) moderado, (c) alto.

Para obtener una evaluación más completa, se realizó un cuestionario de preguntas libres, que incluían edad, sexo, antecedente de evaluación médica precompetencia, el especialista con quien acudió (médico general, cardiólogo, médico del deporte u otro), y estudios complementarios realizados como un electrocardiograma en reposo y/o una prueba de esfuerzo.

Análisis Estadístico

La información fue registrada en una base de datos de Microsoft Excel, para su posterior análisis en el programa estadístico SPSS versión 16.0 para Windows. Se realizó estadística descriptiva para obtener resultados.

Capítulo IV

RESULTADOS

De los 365 maratonistas encuestados, 82 % fueron hombres y 18 % mujeres. El rango de edad abarcaba desde los 18 a los 78 años, con una media de 39 ± 1.96 .

Se encontró un RCV bajo en el 65.7%, (240 corredores), un RCV moderado en un 22.5% (82 corredores) y un RCV alto en un 11.8% (43 corredores) (Figura 6).

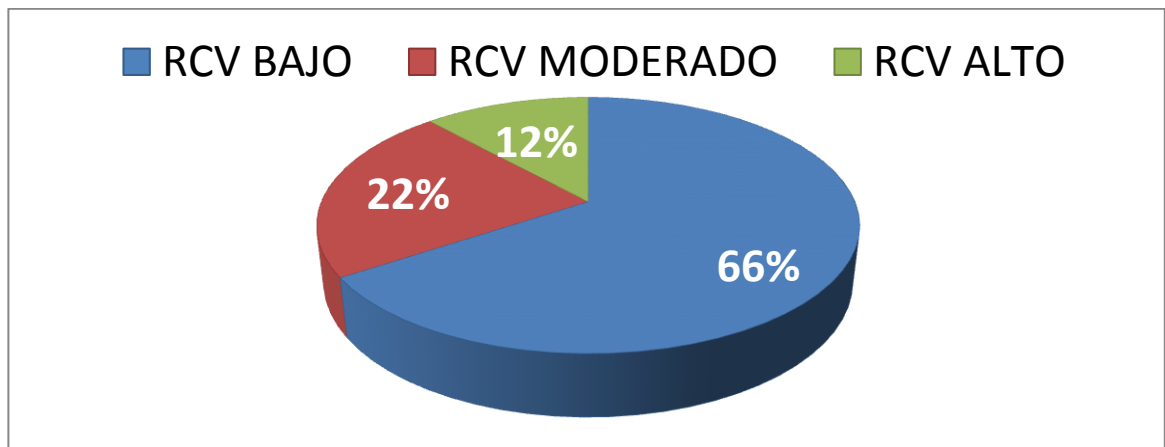


Figura 6. Riesgo Cardiovascular en maratonistas

En relación a la presencia de factores de RCV, el 40.3% no tenía ningún factor de RCV, el 23.3% no sabía sus cifras de colesterol, el 22.5% no conocía sus cifras de presión arterial, el 17.3% eran hombres mayores de 45 años, el 12.3% tenía más de 10 kg de sobrepeso, el 8.8% tenía un pariente cercano que había sufrido un ataque al corazón antes de los 55 años en hombres y de 65 años en mujeres y el 7.9% fumaba o dejó de fumar hace menos de 6 meses. El 3.6% tenía un nivel de colesterol mayor de 200 mg/dl y el 3.6% tomaba medicamento para presión arterial. El 1.4% señaló tener inactividad física. El 1.4% eran mujeres mayores de 55 años y el 0.3% presentaba una presión arterial mayor de 149/90 mmHg (**Figura 7**).

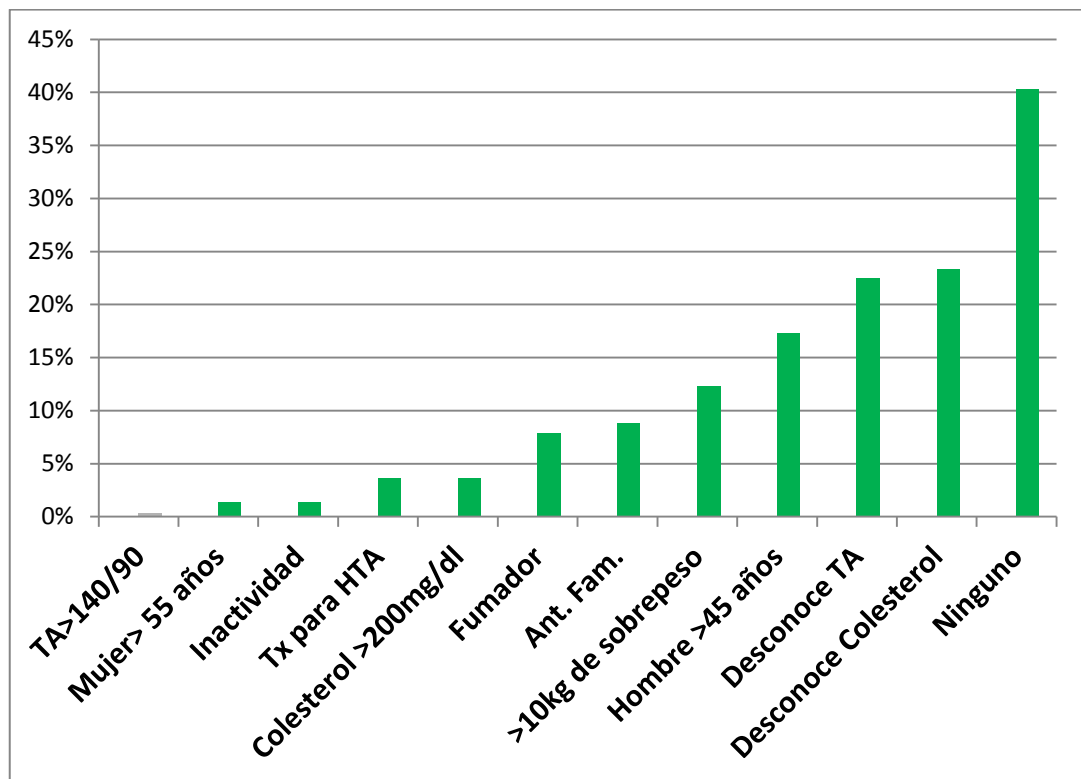


Figura 7. Factores de riesgo cardiovascular en corredores de maratón
 TA: Hipertensión arterial Tx: Tratamiento TA: Presión arterial.

Del antecedente de historia de enfermedad cardiovascular, metabólica y pulmonar, el 0.3% tenía antecedente de ataque cardiaco, angioplastia coronaria, y enfermedad cardiaca congénita. No se encontraron el resto de los antecedentes en nuestros corredores, como se aprecia en la **figura 8**.

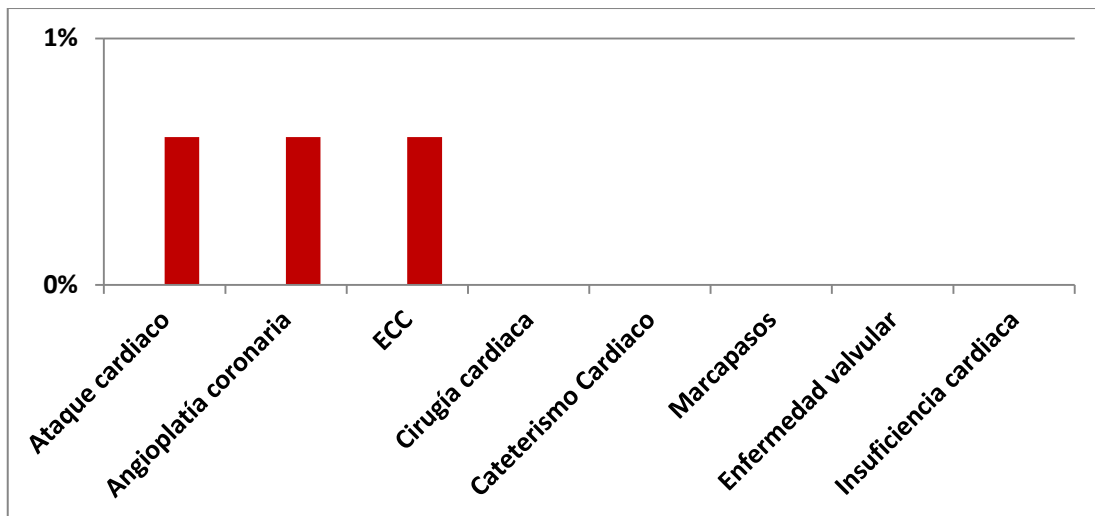


Figura 8. Antecedentes de historia de enfermedad cardiovascular, metabólica, pulmonar.
 ECC: Enfermedad cardiaca congénita.

En cuanto a signos y síntomas de enfermedad cardiovascular, el 1.1% sentía molestias en el pecho con el esfuerzo, el 1.1% sentía falta de aire sin razón, el 2.2% había sufrido mareo, desmayo o pérdida del conocimiento, el 0.8% tomaba medicamentos para el corazón, el 1.1% tenía diabetes mellitus tipo 2, el 1.6% tenía asma o enfermedad pulmonar crónica, el 0.3% una sensación de ardor o calambres en piernas, el 2.5% tenía inquietud acerca de la

seguridad del ejercicio que realizaba, el 4.7% tomaba medicamentos prescritos, y ninguna mujer estaba embarazada (**Figura 9**).

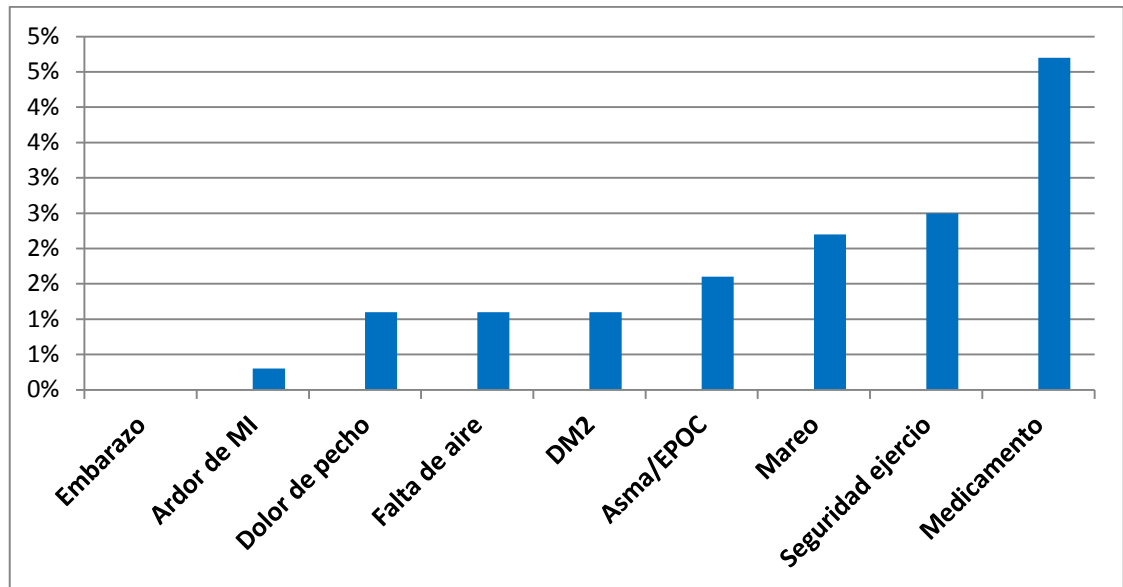


Figura 9. Antecedentes de signos y síntomas de enfermedad cardiovascular

MI: Miembros inferiores. DM2: Diabetes Mellitus EPOC: Enfermedad obstructiva crónica

Del total de maratonistas encuestados, 32.8% (120 corredores) acudieron a una valoración médica previa. De los corredores que presentaron riesgo leve, acudieron a valoración médica 37.9% (91 corredores), con riesgo moderado 15.8% (13 corredores) y con riesgo alto, acudieron 37.2% (16 corredores). Para realizarse esta valoración, el 16.4% acudió con un médico general, el 8.3% con un cardiólogo, el 8.8% con un médico del deporte y un 2.3% con otro profesional de la salud. A un 13.6% de los corredores se les realizó un

electrocardiograma (ECG) en reposo, y 16.4% se sometieron a una prueba de esfuerzo.

Capítulo V

DISCUSIÓN

Este estudio nos permite evidenciar la problemática en nuestro país en relación a la falta de cultura de evaluación precompetencia en maratonistas, quienes la mayoría (59.7%) tienen por lo menos un factor de riesgo cardiovascular. Sin embargo, el mayor porcentaje de corredores se ubicó dentro de un RCV bajo (65.7%), siendo similar a lo reportado en otra literatura¹. aun así, su exposición a la práctica deportiva requiere vigilancia⁷.

En nuestro estudio el 82% fueron hombres con una edad media de 39 años. La literatura menciona que el sólo hecho de ser hombre mayor de 30 años de edad, poseen ya un factor de riesgo cardiovascular^{1,4,8}. El incremento del riesgo coronario con la edad puede estar asociada con alteraciones genéticas derivadas del proceso de envejecimiento, lo cual tiene un impacto negativo en algunos factores como el índice de masa corporal (IMC), presión arterial, tolerancia a la glucosa, y el nivel de aptitud cardiorrespiratoria a la actividad física, el aumento de la susceptibilidad a los accidentes cardiovasculares^{9,10}.

Los factores de riesgo más frecuentes de nuestros maratonistas, en orden descendente, eran desconocer sus cifras de colesterol y de presión arterial, ser hombres mayores de 45 años, e incluso contar con 10 kg de peso mayor a su ideal.

La aterosclerosis coronaria, consecuencia de una hipercolesterolemia, como principal factor de RCV en personas mayores de 35 años debe sospecharse en este grupo de personas y descartarse².

Según un artículo revisado¹¹, el 36 % de 106 maratonistas cursaban asintomáticos en reposo y ejercicio, a pesar de contar con aterosclerosis y calcificación coronaria. Incluso un ejercicio exhaustivo como un maratón y su formación requerida, pueden inducir un aumento en el estrés oxidativo vascular debido a un alto flujo¹², que además del aumento de citoquinas inflamatorias que ocurren al correr un maratón¹³, pueden acelerar el proceso de la enfermedad aterosclerótica y menoscabar la integridad microvascular intramiocárdica.

En el estudio prospectivo de Framingham se demostró que la obesidad es el tercer factor de riesgo cardiovascular más importante después de la edad y la hiperlipemia¹⁴. De nuestros corredores el 12.3% presentó 10 kg de peso mayor a su ideal, la relevancia de este dato es debido a que el exceso de peso incrementa el riesgo cardiovascular a través de su asociación con otros factores de riesgo, como la HTA, la intolerancia hidrogenocarbónica, la diabetes mellitus y la dislipemia¹⁵, incrementando significativamente la morbilidad cardiovascular potencial.

Existe gran controversia entre los criterios para realizar una evaluación precompetencia en personas sanas que practican una actividad física o deporte. Según el ACSM recomienda realizar un cuestionario como monitoreo previo, debido a representar una estrategia rápida, de bajo costo, simple y fácil de realizar, con la finalidad de identificar a personas con alto riesgo y establecer medidas preventivas⁶.

Estas recomendaciones están dirigidas a la detección cardiovascular de cualquier población². La evidencia sugiere que simples cuestionarios de evaluación realizados efectivamente pueden aumentar la seguridad del ejercicio no supervisado⁶.

Posterior al monitoreo mediante la aplicación del cuestionario, las personas que son identificadas con RCV moderado que compiten a intensidades elevadas, y todas la que presentan RCV alto deberán someterse a una evaluación médico deportiva^{2,1}. Sin embargo, en nuestro estudio se encontró que del 22.5% de los corredores que presentó RCV moderado, sólo el 15.8% se sometió a una evaluación médica y del 11.8% de los corredores con un nivel de RCV alto, el 37.2% se sometió a evaluación médica, por lo que el 62.8% restante compite en situación de riesgo, sin respetar las recomendaciones apropiadas.

El examen físico junto con un ECG de reposo como complemento a la evaluación precompetencia es recomendado (no impuesto) por el COI y el Consejo del Deporte Europeo, y es usado en Japón desde 1973^{4,19}. En Italia su

uso masivo ha logrado disminuir la incidencia de muerte súbita en atletas jóvenes en un 89%^{4,17-20}. Del total de nuestros maratonistas, sólo un 35.1% se realizó una evaluación médica previa, a un 13.6% se le realizó un ECG en reposo, y un 16.4% se sometió a una prueba de esfuerzo.

Además el COI recomienda que esta evaluación sea realizada por un especialista con conocimientos en medicina del deporte⁴. De nuestros corredores únicamente el 8.8% acudió con un médico del deporte para su valoración, la mayoría fueron valorados por un médico general.

Las limitaciones de nuestro estudio incluyen su diseño, el tamaño de la muestra, y la equidad de género.

Es el único estudio descriptivo en población mexicana que se ha llevado a cabo, sin embargo es necesario seguir realizando estudios experimentales a largo plazo con un número significativo de sujetos para buscar aplicabilidad de nuestros resultados.

Capítulo VI

CONCLUSIÓN

Por los resultados recabados en este estudio concluimos que existe una elevada prevalencia de factores de RCV en maratonistas, los cuales generalmente no tienen una evaluación médica previa.

Únicamente 2 de cada 10 corredores con riesgo cardiovascular moderado y alto llevaron a cabo una evaluación médica previa; por lo que la mayoría de ellos no cumple con lo establecido por el ACSM.

Se deben implementar medidas reglamentarias y culturales que fomenten la evaluación médica precompetencia en nuestro país, informando y orientando a los corredores sobre la importancia de una evaluación y la utilización de un cuestionario de salud cardiovascular como medio útil para estratificar el RCV y asesorarlos hacia la adopción de medidas que garanticen su salud.

La práctica de la actividad física regular reduce los factores de riesgo de enfermedad coronaria y disminuye la morbimortalidad cardiovascular, siempre y cuando esta se realice de manera responsable; identificando y estratificando a las personas con riesgo asociado a la actividad física, llevando a cabo una

revisión y asesoramiento médico especializado, y una prescripción por profesionales del ejercicio titulados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Seijo Bujía MA, Giráldez García MA, Tuimil López JL, Intensidad de carrera y riesgo cardiovascular en corredores populares de Galicia. *Eur J Hum Mov.* 2012;29:61-73.
2. Balady GJ, Chaitman B, Driscoll D, Foster C, Froelicher E, Gordon N, et al., Recommendations for cardiovascular screening, staffing, and emergency policies at health/fitness facilities. *Circulation.* 1998;97(22):2283-93.
3. Herbert WG, Herbert DL, McInnis KJ, Ribisl PM, Franklin BA, Callahan M, et al. Cardiovascular emergency preparedness in recreation facilities at major US universities: college fitness center emergency readiness. *Prev Cardiol.* 2007;10(3):128-33.
4. Yáñez D., Evaluación médica previa a la práctica deportiva para deportistas aficionados y de nivel competitivo. *Rev Med Clin Condes.* 2012;23(3):236-43.
5. Leal E, Aparicio D, Luti Y, Acosta L, Finol F, Rojas E, et al. Actividad física y enfermedad cardiovascular. *Rev Latinoam hipertens.* 2009;4(1):2-16.
6. Thompson PD, Preparticipation in Health Screening. In: American College of Sports Medicine, editor, *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription.* Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2013.

7. Thompson WR, Gordon NF, Pescatello LS. Programa de detección sanitaria previo a la participación y estratificación de riesgos. En: Manual ACSM para la valoración y prescripción del ejercicio. Badalona: Editorial Paidotribo; 2014. p.18-38.
8. Möhlenkamp S, Lehmann N, Breuckmann F, Bröcker-Preuss M, Nassenstein K, Halle M, et al, Running: the risk of coronary events: Prevalence and prognostic relevance of coronary atherosclerosis in marathon runners. *Eur Heart J.* 2008;29(15):1903–10.
9. Gomides PHG, Moreira OC, Oliveira RAR, Matos DG, Oliveira CEP. Prevalência de factores de risco coronariano em praticantes de futebol recreacional. *Rev Andal Med Deporte.* 2016;9(2):80–4.
10. Pemberthy C, Jaramillo N, Velasquez CA, Cardona J, Contreras H, Jaramillo V, Conceptos actuales sobre el envejecimiento y la enfermedad cardiovascular. *Rev Colom Cardiol.* 2016;23(3):210–7.
11. La Gerche A, Baggish AL, Knuuti J, Prior DL, Sharma S, Heidbuchel H, et al. Cardiac imaging and stress testing asymptomatic athletes to identify those at risk of sudden cardiac death. *JACC Cardiol Imaging.* 2013;6(9):993-1007.
12. Kojda G, Hambrecht R. Molecular mechanisms of vascular adaptations to exercise. Physical activity as an effective antioxidant therapy? *Cardiovasc Res.* 2005;67(2):187–97.

13. Suzuki K, Nakaji S, Yamada M, Liu Q, Kurakake S, Okamura N, et al. Impact of a competitive marathon race on systemic cytokine and neutrophil responses. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(2):348–55.
14. Matamoros P, Rubio MA, Gutiérrez JA, Fernández C. Factores de riesgo cardiovascular la obesidad. *Endocrinol y Nutr.* 2001;48(6):166–73.
15. National Cholesterol Education Program. Second report of the expert Panel on Detection, Evaluation and Treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel II). *Circulation.* 1994;89(3):1329-445.
16. Corrado D, Michieli P, Basso C, Schiavon M, Thiene G. How to screen athletes for cardiovascular diseases. *Cardiol Clin.* 2007;25(3):391-7.
17. Corrado D, Pelliccia A, Bjørnstad HH, Vanhees L, Biffi A, Borjesson M, et al. Cardiovascular pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden death: Proposal for a common European protocol - Consensus Statement of the Study Group of Sport Cardiology of the Working Group of Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology and the Working Group of Myocardial and Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J.* 2005;26(5):516–24.
18. American College of Sports Medicine. Exercise and acute cardiovascular events: placing the risks into perspective. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(5):886-97.

19. Verdugo MF, Gayan TA. Evaluación Preparticipativa en Deportistas Jóvenes, ¿Cuánto es Suficiente? Rev Med Clin Condes. 2012;23(3):245-52.
20. Corrado D, Schmied C, Basso C, Borjesson M, Schiavon M, Pelliccia A, et al, Risk of sports: do we need a pre-participation screening for competitive and leisure athletes? Eur Heart J. 2011;32(8):934-44.

RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

Zendy Faith Fuentes Corona

Candidato para el grado de Especialista en Medicina del Deporte y Rehabilitación

Tesis: Factores de riesgo cardiovascular en corredores del maratón de Monterrey

Campo de estudio: Medicina del Deporte y Rehabilitación

Biografía: Nacimiento en Morelia Michoacán, 4 de febrero de 1985.

Educación: Egresado de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas “Dr. Ignacio Chavez”.

Generación: 2003 – 2010.

Titulado: 7 de mayo del 2010 “Médica Cirujana y Partera”.

Experiencia en docencia: Instructora en el laboratorio de Histología en la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas “Dr Ignacio Chávez” del 6 de septiembre del 2004 al 20 de junio del 2008.

Experiencia Laboral: Colaboración como Doctor Oficial en la 2th World Cup Ultra Triathlon Challenge 2013. Monterrey, N.L, 10– 23 de Noviembre de 2013.

Participación en la Tercera Brigada Médica Humanitaria, para diagnóstico de dolor crónico de origen musculoesquelético y su tratamiento con proloterapia, Colegio de Medicina de Rehabilitación de Nuevo León A.C., Guadalupe Nuevo León, 19 y 20 de julio de 2014.

Participación como médico de equipo en la Olimpiada Nacional 2015, Monterrey Nuevo León, 24 de abril al 5 de junio del 2015.

Actividades Extracurriculares: Seleccionada Nacional de Equipo de Duatlón 2016 y 2017. Participación en el Mundial de Duatlón, Avilés, España; 2016.