

## Alteraciones electrocardiográficas en jóvenes atletas de alto rendimiento

MSc Dr. Yuri Medrano Plana<sup>1</sup>✉, Dr. Ángel R. Castillo Marcillo<sup>2</sup>, Dr. Adalberto M. Lugo Morales<sup>3</sup> y Dr. Marco A. Arévalo Andrade<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Laica Eloy Alfaro. Manta, Manabí, Ecuador.

<sup>2</sup> Servicio de Cardiología, Hospital General Rodríguez Zambrano. Manta, Manabí, Ecuador.

<sup>3</sup> Centro de Especialidades Cardiovasculares. Maracaibo, Zulia, Venezuela.

<sup>4</sup> Club Deportivo Delfín Sc. Manta, Manabí, Ecuador.

Full English text of this article is also available

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 12 de julio de 2019

Aceptado: 22 de agosto de 2019

### Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses

### RESUMEN

**Introducción:** El ejercicio físico genera beneficios para la salud, pero en el caso de los atletas el entrenamiento deportivo intenso desarrolla cambios morfológicos y fisiológicos en el corazón. Muchos de estos cambios, denominados «normales o fisiológicos», y otros hallazgos «anormales o patológicos» –que sugieran la existencia de una enfermedad cardiovascular subyacente– pueden ser detectados con la realización de un electrocardiograma.

**Objetivo:** Identificar los trastornos electrocardiográficos presentes en jóvenes atletas de alto rendimiento de un club deportivo de fútbol.

**Método:** Se estudiaron 40 atletas del género masculino en el período de enero a junio de 2019. Los deportistas fueron evaluados mediante interrogatorio, examen físico y electrocardiograma en reposo.

**Resultados:** Fueron detectados múltiples hallazgos electrocardiográficos normales, según los criterios internacionales para su interpretación en deportistas. La bradicardia sinusal (60%) fue el más frecuente. La aparición aislada de desviación del eje eléctrico hacia la derecha ( $> 120^\circ$ ) y el bloqueo completo de rama derecha, resultaron los únicos hallazgos limítrofes encontrados. La presencia de ondas T invertidas (10%), trastornos de conducción intraventricular (7,5%) y ondas Q anómalas (5%) fueron los hallazgos patológicos que con mayor frecuencia se detectaron.

**Conclusiones:** El electrocardiograma de doce derivaciones constituye un estudio importante para la detección de hallazgos electrocardiográficos fisiológicos relacionados con el entrenamiento deportivo en atletas de alto rendimiento, así como de alteraciones anormales o patológicas que sugieran la existencia de enfermedad cardiovascular y constituyan un factor de riesgo desencadenante de muerte súbita de origen cardíaco.

**Palabras clave:** Electrocardiografía, Ejercicio, Muerte súbita cardíaca, Causa de muerte

### Electrocardiographic alterations in young high-performance athletes

### ABSTRACT

**Introduction:** Physical exercise is extremely beneficial to health; but in the case of athletes, intense sports training develops morphological and physiological changes in the heart. Many of these changes, called “normal or physiological”, and other “abnormal or pathological” findings –which could suggest the presence of under-

✉ Y Medrano Plana

Calle 16 entre avenida 31 y 30

# 2307. Manta CP 130802.

Manabí, Ecuador.

Correos electrónicos:

yuri.medrano@uleam.edu.ec y

cubaccv@gmail.com

lying cardiovascular disease- can be detected by an electrocardiogram.

**Objectives:** To identify electrocardiographic disorders present in young high-performance athletes of a soccer club.

**Method:** Forty male athletes were studied in the period January to June 2019. The athletes were evaluated by questioning, physical examination and electrocardiogram at rest.

**Results:** A number of normal electrocardiographic findings -according to the international criteria for electrocardiographic interpretation in athletes- were found. Sinus bradycardia was the most frequent (60%). The isolated appearance of right axis deviation ( $>120^\circ$ ) and complete right bundle branch block were the only borderline findings. The presence of inverted T waves (10%), intraventricular conduction disorders (7.5%) and anomalous Q waves (5%) were the most frequent pathological findings.

**Conclusions:** The twelve-lead electrocardiogram remains an important means of detecting physiological electrocardiographic findings related to sports training in high-performance athletes, as well as abnormal or pathological alterations that may be suggestive of cardiovascular disease, in addition to being triggering risk factors for sudden cardiac death.

**Keywords:** Electrocardiography, Exercise, Sudden cardiac death, Cause of death

## INTRODUCCIÓN

El sistema cardiovascular tiene la función de aportar la sangre necesaria para satisfacer las necesidades metabólicas de cada uno de los tejidos que componen el organismo. Dentro de este sistema, el corazón, es un órgano muscular que posee energía propia y se encarga de bombear la sangre en dependencia de estas necesidades. Durante el ejercicio físico la demanda metabólica aumenta, sobre todo a expensas del consumo de oxígeno por parte del tejido muscular. Para conseguir satisfacer esta demanda la función cardíaca experimenta cambios que conllevan a un incremento del gasto cardíaco<sup>1</sup>.

Múltiples estudios demuestran los beneficios que aporta la práctica de ejercicio físico, no solo originando cambios que favorecen la composición corporal de la persona y reforzando estructuras de su sistema osteomioarticular, sino beneficios que contribuyen al aumento de la eficiencia respiratoria y el mejoramiento de la calidad de vida<sup>2</sup>.

La actividad física deportiva puede ser catalogada según su formalidad como<sup>3</sup>:

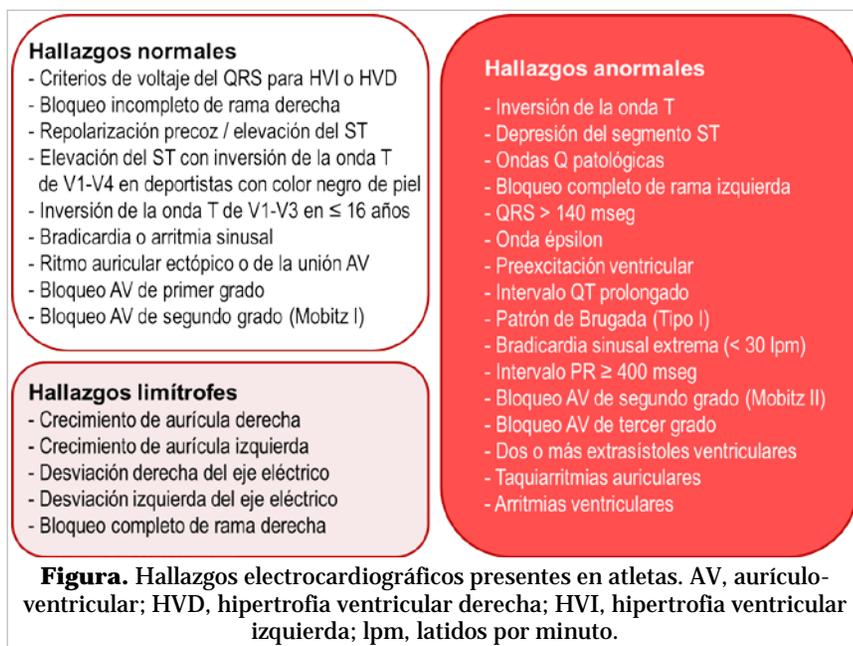
- Formal, donde lo estrictamente importante es el resultado de la competición y es realizada por profesionales que desarrollan un entrenamiento corporal planificado para mantener o mejorar los componentes de su aptitud física.
- Semiformal, en la cual se conserva la competitividad, pero los deportistas no tiene un entrenamiento intenso y no participan en competiciones oficiales.

- Informal, cuando tiene un carácter recreativo y se desarrolla en el tiempo libre del individuo.

El entrenamiento deportivo desarrolla una serie de adaptaciones en el corazón tanto a nivel morfológico como funcional, las cuales pueden ser denominadas como el «síndrome del corazón de atleta», descrito por primera vez, según Yañez<sup>4</sup>, por Henschen, a finales del siglo XIX. Aspectos como tipo de deporte que se realiza, duración e intensidad del entrenamiento y los años de práctica, influyen en el desarrollo de estas adaptaciones.

En estudios publicados se informan efectos positivos sobre la salud cardiovascular con la práctica de actividad física y el deporte en atletas. No obstante, en el caso de deportes intensos, también se ha demostrado el incremento del riesgo de eventos cardiovasculares y la aparición de muerte súbita de causa cardíaca<sup>1</sup>. Un atleta se considera de élite si practica ejercicio durante seis horas o más a la semana y compite regularmente a nivel regional, nacional o internacional<sup>5</sup>.

El electrocardiograma en reposo es considerado una herramienta importante desde el punto de vista de su costo/efectividad para la evaluación de los deportistas. Mediante este examen se registran los cambios morfofisiológicos que ocurren en el corazón producto la actividad física formal mantenida, considerados como normales, y se pueden evidenciar, además, otros hallazgos anormales o signos patológicos que sugieran la existencia de una enfermedad cardiovascular subyacente. Estos últimos,



médicos del deporte publicado por la *British Journal of Sports Medicine* en 2017<sup>7</sup>. Se determinaron los hallazgos electrocardiográficos y se agruparon en tres grupos o categorías (**Figura**): hallazgos normales encontrados en atletas (relacionados con el entrenamiento), hallazgos límite (anteriormente catalogados como anormales) y hallazgos anormales.

Todos los electrocardiogramas fueron interpretados por dos evaluadores y en caso de existir diferentes opiniones se consultó a un tercer evaluador. Los resultados obtenidos fueron procesados mediante análisis estadístico univariado y presentados mediante tablas.

pueden alertar al profesional médico de la presencia de una condición predisponente y desencadenante de muerte súbita en este grupo de personas<sup>6</sup>.

En vista de todo lo anteriormente mencionado hemos realizado el presente estudio con el objetivo de identificar los trastornos electrocardiográficos presentes en jóvenes atletas de un club deportivo de fútbol.

## MÉTODO

Se realizó un estudio descriptivo y prospectivo de corte transversal, en el período de enero a junio de 2019 en el club deportivo Delfín Sc. de la ciudad de Manta, provincia Manabí, Ecuador, en el período de enero a junio de 2019.

Se estudiaron 40 atletas del género masculino, pertenecientes a la liga de reserva, cuyas edades estaban comprendidas entre 17 y 22 años. Estos fueron interrogados y evaluados en la consulta; y además se les realizó, en posición de decúbito supino, un electrocardiograma en reposo de 12 derivaciones con un electrocardiógrafo modelo BTL-08 MT PLUS de 12 canales, con impresiones en formato 112 milímetros.

El análisis de los trazos obtenidos se efectuó según las recomendaciones para la interpretación de electrocardiogramas de 12 derivaciones en el atleta del último consenso internacional de cardiólogos y

## RESULTADOS

Del total de atletas que conformaron el estudio, la mayoría (75 %) eran mestizos, siete afroecuatorianos y solo 3 blancos. Sus edades estaban comprendidas entre 17 y 22 años, con una media de 19 años. Las medidas antropométricas obtenidas revelaron un peso entre 52 y 84 kg, con una media de 62 kg; y una media de talla de 177 cm (rango 159 - 187 cm). El cálculo del índice de masa corporal demostró que el total de los deportistas estudiados se encontraban en el rango de la normalidad (entre 18,5 - 24,9 kg/m<sup>2</sup>), con una media para esta variable de 20 kg/m<sup>2</sup>.

Respecto a los años de dedicación a la práctica deportiva (**Tabla 1**), se encontró que la mayoría de los atletas llevaba más de 1 año vinculado directamente al deporte. De estos, el 62,5% refirió encontrarse entre 1 y 5 años conformando la liga de reser-

**Tabla 1.** Distribución según años de práctica deportiva.

Práctica deportiva (años)	Nº	%
Menos de 1 año	9	22,5
1 - 5 años	25	62,5
Más de 5 años	6	15,0
Total	40	100,0

va profesional, mientras que un 15% pertenecían al club por un período mayor de 5 años.

Entre los hallazgos electrocardiográficos normales observados (**Tabla 2**) se destacó en primer lugar la bradicardia sinusal, entre 30 y 60 latidos por minuto (60%). En segundo lugar, el patrón de bloqueo parcial o incompleto de rama derecha (42,5%) y en tercer lugar la hipertrofia del ventrículo izquierdo con incrementos de voltaje del QRS ( $SV_1 + RV_5$  o  $RV_6 > 35$  mV).

Como hallazgos limítrofes solo se evidenciaron la presencia aislada de desviación del eje eléctrico hacia la derecha, mayor de  $120^\circ$ , y el de bloqueo completo de la rama derecha. Finalmente, entre los hallazgos electrocardiográficos anormales encontrados en el estudio (**Tabla 3**), se pudo observar que los más frecuentes fueron: las inversiones de la onda T en el 10% de los deportistas (con profundidad  $\geq 1$  mm en, al menos, dos derivaciones contiguas); seguido de trastornos de la conducción intraventricular con QRS  $\geq 140$  ms (7,5%) y ondas Q patológicas con relación Q/R  $\geq 0,25$  o Q  $\geq 40$  ms en, al menos, 2 derivaciones (5%). Otros hallazgos anormales que fueron evidenciados de manera aislada fueron el bloqueo aurículo-ventricular de tercer grado y la preexcitación ventricular con intervalo PR corto de 110 ms, onda delta y QRS ancho de 122 ms.

## DISCUSIÓN

La distribución étnica evidenciada en la investigación coincide con los datos obtenidos de la secretaría nacional de planificación y desarrollo de Ecuador; que, según el análisis de la Agenda Regional de Población y Desarrollo después del 2014, plantea que el 71,9% de los ecuatorianos se autoidentifican como mestizos<sup>8</sup>.

El total de los atletas estudiados estaban vinculados a la práctica deportiva con un ritmo de entrenamiento diario de 90 minutos de lunes a viernes, más dos tiempos de 45 minutos de partidos los sábados; al lograr aproximadamente nueve horas de

**Tabla 2.** Hallazgos electrocardiográficos normales encontrados en los atletas (n=40).

Hallazgos electrocardiográficos	Nº	%
Patrón de hipertrofia ventricular izquierda	10	25,0
Patrón de hipertrofia ventricular derecha	1	2,5
Bloqueo de rama derecha incompleto	17	42,5
Bradicardia sinusal	24	60,0
Arritmia sinusal respiratoria	9	22,5
Bloqueo aurículo-ventricular de primer grado	3	7,5

**Tabla 3.** Hallazgos electrocardiográficos anormales encontrados en los atletas (n=40).

Hallazgos electrocardiográficos	Nº	%
Inversión de la onda T	4	10,0
Onda Q patológica	2	5,0
Trastorno de la conducción intraventricular	3	7,5
Preexcitación ventricular	1	2,5
Bloqueo aurículo-ventricular de tercer grado	1	2,5

actividad física semanal. Esta carga de entrenamiento se relacionó directamente con los hallazgos electrocardiográficos normales encontrados, los cuales – según los consensos publicados hasta la fecha – son comúnmente observados en atletas y se relacionan directamente con la intensidad y el tiempo de entrenamiento, razón por la que son considerados como normales<sup>7,9</sup>. Entre estos hallazgos, la bradicardia sinusal es la más comúnmente encontrada y se plantea que puede aparecer hasta en más del 50% de los deportistas de alto rendimiento<sup>10,11</sup>, lo que coincide con lo encontrado en nuestro estudio.

Desde que en el 2005 fueron publicadas las primeras recomendaciones para la interpretación de los electrocardiogramas en atletas<sup>12</sup>, han existido algunas modificaciones en cuanto a los elementos encontrados que puedan ser clasificados como normales o anormales. Reuniones de expertos se han realizado en diferentes partes del mundo con el análisis y la divulgación de nuevos criterios y consensos<sup>13,14</sup> hasta llegar al último publicado en 2017<sup>7</sup>, en la cual se incluye una nueva categoría, que son los hallazgos electrocardiográficos denominados limítrofes.

Estas alteraciones, previamente consideradas dentro de la categoría de hallazgos anormales, pueden aparecer de forma aislada en atletas que no presenten síntomas ni asociación a episodios de muerte súbita o historia de enfermedad cardíaca hereditaria. De ser así, no debe considerarse en estos deportistas la realización de estudios de evaluación adicional. No obstante, en caso de presentarse en número de dos o más, sí está indicada la realización de exámenes adicionales, con el objetivo de investigar posibles trastornos cardiovasculares patológicos asociados con muerte súbita<sup>15</sup>.

Los hallazgos electrocardiográficos anormales en deportistas no aparecen publicados comúnmente, pero son considerados como causa importante de muerte súbita de origen cardiovascular en atletas. La miocardiopatía hipertrófica es la causa que con mayor frecuencia se describe en la literatura médica, aunque existen otras enfermedades como las canalopatías, las anomalías congénitas de las arterias coronarias y la displasia arritmogénica del ventrículo derecho<sup>16,17</sup>. Ninguna de las mencionadas coincide con las detectadas en nuestro estudio, pero de igual manera se considera de importancia recalcar que en los atletas donde se detecten este tipo de hallazgos deben realizarse otras evaluaciones complementarias, entre las cuales se encuentran el holter, la ergometría y las pruebas de imagen, principalmente el ecocardiograma y la resonancia magnética nuclear, para evidenciar la enfermedad cardiovascular y tratarla de la mejor manera, según los protocolos establecidos para la habilitación deportiva y la inhabilitación transitoria o definitiva<sup>7,11,18-20</sup>.

## CONCLUSIONES

La práctica de actividad física ocasiona cambios electrocardiográficos que son considerados como normales en deportistas de élite. Sin embargo, la existencia de hallazgos anormales o patológicos sugiere la existencia de enfermedad cardiovascular asociada, que constituye un factor de riesgo desencadenante de eventos que pueden ser fatales como la muerte súbita de origen cardíaco. Por este motivo se concluye que todos los atletas de élite requieren de una evaluación cardiovascular inicial y periódica para lograr un diagnóstico y atención oportunos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Cordero A, Masiá MD, Galve E. Ejercicio físico y salud. *Rev Esp Cardiol*. 2014;67(9):748-53.
2. Córdoba García R, Camaralles Guillem F, Muñoz Seco E, Gómez Puente JM, San José Arango J, Ramírez Manent JI, *et al*. Recomendaciones sobre el estilo de vida. Actualización PAPPs 2018. *Aten Primaria*. 2018;50(Supl 1):29-40.
3. Pérez Flores AM. El cambio cultural y su influencia en las tipologías deportivas. *Hekademos*. 2015;17:75-84.
4. Yañez F. Síndrome corazón de atleta: historia, manifestaciones morfológicas e implicancias clínicas. *Rev Chil Cardiol*. 2012;31(3):215-25.
5. Sheikh N, Papadakis M, Ghani S, Zaidi A, Gati S, Adami PE, *et al*. Comparison of electrocardiographic criteria for the detection of cardiac abnormalities in elite black and white athletes. *Circulation*. 2014;129(16):1637-49.
6. Lavie CJ, Harmon KG. Routine ECG screening of young athletes: Can this strategy ever be cost effective? *J Am Coll Cardiol*. 2016;68(7):712-4.
7. Drezner JA, Sharma S, Baggish A, Papadakis M, Wilson MG, Prutkin JM, *et al*. International criteria for electrocardiographic interpretation in athletes: Consensus statement. *Br J Sports Med*. 2017;51(9):704-31.
8. Dirección de Métodos, Análisis e Investigación. Agenda Regional de Población y Desarrollo después del 2014 en Ecuador [Internet]. Quito: Senplades; 2013 [citado 6 Jul 2019]. Disponible en: <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/Agenda-Regional-de-Poblacion-y-Desarrollo-despu%3%a9s-del-2014-en-Ecuador.pdf>
9. Sheikh N, Papadakis M, Ghani S, Zaidi A, Gati S, Adami PE, *et al*. Comparison of electrocardiographic criteria for the detection of cardiac abnormalities in elite black and white athletes. *Circulation*. 2014;129(16):1637-49.
10. Machado M, Vaz Silva M. Benign and pathological electrocardiographic changes in athletes. *Rev Port Cardiol*. 2015;34(12):753-70.
11. Huttin O, Selton-Suty C, Venner C, Vilain JB, Rochecongar P, Aliot E. Electrocardiographic patterns and long-term training-induced time changes in 2484 elite football players. *Arch Cardiovasc Dis*. 2018;111(5):380-8.
12. Corrado D, Pelliccia A, Bjørnstad HH, Vanhees L, Biffi A, Borjesson M, *et al*. Cardiovascular pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden death: proposal for a common European protocol. Consensus Statement of the Study Group of Sport Cardiology of

- the Working Group of Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology and the Working Group of Myocardial and Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J.* 2005; 26(5):516-24.
13. Corrado D, Pelliccia A, Heidbuchel H, Sharma S, Link M, Basso C, *et al.* Recommendations for interpretation of 12-lead electrocardiogram in the athlete. *Eur Heart J.* 2010;31(2):243-59.
  14. Drezner JA, Ackerman MJ, Anderson J, Ashley E, Asplund CA, Baggish AL, *et al.* Electrocardiographic interpretation in athletes: the 'Seattle criteria'. *Br J Sports Med.* 2013;47(3):122-4.
  15. Serratos-Fernández L, Pascual-Figal D, Masiá-Mondéjar MD, Sanz-de la Garza M, Madaria-Marijuan Z, Gimeno-Blanes JR, *et al.* Comentarios a los nuevos criterios internacionales para la interpretación del electrocardiograma del deportista. *Rev Esp Cardiol.* 2017;70(11):983-90.
  16. Schmeihil C, Malhotra D, Patel DR. Cardiac screening to prevent sudden death in young athletes. *Transl Pediatr.* 2017;6(3):199-206.
  17. Erazo Martínez OF, Álvarez Ríos JN. Muerte súbita en el deporte, propuesta de intervención temprana. *Rev Iberoam Cienc Act Fís Dep.* 2018;7(1):23-33.
  18. Gabe ED, Eichenblat JD, Muglia M, Brunelli G, Vetere L, Dos Santos D, *et al.* Evaluación precompetitiva de atletas. Experiencia de la Asociación del Fútbol Argentino en futbolistas juveniles. *Rev Arg Cardioangiol Interv.* 2018;9(2):88-93.
  19. Malhotra A, Dhutia H, Finocchiaro G, Gati S, Beasley I, Clift P, *et al.* Outcomes of cardiac screening in adolescent soccer players. *N Engl J Med.* 2018;379(6):524-34.
  20. Calò L, Martino A, Tranchita E, Sperandii F, Guerra E, Quaranta F, *et al.* Electrocardiographic and echocardiographic evaluation of a large cohort of peri-pubertal soccer players during pre-participation screening. *Eur J Prev Cardiol.* 2019;26(13):1444-55.