

## Hallazgos electrocardiográficos en adolescentes practicantes de deportes con alto componente estático

Dr.C. Raimundo Carmona Puerta<sup>1</sup>✉ , Dra. Yailín Morales Aguilar<sup>2</sup> , Dr.C. Magda A. Rabassa López-Calleja<sup>3</sup>  y Dra. Elizabeth Lorenzo Martínez<sup>4</sup> 

<sup>1</sup> Servicio de Electrofisiología y Arritmología. Hospital Universitario Cardiocentro Ernesto Guevara. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

<sup>2</sup> Hospital Universitario Gineco-Obstétrico Mariana Grajales. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

<sup>3</sup> Servicio de Cardiología, Jefa del Comité Académico de la especialidad, Hospital Universitario Cardiocentro Ernesto Guevara. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

<sup>4</sup> Departamento de Fisiología, Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

*Full English text of this article is also available*

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 10 de noviembre de 2021

Aceptado: 4 de enero de 2022

Online: 18 de abril de 2022

### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

### Abreviaturas

ECG: electrocardiograma

FC: frecuencia cardíaca

Pd: dispersión de la onda P

QTd: dispersión del intervalo QT

### RESUMEN

**Introducción:** Las modificaciones cardiovasculares del deportista guardan relación con los componentes estáticos y dinámicos. Su relación con el electrocardiograma del atleta ha sido poco explorada.

**Objetivo:** Caracterizar el electrocardiograma de atletas adolescentes con alto componente estático.

**Método:** Se seleccionaron aleatoriamente 101 adolescentes practicantes de deportes con alto componente estático, en la provincia Villa Clara, Cuba, entre enero y marzo de 2019. Todos con corazón sano evaluado mediante ecocardiografía, a los cuales se les realizó un electrocardiograma de 12 derivaciones para su posterior análisis.

**Resultados:** La media de dispersión de la onda P fue elevada ( $56,6 \pm 21,6$  ms), sin relación con el tipo de componente del ejercicio. El voltaje de la onda P en D<sub>II</sub> fue mayor en el componente estático alto (bajo:  $1,2 \pm 0,4$  mV; medio:  $1,3 \pm 0,6$  mV; alto:  $1,9 \pm 0,3$  mV;  $p < 0,001$ ). El 93,1% de los deportistas presentó hallazgos electrocardiográficos normales, donde la repolarización precoz fue el más frecuente (71,3%). El 63,4% de los deportistas mostró una dispersión del intervalo QT  $\geq 65$  ms.

**Conclusiones:** La mayoría de los atletas presentaron hallazgos electrocardiográficos normales, según la clasificación actual. La dispersión de la onda P se encontró incrementada. El voltaje de la onda P en D<sub>II</sub> fue mayor en atletas con componente estático alto. La mayoría de los deportistas presentaron valores de dispersión del intervalo QT por encima de los límites normales.

**Palabras clave:** Adolescencia, Deporte, Componente estático, Electrocardiograma, Dispersión de la onda P, Intervalo QT

### *Electrocardiographic findings in adolescents practicing sports with high static component*

### ABSTRACT

**Introduction:** Cardiovascular modifications in the athlete are related to static (SC) and dynamic components. Their relationship with the athlete's electrocardiogram has been little explored.

**Objective:** To characterize the electrocardiogram of adolescent athletes with high static component.

✉ R Carmona Puerta  
Calle B#15 e/Maceo y M. Ruiz  
Rpto. Villa Josefa  
Santa Clara, Villa Clara, Cuba.  
Correo electrónico:  
endotelio1975@gmail.com

**Contribución de los autores**

RCP: Concepción y diseño de la investigación; análisis e interpretación de los datos, y redacción del manuscrito.

YMA: Obtención, análisis e interpretación de los datos y redacción del manuscrito.

MARLC y ELM: Análisis e interpretación de los datos y ayuda en la redacción y revisión del manuscrito.

Todos los autores revisaron críticamente el manuscrito y aprobaron el informe final.

**Method:** Between January and March 2019, 101 adolescents practicing sports with high static component were randomly selected in Villa Clara province, Cuba. All of them had a healthy heart evaluated by echocardiography, and a 12-lead electrocardiogram was performed for subsequent analysis.

**Results:** The mean P-wave dispersion was high ( $56.6 \pm 21.6$  ms), unrelated to the type of exercise component. The P-wave voltage in lead II was higher in the high static component (low:  $1.2 \pm 0.4$  mV; medium:  $1.3 \pm 0.6$  mV; high:  $1.9 \pm 0.3$  mV;  $p < 0.001$ ). Normal electrocardiographic findings were present in 93.1% of the athletes, where early repolarization was the most frequent (71.3%). The 63.3% of the athletes showed a QT interval dispersion  $\geq 65$  ms.

**Conclusions:** Most athletes presented normal electrocardiographic findings, according to the current classification. P-wave dispersion was found to be increased. P-wave voltage in lead II was higher in athletes with high static component. Most athletes had QT interval dispersion values above normal limits.

**Keywords:** Adolescence, Sports, Static component, Electrocardiogram, P-wave dispersion, QT interval

**INTRODUCCIÓN**

El término «corazón del deportista» se usa comúnmente para describir el efecto que tiene el entrenamiento continuado en el corazón<sup>1-3</sup>. La actividad física aumenta las demandas de oxígeno del músculo esquelético y el corazón responde con cambios hemodinámicos y electrofisiológicos, sin embargo, estos cambios varían en dependencia del grado de ejercicio dinámico o estático<sup>2,4-6</sup>. Estos términos, «dinámico» y «estático», caracterizan, por tanto, a la actividad según el tipo de acción mecánica.

La mayoría de los ejercicios de tipo estático y elevada intensidad se realizan fundamentalmente a costa del metabolismo anaeróbico, y los de tipo dinámico, de más de algunos minutos de duración, utilizan sobre todo la vía aeróbica<sup>2,5</sup>. Mitchell *et al.*<sup>7</sup>, en 1994, publicaron un artículo donde clasificaron el deporte en estático y dinámico. Posteriormente, Levine *et al.*<sup>8</sup>, en 2015 realizaron modificaciones a esta clasificación, con el paso gradual de una categoría a la siguiente, lo que se traduce en un importante valor práctico. Pero en la actualidad, apenas se encuentran trabajos que relacionen la información aportada por el electrocardiograma (ECG) con dichos componentes del deporte.

El objetivo de este estudio fue caracterizar el ECG de adolescentes practicantes de deportes con alto componente estático.

**MÉTODO**

Se realizó un estudio transversal, al inicio de la etapa de preparación especial, en atletas adolescentes prac-

ticantes de deportes con alto componente estático, que fueron evaluados en el Centro Provincial de Medicina del Deporte de Villa Clara, de enero a marzo de 2019.

**Criterios de inclusión**

A través de un muestreo aleatorio simple se seleccionaron 101 atletas, de acuerdo a la representatividad del total de miembros de sus respectivos equipos, de cinco deportes (boxeo, ciclismo, judo, lucha y taekwondo), que —a su vez— se escogieron mediante un proceso de selección aleatoria entre los 14 deportes con alto componente estático existentes en la provincia Villa Clara.

**Criterios de exclusión**

- ECG técnicamente deficiente o con deflexiones de muy baja amplitud que imposibilitara su análisis.
- Deportistas que hayan practicado previamente otros deportes diferentes al actual.

**Recogida de los datos**

Al inicio de la etapa de preparación especial, con el deportista en reposo sin haber entrenado previamente ese día, se realizó una entrevista y un examen físico general para recopilar los datos clínicos y epidemiológicos necesarios que permitieron caracterizar la población de estudio; a continuación, se le realizó un ECG de 12 derivaciones. Mediante ecocardiografía transtorácica se descartaron alteraciones cardíacas estructurales.

**Mediciones electrocardiográficas**

Fueron efectuadas por un electrofisiólogo de experiencia, a través del uso manual de calibradores digi-

**Tabla 1.** Variables electrocardiográficas evaluadas.

Variable	Descripción
<b>Onda P</b>	
Duración máxima (ms)	Mayor duración de la onda P en las 12 derivaciones del ECG
Duración mínima (ms)	Menor duración de la onda P en las 12 derivaciones del ECG
Duración media (ms)	Promedio de duración de la onda P en las 12 derivaciones del ECG
Amplitud en D <sub>II</sub> (ms)	Amplitud medida de la onda P en la derivación D <sub>II</sub>
Coeficiente de variación (CVp)	Variación de la duración de la onda P respecto a su media, no presenta unidades de medida. Se calculó mediante la fórmula: $CVp = \frac{\text{Desviación estándar de la duración de la onda P}}{\text{Duración media de la onda P}}$
<b>Complejo QRS</b>	
Duración máxima (ms)	Mayor duración del complejo QRS entre las 12 derivaciones del ECG
Duración mínima (ms)	Menor duración del complejo QRS entre las 12 derivaciones del ECG
Dispersión (ms)	Diferencia entre el valor máximo del complejo QRS y el valor mínimo
Duración promedio (ms)	Duración media del complejo QRS en las 12 derivaciones del ECG
Coeficiente de variación	Se consideró una forma de expresar la variabilidad de la duración promedio del complejo QRS. Sin unidades de medida. Se calculó mediante la fórmula: $\text{Coeficiente de variación del QRS} = \frac{\text{Desviación estándar de la duración del QRS}}{\text{Media de la duración del QRS}}$
<b>Intervalo QT</b>	
Duración máxima (ms)	Mayor valor del intervalo QT en las 12 derivaciones del ECG
Duración mínima (ms)	menor valor del intervalo QT en las 12 derivaciones del ECG
QT corregido en la derivación V <sub>5</sub> (ms)	Corrección del intervalo QT por la FC en la derivación mencionada. Se utilizó la fórmula de Bazget para FC entre 50 - 100 latidos/minuto: $QT \text{ corregido en } V_5 = \frac{QT}{\sqrt{RR}}$ En el caso de FC menores de 50 latidos/minuto se utilizó la fórmula de Fridericia: $QT \text{ corregido en } V_5 = \frac{QT}{\sqrt[3]{RR}}$
Dispersión (QTd) (ms)	Diferencia entre las duraciones máxima y mínima del intervalo QT
<b>Intervalo T<sub>PICO</sub>-T<sub>FINAL</sub></b>	
Duración máxima	Mayor duración de dicho intervalo en las 12 derivaciones del ECG
Duración mínima	Menor duración de dicho intervalo en las 12 derivaciones del ECG
Dispersión en las 12 derivaciones	Diferencias entre el valor máximo y mínimo de la duración del intervalo T <sub>PICO</sub> -T <sub>FINAL</sub> en las 12 derivaciones del ECG
Dispersión en 6 derivaciones	Diferencias entre el valor máximo y mínimo de la duración del intervalo T <sub>PICO</sub> -T <sub>FINAL</sub> en las 6 derivaciones precordiales del ECG
<b>Intervalo JT</b>	
Intervalo JT corregido	Corrección del intervalo JT por la FC. Se utilizó la siguiente fórmula si la FC se encontraba entre 50 - 100 latidos/minuto: $JTc = \frac{JT}{\sqrt{RR}}$ En caso de FC menor de 50 latidos/minuto la fórmula empleada fue: $JTc = \frac{JT}{\sqrt[3]{RR}}$

ECG, electrocardiograma; FC, frecuencia cardíaca; ms, milisegundos; RR, distancia RR

tales, con el software CardioCalipers versión 3.3. Todos los parámetros de duración se informaron en milisegundos y la amplitud en milivoltios.

- Onda P: El comienzo de la onda P se consideró como la primera pendiente ascendente visible desde la línea de base (ondas positivas) o el punto de la primera pendiente descendente (ondas negativas), y su final fue el punto de retorno de esta onda a la línea de base. Su amplitud fue medida desde la línea basal hasta su pico.
- QRS: La duración del complejo QRS se midió desde el inicio hasta su terminación, correspondiente al punto J (unión QRS-ST).
- QT: El intervalo QT fue medido desde el comienzo de la inscripción del complejo QRS hasta la terminación de la onda T (intersección de una pendiente aplicada sobre la rama terminal –descendente o ascendente– de la onda T, con la línea basal del ECG).
- JT y T: El intervalo JT se cuantificó desde el punto J hasta la terminación de la onda T, mientras que el intervalo  $T_{\text{PICO}}-T_{\text{FINAL}}$  se midió desde el pico de la onda T (nadir para las ondas T negativas) hasta su final.

### Variables

Demográficas: Sexo, edad (años) y color de la piel (blanco y no blanco).

Relacionadas con el deporte:

- Edad deportiva: Se refiere al tiempo de práctica sistemática del deporte, expresada en años.
- Componente dinámico: Porcentaje estimado de la máxima captación de oxígeno alcanzada durante la competición en cualquier deporte. Se dividió en bajo (<50%), medio (50-75%) y alto (>75%), según la clasificación correspondiente<sup>8</sup>.

Variables electrocardiográficas: Se muestran en la **tabla 1**.

Hallazgos electrocardiográficos: Se definieron a partir de las actuales recomendaciones para la interpretación del ECG del deportista<sup>9</sup>.

Intervalo RR: duración del ciclo cardíaco mediante electrocardiografía, se empleó para calcular la frecuencia cardíaca (FC). También de utilidad para las fórmulas de corrección. Se expresó en latidos/minuto como información complementaria del estudio y en milisegundos cuando se utilizó en fórmulas de corrección.

### Análisis estadístico

El procesamiento de los datos se realizó mediante el

paquete estadístico SPSS versión 25.0 para windows. Para la caracterización general de las variables cuantitativas se empleó la media y la desviación estándar. Las variables cualitativas fueron caracterizadas mediante frecuencias absolutas y relativas. Se aplicó ANOVA de un factor al comparar variables cuantitativas en las 3 gradaciones del componente dinámico del deporte, previa demostración de la distribución normal de los datos a través de la prueba de Kolmogorov-Smirnov. En caso de ausencia de distribución normal, se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis.

### Aspectos éticos

La investigación fue avalada por el Consejo Científico del Universitario Cardiocentro Ernesto Guevara de Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

## RESULTADOS

La edad promedio se correspondió con el período de la adolescencia ( $14,8 \pm 2,4$  años) y el valor medio de la edad deportiva fue de  $4,6 \pm 2,7$  años. Los deportistas mostraron un valor de FC en reposo de  $62,5 \pm 10,5$  latidos/minuto. Predominó el sexo masculino (61,4%), mientras que el color de la piel se presentó casi a partes iguales. La mayoría de los atletas exhibió un componente dinámico alto (54,5%), seguido por las categorías bajo y medio (**Tabla 2**).

**Tabla 2.** Caracterización general de los deportistas estudiados.

Variables	Valores (n=101)
Edad (años)	$14,8 \pm 2,4$
Edad deportiva (años)	$4,6 \pm 2,7$
Frecuencia cardíaca	$62,5 \pm 10,5$
Sexo	
Femenino	39 (38,6)
Masculino	62 (61,4)
Color de la piel	
Blanco	51 (50,5)
No blanco	50 (49,5)
Componente Dinámico	
Bajo	40 (39,6)
Medio	6 (5,9)
Alto	55 (54,5)

Los datos se presentan como media  $\pm$  desviación estándar o número (%).

**Tabla 3.** Hallazgos electrocardiográficos en los deportistas estudiados (n=101).

Hallazgos electrocardiográficos	Nº	%
<b>Normales</b>		
Arritmia sinusal respiratoria	34	33,7
Bradicardia sinusal	43	42,6
BIRDHH	16	15,8
Patrón repolarización precoz	72	71,3
BAV de I grado	1	1,0
Patrón juvenil de T	2	2,0
<b>Limítrofes</b>		
Eje izquierdo del QRS	5	5,0
Eje derecho del QRS	4	4,0
BCRDHH	1	1,0
<b>Anormales</b>		
Inversión de la onda T	1	1,0
Ondas Q patológicas	1	1,0

BAV, bloqueo aurículo-ventricular; BCRDHH, bloqueo completo de rama derecha del haz de His; BIRDHH, bloqueo incompleto de rama derecha del haz de His.

Predominaron ampliamente los hallazgos electrocardiográficos normales (Tabla 3). De estos, el patrón de repolarización precoz fue el de más frecuente observación (71,3%), seguido por la bradicardia sinusal y la arritmia sinusal respiratoria. El bloqueo incompleto de rama derecha tuvo una prevalencia considerable (15,8%). La presencia de un intervalo PR prolongado y ondas T negativas (V<sub>1</sub>-V<sub>3</sub>), en menores de 16 años, constituyeron hallazgos normales de baja prevalencia. Solo se encontraron 3 tipos de hallazgos

limítrofes que, en orden decreciente de frecuencia, fueron: eje izquierdo del QRS, eje derecho del QRS y bloqueo completo de rama derecha. Los hallazgos anormales presentaron muy baja prevalencia en esta serie (1%).

La mayoría de los parámetros electrocardiográficos de la onda P se encontraron dentro de los límites de la normalidad (Tabla 4). Solo la Pd se encontró notablemente prolongada (56,6±21,6 ms). Únicamente la amplitud de la onda P en D<sub>II</sub> mostró tener relación con el componente dinámico del deporte, al observarse un incremento significativo a medida que este se incrementa desde bajo hasta alto (p<0,001).

De todos los parámetros eléctricos derivados del complejo QRS, solo su duración mínima presentó diferencias entre grupos (p=0,033), con los mayores valores en los atletas con un componente dinámico medio (Tabla 5). No se observaron diferencias significativas al comparar la duración mínima del complejo QRS del grupo bajo respecto al alto. Al analizar los parámetros del ECG derivados de la repolarización ventricular se constató que la QTd (78,5±30,7 ms), el T<sub>PICO</sub>-T<sub>FINAL</sub> máximo (112±27,3 ms) y la dispersión del intervalo T<sub>PICO</sub>-T<sub>FINAL</sub> en las 6 derivaciones precordiales (53,9±28,7 ms), mostraron valores considerablemente elevados; sin observar diferencias significativas al comparar cualquiera de estas variables entre los grupos del componente dinámico (Tabla 6).

Además, menos de la cuarta parte de los deportistas presentaron valores de dispersión del QT ≤ 50 ms (16,8%) y en el 83,2% de la muestra estudiada fue > 50 ms. Entre estos últimos, se observaron valores de corte extremos mayores o iguales a 65 ms (63,4%) y 80 ms (41,6%) en una proporción elevada de deportistas (Figura).

**Tabla 4.** Variables electrocardiográficas derivadas de la onda P según distintas intensidades del componente dinámico.

Variables de onda P	General (n=101)	Componente Dinámico			Valor de p
		Bajo (n=40)	Medio (n=6)	Alto (n=55)	
Pmax (ms)	100,0 ± 21,5	100,01 ± 14,3	98,4 ± 13,4	100,1 ± 26,3	0,909
Pmin (ms)	43,6 ± 8,6	45,0 ± 7,3	44,9 ± 12,6	42,4 ± 9,0	0,273
Pd (ms)	56,6 ± 21,6	55,6 ± 15,0	53,3 ± 22,6	57,7 ± 21,6	0,187
Pmedia (ms)	73,2 ± 9,0	74,7 ± 8,8	73,3 ± 6,5	72,3 ± 9,5	0,456
CVp	0,24 ± 0,1	0,23 ± 0,0	0,23 ± 0,1	0,25 ± 0,1	0,100
VP-D <sub>II</sub> (mV)	1,6 ± 0,5	1,2 ± 0,4	1,3 ± 0,6	1,9 ± 0,3	<0,001

Los datos expresan media ± desviación estándar.

CVp, coeficiente de variación de la onda P; Pd, dispersión de la onda P; Pmax, duración máxima de la onda P; Pmedia, duración media de la onda P; Pmin, duración mínima de la onda P; VP-D<sub>II</sub>, voltaje de la onda P en D<sub>II</sub>.

**Tabla 5.** Variables electrocardiográficas derivadas de la despolarización ventricular según distintas intensidades del componente dinámico.

Variables de despolarización ventricular	General (n=101)	Componente Dinámico			Valor de p
		Bajo (n=40)	Medio (n=6)	Alto (n=55)	
QRSmax (ms)	95,9 ± 11,9	95,5 ± 11,7	101,7 ± 13,4	95,6 ± 12,0	0,552
QRSmin (ms)	55,1 ± 11,0	54,5 ± 10,8	66,7 ± 11,7	54,2 ± 10,5	0,033
QRSd (ms)	42,6 ± 13,1	42,4 ± 12,2	45,5 ± 20,0	41,0 ± 15,5	0,834
QRSmedia (ms)	77,1 ± 10,1	76,7 ± 10,4	85,8 ± 14,0	76,4 ± 9,1	0,092
CV <sub>QRS</sub>	0,16 ± 0,4	0,16 ± 0,04	0,12 ± 0,03	0,16 ± 0,05	0,114

Los datos expresan media ± desviación estándar.

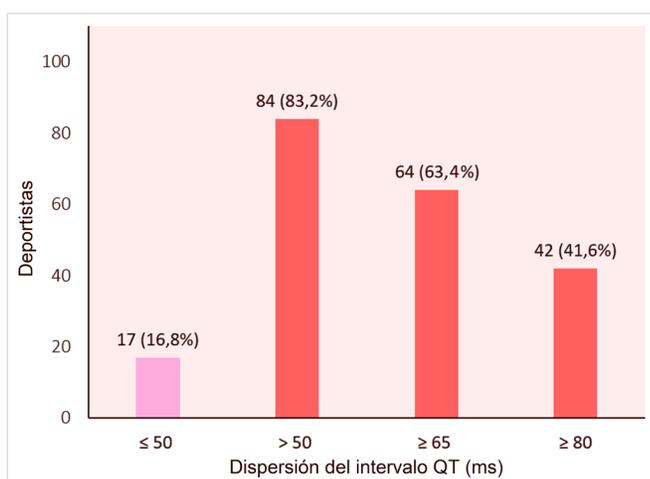
CV<sub>QRS</sub>, coeficiente de variación del complejo QRS; QRSd, dispersión del complejo QRS; QRSMax, duración máxima del complejo QRS; QRSmedio, duración promedio del complejo QRS; QRSMin, duración mínima del complejo QRS.

**Tabla 6.** Variables electrocardiográficas derivadas de la repolarización ventricular según distintas intensidades del componente dinámico.

Variables de repolarización ventricular	General (n=101)	Componente Dinámico			Valor de p
		Bajo (n=40)	Medio (n=6)	Alto (n=55)	
QTMax	411,0 ± 33,9	404,5 ± 34,9	407,6 ± 19,8	417 ± 33,9	0,298
QTMin	332,6 ± 30,8	334,3 ± 35,0	334,1 ± 19,7	330 ± 28,6	0,501
QTcV <sub>5</sub>	388,9 ± 32,7	383,4 ± 30,2	378,3 ± 31,6	394,0 ± 34,2	0,345
QTd	78,5 ± 30,7	74,7 ± 25,0	86,8 ± 34,6	80,2 ± 34,1	0,471
Tp-Tf <sub>Max</sub>	112 ± 27,3	109,0 ± 21,7	119,5 ± 32,9	114,6 ± 30,2	0,491
Tp-Tf <sub>Min</sub>	48,9 ± 11,4	50,1 ± 12,7	49,7 ± 9,7	48,0 ± 10,7	0,501
Tp-Tf <sub>d12</sub>	63,8 ± 29,9	58,9 ± 27,1	69,8 ± 35,2	66,6 ± 31,4	0,258
Tp-Tf <sub>d6</sub>	53,9 ± 28,7	49,2 ± 26,2	60,5 ± 36,0	56,6 ± 29,7	0,305
JT <sub>c</sub>	313,0 ± 31,5	308,4 ± 28,6	324,7 ± 28,1	315,0 ± 33,8	0,474

Los datos expresan media ± desviación estándar.

JT<sub>c</sub>, JT corregido en V<sub>5</sub>; QTcV<sub>5</sub>, intervalo QT corregido en V<sub>5</sub>; QTd, dispersión del intervalo QT; QTMax, duración máxima del intervalo QT; QTMin, duración mínima del intervalo QT; Tp-Tf<sub>d12</sub>, dispersión del T<sub>PICO</sub>-T<sub>FINAL</sub> en las 12 derivaciones; Tp-Tf<sub>d6</sub>, dispersión del T<sub>PICO</sub>-T<sub>FINAL</sub> en precordiales; Tp-Tf<sub>Max</sub>, T<sub>PICO</sub>-T<sub>FINAL</sub> máximo; Tp-Tf<sub>Min</sub>, T<sub>PICO</sub>-T<sub>FINAL</sub> mínimo.

**Figura.** Distribución de deportistas según distintos valores de corte de la dispersión del intervalo QT.

## DISCUSIÓN

Al analizar las características generales de los deportistas estudiados se evidenció el predominio del sexo masculino, lo cual puede guardar relación con las características de los deportes objeto de estudio. En muchos de estos deportes la supremacía del sexo masculino ha sido tradicional.

Los deportistas con frecuencia muestran cambios en el ECG que incluyen bradicardia o arritmia sinusal (13-69%), bloqueo aurículo-ventricular de primer grado (35%) y patrón de repolarización precoz (50-80%)<sup>10</sup>.

En una serie que incluyó 32652 atletas italianos, la

prevalencia de anomalías electrocardiográficas fue del 11,8%<sup>9</sup>, y en la serie de Padua se encontró aproximadamente un 10% de ECG anormales<sup>11</sup>. Según los llamados criterios refinados, Riding *et al.*<sup>12</sup> informaron hallazgos eléctricos anormales en un 5,3% de 2491 deportistas del sexo masculino, negros, caucásicos y árabes. En una serie de futbolistas profesionales de Estados Unidos las anomalías electrocardiográficas fueron detectadas hasta en el 55% de estos<sup>5</sup>, y en 519 jugadores de baloncesto pertenecientes a la NBA (*National Basketball Association*) la detección de hallazgos anormales ocurrió en 15,6%, mediante el uso de los criterios internacionales<sup>13</sup>. Por su parte, Karagjiozova *et al.*<sup>14</sup>, al estudiar 256 deportistas amateurs de la República de Macedonia, encontraron una prevalencia de trazos eléctricos normales sin cambios atribuibles al deporte en 19,9% de los deportistas y con cambios fisiológicos inducidos por el deporte en 48,8% de estos. En esa serie los cambios anormales y limítrofes tuvieron una prevalencia del 6,6% y 24,6%. En nuestra serie, se encontró una baja prevalencia de ECG anormales, lo que pudiera guardar relación con la edad promedio de los deportistas estudiados y la relativamente corta experiencia deportiva de los mismos.

Malhotra *et al.*<sup>15</sup>, encontraron que en su serie los hallazgos normales se distribuyeron de la siguiente forma: bradicardia sinusal (21%), arritmia sinusal respiratoria (16%), bloqueo aurículo-ventricular de primer grado (6%), bloqueo incompleto de rama derecha del haz de His (24%) y repolarización precoz (42%). El cambio más común observado por estos autores fue la repolarización precoz, similar a lo encontrado en la presente investigación.

La inversión de la onda T fue el hallazgo anormal de más frecuente observación en el trabajo de Malhotra *et al.*<sup>15</sup>. En varones practicantes de baloncesto de élite las ondas T negativas se observaron en 6,2%<sup>13</sup>, y en una serie alemana de 428 deportistas, 22% presentaron ondas T negativas anormales y 7%, bloqueo completo de rama derecha o izquierda<sup>4</sup>.

La onda P es la expresión electrocardiográfica de la despolarización auricular. Sus valores normales oscilan entre 0,08-0,11 segundos<sup>16</sup>. En los últimos años se han desarrollado diversos índices derivados de esta, con el fin de predecir la ocurrencia de fibrilación auricular. Algunos de estos parámetros son antiguos, otros más novedosos, y en general no se han estudiado ampliamente en el escenario deportivo por priorizar variables electrocardiográficas más tradicionales. Un estudio del grupo de enfermedades cardiovasculares del Hospital Clínico de Barcelona, conclu-

yó que la práctica de ejercicio durante años predispone al desarrollo de fibrilación auricular<sup>17</sup>. Por ello la obtención de estos índices cobra gran importancia en deportistas. El valor normal de la Pd es  $29 \pm 9$  ms, aunque existen autores que plantean que el valor superior de corte es 36 ms<sup>18</sup>.

En esta investigación se observó un valor de Pd muy superior a los considerados como normales. Sin embargo, esto ha sido informado anteriormente en deportistas<sup>19</sup>. En futbolistas pertenecientes a la primera categoría del equipo de Villa Clara, Carmona *et al.*<sup>20</sup>, encontraron valores de 49,26 ms. Los mismos autores, en otro estudio<sup>19</sup>, analizaron el comportamiento de la Pd en jugadoras de polo acuático, corredores de maratón y pesistas, y encontraron que este parámetro se encontraba por encima de los valores normales y que era significativamente mayor respecto a controles sedentarios emparejados por la edad y variables antropométricas ( $57 \pm 14$  vs.  $40 \pm 12$ ,  $p < 0,001$ ). Metin *et al.*<sup>21</sup>, por su parte, tras analizar la Pd en mujeres practicantes de baloncesto de élite, con un tiempo promedio de práctica deportiva de 11,9 años, también demostraron un aumento de esta variable cuando se comparó con controles.

El coeficiente de variación de la onda P es una medida de la heterogeneidad de la despolarización auricular de reciente introducción en electrofisiología. Constituyó un predictor significativo de recurrencia de fibrilación auricular en pacientes a los que se les realizó ablación de dicha arritmia<sup>22</sup>. Otro estudio también mostró los mismos resultados<sup>23</sup>. La relación significativa entre los niveles crecientes del componente dinámico y este parámetro sugieren que la intensificación de la práctica deportiva tiende a producir cambios eléctricos auriculares y que este parámetro podría utilizarse como un indicador indirecto de remodelado eléctrico auricular. No obstante, esta es la primera vez que se comenta en el contexto del deporte, por lo que faltarían más evidencias para aseverar lo que por ahora solo es una hipótesis.

La amplitud de la onda P en  $D_{II}$  fue normal en esta serie (valor patológico  $> 0,25$  mV<sup>24</sup>). Como resultado novedoso de la investigación se encuentra la constatación de mayores valores de este parámetro en los deportistas con alto componente dinámico. La fisiología de este componente implica un mayor gasto y volumen cardíacos. Es conocido que el voltaje de la onda P sufre cambios en función de las variaciones hemodinámicas<sup>16</sup>. A mayor precarga auricular mayor estiramiento de las fibras, lo que se traduce en un mayor volumen auricular, algo que está en consonancia con mayores voltajes de P en el extremo del espectro

del componente dinámico. Sin embargo, los cambios morfológicos de P pueden aparecer sin que los cambios estructurales estén presentes<sup>25,26</sup>.

En general, los atletas estudiados no presentaron modificaciones importantes en las diferentes variables derivadas de la duración del complejo QRS, excepto en el caso de la duración mínima del complejo QRS. Según investigaciones modernas, la anchura del complejo QRS está regulada por la velocidad de la activación endocárdica y la conducción intercelular entre los miocitos<sup>27</sup>. En deportistas jóvenes una propagación más sincrónica del impulso eléctrico podría explicar la falta de alteración en estos parámetros.

Las diferentes intensidades del componente dinámico no muestran efectos sobre la repolarización ventricular en la muestra estudiada. Durakovic *et al.*<sup>28</sup>, compararon la repolarización ventricular en 485 estudiantes, practicantes de deportes de competición y recreacionales, sin encontrar diferencias en los intervalos QT corregido y JT corregido. Entre ambos casos (deporte de competición *vs.* recreacional) había diferencias obvias en cuanto la intensidad de la práctica deportiva y, a pesar de eso, no fueron detectables discrepancias en la repolarización ventricular.

Sin tener en cuenta la intensidad del componente dinámico, la QTd está considerablemente elevada en esta investigación. Un resultado muy similar fue encontrado por Carmona *et al.*<sup>29</sup>, en polistas femeninas de élite, pues observaron que la QTd estaba incrementada de forma general y que superaba al valor constatado en controles sedentarias emparejadas por edad y sexo (74 *vs.* 43 ms;  $p < 0,001$ ). El valor de QTd considerado normal es  $\leq 50$  ms<sup>30</sup>. En la investigación que se presenta, la minoría de los deportistas estuvieron por debajo de ese punto de corte, lo que sugiere que la práctica deportiva prolonga la repolarización ventricular y coincide con lo planteado por Carmona *et al.*<sup>29</sup>.

En un estudio que incluyó a 5812 sujetos sanos, se encontró que aquellos que presentaron un valor de QTd  $\geq 60$  ms duplicaron el riesgo de muerte súbita<sup>31</sup>. Kasikcioglu *et al.*<sup>32</sup>, no hallaron diferencias significativas ( $p=0,95$ ) en la QTd cuando compararon futbolistas profesionales (33,2 ms) con controles sedentarios (33,0 ms); y en el trabajo de Turkmen *et al.*<sup>33</sup>, tampoco aparecieron diferencias en la QTd al comparar atletas con controles. Si bien ya se encuentran definidos los puntos de corte para el intervalo QT corregido en deportistas, todavía no se ha logrado para la QTd. El hecho de que estos resultados deban interpretarse como anormales o propios de la práctica deportiva, es un tema que aún continúa en debate.

En nuestra serie, además, el  $T_{PICO}-T_{FINAL}$  máximo y la dispersión del intervalo  $T_{PICO}-T_{FINAL}$  en las 12 derivaciones del ECG, mostraron valores muy superiores a los encontrados por Carmona *et al.*<sup>34</sup> en el grupo control (21,6 ms) y en pacientes con infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST (37,2 ms); enfermedad que posee todos los ingredientes necesarios para el desarrollo de arritmias supraventriculares y ventriculares. Aun no hay certeza de que estos cambios ocurran como parte de las modificaciones adaptativas al deporte o constituyan verdaderos predictores de arritmogénesis en el futuro.

## CONCLUSIONES

La mayoría de los atletas presentaron hallazgos electrocardiográficos normales, según la clasificación actual. La dispersión de la onda P se encontró incrementada. La amplitud de la onda P en  $D_{II}$  fue mayor en atletas con componente dinámico alto, mientras que la duración mínima del complejo QRS fue mayor en el componente medio. La mayoría de los deportistas presentaron valores de dispersión del intervalo QT por encima de los límites normales.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Legido Arce JC, Calderon Montero FJ. Fisiología del deporte En: Fernández-Tresguerres JA, Cacho-feiro V, Cardinali P, Delpón Mosquera E, Escrich Escriche E, Lahera Juliá V, *et al.*, eds. Fisiología humana 5ª ed: Mc Graw Hill Education; 2020. p. 723-33.
2. Hütt Centeno E, Salas Segura J. Corazón de atleta. Rev CI EMed UCR. 2015;5(1):22-7. [Enlace]
3. Solis MC. Sensibilidad y especificidad de los criterios electrocardiográficos de Seattle en deportistas de alto rendimiento de España [Tesis Doctoral.]. Madrid: Universidad Copulencia de Madrid; 2018.
4. Thompson P. Rehabilitación cardíaca integral basada en el ejercicio. En: Mann DL, Zipes DP, Libby P, Bonow RO, Braunwald E, eds. Braunwald Tratado de Cardiología. Texto de Medicina Cardiovascular. 10ª ed. España: Elsevier; 2016. p. 1015- 9.
5. Barrett KE, Barman SM, Boitano S, Brooks HL. Ganong. Fisiología Médica. Mexico: McGraw Hill Interamericana; 2016.
6. Abramova TF, Nikitina TM, Polfuntikova AV. Features of physical development and physical fitness of junior footballers and cyclists (BMX) aged 6-10

- years. *Teor i Prakt Fiz Kult.* 2020;2020(2):60-2.
7. Mitchell JH, Haskell WL, Raven PB. Classification of sports. *J Am Coll Cardiol.* 1994;24(4):864-6. [DOI]
  8. Levine BD, Baggish AL, Kovacs RJ, Link MS, Maron MS, Mitchell JH, *et al.* Eligibility and Disqualification Recommendations for Competitive Athletes With Cardiovascular Abnormalities: Task Force 1: Classification of Sports: Dynamic, Static, and Impact: A Scientific Statement From the American Heart Association and American College of Cardiology. *Circulation.* 2015;132(22):e262-6. [DOI]
  9. Drezner JA, Sharma S, Baggish A, Papadakis M, Wilson MG, Prutkin JM, *et al.* International criteria for electrocardiographic interpretation in athletes: Consensus statement. *Br J Sports Med.* 2017;51(9):704-31. [DOI]
  10. Ghorayeb N, Stein R, Daher DJ, da Silveira A, Ritt LE, dos Santos DFP, *et al.* The Brazilian Society of Cardiology and Brazilian Society of Exercise and Sports Medicine Updated Guidelines for Sports and Exercise Cardiology - 2019. *Arq Bras Cardiol.* 2019;112(3):326-68. [DOI]
  11. Thompson P, Baggish A. Cardiología del ejercicio y el deporte. En: Mann DL, Zipes DP, Libby P, Bonow RO, Braunwald E, eds. *Braunwald Tratado de Cardiología. Texto de Medicina Cardiovascular.* 10ª ed. España: Elsevier; 2016. p. 1771-8.
  12. Riding NR, Sheikh N, Adamuz C, Watt V, Farooq A, Whyte GP, *et al.* Comparison of three current sets of electrocardiographic interpretation criteria for use in screening athletes. *Heart.* 2015;101(5):384-90. [DOI]
  13. Waase MP, Mutharasan RK, Whang W, DiTullio MR, DiFiori JP, Callahan L, *et al.* Electrocardiographic Findings in National Basketball Association Athletes. *JAMA Cardiol.* 2018;3(1):69-74. [DOI]
  14. Karagjozova I, Petrovska S, Nikolic S, Maleska-Ivanovska V, Georgievska-Ismail L. Frequency of Electrocardiographic Changes in Trained Athletes in the Republic of Macedonia. *Open Access Maced J Med Sci.* 2017;5(6):708-13. [DOI]
  15. Malhotra VK, Singh N, Bishnoi RS, Chadha DS, Bhardwaj P, Madan H, *et al.* The prevalence of abnormal ECG in trained sportsmen. *Med J Armed Forces India.* 2015;71(4):324-9. [DOI]
  16. Surawicz B, Knilans T. *Chou's Electrocardiography in Clinical Practice.* 6th ed. Philadelphia: Elsevier; 2008.
  17. Mont L, Sambola A, Brugada J, Vacca M, Marrugat J, Elosua R, *et al.* Long-lasting sport practice and lone atrial fibrillation. *Eur Heart J.* 2002;23(6):477-82. [DOI]
  18. Pérez-Riera AR, de Abreu LC, Barbosa-Barros R, Grindler J, Fernandes-Cardoso A, Baranchuk A. P-wave dispersion: an update. *Indian Pacing Electrophysiol J.* 2016;16(4):126-33. [DOI]
  19. Carmona Puerta R, Aliz Ebrey L, Rabassa Lopez-Calleja MA, Ramirez Ramiro R, Peña Padron G. Increased p wave dispersion in elite athletes. *Indian Pacing Electrophysiol J.* 2011;11(3):73-80. [Enlace]
  20. Carmona Puerta R, Ramos Martín R, Rabassa López-Calleja MA, Monzón León J, Pérez González L, Castro Torres Y, *et al.* Dispersión de la onda P incrementada en futbolistas de alto rendimiento y su relación con el tiempo de práctica deportiva. *CorSalud [Internet].* 2013 [citado 19 Oct 2021];5(2):155-60. Disponible en: <https://revcorsalud.sld.cu/index.php/cors/article/view/510/959>
  21. Metin G, Yildiz M, Bayraktar B, Yucesir I, Kasap H, Cakar L. Assessment of the p wave dispersion and duration in elite women basketball players. *Indian Pacing Electrophysiol J.* 2010;10(1):10-20. [Enlace]
  22. Nakatani Y, Sakamoto T, Yamaguchi Y, Tsujino Y, Kataoka N, Kinugawa K. Coefficient of variation of P-wave duration measured using an automated measurement system predicts recurrence of atrial fibrillation. *J Electrocardiol.* 2019;53:79-84. [DOI]
  23. Nakatani Y, Sakamoto T, Mizumaki K, Nishida K, Kataoka N, Tsujino Y, *et al.* Coefficient of Variation of P-Wave Duration Is a Novel Atrial Heterogeneity Index to Predict Recurrence of Atrial Fibrillation After Catheter Ablation. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2016;27(5):542-8. [DOI]
  24. Chen Q, Gasperetti A, Della Rocca DG, Mohanty S, Gedikli O, Trivedi C, *et al.* The Value of Baseline and Arrhythmic ECG in the Interpretation of Arrhythmic Mechanisms. *Card Electrophysiol Clin.* 2019 Jun;11(2):219-38. [DOI]
  25. Petersson R, Mosén H, Steding-Ehrenborg K, Carlsson J, Faxén L, Mohtadi A, *et al.* Physiological variation in left atrial transverse orientation does not influence orthogonal P-wave morphology. *Ann Noninvasive Electrocardiol [Internet].* 2017 [citado 1 Nov 2021];22(2):e12392. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/anec.12392>
  26. McNamara DA, Aiad N, Howden E, Hieda M, Link MS, Palmer D, *et al.* Left Atrial Electromechanical Remodeling Following 2 Years of High-Intensity Exercise Training in Sedentary Middle-Aged Adults. *Circulation.* 2019;139(12):1507-16. [DOI]
  27. Cardone-Noott L, Bueno-Orovio A, Mincholé A, Zemzemi N, Rodriguez B. Human ventricular activation sequence and the simulation of the electrocardiographic QRS complex and its variability in

- healthy and intraventricular block conditions. *Eurpace*. 2016;18(suppl 4):IV4-IV15. [DOI]
28. Misigoj-Durakovic M, Durakovic Z, Prskalo I. Heart Rate-Corrected QT and JT Intervals in Electrocardiograms in Physically Fit Students and Student Athletes. *Ann Noninvasive Electrocardiol*. 2016; 21(6):595-603. [DOI]
29. Carmona Puerta R, Fernández Arbolaez V, Rabassa López-Calleja MA, Ramos Ramírez R, Padrón Peña G, Chávez Gonzalez E. Análisis de los intervalos QT, JT y Tpico-Tfinal y sus dispersiones en practicantes femeninas de polo acuático de élite. *Rev Argent Cardiol*. 2012;80(3):231-5. [Enlace]
30. Castro-Torres Y, Carmona-Puerta R, Katholi RE. Ventricular repolarization markers for predicting malignant arrhythmias in clinical practice. *World J Clin Cases*. 2015;3(8):705-20. [DOI]
31. Canty JM, Duncker DJ. Flujo sanguíneo coronario e isquemia miocárdica. En: Mann DL, Zipes DP, Libby P, Bonow RO, Braunwald E, eds. *Braunwald Tratado de Cardiología. Texto de Medicina Cardiovascular*. 10ª ed. España: Elsevier; 2016. p. 1029-55.
32. Kasikcioglu E, Kayserilioglu A, Yildiz S, Akhan H, Cuhadaroglu C. QT dispersion in soccer players during exercise testing. *Int J Sports Med*. 2004; 25(3):177-81. [DOI]
33. Turkmen M, Barutcu I, Esen AM, Ocak Y, Melek M, Kaya D, et al. Assessment of QT interval duration and dispersion in athlete's heart. *J Int Med Res*. 2004;32(6):626-32. [DOI]
34. Carmona Puerta R, Ercia Arenal JM, Ramos Ramírez R, Padrón Peña G, Rodríguez León A, Chávez González E, et al. Análisis electrocardiográfico de la dispersión del intervalo Tpico-Tfinal en el infarto agudo de miocardio con elevación del ST. *Corsalud* [Internet]. 2010 [citado 6 Nov 2021];2(3): 150-6. Disponible en: <https://www.corsalud.sld.cu/sumario/2010/v2n3a10/analisis.htm>