



Universidad de Matanzas
Sede "Camilo Cienfuegos"
Facultad de Cultura Física de Matanzas

**"HALLAZGOS ELECTROCARDIOGRÁFICOS QUE PRESENTAN LOS
DEPORTISTAS DE LA CANTERA TNT DEL EQUIPO PROFESIONAL DE
BALONCESTO MARINOS DE ANZOÁTEGUI"**

**Trabajo de Diploma para optar por el título de Licenciado en Cultura
Física.**

Autor: Juan Ahmed Sánchez de la O

Tutores: MSc. Abel Gallardo Sarmiento

MSc. Gregorio Antonio Mejías Pérez

Ciudad de Matanzas

2015

DEDICATORIA:

Le dedico esta tesis al MSc. Juan Anselmo Sánchez Borges (mi padre), que pese a la distancia de siete mil kilómetros, daría su vida por estar aquí en este momento. Gracias por ser mi guía desde edades tempranas hasta la mayoría de edad. No hubiera podido tener mejor papá que tú y aunque estuviste lejos todo este tiempo, fuiste mi mayor inspiración para mi tesis, te la regalo, gracias por confiar en mí, te adoro.

AGRADECIMIENTOS:

- ✓ A la Lic. Leticia de la O Casals, mi mamá, gracias por ser mi padre y madre en el momento que mi padre no estuvo, por darme la vida desde el 8 de septiembre de 1990 hasta la fecha, te amo mamá.
- ✓ A Gladys Casals Parrondo, mi abuela, hubiese querido que estuvieras viéndome en este momento trascendental de mi vida, aunque no te encuentres físicamente entre nosotros, siempre estarás en mi corazón.
- ✓ A mi tutor el MSc. Abel Gallardo Sarmiento, por haberme ayudado incondicionalmente, por ser un hijo más de mi papá, por ser muchos más que mi profesor, mi amigo y el hermano que nunca tuve.
- ✓ A Osmani Fontes Giniebra, por ser mi segundo padre.
- ✓ A Liz Díaz López, gracias por enamorarme, amarme y hacerme sentir que de verdad te importo, siempre serás el amor de mi vida.
- ✓ A Yuri Bakalets Acosta, por ser mi amigo y compañero de estudio en toda la carrera.
- ✓ A la Dra.C. Norma Saínez de la Torre y a la MSc. Walquiria de la Caridad Dorta Romero, por considerarme su niño lindo.
- ✓ A la profesora Olga Pérez por permitirme ser su preferido.
- ✓ A Yoanka, Ángel, Julio, Norma, María Elena Pineda y Yanoccy, por su sincera amistad.
- ✓ Al DrC. René Perera, por ser el profesor más peleón que me ha dado clase.
- ✓ Al DrC. José Raúl Hernández Souza, por ser el profesor más paciente de todos mis profesores.

- ✓ A la Dra. C. Danay Quintana, al MSc. Lázaro Francis, al Lic. Jorge Esteban Maziques y al MSc. Pedro Pablo Galán, por su apoyo incondicional.
- ✓ Al MSc. Álvaro Vázquez Iglesia, por su ejemplo y hubiera deseado ser su alumno.
- ✓ A los profesores Evelio, Osmani, Alfredito, Onyx, Labrada, Juan Carlos, Iliana y Chasnielis, por ser excelentes profesores.
- ✓ A amigo entrañable Eliseo, que los mejores perfumes vienen en frascos chiquitos.
- ✓ A la profesora Belkys, por su entrañable amistad.
- ✓ A mis grandes amores Mercedes, Martica, Marlén y María Hilda.
- ✓ Al gran jefe y decano de la Facultad de Cultura Física, Dr.C. Jorge Michel Ruíz.
- ✓ A mis amigos Navel Parra, Margarita, Manzano y Piedra, por soportarme tal como soy.
- ✓ Muchas gracias a todos los profesores que han tenido que ver con mi carrera y vida personal.

PENSAMIENTO:

“La única salud verdadera, es la que viene a un cuerpo bien administrado del orden de la mente y la serenidad del corazón”.

Patria, 27 de agosto de 1892.

RESUMEN:

El deporte profesional lejos de ser saludable, constituye una agresión al organismo, en especial, el sistema cardiovascular, que sufre los más marcados efectos, por tanto es necesario realizar estudios de electrocardiografía, ya que se desconocen los hallazgos electrocardiográficos que enuncian la asimilación de las cargas de entrenamiento de los deportistas de la cantera TNT del equipo baloncesto profesional Marinos de Anzoátegui de Venezuela. Es por ello que la investigación está dirigida a cómo se comportan los hallazgos electrocardiográficos que se presentan dichos deportistas. En aras de solucionar esta interrogante se establece como objetivo: realizar un estudio de los hallazgos electrocardiográficos que se presentan los deportistas del equipo profesional investigado. En el desarrollo de la investigación se emplearon los métodos teóricos y empíricos, en especial, la medición, a través del protocolo de lectura electrocardiográfica. Los resultados evidenciados, señalan la existencia de hallazgos típicos de adaptaciones cardiovasculares como son: Onda S aumentada en voltaje, la aparición en la Onda U y la disminución de la frecuencia cardíaca. Se determinó que existen relaciones de dependencia entre la cantidad de criterios electrocardiográficos y la disminución de la frecuencia, siempre y cuando estas no se asocien a patologías subyacentes.

ABSTRACT:

Professional sport, far from being healthful, it is an aggression to the organism, specially to the cardiovascular system, which suffers the most acute effects, therefore it is necessary to make electrocardiography studies because electrocardiography criteria are unknown about the statement of assimilation charges of sportmen of the TNT source of the basketball professional team Anzoátegui Mariners, Venezuela. That is why the research is aimed at determining how electrocardiography criteria that these sportmen have, behave. So as to give a solution to this request, the objective of this paper is to make a study of electrocardiography criteria that sportmen of professional team that is investigated present. During the development of the investigation, theoretical and empirical methods were used, specially measurement through the reading electrocardiography protocol, Evidenced results point out existence of typical findings of cardiovascular adaptations as they are increased voltage S Wave, U Wave appearance and decrease of heart frequency. It was determined that there are dependence relations among the quantity of electrocardiography criteria and the decrease of the heart frequency whenever these are not associated to hidden pathologies.

ÍNDICE	Páginas
Introducción.....	1
Capítulo 1. Fundamentos teóricos de la electrocardiografía y alto rendimiento.....	7
1.1 Electrocardiografía. Características generales.....	7
1.2 El electrocardiograma normal.....	12
1.3 Alteraciones electrocardiográficas.....	14
1.3.1 Alteraciones de la onda P (Hipertrofias Auriculares).....	14
1.3.2 Alteraciones del QRS en anchura.....	15
1.3.3 Alteraciones del QRS en Voltaje.....	20
1.3.4 Alteraciones del segmento ST y de la onda T.....	23
1.3.5 Alteraciones del intervalo del PR.....	24
1.3.6 Alteraciones del intervalo QT.....	26
1.3.7 Arritmias cardíacas y su interpretación electrocardiográfica.....	26
1.4 Historia del equipo profesional de baloncesto Marinos de Anzoátegui.	28
Capítulo 2. Diseño metodológico de la investigación.....	30
2.1 Diseño de la investigación.....	30
2.1 Selección de la muestra.....	31
2.2 Métodos de Investigación.....	32
2.2.1 Métodos Teóricos.....	33
2.2.2 Métodos Empíricos.....	33
2.3 Técnicas y procedimientos estadísticos.....	35
2.4. Análisis e interpretación de los resultados.....	37
Conclusiones.....	50
Recomendaciones.....	50
Bibliografía.....	51
Anexo.....	–

INTRODUCCIÓN:

En el deporte profesional, es de vital importancia la planificación del entrenamiento con el objetivo de alcanzar altos resultados, pero en el trayecto de la preparación no se debe obviar una serie de aspectos como la dosificación de las cargas, volumen e intensidades del trabajo, los que deben ir colateralmente acompañados de una serie de pruebas médicas que permitan respaldar el trabajo de los entrenadores.

El deporte profesional lejos de ser saludable, constituye una agresión al organismo, en especial, el sistema cardiovascular, que sufre los más marcados efectos; un ejemplo sencillo: cuando una persona padece de fiebre muy alta, cerca de los valores mortales ($42,2C^{\circ}$), el metabolismo aumenta aproximadamente el 100% de lo normal. Compárese esto con el metabolismo del cuerpo durante una carrera de maratón, donde se eleva y supera incluso el 2000% de lo normal. (21,1167).

En base a lo planteado anteriormente se puede señalar que los entrenadores no pueden limitar su trabajo a los resultados que aportan los diferentes test o pruebas pedagógicas, sino que deben integrarse mancomunadamente con el trabajo del Centro Nacional de Ciencias Aplicadas al Deporte (CENACADE). En estos centros se les brindan servicios de rehabilitación, traumatología, farmacia, odontología, cineantropometría, psicología y laboratorio de pruebas funcional, en donde se realizan pruebas funcionales de terreno y de laboratorio, entre las que se encuentran las de análisis de intercambio metabólico y ergometría, además cuenta con servicios de electrocardiografía básica. Los entrenadores venezolanos generalmente obvian los exámenes electrocardiográficos (ECG) durante el curso del entrenamiento, y a veces por

concepciones erróneas creen que el entrenamiento marcha bien, pero puede traer como consecuencia el déficit de rendimiento y en otros casos, la lamentable pérdida de la vida del deportista, por lo que siempre es importante recordar que la vida del mismo se encuentra en las manos de cada entrenador. Los diferentes planes de entrenamientos para lograr el rendimiento deportivo en disímiles especialidades y la repercusión social del deporte han alcanzado niveles que sitúan al mismo en el eje de las preferencias de una parte muy importante de la población mundial. Los practicantes desde la época de la cultura griega tienen el placer de presentar innumerables seguidores que han superado fronteras y continentes por efecto de los medios de comunicación. Se han puesto al alcance de todos los ciudadanos, especialmente en la televisión, la majestuosidad del deporte cuando se manifiesta como tal, sin caer en desviaciones poco ejemplares que repercutan en la salud o al espíritu que deben mantener todos los deportistas. Los entrenadores en el afán de lograr altos resultados aplican iguales cargas sin tener en cuenta el nivel de adaptación fisiológica de los diferentes sistemas del organismo humano, en especial el cardiovascular.

Por tanto es necesario realizar estudios de electrocardiografía, ya que se desconocen los hallazgos electrocardiográficos que enuncian la asimilación de las cargas de entrenamiento de los deportistas de la cantera TNT del equipo profesional de baloncesto Marinos de Anzoátegui de Venezuela, lo que se declara como la **situación problémica de la investigación**.

El **Problema de investigación** se encuentra enmarcado en: ¿Cómo se comportan los hallazgos electrocardiográficos que se presentan en los

deportistas de la cantera TNT del equipo profesional de baloncesto Marinos de Anzoátegui de Venezuela?

Todo lo cual se puede enmarcar dentro del proceso de evaluación electrofisiológica en el deportista profesional que denota su **objeto de estudio**. El **objetivo de la investigación** del presente trabajo es: Realizar un estudio de los hallazgos electrocardiográficos que se presentan en los deportistas de la cantera TNT del equipo profesional de baloncesto Marinos de Anzoátegui de Venezuela. El **campo de acción** se enmarca en los hallazgos electrocardiográficos que se presentan en los deportistas de la cantera TNT del equipo profesional de baloncesto Marinos de Anzoátegui de Venezuela. Para dar cumplimiento a la investigación se optó por formular una serie de **preguntas científicas** para indagar en una serie de elementos relevantes para que el investigador pueda aportar datos al entrenador principal del equipo de baloncesto.

1. ¿Cuáles son los fundamentos teóricos que abordan los distintos aspectos de la electrocardiografía básica y sus modificaciones en el deportista de alto rendimiento?
2. ¿Cuáles son las principales posiciones, ejes eléctricos del corazón y hallazgos electrocardiográficos encontrados en los deportistas investigados?
3. ¿Cuáles son los principales diagnósticos electrocardiográficos que presentan en los deportistas investigados?
4. ¿Cuál es la relación existente entre la cantidad de criterios electrocardiográficos (CCECG) y la frecuencia cardíaca de los deportistas investigados?

Como **Tareas de Investigación** se proponen:

1. Valoración de los fundamentos teóricos que aborden los distintos aspectos de la electrocardiografía básica y sus modificaciones en el deportista de alto rendimiento.
2. Determinación de las principales posiciones, ejes eléctricos del corazón y hallazgos electrocardiográficos encontrados en los deportistas investigados.
3. Determinación de los principales diagnósticos electrocardiográficos que presentan en los deportistas investigados.
4. Establecimiento de la relación existente entre la cantidad de criterios electrocardiográficos (CCECG) y la frecuencia cardíaca de los deportistas investigados.

La investigación brinda los siguientes aportes:

Contribución Teórica: permite profundizar en el campo de la electrocardiografía aplicada al deporte durante el proceso de entrenamiento del equipo profesional de Baloncesto “Marinos de Anzoátegui”, en correspondencia con el tipo de entrenamiento y el tipo de esfuerzo que se realiza. Aborda la problemática desde otra perspectiva, realizando el análisis desde la base, es decir desde los criterios electrocardiográficos que en su unión dan lugar a las diferentes alteraciones del ECG las cuales conllevan al diagnóstico final.

Significación Práctica: Su aporte radica en poder proporcionarle al colectivo de dirección del equipo de baloncesto los resultados de los análisis electrocardiográficos de sus deportistas, criterios y alteraciones que se derivan de sus niveles de adaptación fisiológica, su concreción en la práctica durante el entrenamiento de los diferentes elementos que comprende la preparación del deportista. Ello puede repercutir notablemente en la asimilación o no de las

cargas de entrenamiento. El conocimiento de estos elementos le permitirá al entrenador adoptar las medidas necesarias para que los deportistas puedan entrenar según el principio de individualización de las cargas para alcanzar un mejor aprovechamiento de las mismas e incluso determinar los deportistas con diferentes patologías deportivas.

Para cumplir con las tareas trazadas en la investigación fue seleccionada una muestra compuesta por: 17 deportistas del equipo profesional de baloncesto Marinos de Anzoátegui, registrándose la información necesaria de la aplicación de las mediciones de electrocardiografía en reposo en el periodo de preparación general. Asimismo, fueron utilizados los métodos de investigación teóricos: histórico-lógico, analítico-sintético, inductivo-deductivo. Con respecto a los métodos empíricos se empleó la medición. A continuación se presenta la estructura de la tesis donde aparecen dos capítulos, las conclusiones y recomendaciones, la bibliografía consultada y los anexos.

El capítulo I expone los principales presupuestos teóricos, a los que el autor tuvo acceso en la bibliografía consultada, sobre de la electrocardiografía básica, el mecanismo de excitación cardíaca, las principales ondas, intervalos, segmentos y complejos de electrocardiograma en reposo. Además se exponen las principales patologías y arritmias cardíacas.

A continuación en el capítulo II se muestra el diseño metodológico llevado a cabo para la investigación, exponiéndose la caracterización de la muestra seleccionada, los métodos utilizados, a fin de dar cumplimiento a los objetivos trazados, así como las técnicas y/o procedimientos matemáticos y estadísticos para el procesamiento de los datos. Además se pueden apreciar el análisis e interpretación de los resultados para comprobar su nivel de adaptación

cardiovascular. Se finaliza la tesis con las conclusiones que se alcanzan, las recomendaciones derivadas de las mismas, la bibliografía utilizada en todo el proceso investigativo, así como los anexos incorporados al cuerpo del informe, para una mejor comprensión de su contenido.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA ELECTROCARDIOGRAFÍA Y ALTO RENDIMIENTO

En el presente capítulo se exponen los referentes de la electrocardiografía básica, el mecanismo de excitación cardíaca, las principales ondas, intervalos, segmentos y complejos de electrocardiograma en reposo. Además se exponen las principales patologías y arritmias cardíacas.

1.1 Electrocardiografía. Características generales

“Para facilitar la comprensión de los registros electrocardiográficos se cuenta con la Electrofisiología cardíaca la cual parte de la base de que la célula miocárdica en situación de reposo es eléctricamente positiva a nivel extracelular y negativa a nivel intracelular. Cualquier estímulo produce un aumento de permeabilidad de los canales de sodio, que conlleva a que se cambie la polaridad, siendo positiva intracelularmente y negativa extracelularmente (Despolarización). Posteriormente vuelve a su polaridad inicial (Repolarización). Este proceso se inicia en un punto de la membrana de la célula miocárdica y de forma progresiva se va extendiendo por toda ella hasta que está despolarizada por completo. Inmediatamente se produce la repolarización secuencial de aquellas zonas que se habían despolarizado previamente. Este movimiento de cargas se puede representar por un vector, que de manera convencional apunta hacia la región de carga positiva. Si se registra la actividad eléctrica por un electrodo, inicialmente se obtiene un trazado ascendente al aproximarse la corriente de despolarización hacia el

mismo, para posteriormente obtener una deflexión brusca (deflexión intrínseca) seguido de un trazado descendente al alejarse la corriente de despolarización. Lo mismo ocurre con la corriente de repolarización. Cuando la célula se encuentra en reposo el registro es el de una línea isoelectrica. El estímulo eléctrico se origina en el NSA, sobre la AD seguido de la AI, llegando al NAV, donde sufre el retraso fisiológico de la conducción, que permite que primero se contraigan ambas aurículas y posteriormente llegue el impulso a ambos ventrículos. La despolarización continúa por el haz de His, progresando por el septum, pared libre de ambos ventrículos y bases secuencialmente. La despolarización va de endocardio a epicardio. La repolarización auricular se produce a la vez que se despolarizan los ventrículos. La despolarización ventricular en lugar de iniciarse en el endocardio, como se esperaría, se inicia en epicardio, debido a que durante la sístole se produce un pequeño periodo de isquemia fisiológica en el endocardio por el colapso parcial de las arterias que lo nutren que vienen desde el epicardio, lo que favorece que se inicie la repolarización en el epicardio. Por Tanto la polaridad de las ondas de despolarización y repolarización auriculares será opuesta, mientras que la de las ventriculares será inicialmente de la misma polaridad". (27,567) (37,247) (42,13).

El equipo que se utiliza en este análisis se denomina electrocardiógrafo el cual consiste en unos cables o electrodos y un aparato de registro. Los electrodos se colocan en la piel del deportista, en localizaciones predeterminadas de manera universal, de modo que nos permite obtener registros comparables entre sí. Con los cables correctamente colocados podemos obtener 12 derivaciones, cada una es como si fuese una ventana desde la que nos

asomamos y obtenemos una vista parcial de un objeto, cada vista nos aporta algo diferente que no aportan las demás, y a su vez, teniendo en cuenta todas las vistas, obtendremos una idea completa del objeto. Las 12 derivaciones se dividen en 6 Derivaciones del plano frontal o de los miembros estas a su vez se subdividen en DI, DII, DIII, (bipolares) y aVR, aVL, aVF. (Monopolares). De manera que DI, DII y DIII describen un triángulo equilátero o triángulo de Einthoven, que está formado por las piernas y los brazos, con el corazón en el centro. Las derivaciones monopolares se localizarían en los vértices de dicho triángulo. Se pueden desplazar los ejes de las derivaciones de los miembros al centro del triángulo que forman, obteniendo un sistema de referencia hexaxial, quedando separado cada eje 30° del contiguo, permitiendo dar una orientación espacial del vector resultante de la actividad eléctrica del corazón. En el ECG normal nos encontramos con una primera onda, Onda P, que corresponde a la despolarización de ambas aurículas, derecha e izquierda superpuestas. El estímulo se frena en el NAV, por lo que durante este tiempo no se registra actividad eléctrica, para seguidamente iniciar la despolarización ventricular, dando lugar al complejo QRS, que se sigue de otro período isoeléctrico, para finalizar con la onda T de repolarización ventricular. Las otras seis derivaciones precordiales son todas monopolares y van de V1 a V6. También se pueden registrar las mismas derivaciones precordiales en el lado derecho (casos especiales) nombrándose V3R, V4R, V5R, V6R. Además existen derivaciones postero-superiores o esofágicas que se declaran con las siglas V7, V8 y V9. (37,253) (27,571) (42,14).

El registro electrocardiográfico se realiza sobre papel milimetrado, formado por cuadrados de 1mm de lado, con línea de doble grosor cada 5 cuadrados

(5mm). En lo que respecta a la velocidad, la estándar es de 25 mm/seg, de manera que 1 mm equivale a 0,04 seg y 5 mm a 0,2 seg. Con respecto al voltaje, se mide en sentido vertical, de forma estándar se programa de modo que 1 mV sea igual a 10 mm, por lo que una onda R de 5 mm corresponde a 0,5 mV. Sus modificaciones repercuten directamente en los valores absolutos registrados. Otra información que nos brinda el ECG es la Frecuencia Cardiaca Para determinar la misma por medio del ECG se emplean dos métodos (37,256):

- ✓ *“Cuando el ritmo es regular se divide 1 500 entre el número de unidades pequeñas cuadrados de 0,04 segundos) que hay entre dos ondas R sucesivas. El basamento de este cálculo es que si cada 0,04 segundos hay una unidad pequeña (cuadrado), en 60 segundos (un minuto) habrá 1 500, resultado de dividir 60 entre 0,04.” (10,13).*
- ✓ *“Cuando el ritmo no es regular (en caso de arritmias), se multiplica por 20 el número de ondas R contadas en el espacio que ocupan 15 unidades grandes (cuadrado de 0,20 segundos). Este método basa su cálculo en que si cada 0,20 segundos hay una unidad grande (cuadrado grande), en un segundo habrá cinco cuadrados grandes y en tres segundos, 15.” (10,13).*

En base a lo comentado previamente tenemos que si la corriente de activación eléctrica miocárdica se dirige hacia una derivación unipolar o hacia el polo positivo de la bipolar se obtiene un registro positivo, mientras que si se aleja será negativo. A su vez la onda positiva será de menor amplitud conforme aumenta el ángulo entre el vector de activación y la derivación, por lo que cuando el vector de activación sea perpendicular a la derivación no se registrará ninguna onda o esta será isodifásica (cuando la diferencia entre las

ondas positivas y negativas se acerquen a la línea isoelectrica) conociéndose como Eje Eléctrico. La agrupación de todos los vectores de cada derivación dará lugar al eje eléctrico del corazón. Teniendo en cuenta las derivaciones del plano frontal podemos calcular el eje eléctrico del corazón de la siguiente forma:

“Lo primero es buscar la derivación del plano frontal en la que el QRS sea isodifásico, ya que el eje eléctrico será perpendicular a dicha derivación. Seguidamente en la derivación donde se encuentra el eje miramos si el QRS es positivo o negativo, con el fin de determinar si el eje apunta en un sentido o en el opuesto. Otra forma de calcular el eje eléctrico de forma imprecisa pero rápida consiste en valorar dos derivaciones perpendiculares entre sí, tales como DI y aVF, y considerar la positividad o negatividad del QRS en cada una de ellas, de manera que a modo de eje cartesiano permitirá calcular en qué cuadrante se encuentra el eje eléctrico. Lo normal es que el eje eléctrico se encuentre entre -30° y 90° , considerándose como desviado a la izquierda si está entre -30° y -90° y desviado a la derecha si está entre 90° y 180° . Se considerará como indeterminado si está entre -90° y -180° . Cuando tenemos el ECG en la mano tenemos que seguir un orden lógico para su comprensión, este orden se conoce como Lectura del ECG y a continuación se le indican los siguientes parámetros:” (33,26) (8,18) (27,574).

- ✓ Ritmo y frecuencia cardiaca.
- ✓ Intervalo y segmento PR.
- ✓ Intervalo QT.
- ✓ Cálculo del eje eléctrico medio del corazón en el plano frontal.
- ✓ Posición del corazón.

- ✓ Análisis de la onda P.
- ✓ Análisis del complejo QRS.
- ✓ Análisis Del segmento ST y de la onda T.
- ✓ Análisis de la onda U.
- ✓ Análisis del segmento TP.

1.2 El electrocardiograma normal

“El electrocardiograma normal está formado por una onda P, un complejo QRS y una onda T. Es frecuente que el complejo QRS tenga tres ondas separadas, la onda Q, la onda R y la onda S, aunque no siempre ocurre así. La onda P se debe a los potenciales eléctricos generados cuando las aurículas se despolarizan antes de cada contracción auricular. El complejo QRS se debe a los potenciales que se generan cuando los ventrículos se despolarizan antes de contraerse. Por consiguiente, tanto la onda P como los elementos integrantes del complejo QRS son ondas de despolarización. La onda T se debe a los potenciales que se generan cuando los ventrículos se recuperan de su estado de despolarización”. (8,19) (33,27) (21,137).

Según Roca (37,257) se conoce que en el *“Electrocardiograma Normal encontramos con una primera onda, la P, que corresponde a la despolarización de ambas aurículas, derecha e izquierda superpuestas. El estímulo se frena en el nodo AV, por lo que durante este tiempo no se registra actividad eléctrica, para seguidamente iniciar la despolarización ventricular, dando lugar al complejo QRS, que se sigue de otro período isoeléctrico, para finalizar con la onda T de repolarización ventricular”*. Para facilitar la comprensión de las Ondas se describen por el orden en que se producen durante el latido:

- ✓ P: Es la primera onda del ECG, se traduce en la despolarización de las aurículas por lo general es positiva en todas las derivaciones, excepto en AVR donde normalmente es negativa, en ocasiones es aplanada o negativa en DIII. En V1 suele ser bifásica.
- ✓ QRS: representa la despolarización ventricular y mide normalmente 0,06 a 0,11 segundos.
- ✓ Q: es la primera deflexión negativa del complejo QRS y traduce la activación de la mitad izquierda del septum interventricular, está con frecuencia en V4 y V5.
- ✓ R: primera deflexión positiva del complejo QRS y a veces la única al no existir Q ni S, puede ser registrada una segunda o tercera deflexión positiva identificada como R' o R'' respectivamente.
- ✓ S: es la segunda deflexión negativa del complejo QRS, su presencia es inconstante y tiene su mayor amplitud en las derivaciones precordiales V1 y V2, puede no existir en V5 y V6.
- ✓ T: representa la repolarización ventricular y es con frecuencia la última onda del ECG, en condiciones normales es positiva casi siempre. Puede ser negativa en DIII y V1 sin que traduzca alteración. En los niños la onda T suele ser negativa de V1 a V4, hasta los 10-15 años en que pasa a positiva.
- ✓ U: es una onda pequeña, redondeada, positiva, que en ocasiones se registra después de la onda T. Es más visible en las precordiales derechas. Es una onda característica en el deportista.

Durante el ECG se recoge un segmento que se nombra ST que es el lapso comprendido entre la despolarización y la repolarización, se manifiesta como una línea recta (isoeléctrica). Los intervalos recorridos durante el latido son:

- ✓ Intervalo PR: comprende la onda P y el segmento PR y se traduce en la despolarización del NSA y transmisión del impulso hacia el NAV.
- ✓ Intervalo QT: es la sístole eléctrica de los ventrículos y se extiende desde el inicio del QRS hasta el final de la onda T, su duración está influida por la frecuencia cardíaca, edad y sexo.
- ✓ Intervalo TP: se mide desde el final de la onda T hasta el inicio de la onda P de ciclo siguiente. Es una línea isoeletrica la cual puede estar influida por la frecuencia cardíaca. Corresponde a la diástole general del corazón.

1.3 Alteraciones electrocardiográficas (27,583)

1.3.1 Alteraciones de la onda P (Hipertrofias Auriculares)

Se estudian tomando en consideración tres criterios diagnósticos electrocardiográficos de la onda P:

- ✓ Duración o tiempo.
- ✓ Voltaje o altura.
- ✓ Morfología.

La duración normal de la onda P es hasta 0,11 s, su voltaje no llega a tres mm, y en cuanto a su morfología, puede ser una onda P normal o anormalmente ancha, llamada P mitral y onda P anormalmente alta, llamada P pulmonar. Así que las dos alteraciones patológicas de la onda P son: onda P anormalmente ancha, P mitral y onda P anormalmente alta, P pulmonar.

Onda P anormalmente ancha (P mitral)

“Significa crecimiento o hipertrofia de la AI. Su nombre se debe a que por primera vez se describió en la estenosis mitral, pero se observa también en otras enfermedades que afectan el corazón izquierdo. La P mitral tiene una duración de 0,12 segundos o más; su altura, amplitud o voltaje puede alcanzar tres mm o más, pero su duración se altera más que su altura. Su morfología típica es conocida como bimodal, por los dos modos o gibas que tiene en su cúspide. La onda P mitral se observa en DI, DII, aVL, V5 y V6, es aplanada en DI, aVL, V5 y V6 y en la derivación precordial V1 donde la onda P es difásica (positiva-negativa); la primera fase positiva corresponde a la despolarización de la AD y la segunda fase negativa a la despolarización de la AI, donde la fase negativa es muy demorada. Cuando la onda P en DI y DII dura más de 0,11 s, es bimodal y su eje eléctrico está desviado a la izquierda entre -45° y -30° , entonces podemos establecer el diagnóstico de agrandamiento de la AI.” (27,584).

Onda P anormalmente alta (P pulmonar)

“Significa crecimiento o hipertrofia de la AD. Se caracteriza por aumento de la altura o voltaje de la onda P en las derivaciones DII, DIII y aVF; su voltaje se altera más que su duración. La morfología es alta, puntiaguda, acuminada. Bien visible en precordiales derechas (V1 y V2), cuando es difásica en V1, la fase positiva es mayor que la negativa, sobre todo en altura (P++-).” (27,584)

I.3.2 Alteraciones del QRS en anchura (27,584) (33,30).**Bloqueos de una Rama**

Significa una interrupción o retraso del paso del estímulo eléctrico por una de las ramas del haz de His. La interrupción del estímulo se produce no solo por

una lesión localizada a nivel de una de las ramas, sino también por lesiones suficientemente extensas de las ramificaciones hisianas, de la red de Purkinje o del propio músculo en sí.

Criterios electrocardiográficos:

- Intervalo PR constante y de una duración mayor que 0,12 segundos.
- Complejos QRS anchos, de una duración igual o superior a 0,12 segundos y con trastornos de la conducción intraventricular (aberrante) representados por melladuras y empastamientos en su porción media o terminal.
- Alteraciones de repolarización, que consisten en un infradesnivel del segmento ST, con convexidad superior y ondas T negativas y asimétricas, en las derivaciones que enfrentan al ventrículo que tiene la rama bloqueada.

Los trastornos de la conducción por las ramas del haz de His se asociaban a la desviación del eje eléctrico de QRS a la derecha en los casos de bloqueo completo de rama derecha (BCRD), o a la izquierda en los casos de bloqueo completo de rama izquierda (BCRI), cambió después de las observaciones de la escuela argentina de cardiología: trazados derechos en las primeras desviaciones precordiales e izquierdos, en las derivaciones estándares; en algunos pacientes el eje eléctrico de QRS unas veces se encuentra desviado hacia la derecha y otras hacia la izquierda. De aquí surgió el concepto denominado por: hemibloqueos izquierdos anterior, posterior e intermitente. El significado clínico de los bloqueos de rama en general es variable; estos pueden verse en personas con aparente buena salud, como ocurre en los bloqueos de rama derecha, y otras veces manifiestan la existencia de una lesión evolutiva, o de una cardiopatía isquémica, como ocurre en la mayoría de

los casos de bloqueo de rama izquierda. Los bloqueos de rama pueden ser: transitorios, como expresión de una afección aguda (tromboembolismo pulmonar e infarto cardiaco); intermitentes, propios de las extrasístoles (contracciones prematuras supraventriculares o auriculares) y de las taquiarritmias (fibrilación y aleteo o flutter auricular); y permanentes, por interrupción fisiopatológica de una de las ramas del haz de His (cardioangiosclerosis, infarto y traumatismo).

Bloqueo completo de rama derecha (BCRD) (33,31) (27,587).

Criterios electrocardiográficos:

- ✓ Complejos QRS. Duración igual o mayor que 0,12 segundos.
- ✓ Complejo rSR' en V1, V2 y V3 (con aspecto de M o de joroba de dromedario).
- ✓ Morfología. Ondas S tardías y empastadas en DI, DII, aVL, V5 y V6, como imagen recíproca o en espejo. Onda R tardía en aVR.
- ✓ Eje eléctrico de QRS. Puede estar dentro de límites normales, o sea, entre -30° y $+90^\circ$, aunque a veces puede estar también desviado a la izquierda o a la derecha si el bloqueo se asocia a otras alteraciones.

Cuando el bloqueo de rama derecha es incompleto o parcial, el QRS es menor de 0,12 segundos (120 milisegundos).

Bloqueo completo de rama izquierda (BCRI) (42,23)

Criterios electrocardiográficos:

- ✓ En derivaciones precordiales.
- ✓ Complejos QRS anchos: 0,12 segundos o más de duración, conformados por ondas R melladas en V5 y V6; ST opone (desplazado negativamente), ondas T negativas.

- ✓ Pueden observarse dos tipos de alteraciones en las precordiales derechas, como imagen recíproca o en espejo: QS mellada de V1 a V4, con ST elevado y onda T positiva, o complejo rS en las primeras precordiales, de V1 a V3. Ambos tipos con ST elevado y ondas T positivas, asimétricas.
- ✓ En derivaciones estándares, QRS anchos, de 0,12 s o más de duración.

En DI:

- ✓ Onda R mellada sin onda Q ni S.
- ✓ Segmento ST desplazado hacia abajo y recto, formando cuerpo con la onda T, que es negativa asimétrica.

En DIII se observa la imagen en espejo de DI:

- ✓ Onda S o QS mellados.
- ✓ Puede haber pequeña onda r inicial (complejo rS).
- ✓ Segmento ST desplazado hacia arriba (Supradesnivelado).
- ✓ Onda T positiva, asimétrica.
- ✓ En derivaciones unipolares de miembros.
- ✓ En aVL, R ancha y mellada, puede aparecer una pequeña q. Segmento ST infradesnivel con onda T negativa asimétrica (patrón casi igual que en DI).
- ✓ En aVF se observa la imagen en espejo de aVL. S o QS (indica necrosis cuando no está asociado a los BCRI) profundas y melladas con ST elevado y onda T positiva asimétrica.
- ✓ En aVR casi siempre el QRS es negativo. Recordemos que nunca hay onda q ni s en DI, ni tampoco en V5 y V6, y de observarse puede ser que se deban a la coincidencia de infartos anteroseptales antiguos.

El bloqueo de rama izquierda siempre es patológico.

Hemibloqueos o Bloqueos Fasciculares (42,24).

Por ser la rama derecha y la división anterior de la rama izquierda del haz de His las más vulnerables, sus lesiones o alteraciones son las que con más frecuencia ocasionan Bloqueos fasciculares.

Bloqueo fascicular anterior izquierdo (27,587).

También llamado bloqueo divisional anterior o hemibloqueo anterior izquierdo.

Criterios electrocardiográficos.

- ✓ Eje eléctrico desviado a la izquierda (sobre todo entre -30 y -75 grados).
- ✓ Morfología qR en DI y AVL y rS en DII, DIII y AVF.
- ✓ Retardo de la deflexión intrínseca en AVL, V5 y V6 con empastamientos y melladuras en la rama descendente de R.
- ✓ Ondas S importantes y empastadas en las derivaciones precordiales izquierdas, así como en DII, DIII y AVF.
- ✓ Morfología QR o Qr en AVR con deflexión intrínseca prolongada y empastamiento de la onda R.
- ✓ Onda q en las precordiales derechas.
- ✓ La duración del complejo QRS se modifica, o ligeramente, sin sobrepasar 0,10 segundos (100 milisegundos).

Bloqueo Fascicular posterior izquierdo (27,587).

Como consecuencia de este bloqueo, las regiones anterosuperiores del ventrículo izquierdo son activadas por anticipado en relación con las zonas posteroinferiores. Criterios electrocardiográficos:

- ✓ Eje eléctrico a la derecha (+ de $+100^{\circ}$).
- ✓ RS o rs en DI y AVL y qR en DII, DIII y AVF con empastamiento de R.
- ✓ Deflexión intrínseca prolongada en AVF.

- ✓ Trastornos de repolarización ventricular en DII, DIII y AVF.
- ✓ En las precordiales, ondas S no profundas en V1 y onda R no alta en V6.
Ausencia de onda Q en V5 y V6.

1.3.3 Alteraciones del QRS en Voltaje (27,588) (37,263-264)

Las alteraciones del QRS en altura pueden ser por exceso y por defecto. Un ECG con complejos QRS más grandes que lo habitual es criterio de crecimiento ventricular y con los QRS muy pequeños, criterio de microvoltaje.

Crecimientos o Hipertrofias Ventriculares

Un crecimiento ventricular se manifiesta primero como dilatación y al cabo de cierto tiempo el músculo se hipertrofia. Por eso se prefiere el término de “crecimiento ventricular” al de “hipertrofia ventricular”, porque el primero incluye tanto la dilatación como la hipertrofia, aunque aquí los usaremos a veces indistintamente, para referirnos a ambos fenómenos fisiopatológicos (En pacientes sedentarios). Pero en el deportista se utiliza el término de hipertrofia ventricular, por la alta sobrecarga sistólica a la que está sometido. Criterios electrocardiográficos

- ✓ Criterios morfológicos de QRS.
- ✓ Índices de voltaje del QRS.
- ✓ Duración de los complejos QRS y de la deflexión intrínsecoide.
- ✓ Criterios asociados de sobrecarga ventricular.

El criterio morfológico es muy importante y está relacionado con las derivaciones que captan los fenómenos eléctricos de la pared libre del ventrículo y con el eje eléctrico de QRS; las alteraciones recogidas en estas derivaciones, incluyendo los criterios morfológicos de sobrecarga, sobre todo sistólica, permiten sospechar el diagnóstico. En el estudio de las hipertrofias el

voltaje es de gran utilidad. Los índices de voltaje más utilizados son los de Sokolow (derecho e izquierdo), el índice de Cornell para los crecimientos izquierdos y el de White-Bock. El índice de Sokolow se busca en las derivaciones precordiales. Sokolow izquierdo: Se suma la S mayor de V1 o de V2 y la R mayor de V5 o de V6. Normal: menor que 35 mm. Igual o mayor que 35 mm indica crecimiento ventricular izquierdo.

Sokolow derecho: Se suma la R en V1 y la S mayor de V5 o de V6. Normal hasta 11,5 mm. Mayor que 11,5 mm indica crecimiento ventricular derecho.

Índice de Cornell: Se suma la R en aVL y la S de V3. Normal hasta 20 mm en la mujer y 28 mm en el hombre. Mayor que estas cifras indica crecimiento ventricular izquierdo. 27

Índice de White-Bock se estudia en las derivaciones estándares DI y DIII mediante la fórmula: $(R \text{ en DI} + S \text{ en DIII}) - (R \text{ en DIII} + S \text{ en DI})$. Índice normal entre -15 y $+30$. Índices inferiores a -15 indican crecimientos ventriculares derechos y superiores a $+30$, crecimientos ventriculares izquierdos. Un índice normal no excluye la posibilidad de un crecimiento ventricular. La duración del complejo QRS, en los crecimientos ventriculares deberá ser mayor que 0,08 segundos (sin llegar a 0,12) en las derivaciones que enfrentan el ventrículo izquierdo o el derecho, según en el que se presente la hipertrofia. En derivaciones precordiales izquierdas (V4, V5, V6) hay gran amplitud de R, segmento ST ligeramente negativo y onda T negativa (y onda q en un 50% de los casos); hay complejos transicionales en V3 y V4; en precordiales derechas, V1 y V2, los complejos son rS y en ocasiones QS. En el crecimiento ventricular derecho se encuentra que en las derivaciones de miembros existe un fuerte predominio positivo en aquellas que captan los potenciales de la porción

inferior del cuerpo (DII, DIII y aVF) y complejos con fuerte predominio negativo en DI y aVL; qR en DII, DIII y aVF, rS en DI y aVL, onda T con tendencia a invertirse en relación con QRS y onda R en aVR. En derivaciones precordiales derechas (V1 y V2) hay predominio de ondas positivas tipo RS, Rs, rsR (R igual o mayor que S), a veces precedidas de una onda q; infradesnivel del segmento ST con ondas T negativas, que mientras más marcada es la hipertrofia, más hacia la izquierda se extiende, y puede llegar hasta V5. Una onda T negativa en V1, puede ser normal a cualquier edad, pero, si también aparece en V2 y V3 en un hombre adulto, entonces puede ser patológica en un elevado porcentaje de casos. Se debe recordar que la T negativa normal es asimétrica. La hipertrofia ventricular derecha, frecuentemente se asocia a ondas P de tipo pulmonar o a un BCRD o BIRD.

Los elementos para establecer el diagnóstico de hipertrofia ventricular izquierda son los siguientes: duración del QRS mayor de 0,11 segundos (110 milisegundos). Deflexión intrínseca en las derivaciones precordiales izquierdas mayor de 0,045 s (es la medida del tiempo desde el inicio de Q o R hasta el vértice de R). Desviación del eje eléctrico de QRS hacia la izquierda. Índice de Sokolow positivo mayor de 35 mm. Índice de White-Bock positivo mayor de 20 mm. R en AVL mayor de 13 mm, R en V5 y V6 mayor de 26 mm. Trastornos de la despolarización, es decir, ondas T negativas y segmento ST infradesnivelado en DI, AVL y sobre todo, en V5 y V6 (precordiales izquierdas).

Microvoltaje (27,591)

Se considera que un electrocardiograma tiene criterio de bajo voltaje cuando la deflexión mayor del QRS en al menos una cualquiera de las seis derivaciones de miembros es menor que 5 mm (0,5 mV) y es menor que 10 mm en todas las

derivaciones precordiales. El voltaje disminuye cuando se interponen sustancias malas conductoras entre el corazón y los electrodos, como aire en el enfisema; líquido en la pericarditis con derrame y grasa en la obesidad.

1.3.4 Alteraciones del segmento ST y de la onda T (27,592)

Alteraciones secundarias de la repolarización ventricular

Las alteraciones secundarias del ST-T consisten en un desplazamiento negativo convexo del ST, con onda T negativa asimétrica, en las derivaciones que enfrentan el ventrículo alterado, y las imágenes en espejo o recíprocas, de desplazamiento positivo o supradesnivel cóncavo del ST, con T positiva asimétrica, en las derivaciones que enfrentan el ventrículo contrario. Los bloqueos completos de rama (ya expresados) se acompañan de trastornos de la repolarización secundarios al bloqueo, consistentes en un infradesnivel convexo del ST con T negativa asimétrica, en las derivaciones que enfrentan la rama bloqueada, y lo contrario, como imagen en espejo, en las derivaciones opuestas. Al estudiar el QRS se detecta un bloqueo completo de rama, estas alteraciones de la repolarización ventricular son secundarias al bloqueo y no otra cosa. Dicho patrón electrocardiográfico puede observarse en los crecimientos ventriculares, cuando hay sobrecarga sistólica del ventrículo que está crecido, con su imagen en espejo en las derivaciones que enfrentan el ventrículo contrario. Estas alteraciones no se informan como alteraciones de la repolarización secundarias, como en el bloqueo, sino que tienen su significado propio: la existencia de sobrecarga sistólica del ventrículo que está crecido.

Alteraciones primarias de la repolarización ventricular

Las alteraciones primarias de la repolarización ventricular (ST-T) se deben en su gran mayoría a isquemia miocárdica. Como estas alteraciones varían y se acompañan o no de otras, según el tipo de isquemia producido.

1.3.5 Alteraciones del intervalo del PR

- ✓ PR corto: Duración menor de 0,12 s, síndromes de pre-excitación ventricular.
- ✓ PR largo: Duración mayor de 0,20 segundos, en deportistas puede llegar a 0,22 (Patológico mayor 0,22). Cuando se alarga el intervalo PR, aparecen los bloqueos aurículo –ventriculares (BAV).

Síndromes de pre-excitación ventricular

Síndrome de Lown-Gannong-Levine (LGL)

Se debe a la presencia de las vías accesorias de James o a la ausencia o poco desarrollo del NAV. Donde se percibe el intervalo PR de corta duración que desencadena un complejo QRS normal.

Síndrome de Wolff-Parkinson-White (WPW)

Está determinado por la presencia de un fascículo anómalo (Kent, Ohnell). Se describen con un intervalo PR corto y a continuación aparece en el QRS una onda Delta o de aleta de delfín (empastamiento del complejo QRS) y segmento ST y onda T opuestos al complejo QRS. Existen tres variantes según la aparición de la onda delta:

- Tipo a: onda delta positiva en V1.
- Tipo b: onda delta negativa en V1.
- Tipo c: onda delta positiva desde V1 hasta V4 y negativa en V5 Y V6.

Bloqueos Aurículo-ventriculares (BAV)

Bloqueos Aurículo-Ventricular de Primer Grado (BAV-1^o)

Las características electrocardiográficas de los BAV-1^o son el Intervalo PR alargado (mayor de 0,20 segundos, en adultos, y de 0,17 en niños) y constante. Puede modificarse con el uso de la atropina o la actividad física. Las causas pueden ser crónicas en casos de atletas, hipervagotónicos, cardiopatía coronaria e hipertensiva, cardiomiopatías primarias, fibroelastosis muscular, sarcoidosis, amiloidosis, miocarditis, conectivopatías, cardiopatías congénitas. Las causas agudas: fármacos (digital, quinidina, betabloqueadores, fenotiacinas), infarto agudo del miocardio, miocarditis aguda.

Bloqueos Aurículo-Ventricular de Segundo Grado (BAV-2^o)

Se describen dos variedades:

A- MOBITZ I: con fenómeno de Wenckebach y Luciani.

- ✓ Intervalo PR que se alarga progresivamente (fenómeno de Wenckebach).
- ✓ Onda P que no se acompaña de actividad ventricular (fenómeno de Luciani).
- ✓ Causas: lesiones del sitio de la unión AV. Puede modificarse con atropina o con la actividad física.

B- MOBITZ II: sin fenómeno de Wenckebach.

Intervalo pr normal o alargado constante (si se asocia a uno de primer grado), con onda P que no presenta actividad ventricular.

- ✓ Causas: lesiones del haz de His. No se modifica con atropina o con la actividad física (prolapso mitral, estenosis mitral, estenosis aórtica, infarto agudo del miocardio de cara anterior, miocardiopatías primarias, miocarditis, cardiopatía isquémica, comunicación interventricular).

Bloqueos Aurículo-Ventricular de Tercer Grado (BAV-30)

- ✓ Presenta ondas P con una frecuencia mayor del QRS (ejemplo P=70lat/min., QRS=45lat/min).
- ✓ Ondas P que aparecen antes, durante o después del QRS, no existe correspondencia entre los QRS y las ondas P.
- ✓ Las ondas P se encuentran equidistantes.
- ✓ QRS normales o aberrantes.

1.3.6 Alteraciones del intervalo QT

- ✓ QT corto (menor de 0,32 s con frecuencia cardiaca de 70 lpm.): hipercalcemia, digitálico, adrenalina, hipoxia, hiperventilación. Es conocido como síndrome de Brugada.
- ✓ QT largo (mayor de 0,40 s con frecuencia cardiaca de 75 lpm): hipocalcemia, hiperpotasemia, síndrome del QT largo (síndrome de la muerte súbita, muy común en los deportistas sobre-entrenados), hipotermia, alcoholismo, fiebre reumática, miocarditis, hemorragia subaracnoidea y fármacos.

1.3.7 Arritmias cardíacas y su interpretación electrocardiográfica

Arritmia Sinusal (AS) (27,601)

Común en sujetos jóvenes o edad avanzada, y muy característica de los deportistas, no tiene importancia clínica y sus manifestaciones electrocardiográficas se caracterizan por espacio RR variable e incluso aumento del espacio TP y de la frecuencia cardiaca durante la inspiración debido a la influencia vagal sobre el marcapaso normal que desaparece al contener la respiración o al aumentar por cualquier motivo la frecuencia

cardíaca. Puede ser de origen respiratorio (visible DII en el deportista es común) o simple.

Bradicardia Sinusal (BS) (27,602)

Caracterizada por una frecuencia cardíaca inferior a 60 latidos por minuto. Puede ser normal en sujetos que practiquen frecuentemente ejercicios, cuando se encuentren en condiciones basales, o por el contrario, pueden deberse a una afección orgánica del NSA o a un aumento de la influencia vagal sobre el NSA. En deportistas entrenados es habitual encontrar una frecuencia cardíaca de reposo menor en 10-15 lpm que en las personas sedentarias. Suele ser ligera (51-59 lpm), más raramente moderada (41-50 lpm) e incluso severa (< 41 lpm) en deportistas muy entrenados en resistencia.

Taquicardia sinusal (TS)

En estados de ansiedad, la frecuencia cardíaca puede superar los 100 lpm sin reflejar ningún estado patológico. Los cambios que se observan en el ECG (taquicardia sinusal, alteraciones inespecíficas de la repolarización, extrasístole supraventricular o ventricular aislada) son probablemente secundarios a la hiperventilación asociada.

En el presente capítulo se expusieron los fundamentos teóricos a los que tuvo acceso el autor relacionado con la electrocardiografía básica en reposo, abordando un recorrido por cada una de las ondas, segmentos, intervalos, ejes, posiciones, ritmo sinusal, entre otras. Además se describieron las variaciones de la normalidad de cada uno de los trazados electrocardiográficos y las arritmias cardíacas.

1.4 Historia del equipo profesional de baloncesto Marineros de Anzoátegui

“El Baloncesto: conocido como basquetbol o básquet, es creado por James Naismith, profesor de Educación Física canadiense, en diciembre de 1891 en la YMCA (Asociación de Jóvenes Cristianos) de Springfield, Massachusetts, Estados Unidos. El baloncesto llega a Venezuela a mediados de 1920 con la llegada de empresarios estadounidenses por el auge petrolero en el Estado Zulia. El deporte se fue expandiendo y consolidando en la zona occidental y centro de Venezuela hasta que en 1935 se crea la Asociación de Basketball Amateur en Caracas primera competición estable del país con mayoría de equipos caraqueños. Poco tiempo después nace la Federación Venezolana de Baloncesto organizando en 1948 un Campeonato Nacional con participación de 8 Estados del país. En 1974 nace la Liga Especial de Baloncesto como máxima competición nacional hasta 1992 que es sustituida por la Liga Profesional de Baloncesto de Venezuela. Simultáneamente con la Liga Profesional de Baloncesto se juega la Liga Nacional de Baloncesto de Venezuela fundada en 1996 para promover el baloncesto nacional.” (15).

“El equipo de baloncesto Marineros de Anzoátegui, es fundado por el empresario Domingo Cirigliano en 1976 en Puerto La Cruz como miembro de la Liga Especial de Baloncesto. La franquicia originalmente es presentada como Caribes de Anzoátegui, nombre que se modificó varias veces, conocido como: Carteros de Anzoátegui, Marineros de Sucre, vuelven a Puerto La Cruz en 1987 manteniendo el nombre de Marineros complementándolo con Oriente, recogiendo el sentimiento de una fanaticada que hizo como suyo a este equipo. Marineros tiene su sede en el Gimnasio Luis Ramos, que es un Pabellón o Domo multiusos ubicado en el eje de Barcelona-Puerto La Cruz, al que por sus

condiciones de temperatura habituales y juego local es conocida como la "Caldera del Diablo". Posee una capacidad para recibir hasta 5.500 espectadores aproximadamente. Este equipo nutre sus filas de una cantera llamada Transformación de Nuevos Talentos, reconocida por las iniciales TNT.” (15).

En el año de 1991 Marinos de Oriente gana su primer título de campeón convirtiéndose de allí en adelante en el equipo récord del baloncesto de Venezuela con varias marcas logradas durante esa temporada, muchas ellas vigentes después de 20 años. En el año 1992 Marinos de Oriente, representado por su Presidente, Domingo Cirigliano junto a otras seis organizaciones funda la Liga Profesional de Baloncesto (LPB) de Venezuela. Para el año de 1993 se convierte el primer campeón de la LPB y se convierte en el equipo de la década del noventa. En la primera década del 2000 gana tres campeonatos consecutivos desde el 2003 al 2005 y es el primer y único equipo en obtener tres títulos consecutivos en el actual formato de la LPB. Con 12 finales disputadas desde 1990 el equipo ha ganado en ocho oportunidades y obtenido 4 subcampeonatos. Marinos exhibe hoy el récord de más de 900 victorias la mayor cantidad para equipo alguno en la historia del baloncesto venezolano. Posee el registro de más temporadas seguidas clasificando a las postemporada con 19. Tiene la mayor cantidad de juegos ganados seguidos con 19 y es el único equipo invicto en toda la temporada en casa (21) en 1991.

CAPÍTULO 2. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

El presente capítulo describe el diseño metodológico llevado a cabo durante la investigación, exponiéndose la caracterización de la muestra seleccionada, los métodos utilizados, a fin de dar cumplimiento a los objetivos trazados, así como las técnicas y/o procedimientos matemáticos y estadísticos para el procesamiento de los datos. Además se muestran el análisis e interpretación de los resultados. La investigación se realizó en septiembre del 2014.

2.1 Diseño de la investigación

La presente investigación según la finalidad que se persigue es **aplicada**, ya que se encarga de la resolución de problemas prácticos con el propósito de transformar contextos. Según el alcance temporal es **transversal**, ya que toman aspectos del desarrollo de sujetos en un solo momento o medición. Según la profundidad del conocimiento que se pretende obtener es descriptiva y explicativa (describe y busca posibles causas de los fenómenos que se estudian). Con respecto a esto Dankhe, citado por Hernández Sampier, R. (23, 76), destaca que “los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis.” De acuerdo a la naturaleza de los datos es cuantitativa (aspectos observables susceptibles de cuantificación) y Cualitativa (se orienta al estudio de los significados de las acciones humanas). Según el marco en que tiene lugar es de laboratorio (pues las acciones que se miden son en condiciones de laboratorio) y de terreno.

2.1 Selección de la muestra

Se realizó un estudio prospectivo y de diagnóstico con los deportistas del equipo profesional de baloncesto de Marineros de Anzoátegui de Venezuela, con una muestra de 17 jugadores, los cuales se les realizaron mediciones de reposo de Electrocardiografía. La muestra (tabla1) fue seleccionada de manera intencionada para su estudio.

Tabla. 1 Características generales de la muestra investigada.

N°	Edad (años)	Sexo	Experiencia deportiva (años)	Peso corporal (kg)	Estatura (cm)
1	22	M	9	79	195
2	17	M	8	78,3	196
3	16	M	8	67	176
4	18	M	8	74	193
5	17	M	8	98,8	185
6	17	M	4	76,7	181
7	17	M	7	68,5	185
8	17	M	8	73	188
9	19	M	2	81	195
10	17	M	3	78,3	197
11	16	M	5	80,3	190
12	23	M	10	90	198
13	17	M	5	69	193
14	21	M	9	92,7	202
15	15	M	3	70,2	179
16	16	M	3	74,5	185
17	16	M	5	76,2	190

Fuente: Elaboración propia.

En la presente tabla se observan las características fundamentales de la muestra con respecto a las variables edad, experiencia deportiva, peso corporal y estatura. La muestra es homogénea en cuanto al sexo (masculino). A continuación se muestran el resumen estadístico descriptivo de cada uno de los elementos controlados en la muestra.

Tabla 2. Resumen de los estadísticos descriptivos por cada una de las variables controladas.

Estadísticos descriptivos	Edad (años)	Experiencia deportiva (años)	Peso corporal (kg)	Estatura (cm)
N	17	17	17	17
Rango	8	8	31,8	26
Mínimo	15	2	67	176
Máximo	23	10	98,8	202
Media	17,71	6,18	78,09	189,88
Desviación estándar	2,26	2,56	8,73	7,24
Varianza	5,1	6,53	76,21	52,36
Asimetría	2,38	-0,22	1,06	-0,33
	0,55	0,55	0,55	0,55
Curtosis	1,03	1,45	0,82	-0,65
	1,06	1,06	1,06	1,06

Fuente: SPSS 21.0 y STATGRAPHICS Plus Centurion

La tabla 2 muestra resúmenes estadísticos para cada una de las variables seleccionadas. Incluye medidas de tendencia central, de variabilidad y de forma. De particular interés están la asimetría y la curtosis estandarizada, las cuales pueden utilizarse para determinar si la muestra procede de una distribución normal. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican una desviación significativa de la normalidad, que tendería a invalidar muchos de los procedimientos estadísticos aplicados habitualmente a estos datos. En este caso, la variable edad muestra valores de asimetría estandarizada fuera del rango esperado, ni siendo para la curtosis. Para hacer las variables normales, podría intentar una transformación como $\text{LOG}(Y)$, $\text{SQRT}(Y)$, o $1/Y$.

2.2 Métodos de Investigación

Los métodos investigados utilizados en el transcurso de la investigación fueron los siguientes:

2.2.1 Métodos Teóricos

Analítico – sintético: ayudó a procesar el marco referencial de la tesis a partir de la sistematización del conocimiento científico relacionado con el objeto de estudio, permitió reconocer las múltiples relaciones y componentes del problema abordado por separado, para luego integrarlas en un todo como se presenta en la realidad; y fue la vía mediante la cual se realizó la interpretación de la información recogida a través de la aplicación de los instrumentos que seleccionamos a fin de poder llegar a las conclusiones correspondientes.

Inductivo – deductivo: Aportó la determinación del problema y la diferenciación de las tareas desarrolladas en el proceso investigativo permitiendo, a partir de este, se logró proceder al diagnóstico y la determinación de la adaptación fisiológica. Además proporcionó el establecimiento de las relaciones entre los hechos analizados, explicaciones y conclusiones a las que se arribó en la presente investigación.

Histórico- Lógico: Permitió que se analizara el desarrollo histórico del objeto de estudio y encontrar la lógica interna del desarrollo, así como todas las publicaciones posibles editadas en Cuba y en el extranjero sobre los criterios científicos relacionados con la electrocardiografía vinculada al deporte y los criterios de adaptación fisiológica.

2.2.2 Métodos Empíricos

La medición se utilizó para obtener los valores antropométricos, índices antropométricos, eje eléctrico del corazón, posición del corazón, frecuencia cardíaca y diferentes mediciones en cuanto tiempo y voltaje de las Ondas, Intervalos y Segmentos presentes en el electrocardiograma realizado a los

deportistas de la cantera TNT del equipo de baloncesto profesional Marinos de Anzoátegui.

Estatura: Se mide la distancia máxima entre la región plantar y el Vértex con el deportista en posición de atención antropométrica y la cabeza orientada en el plano horizontal de Frankfurt. Se realizó la medición con un Antropómetro Siher-Hegner GPM, el instrumento se encontraba calibrado con una tolerancia de 3mm o del 1% de margen de error. La unidad de medida utilizada es en centímetros (cm).

Peso corporal: El deportista se coloca en el centro de la plataforma de la balanza, descalzo y con la menor cantidad de ropa posible, sin que el cuerpo este en contacto con objetos aledaños. Se utilizó una balanza AND-Mercury, calibrada con una tolerancia de 0,5kg (1% de margen de error). La unidad de medida se expresa en kilogramos (kg).

Electrocardiografía: Es la medición de la actividad eléctrica del corazón. El instrumento utilizado es un electrocardiógrafo de 12 derivaciones y papel milimetrado. Los parámetros que se midieron son los siguientes:

- ✓ Determinación del eje eléctrico del corazón.
- ✓ Posición eléctrica del corazón.
- ✓ Ritmo sinusal.
- ✓ Frecuencia cardíaca. Cuando el ritmo es regular se divide 1500 entre el número de cuadrados pequeños de 0,04 segundos que hay entre dos ondas R sucesivas. Cuando el ritmo no es regular (en caso de arritmias), se multiplica por 20 el número de ondas R contadas en el

espacio que ocupan 15 unidades grandes (cuadrado de 0,20 segundos).

- ✓ Tiempo, voltaje y morfología de la Onda P.
- ✓ Tiempo y constante del intervalo PR.
- ✓ Tiempo, voltaje y morfología del Complejo QRS y de sus diferentes ondas.
- ✓ Supra o infradesnivel del segmentos ST, así como de su morfología.
- ✓ Tiempo, voltaje y morfología de la Onda T.
- ✓ Aparición y morfología de la Onda U.
- ✓ Tiempo del intervalo QT.
- ✓ Tiempo del intervalo TP.

El investigador Gallardo A (18), en estudios anteriores que tuvieron como salida trabajos de diploma en la carrera de Cultura Física, utilizó un nuevo indicador para medir la cantidad de hallazgos electrocardiográficos que difieren de la normalidad implícitos en el electrocardiograma del deportista y lo denominó: "Cantidad de criterios electrocardiográficos (CCECG)", que permite contabilizar el número de modificaciones que denotan las adaptaciones cardiovasculares producidas por el entrenamiento deportivo en un deportista. Este valor puede servir como un parámetro estadístico a investigar, tanto para estudios correlacionales como descriptivos del proceso de adaptación cardiovascular.

2.3 Técnicas y procedimientos estadísticos

Los datos fueron procesados en plataforma de Windows XP en los programas Excel, SPSS, Microsoft Word. Las técnicas estadísticas utilizadas se encuentran:

- ✓ Medida de dispersión central:
- ✓ Desviación estándar de una muestra: es la medida de la dispersión de los valores respecto a la media (valor promedio). Puede utilizar una matriz única o una referencia matricial en lugar de argumentos separados con punto y coma.
- ✓ Coeficientes de variación: se utiliza para confirmar la dispersión central utilizando valores porcentuales, se obtiene a partir de la división de la desviación estándar entre el promedio, luego al resultado de estos se multiplica por 100. Mientras más se alejen los valores de 0 más dispersión habrá y por tanto menor homogeneidad, es decir heterogénea.
- ✓ Asimetría y Curtosis tipificada: se utilizan para determinar si la muestra proviene de una distribución normal, lo cual justifica la utilización del tipo de correlación a utilizar.

Análisis multivariantes:

- ✓ Correlación los momentos de Rho de Spearman: se utiliza para establecer relaciones de dependencias de los valores de criterios electrocardiográficos, la edad y la frecuencia cardíaca. Es un índice adimensional acotado entre -1,0 y 1,0 que refleja el grado de dependencia lineal entre dos conjuntos de datos, cuando se acerca a unos de los valores anteriores existe una mayor dependencia de los elementos a comparar, ya sea positiva o negativa su interpretación práctica está dada por su dependencia que puede ser: directamente proporcional o inversamente proporcional.
- ✓ Sumatorias o totales.

- ✓ Frecuencias.
- ✓ Valores mínimos y máximos.
- ✓ Tendencia central: Es la ubicación del centro de un grupo de números en una distribución estadística. Las tres medidas más comunes de tendencia central son: el promedio, la mediana y la moda. En la presente investigación tan solo se aplica el promedio.
- ✓ Promedio: Es la media aritmética y se calcula sumando un grupo de números y dividiendo a continuación por el total de dichos números.
- ✓ Valores porcentuales: devuelve el valor porcentual de un conjunto de valores.
- ✓ Tabla de significación porcentual. En cuanto a la tabla de significación ("Hoja de Excel para el Cálculo de los Puntos Críticos de la Distribución Binomial" elaborada por Folgueira, R. (2003) en la que los datos son calculados en EXCEL con el algoritmo de Buka J. (1975). Para la cual los valores son: 01 Muy significativo, 05 significativo y 1 Poco significativo.

2.4 Análisis e interpretación de los resultados

En el epígrafe el autor pretende informar sobre los hallazgos electrocardiográfico que se presentan en los deportistas profesionales de Baloncesto, para indagar en el impacto electrofisiológico y como se traduce en adaptación fisiológica a las cargas de entrenamiento.

El grupo de trabajo del laboratorio funcional, ubicado en el CENACADEANZ del Instituto de Deportes del Estado Anzoátegui, se reunión con los baloncestistas y su directiva técnica para puntualizar los objetivos que se pretendía en la investigación e informar el cronograma de realización de las

pruebas, las cuales se realizaron durante dos días. Después de aplicadas estas pruebas, el grupo multidisciplinario del laboratorio funcional recopilaron, procesaron, organizaron la información y arriba a los siguientes resultados (Ver resultados de la lectura de los electros de los deportistas en el anexo 1):

Tabla 3. Determinación del eje eléctrico del corazón.

Eje eléctrico	Frecuencia		Nivel de significación
	Absoluta	Relativa	
Normal	17	1,00	Muy significativo***
Izquierda	0	0	No significativo
Derecha	0	0	No significativo
Indeterminado	0	0	No significativo

Fuente: Elaboración propia.

***. Nivel de significación del 0,001%.

El eje eléctrico se determina a partir del predominio positivo o negativo del QRS en las derivaciones de miembros bipolares DI y DIII. Los resultados de manera general arrojan que el 100% de la muestra investigada posee un eje eléctrico normal, siendo este valor muy significativo desde el punto de vista estadístico. No se evidencian registro de ejes a la izquierda, derecha o indeterminado. Este tipo de estudio no aporta mucho desde punto de vista fisiológico, por tanto no es determinante en la incidencia en la adaptación a las altas cargas de entrenamiento, los investigadores lo registraron para cumplir con el protocolo de lectura del electrocardiograma y para tenerlo en cuenta para el criterio diagnóstico.

Tabla 4. Posición del corazón.

Posición del corazón	Frecuencia Absoluta	Frecuencia relativa	Nivel de significación
Vertical	8	0,47	No significativo
Horizontal	0	0	No significativo
Intermedia	0	0	No significativo
Semivertical	8	0,47	No significativo
Semihorizontal	1	0,06	No significativo
No puntea	0	0	No significativo

Fuente: Elaboración propia.

La posición eléctrica registrada en el grupo investigado se encuentran en la posición vertical y semivertical con un 47,06% respectivamente, ya que las derivaciones más isodifásicas son DI y AVL. En cuanto a la posición del corazón vertical el 87,50% de este subtotal se encuentra en los 90° y el restante 22,50% en los -90°. Los deportistas que poseen la posición del corazón semivertical, el 75% poseen en la vertical a DII con predominio positivo, por lo que el corazón se ubica en los 60° y el 25% restantes se ubica en los -120°. Este tipo de estudio se tuvo en cuenta para cumplir con el protocolo de lectura del electrocardiograma y el criterio diagnóstico.

Tabla 5. Hallazgos electrocardiográficos encontrados en los deportistas investigados.

Hallazgos electrocardiográficos	Frecuencia Absoluta/ Pacientes	%	Nivel de significación
Frecuencia cardíaca baja	11	64,71	**Muy significativo
Onda P negativa	1	5,88	No significativo
Onda P aplanada	5	29,41	No significativo
PR largo	2	11,76	No significativo
Onda Q patológica	1	5,88	No significativo
Onda R mellado, empastada o aberrante	7	41,18	No significativo
Onda S mellado, empastada o aberrante	7	41,18	No significativo
Onda S aumentada en voltaje	14	82,35	No significativo
Morfología de Bloqueo de Rama (Rsr' y sus variantes)	4	23,53	No significativo
Microvoltaje	2	11,76	No significativo
QRS aumentado en tiempo	9	52,94	No significativo
Onda T mayor de 1/3 de la Onda R	6	35,29	No significativo
Onda T negativa	2	11,76	No significativo
Onda T aplanada	2	11,76	No significativo
Aparición de la Onda U	17	100,00	***Muy significativo
Supradesnivel de ST	1	5,88	No significativo
Intervalo QT largo	1	5,88	No significativo

Fuente: Elaboración propia.

***. Nivel de significación del 0,001%.

*. Nivel de significación de 0,05%.

Según Barriales V, Rodríguez ML, Martínez I, Ferres P, Oter R. y Tintore S. citados por Morentes, M. y Amengual, M. (29,18) se plantea que: “los

deportistas entrenados pueden presentar alteraciones electrocardiográficas que se podrían confundir fácilmente con anomalías cardíacas. No existe un patrón típico de ECG de reposo en el deportista; pueden aparecer alteraciones producidas por la práctica regular de ejercicio físico, relativamente independientes del rendimiento deportivo, o alteraciones más específicas en deportistas de alto nivel. En general, estas alteraciones no aparecen siempre, reflejan un entrenamiento de resistencia y se caracterizan por desaparecer sobre todo con el esfuerzo y al abandonar el deporte.”

Los hallazgos electrocardiográficos encontrados en los jugadores profesionales de Baloncesto investigados más significativos son: la aparición Onda U, aumento del tiempo del complejo QRS y del voltaje de la Onda S, así como la disminución de la frecuencia cardíaca. Estos resultados obedecen al trabajo multivariado que realizan estos deportistas por los diferentes sistemas energéticos que permiten al deportista mejorar la eficacia del corazón (disminución de la frecuencia cardíaca), fortaleciendo del mismo a través del engrosamiento de las paredes de los ventrículos (aumento del voltaje de la Onda S en precordiales derechas y del tiempo del complejo QRS) lo cual genera dos vectores de repolarización en las fibras de Purkinje (aumento de la Onda T) y a largo plazo, estas modificaciones crean adaptaciones cardiovasculares al entrenamiento deportivo (Aparición de la Onda U).

Tabla 6. Hallazgos electrocardiográficos por las categorías ritmo, frecuencia cardíaca, Ondas, intervalos y segmentos.

Modificaciones por Ritmo, frecuencia, Ondas, Intervalos o segmentos	Hallazgos electrocardiográficos	%	Nivel de significación
Frecuencia cardíaca	11	64,71	*Muy significativo
Onda P	6	35,29	No significativo
Intervalo PR	2	11,76	No significativo
Complejo QRS	13	76,47	**Muy significativo
Onda Q	1	5,88	No significativo
Onda R	7	41,18	No significativo
Onda S	21	123,53	***Muy significativo
Segmento ST	1	5,88	No significativo
Onda T	10	58,82	No significativo
Onda U	17	100,00	***Muy significativo
Intervalo QT	1	5,88	No significativo

Fuente: Elaboración propia.

***. Nivel de significación del 0,001%.

**. Nivel de significación del 0,01%.

*. Nivel de significación de 0,05%.

Frecuencia Cardíaca: el deporte de Baloncesto como deporte de alta competición implica gran cantidad de agresiones al organismo, que conlleva a adaptaciones fisiológicas extremas para aclimatarse al nuevo régimen de trabajo. El sistema cardiovascular debe adaptarse a los altos volúmenes de sangre que tiene que bombear el corazón, lo que se conoce como la autorregulación del corazón o Ley de Frank Starling, permitiendo un

ensanchamiento de las cavidades del mismo, esta le permite tener mayor volumen sistólico con menor frecuencia cardíaca, lo que representa una economía para el corazón. Las bradicardias que presentan estos deportistas no son estados patológicos sino respuestas adaptativas de asimilación de las cargas de entrenamiento deportivo.

Intervalo PR: Se encontraron dos hallazgos electrocardiográficos de intervalo de PR largo, denotando un bloqueo aurículo-ventricular de primer grado. Morentes, M. y Amengual, M. (29,23) plantean: *“Un intervalo PR mayor de 0,20 segundos con una frecuencia cardíaca inferior a 70 latidos/minuto (bloqueo AV de primer grado) es relativamente frecuente en deportistas (1-2%; en algunas series se refieren prevalencias de hasta 20 a 33%). En general, el intervalo suele medir entre 0,22 y 0,28 segundos, aunque se han descrito casos de retrasos en la conducción hasta 0,60 segundos. No está contraindicada la práctica deportiva si el bloqueo desaparece con la hiperventilación o durante la prueba de esfuerzo”*.

Los autores Boraita, A. y Serratosa, L. (5,1) junto con López, J. y Fernández, A. (25,144) coinciden que en los deportistas existe un *“retraso en la conducción aurículo-ventricular tipo A-V de primer grado (intervalo PR > 0,20 segundos) y/o de segundo grado tipo I (Wenckebach), que aparecen con escasa frecuencia y dependiendo de la susceptibilidad individual del deportista.”*

Complejo QRS: Aunque en la tabla seis solo se reflejan 13 hallazgos electrocardiográficos propios del complejo QRS, no especifica la modificación de ninguna de las tres ondas que lo componen, si se toma en cuenta los resultados de estas ondas sumarían un total de 48 hallazgos

electrocardiográficos. Por lo tanto, el entrenamiento deportivo de alta competición y en especial el Baloncesto, potencia las modificaciones funcionales en los ventrículos, con predominio marcado del izquierdo. La gama de hallazgos va desde la Onda Q patológicas que obedecen a sobrecargas ventriculares como vía de adaptación de las cargas de entrenamiento y sin llegar a ser una cardiopatía isquémica.

Onda T: En los hallazgos electrocardiográficos encontrados se encuentran el aumento de la onda T mayor que un tercio de la Onda R (ya explicado y justificado con anterioridad en la tabla cinco) y, la Onda T negativa y aplanada fuera de las derivación precordial V1 y la de miembro bipolar DIII. Se logró identificar a cuatro deportistas que presentaban onda T negativa en las derivaciones precordiales y AVF, lo que conllevó al criterio de sobreentrenamiento luego de constatar un detrimento de los resultados de los test pedagógicos del deportista. Estos deportistas fueron remitidos a la consulta de medicina deportiva situada en el CENACADEANZ y a la de cardiología del Hospital del municipio Barcelona, Estado Anzoátegui.

Onda U: Según los criterios de Llanios, R. y colaboradores (27,574), Morentes, M. y Amengual, M. (29,4) coinciden en que la Onda U *“constituye un fenómeno adaptativo al entrenamiento o es consecuencia de alteraciones iónicas transitorias o hipopotasemia, evidente en pacientes sedentarios”*, por tanto, la onda U, constituye en la mayoría de los casos, un sello de calidad del proceso de adaptación cardiovascular ante las altas cargas de entrenamiento.

Tabla 7. Hallazgos electrocardiográficos por cada una de las derivaciones del electrocardiograma en reposo.

Derivaciones del Electrocardiograma	Hallazgos electrocardiográficos	%
DI	1	0,51
DII	5	2,55
DIII	12	6,12
AVL	8	4,08
AVF	7	3,57
AVR	0	0,00
V1	13	6,63
V2	31	15,82
V3	25	12,76
V4	17	8,67
V5	46	23,47
V6	31	15,82

Fuente: Elaboración propia.

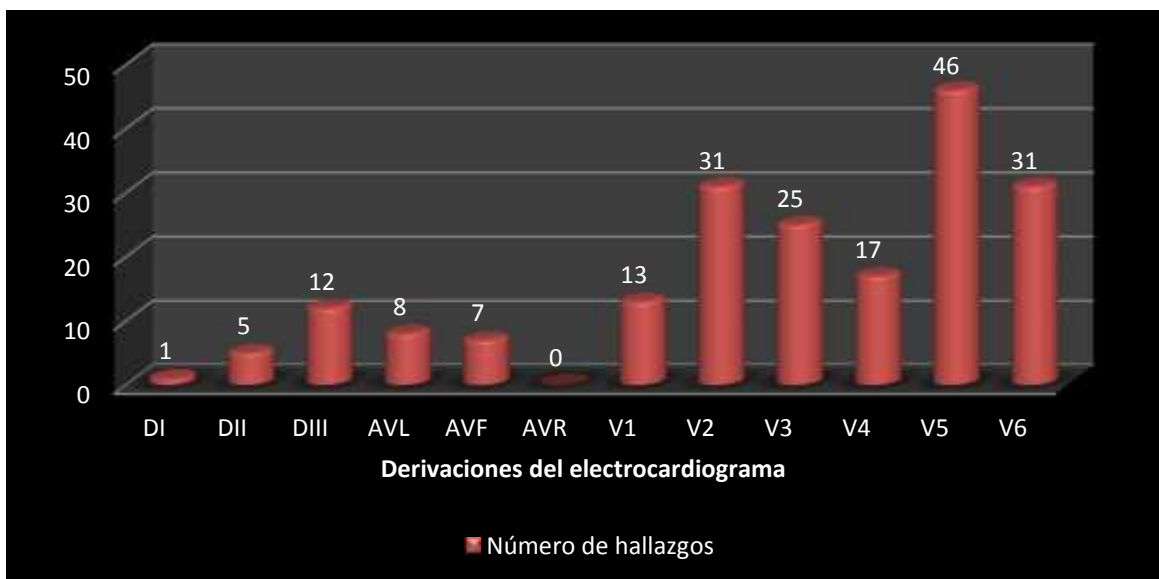


Figura 1. Hallazgos electrocardiográficos por cada una de las derivaciones del electrocardiograma en reposo.

Las derivaciones más implicadas en las adaptaciones cardiovasculares son: las precordiales izquierdas (V5 y V6), con un total de 77 hallazgos, lo que

representa el 39,29%, seguidas por las derivaciones precordiales derechas (V1 y V2) y las que registran la actividad septal (V3 y V4) con 44 y 42 hallazgos respectivamente. Las derivaciones con menos modificaciones electrocardiográficas son las de miembros unipolares (AVR, AVL y AVF), con solo el 7,65% de los hallazgos encontrados.

Tabla 8. Diagnósticos electrocardiográficos encontrados en los deportistas investigados.

Diagnósticos	Frecuencia absoluta	%	Nivel de significación
Bradicardia sinusal	11	64,71	Muy significativo*
Bloqueo incompleto de rama izquierda	4	23,53	No significativo
Bloqueo incompleto de rama derecha	3	17,65	No significativo
Hipopotasemia	17	100,00	Muy significativo**
Ritmo de la unión	6	35,29	No significativo
Hipertrofia del ventrículo izquierdo	5	29,41	No significativo
Hipertrofia del ventrículo derecho	1	5,88	No significativo
Trastorno de la repolarización ventricular	5	29,41	No significativo
Hemibloqueo posterior izquierdo	2	11,76	No significativo
Síndrome de Brugada	1	5,88	No significativo
Bloqueo aurículo-ventricular de primer grado	2	11,76	No significativo
Cardiopatía isquémica	4	23,53	No significativo
Lesión del miocardio	1	5,88	No significativo
Infarto agudo del miocardio	1	5,88	No significativo

** Existe significación porcentual al nivel de 0,01%.

* Existe significación porcentual al nivel de 0,05%.

Los diagnósticos son la interpretación de la lectura de los hallazgos electrocardiográficos encontrados en las diferentes derivaciones del ECG, siendo factor importante a tener en cuenta, pero no determinante para el entrenador, ya que en el mismo se pueden encontrar modificaciones de la electrofisiología del corazón que tienden a confundir al más avezado de los médicos con una patología cardíaca importante, cuando se trata de adaptaciones cardiovasculares al entrenamiento. El diagnóstico puede conllevar al diagnóstico de un sobreentrenamiento o la prevención de una muerte súbita en el deportista.

Los resultados más representativos son el de hipopotasemia, la cual nos funcional ya que esta obedece a una adaptación al entrenamiento. También se puede observar la bradicardia sinusal, que también constituye una adaptación y no a una patología debido al elevado volumen sistólico que poseen los deportistas.

También se logró detectar a cuatro pacientes con evidentes signos de isquemia, siendo un factor de alarma para los entrenadores. Se les orientó suspender el entrenamiento y empezar a aplicarle el tratamiento para esta patología deportiva.

Se logró identificar a un paciente con sospecha de muerte súbita, ya que se diagnosticó un síndrome de Brugada. Dicho deportista fue remitido a la consulta de cardiología del Hospital del municipio Barcelona del Estado Anzoátegui.

Tabla 9. Resultados de la cantidad de criterios electrocardiográficos, frecuencia cardíaca y diagnósticos determinados a partir de la frecuencia cardíaca.

Deportistas	CCECG	Frecuencia cardíaca	Diagnóstico por valores de la Frecuencia Cardíaca
1	6	55,56	Bradicardia sinusal ligera
2	4	60,00	FC Normal
3	6	53,57	Bradicardia sinusal moderada
4	8	53,57	Bradicardia sinusal moderada
5	6	55,56	Bradicardia sinusal ligera
6	6	55,56	Bradicardia sinusal ligera
7	5	50,00	Bradicardia sinusal moderada
8	4	78,95	FC Normal alta
9	7	50,00	Bradicardia sinusal moderada
10	3	65,22	FC Normal
11	7	55,56	Bradicardia sinusal ligera
12	6	45,45	Bradicardia sinusal severa
13	5	53,57	Bradicardia sinusal moderada
14	5	65,22	FC Normal
15	3	83,33	FC Normal alta
16	7	55,56	Bradicardia sinusal ligera
17	7	78,95	FC Normal alta
Correlación de Spearman	-0,50		

En la tabla 9 se muestra los resultados de la correlación de los momentos de Rho de Spearman que existen entre la cantidad de criterios electrocardiográficos y los valores de la frecuencia cardíaca (determinadas a través de la medición de la distancia que existe entre las ondas R). De manera general se aprecia que los deportistas con mayor cantidad de elementos que condicionan un diagnóstico electrocardiográficos menor va ser la frecuencia cardíaca, avalados por una correlación media negativa. Estos resultados de las

correlaciones pudieran poseer un mayor grado de correlación, ya que existen deportistas con hallazgos electrocardiográficos y diagnósticos de sobreentrenamiento que modifican la cantidad de criterios electrocardiográficos, sin ser precisamente adaptaciones cardiovasculares al entrenamiento, sino indicadores de patologías subyacentes. Si se eximen de la muestra a estos atletas con estados patológicos, encontramos que la correlación de los deportistas con un nivel óptimo de entrenamiento y de adaptación cardiovascular es de $-0,77$, por lo tanto esta considerable fuerte negativa por lo cual los indicadores de CCECG son determinantes para la disminución de la frecuencia cardiaca.

En el presente capítulo se describió el diseño metodológico de la investigación esbozando el tipo de investigación asumida por el autor, la selección de sujetos, precisando la muestra de estudios. Se declararon los métodos de investigación aplicados, así como, las técnicas y procedimientos estadísticos y matemáticos necesarios para el procesamiento de los datos. Además se expusieron el análisis e interpretación de los resultados arrojados de la lectura de los electros de los deportistas investigados.

CONCLUSIONES:

Se logró realizar un estudio de los hallazgos electrocardiográficos que se presentan en los deportistas de la cantera TNT del equipo profesional de baloncesto Marinos de Anzoátegui de Venezuela, demostrándose la pertinencia y factibilidad del estudio. A través de la consulta de la bibliografía a la cual tuvo acceso el investigador se pudieron establecer los fundamentos teóricos que abordan los distintos aspectos de la electrocardiografía básica y sus modificaciones en el deportista de alto rendimiento, que permitieron establecer el protocolo de lectura electrocardiográfica y la posterior interpretación de la misma. Se determinaron que los deportista de la cantera TNT posee un eje normal, la posición eléctrica predominante fueron la de vertical y semivertical y como los principales hallazgos encontrados la aparición de la Onda U, la Onda S aumentada en voltaje y la disminución de frecuencia cardíaca. Los diagnósticos electrocardiográficos más representativos fueron la hipopotasemia, la bradicardia sinusal y casos con sospecha de sobreentrenamiento. Se demostró que los CCECG inciden en la disminución de la frecuencia, siempre y cuando estos no se asocien a patologías subyacentes.

RECOMENDACIONES:

1. Brindar los resultados obtenidos en la investigación en manos de los directivos del equipo profesional Marinos de Anzoátegui.
2. Incorporar otros indicadores de rendimiento para correlacionarlos con los criterios electrocardiográficos.
3. Realizar la investigación en el equipo élite para determinar la adaptación cardiovascular en deportistas con mayor nivel de maestría deportiva.

4. Aplicar la investigación en las diferentes etapas planificadas durante el entrenamiento.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Astrand R. (1992). Fisiología del Trabajo Físico. Madrid, Editorial Médica Panamericana.
2. Boraita A y col. (1996). Arritmias cardiacas y su implicación con la actividad física; Albacete, Editorial Albacete.
3. _____. (1996). Las arritmias del deportista. Albacete, Editorial Albacete.
4. _____. (1998). El corazón del deportista. Albacete, Editorial Albacete.
5. Boraira, A. y Serratosa, J. (1998). El corazón del deportista: Hallazgos electrocardiográficos más frecuentes Centro Nacional de Medicina del Deporte. Consejo Superior de Deportes. Madrid. Rev Esp Cardiol 1998; 51: 356-368. ISSN : 1579-2242
6. Buka J. (1975) Critical Values of the Sign Test. Algorithm AS 85. Applied Statistics. V 24. N 2.
7. Calderón FJ. (1994). El electrocardiograma de reposo del deportista. México DF, Editorial Offset.
8. Carbonell Tundidor, D. (2009). Criterios electrocardiográficos que presentan las atletas de nado sincronizado de la provincia Matanzas. Trabajo de Diploma para optar por el título de Licenciado en Cultura Física. Facultad de Cultura Física de Matanzas.
9. Cruz, A. (2011). Criterios electrocardiográficos que presentan los remeros de la academia provincial de Varadero. Trabajo de Diploma para optar por el título de Licenciado en Cultura Física. Facultad de Cultura Física de Matanzas.

10. Curbelo V y Delgado JC. (2006). Electrocardiografía. Ciudad de La Habana, Editorial Ciencias Médicas.
11. _____. (2006). Trastornos del ritmo y de la conducción. Ciudad de La Habana, Editorial Ciencias Médicas.
12. Dubin, D. (2000). Personal Quick Reference Sheets: Dubin's Method for Reading EKG's. Tampa: Cover Publishing Co.
13. Echegaray, B. y Guardamino, M. (2003). Características Electrocardiográficas de los deportistas jóvenes. Navarra, Editorial Navarra.
14. Enciclopedia Digital Ecured. (2015). Palabras claves: Baloncesto.
15. Enciclopedia Digital Wikipedia. (2015). Palabras claves: Marinos de Anzoátegui. Disponible en: <http://www.wikipedia.org/>. Consultado: 20 de febrero del 2015.
16. Estorch M y col. (2000). Marked ventricular repolarization abnormalities in highly trained athletes' electrocardiograms. London, Editorial Medicine.
17. Franco G. (2005). Electrocardiografía. La Habana, Editorial Ciencias Médicas.
18. Gallardo Sarmiento, A. (2010). Criterios electrocardiográficos que presentan los lanzadores de béisbol de primera categoría de Matanzas. Ponente en el II Coloquio Nacional de Deporte, Educación Física y Recreación. Ciudad de Bayamo.
19. García Reyes, J. (2010). Criterios electrocardiográficos que se presentan en los peloteros de la categoría juvenil en la provincia Matanzas. Trabajo de Diploma para optar por el título de Licenciado en Cultura Física. Facultad de Cultura Física de Matanzas.

20. Goldberger A. (1998). Principios de Medicina Interna. Madrid, Editorial Médica Panamericana.
21. Guyton A y Hall JE. (2001). Tratado de fisiología médica. 10ma edición. Mississippi and Missouri, Editorial Mc Graw Hill.
22. Hampton Churchill JR. (2003). The ECG Made Easy. Livingstone.
23. Hernández Sampier, R. (2003). Metodología de la investigación 1. La Habana: Editorial Félix Varela.
24. Lopategui Corsino E. (2001). Adaptaciones cardiovasculares al ejercicio crónico. Universidad Interamericana de PR. Disponible en: <http://www.saludmed.com/CsEjerci/FisioEje/AC-Cronic.html>. Consultado el 20 de febrero del 2009.
25. López Chicharro J. y Fernández Vaquero, A. (1995). Fisiología del Ejercicio. 2 ed. Madrid, Editorial Médica Panamericana.
26. López Chicharro, J.; Rabadán Ruiz, M.; Serratosa, L. y Fernández, A. (1995). Respuesta y adaptaciones cardiovasculares al ejercicio. En: López Chicharro J. y Fernández Vaquero, A. (1995). Fisiología del Ejercicio. 2 ed. Madrid, Editorial Médica Panamericana.
27. Llanio R y col. (2003). Propedéutica Clínica y Semiología Médica. Tomo I. Ciudad de La Habana, Editorial Ciencias Médicas.
28. Luna B. (1995). Principios de Medicina Interna. Barcelona, Editorial Toray-Masson.
29. Morente, M. y Amengual Pliego, M. (2005). Variantes electrocardiográficas de la normalidad. Madrid, Editorial Médica Panamericana.

30. Morris F. (2003). ABC of clinical electrocardiography. University of Virginia. Palma JL. (1995). Manual práctico de electrocardiografía para no especialistas. Barcelona, Editorial SAT.
31. Narváez, P. G. E. (2003). Factores de riesgo cardiovascular en niños: BMI vs. Grasa corporal vs. Presión arterial. XXII Congreso Nacional de Cardiología. Federación Argentina de Cardiología. Buenos Aires del 16-18 de Agosto del 2003.
32. Perdomo, G. (1992). ECG: Su fácil lectura. Cienfuegos: Editorial Órgano Científico Médico de Cienfuegos. Revista Finlay. ISSN 0864-4357.
33. Pérez Alonso, J. M. (2009). Criterios electrocardiográficos que presentan los lanzadores de Béisbol de primera categoría de la provincia Matanzas. Trabajo de Diploma para optar por el título de Licenciado en Cultura Física. Facultad de Cultura Física de Matanzas.
34. Pelliccia A. (2000). La muerte súbita cardíaca en el deportista y el screening cardiovascular: la experiencia Italiana. Monocardio II: 3-8.
35. Pelliccia A. y col. (1991). The upper limit physiologic cardiac hypertrophy in highly trained elite runners. London, Editorial Medicine.
36. Rabadán Ruiz M y Palacios N. (2000). Adaptación del sistema cardiovascular al ejercicio. Disponible: http://www.saludalia.com/Saludalia/web_saludalia/vivir_sano/doc/ejercicio/doc/adaptacion_sistema_cardiovascular.htm#1. Consultado: el 20 de febrero del 2009.
37. Roca Goderich R. (2002). Temas de medicina interna I. 4 ed. La Habana, Editorial Ciencias Médicas.

38. Sanagua J. y Acosta G. (2005). *Cardiología del ejercicio*. Catamarca: Editorial Científica Universitaria. ISBN N° 950-746-127-2.
39. Serra J.R. (2004). *Implicaciones pronósticas del electrocardiograma anormal en atletas de Alta Competencia*. Barcelona, Editorial Toray-Masson.
40. Serratos Fernández L. (2001). *Adaptaciones Cardiovasculares del Deportista*. Scvc 2001. Disponible en: <http://www.fac.org.ar/scvc/llave/exercise/serrato1/serratoe.htm>. Consultado el 20 de febrero del 2009.
41. Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure, The (JNC VII). *Hypertension*. (2003). Dec; 42 (6):1206-52.
42. Trujillo Rodríguez, E. (2011). *Criterios electrocardiográficos que se presentan en los peloteros de la categoría juvenil de la provincia de Matanzas*. Trabajo de Diploma para optar por el título de Licenciado en Cultura Física. Facultad de Cultura Física de Matanzas.
43. Wartak J. (2000). *Interpretación de electrocardiogramas*. México, Editorial Interamericana.
44. Wilmore J y Costill D. (2001). *Fisiología del esfuerzo y el deporte*. 4 ed. Barcelona, Editorial Paidotribo.
45. Zeppilli P. (1996). *L'elettrocardiogramma dell' atleta*. Roma, Editorial Cardiologia dello Sport.

ANEXOS:**Anexo 1. Resultados de la lectura de los electrocardiogramas de los deportistas investigados con sus respectivos diagnósticos y CCECG.**

Hallazgos ECG	Deportista 1	Deportista 2
Edad	22	17
Experiencia deportiva	9	8
Eje	Normal	Normal
Posición	Vertical	Semihorizontal
FC	56lpm	60lpm
Ritmo sinusal	Sí	Sí
Onda P	Normal	Aplanada en V1
Intervalo PR	Normal	Normal
Complejo QRS	Rsr' en AVF, RsR' en DII, rsR' en AVL y Onda S aumentada en voltaje en V2.	Onda R y S melladas de DIII y Onda S aumentada en voltaje en V2
Segmento ST	Normal	Normal
Onda T	Normal	Normal
Intervalo QT	Normal	Normal
Espacio TP	Normal	Normal
Onda U	En V1, V2 y V3	En V2, V3, V4 y V5
Diagnóstico	Bradicardia sinusal, Bloqueo incompleto de Rama Izquierda e Hipopotasemia	Ritmo de la unión. Hipertrofia del ventrículo izquierdo e Hipopotasemia
CCECG	6	4

Hallazgos ECG	Deportista 3	Deportista 4
Edad	16	18
Experiencia deportiva	8	8
Eje	Normal	Normal
Posición	Vertical	Vertical
FC	54lpm	54lpm
Ritmo sinusal	Sí	Sí
Onda P	Normal	Normal
Intervalo PR	Normal	Normal
Complejo QRS	Onda R mellada en AVF, Onda S aumentada en voltaje en V3 y V4	QRS aumentado en tiempo, Onda R y S mellada en V2, Onda S mellada en V4, V5 y V6
Segmento ST	Normal	Normal
Onda T	Onda T > 1/3 de la Onda R	Onda T > 1/3 de la Onda R
Intervalo QT	Normal	Normal
Espacio TP	Normal	Normal
Onda U	En V2, V3, V4 y V5	En V2, V3, V4 y V5
Diagnóstico	Bradicardia sinusal con Trastorno de la repolarización ventricular e Hipopotasemia. Hipertrofia ventricular derecha.	Bradicardia sinusal con Trastorno de la repolarización ventricular, Hipopotasemia y Bloqueo incompleto de rama derecha.
CCECG	6	8
Hallazgos ECG	Deportista 5	Deportista 6
Edad	17	17
Experiencia deportiva	8	4
Eje	Normal	Normal
Posición	Semivertical	Semivertical
FC	56lpm	56lpm
Ritmo sinusal	Sí	Sí
Onda P	Onda P aplanada en V5 y V6	Normal
Intervalo PR	Normal	PR aumentado en tiempo, constante y siempre constante.
Complejo QRS	QRS aumentado en tiempo, Onda R mellada en DIII, Onda S mellada en V1, V5 y V6	Onda S aumentada en voltaje en V2.
Segmento ST	Normal	Normal
Onda T	Onda T > 1/3 de la Onda R	Normal
Intervalo QT	Normal	Largo
Espacio TP	Normal	Normal
Onda U	En V2, V3, V4 y V5	En V2, V3 y V4
Diagnóstico	Bradicardia sinusal con Trastorno de la repolarización ventricular e Hipopotasemia. Hemibloqueo posterior izquierdo. Ritmo de la unión.	Bradicardia sinusal con Hipopotasemia e Hipertrofia ventricular izquierda. Síndrome de Brugada. Bloqueo aurículo-ventricular de primer grado.
CCECG	7	6

Hallazgos ECG	Deportista 7	Deportista 8
Edad	17	17
Experiencia deportiva	7	8
Eje	Normal	Normal
Posición	Semivertical	Semivertical
FC	50lpm	79lpm
Ritmo sinusal	Sí	Sí
Onda P	Normal	Normal
Intervalo PR	Normal	Normal
Complejo QRS	Morfología rsR' en DIII y Onda S aumentada en voltaje en V2.	QRS aumentado en tiempo, Morfología rsR' en DIII y Onda S aumentada en voltaje en V2.
Segmento ST	Normal	Normal
Onda T	Normal	Normal
Intervalo QT	Normal	Normal
Espacio TP	Normal	Normal
Onda U	En V2, V3, V4 y V5	En V2 y V3
Diagnóstico	Bradicardia sinusal con Hipopotasemia. Bloqueo incompleto de rama izquierda.	Bloqueo incompleto de rama izquierda e Hipopotasemia.
CCECG	5	4
Hallazgos ECG	Deportista 9	Deportista 10
Edad	19	17
Experiencia deportiva	2	3
Eje	Normal	Normal
Posición	Semivertical	Vertical
FC	50lpm	65lpm
Ritmo sinusal	Sí	Sí
Onda P	Normal	Normal
Intervalo PR	Normal	Normal
Complejo QRS	QRS aumentado en tiempo, Onda S aumentada en voltaje en V2, Onda S mellada en V3 y AVL y Onda R mellada en DIII.	QRS aumentado en tiempo, Onda S aumentada en voltaje en V2.
Segmento ST	Normal	Normal
Onda T	Normal	Normal
Intervalo QT	Normal	Normal
Espacio TP	Normal	Normal
Onda U	En V4, V5 y V6	En V2 y V3
Diagnóstico	Bradicardia sinusal, Bloqueo incompleto de rama derecha e Hipopotasemia.	Hipertrofia ventricular izquierda e Hipopotasemia.
CCECG	7	3

Hallazgos ECG	Deportista 11	Deportista 12
Edad	16	23
Experiencia deportiva	5	10
Eje	Normal	Normal
Posición	Vertical	Vertical
FC	56lpm	45lpm
Ritmo sinusal	Sí	Sí
Onda P	Normal	Onda P aplanada en AVF
Intervalo PR	Normal	Aumentado en tiempo, constante y siempre constante
Complejo QRS	QRS aumentado en tiempo, Onda R mellada en DII, DIII y AVF, Onda S aumentada en voltaje en V2 y Onda S mellada en DI.	Onda S aumentada en voltaje en V2
Segmento ST	Normal	Normal
Onda T	Normal	Negativa en AVF, DIII y V1
Intervalo QT	Normal	Normal
Espacio TP	Normal	Normal
Onda U	En V2, V3, V4 y V5	En V2 y V3
Diagnóstico	Bradicardia sinusal, Hemibloqueo posterior izquierdo e Hipopotasemia.	Bradicardia sinusal, Ritmo de la unión. Bloqueo aurículo-ventricular de primer grado. Hipopotasemia. Cardiopatía isquémica.
CCECG	7	6

Hallazgos ECG	Deportista 13	Deportista 14
Edad	17	21
Experiencia deportiva	5	9
Eje	Normal	Normal
Posición	Vertical	Vertical
FC	54lpm	65lpm
Ritmo sinusal	Sí	Sí
Onda P	Normal	Normal
Intervalo PR	Normal	Normal
Complejo QRS	Onda S aumentada en voltaje en V2 y Onda R mellada en V3 y V4.	QRS aumentado en tiempo, Onda S aumentada en voltaje en V2 y Onda S mellada en V1 y Onda Q patológica en V4, V5 y V6.
Segmento ST	Supra-desnivel del ST en V2	Normal
Onda T	Aplanada en V5 y V6	Onda mayor de 1/3 de la Onda R.
Intervalo QT	Normal	Normal
Espacio TP	Normal	Normal
Onda U	En V2, V3, V4 y V5	En V2 y V3
Diagnóstico	Bradicardia sinusal. Hipertrofia	Bloqueo incompleto de rama

	ventricular izquierda. Hipopotasemia. Cardiopatía isquémica. Lesión del miocardio.	izquierda. Infarto agudo del miocardio. Hipopotasemia. Trastorno de la repolarización ventricular.
CCECG	5	5

Hallazgos ECG	Deportista 15	Deportista 16
Edad	15	16
Experiencia deportiva	3	3
Eje	Normal	Normal
Posición	Semivertical	Semivertical
FC	83lpm	56lpm
Ritmo sinusal	Sí	Sí
Onda P	Negativa en AVL	Aplanada en V4, V5 y V6
Intervalo PR	Normal	Normal
Complejo QRS	QRS aumentado en tiempo y Onda S aumentada en voltaje en V2.	Microvoltaje en AVL y Onda S mellada en V1 y V5.
Segmento ST	Normal	Normal
Onda T	Onda T mayor de 1/3 de la Onda R.	Aplanada en DIII y negativa en V1, V2 y V3.
Intervalo QT	Normal	Normal
Espacio TP	Normal	Normal
Onda U	En V2, V3, V4 y V5	En V2 y V5
Diagnóstico	Hipertrofia ventricular izquierda. Ritmo de la unión baja. Hipopotasemia. Trastorno de la repolarización ventricular.	Bradicardia sinusal. Ritmo de la unión. Hipopotasemia. Cardiopatía isquémica.
CCECG	3	7

Hallazgos ECG	Deportista 17
Edad	16
Experiencia deportiva	3
Eje	Normal
Posición	Semivertical
FC	79lpm
Ritmo sinusal	Sí
Onda P	Normal
Intervalo PR	Normal
Complejo QRS	QRS aumentado en tiempo. Microvoltaje en DIII y AVL. Onda S aumentada en voltaje en V2. Morfología de rsR' en DIII.
Segmento ST	Normal
Onda T	Onda T mayor 1/3 de la Onda R.
Intervalo QT	Normal
Espacio TP	Normal
Onda U	En V2, V3, V4 y V5
Diagnóstico	Ritmo de la unión. Hipopotasemia. Cardiopatía isquémica. Bloqueo incompleto de rama derecha.
CCECG	7