

Parámetros electrocardiográficos de sementales equinos en tres derivaciones monopolares

Electrocardiographic parameters of equine stallions in three monopolar derivations

Maikel Camejo-Zamora[✉], Alberto Pompa-Núñez, Yasser Vázquez-Alfonso, Yoel Morales-Castillo

Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Apartado 18, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

RESUMEN: Esta investigación tuvo como objetivo determinar la polaridad, la amplitud, la duración y la ubicación espacial de cada uno de los grafos elementos del electrocardiograma en sementales equinos. Se realizó en la finca “Rancho Domingo García Frías”, ubicada en la porción centro sur de La Habana y Mayabeque. La información de cada uno de los nueve animales investigados se obtuvo a partir de sus respectivas historias clínicas y se evaluó el estado de salud antes de realizar los registros electrocardiográficos. Las tres derivaciones monopolares utilizadas se distribuyeron en diferentes ángulos respecto a la posición del corazón; los electrodos exploradores empleados fueron los correspondientes a V_{1c} , V_{5c} y V_6 . Los valores de duración obtenidos para los segmentos PQ, ST y TP fueron de 0,16; 0,23 y 0,73 s; los intervalos PQ, ST, QT y TQ de 0,21; 0,23; 0,24 y 0,20 s, respectivamente. El cálculo de la posición espacial del vector eléctrico integral (VEI) de la actividad ventricular cardíaca mostró que los valores de los ángulos alcanzados en el equino por la onda R oscilan en $\alpha_x=96^0 \pm 4,7^0$, $\alpha_y= 56^0 \pm 9,6^0$ y $\alpha_z= 38^0 \pm 7^0$, y tiene su ubicación en el segundo octante superior izquierdo en dirección cefálica. Las posibles variaciones en los resultados obedecen al hecho de que cuando se realizó el examen los sementales no se trataron con algún sedante, por lo que presentaron estados de ansiedad y estrés, propios de la manipulación.

Palabras clave: derivaciones monopolares, electrodos exploradores, electrocardiograma.

ABSTRACT: This research is aimed at determining the polarity, amplitude, duration, and vectorial position of each graph element of the electrocardiogram in equine stallions. It was carried out in the farm “Rancho Domingo García Frías” located in the southern part of Habana and Mayabeque provinces. The information regarding the nine animals researched was obtained from their respective medical histories, and the health conditions were evaluated before carrying out the electrocardiographic records. The three monopolar leads used were distributed themselves in different angles in relation to the position of the heart. The exploring electrodes used were those corresponding to V_{1c} , V_{5c} and V_6 . The duration values obtained for the segments PQ, ST and TP were 0.16, 0.23 and 0.73 s and intervals PQ, ST, QT and TQ, of 0.21, 0.23, 0.24 and 0.20 s, respectively. The space position calculation of the integral electric vector (IEV) of the cardiac ventricular activity showed that the values of the angles reached in the equine by the wave R

[✉] Autor para correspondencia: Maikel Camejo-Zamora. E-mail: maikel@unah.edu.cu

Recibido: 8/3/2016

Aceptado: 1/10/2016

oscillated in $\alpha_x = 96^\circ \pm 4.7^\circ$, $\alpha_y = 56^\circ \pm 9.6^\circ$ and $\alpha_z = 38^\circ \pm 7^\circ$, having their position in the second upper left quadrant in the cephalic direction. The possible variations in the results are due to the fact that when the test was performed, the stallions were not treated with any sedative; therefore they presented anxiety and stress stages, typical of the manipulation.

Key words: monopolar derivations, exploring electrodes, electrocardiogram.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe una seria preocupación, a nivel mundial, por dilucidar la causa de los malos rendimientos en los equinos de deporte; en la clínica veterinaria moderna ha cobrado mucha importancia el examen cardiovascular, el cual debe incluir la obtención de un registro electrocardiográfico. La técnica electrocardiográfica supone un importante método diagnóstico en el campo de la cardiología veterinaria moderna. Una evaluación clínica completa del sistema cardiovascular debe incluir un estudio electrocardiográfico, ya que este es el método más exacto del que se dispone para evaluar y caracterizar trastornos del ritmo y la conducción eléctrica cardíaca (1,2).

El diagnóstico de las enfermedades cardiovasculares en el caballo es sencillo cuando las fallas son evidentes y están presentes durante el reposo; situación que se complica cuando los problemas son subclínicos y se pueden expresar, o no, durante el ejercicio (3). Es importante que el médico veterinario tenga el conocimiento de todos los cambios que puede sufrir un equino a nivel cardíaco en relación con la edad, el género, la condición de entrenamiento o con alguna alteración fisiológica concomitante para poder realizar una correcta interpretación de la anomalía observada.

En Cuba se han realizado estudios sobre parámetros electrocardiográficos en cuadrúpedos, referidos a su comportamiento en el bovino (3, 4). Por la gran importancia que tiene esta técnica diagnóstica en el estudio del sistema cardiovascular, la presente investigación está orientada a determinar la polaridad, la amplitud, la duración y la ubicación espacial de cada uno de los

grafelementos del electrocardiograma en sementales equinos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la finca "Rancho Domingo García Frías", ubicada en la porción centro sur de las provincias La Habana y Mayabeque. Se trabajó con una población de once animales de diferentes razas, uno pura sangre inglés, cuatro pura sangre español y seis árabes; estos constituyen el total de sementales en el centro.

Para efectuar los registros electrocardiográficos, los animales se mantuvieron en un estado de correcto aplomo sobre sus extremidades. Se utilizó un electrocardiógrafo de marca Fukuda, modelo japonés Denshi FX-2111 de un solo canal, el cual se calibró con una señal de 1 mV para una deflexión de la aguja de 10 mm sobre el papel de calibración en la escala vertical. La velocidad del registro fue de 25 mm/s (5).

Las zonas o puntos donde se colocaron los electrodos se depilaron previamente y se frotaron suavemente con alcohol al 85%, para eliminar las sustancias que pudieran disminuir la conductividad eléctrica (grasas, partículas de polvo y otras); se aplicó pasta hidrosoluble como elemento conductor. Se utilizaron electrodos de pinza (tipo caimán) para el registro de las derivaciones monopolares V_{1c} , V_{5c} y V_6 , placas metálicas para las derivaciones estándares de extremidades con las que se obtuvo el cero de referencia para las derivaciones monopolares.

Se realizó el cálculo de los estadígrafos relacionados con la amplitud y la duración de los componentes electrocardiográficos en las derivaciones monopolares V_{1c} , V_{5c} y V_6 , con una ubicación de los electrodos como se

muestra en la [Tabla 1](#). Se analizó la varianza de clasificación simple para comparar los valores de amplitud de las ondas en las diferentes derivaciones y la ubicación espacial del vector eléctrico total de cada una de las ondas del electrocardiograma. Se tomaron como referencia los ejes X, Y, Z. La metodología que se utilizó en el cálculo del VEI de cada onda fue la empleada en bovinos por Pompa (4), debido a que el equino es un cuadrúpedo que, por su distribución en la red Purkinje, pertenece a los animales denominados del grupo B al igual que el bovino (4,6).

Los pasos para efectuar el cálculo del VEI en cada onda del electrocardiograma fueron:

Paso 1. Cálculo de la proyección VT' , del vector total VT , sobre el plano XY ([Fig. 1](#)).

Paso 2. Cálculo de la desviación del vector VT' respecto a V_{5c} sobre el plano XY ([Fig. 2](#)).

Paso 3. Cálculo de la desviación (ϕ_x) del vector VT' respecto al eje X y al eje Y (ϕ_y).

Paso 4. Cálculo del vector total VT .

Paso 5. Determinación de la ubicación espacial del vector VT . Se calcularon los ángulos que forma el vector con los respectivos semiejes positivos, α_x , α_y y α_z . Los ocho sectores en que queda dividido el espacio (octantes), se ordenaron de manera tal que visto el animal por detrás y dorsalmente ([Fig. 3](#)), o sea con la cabeza hacia adelante, tendremos cuatro octantes ubicados hacia el dorso con $\alpha_z < 90^\circ$ ([Tabla 2](#)) y cuatro que se ubican ventralmente con $\alpha_z > 90^\circ$ ([Tabla 3](#)).

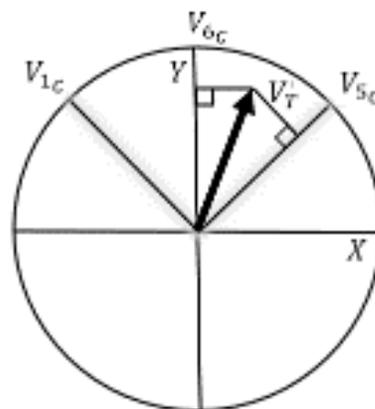


FIGURA 1. Posición relativa de V_{1c} , V_{5c} , V_{6y} y VT' en una vista dorsal. /Relative position of V_{1c} , V_{5c} , V_{6y} and TV' in a dorsal view.

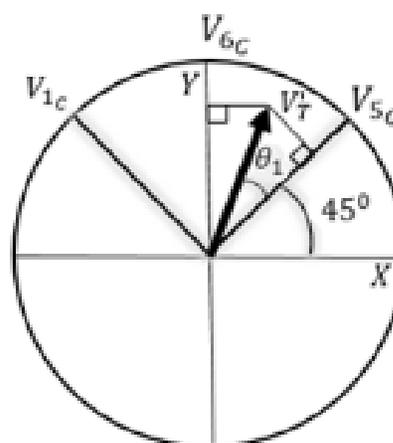


FIGURA 2. Desviación (θ_1) del vector VT' sobre el plano XY . /Deviation (θ_1) of the vector TV' on the plane XY .

TABLA 1. Posición de los electrodos para obtener diferentes derivaciones monopolares en el equino. /Position of the electrodes to obtain different monopolar derivations in the equine.

| Derivaciones | Electrodos | |
|--------------|--|--|
| | Referencia | Explorador |
| V_{1c} | Para todas las derivaciones: | Borde anterior de la extremidad izquierda a nivel del Olecranon. |
| V_{5c} | -Amarillo en el metacarpo izquierdo. -Rojo en el metacarpo derecho. | Borde anterior de la extremidad derecha a nivel del Olecranon. |
| V_5 | -Verde en el metatarso izquierdo | Sobre la séptima vértebra torácica. |

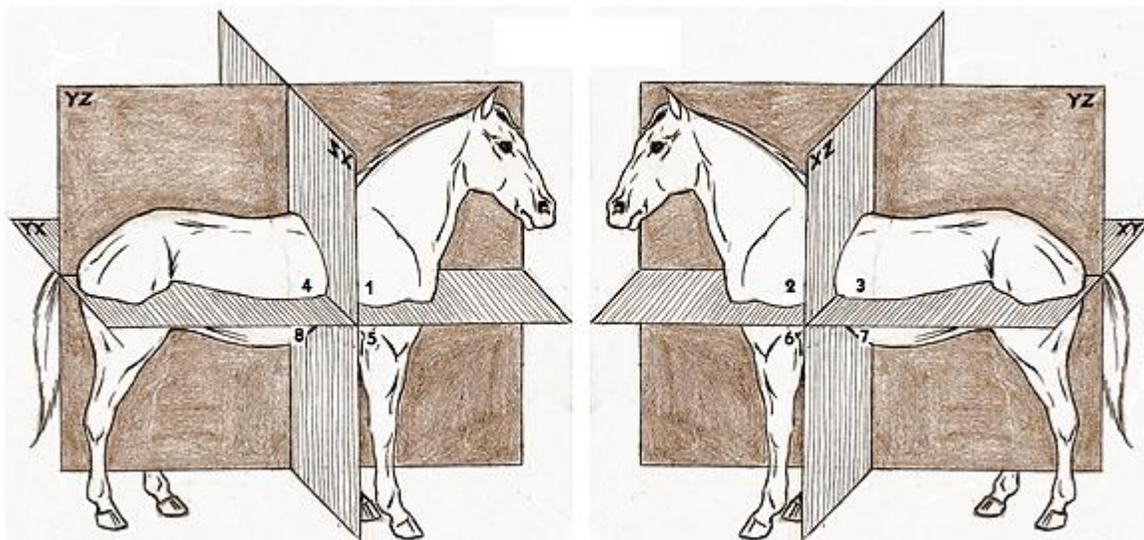


FIGURA 3. Sectores espaciales en los que se divide el cuerpo de los equinos para el análisis vectorial./Spatial sectors in which the equine body is divided for vector analysis.

TABLA 2. Octantes que se ubican hacia el dorso en los equinos./Quadrants that are located to the back in horses.

| | | |
|-----------------|--------------------------------|---|
| 1 ^{ro} | A la derecha y hacia delante | $\alpha_x < 90^\circ$ y $\alpha_y < 90^\circ$ |
| 2 ^{do} | A la izquierda y hacia delante | $\alpha_x > 90^\circ$ y $\alpha_y < 90^\circ$ |
| 3 ^{ro} | A la izquierda y posterior | $\alpha_x > 90^\circ$ y $\alpha_y > 90^\circ$ |
| 4 ^{to} | A la derecha y posterior | $\alpha_x < 90^\circ$ y $\alpha_y > 90^\circ$ |

TABLA 3. Octantes que se ubican ventralmente en los equinos./Quadrants that are ventrally located in horses.

| | | |
|-----------------|------------------------|---|
| 5 ^{to} | Por debajo del primero | $\alpha_x < 90^\circ$ y $\alpha_y < 90^\circ$ |
| 6 ^{to} | Por debajo del segundo | $\alpha_x > 90^\circ$ y $\alpha_y < 90^\circ$ |
| 7 ^{mo} | Por debajo del tercero | $\alpha_x > 90^\circ$ y $\alpha_y > 90^\circ$ |
| 8 ^{vo} | Por debajo del cuarto | $\alpha_x < 90^\circ$ y $\alpha_y > 90^\circ$ |

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las [Tablas 4, 5 y 6](#) se muestran los valores de amplitud de cada una de las ondas electrocardiográficas individuales en sementales equinos, registradas en las derivaciones V_{1c} , V_{5c} y V_6 , respectivamente.

Al observar la onda P, esta resultó predominantemente negativa en las tres derivaciones: en V_{1c} y V_{5c} es negativa en el 100% de los casos y en V_6 el 78 %. Al analizar la amplitud de los valores individuales en las derivaciones V_{1c} , V_{5c} y V_6 no sobrepasan los

0,15mV. Se han reportado valores similares por varios investigadores ([4,5,6,7](#)), lo que explica que la conjugación de la polaridad positiva con la negativa en V_6 es la diferente disposición del electrodo en comparación con V_{1c} y V_{5c} que se encuentran en un mismo plano. Al valorar la significación clínica de la amplitud se debe tener en cuenta la frecuencia de polaridad.

La amplitud promedio de la onda P en la derivación V_{5c} fue de $-0,11 \pm 0,02$ mV y constituye el mayor valor registrado ([Tabla 7](#)). La comparación entre las amplitudes en las derivaciones V_{1c} y V_{5c} no mostró diferencias,

sin embargo difieren con respecto a V₆. Las posibles causas de estas diferencias están dadas por la disposición de los electrodos V_{1c} y V_{5c} en el plano horizontal con respecto al V₆ en el plano sagital del animal.

TABLA 4. Polaridad y amplitud de las ondas electrocardiográficas de cada uno de los sementales equinos en la derivación V_{1c}./Polarity and amplitude of the electrocardiographic waves of each equine stallion in V_{1c} derivation.

| Derivación V _{1c} | | | | |
|----------------------------|---------------|-------|-------|--------|
| Semental | Amplitud (mV) | | | |
| | P | Q | R | T |
| 1 | -0,1 | 0 | 0,5 | -0,15 |
| 2 | -0,1 | -0,1 | 0,7 | -0,2 |
| 3 | -0,1 | 0 | 0,45 | -0,1 |
| 4 | -0,1 | 0 | 0,6 | -0,15 |
| 5 | -0,1 | -0,01 | 0,4 | -0,1 |
| 6 | -0,075 | 0 | 0,65 | -0,1 |
| 7 | -0,05 | 0 | 0,425 | -0,075 |
| 8 | -0,1 | -0,05 | 0,7 | -0,1 |
| 9 | -0,1 | -0,05 | 0,7 | 0,3 |

TABLA 5. Polaridad y amplitud de las ondas electrocardiográficas de cada uno de los sementales equinos en la derivación V_{5c}./Polarity and amplitude of the electrocardiographic waves of each equine stallion in V_{5c} derivation V_{5c}.

| Derivación V _{5c} | | | | |
|----------------------------|---------------|-------|-----|-------|
| Semental | Amplitud (mV) | | | |
| | P | Q | R | T |
| 1 | -0,1 | -0,1 | 0,2 | -0,1 |
| 2 | -0,15 | -0,1 | 0,5 | -0,2 |
| 3 | -0,1 | -0,17 | 0,2 | 0,2 |
| 4 | -0,15 | 0 | 1 | -0,2 |
| 5 | -0,1 | -0,07 | 0,4 | -0,17 |
| 6 | -0,1 | 0 | 1,1 | -0,2 |
| 7 | -0,1 | 0 | 0,4 | 0,12 |
| 8 | -0,1 | 0 | 0,5 | -0,15 |
| 9 | -0,1 | -0,15 | 0,3 | 0,4 |

TABLA 6. Polaridad y amplitud de las ondas electrocardiográficas de cada uno de los sementales equinos en la derivación V₆./Polarity and amplitude of the electrocardiographic waves of each equine stallion in V₆ derivation.

| Derivación V ₆ | | | | |
|---------------------------|---------------|-------|-----|-------|
| Semental | Amplitud (mV) | | | |
| | P | Q | R | T |
| 1 | 0,12 | -0,1 | 1 | 0,3 |
| 2 | -0,15 | -0,1 | 1,2 | -0,3 |
| 3 | -0,1 | -0,1 | 0,6 | 0,15 |
| 4 | -0,1 | -0,2 | 1 | -0,25 |
| 5 | -0,05 | -0,25 | 1,2 | 0,2 |
| 6 | -0,07 | -0,1 | 1,1 | -0,15 |
| 7 | 0,05 | -0,1 | 0,6 | -0,1 |
| 8 | -0,1 | -0,1 | 0,8 | -0,15 |
| 9 | -0,1 | -0,15 | 1 | 0,25 |

La onda Q aparece con poca frecuencia en las derivaciones V_{1c} y V_{5c}, no así en la V₆, lo cual se debe a que estas dos derivaciones se encuentran en el plano horizontal y la última se toma desde una posición vertical a dicho plano. Esta onda es negativa y en el 100 % de las derivaciones la R positiva son ondas discordantes (Fig. 4).

La polaridad de la onda Q fue esencialmente monofásica negativa y su amplitud fluctuó entre 0 a 0,25 mV, con mayor en la derivación V₆. Se observa en la derivación V_{5c} una amplitud muy baja (Tabla 5). Esto se debe a que el electrodo se ubica en una dirección diferente a la que se propaga el vector que determina la amplitud de la onda en el plano XY. A pesar de esta observación, el tratamiento estadístico no mostró diferencias entre las derivaciones analizadas. Los valores de amplitud para esta onda reportados por Rimbaud (8) son similares a los que se han encontrado en esta investigación.

La mayor amplitud de la onda R (p < 0,05) se encontró en la derivación V₆ y los valores en V_{1c} y V_{5c} fueron similares (Tabla 7). Las V_{1c} y V_{5c} se sitúan en el plano horizontal (XY) y V₆

en el plano sagital (YZ); este último está más alejado de la base del miocardio, pero coincidente con la dirección en que se propaga el vector eléctrico, lo cual se ha señalado por varios autores (7,9,10,11,12).

Al observar la onda T, esta resultó ser predominantemente negativa en las tres derivaciones. Es 89 % positiva en V_{1c} , 78 % en V_{5c} y 67% en V_6 . La onda T mostró amplitudes que fluctuaron entre 0,1–0,4 mV, con los mayores valores en la derivación V_5 y los menores en V_{1c} (Tablas 4 y 5). Stewart *et al.* (13) reportaron valores de amplitud para la onda T promedio de 0,2 mV, mientras que Verheyen *et al.* (14) encontraron amplitudes de onda T entre - 0,73 y 0,41mV.

La duración de los segmentos PQ, ST y TP fueron de 0,16 s, 0,23 s y 0,73 s, respectivamente; valores similares se reportaron por Reef *et al.* (15).

En la Tabla 8 se muestran valores de los intervalos PQ, ST, QT y TQ. Este último triplica el valor de QT, aunque se debe tener en consideración que los sementales no se trataron con sedante, por lo que presentaron estados de ansiedad y de estrés propios de la manipulación que influye en el valor de los intervalos, la frecuencia cardíaca y otros parámetros.

No obstante, se encuentran en el rango de los reportados por Hiraga y Sugano (16), quienes mantuvieron a los animales con el mínimo de estrés posible.

En cuanto a la posición espacial del VEI de la actividad ventricular cardíaca, se determinó que los valores de los ángulos (en grados sexagesimal) alcanzados en el equino por la onda R (Tabla 9), oscilan en $\alpha_x = 96^0 \pm 4,7^0$, $\alpha_y = 56^0 \pm 9,6^0$ y $\alpha_z = 38^0 \pm 7^0$, con su ubicación en el segundo octante, o sea en la porción superior izquierda en dirección cefálica (Fig. 5); resultado similar al obtenido en bovino, con una diferencia, en algunos casos, solo de 5° (4,1,17,18,19,20). En una y en otra especie se puede apreciar que el sentido del VEI es ápico–basal; las diferencias se pueden deber a los desplazamientos que experimentan el ápice del corazón bovino a consecuencia de la plétora del rumen y otros estados fisiológicos como es la gestación (18,19). La semejanza con el bovino obedece a que el equino es también un animal perteneciente al grupo B, por la distribución de la red de Purkinje en el miocardio (6).

La ubicación de las restantes ondas electrocardiográficas se indica en la Figura 5. En otras investigaciones se ha tomado en cuenta la proyección del VEI en diferentes planos (4,

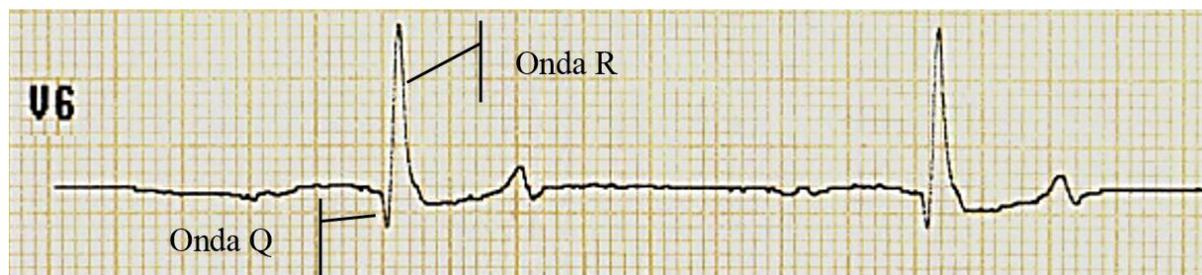


FIGURA 4. Registro electrocardiográfico con la derivación V_6 obtenido de uno de los sementales./Electrocardiographic record with the V_6 derivation obtained from one of the stallions.

TABLA 7. Amplitud media de las ondas electrocardiográficas de los sementales equinos en las derivaciones V_{1c} , V_{5c} y V_6 ./Mean amplitude of the electrocardiographic waves of the equine stallions in the derivations V_{1c} , V_{5c} and V_6 .

| Derivación | P | Q | R | T |
|------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| V_{1c} | -0,09± 0,02 | -0,02± 0,01 | 0,57± 0,13 | -0,14± 0,07 |
| V_{5c} | -0,11± 0,02 | -0,07± 0,06 | 0,51± 0,33 | -0,19± 0,09 |
| V_6 | -0,09± 0,03 | -0,13± 0,06 | 0,94± 0,23 | -0,21± 0,07 |

TABLA 8. Duración de ondas, segmentos e intervalos electrocardiográficos en sementales equinos, derivación V₆./Duration of electrocardiographic waves, segments and intervals in equine stallions, V₆ derivation.

| No. | Duración Ondas (ms) | | | Duración Segm. (ms) | | | Intervalos (ms) | | | FC. | |
|-------|---------------------|--------|-------|---------------------|-------|-------|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| | P | QRS | T | PQ | ST | TP | PQ | ST | QT | | TQ |
| Media | 0,05 | 0,09 | 0,06 | 0,16 | 0,23 | 0,73 | 0,21 | 0,23 | 0,32 | 0,94 | 48,5 |
| SD | ±0,02 | ±0,005 | ±0,02 | ±0,05 | ±0,05 | ±0,33 | ±0,05 | ±0,05 | ±0,05 | ±0,45 | ±14,1 |

TABLA 9. Parámetros que ofrecen la orientación espacial de los vectores correspondientes a las ondas electrocardiográficas en sementales equinos./Parameters offering the spatial orientation of the corresponding vectors for the electrocardiographic waves in equine stallions.

| Ondas | n | | φ_x | V_T^I | V_T | α_x | α_y | α_z |
|-------|---|-----|-------------|---------|-------|------------|------------|------------|
| P | 9 | MED | -91,8 | 0,15 | 0,18 | 93 | 143 | 122 |
| | | SD | 7,9 | 0,02 | 0,03 | 5,85 | 3,32 | 17,12 |
| Q | 2 | MED | -68,5 | 0,12 | 0,2 | 80 | 123 | 142 |
| | | SD | 21,92 | 0,06 | 0,04 | 8,49 | 17,68 | 13,44 |
| R | 9 | MED | 102 | 0,68 | 1,12 | 96 | 56 | 38 |
| | | SD | 8,57 | 0,14 | 0,23 | 4,7 | 9,66 | 7 |
| T | 9 | MED | -83 | 0,22 | 0,33 | 85 | 133 | 136 |
| | | SD | 4,25 | 0,09 | 0,14 | 2,6 | 5,8 | 5,56 |

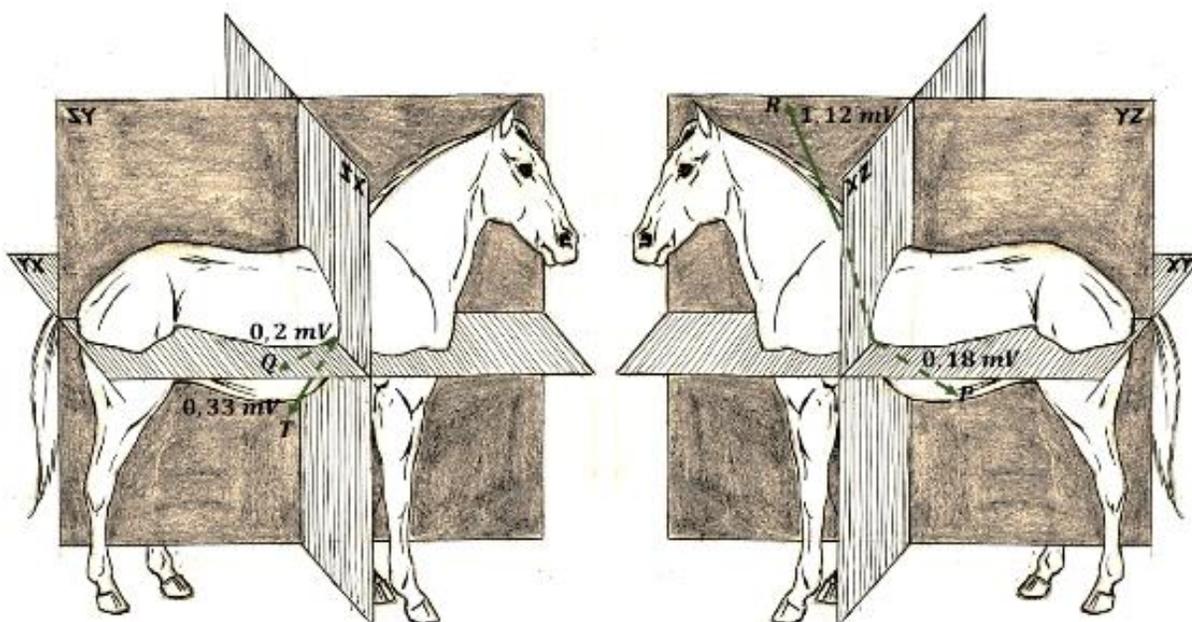


FIGURA 5. Orientación espacial de los vectores correspondientes a las ondas electrocardiográficas en sementales equinos./Spatial orientation of the electrocardiographic waves in equine stallions.

20,21), pero no se había establecido el método de cálculo que permitiera determinar la ubicación espacial de este y del resto de las ondas en los equinos.

Se concluye que los valores de duración de ondas, segmentos e intervalos se caracterizan por tener una estrecha relación con la baja frecuencia cardíaca de esta especie, en comparación con otras de similar talla corporal; el VEI de la onda R se ubica en el segundo octante, parte superior izquierda en dirección cefálica, similar al que se obtiene en bovino.

REFERENCIAS

1. Honda N, Dörner C, Godoy A. Efectos del entrenamiento sobre variables electrocardiográficas en equinos Fina Sangre de Carrera. *Avances en Ciencias Veterinarias*. 2013; 28 (1): 2-7.
2. Vélez M. Valoración cardíaca mediante electrocardiografía y ecocardiografía de Caballos Criollo Colombiano pacientes de la Clínica Veterinaria Lasallista. [Trabajo de Diploma]. Caldas, Antioquia: Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias; 2014. h. 34.
3. Pompa A. Determinación de las derivaciones electrográficas estables en bovinos Holstein. *Salud Animal*. 2000; 22 (1): 27-34.
4. Pompa A. Determinación de la orientación espacial del vector eléctrico integral de cada onda electrocardiográfica en cuadrúpedos, tomando como referencia al bovino. *RevSaludAnim*. 2003;25(3):186-191.
5. Verheyen T, Decloedt A, De D, Deprez P, Sys S, Van G. Electrocardiography in horses: part 1. How to make a good recording. 1 ed. Germany: VlaamsDiergeneeskundigTijdschrift; 2010. pp. 331-336.
6. Hamlin R, Smith C. Categorization of common domestic animals base upon their ventricular activation process. *American Ann. Acad. Sci*; 1960. pp. 195-203.
7. Serrano D, Peña L, Vega F. Incidencia de alteraciones cardiovasculares en caballos criollos colombianos mediante diagnóstico ecocardiográfico. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*. 2011;4(1):61-68.
8. Rimbaud E. Electrocardiograma fetal. *Recvet [en línea]* marzo 2011 [Consulta: 13 noviembre 2015]; 12 (3). Disponible en: http://www.cladead.com/cursos/MVETE/MVETE-000005/ecg_fetal2.htm.
9. Saschse F. *Computational Cardiology: modeling of anatomy, electrophysiology, and mechanics*. American: Springer-Verlag; 2011. p. 214.
10. Diniz M. Estudio electrocardiográfico de equinos da rasa Mangalarga Marchador. ed. *Brasil. Medicina Veterinaria y Zootecnia*. 2008;60(3):536-542.
11. Marr C. *Cardiology of the Horse*. 5a ed. W.B. Saunders. London: Ed Marr; 2011.
12. Clayton C. Chapter 1, the cardiovascular system. *Sport Horse Publications*. 2013;2(14):3-18.
13. Stewart J, Rose R, Davis P, Hoffman K. A comparison of electrocardiographic findings in racehorses presented either for routine examination or for poor racing performance: *Equine exercise physiology*. Snow, D.H., S.G.B. Persson a R.J. Rose (Eds): Cambridge Granta Editions; 2006. p. 112.
14. Verheyen T, Decloedt A, De D, Deprez P, Sys S, Van G. Electrocardiography in horses: part 1. How to make a good recording. 1 ed. Germany: VlaamsDiergeneeskundigTijdschrift; 2010. pp. 331-336.
15. Reef VB, Bonagura J, Buhl R, McGurrin MKJ, Schwarzwald CC, Van G. Recommendations for Management of Equine Athletes with Cardiovascular Abnormalities. *J Vet Intern Med*. 2014;28 (1):749-761.
16. Hiraga A, Sugano S. History of research in Japan on electrocardiography in the racehorse. *Journal of EquineScience [en línea]* enero 2015 [Consulta: 09 abril 2015]; 26 (1): 1-13. Disponible en: 10.1294/jes.26.

17. Takahashi T, Matsui A, Mukai K, Ohmura H, Hiraga A, Aida H. The Effects of Inclination (Up and Down) of the Treadmill on the Electromyogram Activities of the Forelimb and Hind limb Muscles at a Walk and a Trot in Thoroughbred Horses. *Journal of EquineScience* [en línea] noviembre 2014 [Consulta: 10 septiembre 2015]; 25 (4). Disponible en: [10.1294/jes.25.73](https://doi.org/10.1294/jes.25.73) · Source: PubMed.
18. Durando, M. Exercise and Stress testing. In: Marr CM and Bowen IM, editors. *Cardiology of the horse* 2nd Edition. Edinburgh, Elsevier, 2011, Chapter 11, pp. 127-139.
19. Van G, Young L. ECG survival tips: How to record them & how to read them. U.K: ResearchGate; 2013. DOI: [10.13140/2.1.3413.1528](https://doi.org/10.13140/2.1.3413.1528).
20. Salgueiro R, Alfonso A, Gomes M, Vela C, Sudano J, Oba E. Electrolyte, Blood Gas and Electrocardiographic Profile of Neonatal Foals in the First 48 Hours of Life. *ScientiaeVeterinari*. 2015;43(1321):1-7.
21. Mincarelli R, Martins D, Paulino D, Da J, Queiroz A, Corrêa J. Respostaseletrocardiográficas de equinos aotreinamentocom base na curva velocidade-lactato determinada emesteirarolante. *Ciencia Animal Brasileira*. 2011;12(1):163-17