



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

**Caracterización de los cambios  
electrocardiográficos y ecocardiográficos de  
jugadores de fútbol profesional de un equipo colombiano**

**Mauricio Daza Sáenz**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Medicina  
Departamento de medicina interna  
Especialidad de medicina interna  
Bogotá, Colombia  
2022



**Caracterización de los cambios  
electrocardiográficos y ecocardiográficos de  
jugadores de fútbol profesional de un equipo colombiano**

**Mauricio Daza Sáenz**

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

**Médico Especialista en medicina del deporte**

Director:

Arnold Méndez Toro

Especialista en Medicina interna y Cardiología. cardiólogo Hospital Universitario Nacional

Codirector:

Camilo Ernesto Povea

Especialista en Medicina del deporte. Máster en Fisiología y Biomecánica del rendimiento  
Motriz. Doctor en Fisiología de las Adaptaciones. Profesor asociado Departamento de  
Medicina Interna. Universidad Nacional de Colombia

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de medicina

Departamento de Medicina Interna

Especialidad Medicina del Deporte

Bogotá, Colombia

2022



*A mi esposa, quien desde antes de iniciar el proceso de la especialidad ha estado a mi lado, apoyándome y llevándome a ser una mejor versión.*

*A mis padres que desde siempre han sacrificado todo para brindarme las oportunidades que me trajeron a este punto de mi vida profesional.*

## **Declaración de obra original**

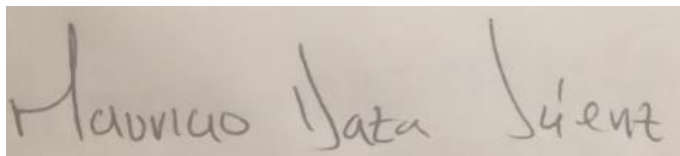
Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

He obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.

A rectangular box containing a handwritten signature in dark ink. The signature reads "Mauricio Daza Sáenz" in a cursive script.

---

Mauricio Daza Sáenz

Fecha 18/11/2022

**Agradecimientos**

A la doctora Catalina Chica, medica del deporte del equipo profesional azul y blanco Millonarios, quien me motivo a encaminar mi trabajo de grado en esta área, y me facilito las historias clínicas de los deportistas, junto con los electrocardiogramas y ecocardiogramas

Al equipo profesional azul y blanco Millonarios, quienes me brindaron la oportunidad de

A la Universidad Nacional de Colombia por darme la oportunidad de hacer mis estudios de posgrado en Medicina del deporte.





## Resumen

### **Caracterización de los cambios electrocardiográficos y ecocardiográficos de jugadores de fútbol profesional de un equipo colombiano**

**Introducción:** El entrenamiento de alto rendimiento produce adaptaciones cardiovasculares en respuesta a los estímulos y la demanda energética. Estas adaptaciones varían dependiendo del tipo de entrenamiento, raza, edad, género. (1–3). La muerte cardíaca súbita es la principal causa de muerte en atletas, sin embargo, tiene una baja incidencia y es vital reconocer los factores que la pueden desencadenar mediante una valoración preparticipativa, en la cual se incluye una historia clínica completa, con antecedentes familiares, examen físico y electrocardiograma. En este último se debe evaluar los hallazgos que se relacionan con adaptaciones fisiológicas propias del ejercicio y no con patología. No obstante, los hallazgos electrocardiográficos pueden ser muy variados, ya que van a depender del tipo de deporte, la raza, el género y la edad. En otros continentes ya se ha caracterizado los principales hallazgos tanto electrocardiográficos como ecocardiográficos en futbolistas, pero no contamos con una caracterización de población colombiana. (4– 7)

**Objetivo:** Describir las características clínicas, electrocardiográficas y ecocardiográficas de futbolistas profesionales colombianos.

**Metodología:** Estudio observacional, descriptivo de cohorte retrospectivo. en el que se incluyeron a jugadores profesionales mayores de 18 años vinculados al equipo profesional femenino y masculino de Millonarios del 01/01/2017 al 31/01/2022, con valoración médica, electrocardiograma y ecocardiograma.

**Resultados:** Se incluyeron un total de 111 futbolistas, 81 hombres y 30 mujeres, con una edad promedio de 26 y 24 años respectivamente. La raza predominante fue la raza mestiza en 51,9% en hombres y 86,7 en mujeres, ninguno con sintomatología cardiovascular de importancia. Adicionalmente, en la valoración de electrocardiograma se utilizaron los criterios de Seattle, se encontró una frecuencia cardíaca promedio de 59 lpm en hombres

y 62 en mujeres, con una presencia de criterios de normalidad en el 84% en hombres y en el 96,7 % en mujeres. Dentro de los más frecuentes de normalidad en hombres fueron trastorno de repolarización precoz (65,8%), bloqueo incompleto de rama derecha 38% y bradicardia sinusal en 27,8%. En mujeres también el principal hallazgo fue trastorno de repolarización precoz 61.9%. Por otro lado, en cuanto a los hallazgos limítrofes hubo una presencia de 9,9% en hombres y 3,3%. De los hallazgos anormales 6,2% en hombres y 0% en mujeres, el que se presentó con mayor frecuencia en hombres fue inversión de onda T (3%).

En cuanto a los parámetros ecocardiográficos, una de las principales variables es el grosor parietal relativo, con un punto de cohorte de 0,42, donde en nuestra población sólo el 17% de la población masculina estuvo por encima, mientras que solo el 3% en mujeres, y al relacionar esta variable con el índice de masa muscular del ventrículo izquierdo, para valorar hipertrofia concéntrica, encontramos que solo 1 atleta cumplía los criterios ( $INMVI > 115$  y  $GRP > 0,42$ ).

**Conclusiones:** Este estudio nos permitió encontrar las principales características electrocardiográficas y ecocardiográficas de futbolistas profesionales colombianos, y como estas variables se relacionan con las encontradas en otras poblaciones de deportistas. Así mismo, se evidencia la presencia de adaptaciones cardiovasculares inducidas por el entrenamiento.

Palabras clave: Jugadores profesionales de fútbol, electrocardiograma, ecocardiograma, alto rendimiento.

**Abstract****Characterization of the electrocardiographic and echocardiographic changes of professional soccer players of a Colombian team**

**Introduction:** High performance training produces cardiovascular adaptations in response to stimuli and energy demand. These adaptations vary depending on the type of training, race, age, gender. (1–3). Sudden cardiac death is the main cause of death in athletes, however, it has a low incidence, it is vital to recognize the factors that can trigger it, therefore a complete medical history is included in the preparticipation assessment, with family history, exam physical and electrocardiogram; in the latter, it should be evaluated that the findings are related to physiological adaptations of the exercise and not to pathology, despite this, the electrocardiographic findings

They can be very varied, since they will depend on the type of sport, race, gender, and age. In other continents, the main electrocardiographic and echocardiographic findings in soccer players have already been characterized, but we do not have a characterization of the Colombian population. (4–7)

**Objective:** To describe the clinical, electrocardiographic, and echocardiographic characteristics of Colombian professional soccer players.

**Methodology:** Observational, descriptive retrospective cohort study. in which professional players over 18 years of age linked to the Millonarios professional women's and men's team were included from 01/01/2017 to 01/31/2022, with medical evaluation, electrocardiogram, and echocardiogram.

**Results:** A total of 111 soccer players were included, 81 men and 30 women, with an average age of 26 and 24 years respectively, the predominant race was the mestizo race in 51.9% in men and 86.7 in women, none with Important cardiovascular symptoms, in the electrocardiogram evaluation the Seattle criteria were used, an average heart rate of 59 bpm was found in men and 62 in women, with a presence of normality criteria in 84% in men and in 96 .7% in women. Among the most frequent normal disorders in men were early repolarization disorder (65.8%), incomplete right bundle branch block 38% and sinus

bradycardia in 27.8%. Also in women, the main finding was early repolarization disorder 61.9%. Regarding borderline findings, there was a presence of 9.9% in men and 3.3%. Of the abnormal findings 6.2% in men and 0% in women, the one that occurred most frequently in men was T wave inversion (3%).

Regarding the echocardiographic parameters, one of the main variables is the relative wall thickness, with a cohort point of 0.42, where in our population only 17% of the male population was above it, while only 3% in women, and when relating this variable to the left ventricular muscle mass index, to assess concentric hypertrophy, we found that only 1 athlete met the criteria ( INMVI > 115 and GRP > 0.42 ).

**Conclusions:** This study allowed us to find the main electrocardiographic and echocardiographic characteristics of Colombian professional soccer players, and how these variables are related to those found in other populations of athletes, and likewise, how the presence of training-induced cardiovascular adaptations is evidenced.

**Keywords:** athlete, high performance, electrocardiogram and echocardiogram

**Contenido**

|   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| <b>Resumen</b> .....                                      | <b>IX</b>   |
| <b>Lista de figuras</b> .....                             | <b>XV</b>   |
| <b>Lista de tablas</b> .....                              | <b>XVI</b>  |
| <b>Lista de Símbolos y abreviaturas</b> .....             | <b>XVII</b> |
| <b>Introducción</b> .....                                 | <b>19</b>   |
| <b>1. Formulación del problema de investigación</b> ..... | <b>20</b>   |
| Pregunta PICO .....                                       | 20          |
| 1.1 Pregunta de investigación .....                       | 20          |
| 1.2 Justificación de la propuesta .....                   | 20          |
| <b>2. Marco Teórico</b> .....                             | <b>23</b>   |
| <b>3. Objetivo</b> .....                                  | <b>29</b>   |
| 3.1 Objetivos Específicos.....                            | 29          |
| <b>3.2 Hipótesis:</b> .....                               | <b>29</b>   |
| <b>4. Metodología</b> .....                               | <b>30</b>   |
| 4.1. Tipo y diseño de estudio.....                        | 30          |
| 4.2. Ubicación espaciotemporal .....                      | 30          |
| 4.3. Población de estudio .....                           | 30          |
| 4.4. Criterios de selección .....                         | 30          |
| 4.4.1. Criterios de inclusión .....                       | 30          |
| 4.4.2. Criterios de exclusión.....                        | 31          |
| 4.5 Tamaño de la muestra .....                            | 31          |
| 4.6 Fuentes de información.....                           | 31          |
| 4.7 Variables.....  | 32          |
| 4.8 Métodos estadísticos .....                            | 44          |
| 4.9 Control de Sesgos .....                               | 45          |
| 4.10 Consideraciones éticas .....                         | 45          |
| 4.10.1 Consentimiento informado .....                     | 46          |
| <b>5. Resultados</b> .....                                | <b>47</b>   |
| 5.1 Población.....  | 47          |
| 5.2 Características electrocardiográficas .....           | 49          |
| 5.3 Características ecocardiográficas .....               | 55          |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>6. Discusión.....</b>   | <b>61</b> |
| 6.1 Características demográficas .....   | 61        |
| 6.2 Características electrocardiográficas .....                                  | 62        |
| 6.3 Hallazgos ecocardiográficos .....  | 65        |
| <b>7. Limitaciones .....</b>   | <b>68</b> |
| <b>8. Conclusiones .....</b>   | <b>69</b> |
| <b>A. Anexo: Baremo diligenciado por 2 revisores de electrocardiogramas.....</b> | <b>71</b> |
| <b>Bibliografía .....</b>  | <b>73</b> |

**Lista de figuras**

**Pág.**

***Ilustración 1, Remodelación cardiaca* ..... 60**

## Lista de tablas

|  | Pág. |
|--|------|
| <b>Tabla 1 Criterios electrocardiográficos de Seattle</b> .....  | 26   |
| <b>Tabla 2 Protocolo ecocardiograma en atletas</b> .....   | 27   |
| Tabla 3 Variables .....  | 32   |
| <b>Tabla 4 Resultados, características demográficas comparadas entre hombres y mujeres</b><br>.....      | 47   |
| <b>Tabla 5 Características electrocardiográficas, hombres y mujeres</b> .....                            | 49   |
| <b>Tabla 6 Resultados, hallazgos de normalidad según criterios de Seattle, hombres vs mujeres</b> .....  | 50   |
| <b>Tabla 7 Resultados, hallazgos de limítrofes según criterios de Seattle, hombres vs mujeres</b> .....  | 52   |
| <b>Tabla 8 Resultados, hallazgos de anormalidad según criterios de Seattle, hombres vs mujeres</b> ..... | 53   |
| <b>Tabla 9 Resultados, características estructurales comparado hombres y mujeres</b> .....               | 55   |
| <b>Tabla 10 Resultados, función Ventricular, comparado hombres y mujeres</b> .....                       | 57   |
| <b>Tabla 11 Resultados, Doppler espectral y tisular</b> .....  | 58   |
| <b>Tabla 12 Función Valvular</b> .....   | 58   |



## Lista de Símbolos y abreviaturas

### Abreviaturas

| <b>Abreviatura</b> | <b>Término</b> |
|--------------------|----------------|
|--------------------|----------------|

|              |  |
|--------------|--|
| <i>HDL</i>   | high-density lipoprotein (lipoproteína de alta densidad) |
| <i>LDL</i>   | Low-density lipoprotein (lipoproteína de baja densidad)  |
| <i>OMS</i>   | organización Mundial de la salud                         |
| <i>VD</i>    | ventrículo Derecho                                       |
| <i>VI</i>    | ventrículo Izquierdo                                     |
| <i>IMMVI</i> | índice de masa muscular del ventrículo izquierdo         |
| <i>LPM</i>   | Latidos por minuto                                       |
| <i>SC</i>    | Superficie corporal                                      |
| <i>FC</i>    | Frecuencia Cardiaca                                      |
| <i>Seg</i>   | Segundo  |
| <i>M2</i>    | Metro Cuadrado   |
| <i>FEVI</i>  | Fracción de eyección del ventrículo izquierdo            |
| <i>IMC</i>   | Índice de masa corporal                                  |

|      |                                    |
|------|------------------------------------|
| AI   | Aurícula Izquierda                 |
| AD   | Aurícula derecha                   |
| PSAP | Presión sistólica arteria pulmonar |
| HVD  | Hipertrofia ventrículo derecho     |
| HVI  | Hipertrofia ventrículo izquierdo   |

## **Introducción**

El ejercicio físico se ha vinculado con múltiples beneficios para la salud en todos los aspectos y se relaciona con disminución de la mortalidad cardiovascular. Sin embargo, existe un umbral, donde si se supera cierto volumen de entrenamiento, empiezan a aparecer algunas adaptaciones no tan benéficas para la salud (1).

En el caso del sistema cardiovascular, este debe responder ante las demandas exigidas por la exposición al ejercicio de alta intensidad por periodos prolongados, produciendo múltiples cambios, conocidos como el corazón de atleta. El tipo de adaptación inducida por el ejercicio dependerá del estímulo y no será igual un atleta que realiza entrenamiento de fuerza, a otro atleta que realice ejercicio de resistencia ya que cada disciplina deportiva tendrá adaptaciones específicas y éstas adaptaciones dependerán de la raza, edad, sexo y género (8–10). Los hallazgos electrocardiográficos serán distintos dependiendo de todas las variables descritas previamente. Por otro lado, se ha venido vinculado el deporte de alto rendimiento con muerte cardiaca súbita, debido a que esta es la principal causa de mortalidad en atletas, dado lo anterior surge la necesidad de tener parámetros para diferenciar los hallazgos desencadenados por el corazón de atleta con los de alguna patología cardiaca, y por esto, se establecieron los criterios de Seattle para lograr diferenciar cambios benignos de patológicos. No obstante, como ya se estableció, los hallazgos variarán dependiendo de múltiples factores y en el momento, no se cuentan con datos específicos de población de futbolistas colombianos. (5,10–12)

## **1. Formulación del problema de investigación**

### **Pregunta PICO**

P - Jugadores mayores de 18 del equipo profesional masculino y femenino del club Millonarios

I - Electrocardiograma y ecocardiograma

C – ninguno

O – Variables demográficas y clínicas, hallazgos electrocardiográficos, ecocardiográficos

### **1.1 Pregunta de investigación**

¿Cuáles son las características clínicas electrocardiográficas y ecocardiográficas en los jugadores de fútbol profesional masculino y femenino de Azul y Blanco Millonarios Fútbol Club S?

### **1.2 Justificación de la propuesta**

En los deportistas de alto rendimiento se producen múltiples adaptaciones cardiovasculares, las cuales dependen del tipo estímulo de entrenamiento, el sexo, la raza y la edad, las cuales se pueden valorar por medio de algunos exámenes como el electrocardiograma y el ecocardiograma, ya se han establecido algunos criterios para cada uno de estos exámenes para reconocer dichas adaptaciones. Sin embargo, los cambios

que se dan pueden variar dependiendo del tipo de entrenamiento realizado, es decir el tipo de deporte practicado, la edad del deportista, la raza y el género; y estos criterios los deben tener claros los cardiólogos y médicos del deporte, ya que es vital que se esté en la capacidad de diferenciar estos hallazgos con entidades patológicas relacionadas con muerte cardiaca súbita. (1,2)

Teniendo en cuenta el panorama descrito, se han hecho estudios para caracterizar a los futbolistas en algunas regiones del mundo, como Norteamérica, varias regiones de Europa, Asia y África, donde se han establecido los principales hallazgos en cada población, los cuales están ligados como se ha establecido a factores genéticos y de raza, por lo tanto, surge la necesidad de tener datos de nuestra población. (13,14,14–20)



## **2. Marco Teórico**

Es importante tener claro la diferencia entre actividad física, ejercicio y deporte. La actividad física definida como “cualquier movimiento corporal que se produzca por la contracción de los músculos esqueléticos y produzca aumento del consumo de energía en reposo”; (10) el ejercicio definido como un tipo de actividad física planeada y estructurada y que tiene como objetivo mejorar algún componente de la aptitud física, y deporte es un tipo de actividad física, la cual está sujeta a un reglamento o normas específicas, por ejemplo, fútbol, basquetbol, etc. (1,2). El término de atleta hace referencia a una persona que participa en un deporte de equipo o individual, que se encamina en competencias de manera regular como componente central y obtiene un premio o logro, y este deporte competitivo está ligado a un estilo de vida específico, por lo tanto, requiere un nivel de entrenamiento mucho mayor a las personas del común (3). A lo largo del tiempo se ha logrado vincular la práctica de ejercicio regular con beneficios para la salud, y con una reducción de la mortalidad cardiovascular en un 35% y una reducción de mortalidad de todas las causas en un 33%, así mismo, se ha relacionado con múltiples beneficios, como ayuda para controlar el sobrepeso, mejora en las cifras tensionales, mejora la sensibilidad a la insulina, disminución en el colesterol LDL, aumento del colesterol HDL, disminución de la incidencia de algunos tipos de cáncer, como lo son mama y colon, finalmente en relación al envejecimiento, favorece la función cognitiva. (10,21)

Según la OMS las recomendaciones de ejercicio para lograr estos beneficios son realizar 150 minutos de actividad física cardiovascular a intensidad moderada distribuidos en los 7 días de la semana o la realización de 75 minutos de actividad física vigorosa distribuidos en los 7 días de la semana, pero solo empezar a realizar 10 minutos de ejercicio moderado empieza a traer beneficios (1,2,21). A pesar de todos los beneficios descritos previamente, existe un umbral, donde determinada cantidad de actividad física empieza a producir adaptaciones que pueden llegar a ser lesivas, específicamente, a nivel cardiovascular,

estas se dan para poder responder a las demandas producidas por el nivel de actividad, y el tiempo de entrenamiento (1,22). Estas adaptaciones circulatorias, funcionales y morfológicas en el corazón se conocen como corazón de atleta (23), las cuales incluyen cambios estructurales, dados por aumento de la masa biventricular, el volumen y el grosor de la pared, cambios eléctricos con un amplio espectro y cambios funcionales (24). No obstante, estas adaptaciones pueden ser variables, dependiendo del tipo de deporte. Se puede utilizar una clasificación para el tipo de deporte, como dinámico (que se relaciona dependiendo del componente de fuerza y el componente de resistencia), a pesar de esto, múltiples disciplinas deportivas tienen componentes mixtos, en el cual, dependiendo de la disciplina, predominará uno sobre el otro. En el caso del fútbol tiene un componente mixto, aunque predomina el componente de resistencia (3,8,24)

Aparte del estímulo del tipo de entrenamiento, existen otros factores que intervienen en el tipo de remodelamiento cardiaco, como factores fisiológicos, dentro de los cuales existen 3 principales: los factores genéticos, hemodinámicos y neurohormonales; los factores genéticos se relacionan con la raza del atleta. Otros determinantes son el sexo y la edad del deportista. (8,25)

Por otro lado, se han relacionado estas adaptaciones y en sí el ejercicio de alto rendimiento, con el aumento de incidencia de muerte súbita, la cual es de 1 en 25000 hasta 1 en 300000 adultos jóvenes. Se ha vinculado con algunos factores, como la edad, en los mayores a 35 años, más del 80% de eventos de muerte súbita han sido en esta población y son debidos a enfermedad coronaria, mientras que en los atletas menores de 35 años se relaciona con alteraciones congénitas de la anatomía cardiaca, de la circulación coronaria o del sistema conducción eléctrica. En un estudio desarrollado en Estados Unidos se encontró que una de las principales causas de muerte cardiaca súbita fue miocardiopatía hipertrófica, seguido de anomalías congénitas de las arterias coronarias, aunque hay que aclarar que tiene baja incidencia, pero otro hallazgo significativo fue que en la incidencia de estos eventos se presentan 3 a 5 veces más en hombres que en mujeres, adicionalmente, se encontró que en los atletas de raza afro la incidencia era 3.2 veces mayor que los blancos (5,25–28). Por esta relación surgió la importancia de una



evaluación completa a nivel cardiovascular para poder detectar y diferenciar cuales de los hallazgos son desencadenados por el ejercicio, y se pueden considerar benignos, y cuáles son hallazgos patológicos, que pueden terminar en un evento fatal. Se debe realizar la valoración pre participativa o pretemporada, la cual consiste en la realización periódica de un screening cardiovascular previo a la participación en un deporte, e incluye historia clínica, examen físico y un electrocardiograma de 12 derivaciones en reposo (6,7,11).

El screening inicia con historia clínica completa, donde el objetivo principal es identificar algunos síntomas que se pueden considerar como alarma, dentro de los cuales están: dolor torácico inducido por ejercicio, disnea no proporcional al ejercicio, palpitaciones y síncope. Adicionalmente, se debe valorar la edad del atleta, teniendo en cuenta el mayor riesgo por encima de los 35 años y la naturaleza del deporte ya que se relaciona con el tipo de remodelamiento cardiovascular. Posteriormente se debe indagar en sus antecedentes, el uso de algunas sustancias como esteroides anabólicos, ya que estos pueden inducir hipertensión arterial, y alteraciones del metabolismo lipídico, y aterosclerosis prematura; el consumo de algunos estimulantes, o algunas drogas de abuso como cocaína o anfetaminas. Finalmente, en la historia clínica, se deben indagar antecedentes familiares de muerte cardiaca súbita (4,23,29)

El examen físico usualmente no brinda tanta información, a pesar de ello, se puede encontrar alteraciones en la frecuencia cardíaca como bradicardia y se debe buscar la presencia de hipertensión, patología valvular o datos de coartación de la aorta. Todos los deportistas deben tener un electrocardiograma de 12 derivaciones en la valoración pre participativa, el cual tiene la ventaja que es de bajo costo, fácil acceso, brinda hallazgos no específicos o falsos positivos, a pesar de tener sus limitaciones, da datos que pueden ayudar a tomar decisiones en relación con estudios adicionales. Para su correcta interpretación se establecieron los criterios de Seattle (2015), donde se clasificaron los hallazgos como normales (los cuales se relacionan con adaptaciones benignas), limítrofes (un hallazgo aislado no representa enfermedad cardiovascular) y anormales (sugieren la presencia de patología), para definir estudios adicionales, principalmente un ecocardiograma (tabla 1). La presencia de los hallazgos anormales se ha relacionado con patologías como miocardiopatía hipertrófica, miocardiopatía dilatada, cardiomiopatía arritmogénica, miocarditis, sarcoidosis, síndrome de Wolf Parkinson White (16,30–32).

**Tabla 1** Criterios electrocardiográficos de Seattle

|   |
|---|
| <p style="text-align: center;"><b>Hallazgos normales</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Criterio electrocardiográfico de Hipertrofia del ventrículo derecho</li><li>✓ Criterio electrocardiográfico de hipertrofia del ventrículo izquierdo</li><li>✓ Bloqueo incompleto de rama derecha</li><li>✓ Repolarización precoz/ Elevación del segmento ST</li><li>✓ Elevación del ST seguido de inversión de onda T V1 V4 en atletas afro</li><li>✓ Bradicardia sinusal</li><li>✓ Arritmia sinusal</li><li>✓ Ritmo ectópico atrial</li><li>✓ Ritmo de escape de la unión</li><li>✓ Bloqueo auriculoventricular grado I</li><li>✓ Bloqueo auriculoventricular grado II Mobitz I</li></ul> |
| <p style="text-align: center;"><b>Hallazgos limítrofes</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Desviación del eje a la izquierda</li><li>✓ Crecimiento de aurícula izquierda</li><li>✓ Desviación del eje derecho</li><li>✓ Crecimiento de aurícula derecha</li><li>✓ Bloqueo completo de rama derecha</li></ul>  |
| <p style="text-align: center;"><b>Hallazgos anormales</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Inversión onda T</li><li>✓ Depresión del segmento ST</li><li>✓ Ondas Q patológicas</li><li>✓ Bloqueo completo de rama izquierda</li><li>✓ Retraso inespecífico en la conducción intraventricular</li><li>✓ Onda epsilon</li><li>✓ Preexcitación ventricular</li></ul>   |

|  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ QT prolongado</li> <li>✓ Patrón de Brugada tipo 1</li> <li>✓ Bradicardia sinusal profunda</li> <li>✓ Bloqueo 1° auriculoventricular</li> <li>✓ Bloqueo Auriculo ventricular tipo 2 Mobitz 2</li> <li>✓ Bloqueo Auriculoventricular grado 3</li> <li>✓ &gt;2 Extrasístoles</li> <li>✓ Taquiarritmias auriculares</li> <li>✓ Arritmias ventriculares</li> </ul> |
|--|

El ecocardiograma no es un examen rutinario en todos los deportistas, no obstante, está recomendado cuando se encuentran hallazgos anormales en el electrocardiograma, ya que tiene mayor sensibilidad y especificidad, el protocolo para deportistas se especifica en la tabla 2, con estos parámetros se pueden evidenciar las adaptaciones inducidas por el ejercicio y diferenciarlas de patologías cardíacas. Existen parámetros específicos que varían dependiendo, edad, sexo y raza. Su limitación principal es la reproducibilidad al ser es operador dependiente (33–35).

**Tabla 2** Protocolo ecocardiograma en atletas

| Vista de eje largo paraesternal VI (2D + modo M + Doppler color) | Vista de eje corto paraesternal en nivel de la válvula aórtica (2D + Doppler color) | Vista paraesternal derecha | Vista apical de 4 cámaras (2D + Doppler color + CW aórtico) | Vista supraesternal | Vista subcostal |
|--|---|----------------------------|---|---------------------|-----------------|
|  |   |                            |   |                     |                 |

|                                       |                                  |                             |   |                              |  |
|---------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|---|------------------------------|--|
| Hipertrofia o dilatación del VI       | Origen de la arteria coronaria   | Morfología y función del VD | Función VI  | Arco aórtico                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Morfología y función del VD</li> <li>• Tabique interauricular</li> <li>• tabique ventricular</li> </ul> |
| Morfología y función aórtica y mitral | Morfología de la válvula aórtica |                             | Morfología y función del VD                                       | Ductus arterioso persistente |  |
| Raíz aórtica (Marfan)                 | Válvula pulmonar                 |                             | Morfología y función de las válvulas aórtica, mitral y tricúspide |                              |  |
| Aorta ascendente (Marfan)             | Tabique interauricular           |                             | Tabique auricular y ventricular                                   |                              |  |
|                                       | tabique ventricular              |                             | Venas pulmonares  |                              |  |
|                                       | Conducto persistente             |                             |   |                              |  |
|                                       | hipertrofia del VI               |                             |   |                              |  |
|                                       | VI sin compactación              |                             |   |                              |  |

Con los datos obtenidos en el electrocardiograma y el ecocardiograma se puede tener un panorama más amplio del deportista, y se puede considerar la necesidad de retirar al atleta de alto rendimiento. Existen algunos casos, donde los hallazgos se ubican en zonas grises, donde no se podrá diferenciar si los hallazgos corresponden a las adaptaciones de corazón de atleta o a una cardiomiopatía, en estas zonas grises se pueden utilizar otras herramientas diagnósticas como la cardiorresonancia nuclear magnética y el ecocardiograma de estrés ejercicio (24,36,37).

### **3. Objetivo**

Describir los cambios electrocardiográficos y ecocardiográficos en una cohorte de futbolistas profesionales colombianos.

#### **3.1 Objetivos Específicos**

- i. Describir las características demográficas y clínicas de los atletas a estudio
- ii. Describir las características electrocardiográficas y ecocardiográficas de la cohorte

#### **3.2 Hipótesis:**

El entrenamiento realizado por los futbolistas produce cambios adaptativos en el corazón los cuales se determinan mediante electrocardiografía y ecocardiografía y estos están altamente influenciados por el tipo de entrenamiento, la raza, la edad y el género.

## **4. Metodología**

### **4.1. Tipo y diseño de estudio**

Estudio observacional, descriptivo de cohorte retrospectivo.

Se realizó la recolección de datos de historia clínica médico deportiva, adicionalmente se realizó la revisión de electrocardiograma y ecocardiograma por dos cardiólogos de forma independiente de las variables descritas en la tabla 3.

### **4.2. Ubicación espaciotemporal**

El estudio se desarrolló en El Azul y Blanco Millonarios Fútbol Club S. y la recolección de datos tuvo en cuenta el periodo comprendido entre el 1 de enero del 2017 hasta 31 de enero del 2022.

### **4.3. Población de estudio**

Jugadores de fútbol mayores de 18 años del equipo profesional masculino y femenino de Millonarios que hayan sido llevados a evaluación preparticipativa entre el 1 de enero del 2017 hasta 31 de enero del 2020.

### **4.4. Criterios de selección**

#### **4.4.1. Criterios de inclusión**

Se incluyeron a todos aquellos jugadores que cumplieran la totalidad de los siguientes criterios

- Hombres y mujeres mayores de 18 años
- Haber sido valorado en el equipo entre el 1 de enero del 2017 hasta 31 de enero del 2022
- Tener registro de electrocardiograma y ecocardiograma de este periodo

#### **4.4.2. Criterios de exclusión**

Se excluyeron todos aquellos jugadores que cumplan al menos uno de los siguientes criterios:

- Atletas sin información de historia clínica insuficiente o que no cuente con electrocardiograma y/o ecocardiograma durante el periodo descrito

#### **4.5 Tamaño de la muestra**

La muestra es no probabilística, por conveniencia, se incluyeron el total del censo de atletas del periodo del enero 2017 hasta enero 2022

#### **4.6 Fuentes de información**

Las fuentes de información de este trabajo de investigación son secundarias. Se recogieron los datos a partir de las historias clínicas en formato digital del Azul y Blanco Millonarios Fútbol Club S. No se tuvo contacto con jugadores y dicha información fue digitalizada y custodiada por los investigadores principales.

Se realizó un encuentro con los médicos del deporte del equipo profesional masculino y femenino para acordar días donde se pueda realizar la recolección de datos a partir de las bases de datos de los equipos profesionales masculinos y femenino. Posteriormente se diligenció una tabulación de las variables clínicas descritas en la tabla 3-1.

Para el análisis del electrocardiograma y ecocardiograma, se llevó a cabo una reunión con dos cardiólogos quienes hicieron una lectura independiente ciega al otro revisor para obtener el resto de las variables de electrocardiograma y ecocardiograma. Las diferencias en la interpretación fueron analizadas por un tercero cardiólogo, electrofisiólogo.

#### 4.7 Variables

Tabla 3 Variables

| Nombre | Definición operativa  | Naturaleza, Nivel y escala de medición. | Unidad de medición   |
|--------|---|---|--|
| Edad   | Cantidad de tiempo vivido por una persona desde el nacimiento hasta la actualidad.                                      | Cuantitativa discreta.<br>De razón.     | Años cumplidos   |
| Sexo   | Conjunto de características biológicas y anatómicas que permiten diferenciar entre hombres y mujeres.                   | Cualitativa nominal                     | Femenino<br>Masculino  |
| Raza   | Grupo de características físicas de un individuo como el color de piel y cabello, que se relacionan con un grupo étnico | Cualitativa nominal                     | 1 = Mestizos<br>2 = Caucásicos<br>3= Afrocolombianos<br>4= Indígenas<br>5= Otros |
| Peso   | Cantidad de masa que alberga una persona  | Cuantitativa discreta                   | En kilogramos  |
| Talla  | Estatura de una persona, medida desde la planta del pie hasta el vértice de la cabeza                                   | Cuantitativa discreta                   | En centímetros   |



| <b>Nombre</b>                                  | <b>Definición operativa</b>   | <b>Naturaleza, Nivel y escala de medición.</b> | <b>Unidad de medición</b>       |
|--|---|--|---------------------------------|
| Índice de masa corporal                        | Relación entre el peso y la talla   | Cuantitativa<br>discreta                       | kg/m <sup>2</sup>               |
| Síncope  | Pérdida súbita y breve de la conciencia seguida de recuperación espontánea  | Cualitativa<br>nominal                         | 0= Ausencia<br>1= Presencia     |
| Dolor torácico                                 | Es la sensación de cualquier molestia o sensación de disconfort en el tórax | Cualitativa<br>nominal                         | 0= Ausencia<br>1= Presencia     |
| Palpitaciones                                  | Sensación de los latidos cardiacos con mayor intensidad                     | Cualitativa<br>nominal                         | 0= Ausencia<br>1= Presencia     |
| Disnea   | Es la sensación de dificultad para respirar o falta de aire                 | Cualitativa<br>nominal                         | 0= Ausencia<br>1= Presencia     |
| Antecedente familiar de muerte cardiaca súbita | Paro cardiaco súbito en algún familiar de primer o segundo grado            | Cualitativa<br>nominal                         | 0= Ausencia<br>1= Presencia     |
| Tiempo de entrenamiento                        | Tiempo que lleva el atleta practicando deporte de alto rendimiento          | Cuantitativa<br>Discreta<br>De razón           | Años cumplidos de entrenamiento |

| Nombre  | Definición operativa   | Naturaleza, Nivel y escala de medición. | Unidad de medición          |
|---|--|---|-----------------------------|
| Tiempo fuera de entrenamiento   | Tiempo que el jugador ha suspendido sus entrenamientos sea por lesión pretemporada u otra razón                                  | Cuantitativa<br>Discreta<br>De razón    | Meses cumplidos             |
| Criterio electrocardiográfico de Hipertrofia del ventrículo derecho   | Criterio de voltaje QRS (SV1+RV5 o RV6 >3.5mV  | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal    | 0= Ausencia<br>1= Presencia |
| Criterio electrocardiográfico de hipertrofia del ventrículo izquierdo | Criterio de voltaje QRS (RV1+SV5 o SV6 >1.1mV  | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal    | 0= Ausencia<br>1= Presencia |
| Bloqueo incompleto de rama derecha                                    | Patrón rSR' en derivación V1 y patrón qRS en derivación V6 con duración de QRS <120 ms   | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal    | 0= Ausencia<br>1= Presencia |
| Repolarización precoz/<br>Elevación del segmento ST                   | Elevación del punto J, elevación del segmento ST, ondas J o muesca terminal en el QRS en las derivaciones inferiores o laterales | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal    | 0= Ausencia<br>1= Presencia |

| <b>Nombre</b>   | <b>Definición operativa</b>   | <b>Naturaleza, Nivel y escala de medición.</b> | <b>Unidad de medición</b>   |
|---|---|--|-----------------------------|
| Elevación del ST seguido de inversión de onda T V1 – V4 en atletas afro | Elevación del punto J y elevación del segmento ST convexa (en forma de domo) seguido de inversión de onda T en derivaciones V1-V4 en atletas afro | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal           | 0= Ausencia<br>1= Presencia |
| Bradicardia sinusal   | Frecuencia cardiaca 30 – 60 lpm   | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal           | 0= Ausencia<br>1= Presencia |
| Arritmia sinusal  | Variaciones de la frecuencia cardiaca con relación a la respiración (aumentó durante la inspiración – reduce durante la espiración)               | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal           | 0= Ausencia<br>1= Presencia |
| Ritmo ectópico atrial   | Distinta morfología de las ondas P, como P negativas en derivaciones inferiores   | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal           | 0= Ausencia<br>1= Presencia |
| Ritmo de escape de la unión   | Frecuencia del QRS mayor que la onda P en reposo, usualmente menor de 100 lpm con QRS angosto,  | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal           | 0= Ausencia<br>1= Presencia |
| Bloqueo auriculoventricular grado I                                     | Intervalo PR 200 – 400 ms   | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal           | 0= Ausencia<br>1= Presencia |

| Nombre  | Definición operativa  | Naturaleza, Nivel y escala de medición. | Unidad de medición              |
|---|---|---|---------------------------------|
| Bloqueo auriculoventricular grado II Mobitz I | Aumento progresivo del PR hasta que una onda P no conduce, el primer PR posterior a la que no conduce es más corto que el último PR en conducir | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal    | 0= Ausencia<br><br>1= Presencia |
| Desviación del eje a la izquierda             | Eje entre -30 a -90°  | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal    | 0= Ausencia<br><br>1= Presencia |
| Crecimiento de aurícula izquierda             | Aumento de la duración de la onda P (>120) en DI o DII con porción negativa de la onda P ≥1mm en profundidad y >40 ms en duración en V1         | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal    | 0= Ausencia<br><br>1= Presencia |
| Desviación del eje a la derecha               | Eje >120°   | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal    | 0= Ausencia<br><br>1= Presencia |
| Crecimiento de aurícula derecha               | Onda P >2,5 mm en DII, DIII o AVF   | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal    | 0= Ausencia<br><br>1= Presencia |
| Bloqueo completo de rama derecha              | Patrón rSR' en V1 y onda S más gruesa que la onda R en V6 con QRS mayor >120 segundos   | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal    | 0= Ausencia<br><br>1= Presencia |

| Nombre                    | Definición operativa   | Naturaleza, Nivel y escala de medición. | Unidad de medición          |
|---------------------------|--|---|-----------------------------|
| Inversión onda T          | <p>&gt;1mm de profundidad en 2 o más derivaciones contiguas sin contar aVR, DIII y V1</p> <p>Anterior: V2-V4; se excluyen atletas afro con elevación del ST convexa seguido de inversión en onda T invertido in V2-V4;</p> <p>Lateral: I and AVL, V5/ V6 (solo una derivación necesaria con inversión de la onda T)</p> <p>Inferolateral: DII, aVF, V5-V6 y AVL</p> <p>Inferior: DII y aVF</p> | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal    | 0= Ausencia<br>1= Presencia |
| Depresión del segmento ST | >0.5 mm de profundidad en dos o más derivaciones contiguas   | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal    | 0= Ausencia<br>1= Presencia |
| Ondas Q patológicas       | Ratio Q/R > 0.25 o $\geq 40$ ms de duración en dos o más derivaciones (excluyendo DIII y aVF)  | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal    | 0= Ausencia<br>1= Presencia |

| <b>Nombre</b>  | <b>Definición operativa</b>  | <b>Naturaleza, Nivel y escala de medición.</b> | <b>Unidad de medición</b>   |
|--|--|--|-----------------------------|
| Bloqueo completo de rama izquierda                     | QRS > 120 ms, QRS predominantemente negativo en V1 (QS o rS) y onda R recta con muescas en DI y V6                                   | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal           | 0= Ausencia<br>1= Presencia |
| Retraso inespecífico en la conducción intraventricular | Presencia de un complejo QRS mayor a 140 ms  | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal           | 0= Ausencia<br>1= Presencia |
| Onda épsilon   | Señal distintiva de baja amplitud (pequeña desviación positiva o muestra) entre el final del QRS y el inicio de la onda T en V1 a V3 | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal           | 0= Ausencia<br>1= Presencia |
| Preexcitación ventricular                              | Intervalo PR <120 ms con onda delta (  | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal           | 0= Ausencia<br>1= Presencia |
| QT prolongado  | QTc ≥ 470 ms (hombres)<br>QTc ≥ 480 ms (mujeres)<br>QTc ≥ 500 (marcadamente prolongado)  | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal           | 0= Ausencia<br>1= Presencia |
| Patrón de Brugada tipo 1                               | Patrón cóncavo; elevación del ST ≥ 2 mm (desplegué alto), con elevación descendente del segmento ST seguida de una                   | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal           | 0= Ausencia<br>1= Presencia |

| Nombre   | Definición operativa  | Naturaleza, Nivel y escala de medición. | Unidad de medición              |
|--|---|---|---------------------------------|
|  | onda T asimétrica negativa en $\geq 1$ derivación en V1 – V3            |   |                                 |
| Bradicardia sinusal profunda                             | FC < a 30 LPM o pausas sinusales $\geq 3$ segundos                      | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal    | 0= Ausencia<br><br>1= Presencia |
| Bloqueo <sup>o</sup> auriculoventricular de primer grado | Intervalo PR $\geq 400$   | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal    | 0= Ausencia<br><br>1= Presencia |
| Bloqueo Av tipo 2 Mobitz 2                               | Ondas p que no conducen de manera intermitente con un PR fijo           | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal    | 0= Ausencia<br><br>1= Presencia |
| Bloqueo Av grado 3                                       | Disociación entre la P y el QRS   | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal    | 0= Ausencia<br><br>1= Presencia |
| >2 Extrasístoles   | Más de 2 contracciones ventriculares prematuras en 10 segundos          | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal    | 0= Ausencia<br><br>1= Presencia |
| Taquiarritmias auriculares                               | Taquicardia supraventricular, fibrilación auricular y flutter auricular | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal    | 0= Ausencia<br><br>1= Presencia |

| <b>Nombre</b>                                 | <b>Definición operativa</b>  | <b>Naturaleza, Nivel y escala de medición.</b> | <b>Unidad de medición</b>   |
|---|--|--|-----------------------------|
| Arritmias ventriculares                       | Dupletas, tripletas, y taquicardia ventricular no sostenida  | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal           | 0= Ausencia<br>1= Presencia |
| Diámetro Fin Diástole VI                      | Diámetro del ventrículo izquierdo al final de Diástole   | Cuantitativo discreto                          | En milímetros               |
| Diámetro Pared Septal                         | Diámetro de la pared Septal del ventrículo izquierdo   | Cuantitativo discreto                          | En milímetros               |
| Diámetro Pared posterior                      | Diámetro de la pared posterior del ventrículo izquierdo  | Cuantitativo discreto                          | En milímetros               |
| Volumen fin de diástole Ventricular izquierdo | Cantidad de sangre (ml) que llena el ventrículo izquierdo durante el período de llenado del corazón (diástole) | Cuantitativo discreto                          | En milímetros               |
| Volumen fin de sístole ventrículo izquierdo   | Cantidad de sangre (ml) que llena el ventrículo izquierdo durante el período de Sístole                        | Cuantitativo discreto                          | En milímetros               |
| Volumen indexado Fin Sístole                  | Relación volumen de fin sístole con la superficie corporal   | Cuantitativo discreto                          | ml/m <sup>2</sup>           |
| Volumen indexado Fin Diástole                 | Relación entre el volumen de fin de diástole con la superficie corporal  | Cuantitativo discreto                          | ml/m <sup>2</sup>           |



| <b>Nombre</b>            | <b>Definición operativa</b>  | <b>Naturaleza, Nivel y escala de medición.</b> | <b>Unidad de medición</b> |
|--------------------------|--|--|---------------------------|
| Índice de masa muscular  | Correlación de la masa del ventrículo izquierdo con el área de superficie corporal | Cuantitativo discreto                          | Gr/m <sup>2</sup>         |
| FEVI                     | Fracción de eyección del ventrículo izquierdo                                      | Cuantitativo discreto                          | En porcentaje             |
| Diámetro raíz aórtica    | Diámetro del punto de origen de las arterias coronarias                            | Cuantitativo discreto                          | En milímetros             |
| Onda E                   | Velocidad de la onda e' del anillo mitral por Doppler tisular                      | Cuantitativo discreto                          | ms/seg                    |
| Onda A                   | Velocidad de la onda a   | Cuantitativo discreto                          | cms/seg                   |
| Relación E/A             | Relación de las ondas E y A  | Cuantitativo discreto                          |                           |
| Tiempo de desaceleración | Tiempo de desaceleración de la onda de llenado ventricular temprano                | Cuantitativo discreto                          | m/seg                     |
| TAPSE                    | valoración indirecta de la función ventricular derecha                             | Cuantitativo discreto                          | En milímetros             |
| Contractilidad           | Capacidad de contraerse del músculo cardiaco                                       | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal           | 0= Normal<br>1= Anormal   |

| <b>Nombre</b>               | <b>Definición operativa</b>                   | <b>Naturaleza, Nivel y escala de medición.</b> | <b>Unidad de medición</b> |
|-----------------------------|---|--|---------------------------|
| Diámetro Ventrículo derecho | Diámetro del ventrículo derecho               | Cuantitativo discreto                          | En milímetros             |
| CAF                         | Área de acortamiento fraccional               | Cuantitativo                                   | En porcentaje             |
| Diámetro Basal VD           | Diámetro en reposo del ventrículo derecho     | Cuantitativo discreto                          | En milímetros             |
| Diámetro Longitudinal VD    | Diámetro longitudinal del ventrículo derecho  | Cuantitativo discreto                          | En milímetros             |
| Diámetro Medio VD           | Media de los diámetros del ventrículo derecho | Cuantitativo discreto                          | En milímetros             |
| Pared libre                 | diámetro de la pared libre                    | Cuantitativo discreto                          | En milímetros             |
| Volumen AI                  | Volumen de la aurícula izquierda              | Cuantitativo discreto                          | MI/m2                     |
| Área AI                     | Área de la aurícula izquierda                 | Cuantitativa discreta                          | Cm2                       |
| Volumen AD                  | Volumen de la aurícula derecha                | Cuantitativa discreta                          | MI/m2                     |
| Área AD                     | Área de la aurícula derecha                   | Cuantitativa discreta                          | Cm2                       |
| Diámetro Vena Cava          | Diámetro de la vena Cava                      | Cuantitativa discreta                          | Milímetros                |

| <b>Nombre</b>               | <b>Definición operativa</b>  | <b>Naturaleza, Nivel y escala de medición.</b> | <b>Unidad de medición</b>   |
|-----------------------------|--|--|-----------------------------|
| Colapso respiratorio        | Variabilidad de la vena cava con la inspiración  | Cuantitativa                                   | En porcentaje %             |
| Diámetro Raíz Aortica       | Diámetro en el punto de inicio de salida de la aorta                                       | Cuantitativa discreta                          | Milímetros                  |
| Válvula aórtica             | Anatomía y función de la válvula que vincula el ventrículo izquierdo con la aorta          | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal           | 0= Normal<br><br>1= Anormal |
| Gradiente Pico              | Gradiente pico de la válvula aortica   | Cuantitativo discreto                          | mmHg                        |
| VTI                         | Velocidad integral válvula aortica   | Cuantitativo discreto                          | Cm                          |
| Válvula tricúspidea         | Anatomía y función de la válvula que vincula la aurícula derecha con el ventrículo derecho | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal           | 0= Normal<br><br>1= Anormal |
| V Max                       | Velocidad máxima del Jet tricúspideo   | Cuantitativo discreto                          | m/seg                       |
| Gradiente Pico              | Gradiente Pico de la válvula tricúspidea   | Cuantitativo discreto                          | mmHg                        |
| Diámetro VI Fin de Diástole | Diámetro del VI al final de diástole   | Cuantitativo discreto                          | mm                          |

| <b>Nombre</b>              | <b>Definición operativa</b>  | <b>Naturaleza, Nivel y escala de medición.</b> | <b>Unidad de medición</b>   |
|----------------------------|--|--|-----------------------------|
| Diámetro VI Fin de sístole | Diámetro del VI al final de diastole   | Cuantitativo discreto                          | mm                          |
| Grosor parietal relativo   | Relación entre el diámetro de fin de diástole y la pared posterior                           | Cuantitativo discreto                          | mm                          |
| PSAP                       | Presión sistólica de la arteria pulmonar   | Cuantitativo discreto                          | mmHG                        |
| Válvula Mitral             | Anatomía y función de la válvula que vincula la aurícula izquierda con el ventrículo derecho | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal           | 0= Normal<br><br>1= Anormal |
| Válvula Pulmonar           | Anatomía y función de la válvula que vincula el ventrículo derecho con la arteria pulmonar   | Cualitativo<br>Dicotómico<br>Nominal           | 0= Normal<br><br>1= Anormal |

#### 4.8 Métodos estadísticos

Se procesaron los datos con el software IBM SPSS statistics v.25. En el análisis univariado para las variables cualitativas se reportan proporciones. Para las variables cuantitativas se reportan medias de tendencia central: mediana, desviación estándar y coeficiente de variación; para las variables que no siguen distribución normal se reporta medianas y cuartiles 1 y 3.

#### **4.9 Control de Sesgos**

Para el control del sesgo de selección, en el análisis del electrocardiograma y ecocardiograma se realizó una reunión con dos cardiólogos quienes realizarán una lectura independiente ciega al otro revisor para obtener el resto de las variables de electrocardiograma y ecocardiograma. Las diferencias en la interpretación fueron analizadas por un tercero cardiólogo, electrofisiólogo.

Para el control del sesgo de información se realizó prueba piloto de la recolección de información con el 5% de la población de estudio, para hacer ajustes que garanticen la recolección completa de la misma y evaluar la calidad de las fuentes de información.

#### **4.10 Consideraciones éticas**

El proyecto se empalma con las pautas CIOMS (Consejo Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas), las consideraciones declaradas en Helsinki y el Informe Belmont para la investigación en humanos. Dado lo descrito, se rige bajo los principios de autonomía, justicia, beneficencia y no maleficencia y cuenta con validez científica dada la selección equitativa de los sujetos de investigación, la evaluación independiente de riesgo/beneficio y el respeto.

De acuerdo con la resolución 8430 de 1993 el presente trabajo es una investigación sin riesgo.

Esto corresponde a que es un estudio que emplea técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio.

El artículo 1 de la resolución 1995 de 1999 plantea que la historia clínica es un documento privado y sometido a reserva, por lo cual en esta investigación se promoverá el mantenimiento de la confidencialidad y seguridad en los datos de cada historia clínica y

paciente. Por otro lado, bajo el apoyo de la ley estatutaria 1581 de 2012 “Habeas data” se tendrá en cuenta la privacidad de cada participante, y se garantizará que su identificación no sea tomada dentro de las variables del estudio y que los resultados del proyecto no puntualicen en sujetos que puedan ser reconocidos por sus particularidades.

Este estudio se ejecutará una vez sea aprobado por la Comisión del comité de ética médica de la Universidad Nacional de Colombia, dando cumplimiento a la legislación nacional e internacional. La obtención documental de los datos se realizará por personal de la salud capacitado y vinculado como investigador al proyecto. Adicionalmente, el acceso para realizar el análisis de datos será por la plataforma de almacenamiento Drive “Google”, únicamente por correos institucionales de la universidad nacional de Colombia.

Por último, los autores afirman que este proyecto representa una idea original de investigación y que no tienen conflictos de interés. Confirman además que todos los investigadores contribuirán de manera significativa en la construcción del documento de tesis final y en la del artículo de investigación.

Finalmente, los investigadores declaramos que no hay conflictos de interés para este trabajo, adicionalmente, se tendrá la aprobación del Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia.

#### **4.10.1 Consentimiento informado**

Para este estudio no es necesario contar con consentimiento informado, dado que los datos son obtenidos de las historias clínicas rutinarias y los datos no serán publicados con nombre de los atletas.

## 5. Resultados

### 5.1 Población

Se incluyeron en este trabajo 111 atletas, de los cuales fueron 81 hombres (73%) y 30 mujeres (27%) del equipo profesional Colombiano Azul y Blanco Millonarios. Con una edad promedio de 26 años para los hombres y 23 para las mujeres, dicha variable con una P estadísticamente significativa (0,01). En los hombres predomina la raza mestiza con el 52%, seguida por los afrocolombianos 44% y en menor medida, los caucásicos con un 4%. De igual manera, en las mujeres predomina la raza mestiza con 86,7% (se correlaciona con los hombres con una p: 0,003), seguido de Afrocolombianas 10% y con poca presencia de la raza caucásica 3,3%. En cuanto al índice de masa corporal, tanto hombres y mujeres estaban dentro de lo que se considera normal, sin embargo, con un IMC mayor en hombres (22,86 y 21,9 respectivamente). El tiempo de entrenamiento en alto rendimiento en promedio fue de 8 años para hombres y de 6 años para mujeres (con una p significativa de 0,001) ninguno de los evaluados con tiempo significativo fuera de entrenamiento. Sólo en 1 deportista se encontraron síntomas cardiovasculares en el registro de historia clínica y una deportista presento anomalía en el examen físico, dado por presencia de soplo mitral. (tabla 4)

**Tabla 4** Resultados, características demográficas comparadas entre hombres y mujeres

|      |  | Sexo   |   |         |              |              |    |       |         |              |              |       | p |
|------|--|--------|---|---------|--------------|--------------|----|-------|---------|--------------|--------------|-------|---|
|      |  | Hombre |   |         |              |              |    | Mujer |         |              |              |       |   |
|      |  | n      | % | Mediana | Percentil 25 | Percentil 75 | n  | %     | Mediana | Percentil 25 | Percentil 75 |       |   |
| Edad |  | 81     |   | 26      | 23           | 29           | 30 |       | 24      | 20           | 27           | 0,01  |   |
| IMC  |  | 81     |   | 22,86   | 21,50        | 23,77        | 30 |       | 21,91   | 20,62        | 22,85        | 0,004 |   |

|                               |                |    |        |      |      |      |    |        |      |      |      |       |
|-------------------------------|----------------|----|--------|------|------|------|----|--------|------|------|------|-------|
| SC                            |                | 81 |        | 1,95 | 1,87 | 2,01 | 30 |        | 1,59 | 1,52 | 1,67 | 0.000 |
| Raza                          | Caucásico      | 3  | 3,7%   |      |      |      | 1  | 3,3%   |      |      |      |       |
|                               | Mestizo        | 42 | 51,9%  |      |      |      | 26 | 86,7%  |      |      |      | 0,003 |
|                               | Afrocolombiano | 36 | 44,4%  |      |      |      | 3  | 10,0%  |      |      |      |       |
| Tiempo de entrenamiento       |                | 81 |        | 8    | 5    | 12   | 30 |        | 6    | 3    | 10   | 0,013 |
| Tiempo fuera de entrenamiento |                | 81 |        | 0,0  | 0,0  | 1,0  | 30 |        | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,001 |
| Dolor torácico                | Ausencia       | 80 | 98,8%  |      |      |      | 30 | 100,0% |      |      |      |       |
|                               | Presencia      | 1  | 1,2%   |      |      |      | 0  | 0,0%   |      |      |      | 0,73  |
| Sincope                       | Ausencia       | 80 | 98,8%  |      |      |      | 30 | 100,0% |      |      |      |       |
|                               | Presencia      | 1  | 1,2%   |      |      |      | 0  | 0,0%   |      |      |      |       |
| Palpitaciones                 | Ausencia       | 80 | 98,8%  |      |      |      | 30 | 100,0% |      |      |      |       |
|                               | Presencia      | 1  | 1,2%   |      |      |      | 0  | 0,0%   |      |      |      |       |
| Disnea                        | Ausencia       | 81 | 100,0% |      |      |      | 30 | 100,0% |      |      |      | 0.000 |
|                               | Presencia      | 0  | 0,0%   |      |      |      | 0  | 0,0%   |      |      |      |       |
| Ant familiar de muerte súbita | Ausencia       | 80 | 98,8%  |      |      |      | 30 | 100,0% |      |      |      |       |
|                               | Presencia      | 1  | 1,2%   |      |      |      | 0  | 0,0%   |      |      |      |       |
| Patología                     | Ausencia       | 81 | 100,0% |      |      |      | 30 | 100,0% |      |      |      |       |
|                               | Presencia      | 0  | 0,0%   |      |      |      | 0  | 0,0%   |      |      |      |       |
| Examen físico                 | Normal         | 81 | 100,0% |      |      |      | 29 | 96,7%  |      |      |      |       |
|                               | Anormal        | 0  | 0,0%   |      |      |      | 1  | 3,3%   |      |      |      |       |



## 5.2 Características electrocardiográficas

Se valoraron los electrocardiogramas de los 111 atletas, donde se encontró que la media de frecuencia cardiaca en hombres es de 59 lpm y en mujeres de 62lpm, con una relación estadísticamente significativa (p 0.01), Se evidenció una mayor duración del PR en hombres comparado con las mujeres, 160ms y 153ms respectivamente, sin embargo, sin diferencia estadísticamente significativa (p 0.39). Así mismo, la duración promedio del QRS fue mayor en hombres (98ms) y en mujeres (88ms) (con una p sin significancia estadística 0.61), sin embargo, la duración del QT corregido fue mayor en mujeres que en hombres (429 en mujeres Vs 403 en hombres). Se resume dicha información en la 5.

**Tabla 5** Características electrocardiográficas, hombres y mujeres

|             | Sexo      |       |         |          |       |         |       |
|-------------|-----------|-------|---------|----------|-------|---------|-------|
|             | Masculino |       |         | Femenino |       |         | P     |
|             | n         | %     | Mediana | N        | %     | Mediana |       |
| FC          | 81        |       | 59      | 30       |       | 62      | 0.01  |
| Eje         | 81        |       | 78      | 30       |       | 80      | 0,48  |
| Duración PR | 81        |       | 160     | 30       |       | 153     | 0,39  |
| QRS         | 81        |       | 98      | 30       |       | 88      | 0,61  |
| QTc         | 81        |       | 403     | 30       |       | 429     | 0.000 |
| Normal      | 69        | 85,2% |         | 29       | 96,7% |         | 0.000 |
| Limítrofe   | 8         | 9,9%  |         | 1        | 3,3%  |         |       |
| Anormal     | 4         | 4,9%  |         | 0        | 0     |         |       |

Adicionalmente se utilizaron los criterios de Seattle 2018 para clasificar los hallazgos como normales, limítrofes y anormales, donde se encontró una mayor presencia de hallazgos normales en la población femenina (96.7 % vs 85.2%), mientras que en los hombres hubo una mayor prevalencia de resultados limítrofes (9,9% vs 3,3%) y anormales (4,9% vs 0% respectivamente), lo cual corresponde a 4 atletas con resultados anormales.

En los hombres los principales hallazgos clasificados como normales fueron: trastorno de repolarización precoz en un 65.8% de los atletas, seguido de bloqueo incompleto de rama derecha en un 38% y bradicardia sinusal en un 27.8% de casos, y el que menos se presentó fue bloqueo AV de segundo grado Mobitz I en un 0%.

Contrastado con la población femenina, el hallazgo normal más frecuente fue trastorno de repolarización precoz en un 61.9% (sin significancia estadística  $p = 0,73$ ), seguido de bradicardia sinusal en un 28,6% con una  $p$  de 0.57 y elevación ST y onda T negativa V1 – V4 en afro, presente en un 28.6% (con una  $p$  de 0,39), y los que menos se presentaron fue ritmo de la unión atrial (0%) y bloqueo AV ° 1 y 2 Mobitz I (0%).

(se resume en tabla 6)

**Tabla 6** Resultados, hallazgos de normalidad según criterios de Seattle, hombres vs mujeres

|              |           | Sexo |       |    |       |      |
|--------------|-----------|------|-------|----|-------|------|
|              |           | 0    |       | 1  |       |      |
|              |           | n    | %     | n  | %     | p    |
| QRS para HVI | Ausencia  | 67   | 84,8% | 23 | 92,0% | 0,51 |
|              | Presencia | 12   | 15,2% | 2  | 8,0%  |      |
| QRS para HVD | Ausencia  | 73   | 92,4% | 23 | 92,0% | 0,61 |
|              | Presencia | 6    | 7,6%  | 2  | 8,0%  |      |

|   |           |    |        |    |        |       |
|---|-----------|----|--------|----|--------|-------|
| Bloqueo incompleto de Rama Derecha          | Ausencia  | 49 | 62,0%  | 20 | 76,9%  | 0,23  |
|   | Presencia | 30 | 38,0%  | 6  | 23,1%  |       |
| Repolarización precoz                       | Ausencia  | 27 | 34,2%  | 8  | 38,1%  | 0,79  |
|   | Presencia | 52 | 65,8%  | 13 | 61,9%  |       |
| Elevación ST y onda T negativa V1-V4 (Afro) | Ausencia  | 63 | 79,7%  | 15 | 71,4%  | 0,39  |
|   | Presencia | 16 | 20,3%  | 6  | 28,6%  |       |
| Bradicardia sinusal                         | Ausencia  | 57 | 72,2%  | 15 | 71,4%  | 0,57  |
|   | Presencia | 22 | 27,8%  | 6  | 28,6%  |       |
| Arritmia sinusal                            | Ausencia  | 72 | 91,1%  | 15 | 71,4%  | 0,27  |
|   | Presencia | 7  | 8,9%   | 6  | 28,6%  |       |
| Ritmo unión atrial                          | Ausencia  | 78 | 98,7%  | 21 | 100,0% | 0,79  |
|   | Presencia | 1  | 1,3%   | 0  | 0,0%   |       |
| Bloqueo Av ° 1                              | Ausencia  | 75 | 94,9%  | 21 | 100,0% | 0,57  |
|   | Presencia | 4  | 5,1%   | 0  | 0,0%   |       |
| Bloqueo Av ° 2 Mobitz I                     | Ausencia  | 79 | 100,0% | 26 | 100,0% | 0.000 |

Con respecto a las características limítrofes, el que se presentó con mayor frecuencia fue desviación del eje a la derecha (5,1% en los hombres y 3,8% en las mujeres), seguido de crecimiento de la aurícula izquierda (2,5% en hombres, 0% en mujeres), crecimiento de aurícula derecha (2,5% en hombres y 0% en mujeres), y en menor frecuencia hubo 1,3% de los hombres con presencia de desviación del eje a la izquierda, comparado a 0% en las mujeres y 1,3% de hombres con bloqueo completo de rama derecha vs 0% en mujeres, ninguna con una p estadísticamente significativa. (se resume en tabla 7)

**Tabla 7** Resultados, hallazgos de limítrofes según criterios de Seattle, hombres vs mujeres

|                                |           | Sexo |        |    |        | p     |
|--------------------------------|-----------|------|--------|----|--------|-------|
|                                |           | 0    |        | 1  |        |       |
|                                |           | n    | %      | n  | %      |       |
| Bloqueo Av ° 2 Mobitz I        | Ausencia  | 79   | 100,0% | 26 | 100,0% | 0,000 |
| desviación eje a la izquierda  | Ausencia  | 78   | 98,7%  | 20 | 100,0% | 0,79  |
|                                | Presencia | 1    | 1,3%   | 0  | 0,0%   |       |
| Crecimiento aurícula izquierda | Ausencia  | 77   | 97,5%  | 25 | 100,0% | 0,57  |
|                                | Presencia | 2    | 2,5%   | 0  | 0,0%   |       |
| desviación eje derecha         | Ausencia  | 75   | 94,9%  | 25 | 96,2%  | 0,63  |
|                                | Presencia | 4    | 5,1%   | 1  | 3,8%   |       |

|                                  |           |    |       |    |        |      |
|----------------------------------|-----------|----|-------|----|--------|------|
| Crecimiento aurícula derecha     | Ausencia  | 77 | 97,5% | 26 | 100,0% | 0,56 |
|                                  | Presencia | 2  | 2,5%  | 0  | 0,0%   |      |
| Bloqueo completo de rama derecha | Ausencia  | 78 | 98,7% | 27 | 100,0% | 0,74 |
|                                  | Presencia | 1  | 1,3%  | 0  | 0,0%   |      |

En cuanto a los hallazgos anormales, la inversión de onda T fue el que presentó mayor prevalencia con un 3.8% para los hombres y 0% para las mujeres (con una p no estadísticamente significativa), seguido de bloqueo completo de rama izquierda, con 1,3% de prevalencia en hombres y 0 en mujeres. Y finalmente 1,3% de prevalencia en hombres de onda Épsilon 0 Vs 0% en mujeres. (se resume en la tabla 8)

**Tabla 8** Resultados, hallazgos de anomalía según criterios de Seattle, hombres vs mujeres

|                     |           | Sexo |        |    |        | P     |
|---------------------|-----------|------|--------|----|--------|-------|
|                     |           | 0    |        | 1  |        |       |
|                     |           | n    | %      | n  | %      |       |
| Inversión Onda T    | Ausencia  | 76   | 96,2%  | 27 | 100,0% | 0,57  |
|                     | Presencia | 3    | 3,8%   | 0  | 0,0%   |       |
| Depresión ST        | Ausencia  | 79   | 100,0% | 27 | 100,0% | 0.000 |
| Ondas Q patológicas | Ausencia  | 79   | 100,0% | 27 | 100,0% | 0.000 |
| Bloqueo completo    | Ausencia  | 78   | 98,7%  | 27 | 100,0% | 0.000 |

|                              |           |    |        |    |        |       |
|------------------------------|-----------|----|--------|----|--------|-------|
| rama izquierda               |           |    |        |    |        |       |
|                              | Presencia | 1  | 1,3%   | 0  | 0,0%   |       |
| QRS >140MS                   | Ausencia  | 78 | 98,7%  | 27 | 100,0% | 0.000 |
|                              | Presencia | 1  | 1,3%   | 0  | 0,0%   |       |
| Onda épsilon                 | Ausencia  | 78 | 98,7%  | 27 | 100,0% | 0,74  |
|                              | Presencia | 1  | 1,3%   | 0  | 0,0%   |       |
| Pre e1itación ventricular    | Ausencia  | 79 | 100,0% | 27 | 100,0% | 0.000 |
| QT prolongado                | Ausencia  | 79 | 100,0% | 27 | 100,0% | 0.000 |
| Patrón Brugada tipo 1        | Ausencia  | 79 | 100,0% | 27 | 100,0% | 0.000 |
| Bradicardia profunda         | Ausencia  | 79 | 100,0% | 27 | 100,0% | 0.000 |
| Bloqueo av de tercer grado   | Ausencia  | 79 | 100,0% | 27 | 100,0% | 0.000 |
| Bloqueo Av °2 Mobitz 2       | Ausencia  | 79 | 100,0% | 27 | 100,0% | 0.000 |
| Más de 2 extrasístoles       | Ausencia  | 79 | 100,0% | 27 | 100,0% | 0.000 |
| Taquiarritmias ventriculares | Ausencia  | 79 | 100,0% | 27 | 100,0% | 0.000 |

### 5.3 Características ecocardiográficas

En cuanto a las características ecocardiográficas se pueden clasificar como estructurales, función ventricular y volúmenes, así como Doppler espectral y tisular (tabla 5– 8).

En cuanto a las características estructurales, valoramos el grosor relativo parietal el cual se remodela con remodelación concéntrica, donde el punto de corte es 0,42. Se presentó un valor mayor de este punto de corte en 17% de los atletas masculinos y 3% en las atletas femeninas. Comparado con las mujeres, los hombres presentaron un índice de masa muscular del Ventrículo izquierdo, con una mediana de 100gr/m<sup>2</sup> (con una p sin significancia estadística 0,3). (tabla 9)

**Tabla 9** Resultados, características estructurales comparado hombres y mujeres

| Características Estructurales |        |           |     |         |          |    |         |       |
|-------------------------------|--------|-----------|-----|---------|----------|----|---------|-------|
|                               |        | Sexo      |     |         |          |    |         |       |
|                               |        | Masculino |     |         | Femenino |    |         |       |
|                               |        | N         | %   | Mediana | n        | %  | Mediana | p     |
| Pared Septal                  |        | 70        |     | 9,0     | 28       |    | 7,0     | 0.000 |
| Pared Posterior               |        | 71        |     | 9,0     | 28       |    | 8,0     | 0.000 |
| Grosor Relativo Parietal      |        | 81        |     | 0,36    | 30       |    | 0,34    |       |
|                               | >0,42  | 14        | 17% |         | 1        | 3% |         |       |
|                               | <=0,42 | 67        |     |         | 29       |    |         |       |

|                                |  |    |  |      |    |  |      |       |
|--------------------------------|--|----|--|------|----|--|------|-------|
| Pared Libre                    |  | 81 |  | 9    | 30 |  | 7    | 0,013 |
| Indice masa muscular VI- IMMVI |  | 39 |  | 100  | 1  |  |      | 0,3   |
| Diámetro Raíz Aortica          |  | 76 |  | 28,0 | 30 |  | 25,0 | 0,15  |
| Diámetro VD                    |  | 80 |  | 32   | 29 |  | 29   | 0.000 |
| CAF                            |  | 72 |  | 37   | 21 |  | 44   | 0.000 |
| Diámetro Medio VD              |  | 68 |  | 3,2  | 22 |  | 2,9  | 0,001 |
| Diámetro Basal VD              |  | 67 |  | 4,1  | 23 |  | 3,7  | 0.000 |
| Diámetro Longitudinal          |  | 66 |  | 7,9  | 22 |  | 7,0  | 0.000 |
| TAPSE                          |  | 77 |  | 2,7  | 30 |  | 2,6  | 0,079 |
| Diámetro Vena Cava             |  | 72 |  | 1,00 | 28 |  | 1,30 | 0,96  |
| Volumen AI                     |  | 79 |  | 36,0 | 26 |  | 22,0 | 0.000 |
| Área AI                        |  | 71 |  | 15   | 29 |  | 14   | 0,003 |
| Volumen AD                     |  | 75 |  | 41   | 29 |  | 20   | 0.000 |
| Área AD                        |  | 71 |  | 18   | 29 |  | 13   | 0.000 |



Comparado con las mujeres, los hombres presentaron en promedio un mayor diámetro de raíz aortica (28mm vs 25mm respectivamente) con una p de 0,15.

Con respecto a la función ventricular, los hombres presentaron un mayor volumen de fin de diástole del ventrículo izquierdo con una mediana de 101ml Vs 85 en las mujeres (con una p de 0,72), así mismo, un volumen de fin de diástole indexado en promedio de 51,27 vs 44,75 en mujeres, No hubo diferencia en cuanto a la FEVI, ya que la mediana de ambos grupos fue de 64%, y ningún atleta presentó alteraciones en la contractilidad. (Tabla 10)

**Tabla 10** Resultados, función Ventricular, comparado hombres y mujeres

| Función Ventricular y Volúmenes |   |      |         |    |         |      |
|---------------------------------|---|------|---------|----|---------|------|
|                                 |   | Sexo |         |    |         |      |
|                                 |   | 0    |         | 1  |         |      |
|                                 |   | n    | Mediana | N  | Mediana | p    |
| Vol. fin diástole de Vi         |   | 81   | 101,00  | 30 | 85,50   | 0,72 |
| Vol. fin sístole Vi             |   | 81   | 36,50   | 30 | 32,00   | 0,63 |
| Volumen indexado fin sístole    |   | 81   | 19,66   | 30 | 20,44   | 0,31 |
| Volumen indexado fin diástole   |   | 81   | 51,27   | 30 | 44,75   | 0,76 |
| FEVI                            |   | 81   | 64      | 30 | 64      | 0,17 |
| Contractilidad Vi               | 0 | 81   |         | 30 |         |      |

La función diastólica fue normal en todos los atletas, la velocidad temprana de Doppler VI (E') fue similar en hombres y mujeres (mediana de 0,72 en hombres y 0,71 en mujeres) (Tabla 11).

**Tabla 11** Resultados, Doppler espectral y tisular

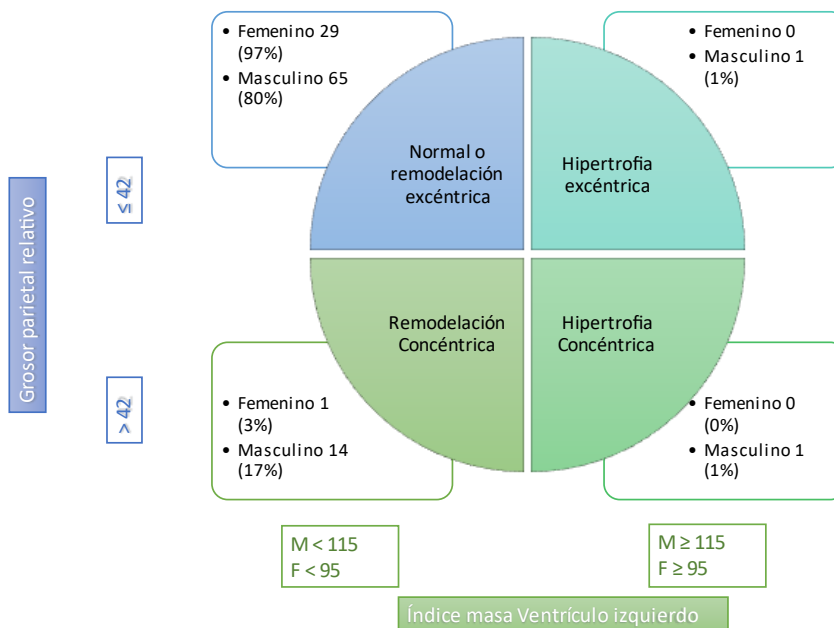
| Doppler espectral y tisular |           |         |          |         |      |
|-----------------------------|-----------|---------|----------|---------|------|
|                             | Masculino |         | Femenino |         |      |
|                             | n         | Mediana | N        | Mediana | p    |
| Onda E                      | 81        | 0,72    | 30       | 0,86    | 0,96 |
| Onda A                      | 81        | 0,54    | 30       | 0,57    | 0,44 |
| Relación E/A                | 81        | 1,39    | 30       | 1,40    | 0,69 |
| Tiempo de Desaceleración    | 81        | 180,50  | 30       | 202,00  | 0,23 |
| PSAP                        | 81        | 27      | 30       | 27      | 0,52 |
| V Max                       | 81        | 2,30    | 30       | 2,35    | 0,58 |

En un atleta masculino se encontró ruptura de la cuerda tendinosa de la valva anterior de la válvula mitral, sin repercusión en su función, de resto, no hubo ningún caso de insuficiencia o estenosis valvular moderada o severa. (Tabla 12)

**Tabla 12** Función Valvular

| Válvulas           |   |         |       |         |          |        |         |       |
|--------------------|---|---------|-------|---------|----------|--------|---------|-------|
|                    |   | Hombres |       |         | Femenino |        |         | p     |
|                    |   | n       | %     | Mediana | N        | %      | Mediana |       |
| Válvula Aórtica    | 0 | 79      | 97,5% |         | 29       | 96,7%  |         | 0,61  |
|                    | 1 | 2       | 2,5%  |         | 1        | 3,3%   |         |       |
| Válvula Mitral     | 0 | 72      | 90,0% |         | 30       | 100,0% |         | 0,071 |
|                    | 1 | 8       | 10,0% |         | 0        | 0,0%   |         |       |
| Válvula Tricúspide | 0 | 10      | 12,3% |         | 1        | 3,3%   |         | 0,33  |
|                    | 1 | 59      | 72,8% |         | 23       | 76,7%  |         |       |
|                    | 2 | 12      | 14,8% |         | 6        | 20,0%  |         |       |
| Válvula Pulmonar   | 0 | 51      | 63,8% |         | 17       | 56,7%  |         | 0,36  |
|                    | 1 | 26      | 32,5% |         | 13       | 43,3%  |         |       |
|                    | 2 | 3       | 3,8%  |         | 0        | 0,0%   |         |       |
| Gradiente Pico     |   | 81      |       | 4,0     | 30       |        | 6,0     | 0.000 |
| VTI                |   | 81      |       | 19      | 30       |        | 21      | 0,02  |

Finalmente, para valorar la remodelación del ventrículo izquierdo, con relación a los parámetros clínicos (ilustración 1). Donde un grosor parietal  $\leq 42$  asociado a un índice de masa del ventrículo izquierdo  $<$  de 115 en hombres y  $<$  95 en mujeres corresponde a un corazón normal o con remodelación excéntrica. En este tipo de adaptación se encuentra 80% de la población masculina de nuestro estudio y 97% de la población femenina. En el caso de la hipertrofia excéntrica, caracterizada por un GPR  $\leq 42$  y IMVI  $\geq 115$  en hombres y  $\geq 95$  en mujeres, se encontró un atleta masculino (1%) y 0 atletas femeninos. Para la remodelación concéntrica, se requiere GPR  $>$  42 y IMVI  $<$  115 en hombres y  $<$  95 en mujeres, en este tipo de remodelación hubo 17% de atletas masculinos y 3% de los atletas femeninos. Para hipertrofia concéntrica, con unos parámetros dados por GPR  $>$  42 y IMVI  $\geq 115$  en hombres y  $\geq 95$  en mujeres, hubo una mayor prevalencia en hombres 1 atletas (1%) y en mujeres 0 atletas (0%).



**Ilustración 1, Remodelación cardíaca**

## 6. Discusión

### 6.1 Características demográficas

Este trabajo es el primero en relacionar datos de electrocardiograma y ecocardiograma de jugadores de fútbol colombiano, sin bien, es una muestra significativa, tiene como intención plantear una pauta para desarrollar un trabajo con una muestra de varios equipos de fútbol en el país, idealmente con una muestra mayor del sexo femenino. Sin embargo, sirve como caracterización de los principales hallazgos electrocardiográficos y ecocardiográficos en la población colombiana, así mismo, de este pueden derivar estudios de los hallazgos en estos parámetros en diferentes deportes, ya que como se describió previamente, los cambios electrocardiográficos y ecocardiográficos dependerán del tipo de deporte realizado.

Con relación a nuestros resultados, evidenciamos que, en cuanto a la raza, lo más prevalente es la raza mestiza 51.9%, muy de cerca de la raza afrocolombiana 44.4% en hombres, a diferencia de las mujeres, donde el predominio de la raza mestiza es mucho mayor con un 86.7% de prevalencia y la raza afrocolombiana con una prevalencia del 10%. Comparado con otras poblaciones Churchill y colaboradores (13) encontraron que en población norte americana la raza predominante en hombres era blancos en 71%, seguida de raza afro 19% y en mujeres raza afro 34%, hispanas en 33 % y blancos en 32%. Por otro lado, Bibou y Colaboradores (14) quienes realizaron la caracterización en Camerún tuvieron una población 100% afro. Dado lo anterior podemos evidenciar que hay una variedad significativa en cuanto a la raza dependiendo del lugar geográfico.

En cuanto a las otras características demográficas, en nuestro estudio tuvimos una edad media de 26 años en hombres y 24 en mujeres, con un IMC promedio de 22,86 y 21.91 respectivamente y un tiempo de entrenamiento en alto rendimiento de 8 años en promedio para hombres y 6 para mujeres. Gjerdalen y colaboradores (40) realizaron una caracterización de futbolistas profesionales masculinos en Europa y en su muestra la edad promedio fue de 25.1 años, con un IMC promedio de 23,7. Y Churchill y colaboradores (13) que caracterizaron la estructura y función cardíaca en hombres y mujeres elite, tuvieron

una muestra con una edad promedio de 21 años para hombres y 18 para mujeres, con un IMC de 22 y 22 respectivamente. De lo anterior podemos ver que las características demográficas a parte de la raza son similares de nuestra población con la población europea, sin embargo, en comparación con la población norte americana, son en promedio 5 años menores los hombres y 6 años menores las mujeres y esto se puede relacionar con diferente tiempo de exposición al entrenamiento, así mismo, con los cambios adaptativos en el corazón de dicha población.

En nuestro estudio se recolectaron los principales signos y síntomas cardiovasculares, antecedentes familiares cardiovasculares y anomalías al examen físico, no obstante, solo en un atleta se presentaron algunos de estos síntomas, por lo tanto, no se tomaron en cuenta, ya que no tienen significancia estadística.

## **6.2 Características electrocardiográficas**

Se evidenció una frecuencia cardiaca promedio con tendencia a la bradicardia en 59 lpm para hombres y 62 en mujeres, lo cual es esperable en este tipo de población. Al comparar con la población estudiada por Bibou y colaboradores (14) en Camerún, donde estos atletas en promedio tienen una FC de 58 en hombres, y Gjerdalen y colaboradores (40) donde se tomaron deportistas de 28 equipos de noruega y se documentó una frecuencia cardiaca de 53,4 lpm en promedio. Se puede concluir que con la población africana la adaptación para la frecuencia cardiaca es similar con nuestra población, sin embargo, con la población del norte de Europa, nuestra población tiende a una frecuencia cardiaca mayor.

En nuestra población, no hubo alteraciones en cuanto al Intervalo PR, ni la duración del QRS (excepto en 1 caso que se estudiará más adelante) y del QT corregido tanto en hombres como en mujeres, y es consistente con lo documentado por Churchill (13), en población norte americana donde tampoco hubo anomalías en estos parámetros.

Adicionalmente encontramos que lo más frecuente tanto en hombres como en mujeres son los cambios clasificados como normales según los criterios de Seattle tanto en hombres

---

(85.2%) como en mujeres (96.7%). Llama la atención lo evidenciado por Churchill (13) en población norte americana, donde si bien, en hombres lo más frecuente fue la presencia de criterios de normalidad, en mujeres hubo mayor presencia de criterios de anormalidad, quizás relacionado a una mayor presencia de raza afro en la población femenina de dicho estudio.

Gaëlle y colaboradores (44) compararon las características electrocardiográficas entre futbolistas profesiones japoneses vs caucásicos y africanos y encontraron que en población japonesa hubo 62% de hallazgos considerados como normales, el principal fue bradicardia sinusal (69%), lo cual se relaciona con nuestros hallazgos.

Dentro de los hallazgos de normalidad, el más frecuente en la población colombiana en hombres fue en orden trastorno de repolarización precoz 65,8%, bloqueo incompleto de rama derecha 38% y bradicardia sinusal 27.8%. Tee joo Yeo y colaboradores (19), en atletas asiáticos evidenciaron que lo más frecuente en dicha población fue bradicardia sinusal (65.3%), trastorno de la repolarización precoz en 46% y arritmia sinusal en un 25.3%. Por otro lado, en población norte americana Churchill y colaboradores (13), encontraron que lo más frecuente en hombres fue bradicardia sinusal en 70%, arritmia sinusal en 47% trastorno de la repolarización precoz en 29% y bloqueo incompleto de rama derecha en un 4%. De lo anterior podemos concluir que si bien los hallazgos entre los 3 tipos de población guardan relación, su prevalencia no es la misma, y esto está dado por el tiempo de entrenamiento, la raza y la edad, adicionalmente en el caso del estudio de Tee Joo Yeo es que los atletas incluidos en su estudio no son futbolistas, sino de varias disciplinas, por lo tanto, sus adaptaciones dependerán del tipo de entrenamiento específico.

Noseworthy y colaboradores (43) encontraron en una cohorte de 879 atletas estudiantes de Harvard que pertenecieran a deportes competitivos, documentaron trastorno de repolarización precoz en el 35,1 % de los hombres y en el 11% de las mujeres evaluadas. En cuanto a la población femenina de nuestro estudio, como se describió previamente, los principales hallazgos fueron: trastorno de la repolarización precoz 61.9%, bradicardia sinusal 28.6% , elevación ST y onda T negativa en V1- V4 28.6% y al contrastarlo por la población norteamericana de Churchill y colaboraciones (13), lo más frecuente fue trastorno de la repolarización precoz en 84%, aumento del voltaje QRS para hipertrofia del

ventrículo izquierdo 64% y bradicardia sinusal 64%, mientras que el patrón de repolarización del atleta afro solo en un 6%. De lo anterior podemos concluir que lo más frecuente en las dos poblaciones descritas es el trastorno de la repolarización precoz, sin embargo, en nuestra población hay una alta presencia de patrón de repolarización del atleta afro vs una baja prevalencia del mismo en población norte americana, llama la atención dado que como se describió previamente, hay alta presencia de raza afro (34%) en la población femenina norte americana estudiada, y podemos concluir que el hecho de ser afrocolombiano implica distinto tipo de adaptación a afro de norte América.

En el estudio de Churchill (13) se encontró en hombres una presencia de 6% de hallazgos limítrofes, con una distribución generalizada en los criterios, a excepción del bloqueo completo de rama derecha comparado con la población masculina colombiana estudiada tienen una distribución similar, con la única diferencia que en nuestra población hubo la presencia de desviación del eje a la derecha en 5.1% mientras que en la población norteamericana sólo un 1%, sin embargo, no es una diferencia significativa.

En el caso de la población femenina, en nuestra población, solo hubo 1 caso de hallazgos limítrofes, dado por presencia de desviación del eje a la derecha, mientras que en la población femenino estudiada por Churchill y colaboradores (13), hubo 7 casos de hallazgos limítrofes, con predominio de crecimiento de la aurícula izquierda, quizá dado por el predominio de raza afro de esta población. Por otro lado, tanto en la población norte americana, como nuestra población en las atletas femeninas no hubo ni 1 caso de hallazgos anormales.

Ya se había descrito por Bardley y colaboradores(42) en una cohorte de 2445 atletas universitarios la presencia de 3,5 % de hallazgos de anormalidad lo cual es compatible con nuestro estudio, donde, se encontraron 5 casos de hallazgos anormales en hombres dados por inversión de onda T en 3.8%, y bloqueo completo de rama izquierda 1.3% y QRS > 140msec 1.3%, contrastado con la población asiática del estudio de Tee joo Yeo y colaboradores, donde se encontró 1 caso de inversión de onda T, 2 casos de pre excitación y 1 de QRS > 140msec, mientras que en la población norte americana Churchill y colaboradores(13) documentaron 7% de casos con inversión de la onda T, 2% de onda Q patológica, 1% de depresión del St y 1% de QT prolongado. Podemos evidenciar que el



trastorno anormal más frecuente es la inversión de la onda T y que así mismo la prevalencia de este hallazgo es casi el doble en población norteamericana masculina comparado con la población asiática y colombiana.

Malhotra y colaboradores, encontraron inversión de la onda T en población atleta de raza blanca en un 2,3 % de la población evaluada (338 en total), y fue más prevalente en mujeres que en hombres (4,3% vs 1,4% respectivamente), dichos hallazgos se correlacionan con los descritos previamente en nuestro estudio (41).

### **6.3 Hallazgos ecocardiográficos**

La pared posterior y septal en los hombres de nuestro estudio, en promedio fue de 9 mm y 9 mm respectivamente, al contrastarlo con los hallazgos de Tee joo Yeo (19) donde encontraron en promedio una pared posterior de 9.6mm y con la población norteamericana de Churchill (13), donde tenían una pared septal media de 9.3 y pared posterior de 9.8mm. De lo anterior se puede concluir que no hay diferencias significativas en esta variable entre las distintas poblaciones estudiadas

El estudio de Bibou y colaboradores (14) encontraron un grosor parietal relativo promedio de 0.3 en los futbolistas elite de Camerún, el cual es similar al encontrado por Yeo (19) y colaboradores de 0.37 en atletas elite de Asia, así mismo muy similar al que se documentó por Churchill y colaboradores (13) en la población Norteamérica, que fue de 0.38. Al contrastar estos hallazgos con nuestros resultados, donde nuestros atletas masculinos presentaron un GPR de 0.36, podemos ver que hay concordancia en estos hallazgos a lo largo de las diferentes poblaciones y se debe tener en cuenta el punto de corte de anormalidad  $> 0.42$  que se relaciona con remodelación e hipertrofia concéntrica y que en nuestro estudio hubo 15 atletas por encima de este umbral, lo cual se puede relacionar a la exposición prolongada a altas cargas de entrenamiento.

La masa del ventrículo izquierdo indexada en hombres fue de 100 en promedio en nuestra población, al compararlo con otras poblaciones podemos concluir que es de menor tamaño el corazón de nuestros atletas contrastado con los atletas africanos y norteamericanos, donde se encontraron IMVI de 123 y 108 respectivamente (Bibou (14) y Churchill (13), y ligeramente más grande que lo encontrado en los deportistas asiáticos (Yeo y colaboradores 19), los cuales tenían un INMVI de 97, la cual se puede relacionar con que nuestra población es netamente futbolista, mientras que en dicho estudio habían principalmente deportistas de resistencia.

En nuestro estudio no se encontraron alteraciones significativas en las funciones valvulares y la función diastólica del ventrículo izquierdo, lo cual es consecuente con otros estudios, donde los deportistas tampoco presentaron este tipo de anomalías.

Al comparar con población norteamericana (13) en cuanto a la remodelación inducida por el deporte, en nuestro estudio solo 1% de los atletas masculinos presentó criterios para hipertrofia concéntrica y 0% de las mujeres, mientras que en dicha población hubo 19% de los atletas masculinos y 9% de las atletas femeninas con estos hallazgos, mientras que en nuestra población 17% de los atletas masculinos y 3% de las atletas femeninas presentaron remodelación concéntrica y los norteamericanos 6% de los hombres y 4% de las mujeres. Por lo tanto, podemos evidenciar alta variación en el tipo de adaptación inducida por el ejercicio, sin embargo, al valorar los criterios para estos hallazgos, en el estudio de Churchill(13), utilizaron puntos de corte basados en el IMVI menores a los descritos en nuestro estudio, lo cual puede explicar en parte dicha diferencia.

Si bien nuestra población estudiada se puede considerar como jóvenes, tenemos varios puntos de cohorte que superan los criterios de normalidad tanto como para electrocardiograma como para las dimensiones en el ecocardiograma y estos se relacionan a su vez con las adaptaciones cardiovasculares inducidas por el ejercicio, como se describió previamente al comparar con otras poblaciones.

Así mismo, podemos valorar la importancia de una adecuada evaluación pre participativa, donde se deben indagar síntomas cardiovasculares, y tener un examen físico completo, el cual, en muchas ocasiones será normal, no obstante, no quedarnos solo con esta información, también evaluar los hallazgos de electrocardiograma para poder tener un

panorama un poco más amplio e idealmente poder contar con ecocardiograma en todos los atletas elite independiente la disciplina deportiva, ya que en este último es donde vamos a poder evidenciar verdaderamente las adaptaciones estructurales inducidas por el ejercicio, así mismo, si tiene algún criterio que se sale de lo esperado para prevenir desenlaces no deseados. Esto se hace más importante en el contexto de la reciente pandemia que acabamos de atravesar ya que como se ha descrito por Martínez y colaboradores (45) la infección por SARSCOV 2 se relaciona con alteraciones estructurales en el miocardio y muchos de los atletas pueden tener infecciones asintomáticas, lo que aumenta la necesidad de la rigurosidad en la toma de los exámenes descritos.

Este estudio sirve como pauta para tener una pequeña referencia de parámetros de normalidad en nuestra población, sin embargo, como se describió anteriormente, surge la necesidad de realizar este tipo de estudios en las diferentes disciplinas deportivas para así tener un panorama más amplio, ya que, las adaptaciones no solo serán distintas por el tipo de entrenamiento específico sino, también que, dependiendo de la disciplina, habrá predominio de una raza u otra.

## **7. Limitaciones**

Una de las principales limitaciones de nuestro estudio fue la diferencia entre la muestra entre hombres y mujeres, por lo tanto, la comparación entre estas dos poblaciones tiene que ser analizada con cuidado.

Así mismo, en Colombia el fútbol masculino tiene mayor prioridad con respecto al fútbol femenino, por lo tanto, las temporadas deportivas de los hombres duran todo el año, mientras que las de las mujeres dura solo 6 meses, teniendo en cuenta lo anterior, podemos asegurar que el entrenamiento de los hombres fue continuo durante el tiempo descrito en los resultados, aunque, no se puede hacer lo mismo en el caso de las mujeres, ya que durante 6 meses estuvieron fuera del equipo, si bien, ellas afirmaron seguir entrenando no se tiene la misma seguridad que en los hombres.

Finalmente, en el caso del atleta que se encontró hipertrofia concéntrica, este no fue llevado a estudios adicionales como cardiorresonancia, Ergoespirometría u otro.

## 8. Conclusiones

En conclusión, este estudio logro cumplir con el objetivo ya que se describieron los principales hallazgos tanto electrocardiográficos como ecocardiográficos de un equipo de futbol profesional colombiano, así mismo, es el primero en nuestro país en realizar este tipo de caracterización, por consiguiente, puede servir como referencia para futuros trabajos.

En cuanto a los hallazgos se puede observar que en los atletas de futbol desarrollan cambios adaptativos en respuesta a los estímulos inducidos por el tiempo de entrenamiento, y donde se evidencia una alta prevalencia en nuestros deportistas de hallazgos electrocardiográficos de normalidad, con un algunos pocos de anormalidad, los cuales en contexto de deportistas deberían ser llevados a estudios adicionales.

En cuanto a los cambios descritos en el ecocardiograma, se evidencia que lo datos de nuestros atletas están por encima de algunos criterios de normalidad para la población general, aun cuando, en esta población son cambios esperables dada la intensidad y exposición al entrenamiento. Por otro lado, se encontraron pocos casos donde los hallazgos no son compatibles con adaptaciones normales para un deportista, por lo tanto, en estos casos en específico, se enviará una carta al club Millonarios, notificándole sobre los deportistas con las anormalidades antes mencionadas para estudios adicionales a consideración por el médico del equipo.

Al realizar las comparaciones entre los resultados de nuestros atletas masculinos y femeninos, podemos concluir que hay mayor presencia de adaptaciones en los hombres con respecto a las mujeres, a pesar de, como se aclaró previamente, puede que estos resultados, no sean solo secundarios al sexo en si sino también al tiempo de exposición al entrenamiento.

Finalmente, al comparar con otras poblaciones del mundo donde se han realizado caracterizaciones similares a las de nuestro estudio, podemos concluir que en un deporte

con componente mixto entre fuerza y resistencia, las adaptaciones de los atletas son similares, no obstante, hay algunos hallazgos electrocardiográficos más frecuentes en nuestra población con respecto a las demás y esto como se describió inicialmente puede ser secundario a la raza, ya que este es un factor clave en el tipo de adaptaciones cardiovasculares. En consecuencia, es importante tener nuestros propios parámetros de referencia, y así mismo es importante realizar este tipo de estudio, en cada disciplina deportiva para así poder tener parámetros específicos por deporte, sexo y raza. De esta manera conocer que se puede salir de la normalidad para nuestra población en específico.

**A. Anexo: Baremo diligenciado por 2 revisores de electrocardiogramas**

Deportista: 493177. Edad: \_\_\_ Raza: \_\_\_\_\_

Marcar con una X si presenta alguno de los siguientes Criterios

**Criterios de normalidad**

QRS para HVI X

QRS para HVD \_\_\_

Bloqueo incompleto Rama Derecha \_\_\_

Repolarización Precoz \_\_\_

Elevación ST y Onda T Negativa V1 - V4 \_\_\_

Bradicardia sinusal X

Arritmia sinusal \_\_\_

Ritmo de la unión \_\_\_

Bloqueo Av° 1 \_\_\_

Bloqueo Av° 2 Mobitz 1\_\_\_

**Criterios limítrofes**

Desviación del eje a la izquierda \_\_\_

Crecimiento Aurícula izquierda \_\_\_

Desviación eje a la derecha \_\_\_

Crecimiento Aurícula derecha \_\_\_

Bloqueo completo de Rama derecha \_\_\_

### **Criterios de anormalidad**

Inversión onda T \_\_\_

Depresión del ST \_\_\_

Ondas Q Patológicas \_\_\_

Bloqueo completo de rama Izquierda \_\_\_

QRS > 140Ms \_\_\_

Onda épsilon \_\_\_

Preexcitación Ventricular \_\_\_

QT Prolongado \_\_\_

patrón de Brugada tipo 1 \_\_\_

Bradicardia profunda \_\_\_

Bloqueo Av° 2 Mobitz 2 \_\_\_

Bloqueo Av° 3 \_\_\_

Más de 2 extrasístoles \_\_\_

Taquiarritmias ventriculares \_\_\_



**Bibliografía**

1. Cordero A, Masiá MD, Galve E. Ejercicio físico y salud. *Rev Esp Cardiol*. 1 de septiembre de 2014;67(9):748-53.
2. Wen CP, Wai JPM, Tsai MK, Yang YC, Cheng TYD, Lee M-C, et al. Minimum amount of physical activity for reduced mortality and extended life expectancy: a prospective cohort study. *Lancet Lond Engl*. 1 de octubre de 2011;378(9798):1244-53.
3. Maron BJ, Zipes DP, Kovacs RJ. Eligibility and Disqualification Recommendations for Competitive Athletes With Cardiovascular Abnormalities: Preamble, Principles, and General Considerations: A Scientific Statement From the American Heart Association and American College of Cardiology. *J Am Coll Cardiol*. 1 de diciembre de 2015;66(21):2343-9.
4. Baggish AL, Wood MJ. Athlete's heart and cardiovascular care of the athlete: scientific and clinical update. *Circulation*. 14 de junio de 2011;123(23):2723-35.
5. Maron BJ, Epstein SE, Roberts WC. Causes of sudden death in competitive athletes. *J Am Coll Cardiol*. enero de 1986;7(1):204-14.
6. Harmon KG, Zigman M, Drezner JA. The effectiveness of screening history, physical exam, and ECG to detect potentially lethal cardiac disorders in athletes: a systematic review/meta-analysis. *J Electrocardiol*. junio de 2015;48(3):329-38.
7. Corrado D, Pelliccia A, Bjørnstad HH, Vanhees L, Biffi A, Borjesson M, et al. Cardiovascular pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden death: proposal for a common European protocol. Consensus Statement of the Study Group of Sport Cardiology of the Working Group of Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology and the Working Group of Myocardial and Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*. marzo de 2005;26(5):516-24.
8. Barbier J, Ville N, Kervio G, Walther G, Carré F. Sports-specific features of athlete's heart and their relation to echocardiographic parameters. *Herz*. septiembre de 2006;31(6):531-43.

9. Maron BJ, Pelliccia A. The heart of trained athletes: cardiac remodeling and the risks of sports, including sudden death. *Circulation*. 10 de octubre de 2006;114(15):1633-44.
10. D'Silva A, Sharma S. Exercise, the athlete's heart, and sudden cardiac death. *Phys Sportsmed*. mayo de 2014;42(2):100-13.
11. Sports Preparticipation Physical Evaluation | American Academy of Pediatrics Textbook of Pediatric Care | Pediatric Care Online | American Academy of Pediatrics [Internet]. [citado 5 de abril de 2022]. Disponible en: <https://publications.aap.org/pediatriccare/book/348/chapter-abstract/5760275/Sports-Preparticipation-Physical-Evaluation?redirectedFrom=fulltext>
12. Sharma S, Drezner JA, Baggish A, Papadakis M, Wilson MG, Prutkin JM, et al. International recommendations for electrocardiographic interpretation in athletes. *Eur Heart J*. 21 de abril de 2018;39(16):1466-80.
13. Churchill TW, Petek BJ, Wasfy MM, Guseh JS, Weiner RB, Singh TK, et al. Cardiac Structure and Function in Elite Female and Male Soccer Players. *JAMA Cardiol*. 1 de marzo de 2021;6(3):316-25.
14. Pattern of left ventricular echocardiographic changes in a group of black African footballers [Internet]. [citado 1 de abril de 2022]. Disponible en: <http://www.tropical-cardiology.com/Accueil/index.php/fr/2013-08-10-06-44-55/volume-n-139-oct-nov-dec-2013/56-pattern-of-left-ventricular-echocardiographic-changes-in-a-group-of-black-african-footballers>
15. Pambo P, Scharhag J. Electrocardiographic and Echocardiographic Findings in Black Athletes: A General Review. *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med*. 1 de mayo de 2021;31(3):321-9.
16. Tischer SG, Graff C, Ellervik C, Prescott E, Kanters JK, Rasmussen HK. Influence of type of sport on cardiac repolarization assessed by electrocardiographic T-wave morphology combination score. *J Electrocardiol*. abril de 2018;51(2):296-302.
17. Huttin O, Selton-Suty C, Venner C, Vilain J-B, Rochecongar P, Aliot E. Electrocardiographic patterns and long-term training-induced time changes in 2484 elite football players. *Arch Cardiovasc Dis*. mayo de 2018;111(5):380-8.

18. Biasco L, Cristoforetti Y, Castagno D, Giustetto C, Astegiano P, Ganzit G, et al. Clinical, electrocardiographic, echocardiographic characteristics and long-term follow-up of elite soccer players with J-point elevation. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* diciembre de 2013;6(6):1178-84.
19. Yeo TJ, Wang M, Grignani R, McKinney J, Koh LP, Tan FHY, et al. Electrocardiographic and Echocardiographic Insights From a Prospective Registry of Asian Elite Athletes. *Front Cardiovasc Med.* 2021;8:799129.
20. Pambo P, Adu-Adadey M, Agbodzakey H, Scharhag J. Electrocardiographic and Echocardiographic Findings in Elite Ghanaian Male Soccer Players. *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med.* 1 de noviembre de 2021;31(6):e373-9.
21. Nocon M, Hiemann T, Müller-Riemenschneider F, Thalau F, Roll S, Willich SN. Association of physical activity with all-cause and cardiovascular mortality: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil Off J Eur Soc Cardiol Work Groups Epidemiol Prev Card Rehabil Exerc Physiol.* junio de 2008;15(3):239-46.
22. Thompson PD, Franklin BA, Balady GJ, Blair SN, Corrado D, Estes NAM, et al. Exercise and acute cardiovascular events placing the risks into perspective: a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism and the Council on Clinical Cardiology. *Circulation.* 1 de mayo de 2007;115(17):2358-68.
23. D'Silva A, Sharma S. Exercise, the athlete's heart, and sudden cardiac death. *Phys Sportsmed.* mayo de 2014;42(2):100-13.
24. De Innocentiis C, Ricci F, Khanji MY, Aung N, Tana C, Verrengia E, et al. Athlete's Heart: Diagnostic Challenges and Future Perspectives. *Sports Med Auckl NZ.* noviembre de 2018;48(11):2463-77.
25. Sharma S, Merghani A, Mont L. Exercise and the heart: the good, the bad, and the ugly. *Eur Heart J.* 14 de junio de 2015;36(23):1445-53.

26. Holst AG, Winkel BG, Theilade J, Kristensen IB, Thomsen JL, Ottesen GL, et al. Incidence and etiology of sports-related sudden cardiac death in Denmark--implications for preparticipation screening. *Heart Rhythm*. octubre de 2010;7(10):1365-71.
27. Emery MS, Kovacs RJ. Sudden Cardiac Death in Athletes. *JACC Heart Fail*. enero de 2018;6(1):30-40.
28. Maron BJ, Haas TS, Murphy CJ, Ahluwalia A, Rutten-Ramos S. Incidence and causes of sudden death in U.S. college athletes. *J Am Coll Cardiol*. 29 de abril de 2014;63(16):1636-43.
29. Dhar R, Stout CW, Link MS, Homoud MK, Weinstock J, Estes NAM. Cardiovascular toxicities of performance-enhancing substances in sports. *Mayo Clin Proc*. octubre de 2005;80(10):1307-15.
30. Corrado D, Pelliccia A, Heidbuchel H, Sharma S, Link M, Basso C, et al. Recommendations for interpretation of 12-lead electrocardiogram in the athlete. *Eur Heart J*. enero de 2010;31(2):243-59.
31. Brosnan M, La Gerche A, Kumar S, Lo W, Kalman J, Prior D. Modest agreement in ECG interpretation limits the application of ECG screening in young athletes. *Heart Rhythm*. enero de 2015;12(1):130-6.
32. Hong L, Andersen LJ, Graff C, Vedel-Larsen E, Wang F, Struijk JJ, et al. T-wave morphology analysis of competitive athletes. *J Electrocardiol*. febrero de 2015;48(1):35-42.
33. Grazioli G, Sanz M, Montserrat S, Vidal B, Sitges M. Echocardiography in the evaluation of athletes. *F1000Research*. 2015;4:151.
34. Rizzo M, Spataro A, Cecchetelli C, Quaranta F, Livrieri S, Sperandii F, et al. Structural cardiac disease diagnosed by echocardiography in asymptomatic young male soccer players: implications for pre-participation screening. *Br J Sports Med*. abril de 2012;46(5):371-3.
35. Evangelista A, Flachskampf F, Lancellotti P, Badano L, Aguilar R, Monaghan M, et al. European Association of Echocardiography recommendations for standardization of performance, digital storage and reporting of echocardiographic studies. *Eur J Echocardiogr J Work Group Echocardiogr Eur Soc Cardiol*. julio de 2008;9(4):438-48.

36. Maestrini V, Torlasco C, Hughes R, Moon JC. Cardiovascular Magnetic Resonance and Sport Cardiology: a Growing Role in Clinical Dilemmas. *J Cardiovasc Transl Res.* junio de 2020;13(3):296-305.
37. Clinical recommendations for cardiovascular magnetic resonance mapping of T1, T2, T2\* and extracellular volume: A consensus statement by the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance (SCMR) endorsed by the European Association for Cardiovascular Imaging (EACVI) - PubMed [Internet]. [citado 5 de abril de 2022]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28992817/>
38. Pelliccia A, Caselli S, Sharma S, Basso C, Bax JJ, Corrado D, et al. European Association of Preventive Cardiology (EAPC) and European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI) joint position statement: recommendations for the indication and interpretation of cardiovascular imaging in the evaluation of the athlete's heart. *Eur Heart J.* 1 de junio de 2018;39(21):1949-69.
39. Congreso de la República de Colombia. Ley 1581 de 2012. 2012 oct p. 15. Report No.: 1581.
40. Gjerdalen GF, Hisdal J, Solberg EE, Andersen TE, Radunovic Z, Steine K. The Scandinavian athlete's heart; echocardiographic characteristics of male professional football players. *Scand J Med Sci Sports.* octubre de 2014;24(5):e372-380.
41. Malhotra A, Dhutia H, Gati S, Yeo TJ, Dores H, Bastiaenen R, et al. Anterior T-Wave Inversion in Young White Athletes and Nonathletes: Prevalence and Significance. *J Am Coll Cardiol.* 3 de enero de 2017;69(1):1-9.
42. Petek BJ, Drezner JA, Prutkin JM, Owens DS, Tran T, Harmon KG. Electrocardiogram interpretation in college athletes: Local institution versus sports cardiology center interpretation. *J Electrocardiol.* 2020;62:49-56.

43. Noseworthy PA, Weiner R, Kim J, Keelara V, Wang F, Berkstresser B, et al. Early repolarization pattern in competitive athletes: clinical correlates and the effects of exercise training. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* agosto de 2011;4(4):432-40.
44. Kervio G, Pelliccia A, Nagashima J, Wilson MG, Gauthier J, Murayama M, et al. Alterations in echocardiographic and electrocardiographic features in Japanese professional soccer players: comparison to African-Caucasian ethnicities. *Eur J Prev Cardiol.* octubre de 2013;20(5):880-8.
45. Martinez MW, Tucker AM, Bloom OJ, Green G, DiFiori JP, Solomon G, et al. Prevalence of Inflammatory Heart Disease Among Professional Athletes With Prior COVID-19 Infection Who Received Systematic Return-to-Play Cardiac Screening. *JAMA Cardiology.* 1 de julio de 2021;6(7):745-52.