

## **APORTACIONES AL ESTUDIO ELECTROCARDIOGRÁFICO DEL CABALLO**

### **Studies on the electrocardiogram of the horse**

**Ayala, I.; Montes, A. M<sup>a</sup>.; Fernández del Palacio, M<sup>a</sup> J.; Gutiérrez Panizo, C.**

Departamento de Patología Animal (Medicina Veterinaria). Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. Campus de Espinardo. Murcia 30100.

Recibido: 1 Junio 1993  
Aceptado: 1 Mayo 1994

#### **RESUMEN**

Se estudian en 24 caballos españoles (raza Andaluza) diferentes sistemas de derivaciones para la obtención de electrocardiogramas, aportando los valores medios de duración y amplitud de los diferentes parámetros electrocardiográficos en dichos sistemas, además de la morfología, ritmo y frecuencia cardíaca. Se discuten las ventajas e inconvenientes encontrados en cada uno de los sistemas. El sistema clásico de los miembros cumple la regla de Einthoven y tiene la ventaja de que se dispone de numerosos trabajos que siguen dicho sistema, aunque se ha observado cierta variabilidad en la morfología de los complejos QRS en la DII. El sistema de Dubois no presenta este inconveniente y sus trazados son de alta calidad. El sistema de Blanchard no cumple a la perfección la regla de Einthoven aunque los registros ECG son buenos; lo mismo ocurre con el sistema tetraédrico y semiortogonal si bien estos últimos tienen el inconveniente de que requieren el cambio de posición de los electrodos sobre el cuerpo del animal utilizando un electrocardiógrafo convencional.

*Palabras clave:* electrocardiografía, caballo, raza española, sistemas de derivaciones.

#### **SUMMARY**

Different lead systems for recording electrocardiograms in the horse have been studied. Mean values and standard deviation of the duration and amplitude of the different electrocardiographic parameters, as well as the morphology, heart rate and rhythm were obtained in the different systems in a population of 24 Spanish-bred horses. Advantages and disadvantages of each system are discussed. The standard limb system conforms

to Einthoven's rule and has been used by many authors but morphological diversity of the QRS complex in lead II has been found. The Dubois system does not present this disadvantage and good quality traces can be obtained. The Blanchard system does not conform perfectly to Einthoven's rule, although ECG traces are good. ECG traces are good too in the semiorthogonal and tetrahedral systems but it is necessary to modify the position of the electrodes when using a conventional electrocardiograph.

*Key words:* electrocardiography, horse, Spanish-bred, lead systems.

## INTRODUCCIÓN

La técnica electrocardiográfica supone un importante método de diagnóstico en el campo de la Cardiología. En Veterinaria en ciertas especies, como la canina y felina, al igual que en humana, las técnicas están completamente estandarizadas. Se hace uso, en ambos casos, de la colocación de los electrodos en los miembros de forma rutinaria, de tal manera que delimitan el clásico triángulo de Einthoven (BOLTON, 1975; GOLDMAN, 1981; TILLEY, 1985). El hecho de que se siga de forma sistemática ese procedimiento, permite comparar los estudios de diferentes autores y disponer de valores normales tanto de las amplitudes como la duración y morfología de las diferentes ondas y segmentos electrocardiográficos.

En la especie equina, se encuentra una diversidad asombrosa en lo que se refiere a la colocación de los electrodos sobre el cuerpo del animal (DUBOIS, 1961; BLANCHARD, 1964; HOLMES y ELSE, 1972; HILWIG, 1977; CASTEJON MONTIJANO, 1978; FREGIN, 1985). Esto hace que algunas conclusiones obtenidas con una técnica dada no puedan ser extrapoladas a otra técnica diferente.

Quizás el sistema clásico de los miembros es el más utilizado en el caballo, y los autores que así lo hacen como FREGIN (1985) o LITTLEWORT (1986) lo justifican por el hecho de existir mayor cantidad de datos recopilados sobre este sistema que sobre los otros o porque han sido estudiadas algunas de las variaciones de los distintos parámetros electrocardiográficos en casos patológicos. Su mayor uso no significa que sea el más apropiado pues ha sido criticado por autores como DUBOIS (1961), que

le achaca el presentar trazados inconstantes según los sujetos, entre otras causas.

En el presente trabajo se estudian en el caballo diferentes sistemas de colocación de electrodos para la realización de electrocardiogramas, aportando los datos de ondas, espacios, ritmo y frecuencia en cada uno de ellos y observando en cualquier caso cuál sería el mejor sistema de aplicar en estos animales y que a su vez obtenga ondas electrocardiográficas amplias y fáciles de interpretar.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Animales estudiados

Se han utilizado en este estudio 24 caballos sanos, 16 machos y ocho hembras, de raza Andaluza pertenecientes a diferentes cuadradas particulares de las Provincias de Murcia y Alicante, con edades comprendidas entre dos y once años, con un peso medio de 450 kg, siendo la aptitud del grupo de animales descrito la de caballos de silla en todos los casos.

### Técnica de registro

Se ha empleado un electrocardiógrafo modelo Cardioline eta 340 de tres canales y electrodos de pinza de cocodrilo, que se fijaban tras aplicar una pasta conductora.

Los registros electrocardiográficos se han realizado por la mañana en todos los casos con vistas a eliminar posibles factores horarios que influyesen en el trazado, no utilizando en ningún caso tranquilizantes ni anestésicos para la realización de los mismos.

El lugar de obtención de los ECG fue la

propia instalación que se visitaba, con la colaboración de un ayudante (cuidador o propietario), manteniendo a los animales en la estación, sobre una esterilla de material plástico, con fines aislantes. Se seleccionaba una velocidad de deslizamiento del papel de 25 mm/s y una sensibilidad de 10 mm/mV.

De cada animal se obtenían los trazados electrocardiográficos correspondientes a cada uno de los sistemas (Figura 1), es decir, que de cada animal se obtenían 10 registros, uno por cada derivación, haciendo un total de 240.

### Sistemas de derivaciones empleados

1. Sistema de BLANCHARD (1964).
2. Sistema de DUBOIS (1961).
3. Sistema semiortogonal (HOLMES y DARKE, 1970; HOLMES y ELSE, 1972).
4. Sistema tetraédrico (BENZAZET et al., 1964).
5. Derivación bipolar simple (HILWIG, 1977).
6. Sistema clásico de derivaciones de los miembros (FREGIN, 1985).

### Estudio del electrocardiograma

Este estudio comprende la medida de los voltajes de las diferentes ondas y el estudio cronológico de ondas, intervalos y segmentos.

Las derivaciones escogidas para las medidas han sido la DII, en los sistemas de BLANCHARD (1964), DUBOIS (1961) y el sistema clásico, las tres derivaciones semiortogonales (X, Y, Z), las tetraédricas (X-EI, X-ED y X-C) y la derivación bipolar simple.

Se determinó asimismo la morfología de las ondas en los sistemas empleados, así como la frecuencia cardíaca, ritmo cardíaco y la comprobación del cumplimiento de la regla de Einthoven ( $DII = DI + DIII$ ) en los sistemas clásico de los miembros, de Blanchard y de Dubois con el fin de comprobar la validez de estos sistemas (GUYTON, 1985).

### Estudio estadístico

Se utilizó en el estudio estadístico el paquete informático STATGRAPHICS, obteniendo la media y error estándar de los diferentes parámetros electrocardiográficos para cada sistema.

### RESULTADOS

Los resultados obtenidos del estudio morfológico de las ondas electrocardiográficas en los diferentes sistemas vienen expresadas en los Cuadros 1 y 2. Se presenta un ejemplo de ECG de cada una de las derivaciones en la Figura 2.

Se observa que, referente a la onda P (Cuadro 1), presenta en todas las derivaciones un alto porcentaje de onda P doble positiva (+, +) seguido de P simple positiva (+). La aparición del resto de morfologías de esta onda fue mínima. La excepción se presentó en la derivación Z semiortogonal ( $3_3$ ) donde el alto porcentaje de morfología fue para la P doble negativa (-, -) y P simple negativa (-).

En cuanto al complejo QRS y onda T reflejados en el Cuadro 2, se observa que la mayor parte eran de tipo QS o rS y la onda T bifásica negativa positiva (-, +), con la particularidad de que en la derivación Z semiortogonal ( $3_3$ ) la mayor parte de los complejos ventriculares eran de tipo qR o R y la onda T generalmente positiva (+).

En lo que respecta al voltaje de las ondas P cuyos valores se reflejan en el Cuadro 3, es de destacar que de las ondas P dobles (+, +) el mayor voltaje corresponde a la segunda componente ( $P_2$ ) siendo mucho más evidente en la derivación DII de Dubois. Las P simples (+) también presentan voltajes evidentes sobre todo en la derivación X-ED ( $4_1$ ).

En el Cuadro 4 se exponen los valores medios de los voltajes del complejo QRS y onda T en las derivaciones estudiadas, observándose que los mayores voltajes de los complejos ventriculares corresponden a las ondas S y QS y de la

CUADRO 1

**Morfología de la onda P (%) en los diferentes sistemas. (1= DII del sistema de Blanchard, 2= DII del sistema de Dubois, 3<sub>1</sub>, 3<sub>2</sub>, 3<sub>3</sub>= derivaciones X, Y y Z del sistema semiortogonal, 4<sub>1</sub>, 4<sub>2</sub>, 4<sub>3</sub>= derivaciones X-ED, X-EI y X-C del sistema tetraédrico, 5= derivación bipolar simple, 6= DII del sistema clásico)**

Derivación	P (+ +) %	P + %	P — %	P (— —) %	P (— +) %
1	66,6	33,3			
2	70,83	25			4,16
31	62,5	25	12,5		
32	83,3	16,6			
33	4,16	25	33,3	37,5	
41	87,5	12,5			
42	83,3	16,6			
43	66,6	33,3			
5	70,83	25			4,16
6	34,78	60,86			4,34

CUADRO 2

**Morfología del complejo QRS y onda T (%) en los diferentes sistemas. (1= DII del sistema de Blanchard, 2= DII del sistema de Dubois, 31, 32, 33= derivaciones X, Y y Z del sistema semiortogonal, 41, 42, 43= derivaciones X-ED, X-EI y X-C del sistema tetraédrico, 5= derivación bipolar simple, 6=DII del sistema clásico)**

Derivación	QS %	QR %	RS %	rS %	qRs %	qR %	R %	otros %	T+ %	T— %	T (— +) %
1	50		8.3	41.6					20.83	12.5	66.6
2	41.6		8.3	50					20.83	4.16	75
31	50			8.3	12.5	8.3		20.83	12.5	66.6	20.83
32	54.16		8.3	33.3	4.16				25	8.3	66.6
33						45.83	37.5	16.6	54.16	16.6	29.16
41	50		8.3	37.5		4.16			20.83	4.16	75
42	58.3		4.16	33.3	4.16				20.83	4.16	75
43	50		4.16	45.83					25	4.16	70.83
5	45.83		12.5	41.6					25	4.16	70.83
6		33.3				25	12.5	29.2	29.16	12.5	56.16

onda T a las T negativa y bifásica en la mayoría de los sistemas.

Los valores medios de duración y error estándar para las diferentes ondas en los distintos sistemas de aplicación vienen expresadas en

el Cuadro 5, observando que en todos los casos son similares.

La frecuencia cardíaca obtenida en estos animales fue entre 30 y 60 latidos/minuto, siendo el valor medio de 38 lat/min.

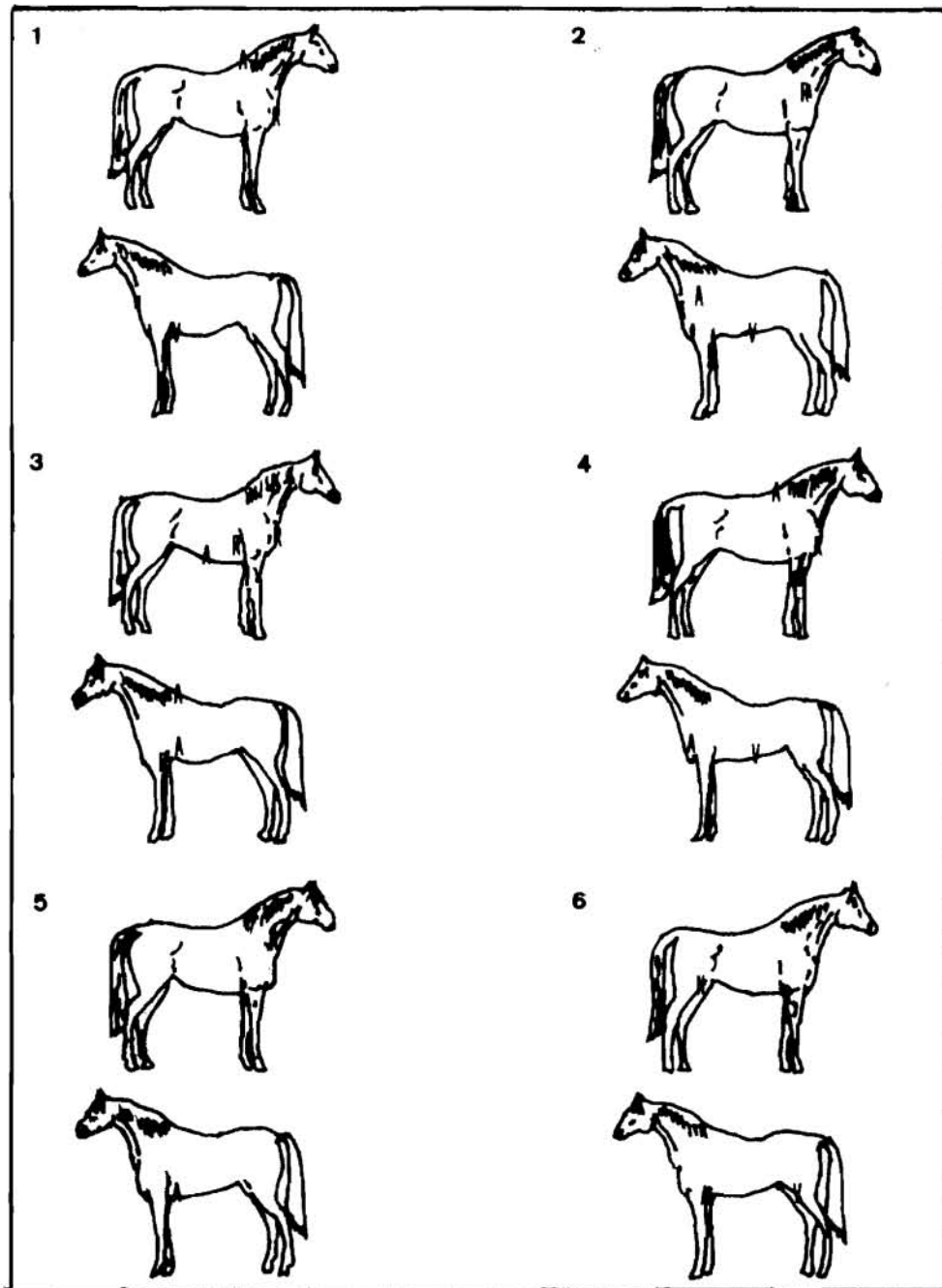


FIGURA 1. Colocación de los electrodos en los diferentes sistemas. 1. sistema de Blanchard; 2. sistema de Dubois; 3. sistema semiortogonal; 4. sistema tetraédrico; 5. derivación bipolar simple; 6. sistema clásico. A. Electrodo amarillo; R. Electrodo rojo; V. Electrodo verde; N. Electrodo negro.

CUADRO 3

Media (x) y error estandard (e.s.) de la amplitud (mV) de la onda P en los diferentes sistemas. (1= DII del sistema de Blanchard, 2= DII del sistema de Dubois, 3<sub>1</sub>, 3<sub>2</sub>, 3<sub>3</sub>= derivaciones X, Y y Z del sistema semiortogonal, 4<sub>1</sub>, 4<sub>2</sub>, 4<sub>3</sub>= derivaciones X-ED, X-EI y X-C del sistema tetraédrico, 5= derivación bipolar simple, 6= DII del sistema clásico)

Derivación		P (+ +)		P +	P -	P (- -)		P (- +)	
		P1	P2			P1	P2	P1	P2
1	x	0,068	0,107	0,143					
	e.s.	0,008	0,008	0,018					
2	x	0,145	0,243	0,236				-0,1	0,25
	e.s.	0,011	0,011	0,030				0	0
3 <sub>1</sub>	x	0,09	0,160	0,158	-0,2				
	e.s.	0,012	0,017	0,017	0				
3 <sub>2</sub>	x	0,11	0,198	0,257					
	e.s.	0,01	0,015	0,018					
3 <sub>3</sub>	x	0,05	0,100	0,09	-0,117	-0,08	-0,1		
	e.s.	0	0	0,007	0,052	0,04	0,05		
4 <sub>1</sub>	x	0,133	0,223	0,276					
	e.s.	0,09	0,011	0,021					
4 <sub>2</sub>	x	0,098	0,208	0,267					
	e.s.	0,006	0,01	0,017					
4 <sub>3</sub>	x	0,071	0,141	0,191					
	e.s.	0,006	0,008	0,019					
5	x	0,118	0,185	0,208				-0,05	0,15
	e.s.	0,009	0,014	0,023				0	0
6	x	0,091	0,180	0,207				-0,1	0,25
	e.s.	0,007	0,018	0,012				0	0

El 54,16 % de animales presentaron arritmia sinusal respiratoria fisiológica y un 37,5 % un ritmo sinusal normal. Se observó bloqueo sinusal en un animal y un bloqueo aurículo-ventricular de segundo grado, tipo Mobitz I, en otro (Figura 3).

La regla de Einthoven se cumple en el sistema clásico de los miembros y en el sistema de Dubois en la mayoría de los casos. En el siste-

ma de Blanchard observamos un 27% de registros que no la cumplían.

## DISCUSIÓN

Los trazados electrocardiográficos obtenidos con la derivación DII de Blanchard resultan similares a los publicados por este autor (BLANCHARD, 1964). El cumplimiento de la regla de

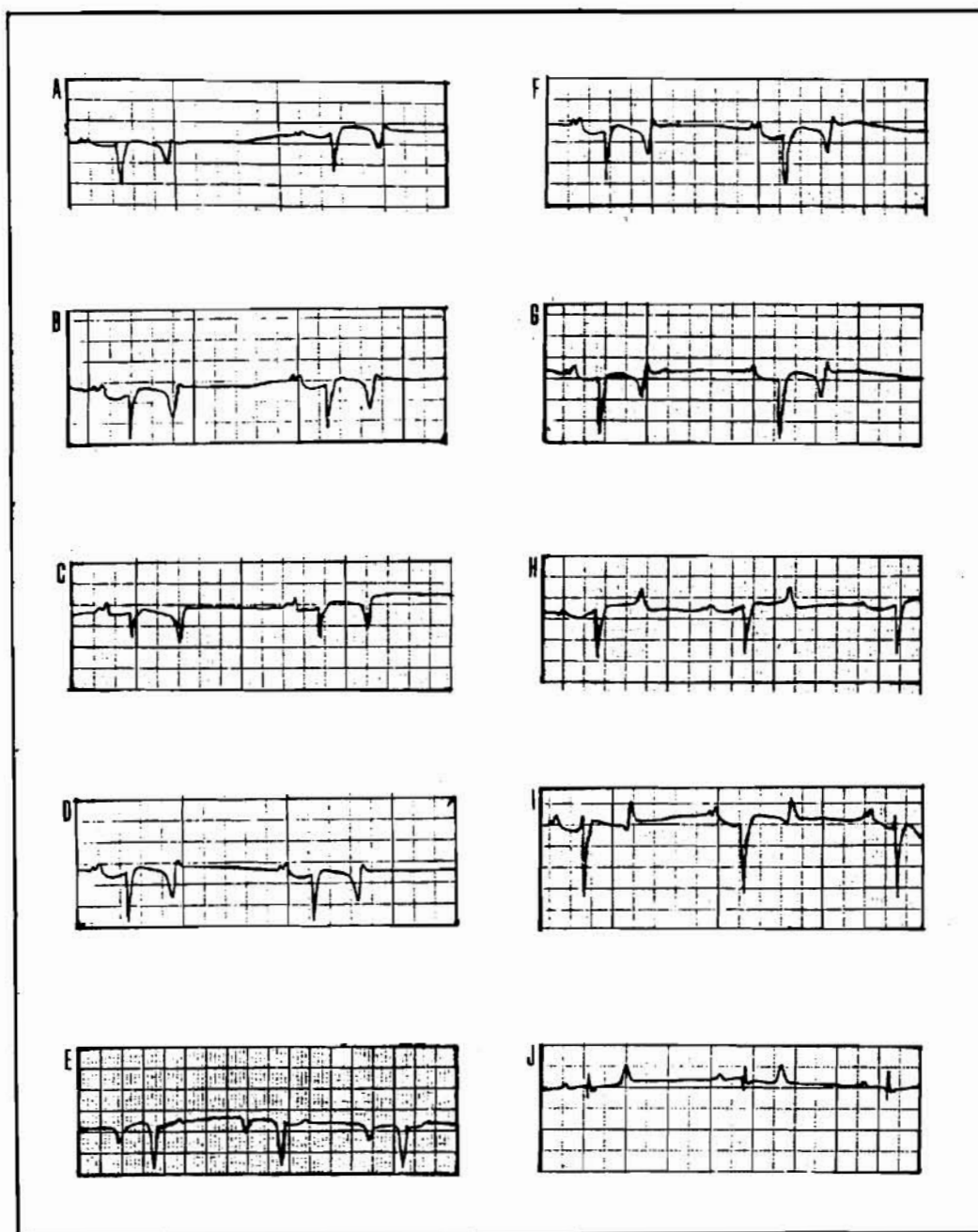


FIGURA 2. Ejemplo de trazados electrocardiográficos: **A**=DII del sistema de Blanchard, **B**=DII del sistema de Dubois, **C**, **D**, **E**=derivaciones X, Y y Z del sistema semiortogonal, **F**, **G**, **H**=derivaciones X-ED, X-EI y X-C del sistema tetraédrico, **I**=derivación bipolar simple, **J**=DII del sistema clásico.

CUADRO 4

Media (x) y error estandard (e.s.) de la amplitud (mV) de las ondas del complejo QRS y onda T en los diferentes sistemas. (1=DII del sistema de Blanchard, 2=DII del sistema de Dubois, 31, 32, 33= derivaciones X, Y y Z del sistema semiortogonal, 41, 42, 43=derivaciones X-ED, X-EI y X-C del sistema tetraédrico, 5=derivación bipolar simple, 6=DII del sistema clásico)

Derivación	QS	Q	R	S	T+	T-	T (- +)	
1 x	-1.03		0.232	-1.05	0.35	-0.53	-0.29	0.23
e.s.	0.07		0.044	0.11	0.074	0.158	0.028	0.027
2 x	-1.42		0.293	-1.31	0.675	-0.9	-0.41	0.34
e.s.	0.09		0.068	0.11	0.096	0.400	0.066	0.026
31 x	-0.79	-0.1	0.528	-0.49	0.508	-0.47	-0.62	0.95
e.s.	0.11	0.026	0.119	0.21	0.107	0.045	0.256	0.85
32 x	-1.15	-0.1	0.396	-1.04	0.62	-1.2	-0.42	0.31
e.s.	0.07	0.00	0.093	0.12	0.063	0.00	0.072	0.022
33 x	-0.85	-0.2	0.963	-0.15	0.43	-0.19	-0.14	0.21
e.s.	0.00	0.27	0.113	0.00	0.048	0.035	0.019	0.049
41 x	-1.23	-0.1	0.356	-1.07	0.58	-1.15	-0.29	0.53
e.s.	0.08	0.00	0.076	0.11	0.064	0.00	0.045	0.175
42 x	-1.35	-0.05	0.293	-1.21	0.56	-1	-0.27	0.36
e.s.	0.07	0.00	0.049	0.11	0.048	0.00	0.038	0.025
43 x	-1.19		0.235	-1.10	0.36	-0.95	-0.35	0.24
e.s.	0.07		0.053	0.10	0.052	0.000	0.044	0.021
5 x	-1.53		0.321	-1.40	0.55	-0.92	-0.47	0.33
e.s.	0.09		0.051	0.13	0.086	0.000	0.070	0.042
6 x	-0.9	-0.2	0.561	-0.18	0.54	-0.25	-0.24	0.22
e.s.	0.00	0.0	0.061	0.10	0.124	0.115	0.042	0.013

Einthoven en un sistema de derivaciones permite valorar la calidad de los trazados obtenidos mediante su aplicación (GUYTON, 1985). En este sentido el sistema de Blanchard no resultaría idóneo pues se ha encontrado un 27 % de registros que no verifican dicha regla. Por otro lado, resulta incómoda la colocación de uno de los electrodos a nivel de la base de la cruz cuando se usan electrodos tipo pinzas de cocodrilo.

La morfología de los trazados obtenidos si-

guiendo el sistema de Dubois (1961) resulta similar a la obtenida por LESCURE (1976) usando este mismo sistema. Los resultados obtenidos con el sistema de Dubois coinciden con los de DUBOIS (1961), PRADIER (1962) y LESCURE (1976), salvo en la duración de la onda P, que es menor que la descrita por PRADIER (1962) lo que podría deberse al hecho de que dicho autor utilizó animales de aptitud deportiva (salto), mientras que en este estudio se utili-



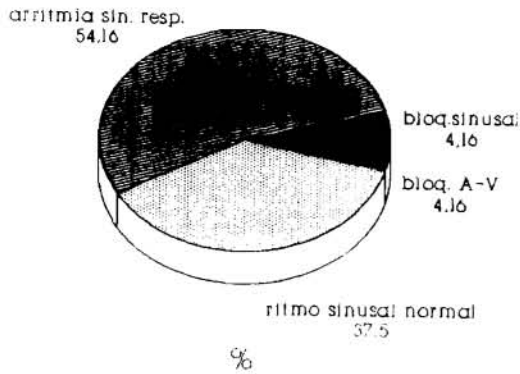


FIGURA 3: estudio del ritmo cardíaco.

zan animales de silla no sometidos a ningún entrenamiento, lo que influye en la frecuencia cardíaca, y a su vez en la onda P.

Referente al sistema semiortogonal no disponemos de datos con los que comparar nuestros resultados, pero los trazados electrocardiográficos resultan similares a los publicados por HOLMES (1976). La aplicación de electrodos sobre el animal resulta poco práctica pues son seis puntos diferentes los empleados.

En el sistema tetraédrico los resultados obtenidos en cada derivación coinciden en términos generales con los publicados por BENAZET et al. (1964), LACOSTE (1966), CONQUET (1967), BARON et al. (1970) y CASTEJON MONTIJANO (1978), salvo pequeñas diferencias que atribuimos al uso de animales de distinta raza y aptitud. Se comprueba con este sistema, que si se usa un electrocardiógrafo convencional, la colocación de electrodos complica la técnica electrocardiográfica.

Los valores obtenidos siguiendo el sistema clásico de los miembros coinciden con los obtenidos por DUBOIS (1961), BLANCHARD (1964), BOUTTE (1964) y FREGIN (1985). Hemos comprobado el cumplimiento por este sistema de la regla de Einthoven.

En la derivación bipolar simple empleada los resultados obtenidos coinciden con los de HILWIG (1977). La colocación de electrodos resulta de sencilla aplicación y se observa regularidad en los trazados obtenidos de diferentes individuos, sin embargo la información que se consigue al utilizar esta derivación es escasa,

## CUADRO 5

Media (x) y error estándar (e. s.) de la duración (sg) de ondas e intervalos en los diferentes sistemas. (1= DII del sistema de Blanchard, 2= DII del sistema de Dubois, 31, 32, 33= derivaciones X, Y y Z del sistema semiortogonal, 41, 42, 43= derivaciones X-ED, X-EI y X-C del sistema tetraédrico, 5= derivación bipolar simple, 6= DII del sistema clásico)

Derivación	P		P-Q		QRS		S-T		T		Q-T	
	x	e. s.	x	e. s.	x	e. s.	x	e. s.	x	e. s.	x	e. s.
1	0.101	(0.003)	0.31	(0.009)	0.103	(0.002)	0.247	(0.008)	0.131	(0.004)	0.483	(0.009)
2	0.12	(0.005)	0.33	(0.009)	0.107	(0.002)	0.263	(0.004)	0.141	(0.005)	0.512	(0.007)
31	0.101	(0.004)	0.31	(0.010)	0.09	(0.004)	0.284	(0.002)	0.146	(0.033)	0.486	(0.006)
32	0.111	(0.003)	0.32	(0.09)	0.10	(0.002)	0.271	(0.004)	0.14	(0.005)	0.51	(0.007)
33	0.102	(0.005)	0.30	(0.09)	0.11	(0.002)	0.275	(0.006)	0.107	(0.003)	0.49	(0.006)
41	0.111	(0.003)	0.32	(0.010)	0.107	(0.002)	0.263	(0.005)	0.137	(0.004)	0.507	(0.006)
42	0.109	(0.003)	0.31	(0.009)	0.104	(0.002)	0.266	(0.006)	0.135	(0.004)	0.505	(0.007)
43	0.143	(0.033)	0.30	(0.008)	0.105	(0.001)	0.269	(0.005)	0.127	(0.005)	0.5	(0.007)
5	0.114	(0.004)	0.31	(0.009)	0.109	(0.002)	0.252	(0.008)	0.143	(0.005)	0.505	(0.009)
6	0.085	(0.005)	0.28	(0.011)	0.124	(0.026)	0.259	(0.011)	0.113	(0.005)	0.47	(0.011)

pues no permite calcular el eje eléctrico cardíaco medio. Pensamos que su utilidad radica en el uso que se puede hacer de ella para el diagnóstico de arritmias y en el control del funcionamiento cardíaco durante operaciones quirúrgicas.

Resulta de interés en un registro electrocardiográfico que las ondas sean de la mayor amplitud posible, puesto que ello facilita su lectura (DUBOIS, 1961, BLANCHARD, 1964). En la derivación bipolar simple y en los sistemas de Blanchard y Dubois se obtienen trazados más constantes y de mayor amplitud que en el resto de derivaciones.

Si se observan los resultados obtenidos referentes a la duración de los diferentes parámetros electrocardiográficos, se puede comprobar que no existen diferencias apreciables entre los valores medios en los distintos sistemas. Esta falta de diferencias entre los distintos sistemas puede llevar a pensar que, en términos generales, todos los sistemas empleados resultan útiles para el diagnóstico de cualquier fenómeno que altere la duración de los diferentes parámetros electrocardiográficos.

La variabilidad observada en la morfología del complejo QRS en la derivación X semiortogonal (Cuadro 2) puede deberse a los efectos de proximidad descritos por HOLMES y ELSE (1972). Ello justifica el uso en esta derivación de electrodos de mayor superficie, como hacen dichos autores y también PHYSICK-SHEARD (1987). La variabilidad que presentan los complejos QRS de la derivación II del sistema clásico de los miembros, podría estar causada por los inapreciables movimientos que realiza el caballo para mantener su posición y a las contracciones musculares que el animal efectúa (HILWIG, 1977). ILLERA et al. (1986, 1987a,b,c) critican también el sistema de los miembros en la especie equina por la variabilidad morfológica observada en los trazados electrocardiográficos.

Los sistemas semiortogonal y tetraédrico tienen un interés académico importante pero su

aplicación resulta algo complicada si sólo se dispone de un electrocardiógrafo convencional. El sistema de BLANCHARD (1964) tiene una serie de ventajas, pero no cumple a la perfección la regla de Einthoven. El sistema clásico de los miembros cumple la regla de Einthoven y ha sido empleado por muchos autores. La derivación bipolar simple empleada ofrece trazados de alta calidad, pero creemos más aconsejable realizar los electrocardiogramas mediante un sistema completo de derivaciones, mucho más rico en información que una simple derivación bipolar. El sistema de Dubois presenta ventajas manifiestas como la sencilla colocación de electrodos, no sujeta a cambios de posición como en los miembros, el cumplimiento de la regla de Einthoven y los trazados de calidad, lo que le hace ser un sistema aconsejable para el équido.

## BIBLIOGRAFÍA

- BARON, M., BORDET, R., RUET, L., SEVESTRE, J. 1970: Variations de l'électrocardiogramme liées a l'effort. *Rec. Méd. Vét.* 146: 753-782.
- BENAZET, P.; BORDET, R.; BRION, A.; FONTAINE, M.; SEVESTRE, J. 1964: Etude télémetrique de l'électrocardiogramme du cheval de sport. *Rec. Méd. Vét.* 140: 449-459.
- BLANCHARD, J. 1964: Contribution a l'Etude de l'Electrocardiographie chez le Cheval de Sport. Choix de Nouvelles Dérivations. *Tesis Doctoral*. Facultad de Medicina y Farmacia. Lyon.
- BOLTON, G. 1975: *Handbook of Canine Electrocardiography*. W.B. Saunders Company. Philadelphia.
- BOUTTE, J. 1964: Contribution a l'etude de l'electrocardiographie chez le cheval de sport. Choix de nouvelles dérivations. *Tesis Doctoral*. Facultad de Medicina y Farmacia. Lyon.
- CASTEJON MONTIJANO, F. 1978: Modelos tele-electrocardiográficos tetraédricos en el caballo. *Hygia Pecoris* 1(2): 69-101.
- CONQUET, P. 1967: Contribution a l'etude de l'électrocardiogramme normal du cheval de sport: application a l'examen pré-operatoire. *Tesis Doctoral*. Facultad de Medicina. París.
- DUBOIS, M. 1961: Du choix des dérivations et d'une

- normalisation de l'électrocardiogramme chez quelques Ongulés domestiques. *Rec. Méd. Vét* 133(6): 425-448.
- FREGIN, G.F. 1985: Electrocardiography. *Equine Pract.* 1(2): 419-432.
- GOLDMAN, M.J. 1981: *Principios de Electrocardiografía Clínica*. Ed. El Manual Moderno. Mexico.
- GUYTON, A.C. 1985: *Tratado de Fisiología Médica*. 6a. edic. Ed. Interamericana. Madrid.
- HILWIG, R.W. 1977: Cardiac arrhythmias. En: *Current Therapy in Equine Medicine 2*, pp. 154-164. ROBINSON, N.E. 1987. . Ed. W.B. Saunders Company. Philadelphia.
- HOLMES, J.R. 1976: Spatial vector changes during ventricular depolarisation using a semi-orthogonal lead system. A study of 190 cases. *Equine Vet. J.* 8(1): 1-16.
- HOLMES, J.R.; DARKE, P.G.G. 1970: Studies on the development of a new lead system for equine electrocardiography. *Equine Vet. J.* 2(12): 12-21.
- HOLMES, J.R.; ELSE, R.W. 1972: Further studies on a new lead for equine electrocardiography. *Equine Vet. J.* 4 (2): 81-87.
- ILLERA, J.C.; ILLERA, M. 1986: Electrocardiografía fisiológica como base para el diagnóstico de cardiopatías. *Med. Vet.* 3(4): 239-242.
- ILLERA, J.C.; ILLERA, M. 1987a: Electrocardiography and heart score of horses competing in an endurance ride. *Aust. Vet. J.* 64(3): 88-89.
- ILLERA, J.C.; HAMLIN, R.L.; ILLERA, M. 1987b: Unipolar thoracic electrocardiograms in which P waves of relative uniformity occur in male horses. *Aust. Vet. J.* 48(12): 1697-1699.
- ILLERA, J.C.; ILLERA, M.; HAMLIN, R.L. 1987c: Unipolar thoracic electrocardiography that induces QRS complexes of relative uniformity from male horses. *Aust. Vet. J.* 48(12): 1700-1702.
- LACOSTE, J.C. 1966: Contribution a l'étude télémetrique de l'électrocardiogramme du cheval de sport. *Tesis Doctoral*. Facultad de Medicina. París.
- LESCURE, F. 1976: Utilisation pratique de l'électrocardiogramme de Dubois chez le cheval de sport. 15 ans de recherche. *Prat. Vet. Equ.* 88: 47-53.
- LITTLEWORT, M.C.G. 1986: El corazón equino en la salud y en la enfermedad. En HICKMAN, J. 1986: *Equine Medicine and Surgery 2*. Ed. Academic Press. Buenos Aires.
- PHYSICK-SHEARD, P.W. 1987: Vectorcardiography. En ROBINSON, N.E. 1987. *Current Therapy in Equine Medicine 2*. W.B. Saunders Company. Philadelphia.
- PRADIER, P. 1962: Contribution á l'Etude de l'Electrocardiogramme du Cheval de Sport. *Tesis Doctoral*. Facultad de Medicina. París.
- TILLEY, L.P. 1985: *Essentials of Canine and Feline Electrocardiography*. 2ª edic. Ed. Lea & Febiger. Philadelphia.