

Morfología y polaridad del complejo QRS del electrocardiograma en el ganado bovino

Morphology and polarity of the QRS complex of the electrocardiogram in cattle



<http://opn.to/a/HeA3e>

Alberto Pompa Núñez ¹ *

¹Universidad Agraria de La Habana (UNAH) "Fructuoso Rodríguez Pérez", Carretera Tapaste y Autopista Nacional, Km 23 ½, CP 32 700, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

RESUMEN: El objetivo de esta investigación fue determinar la morfología y la polaridad del complejo QRS del electrocardiograma del bovino de la raza Holstein, en diferentes puntos de la superficie corporal, como referencia para el diagnóstico de alteraciones cardíacas. Los electrocardiogramas se efectuaron en 20 derivaciones, nueve bipolares y 11 monopolares; en total se observaron 1800 registros procedentes de 100 animales clínicamente sanos y pertenecientes a diferentes grupos etarios de uno y de otro sexo. El complejo QRS fue codificado de acuerdo a su morfología y se detectaron 22 formas diferentes, con mayor frecuencia de aparición de la onda R como único componente del complejo en todas las derivaciones. En las derivaciones bipolares estándares de extremidades se presentó la mayor diversidad en la polaridad del complejo QRS y en la morfología. Por el contrario, el número máximo de formas del complejo QRS en las bipolares de hombro y de base-ápice fue muy bajo, al igual que en las derivaciones monopolares V_{1H} , V_{3H} , V_{10} y V_4 . Se concluye que en las derivaciones en las que los electrodos miden diferencias de potenciales entre las regiones de la base y del ápice del corazón, o en las que el electrodo explorador se coloca en alguna de estas dos áreas, la polaridad de las ondas del complejo QRS es muy estable y la morfología varía muy poco, lo que las convierte en una referencia importante para detectar alteraciones del sistema de conducción del impulso eléctrico en el corazón del bovino.

Palabras clave: complejo QRS, polaridad, morfología, Holstein.

ABSTRACT: The aim of this research was to determine the morphology and polarity of the QRS complex of the electrocardiogram in Holstein cattle, at different points of the body surface, as a reference for the diagnosis of cardiac alterations. Electrocardiograms were carried out in 20 derivations, nine bipolar and 11 monopolar. In total, 1800 records were observed from 100 clinically healthy animals and belonging to different age groups of both sexes. The QRS complex was coded according to its morphology. Twenty two different forms were detected, with greater appearance frequency of the R wave as the only component of the complex in all derivations. The greatest diversity in the polarity of the QRS complex and in morphology was presented in the standard bipolar derivations of extremities. On the contrary, the maximum number of the forms of the QRS complex in the shoulder and base-apex bipolar derivation was very low, as in the monopolar derivations V_{1H} , V_{3H} , V_{10} and V_4 . It is concluded that in the derivations in which the electrodes measure potential differences between the base-apex regions of the heart, or in which the scanning electrode is placed in one of these two areas, the polarity of the QRS complex waves is very stable and the morphology varies very little. This makes them an important reference to detect alterations of the electrical conduction system of the heart in cattle.

Key words: QRS complex, polarity, morphology, Holstein.

*Autor para correspondencia: Alberto Pompa Núñez. E-mail: pompa@unah.edu.cu

Recibido: 12/01/2019

Aceptado: 11/06/2019

INTRODUCCIÓN

Las características de los componentes del complejo QRS están en dependencia de la forma en que se propaga la excitación por el tabique interventricular, las paredes libres y la base de cada ventrículo. En las especies del grupo A aparecen las tres ondas, en distintas derivaciones, que representan tres frentes definidos de activación ventricular (1,2,3).

En el grupo B, en el que se incluyen los bovinos, se obtienen dos ondas formando el complejo ventricular QRS, las cuales corresponden a la existencia de dos frentes de despolarización. La activación inicial es similar a la del grupo A, pero la propagación por las paredes libres, las bases de los ventrículos y el septum interventricular se produce en un solo golpe, como un estallido, en una dirección general ápico-basal y del ventrículo izquierdo al ventrículo derecho. Se origina así una sola onda, en lugar de la R y la S que se registran en los animales del grupo A (3).

Existen notables diferencias entre el ECG del hombre y el de los animales domésticos, que se deben, fundamentalmente, a la distinta situación del eje eléctrico cardíaco y de los puntos de derivación de la corriente, así como a la natural variación de las ondas, tanto en su dirección como en su amplitud, por cambios posturales y otras causas (4,5). Dentro del grupo A, el ECG del mono es similar en su morfología al del hombre, pero se diferencia en la duración de los segmentos e intervalos y en tener una frecuencia más elevada en la aparición de los complejos QRS. El objetivo de esta investigación fue determinar la morfología y la polaridad del complejo QRS del electrocardiograma del bovino Holstein, en diferentes puntos de la superficie corporal como referencia para el diagnóstico de alteraciones cardíacas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron registros electrocardiográficos 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 y 25 adultos. La edad promedio de las terneras y de los terneros fue de 33 ± 9 días, la de

las novillas de 20 ± 3 meses, la de las vacas de 4 ± 2 años, la de los sementales jóvenes de 21 ± 4 meses y la de los adultos de 7 ± 3 años. Los terneros, las novillas y las vacas lactantes pertenecían al Distrito de Producción “Guayabal” de la Universidad Agraria de la Habana (UNAH); los sementales, al Centro Nacional de Inseminación Artificial “ROSAFÉ SIGNET”, ubicado en Mayabeque.

Los electrocardiogramas se efectuaron en 20 derivaciones, nueve bipolares y 11 monopolares y se exponen los datos de 18, por encontrarse dos de ellas (V_{1C} y V_{2E}) en la zona de transición y mostrar resultados muy similares a V_{2C} (Tablas 1 y 2). En total, se observaron 1800 registros. El complejo QRS fue codificado de acuerdo a su morfología y se determinó la polaridad de cada una de las formas encontradas (Figura 1).

Se empleó un electrocardiógrafo portátil (HITACHI), 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 y en reposo sobre una manta de goma, como aislante de las corrientes parásitas.

Análisis estadístico

Se determinó la frecuencia de las formas del complejo QRS y de la polaridad en cada una de las 20 derivaciones anteriormente reportadas (6). Se realizó una comparación de proporciones para valorar si existían diferencias estadísticamente significativas entre la morfología de los registros obtenidos en derivaciones que originaran ondas con la misma polaridad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 3 se ilustran las 22 formas del complejo QRS que fueron encontradas, cada una de las cuales se asocia a un número para su codificación. Se puede observar que la frecuencia de la morfología y de la polaridad con que aparece cada una de las ondas del complejo QRS difiere entre las derivaciones bipolares estándares de extremidades, las de hombros y las monopolares pericordiales. En las bipolares estándares de extremidades se presenta la mayor diversidad en la polaridad, ya que aparecen +, +/-, +/-+, - y -/+ y en la morfología, con 15 formas distintas en DI y 16 en DII e igual número

Tabla 1. Puntos de colocación de los electrodos para obtener derivaciones bipolares en el bovino./
Electrode placement to obtain bipolar derivations in cattle.

ELECTRODOS		
Derivación	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).

en DIII. Debido a esto, estas derivaciones no son útiles como en el hombre (3,7,8) para diagnosticar alteraciones cardiovasculares, solo arritmias o trastornos en la conducción del impulso eléctrico (9-12). El complejo QRS, en los animales categorizados electrocardiográficamente en el grupo B, está constituido en todos los casos por la onda Q, como primer componente, y como segundo la R. De ahí que, tanto una onda como la otra, puede aparecer negativa o positiva, pues lo que determina su identificación es el orden con que aparecen y no su polaridad. Siempre la primera es la onda Q y la segunda la R y, si aparece una sola, se le denomina R (13). En los animales del grupo A y en los del B, el complejo QRS se modifica por diferentes factores que incluyen la disfunción ventricular izquierda y derecha, la sobrecarga ventricular, el ejercicio y otros factores (14-17).

En las derivaciones de hombros, en IH las ondas Q resultaron siempre negativas y las R positivas; mientras, en IIE, IIH, IIIE y IIIH la onda Q adquiere signo positivo y la R negativo, lo que le proporciona gran estabilidad y confiabilidad para ser utilizadas con fines diagnósticos. Este hecho se debe a que se cumple

la Ley de Kirchoff para los voltajes eléctricos en el circuito triangular formado por las tres derivaciones (18), en un caso IH, IIE, IIIE y en el otro IH, IIH, y IIIH. En este último triángulo, el electrodo positivo (color verde) se coloca en el pliegue pregenuel izquierdo y no en el metatarso de ese lado. En la derivación Base-Ápice (B-A), reportada como muy estable con anterioridad (19), fue en la que con mayor frecuencia apareció la onda Q acompañando la onda R, en el 86 % de los casos con polaridad positiva y la R negativa apareció, además, sola en 14 %. El número máximo de formas diferentes del complejo QRS observadas en estas derivaciones bipolares fue bajo, a diferencia de las estándares de extremidades.

En las derivaciones monopolares pericordiales V_{1H} , V_{3H} y V_{10} , en el 100 % de los animales la onda Q fue negativa y la R positiva, mientras en V_4 y V_5 la Q resultó positiva y la R negativa. En las restantes derivaciones, V_{2C} , V_{3C} , V_6 y V_3 que pueden considerarse de transición por la posición que guardan respecto al dipolo originado por la distribución de cargas en los ventrículos, la polaridad de una y de otra onda fue muy variable. Mediante la derivación V_3 se exploró sobre la superficie de los animales para determinar la

Tabla 2. Puntos de colocación de los electrodos para obtener derivaciones monopolares pericordiales en bovino./ *Electrode placement to obtain precordial monopolar derivations in cattle.*

ELECTRODOS		
Derivación	REFERENCIA (VALOR CERO)	EXPLORADOR
	Para todas las derivaciones:	
V _{1H}	Amarillo en el metacarpo izquierdo. Rojo en el metacarpo derecho. Verde en el pliegue pregenuel izquierdo.	Por delante de la articulación escapulo humeral derecha.
V _{1C}		Borde anterior de la extremidad derecha a nivel del olécranon. Por delante del manubrio del esternón.
V _{2E}		Punto medio del segmento definido por las derivaciones V _{1C} y V _{2C}
V _{2C}		Borde anterior de la extremidad izquierda a nivel del olécranon.
V _{3C}		Cuarto espacio intercostal izquierdo a nivel del olécranon, por detrás de la articulación del codo izquierdo.
V ₄		Entre V _{3C} y V ₅ .
V ₅		Apéndices xifoides del esternón. En el ápice del corazón.
V ₆		Cuarto espacio intercostal derecho a nivel del olécranon, por detrás de la articulación del codo derecho.
V _{3H}		Cuarto espacio intercostal izquierdo a la altura de la articulación escapulo humeral, por detrás de la articulación del hombro izquierdo.
V ₃		Cuarto espacio intercostal izquierdo, en el punto medio del segmento que une V _{3C} y V _{3H} .
V ₁₀		Sobre la séptima vértebra torácica.

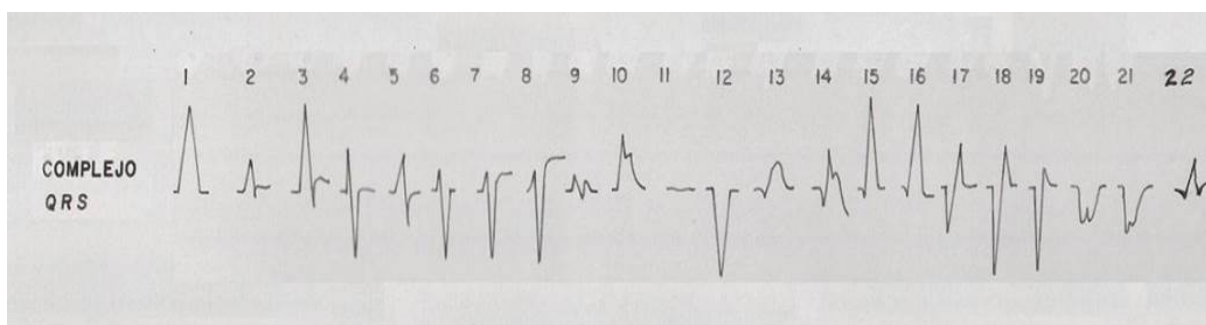


Figura 1. Codificación de las 22 formas del complejo QRS encontradas en bovinos de la raza Holstein, en derivaciones electrocardiográficas bipolares y monopolares./ *Coding of the 22 forms of the QRS complex found in bipolar and monopolar electrocardiographic derivations in Holstein cattle.*

línea isoelectrica que separa los polos del vector eléctrico integral que origina el complejo QRS. Se encontró que en el punto medio del segmento que une las derivaciones V_{3C} y V_{3H}, ubicado en el cuarto espacio intercostal izquierdo, el complejo QRS fue nulo en el 8 % de los electrocardiogramas (Tabla 3). En esta última derivación, el 60 % del total de los complejos QRS estuvo constituido por una sola onda, por la R, 48 % positivas y 12 % negativas. Las ondas Q

Tabla 3. Frecuencia de aparición de diferentes formas y polaridad del complejo QRS en derivaciones electrocardiográficas bipolares y monopolares, en 100 bovinos Holstein. /*Frequency of appearance of different forms and polarity of the QRS complex in bipolar and monopolar electrocardiographic derivations in 100 Holstein cattle.*

Codificación.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Morfología																						
Polaridad	+	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/+/-	+	0	-	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+	-	-	-/+
DI	37	1	1	1	4	2	-	-	3	-	11	18	2	-	4	-	7	2	6	1	1	-
DII	22	-	7	-	1	1	-	-	6	3	2	17	7	1	5	1	8	-	16	2	1	-
DIII	24	1	4	-	3	1	-	-	6	7	1	18	5	1	2	-	7	-	18	1	1	-
IH	49	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	45	-	4	1	-	-	-	-
IIH	-	-	1	1	2	18	-	-	-	-	2	76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IIIH	-	-	1	1	2	18	-	-	-	-	2	76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IIIE	-	-	-	-	3	1	20	-	-	-	-	76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IIIE	-	-	-	-	3	1	20	-	-	-	-	76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IIIE	-	-	-	-	3	1	20	-	-	-	-	76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IIIE	-	-	-	-	3	1	20	-	-	-	-	76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Entre Base y Ápice (B-A)	-	-	-	-	-	77	8	1	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Derivaciones bipolares: de extremidades																						
Derivaciones bipolares: de hombros																						
Derivaciones monopolares: pericardiales																						
V _{IH}	72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	4	-	-	-	-	-	-
V _{2c}	75	-	2	-	-	1	-	-	2	-	3	3	-	15	-	1	-	-	-	-	1	-
V _{3c}	3	1	2	1	6	22	-	-	-	-	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
V ₄	-	-	1	1	2	41	-	-	-	-	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V ₅	-	-	1	2	3	49	-	-	-	-	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V ₆	2	-	19	-	12	32	-	-	-	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V _{3H}	68	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	25	5	1	-	-	-	-	-
V ₃	45	1	1	1	1	1	-	-	1	3	8	12	5	1	12	2	5	-	1	-	-	1
V ₁₀	49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	9	-	-	-	-	-	-

representaron el 32 %, con gran predominio de las negativas. La mayor diversidad en la morfología del complejo QRS se obtuvo, también, en V_3 con 16 formas diferentes y la menor variación en V_{IH} y V_{10} con tres formas distintas en cada una. Se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre la morfología obtenida en las derivaciones monopares que tienen la misma polaridad, tanto en la base como en el ápice y entre la bipolar B-A que mide la diferencia de potencial entre estas dos regiones y las estándares de extremidades y las de hombro.

Como la derivación monopolar V_3 se ubica en la región de transición del dipolo, de positivo a negativo o viceversa, la polaridad de Q y de R en esta región puede ser positiva, nula o negativa. Para ello, se tiene en cuenta que cuando el registro obtenido presenta dos componentes, se le denomina Q a la primera onda que aparece y R a la segunda, independientemente de sus respectivas polaridades y, si se registra una sola onda, corresponde a la R (13). Con este criterio, al valorar los datos de la Tabla 3, en V_3 se registran 75 ondas R positivas en las formas codificadas como 1, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 19 y 22, nulas 8 (forma 11) y negativas 17, en las formas 2, 3, 5, 6, 9 y 12. La baja frecuencia de ceros y el predominio de ondas positivas (75 vs 17) indican que en la mayoría de los registros el electrodo explorador se colocó hacia la región positiva del dipolo, hacia la base del corazón. La anterior inferencia se confirma por el hecho de que el 100 % de las ondas R registradas en la derivación V_{3H} , situada por encima de V_3 , son positivas, las cuales aparecen en las formas 1, 10, 15, 16, 17.

Uno de los segmentos más importante de la señal del ECG es el complejo QRS, que es originado por los potenciales que se generan cuando se despolarizan los ventrículos antes de su contracción (20). El centro eléctrico del corazón coincide con el centro del triángulo de Einthoven, de acuerdo con la teoría aceptada. Desde ese punto se puede fijar el inicio del eje eléctrico del QRS medio, que tiene en el hombre la dirección usual de arriba hacia abajo, de derecha a izquierda, de atrás hacia adelante (21,22). Marca el inicio de la contracción del

ventrículo izquierdo, por lo que la detección de este evento tiene muchas aplicaciones clínicas (23). Tanto el incremento de su duración como su dispersión reflejan falta de homogeneidad del proceso y se asocian a un incremento de las arritmias ventriculares malignas (24-26). La prolongación de la conducción del impulso a través de los ventrículos produce prolongación del complejo QRS. Con frecuencia se produce esta alteración cuando uno o los dos ventrículos están hipertrofiados o dilatados, debido al trayecto más largo que debe recorrer el impulso (27-29). El ensanchamiento relevante del intervalo QRS se ha correlacionado con los niveles plasmáticos de ciertos fármacos (30) y, adicionalmente, su duración promedio en las derivaciones bipolares ha sido utilizada como indicador del rendimiento deportivo en equinos (31).

El tratamiento del corazón como un dipolo es muy útil para el diagnóstico de la ubicación aproximada de las áreas que puedan estar lesionadas, pues en tales circunstancias se afectan la dirección y el sentido del vector eléctrico integral que origina al complejo QRS, lo que se asocia también a modificaciones en la morfología de este complejo (32). El eje de QRS representa la suma vectorial de la despolarización ventricular y, por tanto, la mayor proporción se dirige al ventrículo izquierdo (33).

Las diferencias morfológicas del complejo QRS entre las especies animales se deben al grado de penetración de las ramificaciones de Purkinje, lo que ha sido demostrado al estudiar su distribución en el miocardio de los mamíferos y de las aves (34-36), de lo que resulta que los animales pueden ser divididos o categorizados en dos grandes grupos: un grupo A, donde las fibras de Purkinje penetran hasta la mitad de la distancia del endocardio al epicardio y en el que se incluyen los primates, los caninos, los felinos y los roedores y un grupo B, en el que las fibras de Purkinje penetran completamente extendiéndose desde el endocardio hasta el epicardio en las paredes libres y en la base de los ventrículos. En este último grupo están comprendidos los equinos, los rumiantes, el cerdo y las aves (37).

En los animales categorizados electrocardiográficamente como grupo A, el

complejo QRS se compone de una onda principal R y dos depresiones situadas por delante y por detrás de ella, que son la onda Q y la S, respectivamente. Cada uno de sus componentes refleja la parte de los ventrículos que se despolariza en el proceso de excitación ventricular; la onda Q corresponde a la actividad del Septum interventricular, la onda R a la propagación de la excitación por las paredes libres de los ventrículos y la onda S a la actividad de la base de estos (38,39), por lo que la secuencia de activación ventricular no acontece de la misma forma en todas las especies animales; ello está determinado por la diferente distribución del sistema de conducción cardíaca, o sea, el haz de His y sus ramas y las ramificaciones de Purkinje que penetran en las paredes ventriculares a diferentes profundidades (40,41).

En las investigaciones electrocardiográficas realizadas en búfalos (42) se señala que la morfología del complejo QRS se comporta muy variable, lo que puede manifestarse, también, dentro de una misma especie, ya que el patrón predominante de este complejo en la raza Jersey ha sido el del tipo QS, mientras que en la raza Red Dane ha sido el del tipo R o QR. Las observaciones de electrocardiogramas, correspondientes a 20 especies de vertebrados, revelaron que los procesos de cambio en las formas de onda del complejo QRS fueron los mismos que se han manifestado ontogénicamente en los embriones de pollos y en los fetos de rata (43). Se considera que la despolarización septal en el ganado bovino puede producir en el ECG registrado resultantes de muchas formas y de distintas amplitudes dentro de los límites fisiológicos. Esto está estrechamente relacionado con las propiedades conductivas de la masa corporal de los rumiantes atribuibles al volumen del rumen, lo que se acentúa más cuando existe repleción de este órgano o cuando el mismo es desplazado durante la gestación avanzada (44-46).

Durante el periodo de excitación, el miocardio se comporta como una serie de dipolos eléctricos conectados de una forma única denominada sincito. Esta actividad eléctrica del corazón es normalmente representada usando un vector variante en el tiempo, cuyas proyecciones pueden

ser tomadas en la superficie del cuerpo (32). Varios factores pueden modificar la amplitud y el sentido en que se dirige este vector, por eso, se realiza el análisis vectorial del segmento ST y del complejo QRS con fines predictivos (47,48). En la infección chagásica aguda, 52,3 % de los exámenes electrocardiográficos presentaron alteraciones, las más frecuentes fueron alteraciones difusas de repolarización ventricular, bajo voltaje del QRS y desvío del eje cardíaco hacia la izquierda, lo que refleja señales de miocarditis difusa (49-51).

A partir de los resultados obtenidos se comprobó que la polaridad de las ondas, que constituyen el complejo QRS, es muy estable y la morfología varía muy poco cuando en las derivaciones bipolares los electrodos miden diferencias de potenciales entre los puntos de la base y del ápice del corazón, o el electrodo explorador se coloca en alguna de estas dos regiones en las derivaciones monopares, lo que las convierte en una referencia importante para detectar alteraciones del sistema de conducción del impulso eléctrico en el corazón del bovino.

REFERENCIAS

1. Hamlin RL, Smith CR. Categorization of common domestic mammals based upon their ventricular activation process. *Ann N Y Acad Sci.* 1965;(127):195 - 203.
2. Hilwig RW. Cardiac arrhythmias in the horse. *J Am Vet Med Ass.* 1977;170(2):163.
3. Morán M. Relevancia de la interpretación del electrocardiograma de reposo en la evaluación pre- participativa de deportistas. *Rev Actuali Clinic Meds.* 2018; 2(1):8-12.
4. Lanza TG. Influencia de los cambios posturales en el electrocardiograma. *Rev Colomb Cardiol.* 2014;21(2):98-101.
5. Lanza TG. Algoritmo y pseudocódigo: nueva perspectiva para calcular el eje eléctrico de un electrocardiograma. *Avances Cardiol.* 2014;34(4):280-285.
6. Pompa NA. Determinación de las derivaciones electrográficas estables en bovinos Holstein. *Rev Salud Anim.* 2000;22(1):27-34.
7. Arias AM, Lucas LO, Espinosa E, Lezzi S, Rossi E, San Román E *et al.* Características clínicas y evolutivas del síndrome de Takotsubo en un hospital universitario. *Rev Argent Cardiol.* 2018;86:90-95.

8. Rivera S, Gastón A, Tomas L, Ricapito MP, Mondragón I, Caro M, *et al.* Arritmias originadas en los músculos papilares del ventrículo izquierdo: Características clínicas, multiimágenes y ablación por catéter. *Rev Argent Cardiol.* 2017;85:444-452.
9. Gándara RJA, Santander BD, Mora PG, Amaris PO. Taquicardias supraventriculares. Estado del arte. *Rev Fac Med.* 2016;64(1):111-21.
10. Cruz M, Castro HJ, Caraballosa L, Martínez LF. Taquicardias ventriculares idiopáticas de las cúspides aórticas: Revisión del tema a propósito de un caso. *CorSalud.* 2018;10(1):80-88.
11. Lobo L, Cursack G, García D, 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.
12. Paredes A, Bittner A, Vergara I. Compromiso de conciencia y bradicardia. *Rev Chil Cardiol.* 2018;37:55-57.
13. Pompa NA. Nomenclatura del complejo QRS en animales del grupo B. *Rev Salud Anim.* 2000;22(1):35-40.
14. Baquero B, Laura M, Quesada AC. Bloqueo atrioventricular de primer grado asociado a bloqueo de rama derecha del haz de His. *Revista Clínica de la Escuela de Medicina UCR-HSJD.* 2018;1:1-3.
15. Baquero L M, Quesada ACI. Infarto agudo al miocardio de cara inferior con posterior revascularización. *Revista Clínica de la Escuela de Medicina UCR-HSJD.* 2018;2:1-4.
16. 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.
17. Vargas PP, Galindo ZV, Pedraza Adriana. Efecto del entrenamiento en Agility en gran altitud en perros Border Collie en algunas variables electrocardiográficas: análisis preliminar. *Rev Inv Vet Perú.* 2018;29(1):41-54.
18. Pompa NA. Biofísica. Tomos I y II. Editorial Félix Varela. Ciudad de la Habana. Primera Reedición (Aumentada y Corregida). ISBN. 959-258-611-X Obra Completa; ISBN. 959-258-613-6. 2004;1-491.
19. D' Roth L. Electrocardiographic parameters in the normal lactating Holstein cow. *The Can. Vet J.* 1980;21(10):271-277.
20. Santos BA, Bistel ERA, Mora MEC. Diseño y análisis de tres canales de acondicionamiento de la señal de ECG para aplicaciones de Neuroetología. *Revista de Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones, RIELAC.* 2016;37(1):47-65.
21. Vindas ZJD, Moya AA, Muñoz HP, Rojas R. Interpretación práctica del electrocardiograma en el Servicio de Emergencias. *Revista de Salud. Facultad de Medicina.* 2016;1(1):9-22.
22. Carmona DVM, Deloya AM, Carranza ML, Hinojosa PA, Farias ML. Resección de mixoma intracardiaco. Reporte de Caso. Casos clínicos. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.* 2017;55(1):110-113.
23. Vidal SC, Gatica V. Diseño e implementación de un sistema electrocardiográfico digital. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia.* 2010;55:99-107.
24. Alemán FAA, Dorantes M. Marcadores electrocardiográficos de arritmias ventriculares malignas. *Revista Cubana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular.* 2012;18(2):66-71.
25. Lanza TG. Métodos para determinar el eje eléctrico en un electrocardiograma. *Rev Mex Cardiol.* 2016;27(s1):s35-s40.
26. Serra JL, Figueroa JA, Fassano N. Taquicardia auricular focal y taquicardiomiopatía. *Rev Fed Arg Cardiol.* 2018;47(1):3-9.
27. Bonomini MP, Ingallina FJ, Barone V, Antonucci R, Arini PD. Nuevos marcadores electrocardiográficos de hipertrofia ventricular izquierda. *Rev Fed Arg Cardiol.* 2016;45(1):24-28.
28. Aguirre JC. Diagnóstico de las Arritmias en Atención Primaria. *Revista Andaluza de Atención Primaria.* 2016;5(5):5-6.
29. Guyton A, Hall JE. Tratado de Fisiología Médica. 13^{ma} Ed. Editorial ELSEVIER. [en línea] Mayo 2016. <http://www.meddics.com>.
30. Morales A, Carrasco V, Martínez E. Toxicidad cardíaca por anestésicos locales, protocolo de estudio en un modelo experimental porcino. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias.* 2017;11 (especial):120-125.
31. Honda NL, Dörner CA, Godoy AF. Efectos del entrenamiento sobre variables

- electrocardiográficas en equinos Fina Sangre de Carrera. *Avances en Ciencias Veterinarias*. 2013;28(1):1-10.
32. Martínez D. Análisis de la identificación biométrica actual mediante el electrocardiograma. [Trabajo fin de grado]. Universidad de Castilla-La Mancha. 28 de julio de 2016. [en línea] Julio 2016. <http://hdl.handle.net/10578/1159>.
33. Lara, PJI. El electrocardiograma: una oportunidad de aprendizaje. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*. 2016;59(6):39-42.
34. Abramson DI, Margolin SA. Purkinje conduction network in the myocardium of the mammalian ventricles. *J Anat*. 1936;70:250-259.
35. Matsui K, Hirose H, Sawazaki H. Comparative electrocardiographical studies of the chicken heart. *Jpn J Zoot Sci*. 1976;47(12):725-732.
36. Murakami T, Saito I, Mochizuki K. The atrioventricular conducting system of the aviar heart. *Jpn J Vet Sci*. 1985;47(1):73-79.
37. Hamlin RL, Smith CR. Electrofisiología del corazón. *Fisiología de los animales domésticos*. Dukes/Swenson. Edición Mexicana. Editorial Aguilar. México. 1981;142-169.
38. Hamlin RL, Smith CR. Anatomical and physiologic basis for interpretation of the electrocardiogram. *Am J Vet Res*. 1960;21:701-708.
39. Bayés de Luna A. *Electrocardiografía Clínica*. 7ma. Edición. Publicaciones Permanyer. ISBN: 978-84-9926-443-1. *Clinical Electrocardiography*. Editado por WILEY-BLACKWELL, 2012. [en línea] noviembre 2012. <http://www.permanyer.com>.
40. Vega FO, Szabuniewicz M. La electrocardiografía en clínica veterinaria. I Parte. *Rev Fac Ciencs Vet U C Ven*. 1978;27(1-8):79-102.
41. González BJE. Cálculo del umbral para detección de la onda R del complejo cardiaco. *Revista Tecno Lógicas*. 2014;17(32):47-55.
42. Upadhyay RC, Sud SC. Electrocardiogram of buffaloes. *Ind J Dairy Sci*. 1982;35(1):8-12.
43. Sawazaki H, Hirose H, Matsui K, Yamamovi K, Hanyu I. Comparative electrocardiographical studies on the wave form of QRS complex in vertebrates. *Jpn J Vet Sci*. 1976;38(3):235-240.
44. Van Arsdel WC, Krueger H, Bogart R. Age changes in the EKG of beef cattle. *Oreg Agric Exp Stan Tech Bull*. 1963;70:1-24.
45. Thielscher HH, Flock O. Elektround Phonokardiographische Untersuchungen an herzgesunden Rinden vers chiedenen Alters. *Ztbl Vet Reihe*. 1968;15:401-412.
46. Lightowler-Sahlberg CH. El electrocardiograma bovino. I Parte. Sus componentes normales. *Rev Med Vet Buenos Aires*. 1970;51(3):197-210.
47. Pozas GG, Valdés GR, Ibarra CS. 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.
48. Zavala VJA. Descripción del electrocardiograma normal y lectura del electrocardiograma. Taller: *Electrocardiografía básica para anesthesiólogos*. 2017;40(1):210-213.
49. Das Neves P, Ana Y, Almeida GF, da Silva SM, da Costa VSA, Vera V, *et al*. Alteraciones electrocardiográficas durante y después de tratamiento con benzonidazol en fase aguda de la enfermedad de Chagas autóctona de la Amazonía brasileña. *Rev Pan-Amaz Saude*. 2010;1(2):67-76.
50. Núñez A, Ortega M, Borgatta M, Cossio ME, Núñez BJ, León de la Fuente R. Patrones electrocardiográficos en pacientes con enfermedad de Chagas en zona sur de la ciudad de Salta. *Insuf Card*. 2016;11(4):168-172.
51. Pulenta P, Migone G, D'Amico G, Peroni L, Rubira M, Cozzari J, *et al*. Miocarditis aguda de etiología chagásica en paciente con HIV. *Revista CONAREC*. 2016;32(135):170-172.

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/)