



Tamización cardíaca en la evaluación preparticipativa en jóvenes deportistas de un club de fútbol profesional colombiano adaptado a altitud moderada

Cardiac screening in the pre-participation evaluation of young athletes from a professional soccer club in Colombia adapted to moderate altitude

Autores

Pablo Emilio Benavides Ramírez ¹
Nelson Fernely González Cetina ¹
Aura Cristina Quino Avila ¹

¹ Universidad de Boyacá
(Colombia)

Autor de correspondencia:
Aura Cristina Quino Avila
aurquino@uniboyaca.edu.co

Recibido: 25-01-25
Aceptado: 28-07-25

Cómo citar en APA

Benavides Ramírez, P. E., González Cetina, N. F., & Quino Avila, A. C. (2026). Tamización cardíaca en la evaluación preparticipativa en jóvenes deportistas de un club de fútbol profesional colombiano adaptado a altitud moderada. *Retos*, 80, 1058-1072. <https://doi.org/10.47197/retos.v80.113252>

Resumen

Introducción: El fútbol es un deporte ampliamente practicado por la población juvenil a nivel mundial, la evaluación preparticipativa (EPP) en niños y adolescentes es considerada un desafío clínico en la actualidad.

Objetivo: En el mundo es escasa la literatura que describe hallazgos de la EPP en futbolistas jóvenes adaptados a la altitud moderada, el objetivo de este estudio es determinar los hallazgos clínicos y electrocardiográficos encontrados en jóvenes futbolistas durante la tamización cardíaca.

Metodología: Se realizó un estudio observacional transversal en 130 jóvenes futbolistas masculinos de las divisiones inferiores del Club Deportivo Patriotas-Boyacá. La tamización cardíaca mediante examen físico y electrocardiograma es clave para identificar adaptaciones de corazón de atleta y riesgo de muerte súbita en deportistas.

Discusión: El tamizaje cardíaco identificó hallazgos relacionados con corazón de atleta en 75 futbolistas (57,7%), siendo la bradicardia sinusal el criterio más frecuente en todos los deportistas (42,3%). Por otro lado, 12 deportistas (9,2%) presentaron hallazgos asociados a riesgo de muerte cardíaca súbita y solo 2,3% cumplían simultáneamente con criterios clínicos y electrocardiográficos, siendo la inversión anormal de la onda T el más común (3,1%).

Conclusiones: La tamización cardíaca en futbolistas adolescentes adaptados a la altitud moderada son similares con otras poblaciones a nivel mundial, realizar una evaluación sistemática que incluya los 14 ítems de la AHA, un examen médico por especialista en deporte y un ECG parecen intervenciones fundamentales para un adecuado abordaje y clasificación del corazón de atleta versus riesgo de muerte cardíaca súbita, se requieren más investigaciones en estos deportistas.

Palabras clave

Adaptación fisiológica; adolescente; corazón de atleta; electrocardiograma; muerte súbita cardíaca.

Abstract

Introduction: Soccer is a sport widely practiced by the youth population worldwide. Preparticipation evaluation (PPE) in children and adolescents is currently considered a clinical challenge.

Objective: Globally, there is limited literature describing PPE findings in young soccer players adapted to moderate altitude. The objective of this study is to determine the clinical and electrocardiographic findings observed in young soccer players during cardiac screening.

Methodology: A cross-sectional observational study was conducted in 130 male youth soccer players from the lower divisions of Club Deportivo Patriotas-Boyacá. Cardiac screening through physical examination, and electrocardiogram is essential to identify athlete's heart adaptations and the risk of sudden cardiac death in athletes.

Discussion: Cardiac screening identified findings consistent with athlete's heart in 75 soccer players (57.7%), with sinus bradycardia being the most frequent criterion among all athletes (42.3%). Conversely, 12 athletes (9.2%) presented findings associated with risk of sudden cardiac death, and only 2.3% simultaneously met both clinical and electrocardiographic criteria, with abnormal T-wave inversion being the most common (3.1%).

Conclusions: Findings from cardiac screening in adolescent soccer players adapted to moderate altitude are similar to those in other populations worldwide. Performing a systematic evaluation that includes the 14 AHA items, a medical examination by a sports medicine specialist, and an ECG appear to be fundamental interventions for the appropriate assessment and classification of athlete's heart versus risk of sudden cardiac death. Further research in these athletes is required.

Keywords

Adaptation physiological; adolescent; athlete's heart; cardiac sudden death; electrocardiography.

Introducción

La evaluación preparticipativa (EPP) en deportistas es un tema de salud pública justificable, necesario y conveniente desde un punto de vista ético y médico. El objetivo principal de la EPP es garantizar la práctica segura en entrenamientos y competiciones deportivas. La tamización cardiaca incluida en la EPP está enfocada en determinar principalmente el riesgo de muerte súbita cardiaca (MSC) (Maron et al., 2007). La MSC es considerada la primera causa médica de mortalidad entre atletas jóvenes menores de 35 años, un evento devastador que afecta tanto a atletas profesionales como amateurs (Albiński et al., 2022). La MSC es un evento que resulta del colapso inesperado frente al esfuerzo y ocurre dentro del deporte o una hora posterior a cesar el mismo, sin alteraciones clínicas previas (Bohm et al., 2023). La incidencia de muerte súbita en atletas varía según la población estudiada, estimándose en un rango aproximado de 1: 200.000 atletas por año en edad escolar, según estudios de seguimiento a jóvenes deportistas durante 12 años (Maron et al., 1998). El 75 % de los casos ocurren en atletas jóvenes de baloncesto, fútbol y fútbol americano. Los deportistas masculinos presentan cuatro veces más probabilidad que el sexo femenino, así como, un mayor volumen de entrenamientos de alta intensidad y una mayor prevalencia de enfermedades cardíacas con riesgo de paro cardíaco arrítmico también aumentan la probabilidad de presentarse. Además, se ha evidenciado que los atletas de raza negra tienen un riesgo tres veces mayor de sufrir muerte súbita cardiaca (Corrado et al., 1998; Malik et al., 2023).

Las EPP se recomiendan al menos seis semanas antes del inicio de una temporada de entrenamiento y competición. Dichas valoraciones se basan en una historia clínica exhaustiva que incluye los antecedentes personales y familiares, un examen físico detallado y estudios adicionales como el electrocardiograma (ECG) (Turska-Kmieć et al., 2023). Los estudios italianos (Corrado et al., 2003) mostraron que el tamizaje incluyendo ECG reduce la incidencia de MSC de 3.6/100.000 a 0.4/100.000 personas año, lo que representa un 90% de la mortalidad asociada al deporte.

Por otro lado, en la evaluación y tamización cardiaca es importante tener en cuenta las adaptaciones cardíacas al ejercicio, conocidas como corazón de atleta, las cuales son respuestas fisiológicas normales esperadas en deportistas jóvenes expuestos a volumen de entrenamiento intenso superior a 6 horas a la semana (Albiński et al., 2022). Estas adaptaciones incluyen cambios morfológicos y eléctricos en el corazón vinculados al tipo de deporte, la intensidad, el tiempo de práctica prolongado con grandes cargas y factores como la edad, la raza y la genética. Por lo anterior, distinguir entre estas respuestas benignas y hallazgos patológicos que puedan indicar riesgo de muerte súbita cardiaca sigue siendo un desafío clínico. (Albiński et al., 2022; Cuesta A. et al., 2020).

La American Heart Association (AHA) recomienda una detección inicial basada en la historia clínica y examen físico a partir de los 12 años, utilizando catorce criterios clínicos diagnósticos (Maron et al., 2014). Por su parte, sociedades europeas como la European Society of Cardiology (ESC) y la European Federation of Sports Medicine Associations (EFSMA) proponen el tamizaje con ECG de 12 derivaciones junto con los criterios clínicos, basándose en la experiencia italiana en medicina deportiva (Ionescu et al., 2021; Turska-Kmieć et al., 2023). El ECG debe evaluarse según los criterios internacionales del 2017 los cuales se desarrollaron para su uso entre atletas asintomáticos de 12 a 35 años (Drezner et al., 2017), permitiendo identificar inicialmente cambios relacionados con arritmias primarias, canalopatías, preexcitación, cardiopatías congénitas estructurales y miocardiopatías (Albiński et al., 2022; Turska-Kmieć et al., 2023). La ecocardiografía no aporta valor adicional al tamizaje cardíaco inicial y es considerada un estudio complementario que solo debería solicitarse ante hallazgos positivos en la valoración inicial (Calò et al., 2019).

La mayoría de publicaciones relacionadas con EPP aportan información sobre poblaciones de deportistas que se encuentran en altitudes bajas sobre el nivel de mar, sin embargo, existe una considerable proporción de deportistas que participan en altitudes moderadas (2.000 a 3.000 m.s.n.m) y altas altitudes (3.000 a 5.500m.s.n.m.) (Cornwell et al., 2021). La respuesta fisiológica al entrenamiento en altitud incluye un aumento en la ventilación, la frecuencia cardíaca y las presiones sanguíneas pulmonares y sistémicas, que se atenúan con la aclimatación y adaptación (Mallet et al., 2021). Se ha sugerido que la exposición durante cuatro semanas a altitudes moderadas entre 2.000 y 2.500 metros puede inducir una aclimatación óptima, generando adaptaciones significativas en la masa eritrocitaria, lo que mejora el transporte de oxígeno y el rendimiento deportivo (Chapman et al., 2014). En Latinoamérica, la cantidad de estudios relacionados con la tamización cardiaca en población deportista son limitados, incluso



en deportes con un mayor riesgo de MSC. Los estudios publicados se centran en propuestas sobre la EPP, siguiendo las recomendaciones actuales (Botia-Osorio et al., 2023; F. González et al., 2018).

Basado en todo lo anterior, se considera necesario determinar los hallazgos más comunes de la tamización cardiaca en jóvenes futbolistas de 12 a 18 años del fútbol profesional colombiano adaptados a la altitud, teniendo en cuenta tanto las características clínicas basadas en los 14 elementos de la AHA, como características basadas en criterios internacionales ECG. Estos resultados proporcionarán una base de conocimiento sobre los posibles hallazgos clínicos y electrocardiográficos relacionados con el riesgo de MSC o adaptaciones propias del corazón de atleta en jóvenes futbolistas masculinos adaptados a la altitud moderada. Esto es clave para desarrollar mejores estrategias de evaluación, prevención y seguridad en los deportistas, enfocadas en la detección temprana de posibles riesgos cardiovasculares y en la promoción de una práctica deportiva más segura.

Método

Participantes

Se realizó un estudio observacional transversal teniendo en cuenta las bases de datos de las valoraciones preparticipativas de las divisiones inferiores de un club deportivo de fútbol profesional colombiano (Patriotas Boyacá) al inicio de la temporada del 2024. Los criterios de inclusión fueron deportistas masculinos de 12 a 18 años, con un volumen de entrenamiento deportivo de al menos 6 horas semanales (Turska-Kmieć et al., 2023), que se encontraran con adaptación a altitudes entre 2.000 y 3.000 metros sobre el nivel del mar durante al menos 4 semanas (Cornwell et al., 2021; Chapman et al., 2014). Se excluyeron las historias clínicas de futbolistas con antecedentes cardiovasculares diagnosticados en manejo o seguimiento médico, consumo de medicamentos con efectos cardiovasculares conocidos, antecedente personal de muerte cardiaca súbita, infecciones agudas durante la valoración o algún grado de discapacidad física o mental.

Procedimiento

Las variables de interés se obtuvieron a partir de los reportes del equipo médico, mediante la revisión de la historia clínica, los antecedentes médicos personales o familiares, y el examen físico médico-deportivo. Los instrumentos utilizados para la tamización cardiaca fueron: a) el listado de 14 ítems o elementos de la AHA de evaluación preparticipativa en el atleta (tabla 1), y b) reporte del análisis ECG generado por el software de detección de muerte cardiaca súbita CardioPoint (BTL Medical Technology), el cual utiliza el algoritmo de semáforo propuesto por los criterios internacionales para la interpretación de electrocardiograma en deportistas publicados en 2017 (figura 1).

Instrumentos

Tabla 1. Catorce criterios para evaluación preparticipativa en tamización cardíaca de deportistas

Historia personal:	
1.	Dolor en el pecho / incomodidad / opresión / presión relacionada con el esfuerzo.
2.	Sincope.*
3.	Disnea / fatiga o palpitaciones excesivas de esfuerzo e inexplicables, asociadas con el ejercicio.
4.	Antecedente de soplo cardíaco.
5.	Presión arterial sistémica elevada.
6.	Restricción previa de participación en deportes.
7.	Estudio cardiológico previo, ordenadas por un médico.
Historia Familiar:	
8.	Muerte prematura (repentina e inesperada, o no) antes de los 50 años atribuible a una enfermedad cardíaca en uno o más familiares directos.
9.	Discapacidad por enfermedad cardíaca en pariente cercano de < 50 años.
10.	Miocardiopatía hipertrófica o dilatada, síndrome de QT largo u otras canalopatías iónicas, síndrome de Marfán o arritmias clínicamente significativas; conocimiento específico de ciertas afecciones cardíacas en miembros de la familia.
Examen físico:	
11.	Soplo cardíaco.**
12.	Pulsos femorales para excluir la coartación aórtica.
13.	Estigmas físicos del síndrome de Marfan.
14.	Presión arterial de la arteria braquial (posición sentada).***

*No ser de origen neurocardiogénico (vasovagal); de particular preocupación cuando ocurre durante o después del esfuerzo físico.

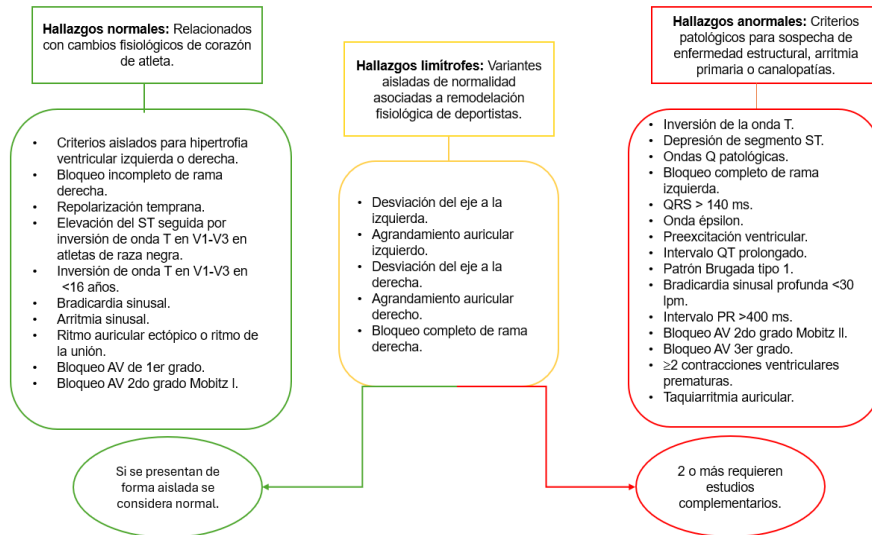


**Se refiere a los soplos cardíacos que se consideran orgánicos y poco probable que sean inocentes; la auscultación debe realizarse con el paciente tanto en posición supina como de pie (o con la maniobra de Valsalva), específicamente para identificar los soplos de obstrucción dinámica del tracto de salida del ventrículo izquierdo.

***Preferiblemente tomado en ambos brazos.

Fuente: adaptado de (F. González et al., 2018).

Figura 1. Criterios internacionales para la interpretación del electrocardiograma 2017.



Fuente: adaptado de (Botia-Osorio et al., 2023). Los hallazgos del ECG se clasifican en tres grupos: normales (no requieren evaluaciones adicionales), limitrofes (requieren evaluación adicional si aparecen 2 o más) y anormales (requieren evaluaciones adicionales para descartar cardiopatías asociadas a muerte súbita cardíaca en deportistas)

Análisis de datos

Se calculó un tamaño de muestra de 117 deportistas utilizando el software EPIDAT, teniendo en cuenta una población de 200 jóvenes futbolistas de las divisiones inferiores del Club Deportivo, con un índice de confianza del 95%, precisión absoluta de 5% y una proporción esperada del 76,3% basada en los hallazgos de electrocardiogramas compatibles con corazón de atleta en estudios previos de deportistas universitarios en nuestra población (García-Ortiz, 2017). Los datos se registraron en Excel versión 2024 para Microsoft 365 y se exportaron al software IBM SPSS Statistics versión 29.0.1.0. Se realizó un análisis univariado para calcular frecuencias absolutas y relativas en variables cualitativas, así como medidas de tendencia central y dispersión en variables cuantitativas. Además, se llevó a cabo un análisis bivariado para evaluar la asociación entre las variables estudiadas y la presencia de "corazón de atleta" o el riesgo de muerte súbita cardíaca en jóvenes deportistas, utilizando la prueba χ^2 de Pearson y el cálculo del odds ratio (OR).

El estudio tuvo el aval del Comité de Ética y Bioética de la Universidad de Boyacá con el código RECT-362/2024 emitido en sesión del 06 de septiembre de 2024.

Resultados

Se analizó la información de 130 futbolistas jóvenes de las divisiones inferiores de un club deportivo profesional colombiano (Patriotas Boyacá) que cumplieron con los criterios de inclusión. Las características sociodemográficas, antropométricas y relacionadas con el juego (tabla 2). La media de edad fue $16,4 \pm 1,4$ años; predominó la raza blanca en un 85,4%. Clínicamente, el peso promedio fue de $65,2 \pm 7,6$ kg, encontrándose un 93,1% de los participantes en normopeso. Las cifras de presión arterial sistólica y diastólica se encontraron normales para la edad. En cuanto a los factores asociados con la práctica deportiva predominó la posición de juego mediocampo, con un 47,7%, mientras que los porteros estu-

vieron representados en menor proporción, con un 6,9%. El volumen de entrenamiento obtuvo una media de 12,43 horas por semana. El volumen de entrenamiento se clasificó en adecuado (10-12 horas/semana), moderadamente alto (13-16 horas/semana) y muy alto (>16 horas/semana), observándose que la mayoría de los futbolistas (84,6%) entrenaban con un volumen adecuado.

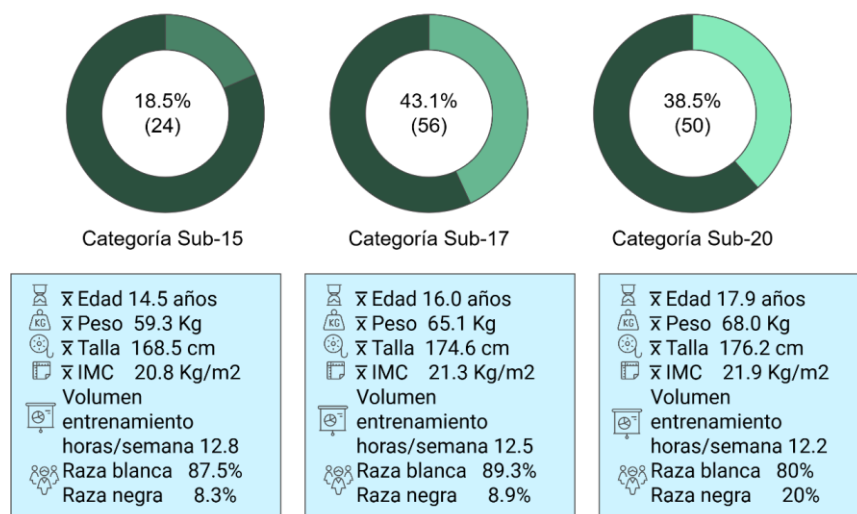
Tabla 2. Caracterización sociodemográfica, clínica y de juego

Característica	FA (%)	IC 95%	\bar{x}	DE
Edad (años)	-	-	16,47	1,464
Raza			-	-
Blanco	111(85,4)	[79,33-91,47]	-	-
Negro	17(13,1)	[7,30-18,90]	-	-
Indígena	2(1,5)	[-0,59-3,59]	-	-
Peso (Kg)	-	-	65,17	7,574
Talla (cm)	-	-	174,07	7,533
IMC (kg/m ²)	-	-	21,471	1,785
Bajo peso < 18,5	5(3,8)	[0,51-7,09]		
Normopeso ≥18,5-24,9	121(93,1)	[88,74-97,46]		
Sobrepeso ≥25-29,9	4(3,1)	[0,12-6,08]		
PAS (mm Hg)	-	-	101,45	3,948
PAD (mm Hg)	-	-	61,43	4,154
PAM (mm Hg)	-	-	74,77	3,585
Categoría competición				
Sub-15	24(18,5)	[11,83-25,17]	-	-
Sub-17	56(43,1)	[34,59-51,61]	-	-
Sub-20	50(38,5)	[30,14-46,86]	-	-
Posición de juego				
Portero	9(6,9)	[2,54-11,26]	-	-
Defensa	43(33,1)	[25,01-41,19]	-	-
Mediocampo	62(47,7)	[39,11-56,29]	-	-
Delantero	16(12,3)	[6,65-17,95]	-	-
Volumen entrenamiento	-	-	12,43	1,842
Adecuado (10-12h)	110(84,6)	[78,40-90,80]	-	-
Moderadamente alto (13-16h)	10(7,7)	[3,12-12,28]	-	-
Muy alto (>16h)	10(7,7)	[3,12-12,28]	-	-

Fuente: autor de la investigación. FA: frecuencia absoluta. IC: intervalo de confianza. \bar{x} : media. DE: desviación estándar. IMC: índice de masa corporal. TAS: tensión arterial sistólica. TAD: tensión arterial diastólica. TAM: tensión arterial media

Al dividir la población según la categoría de competición deportiva en Sub-15, Sub-17 y Sub-20, se evidencia un predominio de la categoría sub-17 con el 43,1% de la muestra. Las diferencias entre las tres categorías se resumen en la (figura 2).

Figura 2. Características relevantes en cada categoría de competición



Fuente: datos tomados de los resultados del proyecto de investigación creado con ayuda de Napkin IA. \bar{x} : media. IMC: índice de masa corporal

En cuanto a los catorce criterios clínicos de la AHA, en el componente de antecedentes personales (criterios 1 al 7) se encontró que la disnea, fatiga o palpitations excesivas e inexplicables asociadas con el ejercicio, estaba presente en el 3,1% de los deportistas. En cuanto a los antecedentes familiares (criterios 8 al 10), se presentó con más frecuencia discapacidad por enfermedad cardíaca en un pariente cercano menor de 50 años en un 5,4%. Por último, entre los hallazgos relacionados con el examen físico (criterios 11 al 14), el único criterio identificado fue la presión arterial sistémica elevada, observada en el 1,5% de los casos. Además, se identificó que el 16,2% de la población estudiada, cumplía con al menos un criterio de la AHA. También podemos identificar los diferentes hallazgos electrocardiográficos en la población de estudio. Entre los hallazgos reportados como normales, la bradicardia sinusal predomina, con un 42,3%. En cuanto a los hallazgos limítrofes, se observa desviación del eje cardíaco hacia la derecha en un 15,4%. Por último, entre los cambios anormales, el hallazgo más frecuente es la inversión de la onda T en 3,1% (tabla 3).

Tabla 3. Prevalencia de los catorce criterios clínicos AHA y criterios internacionales electrocardiográficos

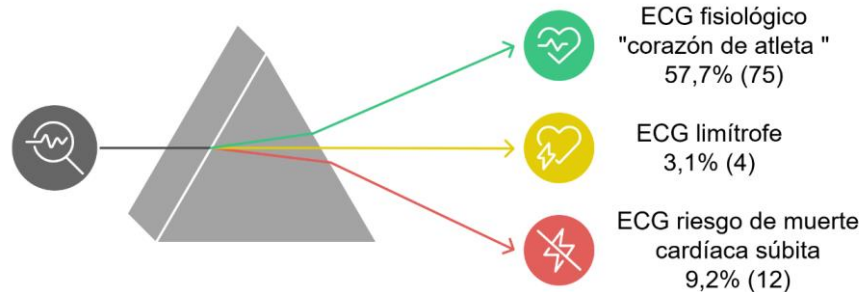
Criterio clínico AHA	n:130 FA (%)
Antecedentes personales	
Dolor en el pecho / incomodidad / opresión / presión relacionada con el esfuerzo	3(2,3)
Sincope o presincope	3(2,3)
Disnea / fatiga o palpitations excesivas de esfuerzo e inexplicables asociadas con el ejercicio	4(3,1)
Antecedente de soplo cardíaco	2(1,5)
Presión arterial sistémica elevada	2(1,5)
Restricción previa de participación en deportes	0(0,0)
Estudio cardiológico previo, ordenado por un médico	2(1,5)
Antecedentes familiares	
Muerte prematura (repentina e inesperada, o no) antes de los 50 años atribuible a una enfermedad cardíaca en uno o más familiares directos	1(0,8)
Discapacidad por enfermedad cardíaca en pariente cercano de < 50 años	7(5,4)
Miocardopatía hipertrófica o dilatada, síndrome de QT largo u otras canalopatías iónicas, síndrome de Marfan o arritmias clínicamente significativas; conocimiento específico de ciertas afecciones cardíacas en miembros de la familia	3(2,3)
Examen físico	
Soplo cardíaco auscultable al examen físico	0(0,0)
Pulsos femorales asimétricos que sugieran coartación aórtica	0(0,0)
Estigmas físicos del síndrome de Marfan	0(0,0)
Hallazgos de presión arterial sistémica elevada	2(1,5)
Total (al menos un criterio AHA)	21(16,2)
Criterios internacionales prevalentes	
ECG normal	
Criterios de voltaje del QRS para HVI	21(16,2)
Criterios de voltaje del QRS para HVD	8(6,2)
Bradicardia sinusal	55(42,3)
Arritmia sinusal	
Bloqueo incompleto de rama derecha	
Inversión de la onda T en V1 - V3 en ≤ 16 años	
Bloqueo AV de 1º grado	
Elevación del ST seguida de inversión de la onda T en V1 - V4 en deportistas de raza negra	
Ritmo auricular ectópico o de la unión	3(2,3)
ECG limítrofe	
Desviación derecha del eje	20(15,4)
Desviación izquierda del eje	8(6,2)
Bloqueo completo de rama derecha	3(2,3)
Crecimiento auricular derecho	5(3,8)
Crecimiento auricular izquierdo	2(1,5)
ECG anormal	
Ondas Q patológicas	2(1,5)
Inversión de la onda T	4(3,1)
Preexcitación ventricular	1(0,8)
2 o más extrasístoles ventriculares	1(0,8)
Intervalo QT prolongado	1(0,8)

Fuente: autor de la investigación. FA: frecuencia absoluta. IC: intervalo de confianza. AHA: American Heart Association

Se identificó una prevalencia de hallazgos electrocardiográficos relacionados con el corazón de atleta en el 57,7% de los deportistas, mientras que el riesgo de muerte cardíaca súbita se observa en el 9,2% de

los casos. Además, el 30% de los deportistas (39 futbolistas) no presentan hallazgos electrocardiográficos. La (figura 3) muestra los resultados de la clasificación de deportistas según los criterios internacionales.

Figura 3. Clasificación de hallazgos electrocardiográficos según criterios internacionales



Fuente: datos tomados de los resultados del proyecto de investigación creado con ayuda de Napkin IA. ECG: electrocardiograma

Se evaluó la distribución de los criterios fisiológicos de acuerdo con su prevalencia dentro de las categorías de competición y según el volumen de entrenamiento. Identificando la distribución de los deportistas en función del número de hallazgos electrocardiográficos fisiológicos presentes (uno, dos, tres o más). Se evidencia que se presentó, con mayor frecuencia, deportistas con tres o más criterios de corazón de atleta en las categorías sub-17, con un 16,7%, y en mayor proporción en la categoría sub-20, con un 17,2% (tabla 4).

Tabla 4. Criterios fisiológicos para "corazón de atleta" según categorías de competición y volumen de entrenamiento

Criterio ECG fisiológico "corazón de atleta"	n:75								
	n: 10			n: 30			n: 35		
	Categoría sub-15			Categoría sub-17			Categoría sub-20		
	Volumen de entrenamiento								
Adecuado	Moderada mente alto	Muy alto	Adecuado	Moderada mente alto	Muy alto	Adecuado	Moderada mente alto	Muy alto	
FA (%); IC 95%	FA (%); IC 95%	FA (%); IC 95%	FA (%); IC 95%	FA (%); IC 95%	FA (%); IC 95%	FA (%); IC 95%	FA (%); IC 95%	FA (%); IC 95%	
ECG fisiológico con un hallazgo	5(50); [19,01-80,99]	0	2(20); [-4,79-44,79]	14(46,7); [28,85-64,55]	1(3,3); [-3,09-9,69]	2(6,7); [-2,25-15,65]	12(34,2); [18,48-49,92]	4(11,4); [0,87-21,-93]	0
ECG fisiológico con dos hallazgos	2(20); [-4,79-44,79]	0	1(10); [-8,59-28,59]	8(26,7); [10,87-42,53]	0	0	13(37,1); [21,10- 53,10]	0	0
ECG fisiológico con tres o más hallazgos	0	0	0	5(16,7); [3,35-30,05]	0	0	3(8,6); [-0,69-17,89]	2(5,7); [-1,98-13,38]	1(2,9); [-2,66-8,46]

Fuente: autor de la investigación. FA: frecuencia absoluta. IC: intervalo de confianza. ECG: electrocardiograma. HVI: hipertrofia ventricular izquierda. HVD: hipertrofia ventricular derecha

La (tabla 5) muestra los resultados de la asociación entre la presencia de cambios electrocardiográficos compatibles con corazón de atleta, con la categoría de competición y el volumen de entrenamiento. En esta población, se observa que pertenecer a una categoría superior (Sub-20) tiene una asociación estadísticamente significativa con el desarrollo de cambios electrocardiográficos fisiológicos, con $p=(0,025)$ y OR de 2,3 (IC 95%: 1,106-4,925), lo que indica que el pertenecer a la categoría sub 20, aumenta 2,3 veces más la probabilidad de presentar cambios electrocardiográficos relacionados con corazón de atleta. En cuanto al volumen de entrenamiento, no se encuentra asociación estadísticamente significativa con los cambios electrocardiográficos de corazón de atleta mediante la prueba de Chi2 de Pearson. Sin embargo, se observa un OR de 1,8 (IC 95%: 0,44-7,23) en deportistas con un volumen de entrena-

miento moderadamente alto, y un OR de 1,1 (IC 95%: 0,297-4,133) en aquellos con un volumen de entrenamiento muy alto lo que indica que el tener un volumen de entrenamiento moderadamente alto y muy alto aumenta 1,8 y 1,1 veces más la probabilidad de presentar cambios electrocardiográficos relacionados con corazón de atleta respectivamente.

Tabla 5. Asociación entre cambios fisiológicos de corazón de atleta y categoría de competición o volumen de entrenamiento

n:130						
Categoría	ECG corazón de atleta		Valor Chi ² de Pearson	P valor	Valor OR	IC
	SI FA (%)	NO FA (%)				
Sub-15	10(7,7)	14(10,8)	0,78	p < 0.05	0,451	0,183-1,109
Sub-17	30(23,1)	26(20)	0,408	p < 0.05	0,744	0,368-1,501
Sub-20	35(26,9)	15(11,9)	**0,025	p < 0.05	2,333	1,106-4,925
Volumen de entrenamiento						
Adecuado (10-12 horas/semana)	62(47,7)	48(36,9)	0,472	p < 0.05	0,696	0,258-1,878
Moderadamente alto (13-16 horas/semana)	7(5,4)	3(2,3)	0,412	p < 0.05	1,784	0,440-7,235
Muy alto (>16h/semana)	6(4,6)	4(3,1)	0,878	p < 0.05	1,109	0,297-4,133

Fuente: autor de la investigación. FA: frecuencia absoluta. IC: intervalo de confianza. OR: Odds ratio. *Chi ** significancia estadística

La (tabla 6) presenta los resultados de la asociación entre los cambios electrocardiográficos relacionados con el riesgo de muerte cardíaca súbita y los criterios clínicos establecidos por la AHA. La prueba de Chi² de Pearson no identifica una asociación estadísticamente significativa entre la presencia de alguno de los criterios clínicos de la AHA y los hallazgos electrocardiográficos asociados a riesgo de muerte cardíaca súbita. No obstante, según el análisis de los odds ratio (OR), los deportistas que reportaron al menos un criterio clínico AHA tienen 1,8 veces más probabilidad (IC 95%: 0,457-7,507) de desarrollar cambios electrocardiográficos asociados a riesgo de muerte cardíaca súbita. De manera destacada, se observa un OR elevado de 10,6 (IC 95%: 0,622-182,029) en deportistas con antecedentes personales de soplo cardíaco o hallazgos de presión arterial elevada durante el examen físico, evidenciando que tener alguno de estos criterios aumenta 10,6 veces la probabilidad de desarrollar cambios electrocardiográficos de riesgo de muerte cardíaca súbita.

Tabla 6. Asociación entre cambios electrocardiográficos relacionados con el riesgo de muerte cardíaca súbita y criterios clínicos de la AHA

n:130						
Criterios clínicos AHA	ECG riesgo de muerte cardiaca súbita		Valor Chi ² de Pearson	P valor	Valor OR	IC
	SI FA (%)	NO FA (%)				
Antecedentes personales						
Dolor en el pecho / incomodidad / opresión / presión relacionada con el esfuerzo	0	3(2,3)	0,576	p < 0.05	1,104	1,044-1,168
Síncope o presíncope	0	3(2,3)	0,576	p < 0.05	1,104	1,044-1,168
Disnea / fatiga o palpitaciones excesivas de esfuerzo e inexplicables asociadas con el ejercicio	0	4(3,1)	0,517	p < 0.05	1,105	1,044-1,170
Antecedente de soplo cardíaco	1(0,8)	1(0,8)	0,45	p < 0.05	10,636	0,622-182,029
Antecedente presión arterial sistémica elevada	0	2(1,5)	0,649	p < 0.05	1,103	1,044-1,167
Restricción previa de participación en deportes	0	0	N/A	p < 0.05	N/A	N/A
Estudio cardiológico previo, ordenado por un médico	0	2(1,5)	0,649	p < 0.05	1,103	1,044-1,167
Antecedentes familiares						
Muerte prematura (repentina e inesperada, o no) antes de los 50 años atribuible a una enfermedad cardíaca en uno o más familiares directos	0	1(0,8)	0,749	p < 0.05	1,103	1,043-1,165
Discapacidad por enfermedad cardíaca en pariente cercano de < 50 años	1(0,8)	6(4,6)	1,697	p < 0.05	1,697	0,187-15,403
Miocardiopatía hipertrófica o dilatada, síndrome de QT largo u	0	3(2,3)	0,576	p < 0.05	1,104	1,044-1,168



otras canalopatías iónicas, síndrome de Marfán o arritmias clínicamente significativas; conocimiento específico de ciertas afecciones cardíacas en miembros de la familia

Examen físico						
Soplo cardíaco auscultable al examen físico	0	0	N/A	p < 0.05	N/A	N/A
Pulsos femorales asimétricos que sugieran coartación aórtica	0	0	N/A	p < 0.05	N/A	N/A
Estigmas físicos del síndrome de Marfan	0	0	N/A	p < 0.05	N/A	N/A
Hallazgos de presión arterial sistémica elevada	1(0,8)	1(0,8)	0,45	p < 0.05	10,636	0,622-182,029
Total (al menos un criterio AHA)	3(2,3)	18(13,8)	0,328	p < 0.05	1,852	0,457-7,507

Fuente: autor de la investigación. FA: frecuencia absoluta. IC: intervalo de confianza. ECG: electrocardiograma. HVI: hipertrofia ventricular izquierda. HVD: hipertrofia ventricular derecha. AHA: American Heart Association

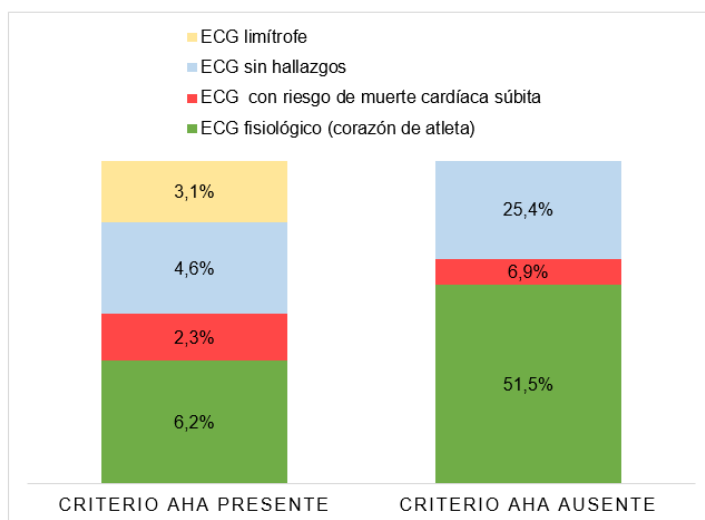
Para finalizar se identificaron los hallazgos más comunes en los deportistas durante la tamización cardíaca, tanto clínicos (catorce criterios de la AHA) como electrocardiográficos (criterios internacionales 2017) (tabla 7). Al realizar una tamización cardíaca inicial completa, se logra detectar, que el 9.2% de los deportistas presentó hallazgos electrocardiográficos asociados con riesgo de muerte cardíaca súbita, de los cuales solo el 2.3% de los deportistas presentó simultáneamente un criterio clínico de la AHA. Entre aquellos deportistas sin hallazgos electrocardiográficos un 4,6% presentó algún criterio clínico AHA (figura 4).

Tabla 7. Resultados de tamización cardíaca

VARIABLE	n: 130			
	ECG fisiológico (corazón de atleta)	ECG límite	ECG riesgo muerte cardíaca súbita	ECG sin hallazgos
Criterios clínicos AHA	FA (%); IC 95%	FA (%); IC 95%	FA (%); IC 95%	FA (%); IC 95%
Si	8(6,2); [2,05-10,35]	4(3,1); [0,12-6,08]	3(2,3); [-0,28-4,88]	6(4,6); [1,00-8,20]
No	67(51,5); [42,91-60,09]	0	9(6,9); [2,54-11,26]	33 (25,4); [17,92-32,88]

Fuente: autor de la investigación. FA: frecuencia absoluta. IC: intervalo de confianza. ECG: electrocardiograma. AHA: American Heart Association

Figura 4. Resultados de tamización cardíaca en evaluación preparticipativa



Fuente: autor de la investigación. FA: frecuencia absoluta. IC: intervalo de confianza. ECG: electrocardiograma. HVI: hipertrofia ventricular izquierda. HVD: hipertrofia ventricular derecha. AHA: American Heart Association

Discusión

Actualmente, la evaluación preparticipativa se ha estandarizado en varios países, destacándose la importancia de llevar a cabo un enfoque médico-deportivo integral durante la valoración cardiovascular en los deportistas. Este enfoque permite identificar y monitorear los cambios en el corazón asociados al ejercicio intenso, así como diagnosticar de forma temprana cualquier anomalía que pueda limitar o retrasar la práctica deportiva (Ionescu et al., 2021).

En este estudio se refuerza la necesidad de implementar protocolos de tamización cardiaca en deportistas desde edades tempranas, dado su valor para identificar tanto los cambios adaptativos como las alteraciones electrocardiográficas que pueden estar asociadas con un mayor riesgo de MSC en esta población. La historia clínica adecuada y el examen físico cardiovascular detallado son componentes esenciales en el proceso de evaluación. Sin embargo, el uso del ECG como herramienta complementaria ha mostrado ser particularmente eficaz para detectar patrones fisiológicos y anomalías eléctricas relevantes, siendo fundamental en los programas de tamización (Bernhardt D & Roberts WO, 2019). Los protocolos de tamización cardíaca en deportistas jóvenes ya han sido adoptados por algunas asociaciones deportivas internacionales, es importante adecuarlos a nuestra población, considerando los factores que pueden interactuar en el contexto deportivo (Albiński et al., 2022).

En los futbolistas, se presentan hallazgos electrocardiográficos fisiológicos, relacionados con el corazón de atleta, en el 57,7% de los casos, un resultado que coincide con los reportes de (V. G. González et al., 2023) en su estudio retrospectivo, que incluyó electrocardiogramas de 716 jugadores masculinos de fútbol, béisbol y baloncesto mexicanos, pertenecientes a distintas categorías y con edades entre 14 y 45 años se reportan cambios electrocardiográficos asociados al entrenamiento en el 63.1% de los casos. El hallazgo de mayor frecuencia es la bradicardia sinusal, observada en un 47.2%. A pesar de abarcar un rango de edad más amplio, estos resultados coinciden con los del presente estudio, donde la bradicardia sinusal también es el hallazgo más frecuente, registrado en un 42.3% de la población total.

Se evidencia una mayor prevalencia de cambios fisiológicos en los deportistas pertenecientes a las mayores categorías de competición, donde se observó un mayor número de hallazgos electrocardiográficos relacionados con el corazón de atleta. En particular, se identifican tres o más criterios en el 16,7% de los jugadores de la categoría Sub-17 y en el 17,2% de la categoría Sub-20. En ambos grupos predominó la bradicardia sinusal como el hallazgo más frecuente, presente en el 56,7% de los futbolistas de la Sub-17 y en el 71,4% de la Sub-20. Estos resultados son comparables con los reportados (Cavarretta et al., 2021) quienes evalúan a 2,151 futbolistas masculinos jóvenes de entre 7 y 18 años, con un volumen de entrenamiento promedio de 7.2 ± 1.1 horas por semana, con el objetivo de establecer valores de referencia para los cambios electrocardiográficos relacionados con la edad en adolescentes. Dicho estudio muestra un aumento progresivo de los cambios electrocardiográficos asociados al entrenamiento intenso con el incremento de la edad. Por ejemplo, identifican bradicardia sinusal en el 43,4% de los atletas de 15 a 16 años y en el 53,6% de los de 17 a 18 años, junto con otros criterios fisiológicos que también aumentan su prevalencia en las categorías de mayor edad. En la misma línea, el estudio de (V. G. González et al., 2023) reporta que el 16% de los deportistas de su estudio presenta dos o más hallazgos electrocardiográficos fisiológicos, muy cercano al reporte en las categorías mayores del presente estudio. Estos datos refuerzan los resultados de la investigación actual, subrayando la relación entre la madurez fisiológica, el entrenamiento intenso y las adaptaciones cardiovasculares observadas en deportistas jóvenes.

Las alteraciones en la onda T en la cara anterior (V1 a V4) han sido objeto de múltiples estudios, y se describen comúnmente como un patrón juvenil normal o cambios asociados a la raza negra. Un estudio (McClean et al., 2019) evalúa los cambios en la onda T en atletas (418 árabes y 314 de raza negra), de 11 a 18 años, con un volumen de entrenamiento ≥ 6 horas/semana quienes participaban en 26 deportes, de los cuales el fútbol representa el 60,5%. Mostrando la presencia de esta alteración en el 15,8% de los atletas, y observando que estos cambios eran más frecuentes en aquellos deportistas biológicamente menores de 16 años. En la población de futbolistas del presente estudio, se encontró una prevalencia similar de 10,8% para esta alteración fisiológica, siendo la inversión de la onda T anterior en V1-V3 en deportistas de ≤ 16 años (5,4%), y elevación del ST seguida de inversión de la onda T en V1-V4 en deportistas de raza negra (5,4%). Se considera que sería importante valorar el estado de maduración mediante la estimación de la edad biológica en aquellos deportistas que persistan con estas alteraciones o

en quienes no se observe una clara correlación entre la edad cronológica y el estado de madurez durante la evaluación.

Los resultados asociados con los hallazgos fisiológicos en la investigación actual, junto con su relación con estudios previos, permitieron realizar un análisis de asociación entre los deportistas con cambios adaptativos de corazón de atleta observados en el ECG, la categoría de competición y el volumen de entrenamiento. Se encontró una asociación estadísticamente significativa entre los futbolistas de la categoría sub-20 y el desarrollo de estos patrones electrocardiográficos, con un valor $p=0,025$ y un Odds ratio (OR) de 2,3 (IC 95%: 1,106-4,925).

En cuanto a los hallazgos limítrofes, se observa que el 3,1% de los futbolistas presentan alteraciones clasificadas dentro de esta categoría. Este resultado es similar al reportado (V. G. González et al., 2023), quienes encuentran un 3,9% de casos en una población de deportistas mexicanos. Un hallazgo prevalente en ambos estudios es la desviación del eje a la derecha, que se presenta en un 15,4% de todos los futbolistas del presente estudio. Estos hallazgos limítrofes tienen relevancia clínica, ya que puede justificar la necesidad de estudios adicionales dependiendo de la presencia de síntomas durante el seguimiento o, en su defecto, un monitoreo regular mediante tamización anual para identificar posibles cambios cardiovasculares significativos (V. G. González et al., 2023).

Respecto al riesgo de muerte súbita cardíaca (Calò et al., 2019), evalúa una cohorte de 2,261 deportistas jóvenes exclusivamente masculinos, de origen caucásico, con una edad promedio de 12.4 ± 2.6 años, un IMC promedio de 16 ± 2 kg/m² y un volumen de entrenamiento semanal de 7.3 ± 1.7 horas, identifica los siguientes síntomas frecuentes: dolor torácico asociado al esfuerzo (0,18%), síncope y presíncope (0,75%), y disnea, fatiga y palpitaciones durante el ejercicio (0,31%). En el actual estudio, se observa una mayor proporción de estos síntomas. El dolor torácico, incomodidad, presión u opresión relacionada con el esfuerzo se presenta en un 2,3% de los deportistas, porcentaje idéntico al de síncope y presíncope. Asimismo, se identifican casos de disnea, fatiga o palpitaciones inexplicadas asociadas al ejercicio en un 3,1% de los futbolistas evaluados.

En relación con los antecedentes familiares (Calò et al., 2019) reporta un 1,9% de antecedentes familiares positivos, principalmente relacionados con enfermedad cardíaca isquémica, y no se encontraron casos de muerte súbita cardíaca en familiares. El estudio llevado a cabo identifica que un 5,4% de los deportistas tenía antecedentes de discapacidad por enfermedad cardíaca en un pariente cercano menor de 50 años. Además, se registra un caso (0,8%) de muerte prematura (súbita e inesperada o no) atribuible a una enfermedad cardíaca en familiares directos antes de los 50 años.

Por otro lado, (Malhotra et al., 2018), realizado en academias juveniles de futbolistas profesionales ingleses de entre 15 y 17 años ($n = 11,168$; 95% hombres), reportó antecedentes clínicos en un 7% y hallazgos anormales en el examen físico en un 5%. En contraste, el presente estudio identifica antecedentes clínicos en un 12,2% de los deportistas y hallazgos anormales al examen físico en solo un 1,5%, los cuales se asociaron a presión arterial elevada.

Al analizar la prevalencia de los hallazgos electrocardiográficos anormales asociados con riesgo de muerte súbita cardíaca (Malhotra et al., 2018) reportan que el 7% de los deportistas evaluados requirieron estudios adicionales tras el tamizaje inicial. Entre los jugadores de esta cohorte, se identifica un 3% con inversión anormal de la onda T, un 0,2% con un intervalo QTc prolongado y un 0,23% que presenta patrón electrocardiográfico característico del síndrome de Wolff-Parkinson-White. En el presente estudio se identifica un porcentaje ligeramente mayor, con un 9,2% de los futbolistas mostrando hallazgos compatibles con riesgo de muerte súbita cardíaca. De estos, un 3,1% presenta inversión anormal de la onda T, un 0,8% tiene preexcitación ventricular asociada al patrón de Wolff-Parkinson-White y otro 0,8% muestra un intervalo QTc prolongado. Por otro lado (V. G. González et al., 2023) determina un 4,2% de hallazgos anormales en el electrocardiograma con riesgo de muerte súbita cardíaca. Los hallazgos más frecuentes son inversión de la onda T (3,2%), seguida de preexcitación ventricular (0,5%), resultados que se asemejan a los de la evaluación realizada.

Consideramos la posibilidad de asociar los criterios clínicos de la AHA con los hallazgos electrocardiográficos relacionados con el riesgo de muerte súbita cardíaca dado la importancia de ambos en la tamización según los resultados encontrados. Sin embargo, no se logra establecer una asociación estadísticamente significativa mediante la prueba de Chi² de Pearson para ninguno de los catorce criterios eva-

luados. No obstante, al analizar los datos utilizando el cálculo de Odds ratio (OR), se identifica una asociación potencial. Los futbolistas con al menos un criterio positivo según la AHA mostraron un OR de 1,8 (IC 95%: 0,457-7,507), lo que indica una probabilidad incrementada de presentar algún hallazgo electrocardiográfico relacionado con el riesgo de muerte súbita cardíaca. Aunque estos resultados sugieren una tendencia, el intervalo de confianza amplio refleja la necesidad de estudios con mayor tamaño muestral para confirmar esta asociación.

Finalmente, este estudio aporta evidencia para seguir consolidando los programas de tamización cardíaca como parte de la valoración precompetitiva integral de medicina deportiva, promoviendo un enfoque preventivo que priorice la seguridad y bienestar de los atletas.

Conclusiones

La tamización cardíaca como parte de la evaluación preparticipativa en jóvenes deportistas es esencial para obtener una visión integral sobre las adaptaciones cardiovasculares al ejercicio y, especialmente, para identificar el riesgo de muerte cardíaca súbita. Los hallazgos relacionados con el corazón de atleta fueron similares a los observados en otras poblaciones estudiadas, y se asociaron con la categoría de competición. Se evidenció una mayor presencia de adaptaciones fisiológicas normales en las categorías mayores, probablemente en relación con el grado de maduración biológica. Se destaca la importancia de utilizar los catorce criterios de la AHA y de interpretar el electrocardiograma de acuerdo con los criterios internacionales, para garantizar una clasificación adecuada y tomar decisiones informadas sobre la participación deportiva durante la valoración médico-deportiva.

Aportes del estudio

Realizar una tamización cardíaca completa (examen médico, criterios AHA y ECG) basado en las recomendaciones internacionales de medicina del deporte es factible y plausible en futbolistas jóvenes adaptados a la altitud en Colombia.

Los cambios adaptativos al ejercicio intenso, conocidos como corazón de atleta en jóvenes futbolistas colombianos adaptados a la altitud moderada, se comportan de manera similar a los observados en poblaciones de deportistas de diferentes altitudes.

La edad y la maduración biológica parecen primordiales para el desarrollo de adaptaciones cardíacas, en cuanto el volumen de entrenamiento se requiere más investigación.

Se recomienda el uso concomitante de los criterios clínicos y electrocardiográficos para realizar una adecuada tamización cardíaca, la combinación parece mejorar la detección de deportistas que requieren estudios complementarios y no son elegibles medicamente para la participación deportiva evitando así eventos catastróficos.

Limitaciones

Nuestro estudio presentó algunas limitaciones relacionadas con la población estudiada. En primer lugar, los resultados obtenidos no pueden extrapolarse a mujeres, dado que la muestra estuvo compuesta exclusivamente por hombres. Además, no se clasificó el estado de madurez biológica, aunque este varía entre los tres grupos de categorías de competición del estudio. La naturaleza transversal del estudio también limita la capacidad de realizar un seguimiento a largo plazo de los casos, lo cual es necesario para poder confirmar diagnósticos de muerte súbita cardíaca. Para ello, se requieren estudios longitudinales y el uso de herramientas diagnósticas complementarias, junto con la colaboración de otras especialidades.

Agradecimientos

Agradezco a la Universidad de Boyacá, especialmente al programa de Medicina del Deporte y la Actividad Física, por su apoyo y compromiso. Extiendo mi gratitud al Club Deportivo Patriotas Boyacá por facilitar espacios destinados al desarrollo de futuros deportistas y por su valiosa contribución a la ciencia, permitiendo la realización de investigaciones en el fascinante campo de la medicina deportiva.



Declaraciones

Los autores declaran el uso de la herramienta Napki IA durante la elaboración de las figuras ilustrativas de este artículo basándose en los resultados del estudio de investigación, los autores revisaron y editaron el contenido de estas figuras y tienen toda la responsabilidad sobre el contenido publicado.

Referencias

- Albiński, M., Balmer, C., Wilhelm, M., Meyer, P., Gass, M., Schmied, C., Menafoglio, A., Kriemler, S., Mivelaz, Y., Stambach, D., Saubade, M., Gremeaux, V., Gojanovic, B., Brugada, J., Baggish, A., & Gabus, V. (2022). Paediatric and adolescent athletes in Switzerland: age-adapted proposals for pre-participation cardiovascular evaluation. *Swiss Medical Weekly*, 152(7–8). <https://doi.org/10.4414/SMW.2022.w30128>
- Bernhardt D, & Roberts WO. (2019). Preparticipation Physical Evaluation PPE 5th edition. In *Preparticipation Physical Evaluation PPE 5th edition* (Vol. 6, pp. 43–69). American Academy of Pediatrics, American Academy of Family Physicians, American College of Sport Medicine, American Medical Society for Sports Medicine, American Orthopaedic Society for Sport Medicine, American Osteopathic Academy of Sport Medicine.
- Bohm, P., Meyer, T., Narayanan, K., Schindler, M., Weizman, O., Beganton, F., Schmied, C., Bougouin, W., Barra, S., Dumas, F., Varenne, O., Cariou, A., Karam, N., Jouven, X., & Marijon, E. (2023). Sports-related sudden cardiac arrest in young adults. *Europace*, 25(2), 627–633. <https://doi.org/10.1093/europace/euac172>
- Botia-Osorio, M. M., Fernández, K., & Dueñas, R. (2023). A proposal for preparticipation evaluation and follow up in the prescription of exercise and sports for resistance training. *Revista Colombiana de Cardiología*, 30(1), 15–22. <https://doi.org/10.24875/RCCAR.21000128>
- Calò, L., Martino, A., Tranchita, E., Sperandii, F., Guerra, E., Quaranta, F., Parisi, A., Nigro, A., Sciarra, L., Ruvo, E. de Casasco, M., & Pigozzi, F. (2019). Electrocardiographic and echocardiographic evaluation of a large cohort of peri-pubertal soccer players during pre-participation screening. *European Journal of Preventive Cardiology*, 26(13), 1444–1455. <https://doi.org/10.1177/2047487319826312>
- Cavarretta, E., Sciarra, L., Biondi-Zoccai, G., Maffessanti, F., Nigro, A., Sperandii, F., Guerra, E., Quaranta, F., Fossati, C., Peruzzi, M., Pingitore, A., Stasinopoulos, D. M., Rigby, R. A., Adorisio, R., Saglietto, A., Calò, L., Frati, G., & Pigozzi, F. (2021). Age-Related Electrocardiographic Characteristics of Male Junior Soccer Athletes. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 8. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.784170>
- Chapman, R. F., Karlsen, T., Resaland, G. K., Ge, R., Harber, M. P., Witkowski, S., Stray-Gundersen, J., & Levine, B. D. (2014). Defining the “dose” of altitude training: how high to live for optimal sea level performance enhancement. *J Appl Physiol*, 116, 595–603. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00634.2013-Chronic>
- Cornwell WK, Baggish AL, Bhatta YKD, Brosnan MJ, Dehnert C, Sawalla Guseh J, et al. Clinical implications for exercise at altitude among individuals with cardiovascular disease: A scientific statement from the American Heart Association. *J Am Heart Assoc*. 5 Oct 2021;10(19):1–14
- Corrado, D., Basso, C., Rizzoli, G., Schiavon, M., & Thiene, G. (2003). Does Sports Activity Enhance the Risk of Sudden Death in Adolescents and Young Adults? *Journal of the American College of Cardiology*, 42(11), 1959–1963. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2003.03.002>
- Corrado, D., Basso, C., Schiavon, M., & Thiene, G. (1998). Screening For Hypertrophic Cardiomyopathy In Young Athletes. *The New England Journal Of Medicine*, 339(6), 364–369.
- Cuesta A., Rodríguez G., & Giovanetti S. (2020). Deporte, modificaciones fisiológicas y evaluación para la prevención de la muerte súbita. (Parte II). Corazón del deportista. *Revista Uruguaya de Cardiología*, 35(3), 337–345. <https://doi.org/10.29277/cardio.35.3.12>
- Drezner, J. A., Sharma, S., Baggish, A., Papadakis, M., Wilson, M. G., Prutkin, J. M., Gerche, A. La, Ackerman, M. J., Borjesson, M., Salerno, J. C., Asif, I. M., Owens, D. S., Chung, E. H., Emery, M. S., Froelicher, V.



- F., Heidbuchel, H., Adamuz, C., Asplund, C. A., Cohen, G., ... Corrado, D. (2017). International criteria for electrocardiographic interpretation in athletes: Consensus statement. *British Journal of Sports Medicine*, 51(9), 704–731. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097331>
- García-Ortiz, J. D. (2017). Tamización cardíaca para prevención de muerte súbita en atletas de representación de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. *Iatreia*, 30(3), 265–275. <https://doi.org/10.17533/udea.iatreia.v30n3a02>
- González, F., Verdugo, F., Fernández, C., Gayán, A., & Yañez, F. (2018). Evaluación Preparticipativa Cardiovascular Pediátrica. Declaración de posición de la Sociedad Chilena de Pediatría (SOCHIPE), Sociedad Chilena de Medicina del Deporte (SOCHMEDEP) y Sociedad Chilena de Cardiología y Cirugía Cardiovascular (SOCHICAR) Cardiovascular Preparticipation Screening of young population. Position statement of Chilean Scientific Societies. *Revista Chilena de Pediatría*, 89(4).
- González, V. G., Barrón Gámez, C. E., Salazar Sepúlveda, L. L., Martínez Cervantes, T. J., & Fraire, O. S. (2023). Prevalence of electrocardiographic abnormalities in elite and sub-elite professional athletes. *Archivos de Medicina Del Deporte*, 40(5), 298–303. <https://doi.org/10.18176/archmed-deporte.00146>
- Ionescu, A. M., Pitsiladis, Y. P., Rozenstoka, S., Bigard, X., Löllgen, H., Bachl, N., Debruyne, A., Pigozzi, F., Casasco, M., Jegier, A., Smaranda, A. M., Caramoci, A., & Papadopoulou, T. (2021). Preparticipation medical evaluation for elite athletes: EFSMA recommendations on standardised preparticipation evaluation form in European countries. *BMJ Open Sport and Exercise Medicine*, 7(4), 1–7. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2021-001178>
- Malhotra, A., Dhutia, H., Finocchiaro, G., Gati, S., Beasley, I., Clift, P., Cowie, C., Kenny, A., Mayet, J., Oxborough, D., Patel, K., Pielles, G., Rakhit, D., Ramsdale, D., Shapiro, L., Somauroo, J., Stuart, G., Varnava, A., Walsh, J., ... Sharma, S. (2018). Outcomes of Cardiac Screening in Adolescent Soccer Players. *New England Journal of Medicine*, 379(6), 524–534. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1714719>
- Malik, A., Hanson, J., Han, J., Dolezal, B., Bradfield, J. S., Boyle, N. G., & Hsu, J. J. (2023). Sudden cardiac arrest in athletes and strategies to optimize preparedness. *Clinical Cardiology*, 1(13), 1–13. <https://doi.org/10.1002/clc.24095>
- Mallet, R. T., Burtscher, J., Richalet, J. P., Millet, G. P., & Burtscher, M. (2021). Impact of high altitude on cardiovascular health: Current perspectives. In *Vascular Health and Risk Management* (Vol. 17, pp. 317–335). Dove Medical Press Ltd. <https://doi.org/10.2147/VHRM.S294121>
- Maron, B. J., Friedman, R. A., Kligfield, P., Levine, B. D., Viskin, S., Chaitman, B. R., Okin, P. M., Saul, F. J. P., Salberg, L., Van Hare, G. F., Soliman, E. Z., Chen, J., Paul Matherne, G., Bolling, S. F., Mitten, M. J., Caplan, A., Balady, G. J., & Thompson, P. D. (2014). Assessment of the 12-Lead Electrocardiogram as a Screening Test for Detection of Cardiovascular Disease in Healthy General Populations of Young People (12-25 Years of Age). *Journal Of The American College Of Cardiology*, 64, 479–514. <http://www.elsevier.com/authors/obtaining-permission->
- Maron, B. J., Gohman, T. E., & Aeppli, D. (1998). Prevalence of Sudden Cardiac Death During Competitive Sports Activities in Minnesota High School Athletes. *J Am Coll Cardiol*, 32, 1881–1885.
- Maron, B. J., Thompson, P. D., Ackerman, M. J., Balady, G., Berger, S., Cohen, D., Dimeff, R., Douglas, P. S., Glover, D. W., Hutter, A. M., Krauss, M. D., Maron, M. S., Mitten, M. J., Roberts, W. O., & Puffer, J. C. (2007). Recommendations and considerations related to preparticipation screening for cardiovascular abnormalities in competitive athletes: 2007 Update: A scientific statement from the American Heart Association council on nutrition, physical activity, and metabolism: Endorsed by the American College of Cardiology foundation. *Circulation*, 115(12), 1643–1655. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.107.181423>
- McClellan, G., Riding, N. R., Pielles, G., Sharma, S., Watt, V., Adamuz, C., Johnson, A., Tramullas, A., George, K. P., Oxborough, D., & Wilson, M. G. (2019). Prevalence and significance of T-wave inversion in Arab and Black paediatric athletes: Should anterior T-wave inversion interpretation be governed by biological or chronological age? *European Journal of Preventive Cardiology*, 26(6), 641–652. <https://doi.org/10.1177/2047487318811956>
- Turska-Kmieć, A., Neunhaeuserer, D., Mazur, A., Dembiński, Ł., del Torso, S., Grossman, Z., Barak, S., Hadjipanayis, A., Peregud-Pogorzelski, J., Kostka, T., Bugajski, A., Huss, G., Kowalczyk-Domagala, M., & Wyszyńska, J. (2023). Sport activities for children and adolescents: the Position of the European Academy of Paediatrics and the European Confederation of Primary Care Paediatricians



2023—Part 1. Pre-participation physical evaluation in young athletes. *Frontiers in Pediatrics*, 11, 1–18. <https://doi.org/10.3389/fped.2023.1125958>

Datos de los/as autores/as y traductor/a:

Pablo Emilio Benavides Ramírez
Nelson Fernelly González Cetina
Aura Cristina Quino Ávila
Gustavo Adolfo Domínguez Villada

pabbenavides@uniboyaca.edu.co
nelfergonzalez@uniboyaca.edu.co
aurquino@uniboyaca.edu.co
gustanove@gmail.com

Autor/a
Autor/a
Autor/a
Traductor

