

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ**  
**FACULTAD DE MEDICINA**  
**TRABAJO FIN DE GRADO EN MEDICINA**



**Revisión bibliográfica sobre la muerte súbita cardíaca en atletas y deportistas. Incidencia, causas y estrategia de prevención.**

**AUTOR:** CORTÉS HEREDIA, MANUEL

**TUTOR:** ARRARTE ESTEBAN, VICENTE IGNACIO

**COTUTOR:** CLIMENT PAYÁ, VICENTE

**Medicina clínica. Cardiología.**

**Curso académico 2024 - 2025**

**Convocatoria de Febrero**

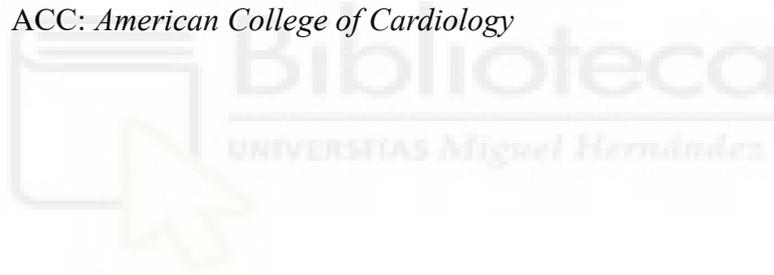


# ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| <b>1. GLOSARIO DE ABREVIATURAS</b> ..... | 4  |
| <b>2. RESUMEN Y PALABRAS CLAVE</b> ..... | 5  |
| <b>3. ABSTRACT AND KEYWORDS</b> .....    | 6  |
| <b>4. INTRODUCCIÓN</b> .....             | 7  |
| <b>DEFINICIONES</b> .....                | 7  |
| <b>OBJETIVOS</b> .....                   | 8  |
| <b>5. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....       | 9  |
| <b>6. RESULTADOS</b> .....               | 10 |
| 6.1 EPIDEMIOLOGÍA .....                  | 10 |
| 6.2 FACTORES DE RIESGO Y CAUSAS .....    | 12 |
| 6.3 PREVENCIÓN .....                     | 15 |
| <b>7. DISCUSIÓN</b> .....                | 16 |
| 7.1 EPIDEMIOLOGÍA .....                  | 16 |
| 7.2 FACTORES DE RIESGO Y CAUSAS .....    | 18 |
| 7.3 PREVENCIÓN .....                     | 19 |
| <b>8. CONCLUSIONES</b> .....             | 21 |
| <b>9. BIBLIOGRAFÍA</b> .....             | 22 |
| <b>10. ANEXO</b> .....                   | 24 |

# 1. GLOSARIO DE ABREVIATURAS

- MS: muerte súbita
- MSC: muerte súbita cardíaca
- SEC: Sociedad Europea de Cardiología
- AHA: *Asociación Americana del Corazón*
- NCAA: *National Collegiate Athletic Association*
- MCH: Miocardiopatía hipertrófica
- MCA: Miocardiopatía arritmogénica
- QTL: síndrome QT largo
- HC: historia clínica
- EF: exploración física
- ACC: *American College of Cardiology*



## 2. RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Los beneficios que genera la práctica deportiva diaria a nivel de salud cardiovascular son indiscutibles. Sin embargo, y asociada al deporte, la muerte súbita cardíaca (MSC) es un fenómeno trágico que genera gran repercusión cuando ocurre en deportistas de élite. La incidencia de este evento sigue siendo controvertida y desconocida a día de hoy, entre otros motivos, debido a falta de consenso en establecer una misma metodología de investigación. Respecto a la estrategia de prevención de la MSC, destaca gran controversia en torno a la decisión de incluir o no el ECG durante el cribado de atletas. Por un lado, las guías europeas defienden que el ECG aportaría mayor sensibilidad situándose a favor y, por el otro lado, las guías americanas argumentan una mayor tasa de falsos positivos que les hace estar en contra. Sin embargo, algo en lo que sí coinciden ambos enfoques, es que si queremos identificar precozmente a aquellos individuos con mayor predisposición de sufrir MSC será importante conocer los factores de riesgo asociados (edad, etnia, sexo e intensidad del ejercicio) y personalizar la estrategia de prevención. En cuanto a las causas de la MSC, se ha observado una gran diferencia entre atletas de mayor (>35 años) o menor edad (<35), siendo la enfermedad coronaria arteriosclerótica la principal causa etiológica en >35 años, , mientras que en los atletas menores las principales causas son alteraciones genéticas subyacentes que causan trastornos funcionales o estructurales (miocardiopatías y canalopatías).

**PALABRAS CLAVE:** Muerte súbita cardíaca; atleta; incidencia; epidemiología; causas; cribado; competición deportiva.

### 3. ABSTRACT AND KEYWORDS

The benefits of daily sports practice on cardiovascular health are undeniable. However, sudden cardiac death (SCD) associated with sports is a tragic phenomenon that generates significant impact when it occurs in elite athletes. The incidence of this event remains controversial and largely unknown, partly due to the lack of consensus on establishing a unified research methodology. Regarding SCD prevention strategies, there is considerable debate surrounding the inclusion of ECG in athlete screening. On the one hand, European guidelines advocate for ECG inclusion, arguing that it provides greater sensitivity. On the other hand, American guidelines oppose its use due to a higher rate of false positives. Nevertheless, both approaches agree on the importance of identifying individuals at higher risk for SCD by recognizing associated risk factors (age, ethnicity, sex, and exercise intensity) and tailoring prevention strategies accordingly. As for the causes of SCD, a significant difference has been observed between older (>35 years) and younger (<35 years) athletes. Specifically, coronary atherosclerotic disease is the leading etiological cause in older athletes, while in younger ones, underlying genetic abnormalities causing functional or structural disorders (such as cardiomyopathies and channelopathies) are the primary contributors.

**KEYWORDS:** Sudden cardiac death; athlete; incidence; epidemiology; causes; screening; sport competition.

## 4. INTRODUCCIÓN

Hoy en día hay suficiente evidencia científica que respalda la efectividad de la actividad física en la reducción de la mortalidad y mejora de la salud cardiovascular. Sin embargo, aunque es un fenómeno raro, sigue siendo relativamente frecuente oír noticias sobre casos de muerte súbita cardíaca (MSC) en deportistas famosos, siendo un evento trágico con amplia repercusión mediática (1). Se caracteriza por una incidencia difusa y controvertida por diversos motivos, uno de ellos es la falta de consenso en establecer definiciones comunes a conceptos como atleta o deportista. Pero, el factor más importante es la variabilidad en la metodología empleada al contabilizar los casos de MSC según el país o autores que realizan el estudio (búsqueda de casos en periódicos, registros de autopsias, datos de las autoridades deportivas, etc.) (2,3).

### DEFINICIONES

La falta de consenso en conceptos relacionados con la muerte súbita (MS) es uno de los factores responsables de la difusa y controvertida incidencia de la MSC. Por ello, antes de adentrarnos en profundidad en el tema, vamos a definir algunos conceptos importantes.

En primer lugar, tenemos que definir lo que se considera MSC. Término definido por la *Sociedad Europea de Cardiología (SEC)* como una muerte inesperada, no traumática que ocurre dentro de una hora desde el inicio de los síntomas en un paciente con patología cardíaca o, en ausencia de esta, debida a un evento arritmogénico (4). Por otro lado, es necesario concretar la definición de **atleta** que según la *Conferencia de Bethesda* y la SEC es aquella persona, amateur o profesional, que entrena de manera diaria y sistemática con el objetivo de participar en competiciones deportivas. Además de atleta no podemos olvidarnos del término **deportista**, que es aquel sujeto que realiza ejercicio físico diario, y cuya intensidad puede ser muy alta, pero que no participa en competiciones deportivas.

Es importante también destacar la figura del deportista, dado que la mayoría de población que realiza algún tipo de deporte se encasilla en este grupo; son los que sufren en mayor proporción MSC y deberían ser evaluados de la misma manera que el atleta (5).

## **OBJETIVOS**

El objetivo principal de esta revisión será esclarecer la incidencia de MSC en el contexto deportivo, comprendiendo mejor su magnitud y las diferencias entre países.

Como objetivos secundarios, se tratará de identificar los factores de riesgo más importantes asociados a MSC y determinar la estrategia de prevención más costo-efectiva, contribuyendo a la reducción de muertes por esta causa y las consecuencias negativas que genera.



## 5. MATERIAL Y MÉTODOS

Para la consecución del objetivo principal y el primer secundario, se ha realizado una revisión de la literatura disponible utilizando la base de datos de MEDLINE (vía PubMed). La ecuación de búsqueda utilizada fue: *(((sudden cardiac death) AND (athlete)) AND (incidence)) AND (epidemiology)) AND (causes)*.

Los resultados no se han limitado por tiempo para incluir datos de mortalidad tanto de series antiguas como actuales y se han incluido artículos en inglés por ser el idioma de referencia en publicación científica. La búsqueda finalizó el 18 de diciembre de 2024, obteniendo un total 24 artículos que cumplían con los criterios de búsqueda. En la búsqueda inicial se obtuvieron un total de 219 artículos de los cuales se preseleccionaron 51 tras leer el título y, finalmente, tras leer el resumen de cada uno, se seleccionaron 20. El principal criterio de exclusión de los artículos fue no estratificar específicamente la incidencia y/o causas de la MSC por edad, sexo, etc. Finalmente, se revisó la bibliografía de aquellos artículos con mayor potencial con el objetivo de incluir otros estudios relevantes, añadiendo de esta forma 4 artículos a la anterior búsqueda.

Para la consecución del último objetivo secundario, la ecuación de búsqueda usada fue: *(((Sudden cardiac death) AND (athlete)) AND (screening))) AND (sport competition)*.

Los resultados se filtraron por el término “*practice guideline*” o “*clinical consensus document*”. Se obtuvieron 153 artículos de los que se preseleccionaron 18 mediante la lectura del título, y finalmente, tras la lectura de los resúmenes, se seleccionaron 5.

## 6. RESULTADOS

### 6.1 EPIDEMIOLOGÍA

Como hemos dicho, el objetivo principal de esta revisión es aclarar la incidencia de la MSC. Para ello, vamos a reflejar los resultados obtenidos en ocho artículos, seis de ellos a nivel global y dos en España ([tabla 1](#)).

A nivel global, Corrado et. al (6) llevó a cabo un estudio de cohorte prospectivo en la región de Veneto (Italia) de 21 años de duración (1979-1999) incluyendo a toda la población joven (12-35 años). La población total a analizar, basada en el censo, de manera estimada fue de 1.386.600 personas, de las cuales 112.790 eran atletas. Al final del seguimiento contabilizaron 300 casos de MSC, 55 en atletas (2,3:100.000 atletas/año) y 245 en no atletas (0,9:100.000 personas/año). De los 55 casos en atletas, 50 fueron en hombres y 5 en mujeres (2,6:100.000 y 1,1:100.000, respectivamente).

Por otro lado, Steinvil et al. (7) llevaron a cabo un estudio de cohorte retrospectivo en Israel entre los años 1985-2009. Se realizó una búsqueda exhaustiva de casos MSC en atletas, utilizando como fuente los dos periódicos principales del país, reportando 24 casos de MSC durante dichos años, todos en hombres entre 12-44 años. La incidencia aproximada fue de 2,6:100.000 atletas/año.

En EEUU se han llevado a cabo diversos estudios acerca del tema. Uno de los más destacables es el de Maron et al. (8) que realizaron un estudio de cohorte retrospectivo en el que se analizaron informes forenses de atletas jóvenes (12-19 años), alumnos del Instituto de Minnesota entre los años 1986-2011. Se contabilizaron un total de 13 casos, obteniendo una incidencia de MSC de 0,67:100.000 atletas/año. Sin embargo, en el mismo país y ciudad, Drezner et al. (9) obtuvieron una incidencia mayor. Dichos autores realizaron un estudio de cohorte retrospectivo mediante la búsqueda de casos MSC en los atletas del instituto Minnesota (edad 14-18 años) a través del análisis de casos reportados

por los medios de comunicación entre los años 2003-2012. Contabilizaron un total de 13 casos MSC, dando una incidencia aproximada de 2,05:100.000 atletas/año. Es importante destacar que mientras que Maron et al. (8) no tuvo en cuenta los casos de paro cardíaco reanimado, Drezner et al. (9) sí que lo hizo.

En Suiza, Gräni et al. (10) realizaron un estudio de cohorte retrospectivo en el que, a través de informes forenses, analizaron los casos de MSC durante los años 1999-2010 y encontraron un total de 69 casos en atletas del país (10-39 años). Obtuvieron una incidencia total de 1,42:100.000 atletas/año, diferenciando atletas recreacionales (deportistas) de competidores, siendo la incidencia 0,52 y 0,90 respectivamente. Siguiendo con la epidemiología a nivel global, destaca la investigación de Peterson et al. (11). Estudio de cohorte prospectivo entre los años 2014-2018 que analizó los casos de MSC en atletas de los institutos de EEUU inscritos en la NCAA (*National Collegiate Athletic Association*). Para el recuento de casos se usaron datos proporcionados por el *Centro Nacional de Investigación de Lesiones Catastróficas* (informes forenses, certificados de defunción, etc.). Se obtuvieron un total de 204 casos, dando una tasa de incidencia de 1,52:100.000 atletas/año (14-18 años).

En España, destaca la investigación de Morentin et al. (12). Estudio multicéntrico y retrospectivo donde gracias a la colaboración con los servicios de patología forense de diversas comunidades autónomas, se recopiló todos los casos de MSC relacionadas con el deporte entre los años 2010-2017. Se obtuvieron un total de 288 casos (personas 6-80 años), dando una incidencia de 0,38:100.000 personas de población general/año y 0,82:100.000 atletas/año. La mayoría de los afectados eran hombres entre los 35 y 54 años (54%). Por otro lado, M. Paz Suárez et al. (13) usó datos provenientes del Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses y se analizaron un total de 8.862 casos de MS entre los años 1995-2010. Concluyó que tan solo 168 de ellos fueron realmente MSC

relacionada con el deporte (9-69 años). Es decir, tan solo el 1,8% de los casos de muerte súbita en España durante dichos años fueron MSC asociada al deporte. Además, otro resultado obtenido en esta investigación es que de los 168 casos MSC solo 3 de ellos se dieron en atletas competidores, el resto ocurrió en deportistas recreacionales.

## **6.2 FACTORES DE RIESGO Y CAUSAS**

En cuanto al primer objetivo secundario de esta revisión, pasamos a valorar los resultados obtenidos en algunos estudios e investigaciones acerca de las causas y factores de riesgo más frecuentes en la MSC ([tabla 2](#)).

Respecto a los factores de riesgo, la edad es una importante variable a considerar. Morentin et al. (12) concluye que la mayoría de afectados por MSC en su estudio fueron hombres >35 años. Por otro lado, Risgaard et al. (14) relata una incidencia de MSC significativamente mayor en atletas >35 años (6,64:100.000 atletas/año), en comparación con aquellos <35 años (0,47:100.000 atletas/año). Maron et al. (8), cuya población tiene el rango de edad entre 12-19 años, describe la incidencia de MSC más baja de las investigaciones analizadas en esta revisión (0,67:100.000 atletas/año).

Otro factor de riesgo en el que se ha indagado es el sexo. Corrado et al. (6) obtuvo una incidencia de 2,6:100.000 atletas/año en hombres, mientras que en mujeres fue del 1,1. Por otro lado, Maron et al. concluye que de un total de 1049 casos MSC, solo el 11% de ellos ocurrió en mujeres (15).

Como tercer factor de riesgo, la etnia parece ser otra variable relevante. Harmon et al. (16) describe que, según datos de la NCAA, la tasa general de casos MSC en atletas blancos es de 1,7:100.000 atletas/año, mientras que en los atletas afroamericanos fue de 5,65:100.000. Por otro lado, el reciente artículo de Peterson et al. (11) calcula una

incidencia de MSC en atletas masculinos afroamericanos de la primera división de baloncesto en la NCAA de 1:2.087, siendo la más alta en comparación con el resto de grupos étnicos.

En última instancia, los estudios describen una aparente correlación directa entre la intensidad del ejercicio y la probabilidad de sufrir MSC. La revisión de casos realizada por Sollazo et al. (17) encuentra una incidencia de MSC de 1:100.000 atletas/año, mientras que en deportistas recreacionales fue de 0,32:100.000 personas/año. En contraposición, Maron et al. (18) reporta una incidencia 3 veces mayor en personas sedentarias comparándolos con atletas competidores.

Respecto a las causas más frecuentes relacionadas con el origen de MSC, el conjunto de artículos analizados remarca la importancia de estratificar la frecuencia de las causas en base a la edad. En jóvenes (<35 años) las causas más frecuentes son congénitas o hereditarias (canalopatías, miocardiopatías). Mientras tanto, en >35 años la enfermedad arterial coronaria aterosclerótica se corona como la principal causa de MSC (3). Moretin et al. (12) concuerda con estos hallazgos al describir en su análisis una incidencia de cardiopatía isquémica crónica del 80% en personas mayores de 35 años como causante de MSC, mientras que en los menores la principal causa de MSC fueron las cardiomiopatías, concretamente la arritmogénica (MCA). Otro estudio prospectivo, entre los años 2002-2013, y llevado a cabo por Marijon et al. (19) relata cómo en pacientes mayores (35-65 años) la principal causa de MSC en relación al ejercicio fue la enfermedad arterial coronaria aterosclerótica, estando presente en un 84% de estos casos. Por último, el estudio prospectivo de Eckart et al. (20), analiza 902 casos de MSC en miembros del ejército estratificando la causa según mayores o menores de 35 años,

obteniendo una incidencia de enfermedad arterial aterosclerótica de 0,7:100.000 soldados/año en menores y de 13,7 en mayores.

Aunque existe una clara brecha respecto a la causa más frecuente de MSC según la edad, a día de hoy existe discordancia entre los estudios dentro de la categoría de los jóvenes. En primer lugar, respecto a la miocardiopatía hipertrófica (MCH) Maron et al. (15) explica que, según datos del Registro Nacional de EEUU de casos MSC en atletas, la MCH es la culpable del 36% de los casos de MSC en el país, posicionándose como la causa más frecuente de MSC en menores de 35 años. Por otro lado, en la investigación de Corrado et al. (6) la principal causa de MSC fue la MCA, mientras que la MCH supuso solo el 2% de los casos.

En cuanto a la MCA, Finocchiaro et al. (21), detectó 357 casos MSC durante los años 1994-2014 en atletas de UK. Los exámenes forenses, realizados por expertos en patología cardíaca, determinaron la MCA como la tercera causa más frecuente de MSC, siendo culpable del 13% de los casos. Por último, Morentin et al. (12) sitúa a la MCA como causa más frecuente de MSC en jóvenes, seguida de la MCH.

Una afección frecuente en los estudios analizados es el síndrome de arritmia súbita (SDAS), cuyo diagnóstico es por exclusión tras un análisis cardíaco *postmortem* normal y sin alteraciones toxicológicas. El desencadenante de este fenómeno suele ser una enfermedad subyacente, normalmente canalopatías (QTL, Síndrome de Brugada) o fenómenos de preexcitación (WPW) en el contexto de ejercicio físico (22). El estudio de Finocchiaro et al. sitúa SADS como la más frecuente al ser la culpable del 42% de un total de 357 casos de MSC en atletas (21). Sin embargo, la revisión de Harmon et al. (22) describe una incidencia muy variable de SADS, oscilando en un amplio rango entre el 2-44% de los casos.

### 6.3 PREVENCIÓN

En última instancia, se han analizado diferentes artículos para concluir qué sistema de screening obtiene mejores resultados en la prevención MSC en atletas y deportistas. Actualmente no hay un consenso universal acerca del método de *screening* más efectivo ni de qué pruebas debería incluir, variando en función del país, nivel de la competición, etc. Tanto la *Asociación Americana del Corazón (AHA)* como la *Sociedad Europea de Cardiología (ESC)*, coinciden en la importancia del uso de la historia clínica (HC) y la exploración física (EF), pero difieren en cuanto a la inclusión del ECG: la AHA no lo considera obligatorio pero la ESC sí, defendiendo que incrementa la sensibilidad (23–25). Respecto a cuándo comenzar los programas de cribado, la ESC recomienda un cribado sistemático en todos aquellos atletas jóvenes (12-14 años) antes de comenzar a competir y repetirlo periódicamente cada 2 años (26).

Los elementos básicos del screening son la HC y la EF. mediante una entrevista clínica se buscan signos y síntomas sugestivos de riesgo MSC (síncope, angina de pecho, hipertensión), así como antecedentes personales y familiares llamativos (muerte súbita en familiar joven, etc.) (27). Sin embargo, tal y como sugiere Drezner et al. (24) en un 80% de los atletas que sufren MSC no se observan síntomas de alarma en la HC y EF, estimando que alrededor del 60% de las patologías subyacentes relacionadas con MSC en atletas pueden ser detectadas mediante ECG. Concluye que la implementación de ECG realza la eficacia del cribado, pero aumenta potencialmente los resultados falsos positivos.

Destaca cierto grado de polarización en la evidencia acerca de la inclusión del ECG como prueba obligatoria. Hemos revisado 4 estudios y los resultados fueron los siguientes.

En favor del ECG, Corrado et al. (28) demostró una reducción incidencia anual de MSC del 89% tras la obligatoriedad del ECG en el año 1982, pasando de 3,6:100.000

atletas/año (1979) a 0,4:100.000 (2003-2004). En consonancia, la revisión de 15 investigaciones sobre el mejor método *screening* de Harmon et al. (25) concluyó que el ECG es la estrategia más efectiva para el *screening* cardiovascular en atletas por dos motivos: el primero es que la sensibilidad obtenida fue de 93-94%, la más alta y precisa en comparación con la HC y EF (20-94%, 9-97%, respectivamente). En segundo lugar, la tasa de falsos positivos (FP) fue de un 6%, más baja en comparación con HC y EF (8% y 10%, respectivamente).

En contraposición del uso del ECG se han analizado dos artículos. Maron et al. (8) observó que tan solo en el 31% de los casos de MSC había alteraciones cardíacas subyacentes que podrían haberse detectado con el cribado, incluyendo HC, EF y ECG. Por otro lado, Steinvil et al. (7) no observó un descenso significativo en la incidencia de MSC tras la inclusión de ECG como prueba obligatoria en el *screening*. Se estimó que la frecuencia de casos antes y después de dicha obligatoriedad fue de 2,54:100.000 y 2,66:100.000 atletas/año, respectivamente.

## 7. DISCUSIÓN

### 7.1 EPIDEMIOLOGÍA

Cuando la MSC ocurre en deportistas de élite genera una amplia repercusión mediática, dando la falsa impresión de que la incidencia de este evento es alta entre atletas.

Tras el análisis de diversos estudios ([tabla 1](#)) hemos obtenido una incidencia MSC que oscila entre 0,67 y el 2,6/100.000 atletas y año, y que es inferior a la incidencia en población general (13,18). Entre los factores responsables de las diferencias de incidencia según el estudio analizado, el más importante sería la metodología

empleada a la hora de contabilizar los casos de MSC. La investigación de Corrado et al. (6) se realizó de manera prospectiva y la búsqueda de casos se llevó a cabo a través de fuentes aparentemente más fiables (censo poblacional y registros de las autoridades deportivas del país) que, por ejemplo, el estudio de Steinvil et al. (7), el cual fue retrospectivo y su fuente de información principal se limitaba al número de casos MSC en atletas descritos en los dos periódicos más importantes del país, pudiendo subestimar el número de casos.

Otro de los motivos sería la diferente elección de criterios, tanto de inclusión como de exclusión, según el estudio analizado. La investigación de Maron et al. (8) abarca casos de MSC en atletas muy jóvenes (12-19 años), dando la incidencia más baja de esta revisión, ya que parece haber una relación inversamente proporcional entre la edad y el riesgo de sufrir MSC. Por otro lado, es destacable la diferencia de incidencias entre las investigaciones de Drezner et al. (9) y Maron et al. (8) a pesar de haberse realizado ambas en el mismo lugar y con una población muy similar, siendo respectivamente de 2,05:100.000 y 0,67:100.000. La inclusión de casos de paro cardíaco reanimado por parte de Drezner et al. (11) y la no inclusión de este tipo de eventos por parte de Maron et al. (10) es una de las razones. También habría que tener en cuenta que el estudio de Drezner (11) es más reciente, habiendo mejores herramientas diagnósticas y disminuyendo la probabilidad de subestimar casos.

Como último factor, la zona geográfica o país. Del conjunto de estudios analizados resaltan Gräni et al. (10) y Morentin et al. (12) por localizarse en Europa y tener las incidencias más bajas, siendo 1,42 y 0,82 respectivamente. Es cierto que en el estudio de Maron et al. (8) es más baja aún (0,67), sin embargo, la población de Gräni et al. (10) y Morentin et al. (12) abarca un rango de edad mucho más amplio (10-39 y 6-80, respectivamente) y, por tanto, deberían tener mayor probabilidad de sufrir MSC. Por

otro lado, es cierto que el estudio de Corrado et al. (6) también se realizó en Europa y tiene una incidencia mayor (2,3), pero esto podría ser debido a una mayor duración de la investigación (1979-1999) y otros factores locales como la alta tasa de MCA en la zona.

## 7.2 FACTORES DE RIESGO Y CAUSAS

Han sido 4 los factores de riesgo identificados como posibles potenciadores de la probabilidad de MSC (edad, sexo, etnia e intensidad del ejercicio) gracias a los resultados de los estudios analizados.

La **edad** destaca como un factor de riesgo clave. Los resultados de Morentin et al. (12) y Risgaard et al. (14) concuerdan en una incidencia significativamente mayor en atletas >35 años. Es importante destacar el incremento de deportistas en los grupos poblacionales de mayor edad durante los últimos años que, junto con la predisposición a arteriosclerosis propia del envejecimiento, podría explicar la mayor prevalencia de MSC este grupo poblacional (23). Respecto a los deportistas jóvenes, su menor incidencia podría ser explicada porque la principal causa de MSC en ellos son anomalías cardíacas congénitas y subyacentes. Según la guía clínica de Pellicia et al. (23), la prevalencia de anomalías cardíacas asociadas a MSC en atletas jóvenes es de tan solo 0,3% mientras que la tasa de aterosclerosis es mucho mayor.

El **sexo masculino** presenta también mayor riesgo, posiblemente a su predominio en deportes de élite, mayor exigencia deportiva y diferencias hormonales (efecto cardioprotector de los estrógenos) (29). Siguiendo con **la intensidad del ejercicio**, aunque sí que parece haber una correlación directa entre dicha intensidad y la MSC, los resultados de Maron et al. (18) describen una incidencia tres veces mayor de MSC en

personas sedentarias respecto a atletas competidores. En definitiva, los artículos analizados sugieren una curva de tipo “J” donde el riesgo de MSC es mayor en personas sedentarias, disminuye con la actividad física moderada y aumenta con la de alta intensidad.

Respecto a la **etnia**, podemos afirmar que aparentemente existe una relación directa entre la etnia negra y la probabilidad de MSC, probablemente fruto de las diferencias genéticas. Según datos de la guía clínica de Pellicia et al. (23), existe aproximadamente una proporción del 2% de atletas blancos con hipertrofia del ventrículo izquierdo, mientras que en atletas negros la proporción asciende al 13%.

Respecto a las causas de MSC, son variables. A pesar de la variabilidad etiológica, algo que podemos concluir sin lugar a dudas es la necesidad de estratificar la causa en base a la edad, siendo la aterosclerosis indiscutiblemente la más frecuente en atletas >35 años. Esta afirmación está respaldada por los resultados obtenidos en la amplia mayoría de estudios analizados ([tabla 3](#)). Por otro lado, en atletas jóvenes la mayoría de los casos MSC se deben a una cardiopatía genética o estructural subyacente, destacando las miocardiopatías y habiendo discordancia entre el tipo más frecuente.

### **7.3 PREVENCIÓN**

El último de los temas que abordamos en esta revisión es acerca de los programas de prevención de MSC atletas, cuyo papel es clave debido a la ausencia de síntomas previos en la mayoría de las condiciones cardíacas subyacentes que predisponen a MSC.

Como se mencionó anteriormente, la incidencia y las causas de la MSC varían ampliamente según la edad, el sexo, la raza y el país. Es decir, el valor de cualquier prueba

de despistaje estará determinado por las características de la población y será poco probable que un único programa de prevención sea efectivo en todos los atletas.

La *American Heart Association* (AHA) y el *American College of Cardiology* (ACC) solo incluyen la realización de una HC junto a una EF completa como método de cribado estándar. Por el contrario, la Sociedad Europea de Cardiología (ESC) y el Comité Olímpico Internacional (COI) añaden un ECG de 12 derivaciones a sus protocolos de cribado, aumentando la capacidad de detectar condiciones cardiovasculares subyacentes asociadas con la MSC, como por ejemplo las miocardiopatías. Un ejemplo que demuestra y apoya la inclusión del ECG son los hallazgos de Drezner et al. (24), que describe que aproximadamente el 60% de las patologías cardíacas subyacentes que predisponen a MSC, son detectables con ECG. Por otro lado, Corrado et al. (28), demostró una caída en la incidencia anual de casos MSC del 89% tras la obligatoriedad del ECG en el año 1982, pasando de una frecuencia 3,6:100.000 atletas/año en 1979 a 0,4:100.000 en 2003-2004. Estos resultados se justifican debido a la alta prevalencia de MCA (primera causa de MSC en el estudio) en la región. Dicha cardiopatía es fácilmente identificable mediante un ECG, mientras que con tan solo HC y EF se escaparían muchos casos afectos con riesgo de sufrir una MSC. Por el contrario, las guías americanas basan sus prescripciones en los trabajos de Maron et al. (8), el cual observó que tan solo en el 31% de los casos de MSC había alteraciones cardíacas subyacentes que podrían haberse detectado con el cribado, incluyendo historia clínica, exploración física y ECG.

Aunque ambas estrategias son válidas y están respaldadas por guías científicas, no hemos encontrado estudios que comparen ambos enfoques desde un punto de vista costo-eficaz.

## 8. CONCLUSIONES

- Los estudios analizados muestran una **incidencia variable de MSC**, oscilando entre 0,67-2,6 casos por cada 100.000 atletas. El principal motivo de dicha variabilidad es la falta de consenso para establecer una misma metodología de investigación.
- Son 4 los principales factores de riesgo asociados a MSC: **edad, sexo, etnia e intensidad de la actividad deportiva**.
- Aunque existe una **relación entre la intensidad deportiva y MSC**, la incidencia en términos absolutos es mayor en la población general sedentaria. Con el incremento de deportistas recreacionales durante los últimos años, esta tendencia podría mantenerse al alza.
- Las causas de **MSC difieren según la edad**: en >35 años la enfermedad coronaria arteriosclerótica se corona como principal causante, mientras que en <35 años destacan anomalías cardíacas de origen genético.
- Respecto a las estrategias de prevención, las guías americanas recomiendan la realización de HC y EF, mientras que las guías europeas son partidarias de la inclusión del ECG al defender que aumenta la sensibilidad.
- El sistema de prevención más efectivo debería estar basado en la **individualización** y características del atleta a estudiar.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. Mandsager K, Harb S, Cremer P, Phelan D, Nissen SE, Jaber W. Association of Cardiorespiratory Fitness With Long-term Mortality Among Adults Undergoing Exercise Treadmill Testing. *JAMA Network Open*. 19 de octubre de 2018;1(6):e183605.
2. Emery MS, Kovacs RJ. Sudden Cardiac Death in Athletes. *JACC: Heart Failure*. enero de 2018;6(1):30-40.
3. Han J, Lalario A, Merro E, Sinagra G, Sharma S, Papadakis M, et al. Sudden Cardiac Death in Athletes: Facts and Fallacies. *JCDD*. 5 de febrero de 2023;10(2):68.
4. Priori SG, Blomström-Lundqvist C, Mazzanti A, Blom N, Borggrefe M, Camm J, et al. 2015 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death: The Task Force for the Management of Patients with Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death of the European Society of Cardiology (ESC) Endorsed by: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC). *Eur Heart J*. 1 de noviembre de 2015;36(41):2793-867.
5. Kochi AN, Vettor G, Dessanai MA, Pizzamiglio F, Tondo C. Sudden Cardiac Death in Athletes: From the Basics to the Practical Work-Up. *Medicina*. 14 de febrero de 2021;57(2):168.
6. Corrado D, Basso C, Rizzoli G, Schiavon M, Thiene G. Does sports activity enhance the risk of sudden death in adolescents and young adults? *Journal of the American College of Cardiology*. 3 de diciembre de 2003;42(11):1959-63.
7. Steinvil A, Chundadze T, Zeltser D, Rogowski O, Halkin A, Galily Y, et al. Mandatory Electrocardiographic Screening of Athletes to Reduce Their Risk for Sudden Death: Proven Fact or Wishful Thinking? *Journal of the American College of Cardiology*. 15 de marzo de 2011;57(11):1291-6.
8. Maron BJ, Haas TS, Ahluwalia A, Rutten-Ramos SC. Incidence of cardiovascular sudden deaths in Minnesota high school athletes. *Heart Rhythm*. 1 de marzo de 2013;10(3):374-7.
9. Drezner JA, Harmon KG, Marek JC. Incidence of Sudden Cardiac Arrest in Minnesota High School Student Athletes: The Limitations of Catastrophic Insurance Claims. *Journal of the American College of Cardiology*. 15 de abril de 2014;63(14):1455-6.
10. Gräni C, Chappex N, Fracasso T, Vital C, Kellerhals C, Schmied C, et al. Sports-related sudden cardiac death in Switzerland classified by static and dynamic components of exercise. *Eur J Prev Cardiol*. julio de 2016;23(11):1228-36.
11. Peterson DF, Kucera K, Thomas LC, Maleszewski J, Siebert D, Lopez-Anderson M, et al. Aetiology and incidence of sudden cardiac arrest and death in young competitive athletes in the USA: a 4-year prospective study. *Br J Sports Med*. noviembre de 2021;55(21):1196-203.
12. Morentin B, Suárez-Mier MP, Monzó A, Ballesteros J, Molina P, Lucena J. Sports-related sudden cardiac death in Spain. A multicenter, population-based, forensic study of 288 cases. *Revista Española de Cardiología (English Edition)*. marzo de 2021;74(3):225-32.
13. Suárez-Mier MP, Aguilera B, Mosquera RM, Sánchez-de-León MS. Pathology of sudden death during recreational sports in Spain. *Forensic Science International*. 10 de marzo de 2013;226(1):188-96.

14. Risgaard B, Winkel BG, Jabbari R, Glinge C, Ingemann-Hansen O, Thomsen JL, et al. Sports-related sudden cardiac death in a competitive and a noncompetitive athlete population aged 12 to 49 years: Data from an unselected nationwide study in Denmark. *Heart Rhythm*. 1 de octubre de 2014;11(10):1673-81.
15. Maron BJ, Doerer JJ, Haas TS, Tierney DM, Mueller FO. Sudden Deaths in Young Competitive Athletes. *Circulation*. 3 de marzo de 2009;119(8):1085-92.
16. Harmon KG, Asif IM, Klossner D, Drezner JA. Incidence of Sudden Cardiac Death in National Collegiate Athletic Association Athletes. *Circulation*. 19 de abril de 2011;123(15):1594-600.
17. Sollazzo F, Palmieri V, Gervasi SF, Cuccaro F, Modica G, Narducci ML, et al. Sudden Cardiac Death in Athletes in Italy during 2019: Internet-Based Epidemiological Research. *Medicina (Kaunas)*. 12 de enero de 2021;57(1):61.
18. Maron BJ, Haas TS, Duncanson ER, Garberich RF, Baker AM, Mackey-Bojack S. Comparison of the Frequency of Sudden Cardiovascular Deaths in Young Competitive Athletes Versus Nonathletes: Should We Really Screen Only Athletes? *Am J Cardiol*. 15 de abril de 2016;117(8):1339-41.
19. Marijon E, Uy-Evanado A, Reinier K, Teodorescu C, Narayanan K, Jouven X, et al. Sudden Cardiac Arrest During Sports Activity in Middle Age. *Circulation*. 21 de abril de 2015;131(16):1384-91.
20. Eckart RE, Shry EA, Burke AP, McNear JA, Appel DA, Castillo-Rojas LM, et al. Sudden Death in Young Adults: An Autopsy-Based Series of a Population Undergoing Active Surveillance. *Journal of the American College of Cardiology*. 13 de septiembre de 2011;58(12):1254-61.
21. Finocchiaro G, Papadakis M, Robertus JL, Dhutia H, Steriotis AK, Tome M, et al. Etiology of Sudden Death in Sports: Insights From a United Kingdom Regional Registry. *Journal of the American College of Cardiology*. 10 de mayo de 2016;67(18):2108-15.
22. Harmon KG. Incidence and Causes of Sudden Cardiac Death in Athletes. *Clinics in Sports Medicine*. julio de 2022;41(3):369-88.
23. Pelliccia A, Sharma S, Gati S, Bäck M, Börjesson M, Caselli S, et al. 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease. *European Heart Journal*. 1 de enero de 2021;42(1):17-96.
24. Drezner JA, O'Connor FG, Harmon KG, Fields KB, Asplund CA, Asif IM, et al. AMSSM Position Statement on Cardiovascular Preparticipation Screening in Athletes: Current evidence, knowledge gaps, recommendations and future directions. *Br J Sports Med*. 1 de febrero de 2017;51(3):153-67.
25. Harmon KG, Zigman M, Drezner JA. The effectiveness of screening history, physical exam, and ECG to detect potentially lethal cardiac disorders in athletes: A systematic review/meta-analysis. *Journal of Electrocardiology*. 1 de mayo de 2015;48(3):329-38.
26. Maron BJ, Thompson PD, Ackerman MJ, Balady G, Berger S, Cohen D, et al. Recommendations and Considerations Related to Preparticipation Screening for Cardiovascular Abnormalities in Competitive Athletes: 2007 Update. *Circulation*. 27 de marzo de 2007;115(12):1643-55.

27. Kumar A, Avishay DM, Jones CR, Shaikh JD, Kaur R, Aljadah M, et al. Sudden cardiac death: epidemiology, pathogenesis and management. *Reviews in Cardiovascular Medicine*. 2021;22(1):147.
28. Corrado D, Basso C, Pavei A, Michieli P, Schiavon M, Thiene G. Trends in Sudden Cardiovascular Death in Young Competitive Athletes After Implementation of a Preparticipation Screening Program. *JAMA*. 4 de octubre de 2006;296(13):1593-601.
29. Iorga A, Cunningham CM, Moazeni S, Ruffenach G, Umar S, Eghbali M. The protective role of estrogen and estrogen receptors in cardiovascular disease and the controversial use of estrogen therapy. *Biol Sex Differ*. 24 de octubre de 2017;8:33.

## 10.ANEXO

TABLA 1 (*Incidencia MSC*)

| Artículo                  | Años de estudio | Método                | País   | Rango edad | Nº casos MSC                                 | Incidencia   |
|---------------------------|-----------------|-----------------------|--------|------------|--|--|
| Corrado et al. (6)        | 1979-1999       | Cohorte prospectivo   | Italia | 12-35      | 300 Atletas:<br>55 Población general:<br>245 | Atletas:<br>2,3:100.000<br>Población general:<br>1,1:100000    |
| Steinvil et al. (7)       | 1985-2009       | Cohorte retrospectivo | Israel | 12-44      | 24   | 2,6:100.000  |
| Maron et al. (8)          | 1986-2011       | Cohorte retrospectivo | EEUU   | 12-19      | 13   | 0,67:100.000   |
| Drezner et al. (9)        | 2003-2012       | Cohorte retrospectivo | EEUU   | 14-18      | 13   | 2,05:100.000   |
| Gräni et al. (10)         | 1999-2010       | Cohorte retrospectivo | Suiza  | 10-39      | 69   | 1,42:100.000   |
| Peterson et al. (11)      | 2014-2018       | Cohorte prospectivo   | EEUU   | 14-18      | 204  | 1,52:100.000   |
| Morentin et al. (12)      | 2010-2017       | Cohorte restropectivo | España | 6-80       | 288  | Atletas:<br>0,82:100.000<br>Población general:<br>0,38:100.000 |
| M. Paz Suárez et al. (13) | 1995-2010       | Cohorte retrospectivo | España | 9-69       | 168  | 1,8%   |

TABLA 2 (Factores de riesgo)

| <b>FRs</b>                  | <b>Estudio</b>       | <b>País</b> | <b>Resultados</b><br><i>(nºdecimales se refieren a incidencia MSC por cada 100000 atletas/año)</i> |
|-----------------------------|----------------------|-------------|--|
| <b>Edad</b>                 | Morentin et al. (12) | España      | 288 casos MSC totales<br>(54% en >35 años)   |
|                             | Risgaard et al. (14) | Dinamarca   | Incidencia MSC:<br>6,64 en >35 años<br>0,47 en <35 años  |
| <b>Sexo</b>                 | Corrado et al. (6)   | Italia      | Hombres: 2,6<br>Mujeres: 1,1   |
|                             | Maron et al. (15)    | EEUU        | 1049 casos MSC totales<br>(11% en mujeres)   |
|                             | Steinvil et al. (7)  | Israel      | 24 casos MSC totales<br>(0% en mujeres)  |
| <b>Etnia</b>                | Harmon et al. (16)   | EEUU        | Atletas blancos: 1,7<br>Atletas negros: 5,65   |
|                             | Peterson et al. (11) | EEUU        | Atletas negros 1ª división<br>baloncesto<br>NCAA: 47,91  |
| <b>Intensidad ejercicio</b> | Sollazo et al. (17)  | Italia      | Atletas competidores: 1<br>(RR = 3,1)<br>Deportistas<br>recreacionales: 0,32                       |

TABLA 3 (Causas)

| EDAD     | ESTUDIOS                | PAÍS   | Nº CASOS MSC | CAUSAS  |
|----------|-------------------------|--------|--------------|---|
| >35 años | Morentin et al. (12)    | España | 155          | ECA (80%)   |
|          | Marijon et al. (19)     | EEUU   | 1247         | ECA (80%)   |
|          | Eckart et al. (20)      | EEUU   | 604          | ECA (73,2%)<br>Causa inexplicable (10,6%)   |
| <35 años | Maron et al. (15)       | EEUU   | 1049         | MCH (36%)<br>Anomalías coronarias (17%)<br>Miocarditis (6%)<br>MCA (4%)<br>Canalopatías (4%)                |
|          | Corrado et al. (6)      | Italia | 300          | MCA (26%)<br>Anomalías coronarias (13%)<br>MCH (2%)   |
|          | Finocchiaro et al. (21) | UK     | 357          | SADS (42%)<br>MCA (13%)<br>MCH (6%)<br>Anomalías coronarias (5%)  |
|          | Eckart et al. (20)      | EEUU   | 298          | Causa inexplicable (41,3%)<br>ECA (23,2%)<br>MCH (12,8%)<br>Miocarditis (5,7%)<br>Anomalías coronarias (4%) |
|          | Morentin et al. (12)    | España | 133          | Miocardiopatías (38%):<br>➔ MCA (6%)<br>➔ MCH (5,5%)<br>Cardiopatía isquémica (30%)                         |