

## Morfología y polaridad de la onda P del electrocardiograma en el bovino

### Morphology and polarity of the P wave of the electrocardiogram in cattle



<http://opn.to/a/fISdT>

Alberto Pompa-Núñez <sup>1\*</sup>, Maikel Camejo-Zamora <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Agraria de La Habana “Fructuoso Rodríguez Pérez” (UNAH), Carretera Tapaste y Autopista Nacional, Km 23 ½, CP 32 700, San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba.

**RESUMEN:** El objetivo del presente trabajo fue determinar la polaridad y la morfología de la onda P del electrocardiograma (ECG) del bovino en derivaciones bipolares y monopolares. Se obtuvieron registros electrocardiográficos de 100 animales de la raza Holstein, clínicamente sanos y pertenecientes a diferentes grupos etarios de uno y de otro sexo: 10 terneras, 10 terneros, 20 novillas, 10 vacas lactantes, 25 sementales jóvenes ya incorporados al plan de extracción de semen y 25 sementales adultos, en 20 derivaciones, nueve bipolares y 11 monopolares. Las ondas P fueron codificadas de acuerdo a su morfología; se determinó la frecuencia con que aparecen sus diferentes formas y el tipo de polaridad en cada una de las derivaciones empleadas. Como resultado se obtuvo que en las derivaciones bipolares de hombro y en la de base-ápice, así como en las monopolares situadas hacia la base o hacia el ápice del corazón, se manifestó la menor variabilidad en la morfología y en la polaridad. Se concluye que al emplear en los cuadrúpedos las 12 derivaciones clásicas, establecidas en el hombre, la polaridad y la morfología obtenida para la onda P es muy variable. Sin embargo, se demostró que existen otros puntos de derivación en los que se manifiesta estabilidad en la polaridad de esta onda y un número más reducido de diferentes configuraciones.

**Palabras clave:** derivaciones monopolares y bipolares, ECG, morfología, onda P, polaridad, raza Holstein.

**ABSTRACT:** The objective of this work was to determine the polarity and morphology of the P wave of the electrocardiogram (ECG) of cattle in bipolar and monopolar derivations. Electrocardiographic records of 100 animals (Holstein breed), clinically healthy and belonging to different age groups and both sexes, were obtained. They were: 20 calves (10 females and 10 males), 20 heifers, 10 lactating cows, 25 young stallions already incorporated to the semen extraction plan, and 25 adult stallions, in 20 derivations (nine bipolar and 11 monopolar). P waves were coded according to their morphology. The frequency with which their different forms and the type of polarity appear in each of the derivations used, was determined. As a result, it was obtained that the lowest variability with respect to morphology and polarity was shown in the bipolar derivations of the shoulder, in the base-apex derivations, as well as in those monopolar derivations located towards the base or the apex of the heart. It is concluded that when the 12 classical derivations, established in humans, are used in quadrupeds, the polarity and morphology obtained for the P wave is very variable. However, it was shown that there are other points in which there is stability in the polarity of this wave and a smaller number of different configurations.

**Key words:** monopolar and bipolar derivations, ECG, morphology, P wave, polarity, Holstein breed.

\*Autor para correspondencia: *Alberto Pompa Núñez*. E-mail: [pompa@unah.edu.cu](mailto:pompa@unah.edu.cu)

Recibido: 11/12/2018

Aceptado: 20/02/2019

## INTRODUCCIÓN

El primer componente que aparece en el electrocardiograma durante la actividad eléctrica cardíaca lo constituye la onda P, la cual refleja la despolarización auricular. Se produce como resultado de los potenciales de superficie que se originan al pasar la excitación del nódulo senoauricular o de Keit-Flack, desde la aurícula derecha hasta la izquierda. Su polaridad negativa, positiva o bifásica depende del punto donde se coloca el electrodo de registro. En las primeras investigaciones realizadas en bovino se encontró que esta onda se presenta con gran incidencia bifásica, con polaridad muy variable y con potencial extremadamente bajo (1). En investigaciones posteriores realizadas en Cuba, con la colocación de los electrodos en otros puntos de la superficie corporal, se han encontrado derivaciones en las que la polaridad de la onda P es siempre positiva, como son IIIH, IIIH, IIE, IIIE, V<sub>3</sub>, V<sub>3c</sub>, V<sub>4</sub>, V<sub>5</sub> y B-A, o siempre negativa como IH, V<sub>1H</sub> y V<sub>10</sub> (2).

La repolarización atrial no se puede ver en el trazado electrocardiográfico porque permanece oculta, debido a la superposición de la despolarización ventricular que origina voltajes más elevados (3). El objetivo del presente trabajo fue determinar la polaridad y la morfología de la onda P del ECG del bovino en varias derivaciones bipolares y monopolares, como referencia para el diagnóstico de las alteraciones en la conducción del impulso eléctrico a nivel auricular.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En esta investigación se utilizaron registros electrocardiográficos procedentes de 100 bovinos de la raza Holstein, clínicamente sanos y pertenecientes a diferentes grupos etarios de uno y de otro sexo: 10 terneras, 10 terneros, 20 novillas, 10 vacas lactantes, 25 sementales jóvenes incorporados al plan de extracción de semen y 25 sementales adultos. La edad promedio de las terneras y de los terneros fue de  $33 \pm 9$  días, la de las novillas de  $20 \pm 3$  meses, la de las vacas de  $4 \pm 2$  años, la de los sementales jóvenes de  $21 \pm 4$  meses y la de los adultos de  $7 \pm 3$  años. Los terneros, las novillas y las vacas lactantes procedieron del distrito de producción

“Guayabal” de la Universidad Agraria de la Habana (UNAH) y los sementales del Centro Nacional de Inseminación Artificial “Rosafé Signet” ubicado en San José de Las Lajas, provincia Mayabeque.

Se utilizaron 20 derivaciones, nueve bipolares y 11 monopolares (Tablas 1 y 2). Las ondas P fueron codificadas de acuerdo a su morfología (Fig. 1) y se determinó la frecuencia con que aparece cada una de las formas encontradas. Se utilizó un electrocardiógrafo portátil (HITACHI, de fabricación japonesa) calibrado con una señal de 1 mV/cm y una velocidad de corrida del papel de 25 mm/s. Durante el muestreo los animales se encontraban en estación, en un estado de correcto aplomo sobre sus extremidades. El procesamiento estadístico consistió en determinar la frecuencia de la polaridad y de las formas de la onda P en cada una de las 20 derivaciones anteriormente reportadas (4). Se realizó la prueba de comparación de proporciones para valorar si existían diferencias estadísticamente significativas entre derivaciones que originaran ondas con la misma polaridad o con morfologías similares.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se ilustran las diferentes formas de onda P encontradas y se identifica cada una con un número, que permitirá referirse posteriormente a ellas a través de esta codificación. La codificación que permitió obtener los datos de la Tabla 3 constituye un punto de referencia para el estudio e interpretación de los registros electrocardiográficos, tanto en el ganado bovino como en otras especies de animales domésticos del grupo B, según la categorización electrocardiográfica realizada con anterioridad por Hamlin y Smith (5), así como para la caracterización de los procesos patológicos que afectan de alguna manera la excitación del corazón a nivel auricular, como son la fibrilación (6,7,8), las alteraciones en la generación y la conducción del impulso eléctrico (9,10,11), así como otros trastornos (12,13,14).

En la Tabla 3 se muestra la frecuencia con que aparece cada una de las formas de onda y su polaridad en las derivaciones bipolares de extremidades y de hombro, así como en las

**Tabla 1.** Posición de los electrodos para obtener diferentes derivaciones bipolares en bovino./ *Position of the electrodes to obtain different bipolar derivations in cattle.*

ELECTRODOS		
DERIVAC.	NEGATIVO ( electrodo rojo o amarillo )	POSITIVO (amarillo o verde)
DI	Tercio medio del gran metacarpiano derecho (electrodo rojo).	Tercio medio del gran metacarpiano izquierdo (electrodo amarillo).
DII	Tercio medio del gran metacarpiano derecho (electrodo rojo).	Tercio medio del gran metatarsiano izquierdo (electrodo verde).
DIII	Tercio medio del gran metacarpiano izquierdo (electrodo amarillo).	Tercio medio del gran metatarsiano izquierdo (electrodo verde).
IH	Sobre el quinto espacio intercostal derecho a la altura de la articulación escápulo humeral (electrodo rojo).	Por delante de la articulación escápulo humeral izquierda (electrodo amarillo).
IIE	Sobre el quinto espacio intercostal derecho a la altura de la articulación escápulo humeral (electrodo rojo).	Tercio medio del gran metatarsiano izquierdo (electrodo verde).
IIH	Sobre el quinto espacio intercostal derecho a la altura de la articulación escápulo humeral (electrodo rojo).	Pliegue pregenuel izquierdo (electrodo verde).
IIIE	Por delante de la articulación escápulo-humeral izquierda (electrodo amarillo).	Tercio medio del gran metatarsiano izquierdo (electrodo verde).
IIIH	Por delante de la articulación escápulo humeral izquierda (electrodo amarillo).	Pliegue pregenuel izquierdo (electrodo verde).
B-A	Sobre la séptima vértebra torácica (electrodo rojo).	Apéndices xifoides del esternón, hacia el ápice del corazón (electrodo amarillo).

monopolares pericordiales. Al realizar la prueba de comparación de proporciones no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre derivaciones, situadas hacia la base o hacia el ápice del corazón, que originaran ondas con la misma polaridad o con morfologías similares. En las derivaciones bipolares de extremidades predominan las ondas P positivas con la mayor proporción de valor cero en DI y la menor en DII. En las tres derivaciones, la frecuencia de ondas P negativas fue de 1 % y la forma predominante fue la acuminada o puntiaguda.

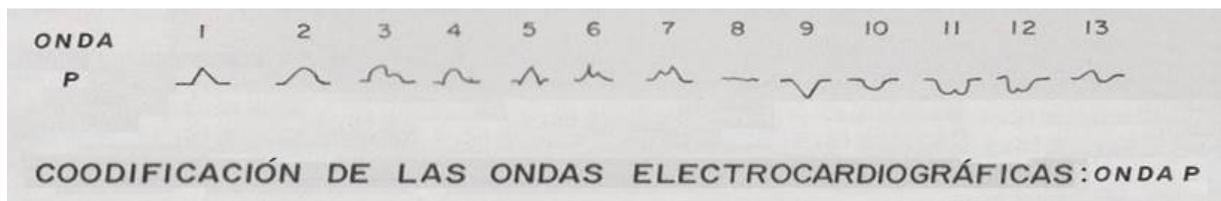
En las derivaciones de hombro, la polaridad resultó predominantemente negativa en IH y con mayor diversidad de formas que en las cuatro restantes, en las que la polaridad fue positiva en 100 % de los animales y la forma con mayor frecuencia fue la acuminada. En la derivación base-ápice, que ha sido empleada en vacas Holstein (15), se encontró que todas las ondas P resultaron también positivas, pero con la más alta frecuencia de formas redondeadas y el 20 % con una muesca.

Las derivaciones monopolares pericordiales, denominadas precordiales en el hombre (16), que se encuentran hacia la base del corazón  $V_{IH}$ ,  $V_{2C}$

y  $V_{10}$ , exhiben ondas P negativas, las que se encuentran hacia el ápice  $V_{3C}$ ,  $V_4$  y  $V_5$  positivas. En las derivaciones  $V_3$  y  $V_{3H}$  que se registran en la base del corazón se obtiene una polaridad positiva porque se ubican hacia el lado izquierdo del animal y el proceso de despolarización auricular se origina en la aurícula derecha y el extremo positivo del vector se dirige hacia la izquierda. En la derivación pericordial  $V_6$  que se ubica hacia el ápice, simétrica a  $V_{3C}$ , los valores nulos de P alcanzaron el 71 %, lo que obedece a su ubicación en la porción derecha, en una zona de transición del dipolo que se origina al producirse la despolarización atrial, con su inicio en la aurícula derecha y la terminación en el sentido del ápice. Esto demuestra que la recta que indica la dirección en que se colocó el electrodo de registro, en 71 % de los casos intersectó perpendicularmente a aquella que indica la dirección y sentido en que se propaga el vector originado por la despolarización auricular, que se origina en la aurícula derecha (17,18). El potencial de acción es propagado desde el punto de origen por el músculo auricular y por los haces de fibras internodales hasta el nódulo auriculoventricular (A-V) o nódulo de Aschoff-Tawara, el cual está localizado cerca del anillo de

**Tabla 2.** Colocación de los electrodos para obtener derivaciones monopoles pericordiales en bovino./ *Placement of the electrodes to obtain precordial monopolar derivations in cattle.*

ELECTRODOS		
Derivación	REFERENCIA (VALOR CERO)	EXPLORADOR
V <sub>1H</sub>		Por delante de la articulación escápulo humeral derecha.
V <sub>1C</sub>		Borde anterior de la extremidad derecha a nivel del olécranon.
V <sub>2E</sub>		Por delante del manubrio del esternón. Punto medio del semento definido por las derivaciones V <sub>1C</sub> y V <sub>2C</sub>
V <sub>2C</sub>		Borde anterior de la extremidad izquierda a nivel del olécranon.
V <sub>3C</sub>		Cuarto espacio intercostal izquierdo a nivel del olécranon, por detrás de la articulación del codo izquierdo.
V <sub>4</sub>	Para todas las derivaciones: electrodo amarillo en el metacarpo izquierdo, rojo en el metacarpo derecho y verde en el pliegue pregenual izquierdo.	Entre V <sub>3C</sub> y V <sub>5</sub> .
V <sub>5</sub>		Apéndices xifoides del esternón. En el ápice del corazón.
V <sub>6</sub>		Cuarto espacio intercostal derecho a nivel del olécranon, por detrás de la articulación del codo derecho.
V <sub>3H</sub>		Cuarto espacio intercostal izquierdo a la altura de la articulación escápulo humeral, por detrás de la articulación del hombro izquierdo.
V <sub>3</sub>		Cuarto espacio intercostal izquierdo, en el punto medio del segmento que une V <sub>3C</sub> y V <sub>3H</sub> .
V <sub>10</sub>		Sobre la séptima vértebra torácica.



**Figura 1.** Codificación de las 13 formas de onda P encontradas en 100 bovinos de la raza Holstein, en 20 derivaciones. / *Coding of the 13 forms of P wave found in 100 Holstein cattle, in 20 derivations.*

la válvula tricúspide por encima del septum interventricular (19).

En la superficie corporal se registra la suma algebraica de los potenciales de acción producidos en cada una de las células individuales de las aurículas y se inscribe la onda P en el ECG (20,21,22). Cualquier factor que modifique la frecuencia con que se originan los impulsos o su velocidad de conducción trae como consecuencias arritmias de diferentes intensidades (23,24,25).

Las formas de la onda P en las derivaciones monopoles pericordiales, tanto en las que predomina la polaridad positiva como la negativa, son la acuminada y la redondeada. En las derivaciones V<sub>6</sub> y V<sub>3H</sub> se obtuvo la mayor cantidad de ondas P morfológicamente diferentes. Este comportamiento está asociado a la dirección y sentido en que se extiende el vector que origina la onda. La interpretación racional de un ECG depende del análisis de la dirección y amplitud de los vectores cardiacos respecto a las

**Tabla 3.** Frecuencia de aparición de diferentes polaridades y formas de ondas electrocardiográficas P, en derivaciones bipolares y monopolares, en 100 bovinos Holstein./ *Frequency of appearance of different polarities and forms of electrocardiographic P waves (bipolar and monopolar derivations), in 100 Holstein cattle.*

Codificación	CODIFICACIÓN DE LA ONDA P.												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Morfología													
Polaridad	+	+	+	+	+	+	+	0	-	-	-	-	+/-
Derivaciones Bipolares													
De Extremidades.													
DI	42	8	5					44	1				
DII	69	17						13		1			
DIII	55	18	1			1		24	1				
De hombros													
IH						3		13	36	44	3		1
IIE	65	34						1					
IIH	65	34						1					
IIIIE	58	39	2					1					
IIIIH	58	39	2					1					
Entre Base y Ápice (B-A).	19	61	1					19					
Monopolares pericardiales													
V <sub>IH</sub>								2	54	42	1		1
V <sub>2C</sub>	3							34	15	47	1		
V <sub>3C</sub>	62	21						16	1				
V <sub>4</sub>	33	37						29	1				
V <sub>5</sub>	14	41						45					
V <sub>6</sub>	4	9	1					71	6	6			3
V <sub>3H</sub>	63	9		1	10			14	1	1		1	
V <sub>3</sub>	77	13			2			8					
V <sub>10</sub>								5	32	59	4		

derivaciones electrocardiográficas. El vector P es la resultante, promedio, de la despolarización auricular (26,27). En condiciones normales se reúnen varias reglas para determinar si el ritmo cardíaco es normal, la primera plantea que en cada derivación los latidos que se registran se suceden en forma regular y todos tienen una morfología similar; la segunda es que cada complejo QRS es precedido de una onda P, positiva en todas las derivaciones excepto en AVR, en el hombre (28,29,30).

En las primeras investigaciones realizadas en bovino, se encontró que la onda P del ECG, a diferencia del hombre, se presenta con gran incidencia bifásica y con potencial extremadamente bajo, estando presente siempre en DII con una polaridad +/- en el 65 % de los casos y presentándose en DI y DIII generalmente positiva (1). En la derivación DII también se han reportado valores de amplitud muy variables (31). En general, se plantea que el aspecto y la polaridad de la onda P son variables, aunque predominantemente positivas en las derivaciones

estándares (32,33). Resultados similares se observan en el presente trabajo, pero se han utilizado otras derivaciones en las que la onda P adquiere también signo predominantemente positivo, en la V3H, o predominantemente negativo en IH y V<sub>2C</sub> y se determinaron derivaciones en las que la polaridad de P es siempre positiva, IIE, IIIH, IIIE, IIIH, B-A, V<sub>5</sub> y V<sub>3</sub> o siempre negativa, V<sub>1H</sub> y V<sub>10</sub>. También se ha encontrado en el caballo algunos puntos que originan ondas P con cierta estabilidad en su polaridad (34,35).

Hasta doce posiciones específicas de los electrodos se usan para monitorear las funciones cardiacas, a las que se han sumado una serie de propuestas de configuraciones adicionales para propósitos específicos (36). Aunque el registro de electrocardiografía convencional se basa en la toma de las tres derivaciones bipolares de Einthoven, las tres aumentadas de Goldberger y las seis precordiales o del plano horizontal, lo cual hace un total de 12 derivaciones distribuidos en la colocación de 10 electrodos (29,37), en este trabajo se han adicionado ocho derivaciones que son estables en su polaridad y se obtienen pocas variaciones en la morfología.

El análisis morfológico de cada una de las ondas que componen el ECG obtenido en las distintas derivaciones estándares en bovino ha sido realizado por varios investigadores, coincidiendo todos en que existen diversos tipos de formas para la onda P y la T (38,39), al igual que en otras especies animales (40,41). En el hombre, las ondas P son siempre positivas en todas las derivaciones, excepto en aVR que generalmente es negativa y ocasionalmente puede tener apariencia bifásica (42,43). Se inicia con la primera deflexión positiva, desde la línea basal y finaliza cuando esta retorna a la misma línea isoelectrónica. Representa la despolarización de las aurículas que comienza en el nódulo sinusal y se propaga por las aurículas en todas las direcciones (44,45).

En la derivación V<sub>10</sub> la onda P es negativa en bovino y en equino (2,4). En la derivación base-ápice, en los caballos es positiva y, frecuentemente, bifásica o escotada (43), al igual que en el bovino (17,18). La repolarización atrial no se puede ver en el trazado electrocardiográfico

porque permanece oculta, debido a la superposición de la despolarización ventricular (3,46). En el ritmo normal cada complejo QRS está precedido por una onda P (29). Los latidos se producen con una variación de frecuencia y el tiempo entre los latidos puede ser variable (47). Cuando se producen arritmias supraventriculares se presentan episodios de fibrilación auricular (FA) paroxística y una respuesta ventricular lenta (7).

En los cuadrúpedos se han empleado, en la mayoría de los casos, las 12 derivaciones clásicas establecidas en el hombre, donde las posiciones que guardan los electrodos con respecto a la dirección de propagación del vector que caracteriza la onda P resulta diferente y la polaridad y morfología obtenida es muy variable. Sin embargo, se demostró que existen otros puntos de derivación en los que se manifiesta estabilidad en la polaridad de esta onda y un número más reducido de configuraciones, lo que constituye una referencia para el diagnóstico de las alteraciones en la conducción del impulso eléctrico a nivel auricular.

## REFERENCIAS

1. Alfredson BV, Sykes JF. Electrocardiographic studies in normal dairy cattle. *J Agric Res.* 1942;65(2):61-87.
2. Pompa NA. Derivaciones electrocardiográficas estables en el bovino Holstein, en condiciones tropicales. (Tesis en Opción al Grado Científico de Doctor en Salud Animal), Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Cuba. 1990.
3. Santamarina PG, Torío AR, Suárez, LuisaRM. Principios básicos en electrocardiografía veterinaria (I): fundamentos. Consulta de Difusión Veterinaria. P. 51. <http://www.consultavet.org>.
4. Pompa NA. Determinación de las derivaciones electrográficas estables en bovinos Holstein. *Rev Salud Anim.* 2000;22(1):27-34.
5. Hamlin R, Smith C. Categorization of common domestic mammals based upon their ventricular activation process. *Ann N Y Acad Sci.* 1965;127:195-23.
6. Gándara R, Santander B, Mora P, Amaris P. Taquicardias supraventriculares. Estado del arte. *Rev Fac Med.* 2016;64(1):111-121.

7. Pérez RA, de Abreu LC, Barbosa BR, Paixao AA. El síndrome del QT corto congénito: Avances en los últimos años. *Revista CONAREC*. 2016;32(135):141-147.
8. Lobo ML, Cursack G, García BD, Echazarreta D, Perna E. Algoritmo de insuficiencia cardíaca aguda Manejo inicial: etapa prehospitalaria, departamento de emergencias, internación en unidad coronaria. *Insuf Card*. 2018;13(1):24-39.
9. Cruz M, Castro H, Carballoso GL, Martínez L. Taquicardias ventriculares idiopáticas de las cúspides aórticas: Revisión del tema a propósito de un caso. *CorSalud*. 2018;10(1):80-88.
10. Orozco E, Moreno C, Vivas SM, González MC. Reporte de caso clínico: taquicardia supraventricular secundaria a irrigación con glicina. *Rev Chil Anest*. 2018;47:97-101.
11. Serra JL, Figueroa JA, Fassano N. Taquicardia auricular focal y taquicardiomiopatía. *Rev Fed Arg Cardiol*. 2018;47(1):03-09.
12. Paredes A, Bittner A, Vergara I. Compromiso de conciencia y bradicardia. *Rev Chil Cardiol*. 2018;37:55-57.
13. Rubio SJ. Papel de enfermería en el tratamiento de las principales alteraciones electrocardiográficas: bradiarritmias, taquiarritmias y fibrilación auricular. *Enferm Cardiol*. 2018;25(73):76-84.
14. Soto RL, Garduño RM, Millán CK, Moreno LA, Valladares CB. Intoxicación por teobromina en perros. Una revisión. *REDVET Rev. ElectrónVet*. 2018;19(3).7pp.
15. D' Roth L. Electrocardiographic parameters in the normal lactating Holstein cow. *Can Vet J*. 1980;21(10):271-277.
16. Morán M. Relevancia de la interpretación del electrocardiograma de reposo en la evaluación pre- participativa de deportistas. *Rev Actual Clinic Meds*. 2018;2(1):8-12.
17. Pompa NA. Predicción de la orientación espacial del vector eléctrico integral de cada onda electrocardiográfica en cuadrúpedos, a partir de la determinación de los puntos dipolos de las ondas en el plano transversal xz. *Rev Salud Anim*. 2003;25(2):91-97.
18. Pompa A. Determinación de la orientación espacial del vector Eléctrico integral de cada onda electrocardiográfica en Cuadrúpedos, tomando como referencia al bovino. *Rev Salud Anim*. 2003;25(3):186-191.
19. Hilwig W. ECG of the month, genesis of the electrocardiogram. *J Am Vet Med Ass*. 1976;169(10):1054-1055.
20. Hellman T, Kiviniemi T, Vasankari T, Nuotio I, Biancari F, Bah A, et al. Prediction of ineffective elective cardioversion of atrial fibrillation: a retrospective multi-center patient cohort study. *BMC Cardiovascular Disorders*. 2017;17(33):3-5.
21. Pérez F. Anabel y Mederos HJ. Alteraciones electrocardiográficas en pacientes con hemorragia intracerebral espontánea. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*. 2016;15(1):27-39.
22. Porras G, Quesada G. Reporte de un caso y Revisión Bibliográfica. Elevación transitoria del segmento ST en paciente víctima de trauma eléctrico en el hospital San Rafael de Alajuela. *Revista Medicina Legal de Costa Rica - Edición Virtual*. 2016;33(1).5pp.
23. Muñoz OE, Arévalo GE, Abad P, Sénior M. Cardiomiopatías infiltrativas. Presentación de un caso de sarcoidosis cardíaca. *IATREIA*. 2017;30(1):72-80.
24. Carstensen E, Kjaer L, Haugaard M, Flethj M, Hesselkilde E, Kanters J, et al. Antiarrhythmic effects of combining dofetilide and ranolazine in a model of acutely induced atrial fibrillation in horses. *J CardiovascPharmacol* [ en línea]. 2018;71(26):27-35.
25. Decloedt A, Broux B, De D, Deprez P, Van G, Vera L, et al. Effect of sotalolol on heart rate, QT interval, and atrial fibrillation cycle length in horses with atrial fibrillation. *J Vet Int Med*. 2018;(7):1-5.
26. Pozas G, Valdés R, Ibarra C. Método de Grant, eje eléctrico de P, eje eléctrico de QRS, eje eléctrico de T, eje eléctrico espacial. *Rev Ciencias Clínicas*. 2012;9(27):18-22.
27. Aguirre RJ. Diagnóstico de las Arritmias en Atención Primaria. *Revista Andaluza de Atención Primaria*. 2016. Año 5;5:5-6
28. Vindas ZJ, Moya AA, Muñoz HP, Rojas MR. Interpretación práctica del electrocardiograma en el Servicio de Emergencias. *Rev Salud*. 2016;1(1):9-22.

29. Zavala VJ. Descripción del electrocardiograma normal y lectura del electrocardiograma. Taller: Electrocardiografía básica para anestesiólogos. 2017;40(1):210-213.
30. Rivero I, Valdés E, Valdés FE. Nuevo método para obtener la frecuencia cardíaca instantánea mediante el análisis espectro temporal del seismocardiograma. Revista Cubana de Ciencias Informáticas. 2017;11(1):122-135.
31. Clark D, Szabuniewicz M. Clinical use of the electrocardiograms in animals. Part I. Fundamentals of ECG examination. Vet Med Small Anim Clinical. 1966;61(8):751-760.
32. Lightowler-Sahlgren CH. El electrocardiograma bovino. Ira Parte. Sus componentes normales. Rev Med Vet Buenos Aires. 1970;51(3):197-210.
33. Upadhyay RC, Sud SC, Joshi HC, Bagha H.S. Electrocardiographic studies in Jersey cattle. Ind Vet J. 1976; 53: 953-996.
34. Illera JC, Illera M, Hamlin RL. Unipolar thoracic electrocardiograms in which P waves of relative uniformity occur in male horses. Am J Vet Res. 1987;48(12):1697-1699.
35. Illera JC, Illera M, Hamlin R. Unipolar thoracic electrocardiograms that induces QRS complexis of relative uniformity from male horses. Am. J. Vet. Res. 1987b; 48(12): 1700-1702.
36. Sanmiguel RA, Plazas HFA, Trujillo DY, Pérez MR, Peñuela LM, DiGiacinto A. Requerimientos para la medición de indicadores de estrés invasivos y no invasivos en producción animal. Rev Inv Vet Perú. 2018;29(1):15-30.
37. Avitia R, Avena G, Flores N, Reyna M, Nava M. Datos Fisiológicos de Baja California: PhysioBC, Resultados en Electrocardiografía. Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica. 2017;38(1):372-381.
38. Lank RB, Kingrey BW. Electrocardiograms of normal lactating dairy cows. Am J Vet Res. 1959;20:273-277.
39. Upadhyay RC, Sud SC. Ventricular repolarization (T) wave in ruminants. Ind J Dairy Sci. 1978;31:237.
40. Rezakhani A, Szabuniewicz M. The electrocardiogram of the camel. Zentb Vet Med. 1977;24(4):277-286.
41. Upadhyay RC, Sud SC. Electrocardiogram of buffaloes. Ind J Dairy Sci. 1982;35(1):8-12.
42. Abu-Suboh A, Abadia M. Variantes normales en electrocardiografía. Revista Medicina Integral. 2001;38(7):323-329.
43. Santamarina PG, Torío ÁR, Suárez ML. Principios básicos en electrocardiografía veterinaria (III). Interpretación clínica de las deflexiones electrocardiográficas. Consulta de Difusión Veterinaria. 2002. <http://www.consultavet.org>.
44. Rueda OL, Trigos PL, Mora VM, Velandia JA, Becerra PA, Otero AV, et al. Hallazgos electrocardiográficos en una muestra de neonatos sanos de la ciudad de Bucaramanga. Rev Medica Sanitas. 2009;12(4):44-55.
45. Bayés de Luna A. Electrocardiografía Clínica. 7ma. Edición. Publicaciones Permanyer. ISBN: 978-84-9926-443-1. 2012.
46. Guyton A, Hall J. Tratado de Fisiología Médica. 13ma. Ed. Editorial ELSEVIER. 2016.
47. Asenjo R. Taquicardia de complejo ancho en paciente con fibrilación auricular permanente. Revista Chilena de Cardiología. 2017;36(1):53-56.

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)