

Alteraciones electrocardiográficas en jóvenes atletas de alto rendimiento

MSc Dr. Yuri Medrano Plana¹✉, Dr. Ángel R. Castillo Marcillo², Dr. Adalberto M. Lugo Morales³ y Dr. Marco A. Arévalo Andrade⁴

¹ Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Laica Eloy Alfaro. Manta, Manabí, Ecuador.

² Servicio de Cardiología, Hospital General Rodríguez Zambrano. Manta, Manabí, Ecuador.

³ Centro de Especialidades Cardiovasculares. Maracaibo, Zulia, Venezuela.

⁴ 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 cardíaco¹.

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 vida².

La actividad física deportiva puede ser catalogada según su formalidad como³:

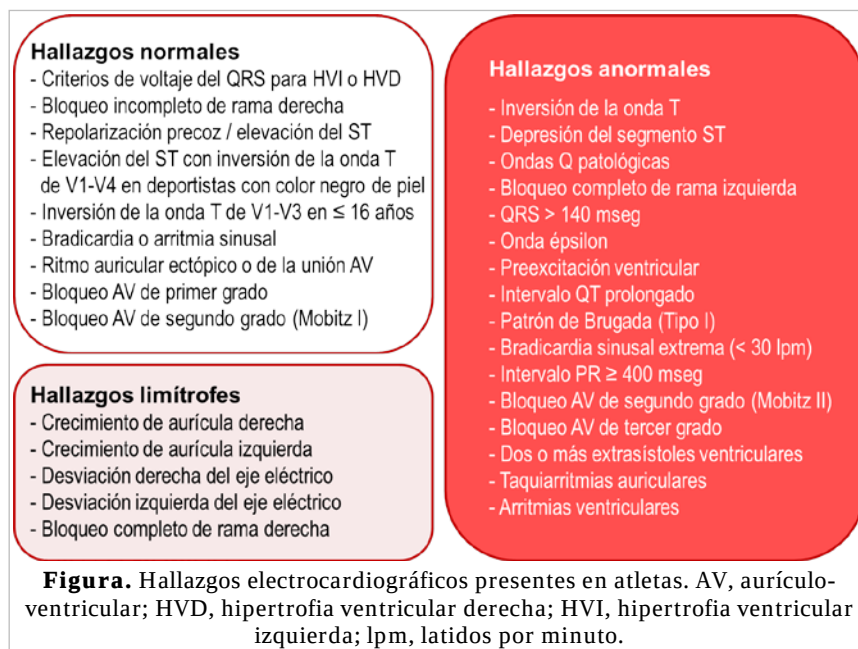
- Formal, donde lo estrictamente importante es el resultado de la competición y es realizada por profesionales que desarrollan un entrenamiento corporal planificado para mantener o mejorar los componentes de su aptitud física.
- Semiformal, en la cual se conserva la competitividad, pero los deportistas no tienen 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 Yañez⁴, 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 cardíaca¹. 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 internacional⁵.

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 2017⁷. 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 personas⁶.

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/m²), con una media para esta variable de 20 kg/m².

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° , 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 ≥ 1 mm en, al menos, dos derivaciones contiguas); seguido de trastornos de la conducción intraventricular con QRS ≥ 140 ms (7,5%) y ondas Q patológicas con relación Q/R $\geq 0,25$ o Q ≥ 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 mestizos⁸.

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^{7,9}. 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^{10,11}, 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 atletas¹², 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^{13,14} hasta llegar al último publicado en 2017⁷, 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 súbita¹⁵.

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^{16,17}. 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^{7,11,18-20}.

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 elite 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-Poblaci%C3%B3n-y-Desarrollo-despu%C3%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, Bjørnsson 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. Schmehil 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.

Electrocardiographic alterations in young high-performance athletes

Yuri Medrano Plana¹✉, MD, MSc; Ángel R. Castillo Marcillo², MD; Adalberto M. Lugo Morales³, MD; and Marco A. Arévalo Andrade⁴, MD

¹ Faculty of Medical Sciences, Universidad Laica Eloy Alfaro. Manta, Manabí, Ecuador.

² Department of Cardiology, Hospital General Rodríguez Zambrano. Manta, Manabí, Ecuador.

³ Center for Cardiovascular Specialties. Maracaibo, Zulia, Venezuela.

⁴ Club Deportivo Delfín Sc. Manta, Manabí, Ecuador.

Este artículo también está disponible en español

ARTICLE INFORMATION

Recibido: 12 de julio de 2019

Aceptado: 22 de agosto de 2019

Competing interests

The authors declare no competing interests

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 underlying 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

Alteraciones electrocardiográficas en jóvenes atletas de alto rendimiento

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.

✉ Y Medrano Plana
Calle 16 entre avenida 31 y 30
2307. Manta CP 130802.
Manabí, Ecuador.
E-mail address:
yuri.medrano@uleam.edu.ec y
cubaccv@gmail.com

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

INTRODUCTION

The cardiovascular system has the function of providing the blood necessary to meet the metabolic needs of each of the tissues that make up the body. Within this system, the heart is a muscular organ that has its own energy and it is responsible for pumping the blood depending on these needs. During physical exercise, the metabolic demand increases, especially at the expense of oxygen consumption by muscle tissue. In order to meet this demand, the cardiac function experiences changes that lead to increased cardiac output¹.

Multiple studies demonstrate the benefits of physical exercise, not only causing changes that favor the body composition of the person and strengthening structures of the musculoskeletal system, but benefits that contribute to increased respiratory efficiency and improved quality of life².

Sports physical activity can be classified according to its formality as³:

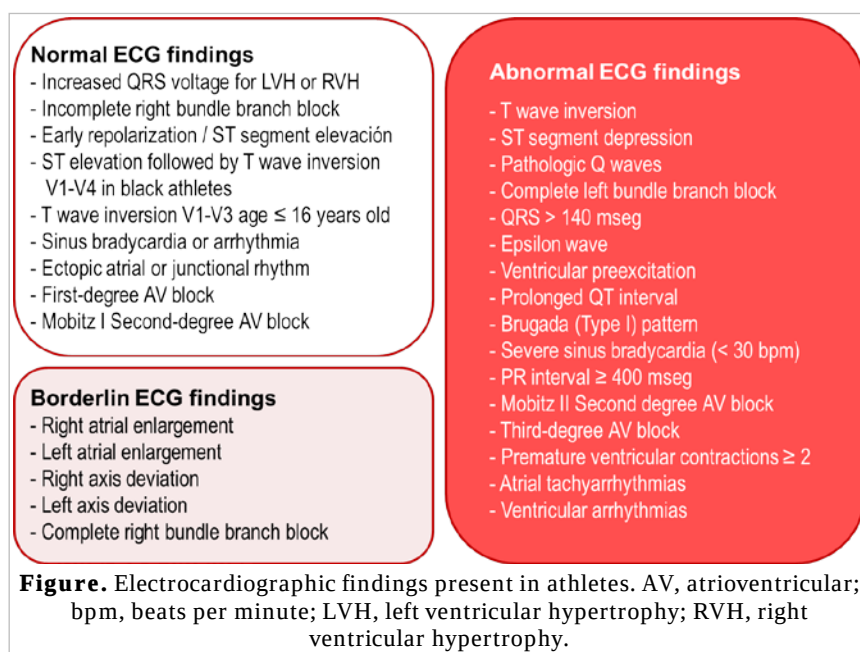
- Formal: where the important thing is strictly the result of the competition and it is performed by professionals who develop a body workout planned to maintain or improve their physical fitness components.
- Semiformal: in which competitiveness is preserved, but athletes do not have intense training and do not participate in official competitions.
- Informal: when it has a recreational character and it is developed in the free time of the individual.

Sports training develops a series of adaptations in the heart at both, morphological and functional levels, which can be referred to as the “athletic heart syndrome”, described for the first time, according to Yañez⁴, by Henschen, at the end of the XIX century. Aspects such as the type of sport that is performed, duration and intensity of training and years of practice influence the development of these adaptations.

In published studies are reported positive effects on in athletes' cardiovascular health due to physical activity and sports. However, in the case of intense sports, it has also been shown increased risk of cardiovascular events and the occurrence of sudden death of cardiac origin¹. An athlete is considered elite if the training is for six hours or more a week, and regularly competes at the regional, national or international level⁵.

The electrocardiogram at rest is considered an important tool from the point of view of cost/effectiveness for the athletes' assessment. Through this test are registered morphophysiological changes occurring in the heart as a result of maintained formal physical activity, considered normal, and it may show, in addition, other abnormal findings or pathological signs suggesting the existence of an underlying cardiovascular disease. The latter can alert the medical professional of the presence of a predisposing condition and trigger of sudden death in this group of people⁶.

Considering all the aforementioned, we have developed the present study with the aim of identifying electrocardiographic disorders present in young



high-performance athletes of a football sports club.

METHOD

A prospective descriptive cross-sectional study was carried out in the period from January to June 2019, in the "Club Deportivo Delfín Sc." from the city of Manta, Manabí Province, Ecuador.

A total of 40 athletes were studied, all of them males, belonging to the reserve league, whose ages were between 17 and 22 years. These were interrogated and evaluated in the consultation and underwent, in supine position, a 12-lead electrocardiogram at rest, with an electrocardiograph BTL-08 MT PLUS model of 12 channels, with prints in 112 mm format.

The analysis of the obtained traces was made according to the recommendations for the interpretation of the 12-lead electrocardiograms in the athlete, from the last international consensus of cardiologists and sport physicians published by the British Journal of Sports Medicine in 2017⁷. The electrocardiographic findings were determined and gathered into three groups or categories (**Figure**): normal findings found in athletes (related to training), borderline findings (previously classified as abnormal), and abnormal findings.

All electrocardiograms were interpreted by two evaluators and if there were different opinions, a third evaluator was consulted. The results obtained

were processed by univariate statistical analysis and presented in tables.

RESULTS

From the total number of athletes who made up the study, the majority (75%) were mestizos, seven Afro-Ecuadorians and only 3 whites. Their ages were between 17 and 22 years, with an average of 19 years. The anthropometric measurements obtained revealed weights between 52 and 84 kg, with an average of 62 kg; also an average size of 177 cm (range 159-187 cm). The calculation of the body mass index showed that the total of athletes studied were in the normal range (between 18.5 to 24.9

kg/m²), with an average for this variable of 20 kg/m².

Regarding the years of dedication to sports practice (**Table 1**), it was found that most of the athletes had more than one year linked directly to the sport; of these, 62.5% expressed to be between one and five years belonging to the professional reserve league, while 15% belonged to the club during a period larger than five years.

Among the normal electrocardiographic findings observed (**Table 2**), the sinus bradycardia was first highlighted, between 30 and 60 beats per minute (60%). Second, the partial or incomplete right bundle branch block pattern (42.5%) and thirdly the left ventricle hypertrophy with increases in the QRS voltage ($SV_1 + RV_5$ o $RV_6 > 35$ mV).

As borderline findings only the presence isolated deflection of the electric axis to the right, more than 120°, was evidenced, as well as the full right bundle

Table 1. Distribution according to years of sports practice.

Sports practice (years)	Nº	%
Less than 1 year	9	22.5
1-5 years	25	62.5
More than 5 years	6	15.0
Total	40	100.0

branch block. Finally, among the abnormal electrocardiographic findings in the study (**Table 3**), it was observed that the most frequent were: inverted T wave in the 10% of athletes (depth ≥ 1 mm, at the least, two contiguous leads); followed by intraventricular conduction disorders QRS ≥ 140 ms (7.5%) and pathological Q waves with ratio Q/R ≥ 0.25 or Q ≥ 40 ms in at the least two leads (5%). Other abnormal findings were evidenced in isolation, like the third-degree atrioventricular block and the ventricular preexcitation with short PR interval of 110 ms, delta wave and QRS width of 122 ms.

DISCUSSION

The ethnic distribution evidenced in this research coincides with the data obtained from the *Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo de Ecuador*, which, according to an analysis of the *Agenda Regional de Población y Desarrollo* after 2014, suggests that 71.9% of Ecuadorians identify themselves as mestizos⁸.

The total number of athletes studied were linked to sports with a daily training rate of 90 minutes from Monday to Friday, plus two 45-minute times of games on Saturdays, achieving approximately nine hours of physical activity weekly. This training load was directly related with the electrocardiographic findings identified as normal, which –according to the consensus published to this date– are commonly observed in athletes and are directly related to the intensity and workout time; reason why they are considered as normal^{7,9}. Among these findings, the sinus bradycardia was the most common, and it may appear until more than 50% of high-performance athletes^{10,11}, which coincides with what was found in our study.

Since in 2005 were published the first recommendations for the interpretation of the electrocardiograms in athletes¹², there have been some changes in terms of the elements that can be classified as normal or abnormal. Meetings of experts have taken place in different parts of the world with the analysis and the disclosure of new criteria and consensus^{13,14}

Table 2. Normal electrocardiographic findings found in athletes (n=40).

Electrocardiographic findings	Nº	%
Left ventricular hypertrophy pattern	10	25.0
Right ventricular hypertrophy pattern	1	2.5
Incomplete right bundle branch block	17	42.5
Sinus bradycardia	24	60.0
Respiratory sinus arrhythmia	9	22.5
First-degree atrioventricular block	3	7.5

Table 3. Abnormal electrocardiographic findings in athletes (n=40).

Hallazgos electrocardiográficos	Nº	%
Inverted T wave	4	10.0
Pathological Q wave	2	5.0
Intraventricular conduction disorder	3	7.5
Ventricular preexcitation	1	2.5
Third-degree atrioventricular block	1	2.5

up to the last published in 2017⁷, in which a new category is included, which are the borderline electrocardiographic findings.

These alterations, previously considered as within the category of abnormal findings, may appear in isolation in athletes who have no symptoms or association to events of sudden death or history of hereditary heart disease. In that case, conducting studies for further evaluation must not be considered in these athletes. Nonetheless, if present in number of two or more, additional examinations are actually indicated, in order to research for possible pathological cardiovascular disorders associated with sudden death¹⁵.

The abnormal electrocardiographic findings in athletes do not commonly appear published, but they are considered as important causes of sudden death of cardiovascular origin in these specific group of people. The myocardial hypertrophy is the most frequent cause described in the bibliography, but other diseases such as channelopathies, congenital abnormalities of the coronary arteries and arrhythmogenic right ventricular dysplasia^{16,17} must be considered as well. None of the above match those found in our study, but it is equally considered im-

portant to emphasize that athletes where such findings are detected must have further complementary assessments, among which are the Holter, the stress test and imaging tests, mainly the echocardiogram and the nuclear magnetic resonance, to evidence the cardiovascular disease and treat it in the best way, according to the protocols established for the sports qualification and temporary or permanent disqualification^{7,11,18-20}.

CONCLUSIONS

The practice of physical activity causes electrocardiographic changes that are considered normal in elite athletes. Nevertheless, the existence of abnormal or pathological findings suggests the existence of associated cardiovascular disease, which is a risk factor triggering events that can be fatal as sudden cardiac death. Therefore, we conclude that all elite athletes require one initial cardiovascular assessment and on periodic basis, in order to achieve timing diagnosis and health care.

REFERENCES

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 JJ, *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 [cited 6 Jul 2019]. Available at: <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/Agenda-Regional-de-Poblaci%C3%B3n-y-Desarrollo-despu%C3%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. Schmehil 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.