



**Universidad de Matanzas**  
**Sede “Camilo Cienfuegos”**  
**Facultad de Cultura Física de Matanzas**

**“HALLAZGOS ELECTROCARDIOGRÁFICOS QUE PRESENTAN LOS JUGADORES DE FUTSAL DE LA LIGA PROFESIONAL VENEZOLANA EN LA TEMPORADA 2013-2014”.**

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

**Autor:** Alexander Álvarez Rodríguez.

**Tutores:** Dr. C. Abel Gallardo Sarmiento.

M. Sc. Gregorio Antonio Mejías Pérez.

**Ciudad de Matanzas**

**Año 2016**

**DEDICATORIA:**

- ✓ A mi madre por todo su amor y comprensión.

## **AGRADECIMIENTOS:**

- ✓ A los que me apoyaron durante todos estos años y de una forma u otra hicieron posible que llegara hasta aquí, en especial a mi madre, mi tía, mi hermana, mi novia, mis profesores y a mi tutor por brindarme sus conocimientos y dedicarme parte de su tiempo.
- ✓ A todos, muchas gracias.

**PENSAMIENTO:**

*“El corazón es lo primero que vive en la estructura del animal y lo último que muere. En él tiene su comienzo y su término en la vida”.*

*Juan Luis Vives (1492-1540)*

*Humanista y filósofo español.*

## **RESUMEN:**

La evaluación electrocardiográfica es importante ya que brinda a los entrenadores deportivos la expresión de la adaptación cardiovascular al entrenamiento, además de informar sobre criterios y alteraciones en los trazados isoeletricos que se pueden tomar en cuenta como patologías deportivas. El conocimiento de estos elementos permitirá al entrenador adoptar las medidas necesarias para que el jugador entrene según el principio de individualización de las cargas. La investigación fue realizada en el Estado de Anzoátegui, que pese a contar con un centro de atención médica y un laboratorio de pruebas funcionales, no cuenta con antecedentes sobre la realización de estudios sobre los hallazgos electrocardiográficos de los deportistas de Fútbol profesional. Dentro de los métodos de investigación utilizados se encuentran los teóricos y los empíricos, en especial, la medición. Los principales resultados evidenciados en la investigación fueron: que los ejes eléctricos predominantes son el normal y en cuanto a las posiciones electrocardiográficas que presentan son la vertical y semivertical. Los principales hallazgos electrocardiográficos por cada uno de los parámetros investigados fueron la onda S aumentada en voltaje, la onda T mayor que un tercio de la onda R, la aparición de la onda U y que la mayor cantidad de hallazgos se manifestaron en las derivaciones precordiales, predominando en el lado izquierdo del corazón, lo que se ajusta al diagnóstico de hipertrofia ventricular izquierda y de hipopotasemia no funcional como vía de adaptación al entrenamiento. Se logró demostrar que existen correlaciones significativas entre la cantidad de criterios electrocardiográficos y la frecuencia cardíaca.

## **ABSTRACT:**

The electrocardiographic evaluation is important because it gives coaches the expression of cardiovascular adaptation to training, in addition to reporting criteria and changes in the electrical paths that can be taken in count as sports pathologies. Knowledge of these elements allows the coach to take steps to train the player according to the principle of individualization of loads measured. The research was conducted in the State of Anzoátegui that despite having a health care center and a laboratory of functional tests, studies or history on electrocardiographic findings of professional athletes Futsal unknown. Within research methods used are the theoretical and empirical, especially measurement. The main results evidenced in the research were the predominant electrical axes are normal and as to present the electrocardiographic positions are vertical and semi-vertical. The main electrocardiographic findings for each of the parameters investigated were the S wave increased in voltage, T wave greater than a third of the R wave, the appearance of U wave and as many findings demonstrated in the precordial, predominantly on the left side of the heart, which fits the diagnosis of left ventricular hypertrophy and nonfunctional hypokalemia as a means of adaptation to training. It was possible to show that there are significant correlations between the amount of electrocardiographic criteria and heart rate.

<b>ÍNDICE</b>	<b>PÁGINAS</b>
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA EVALUACIÓN ELECTROCARDIOGRÁFICA DE LOS DEPORTISTAS DE ALTO RENDIMIENTO.	7
I.1 Generalidades del deporte de alto rendimiento.	7
I.2 Beneficios, problemas médicos e implicaciones del deporte de alto rendimiento.	11
I.3 Electrocardiograma. Conceptos y características generales.	13
I.4 El electrocardiograma normal.	19
I.5 Alteraciones electrocardiográficas.	22
I.5.1 Alteraciones de la onda P.	22
I.5.2 Alteraciones del QRS en anchura.	23
I.5.3 Alteraciones del segmento ST y de la onda T.	27
I.5.4 Alteraciones del intervalo del PR.	28
I.5.5 Alteraciones del intervalo QT.	30
I.6 Arritmias cardíacas y su interpretación electrocardiográfica.	30
CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.	32
II.1 Diseño de la investigación.	32
II.2 Selección de la muestra.	33
II.3 Métodos de investigación.	34
II.3.1 Métodos teóricos.	34
II.3.2 Métodos empíricos.	35
II.4 Técnicas y procedimientos estadísticos.	37
II.5 Análisis e interpretación de los resultados.	38
CONCLUSIONES.	52
RECOMENDACIONES.	53
BIBLIOGRAFÍA.	54
ANEXOS.	-

**INTRODUCCIÓN:**

Según la enciclopedia digital Wikipedia (40) plantea que el Futsal o Fútbol Sala: *“es un deporte que surge como una derivación de varios deportes, del fútbol, el polo acuático, voleibol, balonmano y otros. Posee un mayor dinamismo que el Fútbol.”* El Futsal demanda que sus practicantes posean una alta condición física para poder soportar las rápidas acciones ofensivas y defensivas.

El fútbol sala es un deporte que se desarrolla en dos partes de 20 minutos de juego (con un descanso de 10 minutos entre tiempo). Los jugadores realizan una actividad motora completa y adaptativa, en la que se alternan de forma aleatoria, fases variables en su intensidad y volumen de trabajo. Donde todas las acciones relevantes se realizan a alta intensidad y son de duración relativamente corta. Por lo tanto, los componentes funcionales del fútbol sala serían las actividades de alta intensidad que incluirán los desplazamientos defensivos, golpeos, tiros, regates, fintas, lanzamientos, paradas del portero y la conducta de soporte o conexión entre las acciones relevantes, de duración variable e intensidad media/baja.

Las características fundamentales de este deporte se sustentan en la búsqueda de la multifuncionalidad, es decir, un jugador comodín o universal. No basta que domine una posición, si no que pueda ser utilizado en las diferentes posiciones de juego, potenciando así las capacidades tácticas del conjunto.

Los entrenadores centran su trabajo en la mejoría de las acciones técnicas, que se dirigen en tres direcciones fundamentales. Primero, a la perfección de los fundamentos técnicos, debido a que los equipos entrenan un mayor número de días a la semana e incluso en doble sesión. Segundo, a la velocidad de ejecución gestual, ya que en la actualidad el jugador no tira, pasa, o se desplaza mejor en una posición estática, sino que lo hace de forma más rápida y en el momento

oportuno (táctica individual). Y en tercer lugar al aumento de la intensidad, ya que los jugadores deben encadenar transiciones rápidas de sus esfuerzos. Los entrenadores procuran que los descansos se produzcan solamente en el banquillo, exigiendo a sus deportistas una mayor continuidad de las acciones. Las cualidades físicas que se buscan en los atletas son: la velocidad, fuerza, coordinación y resistencia. El jugador polivalente que buscan los entrenadores, debe tener un amplio dominio de la técnica, que a su vez precisa de una buena coordinación neuromuscular reflejada en el movimiento de los segmentos.

Según los postulados de Zimkim, N. V. (43, 278) se ha clasificado a este deporte como colectivo, de ejecución de ejercicios variables o situacionales. (...) Se caracterizan por un predominio de movimiento de velocidad-fuerza de tipo combinado.

Por su connotación de profesional se encuentra agrupada dentro de los deportes de alta competición o de alto rendimiento, los cuales constituyen una agresión al organismo, debido al funcionamiento extremo del metabolismo cuando el deportista se encuentra en su etapa de entrenamiento o competencia, elevándose en un 2000% por encima de lo normal, según los planteamientos de Guyton, A. y Hall, J. E. (17, 1167). Además se evidencian una serie de modificaciones fisiológicas para lograr la adaptación a las altas cargas de entrenamiento, siendo el sistema cardiovascular uno de los implicados. Es muy importante en este deporte el control médico deportivo, ya que se encarga de la vigilancia del estado de salud y competitivo del deportista.

La investigación se desarrolló con el equipo Deportivo Anzoátegui Sport Club, fundado en el año 2013 a razón de insertarse en la recién creada Liga Profesional Venezolana de Futsal, financiado por la Federación de Fútbol y el Instituto de

Deportes del Estado Anzoátegui (IDEANZ) y apodado como el DANZ, nombre que lega del equipo profesional de Futbol del Estado. Tiene su base entre las ciudades de Puerto la Cruz y Barcelona en el Estado Anzoátegui. Juega de local en el Complejo Polideportivo Simón Bolívar en el Gimnasio Luis Ramos, el cual es conocido por “La Caldera del Diablo” debido a sus condiciones de temperaturas naturales. En el Estado de Anzoátegui pese a contar con un centro de atención médica y un laboratorio de pruebas funcionales, se desconocen de estudios o antecedentes sobre los hallazgos electrocardiográficos en deportistas de Futsal profesional, lo cual se declara como **situación problemática de la investigación**.

El **Problema de investigación** se declara a continuación: *¿Cómo se comportan los hallazgos electrocardiográficos que presentan los deportistas del equipo de Futsal Deportivo de Anzoátegui?*

El **Objeto de estudio** se enmarca en el proceso de evaluación electrocardiográfica de los deportistas de Futsal del Estado Anzoátegui, Venezuela. El **Campo de acción** se centra en: los hallazgos electrocardiográficos que presentan los jugadores de Futsal de la liga profesional venezolana en la temporada 2013-2014. Se precisa como **Objetivo general**: Realizar un estudio sobre los hallazgos electrocardiográficos que presentan los deportistas de Futsal del equipo profesional Deportivo de Anzoátegui de Venezuela.

Como **Preguntas científicas** se declaran:

1. ¿Cuáles son los fundamentos teóricos que abordan la evaluación electrocardiográfica de los deportistas de rendimiento?
2. ¿Cuáles son los ejes y posiciones electrocardiográficas que presentan los deportistas investigados?

3. ¿Cuáles son los principales hallazgos electrocardiográficos por cada una de las ondas, segmentos, intervalos, complejos, derivaciones, ritmo y frecuencia cardiaca?
4. ¿Cuáles son los diagnósticos que se derivan de la interpretación de los trazados electrocardiográficos de los deportistas investigados?
5. ¿Cuáles son las correlaciones existentes entre la cantidad de criterios electrocardiográficos, los parámetros fisiológicos y antropométricos de los deportistas investigados?

**Tareas de investigación:**

1. Determinación de los fundamentos teóricos que abordan la evaluación electrocardiográfica de los deportistas de rendimiento.
2. Determinación de los ejes y posiciones electrocardiográficas que presentan los deportistas investigados.
3. Diagnóstico de los principales hallazgos electrocardiográficos por cada una de las ondas, segmentos, intervalos, complejos, derivaciones, ritmo y frecuencia cardiaca.
4. Determinar los diagnósticos que se derivan de la interpretación de los trazados electrocardiográficos de los deportistas investigados.
5. Correlacionar la cantidad de criterios electrocardiográficos con los parámetros fisiológicos y antropométricos en los deportistas investigados.

**Contribución Teórica:** permite profundizar en el campo de la electrocardiografía (ECG) aplicada al deporte durante el proceso de entrenamiento del equipo profesional de Fútbol de Fútbol, en correspondencia con el tipo de preparación y de esfuerzo que se realiza. Aborda la problemática desde otra perspectiva, realizando el análisis desde la base de 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 Fútbol, los resultados de los análisis de ECG 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. Los elementos mencionados, bien estandarizados o controlados, permiten contrarrestar los niveles de agresión física que implican el alto rendimiento. Por tanto poseen un alto valor social y medioambiental, ya que se realizan acciones que contribuyen a minimizar los efectos negativos del entrenamiento, mejorando la calidad de vida de los deportistas.

La investigación contribuye al proyecto de la Facultad de Cultura Física titulado *“Retos de la Actividad Física Terapéutica y el Control Médico en el entorno social y universitario”*, en la tarea: El control médico en el entorno social y universitario, auspiciado por la Facultad de Cultura Física de la Universidad de Matanzas y del Instituto de Deportes del Estado Anzoátegui, Venezuela. La investigación se enmarca en el lineamiento 162 de la política económica y social del Partido y la Revolución, encaminados a: *“Elevar la calidad, el rigor en la formación de atletas*

*y docentes, así como en la organización y participación en eventos, competencias nacionales e internacionales, con racionalidad en los gastos.” (37, 24).*

En la investigación fue seleccionada una muestra compuesta por: 20 deportistas del equipo de Fútbol referido, registrándose la información necesaria de la aplicación de las mediciones de ECG en reposo en el periodo de preparación general. Se requirieron además de la utilización de los métodos de investigación. De los teóricos: el histórico-lógico, el analítico-sintético y el inductivo-deductivo. En los métodos empíricos se empleó la medición. A continuación se presenta la estructura del Trabajo de Diploma donde aparecen dos capítulos, las conclusiones, las 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 la evaluación electrocardiográfica de los deportistas de rendimiento, en donde se abarcan: la ECG básica, el mecanismo de excitación cardíaca, las principales ondas, intervalos, segmentos y complejos del electrocardiograma en reposo, las principales patologías y arritmias cardíacas. 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 las tareas trazadas, 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 investigación 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 I. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA EVALUACIÓN ELECTROCARDIOGRÁFICA DE LOS DEPORTISTAS DE ALTO RENDIMIENTO.**

El presente capítulo refleja los principales presupuestos teóricos, sobre la evaluación electrocardiográfica de los deportistas de alto rendimiento, a los que se tuvo acceso por el autor en la bibliografía consultada. Se ofrecen consideraciones sobre el deporte de rendimiento, las implicaciones de entrenar a este nivel, los tipos de alteraciones del electrocardiograma y las principales arritmias cardíacas.

### **I.1. Generalidades del deporte de alto rendimiento**

El deporte como fenómeno social de masas es un hecho reciente, al respecto García Blanco citado por Cortegaza, L. (8, 2) lo valora como: *“Patrimonio del siglo que está por culminar”*. Desde el punto de vista metodológico es necesario delimitar las diferentes variantes de deportes, para que no exista confusión en sus fines y en el tratamiento diferenciado que implica cada una las formas de manifestación. *“Las variadas formas de practicar el deporte se agrupan en tres grandes direcciones: el llamado deporte pedagógico, deporte para todos o recreativo y el deporte de altas marcas o altos rendimientos. Por deporte pedagógico se considera el utilizado dentro de los planes y programas de Educación Física, que constituyen junto a los juegos, la gimnasia y la recreación, los medios fundamentales de esta actividad. El deporte pedagógico como medio de la Educación Física cumplimenta los objetivos y tareas que lo diferencian*

*sustancialmente de otras formas de práctica del deporte; aquí el fin fundamental no es la competición, las altas marcas, sino el desarrollo armónico de las capacidades motoras y de las habilidades técnico-deportivas contempladas en los programas de cada nivel.” (8,2).*

*“El deporte para todos o recreativo es una manifestación del deporte practicado por lo general por los adultos, aunque muchos escolares lo prefieren, este se realiza de forma espontánea, con fines higiénicos, sociales o recreativos como son: tener salud, estar en forma, disfrutar, hacer vida colectiva o social, necesidad de reafirmación individual, entre otras”. (31, 2).*

El deporte de alto rendimiento es la forma más divulgada a través de los medios masivos de difusión, es capaz de convertir en “ídolos de las multitudes”, en “héroes nacionales o del planeta” a sus atletas más relevantes, se manifiesta a través de diferentes etapas o niveles que van desde la iniciación deportiva hasta la llamada etapa de altas marcas que se tipifica por la obtención de los mayores resultados en la vida de un deportista, se caracteriza, hoy en día, por un crecimiento marcado de los récords y resultados deportivos, se rompen barreras que desde el punto de vista físico y biológico parecían inalcanzables por el hombre. Para lograr una obtención de resultados deportivos elevados se necesita por lo general de 8 a 10 años de duro entrenamiento, proceso que debe estar correctamente organizado dentro de un sistema científicamente concebido, a través de la planificación organización y control del entrenamiento (8).

La noción de entrenamiento se emplea bajo los más diversos aspectos y generalmente designa un proceso que, por medio del ejercicio físico, tiende a alcanzar objetivos de rendimiento a un nivel más o menos elevado. En este sentido Martin, R. (25) define el entrenamiento, de manera general, como un

proceso que genera una modificación de estado: físico, motor, cognitivo y afectivo.

La noción más precisa del entrenamiento deportivo según Weineck, J. (39, 11) y a la cual se adscribe el autor, es la de Matviev (1972) quien entiende por éste: “(...) *todo aquello que comprende la preparación física, técnico-táctica, intelectual y moral del atleta con ayuda de ejercicios físicos*”, aunque limitada, esta noción se sobreentiende, sin embargo, como una posibilidad subsiguiente de desarrollo y de mejora gradual. Así, el entrenamiento en el deporte escolar y el deporte para la salud contemplan también una mejora sistemática y progresiva de la capacidad de rendimiento, aun cuando no tengan los mismos objetivos a largo plazo que los atletas del alto nivel.

A continuación, por orden cronológico, se ofrecen un grupo de conceptos de entrenamiento que permiten ilustrar con mayor claridad el término abocado:

Cuadro 2. Orden cronológico de los diferentes autores que emiten conceptos de entrenamiento deportivo.

Autor	Año	Especialidad	Concepto
L. Matviev	1962	Teoría y Metodología (URSS)	El entrenamiento deportivo es un fenómeno pedagógico orientado directamente al logro de los resultados deportivos.
M. Fiedler	1969	Voleibol (RDA)	El entrenamiento es la formación, educación y el perfeccionamiento de todas las capacidades, conocimientos, habilidades y formas de conducta que necesita cada jugador para poder rendir en la competencia.
N. G. Ozolin	1970	Atletismo (URSS)	Es el proceso de adaptación del organismo a todas las cargas funcionales crecientes, por lo que las mayores exigencias en las manifestaciones de la fuerza, rapidez, la resistencia, la flexibilidad y la coordinación de los movimientos, así como de las habilidades técnicas, necesitará de mayores esfuerzos volitivos y tensiones psíquicas.
D. Harre	1973	Teoría y Metodología (RDA)	Es el proceso basado en los principios científicos, especialmente pedagógicos, del perfeccionamiento deportivo, el cual tiene como objetivo conducir a los deportistas hasta lograr máximos rendimientos en un deporte o disciplina deportiva actuando planificada y sistemáticamente sobre las capacidades de rendimiento y la disposición para este.
L. Seliger	1974	Fisiología (RDA)	El entrenamiento deportivo es un proceso mediante el cual, bajo la influencia de la repetición de las actividades y con incremento cualitativo y cuantitativo del trabajo, hace que surjan complejos cambios en organismo acompañados del aumento de la eficiencia y rendimiento del mismo.
A. Csanadi	1975	Fútbol (Hungria)	El entrenamiento es un proceso pedagógico que hace posible el logro de las actuaciones de alto nivel, sin que se produzca ningún daño físico o mental, mediante el desarrollo sistemático y planificado de ciertos conocimientos prácticos especiales, condiciones físicas, cualidades morales y adaptación del organismo.
V. Zhantri	1975	Fisiología (URSS)	Entrenamiento deportivo es el conjunto de actividades que posibilitan el crecimiento de las capacidades de trabajo del sujeto.
V. Chotkn	1976	Teoría y Metodología (Checoslovaquia)	Por entrenamiento deportivo se entiende el proceso especializado de la Educación Física, cuyo objetivo es alcanzar el máximo rendimiento físico individual, relativo en el deporte o disciplina escogida y todo sobre la base de un desarrollo integral y armónico del deportista
D. Kirkov	1978	Baloncesto (Bulgaria)	El entrenamiento deportivo es una organización especial del proceso pedagógico, donde están entrelazados la enseñanza y la educación del deportista con el desarrollo de las posibilidades funcionales del organismo.
L. Matviev	1983	Teoría y Metodología	El entrenamiento deportivo es la forma fundamental de preparación del deportista, basada en ejercicios sistemáticos y la cual representa en esencia, un proceso organizado pedagógicamente con el objetivo de dirigir la evolución del deportista.
M. Grosser	1985	Teoría y Metodología	El entrenamiento es un concepto que reúne todas las medidas del proceso para aumentar el rendimiento deportivo (y en algunos sentidos también el mantenimiento y reducción del rendimiento).

**Fuente: Cortegaza, L. (8, 5).**

En estos conceptos se aprecia el reconocimiento del entrenamiento como proceso pedagógico que utiliza el ejercicio físico sistemático. Sin embargo, no resaltan su esencia biológica y la necesidad de su conocimiento para prevenir implicaciones negativas que devienen en problemas médicos.

## **I.2. Beneficios, problemas médicos e implicaciones del deporte de alto rendimiento**

Los autores Sherry, E. y Wilson, S. F. (36, 95) coinciden en que: *“(...) los deportistas luchan contra sí mismos, sus competidores y el medio ambiente. Los resultados pueden ser la gloria o el padecimiento de lesiones y enfermedades. En este epígrafe se describen los problemas médicos y ambientales a los que se enfrentan los deportistas, muchos son potencialmente graves, frecuentemente se pueden prevenir con una preparación y formación adecuadas.”*

El deportista de rendimiento en ocasiones debe entrenar en condiciones no favorables: en altas o bajas temperaturas, elevadas altitudes o grandes diferencias de horarios. Todas estas condiciones tributan a una disminución de la capacidad de trabajo y demandarán de ellos una alta capacidad de adaptación a estos fenómenos. Los atletas para llegar a obtener tales grados de adaptación requieren de cuantiosas horas entrenando y modelando cada una de estas condiciones para forjar el temple del deportista en su más fino sentido semántico.

El entrenamiento de alto rendimiento, o de la alta competencia, genera en el deportista cambios biológicos en el organismo como vía de adaptación a las elevadas cargas de entrenamiento, estos cambios ocurren a nivel de los diferentes sistemas del organismo, por ejemplo:

- ✓ En el sistema cardiovascular: aumenta el volumen sistólico y gasto cardiaco, disminuye la frecuencia cardiaca y la resistencia periférica.

- ✓ Desde el punto de vista hematológico: mejora la actividad fibrinolítica, reduciendo el riesgo de enfermedad tromboembólica.
- ✓ Desde el punto de vista metabólico: reduce los niveles plasmáticos del colesterol de las lipoproteínas de muy baja densidad (LVLD), de baja densidad (LDL) y de los triglicéridos. Aumenta el nivel sérico del colesterol de las lipoproteínas de alta densidad (HDL) y mejora la tolerancia a la glucosa.
- ✓ Mejora el tono muscular y la coordinación motora.
- ✓ Se produce un aumento del mineral óseo.
- ✓ Mejora la función muscular.
- ✓ Mejora el temple.

Además de los cambios generados como vía de adaptación aparecen implicaciones importantes que pueden tener repercusiones graves, ellas son las siguientes:

- ✓ Asma inducida por la práctica deportiva (36).
- ✓ Neumotórax espontáneo (7).
- ✓ Anafilaxis inducida por el ejercicio físico (36).
- ✓ Problemas gastrointestinales (36): deshidratación, isquemia intestinal, náuseas y vómitos inducidos por la práctica deportiva, calambres abdominales y diarreas y las hemorragias gastrointestinales muy comunes en los deportistas que compiten en los Ironman.
- ✓ Cardiopatías (36): palpitaciones, mareos y síncope, signos electrocardiográficos del corazón del deportista (36) como criterios de voltaje para hipertrofia ventricular izquierda, bradicardia sinusal o de la unión, triple o cuádruple ruido cardíaco o ritmo de galope, suave soplo

sistólico de eyección por aumento del volumen sistólico, frecuentes contracciones ventriculares prematuras en reposo, intervalos PR prolongados, marcapaso auricular errático, segmento ST inespecífico, alteraciones de la onda T y marcada aparición de la onda U.

- ✓ Muerte súbita cardíaca del deportista (36).
- ✓ Prolapso de la válvula mitral (7)
- ✓ Hipertensión arterial (36).
- ✓ Síndrome de sobreentrenamiento (36) (7).
- ✓ Síndrome de fatiga crónica (36).
- ✓ Factores nutricionales (Anemia) (36) (7).
- ✓ Seudonefritis (Hematuria por esfuerzo) (36).
- ✓ Cefalea del deportista (36) (7).

Como se puede observar el deporte de alto rendimiento implica una serie de agresiones al organismo que pueden traer como consecuencia la pérdida de la vida del deportista si no se respetan las cargas de entrenamiento y la adecuada planificación del descanso.

### **I.3 Electrocardiograma. Conceptos y características generales.**

Según Roca Goderich, R. y colaboradores (33, 247) plantean que. *“El electrocardiograma (ECG) es el registro gráfico de los cambios de potenciales eléctricos durante la actividad del músculo cardíaco y que son propagados por los tejidos y líquidos orgánicos que rodean al corazón a la superficie corporal.”*

En gran modo el concepto planteado por Roca y colaboradores coincide con los presupuestos teóricos de Llanios, R. (23, 569) define al electrocardiograma como: *“(…) el registro gráfico de las diferencias de potencial existentes entre puntos*

*diversos del campo eléctrico del corazón o entre un punto del mismo y otro cuyo potencial permanece igual a cero (central terminal del electrocardiógrafo)."*

Guyton, A. y Hall, J. E (17,137) definen y describe la forma en que se transmiten los estímulos expresando que: *"Cuando el impulso cardíaco atraviesa el corazón, la corriente eléctrica se propaga también a los tejidos que le rodean, y una pequeña parte de la misma se extiende difusamente por todas partes hasta llegar a la superficie del cuerpo. Si se colocan unos electrodos sobre la piel a uno y otro lado del corazón, se pueden registrar los potenciales eléctricos generados por esa corriente; el trazado de esos registros se conoce como electrocardiograma."*

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 nodo sinusal (NSA), sobre la aurícula derecha (AD) seguido de la izquierda, llegando al nodo aurículo-ventricular (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. (17, 137-138) (33, 247).

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. (33, 241).

Roca, R. y colaboradores (33, 241) resaltan que: *“El ECG resulta de gran utilidad en la clínica por su fácil disponibilidad y versatilidad, así como por su naturaleza no invasiva. Es de relevante importancia en el diagnóstico de las arritmias cardíacas (derivaciones de miembros), trastornos de la conducción e isquemia miocárdica (todas las derivaciones).”*

A veces se tiende a confundir este concepto con el de electrocardiograma normal, este aspecto se abordará a continuación:

Llanios, R. (23, 571) plantea que: *“La electrocardiografía constituye un método de exploración cardíaca de bastante precisión. No obstante, su valor diagnóstico no es igual en todos los casos y es importante conocer lo que el electrocardiograma muestra en las afecciones cardiovasculares y lo que no puede mostrar. Cualquier alteración de la forma o dirección de los accidentes del trazado electrocardiográfico, corresponde a un estado fisiopatológico del corazón. Por lo tanto, el conocimiento de los caracteres normales de dichas ondas es fundamental. Sin embargo, todas las afecciones cardíacas no se manifiestan por alteraciones específicas del trazo normal. Así, por ejemplo, el electrocardiograma nada dice del estado funcional del corazón y poco de su estado de compensación o descompensación. No da indicaciones directas sobre la integridad misma del sistema coronario, sino únicamente sobre el estado del miocardio al cual irriga.”*

El equipo que se utiliza en este análisis se denomina electrocardiógrafo, el cual consta de 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, y a su vez, teniendo en cuenta todas las vistas, obtendremos una idea completa del objeto.

Sobre el electrocardiógrafo Llanios, R. (23, 571) explica: *“El corazón produce corriente eléctrica en cada latido, la cual se trasmite a la superficie del cuerpo a través de los tejidos. De la superficie corporal es recogida por electrodos y conducida al aparato electrorreceptor llamado electrocardiógrafo, que permite registrar gráficamente sobre papel la mencionada corriente.”*

Las 12 derivaciones se dividen en las seis del plano frontal o de los miembros, las cuáles se subdividen en DI, DII, DIII (bipolares) y aVR, aVL, aVF (monopolares). (23, 571). 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 monopoles 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 hexa-axial, quedando separado cada eje a  $30^\circ$  del contiguo, permitiendo dar una orientación espacial del vector resultante de la actividad eléctrica del corazón.

Las otras seis derivaciones precordiales son monopoles y van desde 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 transesofágicas que se declaran con las siglas V7, V8 y V9. (9) (15) (18)

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: (9) (15) (18)

- ✓ Cuando el ritmo es regular se divide 1500 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. (9) (15) (18) (33)

- ✓ 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, quince. (9) (15) (18) (33)

En base a lo comentado previamente, 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 isoeletrica) 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: (9) (15) (18) (33)

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 o DIII, 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  $-30^\circ$  y  $90^\circ$ , considerándose como desviado a la izquierda si está entre  $-30^\circ$  y  $-90^\circ$  y desviado a la derecha si está entre  $90^\circ$  y  $180^\circ$ . Se considerará como indeterminado si está entre  $-90^\circ$  y  $-180^\circ$ . 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: (9) (15) (18)

- ✓ 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.

#### **I.4 El electrocardiograma normal.**

Según Guyton, A. y Hall, J. E. (17,137) plantean que: *“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”.*

Según Roca (33, 257) se conoce que en el “*Electrocardiograma Normal encontramos una primera onda, la 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*”. Para facilitar la comprensión de las Ondas se describen por el orden en que se producen durante el latido: (1) (6) (9) (15) (18) (24) (33)

- ✓ Onda 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.
- ✓ Complejo QRS: representa la despolarización ventricular y mide normalmente 0,06 a 0,11 segundos.
- ✓ Onda 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.

- ✓ Onda 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.
- ✓ Onda 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.
- ✓ Onda 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 en una alteración. En los niños la onda T suele ser negativa de V1 a V4, hasta los 10-15 años en que pasa a ser positiva.
- ✓ Onda 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 (isoeletrica). 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 mediada por la frecuencia cardíaca, la edad y el sexo.
- ✓ Intervalo TP: se mide desde el final de la onda T hasta el inicio de la onda P del ciclo siguiente. Es una línea isoeletrica la cual puede estar mediada por la frecuencia cardíaca. Corresponde a la diástole general del corazón.

## **I.5 Alteraciones electrocardiográficas:**

En el presente epígrafe se explicarán las principales alteraciones que pueden aparecer en el electrocardiograma en reposo.

### **I.5.1 Alteraciones de la onda P (Hipertrofias Auriculares) (23, 583):**

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 segundos, su voltaje no llega a 3 mm y en cuanto a su morfología, esta puede ser normal, anormalmente ancha (llamada P mitral) y aumentada en voltaje (se le denomina P pulmonar).

#### **Onda P anormalmente ancha (P mitral):**

*“Significa crecimiento o hipertrofia de la aurícula izquierda. Su nombre se debe a que por primera vez se describió en la estenosis mitral, pero se observa también en otras enfermedades que afectan la parte izquierda del corazón. 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 (...).” (23, 584)*

#### **Onda P anormalmente alta (P pulmonar):**

*“Significa crecimiento o hipertrofia de la aurícula derecha. 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 y 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++-)*".  
(23, 584)

### **I.5.2 Alteraciones del QRS en anchura:**

#### **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, debido a lesiones suficientemente extensas de las ramificaciones hisianas, de la red de Purkinje o del propio músculo en sí. (23, 584)

Criterios electrocardiográficos:

- Intervalo PR constante y de una duración mayor que 0,12 segundos. (23, 584)  
(14) (26)
- 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. (23, 584) (14)  
(26)
- 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.  
(23,584) (14) (26)

#### **Bloqueo completo de rama derecha (BCRD):**

Criterios electrocardiográficos:

- ✓ Complejos QRS. Duración igual o mayor que 0,12 segundos. (23, 585) (14)  
(26)

- ✓ Complejo rSR' en V1, V2 y V3 (con aspecto de M o de joroba de dromedario). (23, 585) (14) (26)
- ✓ Morfología. Ondas S tardías y empastadas en DI, DII, aVL, V5 y V6, como imagen recíproca o en espejo. Onda R tardía en aVR. (23, 585) (14) (26)
- ✓ Eje eléctrico de QRS. Puede estar dentro de límites normales, o sea, entre  $-30^\circ$  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)**

Criterios electrocardiográficos:

En derivaciones precordiales: (23, 585) (14) (26)

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

Pueden observarse alteraciones en las derivaciones precordiales derechas: como imagen en espejo, con morfología de QS mellada desde V1 a V4, el segmento ST se encuentra elevado y la onda T positiva. Una segunda alteración con el complejo QRS con una morfología de rS, en las primeras precordiales (desde V1 a V3). Ambos tipos de alteraciones presentan ST elevado, con ondas T positivas y asimétricas. En derivaciones estándares, se observan complejos QRS anchos (de 0,12 segundos o más de duración). (23, 586) (14) (26)

En DI:

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

En derivaciones unipolares de miembros:

En aVL: onda R ancha y mellada, puede aparecer una pequeña q. el segmento ST en infradesnivel con onda T negativa y asimétrica (patrón casi igual que en DI).

En aVF: se observa la imagen en espejo de aVL. Onda S o morfología de QS [indica necrosis cuando no está asociado a los Bloqueos completos de rama izquierda (BCRI)] profundas y melladas, con el ST elevado, onda T positiva y asimétrica. En aVR casi siempre el QRS es negativo. Se debe recordar 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, aunque en el deportista puede ser producto de una adaptación cardiovascular al entrenamiento deportivo.

#### **Alteraciones del QRS en Voltaje: (14) (23) (26) (33)**

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:** (14) (23) (26) (33)

Un crecimiento ventricular se manifiesta primero como dilatación y al cabo de cierto tiempo el músculo se hipertrofia, lo que se traduce usualmente a fenómenos fisiopatológicos (en pacientes sedentarios). Pero en el deportista se utiliza el término de hipertrofia ventricular, a la adaptación inducida por la 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 del QRS. Las alteraciones recogidas en estas derivaciones, incluyendo los criterios morfológicos de sobrecarga (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, de Lewis, el índice de Cornell y el de White-Bock. (14) (26)

**Microvoltaje:**

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. (23, 591-592)

**I.5.3 Alteraciones del segmento ST y de la onda T: (14) (23) (26) (33)****Alteraciones secundarias de la repolarización ventricular:**

Las alteraciones secundarias del ST-T consisten en un desplazamiento negativo convexo del ST, con onda T negativa y asimétrica. En las derivaciones que enfrentan el ventrículo alterado y las imágenes en espejo, de desplazamiento positivo o supradesnivel cóncavo del ST, con la onda T positiva y 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 y asimétrica, en las derivaciones que enfrentan la rama bloqueada, se observa lo contrario, una 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. (14) (23, 592) (26)

**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. (23, 593)

#### **I.5.4 Alteraciones del intervalo del PR:**

- ✓ PR corto: la duración menor de 0,12 segundos, obedece a síndromes de pre-excitación ventricular.
- ✓ PR largo: la duración mayor de 0,20 segundos, en deportistas puede llegar a 0,22 (Patológico mayor 0,22).indica la aparición de los bloqueos aurículo-ventriculares (BAV). (14) (26)

#### **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. (14) (26)

**Síndrome de Wolff-Parkinson-White (WPW):** (14) (26) 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, con segmento ST y onda T opuestos al 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<sup>0</sup>).**

Las características electrocardiográficas de los BAV-1<sup>0</sup> 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 o por hipervagotónicos, cardiopatía

coronaria e hipertensiva, cardiomiopatías primarias, fibroelastosis muscular, sarcoidosis, amiloidosis, miocarditis, conectivopatías, cardiopatías congénitas, en pacientes sedentarios. Las causas agudas: fármacos (digital, quinidina, betabloqueadores y fenotiacinas), infarto agudo de miocardio y miocarditis aguda.  
(14) (26)

### **Bloqueos Aurículo-Ventricular de Segundo Grado (BAV-2<sup>o</sup>) (14) (26)**

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. [prolapso mitral, estenosis (mitral y aórtica), infarto agudo de miocardio (cara anterior), miocardiopatías primarias, miocarditis, cardiopatía isquémica, comunicación interventricular]. No se modifica con atropina o con la actividad física.

### **Bloqueos Aurículo-Ventricular de Tercer Grado (BAV-3<sup>o</sup>) (14) (26)**

- ✓ Presenta ondas P con una frecuencia mayor del QRS (ejemplo P=70 lpm, QRS=45lpm).
- ✓ 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.

### **I.5.5 Alteraciones del intervalo QT (14) (26)**

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

### **I.6 Arritmias cardíacas y su interpretación electrocardiográfica:**

#### **Arritmia Sinusal (AS):**

Común en sujetos jóvenes o de edad avanzada. Es muy frecuente en los deportistas. No tiene importancia clínica y sus manifestaciones electrocardiográficas se caracterizan por espacios RR variables 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 cardiaca. Puede ser de origen respiratorio (visible DII en el deportista) o simple. (14) (26)

#### **Bradicardia Sinusal (BS):**

Caracterizada por una frecuencia cardiaca inferior a 60 latidos por minuto. Puede ser normal en sujetos que practiquen actividad física sistemática (con entrenamiento aeróbicos). Cuando se encuentren en condiciones basales, pueden deberse a una afección orgánica del NSA o a un aumento de la influencia vagal sobre este nodo. En deportistas entrenados es habitual encontrar una frecuencia

cardíaca de reposo menor en 10-15 lpm que los registrados por las personas sedentarias. Suele ser una bradicardia ligera (51-59 lpm), moderada (41-50 lpm) y severa (< 41 lpm) en deportistas muy entrenados en resistencia. (23, 602) (22)

**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. (14) (22) (23, 602)

Recapitulando y considerando la literatura consultada, se puede inferir que, el deporte del alto rendimiento es un proceso pedagógico, en el cual, el deportista mediante el entrenamiento logra desarrollar potencialidades (físicas, técnico-tácticas, intelectuales y morales) que posibilitan el logro de altos resultados deportivos, pero las propias condiciones de su realización, pueden precipitar la aparición de graves implicaciones médicas que disminuyen el rendimiento deportivo e incluso, hacen peligrar la vida del practicante. Un entrenamiento bien dosificado por los entrenadores, posibilita la adaptación cardiovascular al entrenamiento incorporándole al deportista todas las modificaciones de tipo morfológicas en su sistema cardiovascular para soportar las altas cargas de entrenamiento, sin que esto indique una patología de base, sino una alteración en los trazados eléctrico del mismo.

## **CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.**

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.

### ***II.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. (19, 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, se realizan en condiciones de laboratorio) y de terreno.

## ***II.2 Selección de la muestra.***

La investigación se realizó con el equipo de Fútbol profesional Danz del estado Anzoátegui, en Venezuela. Esta se desarrolló por el laboratorio funcional del Centro Nacional de Ciencias Aplicadas al Deporte de Anzoátegui (CENACADEANZ), perteneciente al Instituto de Deportes del Estado investigado (IDEANZ). La investigación se aplicó en el mes de septiembre del año 2014.

A continuación se relacionan datos generales de la muestra integrada por 20 deportistas del sexo Masculino del equipo Deportivo Anzoátegui Sport Club (ver el desglose de la muestra en el anexo 1). La muestra es representativa, ya que incorpora al 100% de la población y universo. La muestra es de tipo no probabilística (determinística), ya que el criterio de selección es intencional.

En la tabla 1 se muestran los resúmenes estadísticos para cada una de las variables seleccionadas, que 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 o no. Estos valores estadísticos, fuera del rango de -2 a +2, indican una desviación significativa de la normalidad, que tenderían a invalidar muchos de los procedimientos estadísticos aplicados habitualmente a estos datos. En este caso, la variable Edad muestra valores de asimetría y curtosis estandarizada fuera del rango esperado. Para hacer la variable con tendencia a la normalidad, se podría intentar una transformación como LOG (Y), SQRT (Y), o 1/Y. El equipo posee una edad promedio 20,71 años, una experiencia deportiva de 6,48 años, un peso corporal de 68,20 kg y una estatura promedio de 172,04cm.

Tabla 1. Resumen estadístico de la muestra:

Parámetros estadísticos		Edad (Años)	Experiencia Deportiva (Años)	Peso corporal (Kg)	Estatura (cm)
N	Válidos	20	20	20	20
	Perdidos	0	0	0	0
Media		20,71	6,48	68,20	172,04
Error típico de la media		0,64	0,78	1,87	1,22
Mediana		20,00	6,00	69,60	172,40
Desviación típica		2,95	3,56	8,55	5,58
Varianza		8,71	12,66	73,13	31,09
Asimetría		1,66	0,46	-0,08	-0,48
Error típico de asimetría		0,50	0,50	0,50	0,50
Curtosis		3,99	-1,14	-0,28	0,32
Error típico de curtosis		0,97	0,97	0,97	0,97
Rango		13	10	34,30	23,30
Mínimo		17	2	51,70	158,70
Máximo		30	12	86,00	182,00

Fuente: Statgraphycs Plus.

### ***II.3 Métodos de Investigación.***

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

#### ***II.3.1 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; 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, el diagnóstico y la determinación de la adaptación fisiológica. Además proporcionó el establecimiento de las relaciones entre los hechos analizados, las 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.

### ***II.3.2 Métodos Empíricos:***

La medición se utilizó para obtener los valores antropométricos y de los indicadores cuantificables del electrocardiograma realizado a los deportistas del equipo de Futsal investigado.

**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.
- ✓ 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, en estudios anteriores que tuvieron como salida Trabajos de Diploma en la Licenciatura en 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.

#### ***II.4 Técnicas y procedimientos estadísticos:***

Los datos fueron procesados en plataforma de Windows Seven en los programas Excel, SPSS 21.0, STATGRAPHYC Plus. Las técnicas estadísticas utilizadas fueron:

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.
- ✓ Coeficiente 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 acerque 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.

Prueba de Hipótesis: se utilizó la tabla de significación porcentual elaborada por Folgueira, R. (2003) en la que los datos son calculados en EXCEL con el algoritmo:  $Buka, J. (5)$ , que son utilizados en el procesamiento estadístico del análisis de los resultados.

## **II.5 Análisis e interpretación de los resultados:**

El grupo de trabajo del laboratorio funcional, ubicado en el CENACADEANZ del Instituto de Deportes del Estado Anzoátegui, se reunió con los Futsalistas 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 recopiló y procesó la información.

Los diagnósticos y las inferencias de las adaptaciones cardiovasculares se realizaron por el investigador y el líder del proyecto: “Retos de la Actividad Física Terapéutica y el Control Médico en el entorno social y universitario”, auspiciados por la Facultad de Cultura Física. En la investigación se arribaron a los siguientes resultados (desde el anexo 2 hasta el 21):

Tabla 2. Determinación del eje eléctrico del corazón.

Eje eléctrico	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Nivel de significación
Normal	19	0,95	Muy significativo***
Izquierda	1	0,05	No significativo
Derecha	0	0	No significativo
Indeterminado	0	0	No significativo

\*\*\*. 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 95% de la muestra investigada posee un eje eléctrico normal, siendo este valor muy significativo desde el punto de vista estadístico por el algoritmo de Buka , J. (5). No se evidencian registros de ejes a la 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 3. Posición del corazón.

Posición del corazón	Frecuencia Absoluta	Frecuencia relativa	Nivel de significación
Vertical	10	0,5	No significativo
Horizontal	0	0	No significativo
Intermedia	0	0	No significativo
Semivertical	10	0,5	No significativo
Semihorizontal	0	0	No significativo
No puntea	0	0	No significativo

Las posiciones eléctricas del corazón más significativas son la vertical y semivertical, con un 50% respectivamente, ya que las derivaciones más isodifásicas son DI y AVL. En cuanto a la posición del corazón vertical el 70% de este subtotal se encuentra en los  $-90^{\circ}$  y el restante 30% en los  $90^{\circ}$ . Los deportistas que poseen la posición del corazón semivertical, el 80% poseen en la vertical a la derivación DII con predominio positivo, por lo que el corazón se ubica en los  $60^{\circ}$  y el 20% restantes se ubica en los  $-120^{\circ}$ . Este tipo de estudio se tuvo en cuenta para cumplir con el protocolo de lectura del electrocardiograma y el criterio diagnóstico, es decir, que aporta muy poco desde el punto de vista fisiológico o funcional.

Tabla 4. Diagnóstico electrocardiográficos de los deportistas investigados.

Diagnósticos	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Valores porcentuales	Nivel de significación
Bradicardia sinusal	7	0,35	35	Poco significativo
Hipertrofia auricular izquierda	5	0,25	25	Poco significativo
Hipertrofia ventricular izquierda	18	0,90	90	Muy significativo***
Bloqueo incompleto de rama izquierda	9	0,45	45	Poco significativo
Bloqueo incompleto de rama derecha	3	0,15	15	Poco significativo
Hipopotasemia no funcional	20	1,00	100	Muy significativo***
Síndrome de Wolf-Parkinson-White	2	0,10	10	Poco significativo
Síndrome de Long-Gannong-Levine	1	0,05	5	Poco significativo
Ritmo de la unión	1	0,05	5	Poco significativo
Ritmo de la unión baja	1	0,05	5	Poco significativo
Hemibloqueo posterior izquierdo	4	0,20	20	Poco significativo
Cardiopatía isquémica	2	0,10	10	Poco significativo
Sobreentrenamiento	3	0,15	15	Poco significativo
Bloqueo completo de rama derecha	1	0,05	5	Poco significativo

\*\*\*Muy significativo para un valor de  $p < 0,001$

En el diagnóstico clínico realizado a partir de los registros electrocardiográficos se observa que:

- ✓ Los valores más significativos son la hipertrofia ventricular izquierda y los signos de Hipopotasemia no funcional, avalados por un alto nivel de significación ( $p = 0,001$ ), lo que se cataloga como criterios de adaptación cardiovascular al entrenamiento de alto rendimiento.

- ✓ Existen varios deportistas con signos de cardiopatías isquémicas, uno por sobrecarga sistólica producto del entrenamiento (no patológica) y el otro por sobrecarga y sobrefatiga patológica.
- ✓ Existen varios deportistas con síndromes de pre-excitación con graves implicaciones a la vida del deportista que requieren del seguimiento médico (Síndrome de Wolf-Parkinson-White).
- ✓ A partir de los diagnósticos encontrados se puede asumir que existen tres deportistas en estado de sobreentrenamiento deportivo, lo cual demanda de tratamiento médico urgente.

Tabla 5. Hallazgos electrocardiográficos encontrados en los deportistas investigados.

Hallazgos electrocardiográficos	Frecuencia Absoluta/ Pacientes	Frecuencia relativa/ Pacientes	Nivel de significación
Frecuencia cardíaca baja	7	0,35	No significativo
PR corto	3	0,15	No significativo
Onda Q patológica	1	0,05	No significativo
Onda R mellado, empastada o aberrante	7	0,35	No significativo
Onda S mellado, empastada o aberrante	11	0,55	No significativo
Onda R aumentada en voltaje	3	0,15	No significativo
Onda S aumentada en voltaje	17	0,85	Significativo**
Morfología de Bloqueo de Rama (Rsr')	10	0,50	No significativo
Complejo QRS aumentado en voltaje	1	0,05	No significativo
Onda T mayor de 1/3 de la Onda R	20	1,00	Muy significativo***
Onda T negativa	5	0,25	No significativo
Aparición de la Onda U	20	1,00	Muy significativo***

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

\*\* . Nivel de significación de 0,01%.

Barriales, V., Rodríguez, M. L., Martínez, I., Ferres, P., Oter, R. y Tintore, S. citados por Morentes, M. y Amengual, M. (27) plantean 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 con el esfuerzo y al abandonar el deporte.”*

Los hallazgos electrocardiográficos más significativos encontrados en los jugadores investigados son: la Onda T mayor de un tercio de la Onda R, la aparición de la Onda U y el aumento del voltaje de la Onda S. Estos resultados obedecen al trabajo multivariado que realizan los deportistas por los diferentes sistemas energéticos que les permiten mejorar la eficacia (disminución de la frecuencia cardíaca) y la fortaleza del corazón a través del engrosamiento de sus paredes (aumento del voltaje de la Onda S en precordiales derechas), 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	%
Ritmo	0	0,00
Frecuencia cardíaca	7	6,67
Onda P	0	0,00
Intervalo PR	3	2,86
Complejo QRS	11	10,48
Onda Q	1	0,95
Onda R	10	9,52
Onda S	28	26,67
Segmento ST	0	0,00
Onda T	25	23,81
Onda U	20	19,05
Intervalo QT	0	0,00

Frecuencia cardíaca: el Fútbol como deporte de alta competición implica importantes agresiones al organismo, que conllevan a las diferentes 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 o Ley de Frank Starling, permitiendo un ensanchamiento de las cavidades del corazón. La autorregulación de estos deportistas en cada sesión de entrenamiento 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 tres hallazgos electrocardiográficos asociadas al PR corto, denotando un síndrome de pre-excitación. Según Calderon, F. J., citado por Morentes, M. y Amengual, M. (27), plantean que: en ocasiones puede observarse un intervalo PR corto como variante de la normalidad (conducción rápida a través del nódulo AV). Se debe descartar un síndrome de preexcitación con o sin QRS ancho (síndrome WPW o síndrome de Lown-Gannong-Levine). Algunos autores han encontrado una mayor prevalencia de síndrome de WPW en deportistas frente a población sedentaria, pero no es significativa dado que es mucho más frecuente en jóvenes que por el efecto del entrenamiento. Su diagnóstico es de enorme trascendencia al ser una de las causas de muerte súbita en el atleta, por lo que se debe comprobar la ausencia de taquicardia por reentrada antes de permitir la práctica deportiva.

De los tres casos mencionados, dos se encuentran con sospechas de Síndrome de Wolf Parkinson White y uno del Síndrome de Long-Gannong-Levine. La conducta que se asumió fue la remisión inmediata de dichos deportistas a la consulta de cardiología del Hospital del municipio Barcelona, estado Anzoátegui.

Complejo QRS: Aunque en la tabla 6 solo se reflejan 11 hallazgos electrocardiográficos propios del complejo QRS, no especifica la modificación de ninguna de las 3 ondas que lo componen, si se toman en cuenta los resultados de estas ondas sumarían un total de 50 hallazgos electrocardiográficos, lo que representa un 40% del total de criterios los encontrados. Por lo tanto, el entrenamiento deportivo de alta competición y en especial el Fútbol, potencian las modificaciones funcionales en los ventrículos en especial del izquierdo. La gama

de hallazgos es variada, en la que se puede observar la Onda Q patológica, que obedece a sobrecargas ventriculares como vía de adaptación a las cargas de entrenamiento, sin llegar a ser una cardiopatía isquémica o infarto agudo del miocardio.

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 5) y la Onda T negativa fuera de la derivación precordial V1 y la del miembro bipolar DIII. Se logró identificar a cuatro deportistas que presentaban ondas T negativas como consecuencia de bloqueos incompletos de rama derecha y otro caso que presentaba negatividad de esta onda en las derivaciones precordiales y AVF, lo que conllevó al diagnóstico de sobreentrenamiento, luego de constatar una merma de los resultados de los test pedagógicos del deportista. Este deportista fue remitido a la consulta de medicina deportiva enclavada en el CENACADEANZ y a la consulta de cardiología del Hospital del municipio Barcelona, estado Anzoátegui, Venezuela.

Onda U: según lo evidenciado en los escritos de López Chicharro, J. (22), Llanios, R. (23), Morentes, M. y Amengual, M.(27) 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 estudiados, un sello de calidad del proceso de adaptación cardiovascular ante las altas cargas de entrenamiento, evidente en 18 de los 20 diagnosticados, y los restantes, poseen el valor, pero no es funcional, ya que se catalogan como alteraciones iónicas producidas por el sobreentrenamiento.

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

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.

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. 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	7	48	Bradicardia sinusal moderada
2	5	56	Bradicardia sinusal ligera
3	6	60	Normal
4	4	75	Normal
5	6	50	Bradicardia sinusal moderada
6	6	54	Bradicardia sinusal ligera
7	4	68	Normal
8	6	65	Normal
9	4	63	Normal
10	7	58	Normal
11	4	75	Normal
12	3	83	Normal
13	5	63	Normal
14	4	60	Normal
15	5	68	Normal
16	4	65	Normal
17	6	58	Bradicardia sinusal ligera
18	6	56	Bradicardia sinusal ligera
19	3	75	Normal
20	7	48	Normal
Correlación	-0,83		

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 8 se observan los valores de la cantidad de criterios electrocardiográficos y de la frecuencia cardíaca, así como, los diagnósticos en base a sus resultados. Se muestran además, un análisis estadístico de correlación de Spearman entre la CCECG y la frecuencia cardíaca, en este caso, se demuestra que a medida que el deportista posee mayor CCECG en su registro

(sin hallazgos de sobreentrenamiento) este va a disminuir los valores de la frecuencia cardíaca.

Otro de los resultados que se muestran son los diagnósticos a partir de la frecuencia cardíaca, en donde se observa que el 70% de la muestra posee valores normales, el restante 30% presentan un diagnóstico de bradicardia sinusal, un 20% ligera y el 10% restante, moderada. Estos diagnósticos son considerados como adaptaciones cardiovasculares al entrenamiento deportivo.

Tabla 9. Correlaciones de los parámetros antropométricos y los indicadores morfofisiológicos.

		Edad (años)	Experiencia deportiva (años)	Peso corporal (kg)	Estatura (cm)	CECG	Frecuencia cardíaca (lpm)
Edad (años)		1,00	0,35	-0,02	0,07	-0,04	-0,21
	Sig. (bilateral)		0,13	0,92	0,78	0,19	0,37
Experiencia deportiva (años)	Coeficiente de correlación	0,35	1,00	-0,23	<b>-0,46*</b>	-0,18	0,15
	Sig. (bilateral)	0,13		0,33	0,04	0,46	0,54
Peso corporal (kg)	Coeficiente de correlación	-0,02	-0,23	1,00	0,31	0,27	0,02
	Sig. (bilateral)	0,92	0,33		0,18	0,24	0,94
Estatura (cm)	Coeficiente de correlación	0,07	<b>-0,46*</b>	0,31	1,00	0,25	0,05
	Sig. (bilateral)	0,78	0,04	0,18		0,29	0,84
CECG	Coeficiente de correlación	0,30	-0,18	0,27	0,25	1,00	<b>-0,83**</b>
	Sig. (bilateral)	0,19	0,46	0,24	0,29		0,00
Frecuencia cardíaca (lpm)	Coeficiente de correlación	-0,21	0,15	0,02	0,05	<b>-0,83**</b>	1,00
	Sig. (bilateral)	0,37	0,54	0,94	0,84	0,00	
*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).							
**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).							

Al ser correlacionados estos parámetros, considerando el momento producto de Rho de Spearman entre cada par de variables (tabla 9), se debe tener en cuenta

que el rango de los coeficientes va de -1 a +1 y miden la fuerza de relación lineal entre las variables. También muestra el número de correlación de los datos utilizados para el cálculo de cada coeficiente. Cuando el nivel de significación que comprueba la importancia estadística de las correlaciones estimadas se encuentra por debajo de 0,05, indica importancia estadística de correlaciones no-cero para un nivel de confianza del 95%. De manera general se observa que a medida que aumentan la cantidad de criterios electrocardiográficos tiende a disminuir los valores de la frecuencia cardíaca (ya explicado con anterioridad), esto puede estar influenciado al incremento de modificaciones electrocardiográficas asociadas a la autorregulación o Ley de Frank Starling, que posibilita la realización de ajustes pertinentes para impulsar la cantidad de sangre que les llega, lo cual crea en un tiempo determinado, el ensanchamiento de las cavidades del corazón, por un acto repetido. Por tanto, es un corazón más grande y eficiente, pues con menor cantidad de latidos, logra impulsar un mayor volumen de sangre por sístole cardíaca.

Otra de las correlaciones significativas (menores de alfa a 0,05) es la existente entre la experiencia deportiva y estatura, la cual es negativa media, lo que representa que los deportista de mayor experiencia son a su vez los que menor estatura exhiben, por poseer una linealidad relativa baja y de aspecto más redondeado. Este dato no aporta un valor significativo para indagar la relación con los parámetros fisiológicos.

Los resultados que se obtuvieron a partir de la medición de los trazados electrocardiográficos, permitieron considerar como conclusiones parciales que: se lograron determinar los ejes y posiciones eléctricas predominantes en la muestra, así como, los principales hallazgos electrocardiográficos por cada una de las

ondas, segmentos, intervalos, complejos, derivaciones, ritmo y frecuencia cardíaca, a través de la interpretación de estos se pudo arribar a los diagnósticos, identificándose las patologías más significativas y deportistas con mayor nivel de asimilación de las cargas de entrenamiento, según su respuesta cardiovascular.

**CONCLUSIONES:**

- ✓ *Se realizó un estudio sobre* los hallazgos electrocardiográficos que presentan los deportistas de Futsal del equipo profesional Deportivo de Anzoátegui de Venezuela, dándosele cumplimiento al objetivo general y al problema de investigación enunciado.
- ✓ A partir del desarrollo de los fundamentos teóricos que abordan la evaluación electrocardiográfica de los deportistas de rendimiento, se precisaron las características del electrocardiograma, sus trazados normales y variantes de la normalidad que permiten al médico diagnosticar las diferentes patologías y arritmias cardíacas.
- ✓ Se logró determinar que los ejes eléctricos predominantes en la muestra son el normal y en cuanto a las posiciones electrocardiográficas que presentan los deportistas investigados se encuentran el vertical y semivertical.
- ✓ Los principales hallazgos electrocardiográficos por cada una de las ondas, segmentos, intervalos, complejos, derivaciones, ritmo y frecuencia cardíaca fueron la onda S aumentada en voltaje, la onda T mayor que un tercio de la onda R, la aparición de la onda U y que la mayor cantidad de hallazgos se manifestaron en las derivaciones precordiales, con predominio en el lado izquierdo del corazón.
- ✓ Se determinó que los diagnósticos más significativos que se derivan de la interpretación de los trazados electrocardiográficos fueron la hipertrofia ventricular izquierda y la hipopotasemia no funcional, aunque no constituye un valor significativo es preocupante la aparición de deportistas sobreentrenados.

- ✓ Se logró demostrar que existen correlaciones significativas entre la cantidad de criterios electrocardiográficos y la frecuencia cardíaca.

**RECOMENDACIONES:**

1. Situar en manos de los entrenadores los resultados obtenidos de las valoraciones fisiológicas a las que se arribaron con la investigación.
2. Incorporar otros indicadores para correlacionarlos con los hallazgos electrocardiográficos.
3. Realizar la investigación en las diferentes categorías existentes en el Fútbol del Estado Anzoátegui, de la República Bolivariana de Venezuela.
4. Realizar la investigación en las diferentes etapas planificadas durante el entrenamiento, para observar la posible modificación de la cantidad de criterios electrocardiográficos.

**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. Buka , J. (1975). Critical Values of the Sign Test. Algorithm AS 85. Applied Statistics. V 24. N.
6. Calderón, F. J. (1994). El electrocardiograma de reposo del deportista. MéxicoD. F., Editorial Offset.
7. Comisión Médica del Comité Olímpico internacional. (2000). Manual de Medicina Deportiva 2000. Lausana, Suiza. Editorial COI. ISBN 0-9687146-1-7.
8. Cortegaza Fernández, L. (2007). Bases teórico-metodológicas del entrenamiento deportivo. Facultad de Cultura Física de Matanzas, Cuba.
9. Curbelo, V. y Delgado J. C. (2006). Electrocardiografía. Ciudad de La Habana, Editorial Ciencias Médicas.
10. \_\_\_\_\_. (2006). Trastornos del ritmo y de la conducción. Ciudad de La Habana, Editorial Ciencias Médicas.
11. Diccionario Espasa de Medicina. (2000). Instituto científico y tecnológico de la Universidad de Navarra. Editorial Espasa Calpe. ISBN: 84-239-9079-6.
12. Echegaray, B. y Guardamino, M. (2003). Características electrocardiográficas de los deportistas jóvenes. Navarra, Editorial Navarra.

13. Estorch, M. y col. (2000). Marked ventricular repolarization abnormalities in highly trained athletes' electrocardiograms. London, Editorial Medicine.
14. Farrera-Rozman. (2000). Palabra clave: Alteraciones electrocardiográficas. En: Manual de Medicina Interna [CD-ROM]. 14 ed. Ediciones Harcourt. Madrid, España. disponible en: <http://www.harcourt.es>.
15. Franco, G. (2005). Electrocardiografía. La Habana, Editorial Ciencias Médicas.
16. Goldberger, A. (1998). Principios de Medicina Interna. Madrid, Editorial Médica Panamericana.
17. Guyton, A. y Hall, J. E. (2001). Tratado de fisiología médica. 10<sup>ma</sup> edición. Mississippi and Missouri, Editorial McGraw Hill.
18. Hampton Churchill, J. R. (2003). The ECG Made Easy. Livingstone.
19. Hernández Sampier, R. (2003). Metodología de la investigación 1. La Habana: Editorial Félix Varela.
20. \_\_\_\_\_. (2003). Metodología de la investigación 2. La Habana: Editorial Félix Varela.
21. 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.
22. López Chicharro, J. (1995). Fisiología del Ejercicio. 2 ed. Madrid, Editorial Médica Panamericana.
23. Llanio, R. y Perdomo, G. (2002). Propedéutica Clínica y Semiología Médica. 1ed. Tomo II. Ciudad de La Habana, Editorial Ciencias Médicas.

24. Luna, B. (1995). Principios de Medicina Interna. Barcelona, Editorial Toray-Masson.
25. Martín, R. (2004). Planificación y programación en deportes de equipo; Actas del III Congreso de la asociación Española de Ciencias del deporte. Valencia.
26. Merk Manual. (1999). Manual de Medicina Interna. Ediciones del centenario. 17<sup>ma</sup> edición. Harcourt ediciones.
27. Morente, M. y Amengual Pliego, M. (2005). Variantes electrocardiográficas de la normalidad. Madrid, Editorial Médica Panamericana.
28. Morris, F. (2003). ABC of clinical electrocardiography. University of Virginia.
29. Palma, J. L. (1995). Manual práctico de electrocardiografía para no especialistas. Barcelona, Editorial SAT.
30. Pelliccia, A. y col. (1991). The upper limit physiologic cardiac hypertrophy in highly trained elite runners. London, Editorial Medicine.
31. 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](http://www.saludalia.com/Saludalia/web_saludalia/vivir_sano/doc/ejercicio/doc/adaptacion_sistema_cardiovascular.htm#1). Consultado: el 20 de febrero del 2009.
32. Ribeiro Rodríguez, J. E. (2000). La preparación física del fútbol sala. Editorial Wanceulen (Sevilla).
33. Roca, R.; Smith, V.; Paz, E.; .../ et al. /. (2002). Quinta parte: Enfermedades del sistema circulatorio. Capítulos 24, 25 y 26. En su: Temas de Medicina Interna. Tomo II. 4 ed. Ciudad de la Habana, Editorial Ciencias Médicas.

34. Serra, J.R. (2004). Implicaciones pronósticas del electrocardiograma anormal en atletas de alta competencia. Barcelona, Editorial Toray-Masson.
35. Serratosa 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.
36. Sherry, E. y Wilson, S. F. (2002). Manual de Oxford de Medicina deportiva. Primera Edición. Editorial Paidotribo. Barcelona, España.
37. VI Congreso del Partido Comunista de Cuba. (2011). Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución.
38. Wartak, J. (2000). Interpretación de electrocardiogramas. México, Editorial Interamericana.
39. Weineck, J. (1994). Entrenamiento óptimo. Como lograr el máximo rendimiento. Segunda edición. Editorial Hispano Europea, s.a. Barcelona.
40. Wikipedia. (2015). Enciclopedia libre y políglota. Disponible en: <http://www.wikipedia.org/>. Consultado el 2 de diciembre del 2015.
41. Wilmore, J. y Costill, D. (2001). Fisiología del esfuerzo y el deporte. 4 ed. Barcelona, Editorial Paidotribo.
42. Zeppilli P. (1996). L'elettrocardiogrammadell' atleta. Roma, Editorial Cardiologia dello Sport.
43. Zimkin N V. (1975). Fisiología Humana. URSS, Editorial Cultura Física y deportes.

## ANEXOS:

### Anexo 1. Datos de la muestra seleccionada.

Deportistas	Edad (años)	Experiencia deportiva (años)	Peso corporal (kg)	Estatura (cm)
1	23	3	86,0	177,0
2	20	6	74,5	173,0
3	20	4	71,0	178,3
4	19	2	75,6	177,1
5	20	6	66,5	167,2
6	20	6	69,4	168,6
7	18	12	56,7	174,3
8	21	12	71,6	172,0
9	21	12	51,7	158,7
10	21	5	72,7	173,0
11	30	10	62,0	170,5
12	17	5	74,6	163,7
13	22	4	69,6	177,0
14	19	2	64,7	179,0
15	20	3	60,7	173,8
16	25	7	64,3	172,4
17	24	12	72,6	169,4
18	17	2	57,5	165,8
19	18	8	73,9	167,7
20	20	5	80,0	182,0

**Anexo 2. Diagnóstico del ECG del jugador 1 del equipo de Fútbol Deportivo de Anzoátegui.**

Jugador 1	Criterios electrocardiográficos
Edad	23 años.
Experiencia deportiva	3 años.
Eje eléctrico	Normal.
Posición eléctrica	Semivertical.
Frecuencia cardíaca	48 latidos por minuto.
Ritmo sinusal	Sí.
Onda P	Normal.
Intervalo PR	0,20ms, rítmico.
Complejo QRS	Aumentada en voltaje en derivaciones precordiales izquierda (V5 y V6), Onda R mellada en las derivaciones DIII, AVL y AVF.
Segmento ST	Normal.
Onda T	Negativa en la derivación V1, Asimétrica.
Intervalo QT	Normal en el límite superior (0,40ms).
Espacio TP	Normal.
Onda U	Presente desde las derivaciones V2 hasta V6.
Cantidad de criterios electrocardiográficos	7.
Diagnóstico	Bradicardia sinusal, Hipertrofia auricular izquierda, Hipertrofia Ventricular Izquierda, Bloqueo Incompleto de Rama Izquierda y signos de Hipopotasemia no funcional.

**Anexo 3. Diagnóstico del ECG del jugador 2 del equipo de Fútbol Deportivo de Anzoátegui.**

Jugador 2	Criterios electrocardiográficos
Edad	20 años.
Experiencia deportiva	6 años.
Eje eléctrico	Normal.
Posición eléctrica	Semivertical.
Frecuencia cardíaca	56 latidos por minuto.
Ritmo sinusal	Sí.
Onda P	Negativa en la derivación V1.
Intervalo PR	0,20ms, rítmico.
Complejo QRS	Aumentada en voltaje en derivaciones precordiales izquierda (V5 y V6), Onda S de 26mm en la derivación V2.
Segmento ST	Normal.
Onda T	Negativa en la derivación V1, asimétrica.
Intervalo QT	Normal en el límite inferior (0,32ms).
Espacio TP	Normal.
Onda U	Presente desde las derivaciones V2 hasta V4.
Cantidad de criterios electrocardiográficos	5.
Diagnóstico	Bradicardia sinusal, Hipertrofia Ventricular Izquierda, Bloqueo Incompleto de Rama Izquierda y signos de Hipopotasemia no funcional.

**Anexo 4. Diagnóstico del ECG del jugador 3 del equipo de Fútbol Deportivo de Anzoátegui.**

Jugador 3	Criterios electrocardiográficos
Edad	20 años.
Experiencia deportiva	4 años.
Eje eléctrico	Normal.
Posición eléctrica	Semivertical.
Frecuencia cardíaca	60 latidos por minuto.
Ritmo sinusal	Sí.
Onda P	Normal.
Intervalo PR	0,16ms, rítmico.
Complejo QRS	Aumentada en voltaje en derivaciones precordiales izquierda (V5 y V6), Onda R mellada en las derivaciones V3, AVL y AVF. Onda S aumentada en voltaje en la derivación V2. Morfología rsr'S' en la derivación V1.
Segmento ST	Normal.
Onda T	Plana en la derivación V1, Asimétrica.
Intervalo QT	Normal en el límite superior (0,40ms).
Espacio TP	Normal.
Onda U	Presente desde las derivaciones V1 hasta V3.
Cantidad de criterios electrocardiográficos	6.
Diagnóstico	Hipertrofia Ventricular Izquierda, Bloqueo Incompleto de Rama derecha y signos de Hipopotasemia no funcional.

**Anexo 5. Diagnóstico del ECG del jugador 4 del equipo de fútbol Deportivo de Anzoátegui.**

Jugador 4	Criterios electrocardiográficos
Edad	19 años.
Experiencia deportiva	4 años.
Eje eléctrico	Normal.
Posición eléctrica	Semivertical.
Frecuencia cardíaca	75 latidos por minuto.
Ritmo sinusal	Sí.
Onda P	Bicuminada en las derivaciones V5 y V6.
Intervalo PR	0,20ms, rítmico.
Complejo QRS	Aumentada en voltaje en derivaciones precordiales izquierda (V5 y V6), Onda S 40mm en la derivación V2.
Segmento ST	Normal.
Onda T	Asimétrica.
Intervalo QT	Normal en el límite inferior (0,32ms).
Espacio TP	Normal.
Onda U	Presente desde las derivaciones V1 hasta V6.
Cantidad de criterios electrocardiográficos	4.
Diagnóstico	Hipertrofia auricular izquierda, Hipertrofia ventricular izquierda y signos de Hipopotasemia no funcional.

**Anexo 6. Diagnóstico del ECG del jugador 5 del equipo de Fútbol Deportivo de Anzoátegui.**

Jugador 5	Criterios electrocardiográficos
Edad	20 años.
Experiencia deportiva	6 años.
Eje eléctrico	Normal.
Posición eléctrica	Semivertical.
Frecuencia cardíaca	50 latidos por minuto.
Ritmo sinusal	Sí.
Onda P	Aumentada en tiempo, aparece como onda P mitral.
Intervalo PR	0,04ms, rítmico y corto.
Complejo QRS	Onda S aumentada en voltaje en la derivación precordial derecha V2. Onda R aumentada en voltaje en las derivaciones precordiales izquierda (V5 y V6). Complejo QRS con 0,10ms (signo de hipertrofia).
Segmento ST	Normal.
Onda T	Asimétrica.
Intervalo QT	Normal en el límite superior (0,40ms).
Espacio TP	Normal.
Onda U	Presente desde las derivaciones V2 hasta V5.
Cantidad de criterios electrocardiográficos	6.
Diagnóstico	Bradicardia sinusal, Hipertrofia auricular izquierda, Hipertrofia ventricular izquierda, signos de Hipopotasemia no funcional y síndrome de preexcitación Lown-Ganong-Levine.

**Anexo 7. Diagnóstico del ECG del jugador 6 del equipo de Fútbol Deportivo de Anzoátegui.**

Jugador 6	Criterios electrocardiográficos
Edad	20 años.
Experiencia deportiva	6 años.
Eje eléctrico	Normal.
Posición eléctrica	Vertical.
Frecuencia cardíaca	54 latidos por minuto.
Ritmo sinusal	Sí.
Onda P	Normal.
Intervalo PR	Normal y rítmico.
Complejo QRS	Onda R aumentada en voltaje en derivaciones precordiales izquierda y Onda S mellada en V2.
Segmento ST	Normal.
Onda T	Onda T negativa en V1.
Intervalo QT	Normal.
Espacio TP	Normal.
Onda U	Presente desde las derivaciones V3 hasta V5.
Cantidad de criterios electrocardiográficos	6.
Diagnóstico	Bradicardia sinusal, Hipertrofia ventricular izquierda, signos de Hipopotasemia no funcional y Bloqueo incompleto de rama izquierda.

**Anexo 8. Diagnóstico del ECG del jugador 7 del equipo de Fútbol Deportivo de Anzoátegui.**

Jugador 7	Criterios electrocardiográficos
Edad	18 años.
Experiencia deportiva	12 años.
Eje eléctrico	Izquierda.
Posición eléctrica	Vertical.
Frecuencia cardíaca	68 latidos por minuto.
Ritmo sinusal	Sí.
Onda P	Bimodal en la derivación DII. Aplanada en DIII, AVF y V1.
Intervalo PR	Normal y rítmico.
Complejo QRS	Onda R mellada en V1, Onda R aumentada en voltaje en V5 y V6, Onda Q patológica con signos de necrosis de tejido y Onda S aumentada en voltaje en V2.
Segmento ST	Normal.
Onda T	Onda T negativa en V1.
Intervalo QT	Normal.
Espacio TP	Normal.
Onda U	Presente desde las derivaciones V2 hasta V3.
Cantidad de criterios electrocardiográficos	4.
Diagnóstico	Ritmo de la unión, Bloqueo incompleto de rama derecha, Cardiopatía isquémica, Hipertrofia ventricular izquierda e Hipopotasemia no funcional.

**Anexo 9. Diagnóstico del ECG del jugador 8 del equipo de Fútbol Deportivo de Anzoátegui.**

Jugador 8	Criterios electrocardiográficos
Edad	21 años.
Experiencia deportiva	12 años.
Eje eléctrico	Normal.
Posición eléctrica	Vertical.
Frecuencia cardíaca	65 latidos por minuto.
Ritmo sinusal	Sí.
Onda P	Normal.
Intervalo PR	Normal y rítmico.
Complejo QRS	Onda R aumentada en voltaje en V5 y V6, Onda S mellada en DII, DIII y AVF, morfología rs' S' en AVL y V1.
Segmento ST	Normal.
Onda T	Onda T negativa en V1.
Intervalo QT	Normal.
Espacio TP	Normal.
Onda U	Presente desde las derivaciones V2 hasta V5.
Cantidad de criterios electrocardiográficos	6.
Diagnóstico	Hemibloqueo posterior izquierdo, Hipertrofia ventricular izquierda e Hipopotasemia no funcional.

**Anexo 10. Diagnóstico del ECG del jugador 9 del equipo de Fútbol Deportivo de Anzoátegui.**

Jugador 9	Criterios electrocardiográficos
Edad	21 años.
Experiencia deportiva	12 años.
Eje eléctrico	Normal.
Posición eléctrica	Vertical.
Frecuencia cardíaca	63 latidos por minuto.
Ritmo sinusal	Sí.
Onda P	Normal.
Intervalo PR	Normal y rítmico.
Complejo QRS	Onda S aumentada en voltaje en V2. Morfología Rsr' en DI, morfología rSr' en AVL.
Segmento ST	Normal.
Onda T	Normal.
Intervalo QT	Normal.
Espacio TP	Normal.
Onda U	Presente desde las derivaciones V1 hasta V4.
Cantidad de criterios electrocardiográficos	4.
Diagnóstico	Hipertrofia ventricular izquierda, bloqueo incompleto de rama izquierda. Hipopotasemia no funcional.

**Anexo 11. Diagnóstico del ECG del jugador 10 del equipo de Fútbol Deportivo de Anzoátegui.**

Jugador 10	Criterios electrocardiográficos
Edad	21 años.
Experiencia deportiva	5 años.
Eje eléctrico	Normal.
Posición eléctrica	Semivertical.
Frecuencia cardíaca	58 latidos por minuto.
Ritmo sinusal	Sí.
Onda P	Normal.
Intervalo PR	Normal y rítmico.
Complejo QRS	Onda S aumentada en voltaje en V2. Morfología RsR' en AVF.
Segmento ST	Normal.
Onda T	Onda T negativa en V1 y DIII. Asimétrica y aplanada en AVF.
Intervalo QT	Normal en el límite superior (0,40).
Espacio TP	Normal.
Onda U	Presente desde las derivaciones V3 hasta V5.
Cantidad de criterios electrocardiográficos	7.
Diagnóstico	Hipertrofia ventricular izquierda, hemibloqueo posterior izquierdo. Hipopotasemia no funcional.

**Anexo 12. Diagnóstico del ECG del jugador 11 del equipo de Fútbol Deportivo de Anzoátegui.**

Jugador 11	Criterios electrocardiográficos
Edad	30 años.
Experiencia deportiva	10 años.
Eje eléctrico	Normal.
Posición eléctrica	Vertical.
Frecuencia cardíaca	75 latidos por minuto.
Ritmo sinusal	Sí.
Onda P	Normal.
Intervalo PR	Normal y rítmico.
Complejo QRS	Onda S aumentada en voltaje en V2 y mellada en V3. Morfología RsR' en AVL.
Segmento ST	Normal.
Onda T	Onda T negativa en V1. Asimétrica.
Intervalo QT	Normal en el límite superior (0,40).
Espacio TP	Normal.
Onda U	Presente desde las derivaciones V2 hasta V4.
Cantidad de criterios electrocardiográficos	4.
Diagnóstico	Hipertrofia ventricular izquierda, bloqueo incompleto de rama izquierda. Hipopotasemia no funcional.

**Anexo 13. Diagnóstico del ECG del jugador 12 del equipo de fútbol Deportivo de Anzoátegui.**

Jugador 12	Criterios electrocardiográficos
Edad	17 años.
Experiencia deportiva	5 años.
Eje eléctrico	Normal.
Posición eléctrica	Vertical.
Frecuencia cardíaca	83 latidos por minuto.
Ritmo sinusal	Sí.
Onda P	Normal.
Intervalo PR	Normal y rítmico.
Complejo QRS	Onda S mellada en V1 y aumentada en voltaje en V2.
Segmento ST	Normal.
Onda T	Onda T negativa en V1. Asimétrica.
Intervalo QT	Normal.
Espacio TP	Normal.
Onda U	Presente desde las derivaciones V2 hasta V4.
Cantidad de criterios electrocardiográficos	3.
Diagnóstico	Bloqueo incompleto de rama izquierda. Hipertrofia ventricular izquierda. Hipopotasemia no funcional.

**Anexo 14. Diagnóstico del ECG del jugador 13 del equipo de Fútbol Deportivo de Anzoátegui.**

Jugador 13	Criterios electrocardiográficos
Edad	22 años.
Experiencia deportiva	4 años.
Eje eléctrico	Normal.
Posición eléctrica	Vertical.
Frecuencia cardíaca	63 latidos por minuto.
Ritmo sinusal	Sí.
Onda P	Normal.
Intervalo PR	Normal y rítmico.
Complejo QRS	Onda S aumentada en voltaje en V2. Onda R mellada en DIII y AVF. Onda S mellada en V1.
Segmento ST	Normal.
Onda T	Onda T negativa en V1 y aplanada en DIII. Asimétrica.
Intervalo QT	Normal el límite superior (0,40).
Espacio TP	Normal.
Onda U	Presente desde las derivaciones V2 hasta V4.
Cantidad de criterios electrocardiográficos	5.
Diagnóstico	Hipertrofia ventricular izquierda. Hemibloqueo posterior izquierdo. Hipopotasemia no funcional.

**Anexo 15. Diagnóstico del ECG del jugador 14 del equipo de Fútbol Deportivo de Anzoátegui.**

Jugador 14	Criterios electrocardiográficos
Edad	19 años.
Experiencia deportiva	2 años.
Eje eléctrico	Normal.
Posición eléctrica	Vertical.
Frecuencia cardíaca	60 latidos por minuto.
Ritmo sinusal	Sí.
Onda P	Bicuminada en la derivación DII y aplanada en la derivación AVL.
Intervalo PR	Normal y rítmico.
Complejo QRS	Onda S mellada en la derivación V1 y aumentada en voltaje en V2.
Segmento ST	Normal.
Onda T	Onda T negativa en V1 y aplanada en AVL. Asimétrica.
Intervalo QT	Normal.
Espacio TP	Normal.
Onda U	Presente desde las derivaciones V3 hasta V5.
Cantidad de criterios electrocardiográficos	4.
Diagnóstico	Bloqueo incompleto de rama izquierda. Hipertrofia ventricular izquierda. Hipopotasemia no funcional.

**Anexo 16. Diagnóstico del ECG del jugador 15 del equipo de Fútbol Deportivo de Anzoátegui.**

Jugador 15	Criterios electrocardiográficos
Edad	20 años.
Experiencia deportiva	3 años.
Eje eléctrico	Normal.
Posición eléctrica	Vertical.
Frecuencia cardíaca	68 latidos por minuto.
Ritmo sinusal	Sí.
Onda P	Negativa en la derivación AVL, bipolar en V1 y aumentada en tiempo con morfología bicuminada en las derivaciones V2 y V3.
Intervalo PR	Normal y rítmico.
Complejo QRS	Onda S mellada en la derivación V1 y aumentada en voltaje en V2. Onda R mellada en las derivaciones DII y DIII.
Segmento ST	Normal.
Onda T	Onda T negativa en V1. Asimétrica.
Intervalo QT	Normal.
Espacio TP	Normal.
Onda U	Presente desde las derivaciones V2 hasta V4.
Cantidad de criterios electrocardiográficos	5.
Diagnóstico	Ritmo de la unión baja, Hipertrofia Auricular Izquierda, Hipertrofia Ventricular Izquierda, Hemibloqueo Posterior Izquierdo y la Hipopotasemia no funcional.

**Anexo 17. Diagnóstico del ECG del jugador 16 del equipo de Fútbol Deportivo de Anzoátegui.**

Jugador 16	Criterios electrocardiográficos
Edad	25 años.
Experiencia deportiva	7 años.
Eje eléctrico	Normal.
Posición eléctrica	Semivertical.
Frecuencia cardíaca	65 latidos por minuto.
Ritmo sinusal	Sí.
Onda P	Normal.
Intervalo PR	Normal y rítmico.
Complejo QRS	Onda S mellada en la derivación AVL y V1. Aumentada en voltaje en V2.
Segmento ST	Normal.
Onda T	Onda T negativa en V1. Asimétrica.
Intervalo QT	Normal en el límite superior (0,40).
Espacio TP	Normal.
Onda U	Presente desde las derivaciones V2 hasta V4.
Cantidad de criterios electrocardiográficos	4.
Diagnóstico	Bloqueo incompleto de rama izquierda. Hipertrofia Ventricular Izquierda y la Hipopotasemia no funcional.

**Anexo 18. Diagnóstico del ECG del jugador 17 del equipo de Fútbol Deportivo de Anzoátegui.**

Jugador 17	Criterios electrocardiográficos
Edad	24 años.
Experiencia deportiva	12 años.
Eje eléctrico	Normal.
Posición eléctrica	Semivertical.
Frecuencia cardíaca	58 latidos por minuto.
Ritmo sinusal	Sí.
Onda P	Normal.
Intervalo PR	Normal y rítmico.
Complejo QRS	Onda S mellada en la derivación V3. Aumentada en voltaje en V2. Morfología rsR' en AVL.
Segmento ST	Normal.
Onda T	Onda T negativa desde la derivación V1 a V6 y en DIII.
Intervalo QT	Normal en el límite superior (0,40).
Espacio TP	Normal.
Onda U	Presente desde las derivaciones V4 hasta V6.
Cantidad de criterios electrocardiográficos	6.
Diagnóstico	Bradicardia sinusal, Hipertrofia Ventricular Izquierda, Bloqueo Incompleto de Rama Izquierda, Cardiopatía Isquémica. Hipopotasemia no funcional. Sobreentrenado.

**Anexo 19. Diagnóstico del ECG del jugador 18 del equipo de Fútbol Deportivo de Anzoátegui.**

Jugador 18	Criterios electrocardiográficos
Edad	17 años.
Experiencia deportiva	2 años.
Eje eléctrico	Normal.
Posición eléctrica	Semivertical.
Frecuencia cardíaca	56 latidos por minuto.
Ritmo sinusal	Sí.
Onda P	Bifásica en la derivación V1.
Intervalo PR	Normal y rítmico.
Complejo QRS	Onda R mellada en la derivación DIII.
Segmento ST	Normal.
Onda T	Onda T negativa en la derivación DIII, aplanada en V1 y asimétrica.
Intervalo QT	Normal en el límite inferior (0,32).
Espacio TP	Normal.
Onda U	Presente desde las derivaciones V2 hasta V3.
Cantidad de criterios electrocardiográficos	6.
Diagnóstico	Bradicardia sinusal, Bloqueo Incompleto de Rama Izquierda. Hipopotasemia no funcional.

**Anexo 20. Diagnóstico del ECG del jugador 19 del equipo de Fútbol Deportivo de Anzoátegui.**

Jugador 19	Criterios electrocardiográficos
Edad	18 años.
Experiencia deportiva	8 años.
Eje eléctrico	Normal.
Posición eléctrica	Semivertical.
Frecuencia cardíaca	75 latidos por minuto.
Ritmo sinusal	Sí.
Onda P	Aplanada en la derivación AVL y bicumunada en las derivaciones V1 y V3.
Intervalo PR	Disminuido en tiempo. Rítmico.
Complejo QRS	Onda S mellada en la derivación AVL. Onda R mellada en V3 y morfología rsR' en las derivaciones DIII y AVF.
Segmento ST	Normal.
Onda T	Onda T negativa en la derivación V1, asimétrica.
Intervalo QT	Normal en el límite inferior (0,32).
Espacio TP	Normal.
Onda U	Presente desde las derivaciones V2 hasta V3.
Cantidad de criterios electrocardiográficos	3.
Diagnóstico	Síndrome de Wolf Parkinson White, Bloqueo Completo de Rama Derecha. Hipopotasemia no funcional. Sobreentrenado.

**Anexo 21. Diagnóstico del ECG del jugador 20 del equipo de Fútbol Deportivo de Anzoátegui.**

Jugador 20	Criterios electrocardiográficos
Edad	20 años.
Experiencia deportiva	5 años.
Eje eléctrico	Normal.
Posición eléctrica	Vertical.
Frecuencia cardíaca	68 latidos por minuto.
Ritmo sinusal	Sí.
Onda P	Aumentada en tiempo.
Intervalo PR	Disminuido en tiempo. Rítmico.
Complejo QRS	Onda S aumentada en voltaje en la derivación V2. Onda S mellada en la derivación V1.
Segmento ST	Normal.
Onda T	Asimétrica.
Intervalo QT	Normal en el límite inferior (0,32).
Espacio TP	Normal.
Onda U	Presente desde las derivaciones V2 hasta V5.
Cantidad de criterios electrocardiográficos	7.
Diagnóstico	Síndrome de Wolf Parkinson White, Hipertrofia auricular izquierda. Hipertrofia ventricular izquierda. Signos de hipopotasemia no funcional. Sobreentrenado.