

REVISTA ARGENTINA DE CARDIOLOGIA

ORGANO DE LA SOCIEDAD ARGENTINA DE CARDIOLOGIA

Tomo XXIV

Julio - Agosto de 1957
(Publicado en Abril de 1958)

Nº 4

DIRECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN: CORDOBA 2240 — T. E. 47-4777

EDITORES: REVIMED S. R. L.

ARTICULOS ORIGINALES

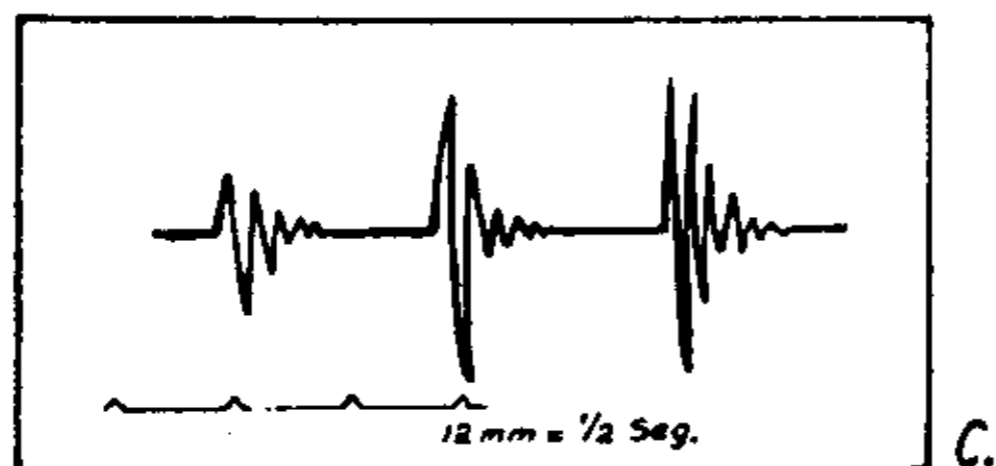
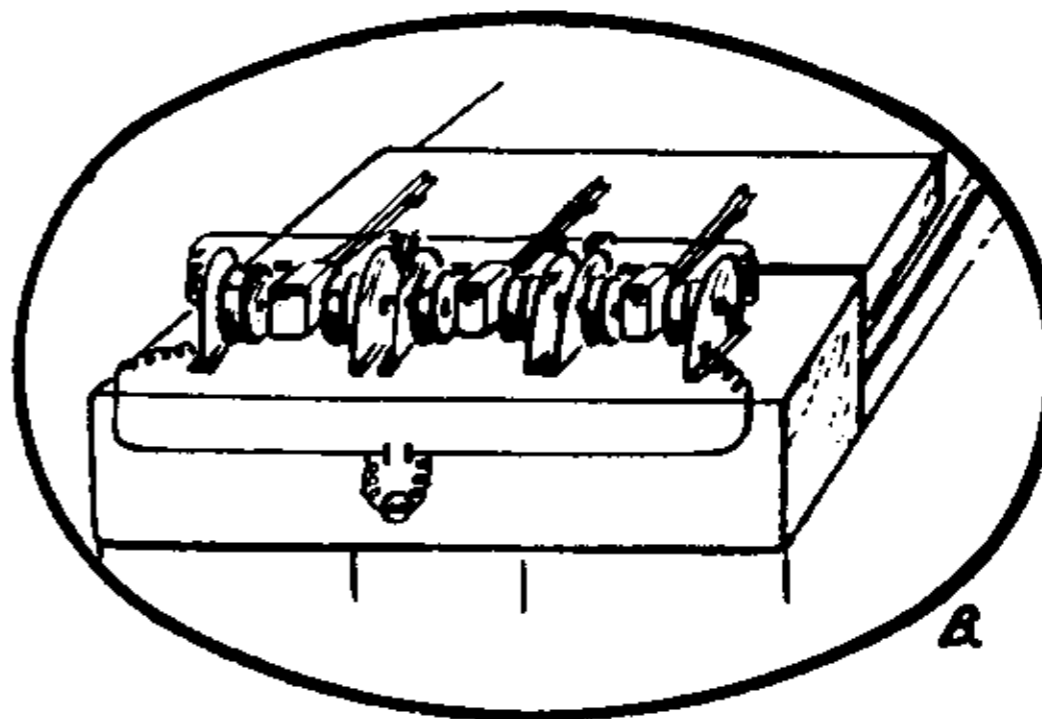
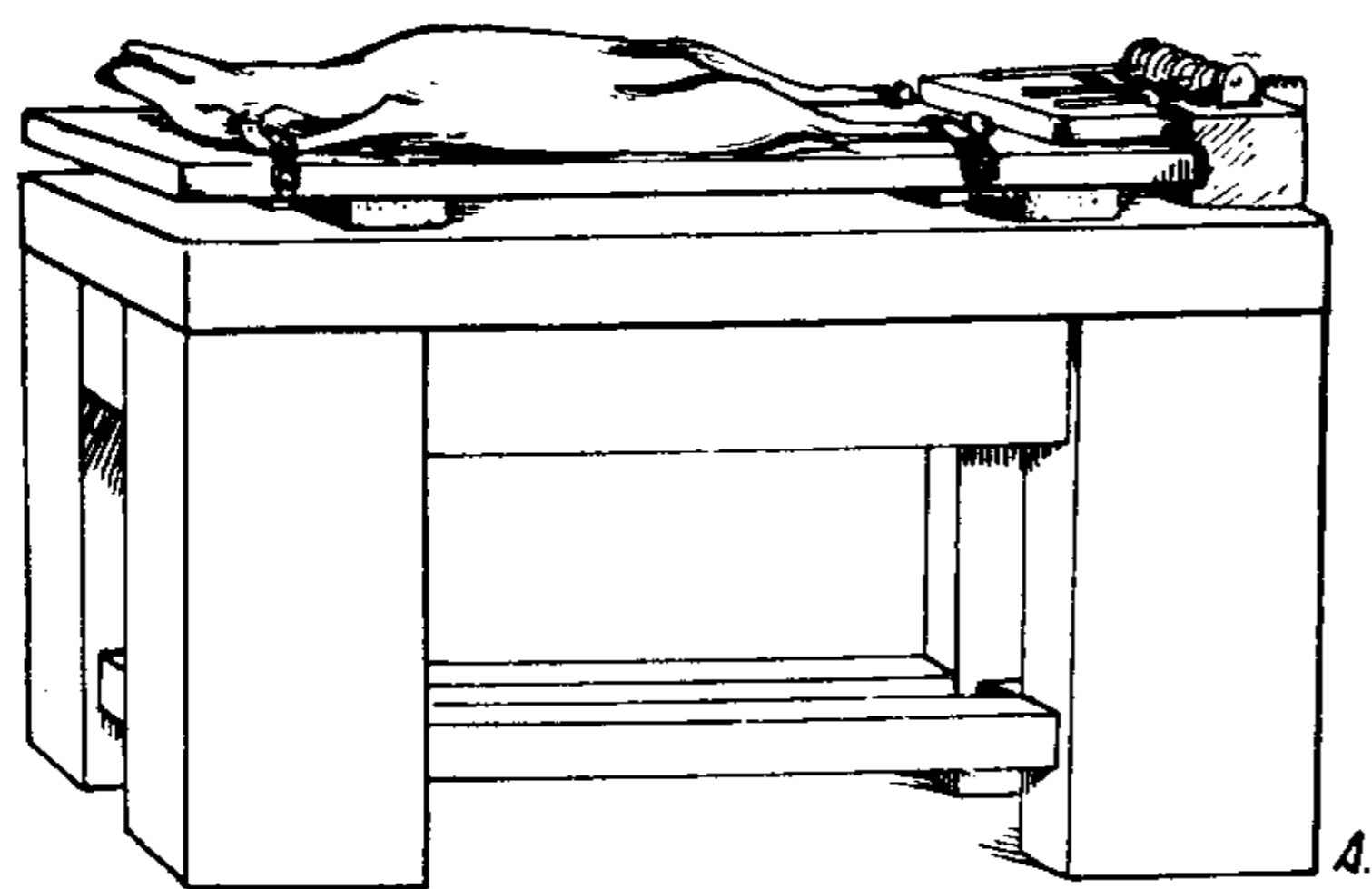
EL BALISTOCARDIOGRAMA EN EL PERRO NORMAL

POR LOS DOCTORES

RAÚL H. MEJÍA, OSCAR A. GÓMEZ y CARLOS A. TANTURI *

EL balistocardiograma del perro fué estudiado por primera vez por Starr y col. (1939), quienes se-

con el bcg humano. Posteriormente Cossio y col. (1953, 1955), Massini y col. (1953), Frederick y col. (1955)



.FRECUENCIA 12.5 %

.TIEMPO DE AMORTIGUACION 0.52 seg.

.RESISTENCIA INTERNA TOTAL 8.000-Ω

.SELF. INDUCCION - 6.4 HENRY

.CAPACIDAD 2.05 μ-F

FIGURA 1

ñalaron alteraciones en la configuración de los trazados al compararlo

y Honig y col. (1955) estudian el bcg del perro en condiciones normales y patológicas, por medio de distintos dispositivos, arribando a conclusiones diversas en lo que respecta

* Laboratorio de Patología y Cirugía Experimental. Facultad de Ciencias Médicas. Universidad de Buenos Aires.

a standards normales y alteraciones producidas experimentalmente.

A nuestro criterio es necesario determinar las características del bcg del perro en condiciones normales y sus variaciones, para poder luego interpretar las modificaciones del mismo en distintas situaciones experimentales.

MATERIAL Y TECNICA

Se estudian 24 perros mestizos de ambos sexos, entre 5,500 y 20,900

arterial sistólica por punción directa con manómetro aneroide, y se obtuvieron el ECG y el balistocardiograma durante la respiración tranquila.

El balistocardiograma se registró utilizando una mesa oscilante (figura 1) que consiste en una tabla apoyada en esponjas de goma natural, sobre una base sólida; el perro fué acostado sobre esta tabla en decúbito dorsal, firmemente sujeto a la misma. Los movimientos balísticos impartidos a la tabla se recogen por

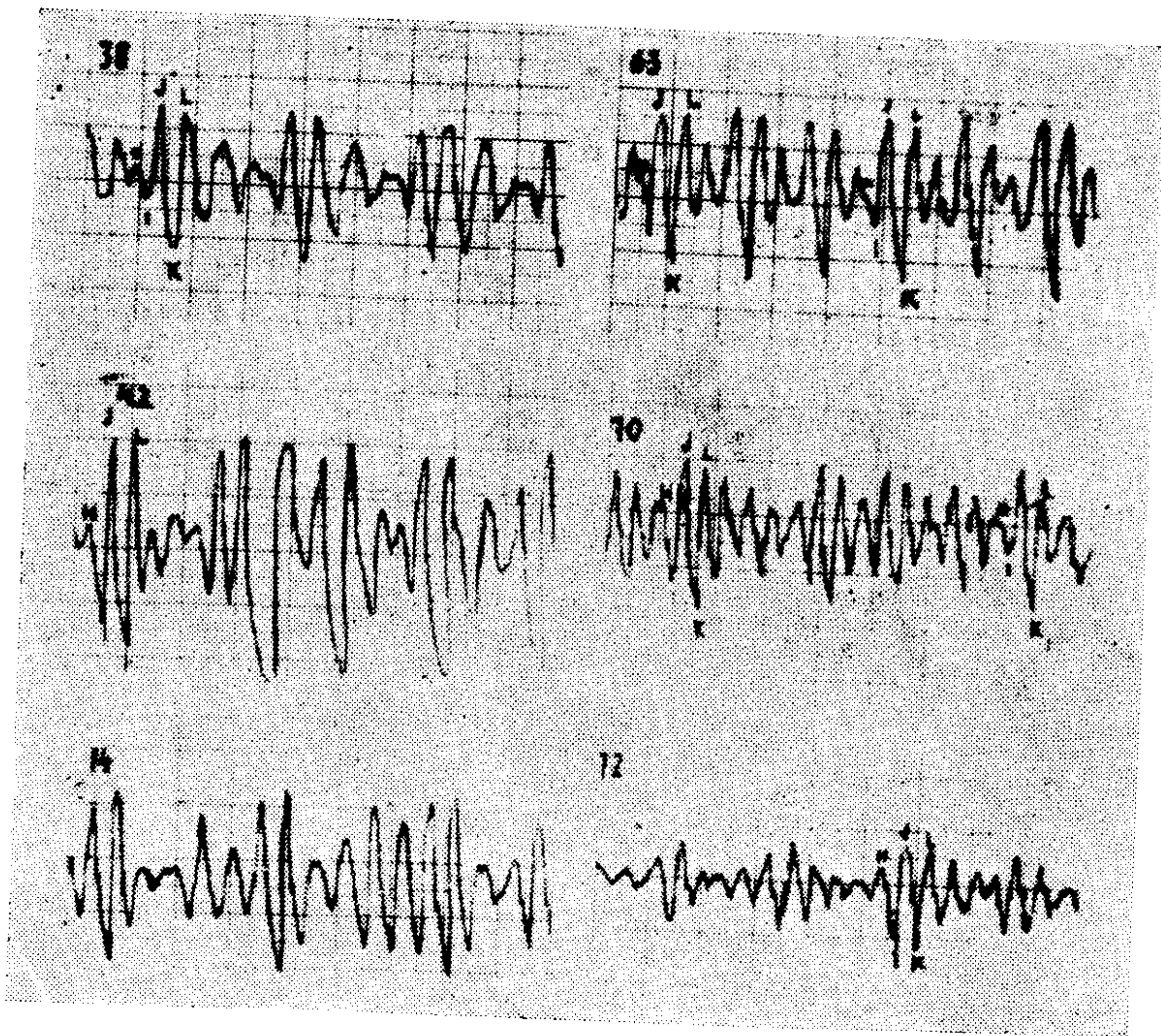


FIGURA 2

kilogramos de peso; todos ellos se encontraban en ayunas y fueron anestesiados por vía endovenosa: en 19 casos se empleó nembutal en dosis de 32,5 mg por Kg de peso, y en los demás 50 mg de khemital por Kg de peso. En tres perros se repitió el estudio en días diferentes y a dos de ellos bajo distinta anestesia. En todos los casos, a continuación de la anestesia, se determinó la presión

medio de un cabezal electromagnético, compuesto de tres imanes que se desplazan en medio de seis bobinas de 8.000 vueltas de alambre n° 40 NA cada una, conectadas en serie cuya resistencia interna total es de 8.000 ohms y su self inducción de 6,4 Henry. Esta mesa oscila con una frecuencia natural de 12,5 c/seg y tiene un tiempo de amortiguación de 0,52 seg, encontrándose conec-

tada de modo tal que todo movimiento hacia la cabeza del animal se inscribe como una deflexión positiva en el trazado.

La interposición de un condensador de 2.05 mfd en paralelo, hace a este dispositivo sensible a las variaciones de desplazamiento y de velocidad de desplazamiento, siendo por lo tanto de características similares al sistema electromagnético de Dock, modificado por Soldati (1955).

En los 27 trazados así obtenidos se midió la amplitud de las desviaciones HI, IJ, JK y KL tanto en inspiración como en espiración calculándose la relación porcentual de HI, JK y KL respecto de IJ. Además se

INSPIRACION			ESPIRACION					
HI	V MAX	20	V MAX	17	QH	V MAX	.14	
	V MIN	2	V MIN	2		V MIN	.06	
	T MA	8	T MA	5		T MA	.07	
IJ	V MAX	30	V MAX	33	HK	V MAX	.28	
	V MIN	6	V MIN	3		V MIN	.11	
	T MA	16	T MA	10		T MA	.15	
JK	V MAX	42	V MAX	38	IB	V MAX	.72	
	V MIN	7	V MIN	4		V MIN	.35	
	T MA	20	T MA	15		T MA	.52	
KL	V MAX	45	V MAX	35	IVR	V MAX	2.50	
	V MIN	4	V MIN	2		V MIN	0.76	
	T MA	19	T MA	13		T MA	1.51	

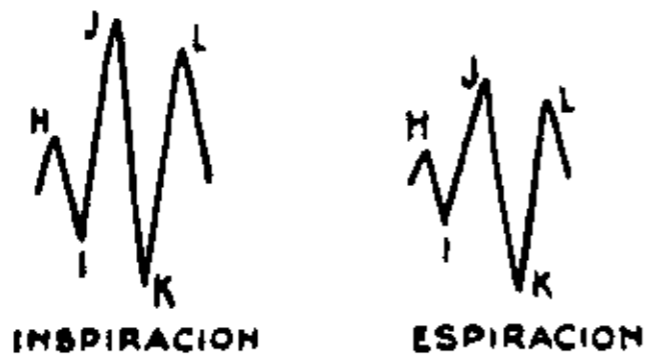


FIGURA 3

determinaron el tiempo de tensión ventricular —espacio QH— la sístole balistocardiográfica —espacio HK— (Sebastiani y col., 1952) el índice balistocardiográfico de Dock (Dock y col., 1953), y el índice de la variación respiratoria de Anderson (Anderson y col., 1954).

RESULTADOS

La frecuencia cardíaca de los animales en estudio varió entre 118 y 250 latidos por minuto, y la presión sistólica entre 105 y 190 mm Hg. En todos los casos el electrocardiograma fué normal de acuerdo a las normas habituales.

El bcg del perro mostró (fig. 2) clara definición de los complejos y de las ondas, apreciándose sólo variaciones de amplitud y regularidad en relación con el ritmo respiratorio; la inspiración provocó aumento de amplitud de los trazados ocurriendo lo contrario durante la espiración.

La amplitud de las desviaciones en los distintos momentos respiratorios, sus valores máximos, mínimos y tér-

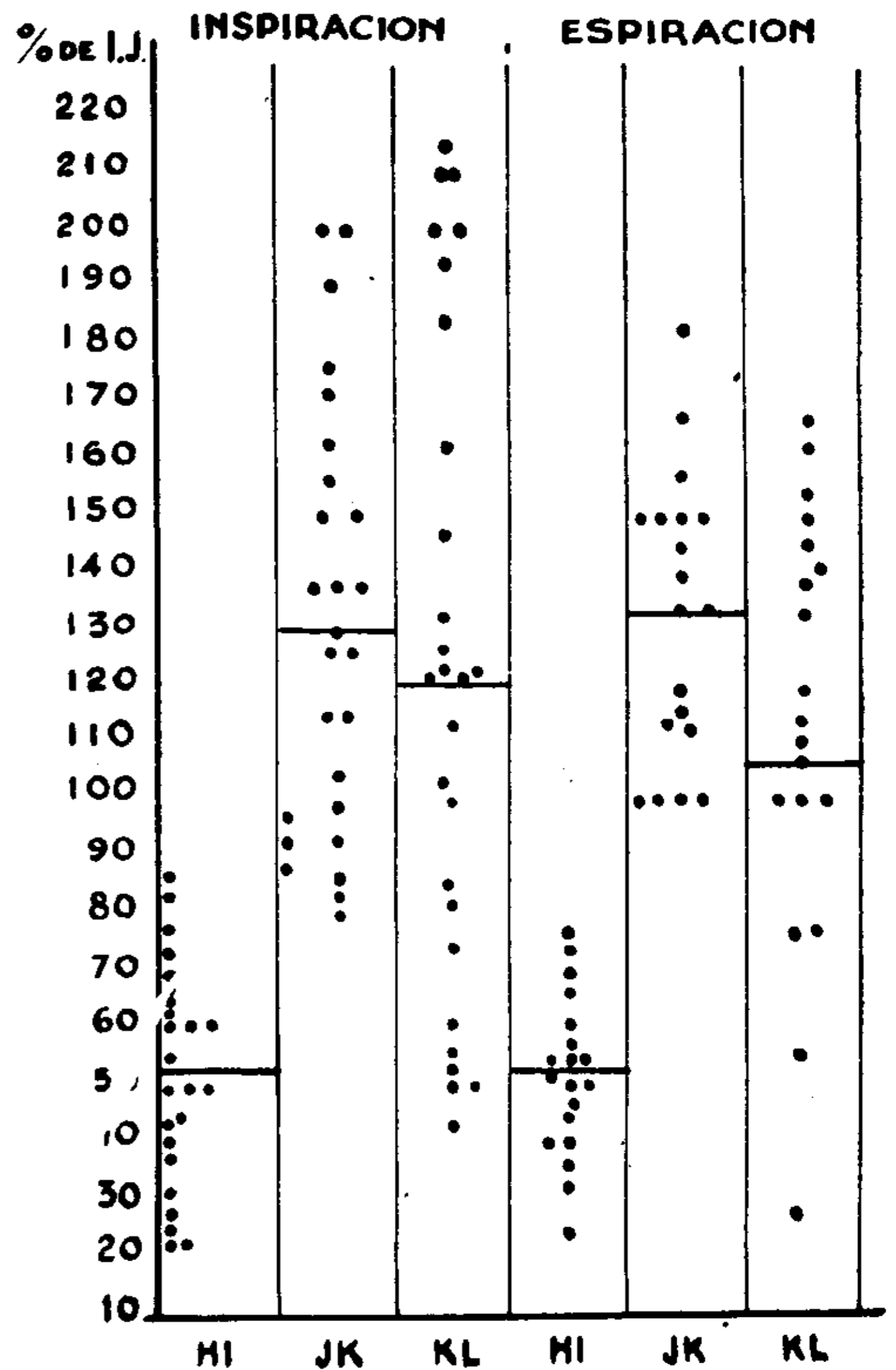


FIGURA 4

mino medio aritmético, se encuentran resumidos en la figura 3.

El tiempo de tensión ventricular y la sístole balistocardiográfica (fig. 3) mostraron menor dispersión de la frecuencia de aparición de sus valores que las desviaciones, mientras los índices balistocardiográficos estudiados presentaron la dispersión de frecuencias que les es habitual.

Relacionando porcentualmente las

desviaciones HI, JK, y KL con la desviación IJ en los distintos momentos respiratorios podemos observar (fig. 4) que en la inspiración la desviación HI es el 53 por ciento de IJ, la desviación JK el 130 por ciento, y la desviación KL el 121 por ciento; durante la espiración la des-

Considerando las variaciones de cada onda en particular, hemos observado (fig. 6) que la onda H es de amplitud variable en el 30 por ciento de los casos, bífida en el 7 por ciento, y sumada a alguna onda diastólica en el 22 por ciento. La onda I estuvo netamente acortada en el 7 por ciento de los trazados y bífida en el 3,5 por ciento. La onda J se presentó bífida en el 10 por ciento de los perros y mellada en el 7 por ciento. La onda K se acortó en forma permanente

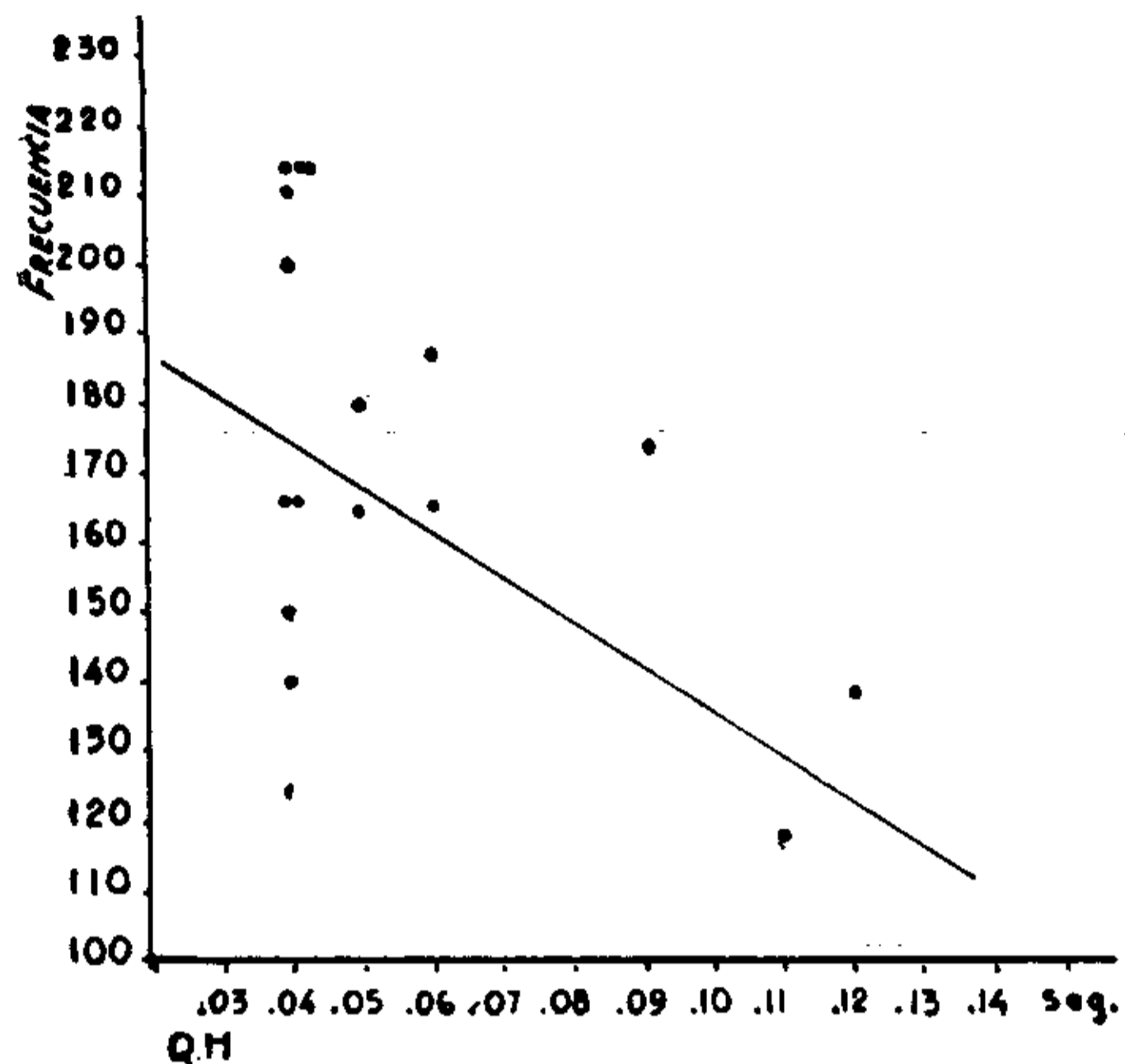


FIGURA 5

viación HI representa el 52 por ciento de IJ, la desviación JK el 133 por ciento, y la desviación KL el 108 por ciento.

No fué posible encontrar relación entre la amplitud de los trazados, el

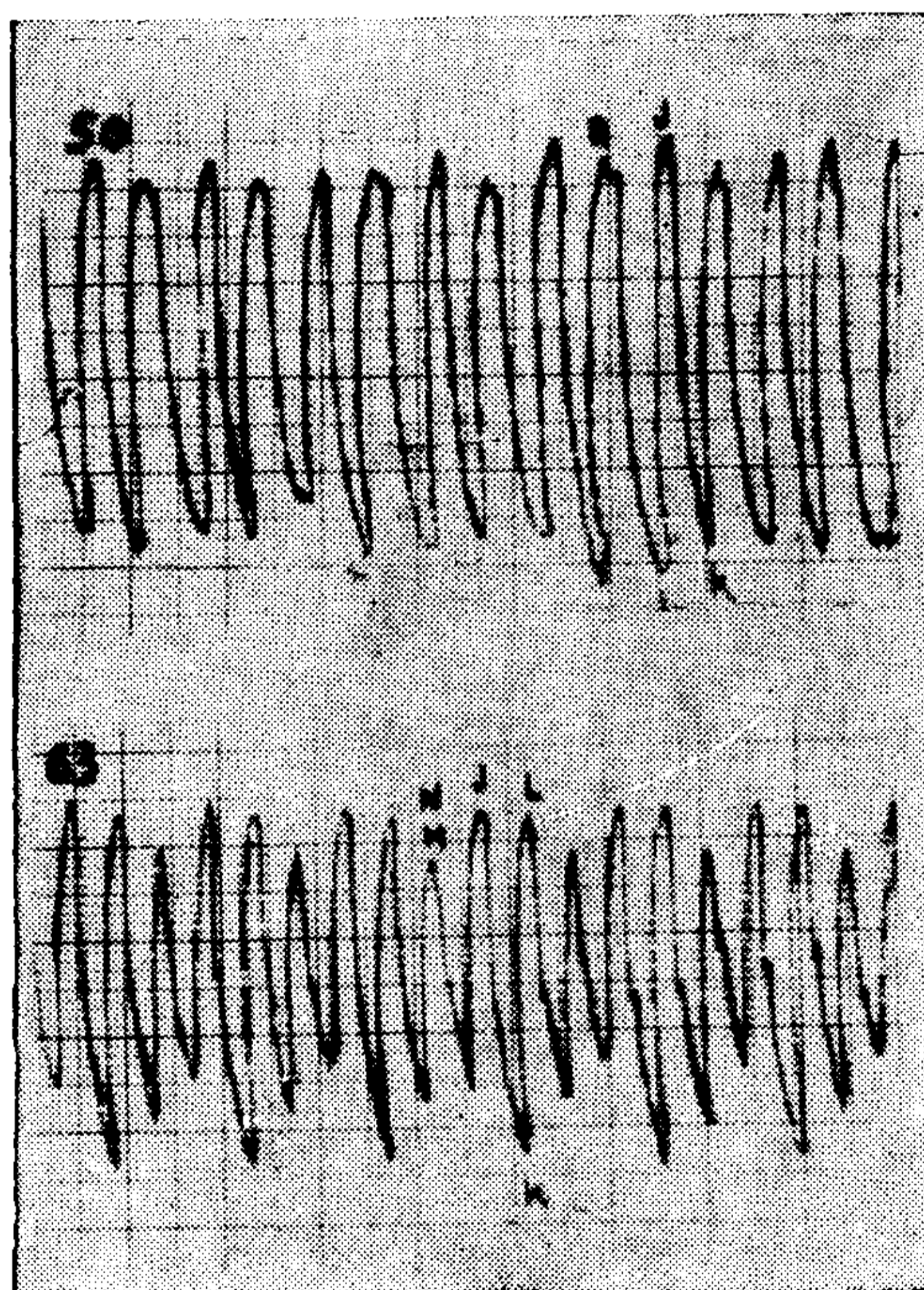


FIGURA 7

VARIACIONES PORCENTUALES EN LA CONFIGURACION DE LAS ONDAS

ONDA H.	VARIABLE	30 %	ONDA L.	ALTA PERM	22 %	
	BIFIDA	7 %		ALTA EN INSP.	22 %	
	SUMADA A OTRA ONDA	22 %		MELLADA	19 %	
ONDA I.	ACORTADA	7 %	ONDA M.	PROFUNDA	3,5 %	
	BIFIDA	3,5 %				
ONDA J.	BIFIDA	10 %	ONDAS M+N	IDENTIFICABLES	29 %	
	MELLADA	7 %				
ONDA K.	ACORTADA PERM.	14 %	ONDAS F+G	IDENTIFICABLES	7 %	
	ACORTADA OCAS.	14 %				
	MELLADA	3,5 %				

FIGURA 6

peso o la presión sistólica. El tiempo de tensión ventricular estuvo en relación con la frecuencia cardíaca (fig. 5), mientras la sístole balistocardiográfica varió independientemente de la taquicardia o bradicardia del animal.

en el 14 por ciento y sólo estuvo acortada ocasionalmente en el 14 por ciento, presentando melladuras en el 3,5 por ciento de los animales en estudio. La onda L estuvo mellada en el 22 por ciento de los casos, fué más alta que la onda J y permanentemente en el 19 por ciento de los casos, y sólo durante la inspiración en el 22 por ciento. Las ondas diastólicas M y N fueron identificables en el 29 por ciento de los trazados en forma per-

manente, y en el 3,5 por ciento la onda M fué profunda; las ondas presistólicas F y G se observaron en el 7 por ciento, mientras la sumación de la onda L con las ondas presistólicas y en particular con la onda H fué encontrada en el 7 por ciento de los trazados (fig. 7).

Estas alteraciones individuales de las ondas fueron correlacionadas con la frecuencia cardíaca, la presión sistólica y el peso del animal, encontrándose relación solamente entre la

bien los trazados son reproducibles de un día para otro, existe disminución de la amplitud y ligeras variaciones en la configuración de las ondas consideradas aisladamente.

DISCUSION

Starr y col. (1939) al analizar los trazados por ellos obtenidos en perros anestesiados con cloralosa, los hallan deformados respecto del trazado humano, atribuyéndolo al hecho

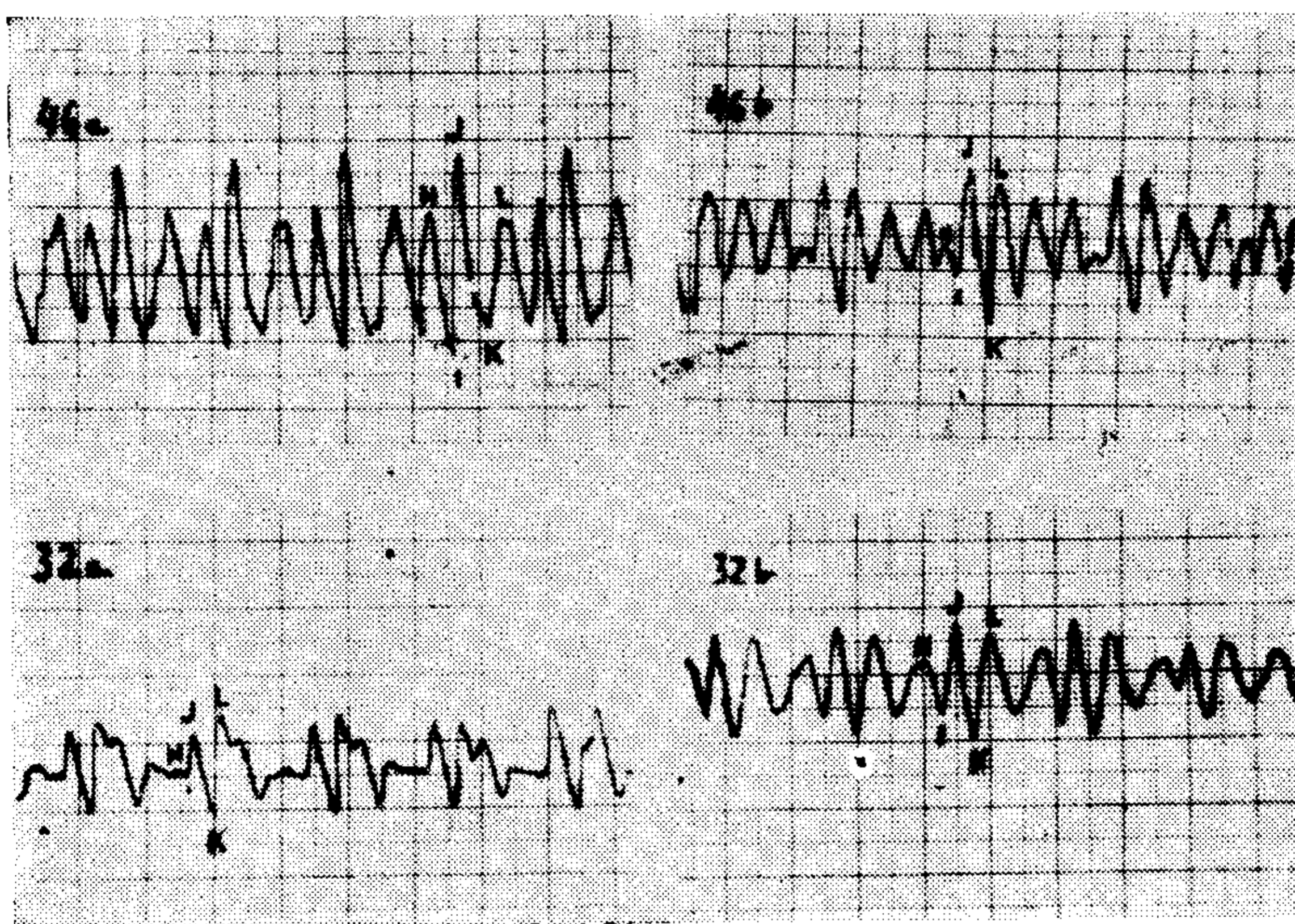


FIGURA 8

frecuencia elevada por encima de 200 l. p.m. y la sumación de ondas diastólicas y presistólicas; la aparición de ondas presistólicas identificables, F y G y de las ondas diastólicas M y N se observó preferentemente en trazados de menor frecuencia. El acortamiento permanente de la onda K coincidió con frecuencias cardíacas superiores a 200 l. p.m., no encontrándose relación definida entre el acortamiento ocasional o permanente de esta onda y el peso del animal.

La obtención de trazados en días diferentes (fig. 8) y en el mismo perro, aunque se utilice distinto barbitúrico, nos permite deducir que si

de haberlos obtenido en animales con tórax abierto. Cossio y col. (1953, 1955) utilizando un dispositivo electromagnético tipo Dock, colocado sobre las patas traseras de perros anestesiados con nembutal, encuentran un gran polimorfismo en la amplitud y configuración del bcg, lo que para nosotros sería debido a la técnica empleada, que introduciría el factor de variación responsable de dicha deformidad. Frederick y col. (1955), y Honig y col. (1956), utilizando sistemas periódicos de desplazamiento y aceleración respectivamente, registran trazados de gran regularidad y definición, fácilmente reproducibles

en el mismo animal si bien la configuración por ellos encontrada presenta diferencias con las nuestras debido probablemente a los aparatos empleados.

Analizando los resultados obtenidos por nosotros, podemos señalar que la frecuencia cardíaca observada fué siempre alta, lo que sería debido al anestésico empleado, ya que Gruber y col. (1938) demostraron que los barbitúricos provocan inhibición de las fibras postganglionares del vago y por ende taquicardia. Por otro lado se desprende que el bcg en el perro

AUTOR	DESVIACIONES								% DE I-J					
	INSPIRACION				ESPIRACION				INSPIRACION			ESPIRACION		
	HI	IJ	JK	KL	HI	IJ	JK	KL	HI	JK	KL	HI	JK	KL
SOLDATI y COL. 1951	8	19	22	-	6	12	14	-	49	119	92	60	130	100
SOLDATI y COL. 1957	6	15	18	12	6	11	14	10	-	-	-	-	-	-
MEJIA y COL. 1957	8	16	20	19	5	10	15	13	53	130	121	52	135	108

AUTOR	TIEMPO DE TENSION VENTRICULAR (Q.M.)			SISTOLE BALISTOCARDIOGRAFICA (M.M.)		
	V. Mx.	V. Mn.	T.M.A.	V. Mx.	V. Mn.	T.M.A.
FREDERICK y COL 1955	.16.	.04	.08	.24	.08	.12
MEJIA y COL. 1957	.14	.06	.07	.28	.11	.15

FIGURA 9

se presenta con características similares al bcg humano, es decir con regularidad en la aparición de los complejos, y constancia en su configuración. Al igual que el trazado del hombre la amplitud puede variar dentro de ciertos límites de animal a animal, conservando sin embargo el aspecto general y las relaciones entre las ondas y desviaciones, aún en días diferentes y bajo distintos anestésicos; del mismo modo que en el hombre, la amplitud varía con el momento respiratorio en el sentido de una mayor amplitud respiratoria.

La amplitud de las desviaciones estudiadas, los índices balistocardiográficos que de ellas dependen, así como las relaciones porcentuales con la desviación IJ presentan dispersión en la frecuencia de aparición de sus valores, cifras máximas, mínimas, y término medio, llamativamente apro-

ximadas a las encontradas en el hombre por Soldati y col. (1951, 1957) (fig. 9).

Este paralelismo se debería a que los factores cardiocirculatorios que intervienen en la génesis del bcg, son en los dos casos los mismos, ya que la dinámica circulatoria del perro en condiciones normales, tiene escasas diferencias con la del hombre.

El tiempo de tensión ventricular fué estudiado por Frederick y col. (1955) quienes encontraron valores inferiores a los del hombre atribuyéndolos a la mayor precocidad de la respuesta mecánica del miocardio al estímulo eléctrico, visible también en el acercamiento del primer ruido del fonocardiograma al complejo QRS del ECG. En nuestra serie el tiempo QH fué, en sus valores máximo, mínimo y promedio algo inferior al encontrado por estos autores (figura 9).

La sístole balistocardiográfica no sólo fué más breve que en el hombre, sino que su variación se realizó entre límites más amplios, siendo sus cifras superiores a las encontradas por Frederick y colaboradores.

La alteración de las ondas individualmente consideradas estuvo en relación con la frecuencia cardíaca ya que la taquicardia con su consiguiente acortamiento de la diástole provocó la sumación de las ondas presistólicas y diastólicas, mientras en frecuencias más bajas éstas se identificaban con nitidez. La onda K aparentemente no guardó relación con el tamaño del animal mientras que la taquicardia la acortó netamente; esto podría deberse a la aparición de fuerzas diastólicas y sistólicas actuando simultáneamente en sentido opuesto al final de la sístole, cuando la frecuencia sobrepasa ciertos límites.

El empleo de una mesa oscilante de alta frecuencia, con un dispositivo electromagnético tipo "diagnóstico",

permite la obtención de trazados que, por su gran parecido al bcg del hombre, pueden ser útiles para la comparación entre situaciones experimentales y clínicas. Es por otro lado evidente que en un mismo animal el bcg sufre pocas variaciones espontáneas, aun en días diferentes o utilizando barbitúricos de distinto tipo.

Conviene destacar que en nuestra experiencia los trazados que, por la deformación de sus ondas se apartaban del bcg normal, presentaban intensa taquicardia, factor ya señalado por Soldati y col. (1953), como capaz de determinar alteraciones en el trazado.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

a) Utilizando una mesa oscilante de alta frecuencia acoplada a un dispositivo electromagnético tipo diagnóstico, se obtienen 27 balistocardiogramas en 24 perros anestesiados con barbitúricos. Simultáneamente se determina la presión arterial y el electrocardiograma durante la respiración tranquila.

b) El bcg del perro obtenido en estas condiciones, presenta gran similitud con el bcg humano, en lo que atañe a regularidad, definición y configuración de los complejos; está sujeto asimismo a idénticas variaciones respiratorias, siendo los índices balistocardiográficos superponibles, así como la amplitud promedio de cada desviación y la relación porcentual entre ellas.

c) La sístole balistocardiográfica y el tiempo de tensión ventricular fueron más breves que en el hombre, estando el tiempo QH en relación con la frecuencia cardíaca.

d) La frecuencia cardíaca, elevada en nuestros casos por el empleo de barbitúricos, influyó la configuración de los complejos provocando sumación de ondas diastólicas y presistólicas, y en ocasiones acortamiento de la onda K.

e) El bcg del perro no se alteró fundamentalmente con el empleo de distintos barbitúricos, o con la obtención de trazados en días diferentes; las escasas modificaciones observadas pueden atribuirse a las variaciones de frecuencia entre uno y otro trazado.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

a) Using an oscillating table of high frequency connected with an electromagnetic diagnostic apparatus, 27 balistocardiograms are obtained from dogs anesthetized with barbiturates. At the same time arterial pressure and the electrocardiogram during normal breathing are obtained.

b) Under these conditions the bcg of the dog is greatly similar to the human bcg, as regards regularity, definition and configuration of the complexes; it is also subject to the same respiratory variations and the balistocardiographic indexes, as well as the average range of each deviation and their percentage relation, compensate.

c) The balistocardiographic systole and the time of ventricular tension were shorter than in human subjects, and the QH time was related to the cardiac rhythm.

d) The cardiac frequency, which was increased in our cases through the use of barbiturates, influenced the configuration of the complexes producing the addition of diastolic and presystolic waves and occasionally the shortening of the K wave.

e) The bcg of the dog was not fundamentally changed by using different barbiturates or obtaining the tracings on different days; the few changes noticed might be due to the variations of frequency between one tracing and the other.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

a) En employant une table oscillante de haute fréquence, accouplée à un dis-

positif électromagnétique-diagnostic, on obtient 27 balistocardiogrammes chez 24 chiens anesthésiés au barbituriques. Simultanément ont déterminé la pression artérielle et l'électrocardiogramme pendant la respiration tranquille.

b) Le bcg du chien obtenu dans ces conditions présente une grande similitude avec le bcg humain, concernant la régularité, définition et configuration des complexes; il est sujet aussi aux mêmes variations respiratoires et les index balistocardiographiques sont superposables, ainsi que l'amplitude moyenne de chaque déviation et le rapport pourcentuel de celles-ci.

c) La systole balistocardiographique et le temps de tension ventriculaire furent plus brefs que chez l'homme, le temps QH étant en rapport avec la fréquence cardiaque.

d) La fréquence cardiaque, élevée chez nos cas par l'emploi des barbituriques, influence la configuration des complexes en produisant la sommation des ondes diastoliques et présystoliques, et quelquefois le raccourcissement de l'onde K.

e) Le bcg du chien n'a pas été fondamentalement altéré en employant des différents barbituriques, ou enregistrant les tracés dans différents jours; les faibles modifications observées peuvent être attribuées aux variations de fréquence entre un tracé et l'autre.

ZUSAMMENFASSUNG

a) Mit Hilfe eines Oszillationstisches von hoher Frequenz, der mit einem elektromagnetischen Diagnose-Apparat gekuppelt war, wurden 27 Ballistocardiogramme von 24, mit Barbiturderivaten anaesthesierten Hunden, aufgenommen. Gleichzeitig wurden Blutdruck und Elektrocardiogramm während ruhiger Atmung gemessen, bzw. aufgenommen.

b) Ein unter solchen Bedingungen aufgenommenes Ballistocardiogramm des Hundes zeigt grosse Ähnlichkeit mit dem menschlichen Ballistocardiogramm, was die Regelmässigkeit, Definierung und

Gestaltung der Komplexe betrifft; ausserdem ist es den gleichen Atmungsvariationen unterworfen und die ballistocardiographischen Indices, sowie die durchschnittliche Amplitude jeder einzelnen Abweichung und deren prozentuale Relation, decken sich.

c) Die ballistocardiographische Systole und die interventrikuläre Tensionszeit waren kürzer als beim Menschen, wobei die QH Zeit im Einklang mit der Herzfrequenz war.

d) Die Herzfrequenz, in unseren Fällen durch Anwendung der Barbiturderivate erhöht, beeinflusste die Gestaltung der Komplexe indem sie eine Summierung der diastolischen und prä systolischen Zacken und bisweilen eine Verkürzung der K Zacke hervorrief.

e) Das Ballistocardiogramm des Hundes wurde nicht wesentlich verändert wenn man verschiedene Barbiturderivate anwendete oder die Diagramme an verschiedenen Tagen aufnahm; die geringen beobachteten Veränderungen kann man den Frequenzvariationen zwischen einem und dem anderen Diagramm zuschreiben.

BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, W. H., URBACH, K., DOERNER, A. A.: A ballistic respiratory variation as measured by the electromagnetic ballistocardiograph. *Am. Heart J.*, 1954, 47, 15.
- COSSIO, P., BERRETA, J. A., MOSSO, H. E., PERIANES, I.: El balistocardiograma en la agresión miocárdica experimental. *Rev. Arg. Card.*, 1953, 20, 85.
- COSSIO, P., BERRETA, J. A., MOSSO, H. E.: The ballistocar diogram and the blockage of circulation through ligature of both venae cavae. *Am. Heart. J.* 1955, 49, 72.
- DORK, W., MANDELBAUM, H., MANDELBAUM, R. H.: Ballistocardiography. The C. V. Mosby Co. 1953, St. Louis.
- FREDERICK, W. H., DUKE THOMAS, H., KNWOLLES, J. L., TUCKER, W. T., EDDLEMAN, E. E.: The ballistocardiogram of the normal dog. *Am. Heart. J.* 1955, 50, 416.
- GRUBER, C. M., HAURY, W. G., GRUBER, C. M. JR.: The point of action of the barbiturates in depressing the cardiac vagus nerves. *J. Pharmac. & Exp. Therap.* 1938, 63, 239.

- HONIG, C. R., TENNEY, S. M.: The relationship between the ballistocardiogram, cardiac movement and blood flow. *Am. Heart. J.* 1956, 52, 167.
- MASSINI, V., STRANO, A., FILOCAMO, G., MARTINI, G., BUSNENGO, E.: Ricerche sperimentali di ballistocardiografia. *Atti del XV Congresso della Soc. Ital. di Cardiologia*, 1953.
- SEBASTIANI, A., CONCINA, B., CASSINIS, R., DE SIMONE, G.: Studies of ballistocardiography. II: Mean normal values, ventricular tension time and duration of mechanical ventricular systole. *Cardiol.* 1952, 21, 773.
- SOLDATI, L. DE: La ballistocardiografía en la clínica cardiológica. *Principia Cardiológica*, 1955, 3, 237.
- SOLDATI, L. DE, MEJÍA, R. H., BALASSANIAN, S.: Determinación de standards normales y algunos índices ballistocardiográficos con el dispositivo electromagnético tipo diagnóstico. *Rev. Arg. Card.*, 1957 (en prensa).
- SOLDATI, L. DE, NAVARRO VIOLA, R., MEJÍA, R. H.: El ballistocardiograma obtenido con el procedimiento electromagnético de Dock en sujetos normales. *Rev. Arg. Card.* 1951, 18, 137.
- SOLDATI, L. DE, NAVARRO VIOLA, R., MEJÍA, R. H.: Curvas ballistocardiográficas en los bloqueos de rama, ritmo idioventricular y algunas taquicardias paroxísticas. *Rev. Arg. Card.* 1952, 19, 188.
- STARR, I., RAWSON, A. J., SCHROEDER, H. A., JOSEPH, N.: Studies on the estimation of cardiac output in man, and of abnormalities of cardiac function from the heart's recoil and the blood's impacts: the ballistocardiogram. *Am. J. Phys.* 1939, 127, 1.