

POSIBILIDADES Y LIMITACIONES DE LA ELECTROCARDIOGRAFÍA CANINA

FRANCISCO JAVIER ZENDEJAS

*Facultad de Estudios Profesionales
Cuautitlán, Estado de México*

LUIS OCAMPO CAMBEROS

*Departamento de Fisiología Farmacología
Facultad de Medicina Veterinaria Zootecnia, UNAM*

I. Introducción	467
II. Consideraciones sobre el origen y evolución de la electrocardiografía	468
III. Información que proporciona un electrocardiograma	469
IV. Metodología de obtención e interpretación del electrocardiograma normal	472
1. Génesis del electrocardiograma	472
2. Derivaciones electrocardiográficas	476
3. Electrocardiograma normal del perro	482
4. Evaluación del electrocardiograma	486
V. Utilización actual y potencial de la electrocardiografía en la clínica canina	488
VI. Aspectos limitantes de la electrocardiografía en la clínica canina	494
Referencias	503

I. Introducción

Los principales objetivos que se persiguen en el presente trabajo son: contribuir a la difusión de la electrocardiografía, como una ayuda para satisfacer la necesidad profesional de mejorar la eficacia

en los servicios del área de pequeñas especies, así como de incorporarse a los más recientes avances en medicina; informar sobre el desarrollo y principales características de la técnica electrocardiográfica, explicando los usos potenciales, y sus limitaciones.

II. Consideraciones sobre el origen y evolución de la electrocardiografía

La electrocardiografía se remonta a 1901 en que Willen Einthoven ideó un aparato para registrar y grabar las corrientes eléctricas generadas durante el trabajo cardíaco. Al aparato se le denomina electrocardiógrafo, y al registro de las corrientes cardíacas, electrocardiograma (E.C.G.)

El desarrollo de la electrocardiografía ha sido incrementado por los avances de la electrónica, que le han permitido desarrollar aparatos de registro cada vez de mayor precisión, sencillez en el manejo y menor costo; como los modelos portátiles, de gran utilidad a la práctica clínica diaria (27).

El registrar electrocardiogramas en una cinta magnética y analizarlos a través de una computadora ha sido la respuesta ante el incremento del índice de presentación de cardiopatías en el hombre y en los animales (8,16, 33, 45)

La utilización de sistemas computarizados ha desarrollado métodos para el estudio y enseñanza de la génesis del electrocardiograma, que incluyen la simulación de alteraciones funcionales frecuentes en el corazón (37).

El futuro de la electrocardiografía está basado en el mejoramiento de los métodos para traducir el lenguaje de los eventos eléctricos que se obtienen en la superficie de un cuerpo y que representan información sobre las características morfofuncionales del corazón (46, 47, 48, 67).

La introducción de la electrocardiografía a la medicina veterinaria data de principios de siglo. Pero como sucede en el caso de otros tipos de investigación instrumental o especializada, se ha limitado por un gran período, a propósitos de investigación. Un ejemplo de lo anterior serían los modelos de investigación desarrollados en perros para estudiar los cambios electrocardiográficos en tórax cerrado, producidos por taponamiento cardíaco (25) y por traumatización de la caja torácica (50) cuya finalidad es el estudio de problemas tan frecuentes en la población humana como son las oclusiones coronarias y los accidentes automovilísticos.

Sin embargo, en los últimos, años la difusión de la electrocardiografía en el campo veterinario, sobre todo en el área de pequeñas especies, ha sido sorprendente, como una prueba más de lo importante que puede ser este tipo de información para el diagnóstico clínico veterinario (76)

III. Información que proporciona un electrocardiograma

El electrocardiograma registra en forma directa las diferencias de potencial que ocurren como principio de la actividad contráctil del miocardio y parte del endocardio (11, 37, 71). Sin embargo, no mide directamente la fuerza de contracción, eficiencia y gasto cardíaco (11)

Desde el punto de vista clínico diagnóstico, todas las alteraciones cardiocirculatorias, primitivas y secundarias, pueden ser detectadas por el registro electrocardiográfico, dado que en mayor o menor grado pueden modificar la función miocárdica (7.6).

Hay dos modificaciones cardíacas que sólo el registro electrocardiográfico permite estudiarlas con precisión:

1. Alteraciones en las vías de distribución y velocidad de las corrientes eléctricas que se originan en el miocardio.

Esto proporciona información sobre los sistemas de conducción intracardíacos, que inducen la contracción del miocardio y sobre la forma en que el sistema nervioso autónomo afecta a estos sistemas. El estudio de estas características proporciona información sobre la etiología y pronóstico de las arritmias (1,11,19, 30; 76).

Alteraciones de la intensidad de las corrientes eléctricas producidas por la actividad cardíaca.

El diagnóstico electrocardiográfico de estas modificaciones permite la confirmación de hipótesis diagnósticas concernientes a varias alteraciones funcionales del corazón principalmente las que están ligadas a cambios en el volumen y forma del corazón (dilatación e hipertrofia de las paredes de las cavidades cardíacas) (19,76).

A través de la determinación del eje eléctrico basado en la medida de la intensidad de la actividad ventricular, se puede comprobar el diagnóstico de posición anormal del corazón (11, 19, 71, 16).

Sodi Pallares (71) señala que la interpretación de los trazos electrocardiográficos exige un *análisis deductivo* basado en los siguientes conocimientos :

1. Generación, conducción y distribución de los potenciales de acción de las fibras cardíacas y su relación con el registro normal (P, QRS, T) que originan (1, 19, 71,73).
2. Relación del trazado electrocardiográfico con los fenómenos mecánicos de las aurículas y ventrículos (sístole y diástole) (19)
3. Manera en que se registran estos potenciales por el electrocardiógrafo, dependiendo de la distinta posición de los electrodos (Derivaciones bipolares, unipolares, precordiales) (15, 19, 71, 78, 79).

El *análisis deductivo*, de acuerdo con lo mencionado, permite obtener una imagen clara del funcionamiento eléctrico del corazón en condiciones normales y patológicas. Este tipo de análisis puede ser efectuado de tal manera que no se limita al conocimiento del corazón mismo, sino que relaciona la interpretación de la actividad cardíaca con las posibles causas extracardíacas que despolarizan el corazón. A esta interpretación, de acuerdo con un número mayor de parámetros, se le denomina *electrocardiografía poliparamétrica* (71).

Este concepto se basa en la consideración de que la actividad eléctrica del corazón (despolarización y repolarización), que desencadena el fenómeno de acoplamiento (acción del Ca^{++}), que a su vez origina el fenómeno mecánico (sístole y diástole) depende directamente del metabolismo celular y sigue un ciclo de regulación cibernética de acuerdo con lo siguiente:

Polarización diastólica normal _____
Potencial de acción normal _____
Acoplamiento normal _____
Contracción normal _____
Flujo coronario normal _____
Oxigenación celular normal _____
Metabolismo celular normal _____
Polarización diastólica normal _____

En condiciones patológicas y aun en diversas condiciones normales, los estímulos ambientales determinan cambios iniciales, en cualquiera de los eventos antes descritos, que en forma dinámica afectan a todo el ciclo de regulación (servomecanismo).

El objetivo principal de la electrocardiografía poliparamétrica es el de obtener información de los ciclos de regulación cibernética como el antes mencionado.

Esto permite suponer que la condición metabólica de la fibra miocárdica depende de la condición metabólica de órganos distantes al corazón, y la influencia es mayor mientras exista mayor relación funcional con el corazón.

Para que esta dependencia se manifieste en el corazón, es necesario que la alteración funcional a distancia tenga un nivel mínimo suficiente para alterar el metabolismo cardíaco. Se requiere una menor magnitud en la alteración para reflejarse en la actividad cardíaca, cuando existe reserva coronaria insuficiente para la condición del paciente.

Esto ocasiona despolarización de la fibra cardíaca que se demuestra en la modificación del trazo electrocardiográfico correspondiente. De acuerdo con la experiencia (71), esta situación puede ser originada por:

- a) Diabetes mellitus;
- b) Hipertiroidismo;
- c) Hipotiroidismo;
- d) Alteraciones de la vesícula biliar;
- e) Hepatopatías;
- f) Insuficiencia renal;
- g) Aldosteronismo;
- h) Insuficiencia adrenal;
- i) Desequilibrio acidobásico;
- j) Desequilibrio electrolítico;
- k) Hipoxias tisulares de causas diversas;
- l) Procesos infecciosos;
- m) Efecto tóxico de diversos fármacos;
- n) Pielonefritis agudas y crónicas;
- o) Hernia diafragmática;
- p) Fracturas de hueso (en especial el fémur);
- q) Anemias y enfermedades hemáticas;
- r) Accidentes cerebrovasculares
- s) Insuficiencia respiratoria;
- t) Vómitos y diarreas;
- u) Pancreatitis aguda;
- v) Intoxicaciones diversas, y
- w) Neoplasias.

IV. Metodología de obtención e interpretación del E.C.G. normal

1. Génesis del E.C.G.

Se puede considerar al corazón como un generador eléctrico dentro del tórax, cuya fuente de energía es la célula miocárdica, ya que su actividad contráctil está basada en las modificaciones de su equilibrio eléctrico.

La célula miocárdica en estado de reposo tiene un potencial eléctrico igual a cero, y el número de cargas positivas del lado externo de la membrana es igual al número de cargas negativas del interior de la misma (véase A en figura 1). En estas condiciones se dice que la célula está polarizada.

Al recibirse un estímulo en el exterior de la célula miocárdica (véase B en figura 1), en el punto de aplicación del estímulo se produce la alteración del equilibrio eléctrico (éste consiste en una inversión de cargas eléctricas) ocasionado por un aumento en la permeabilidad de los electrólitos. Esa alteración se propaga en toda la longitud de la fibra cardíaca, (véase C en figura 1). Todo el exterior de la célula miocárdica, en esta etapa de despolarización (a la que sigue la contracción de la fibra), se caracteriza por una variación en el sentido positivo del campo eléctrico, que progresivamente regresa a un valor de cero (véase D en figura 1).

Al proceso de despolarización sigue una rápida repolarización celular (véase E en figura 1), que se manifiesta como una variación del campo eléctrico medible desde el exterior cardíaco (véase F en figura 1) (1,77).

De acuerdo con lo anterior, el electrocardiograma es el registro de las variaciones de potencial de superficie que ha sido generado por el corazón y transmitido a través del cuerpo a un punto determinado en la superficie de éste. Si consideramos al corazón como un dipolo (véase la figura 2), situado en el centro de un conductor de volumen homogéneo, la densidad de la corriente del campo eléctrico que se genera es mayor cerca del dipolo y varía en razón inversa al cuadrado de la distancia al corazón, por lo que la medición de esta corriente en el exterior de un cuerpo varía de acuerdo con el punto en que se mide (véase la figura 3) (29, 34, 71).

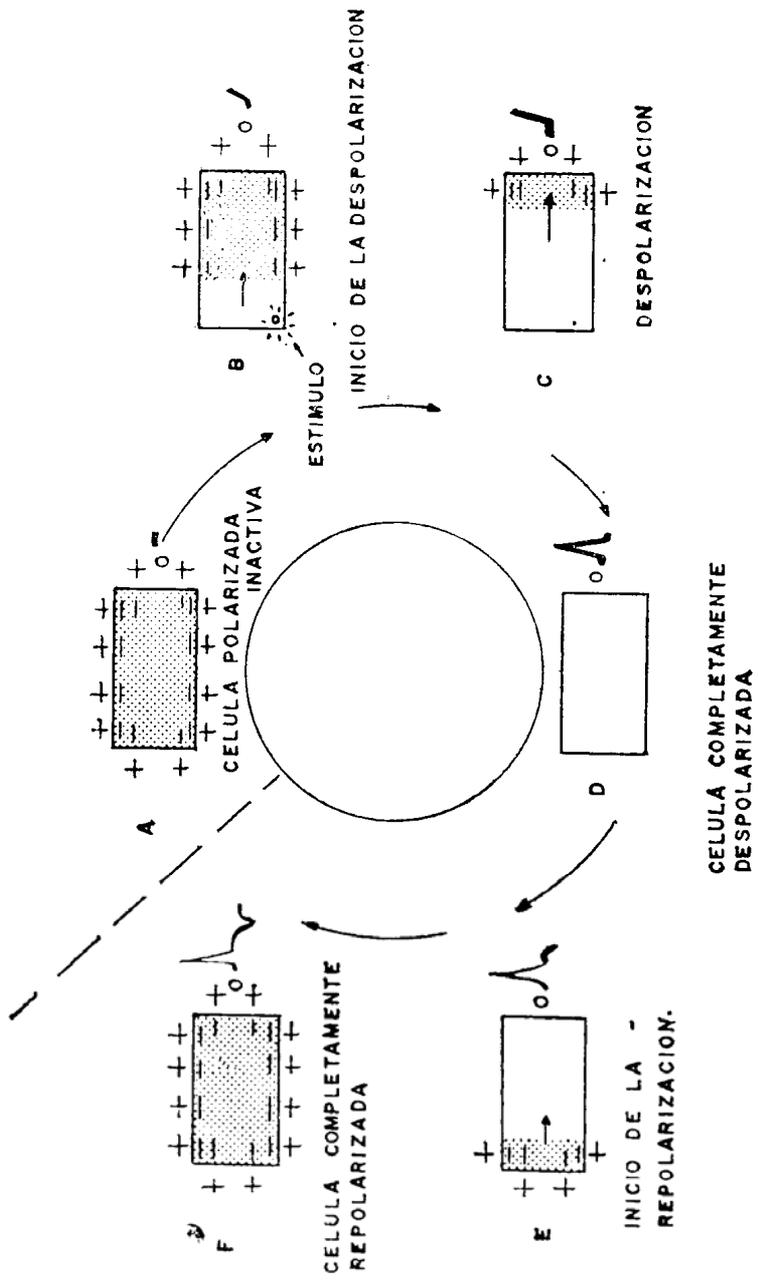


Fig. 1. Correlación entre las modificaciones electroiónicas y el registro electrográfico durante la actividad contráctil de la célula miocárdica (77).

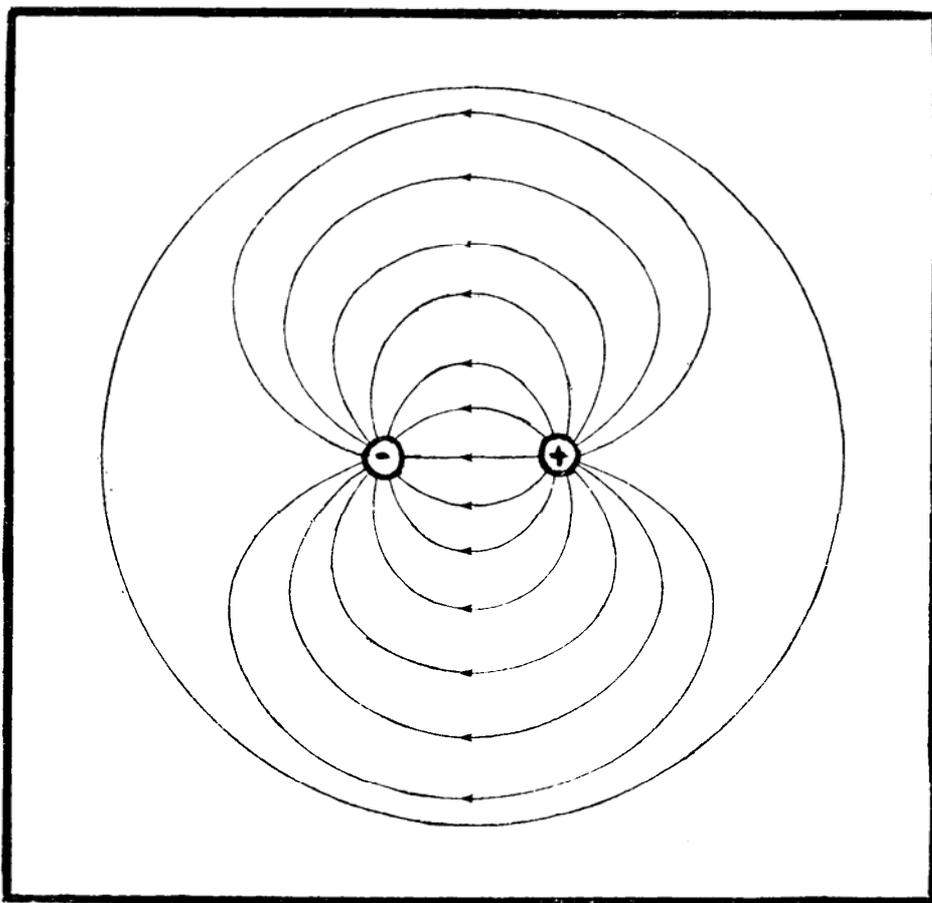


FIG. 2. Flujo de corriente proveniente de un dipolo originado en un cuerpo (conductor homogéneo) (34).

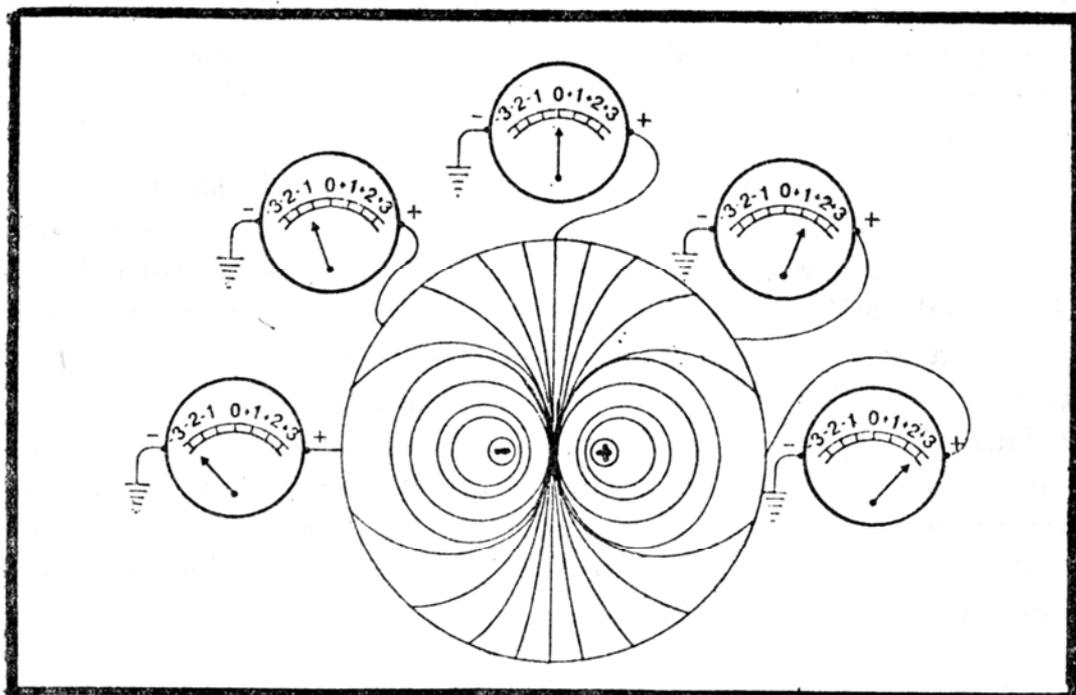


FIG. 3. Medición de la corriente de un dipolo en diversos puntos de la superficie corporal (34).

2. Derivaciones electrocardiográficas

Desde un punto de vista eléctrico, se considera al cuerpo del animal como un cilindro inspeccionable desde tres puntos de vista: frontal, horizontal y sagital.

En la práctica, la exploración electrocardiográfica del corazón se realiza en el plano frontal con las derivaciones estándar y las unipolares de los miembros. El plano horizontal se explora con las derivaciones precordiales (19, 77). Por derivación o eje se entiende una línea hipotética que conecta dos electrodos en la superficie del cuerpo. Los electrodos deben encontrarse equidistantes del dipolo cardíaco para que sus registros queden en la misma escala de medida. Convencionalmente, al electrodo negativo se le denomina "de referencia" y al positivo "de registro" o "explorador".

Cuando el dipolo o vector de activación ventricular (véase la figura 4a) (eléctricamente negativo) se dirige hacia el electrodo explorador, se registra un trazo positivo, es decir, hacia arriba de la línea basal isoeléctrica. Pero si el vector se aleja del electrodo de registro, o sea se desplaza en sentido opuesto se obtiene el registro de un trazo negativo (hacia abajo de la línea basal isoeléctrica) Este hecho enfatiza la necesidad de utilizar múltiples derivaciones que sean, capaces de captar en forma clara los distintos vectores de activación ventricular, de acuerdo con los distintos ángulos que se exploren (véanse las figuras 4a y 4b), para lograr una mejor evaluación de la función del miocardio (71).

a) Derivaciones estándar

De acuerdo con la literatura, las siglas más comunes para indicar las derivaciones estándar son: L₁, L₂, L₃; D₁ D₂ D₃; I, II; III.

Constituyen el primer sistema de derivaciones propuesto por Einthoven y col. en 1913 (71). Éste colocó imaginariamente al corazón en el centro de un triángulo equilátero (triángulo de Einthoven), (véase la figura 5) en el que cada uno de sus lados está formado por los vectores resultantes del registro a partir de la posición de los electrodos, propuesta para cada derivación. La derivación I (véase la figura 5a) mide la diferencia de potencial existente entre el miembro anterior derecho (relacionado con el polo negativo del galvanómetro) y el miembro anterior izquierdo (relacionado con el polo positivo). Esta diferencia de potencial es presentada por un vector que se dirige del electrodo del miembro anterior derecho al izquierdo.

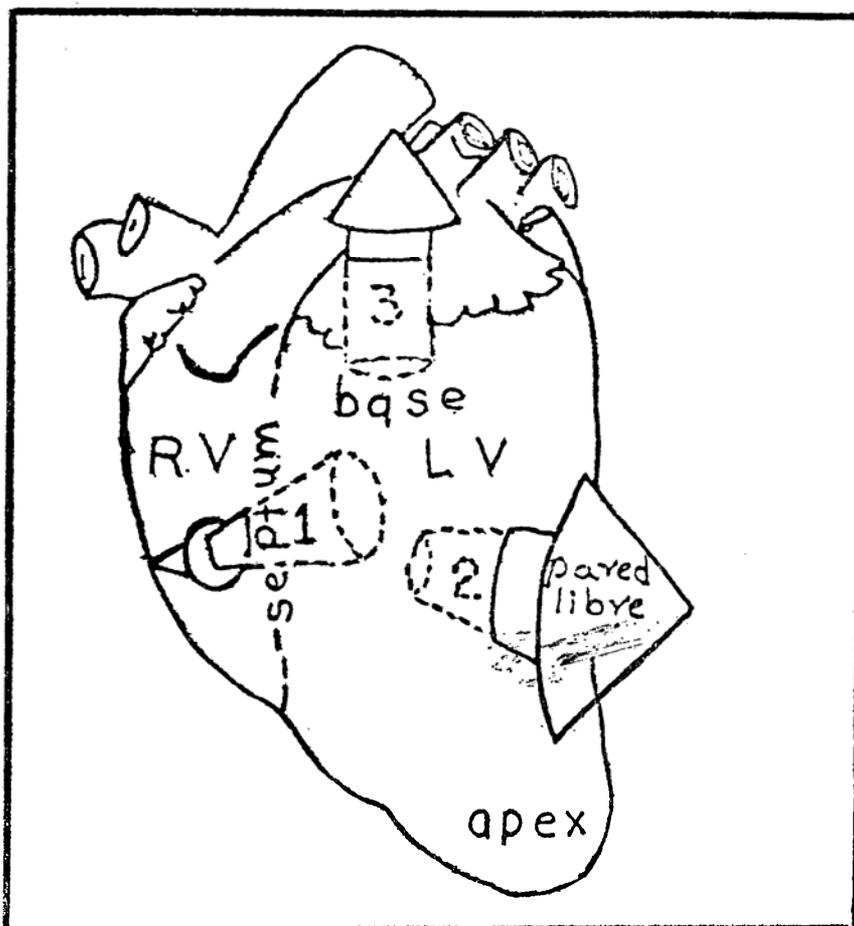


FIG. 4a. Los tres vectores resultantes de los mayores frentes de activación en la porción ventricular del perro (34).

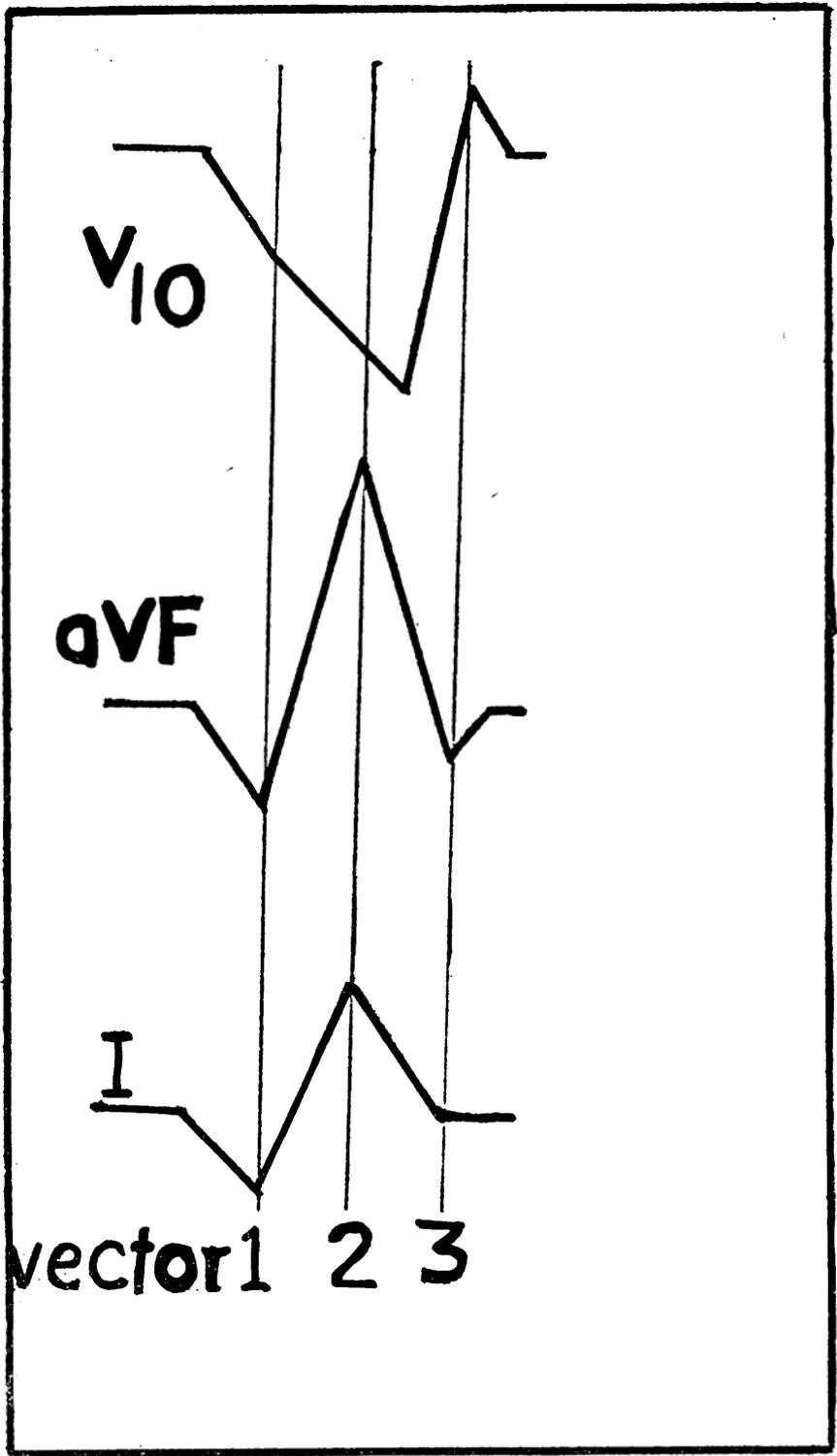


FIG. 4b. Coordinación simultánea de las derivaciones I, aVF y V_{10} para mostrar su correspondencia con cada uno de los vectores de activación (34).

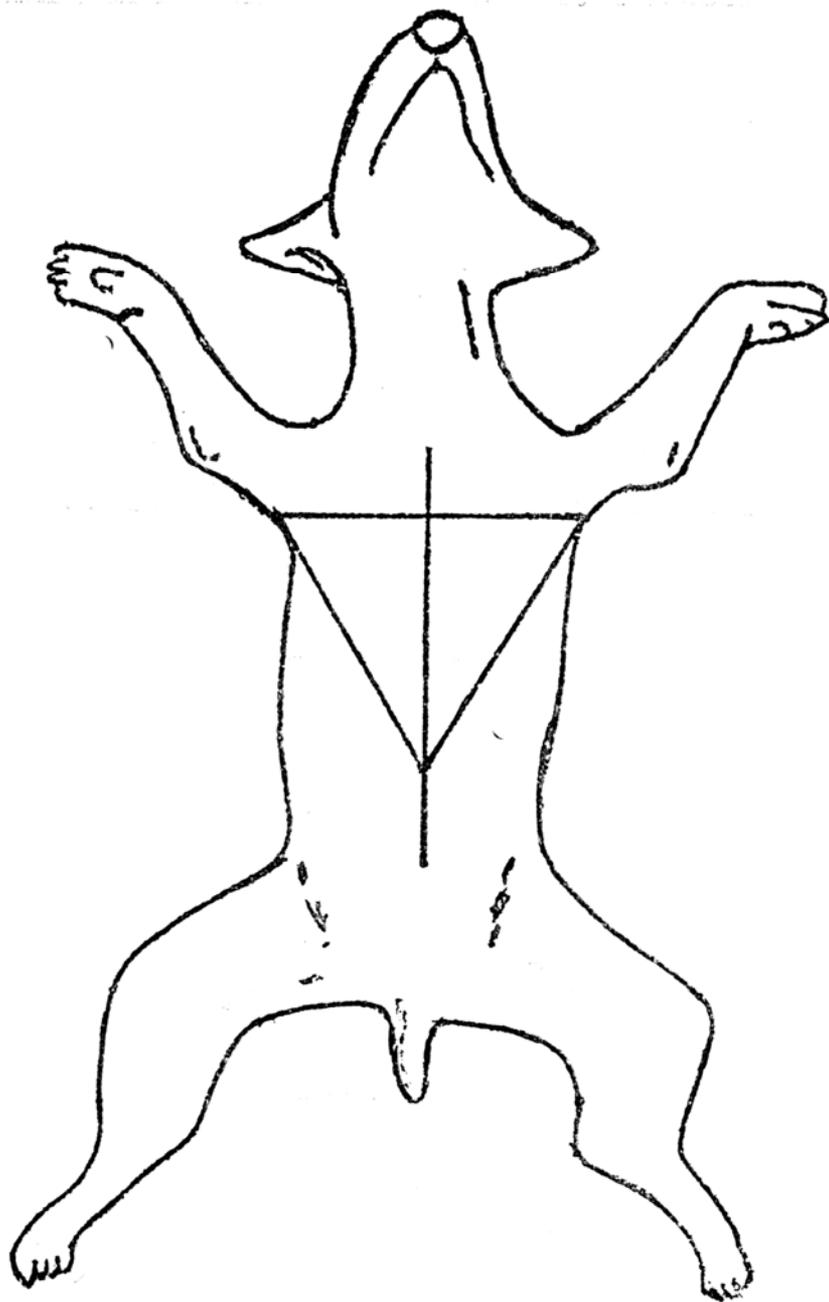


FIG. 5. Triángulo de Einthoven (22, 77).

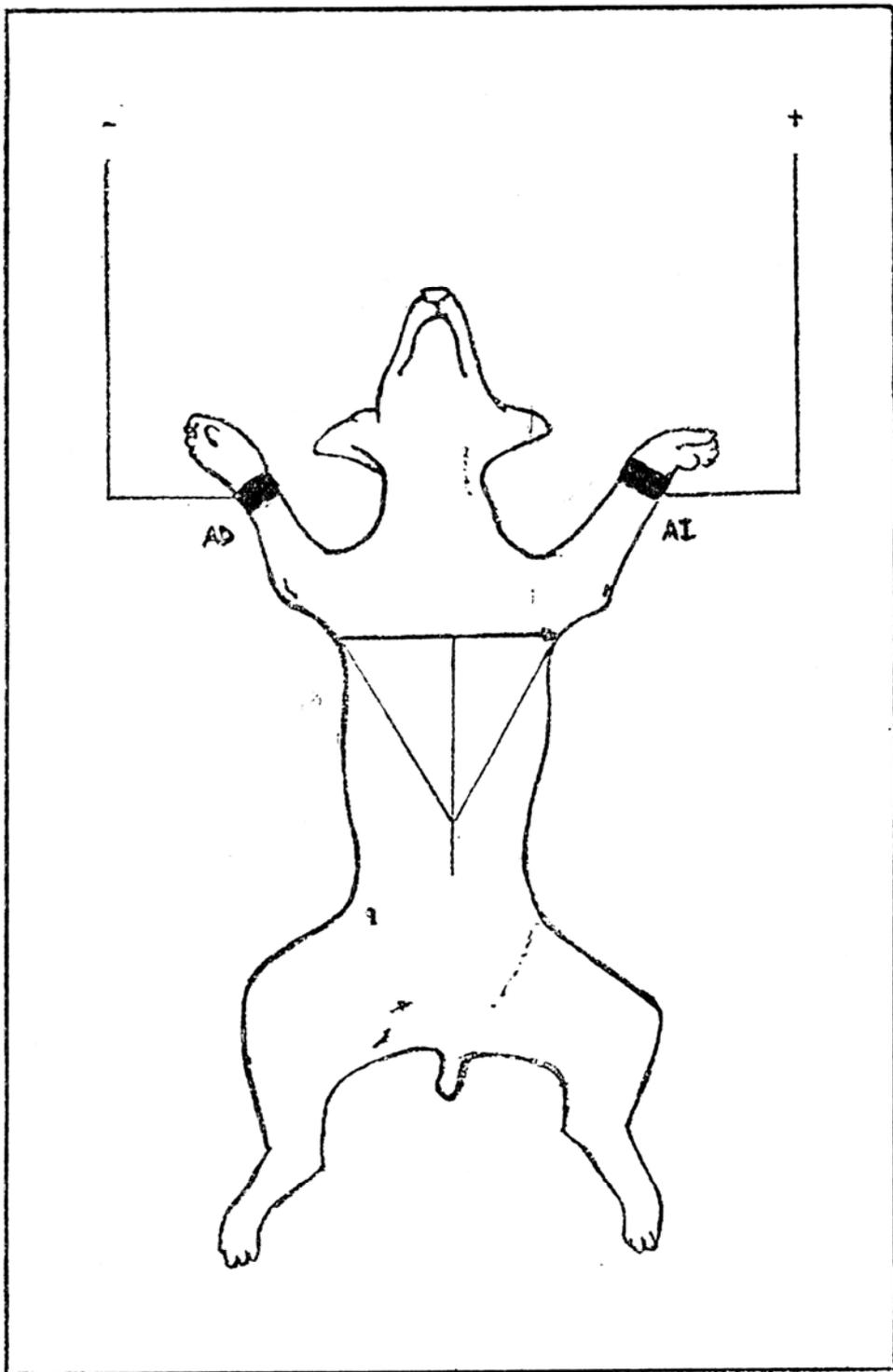


FIG. 5a. Derivación I. Conexión electrocardiográfica y dirección del flujo de la corriente (77).

Las otras dos derivaciones están dispuestas en forma análoga y varían en que el polo negativo del galvanómetro en la derivación II y III está relacionado con el miembro anterior del derecho e izquierdo respectivamente, estando en ambas derivaciones el miembro posterior izquierdo relacionado con el polo positivo del galvanómetro (19, 77, 79).

b) *Derivaciones unipolares (monopolares)*

En este tipo de derivaciones, dos o más, electrodos de los miembros se relacionan al mismo tiempo con el polo negativo del galvanómetro. Este tipo de conexión al galvanómetro se llama central terminal, o de Wilson, y su característica principal es que sólo el electrodo de registro o explorador, varía su potencial en relación con los cambios eléctricos del miocardio, lo cual permite una localización más precisa de la dirección y magnitud de los fenómenos de despolarización y repolarización miocárdicas durante la producción del potencial de acción del corazón. Cuando el electrodo de registro se encuentra en el miembro anterior derecho, miembro anterior izquierdo o miembro posterior izquierdo, las derivaciones se denominan *unipolares aumentadas de los miembros* y las siglas con que las identifican son respectivamente: aVR, aVL y aVF (15, 19, 77).

Cuando el electrodo explorador se coloca en puntos específicos del tórax las derivaciones se llaman *unipolares torácicas o precordiales*, lo cual permite observar el funcionamiento cardíaco desde un plano horizontal. En medicina humana el número de derivaciones precordiales normalmente utilizadas pueden pasar de una docena, y algunas de éstas poseen numerosas variantes (71). En medicina veterinaria estas derivaciones son menos usadas y comunes, y por lo mismo su número es más limitado (77).

A continuación se enlistan las derivaciones más comunes para el perro, además de la descripción de la posición del electrodo de registro o explorador:

CV₆LL Sexto espacio intercostal izquierdo inmediatamente lateral al esternón y por encima de la punta del ventrículo izquierdo.

CV₆LU Sexto espacio intercostal izquierdo al nivel de la unión costocostal en correspondencia con la pared del ventrículo izquierdo.

- CV₅RL Quinto intercostal derecho inmediatamente lateral al esternón y por encima de la región torácica correspondiente al ventrículo derecho.
- V₁₀ Línea media dorsal ubicada en el proceso espinoso de la séptima vértebra torácica y por encima de la base del corazón.

3. *Electrocardiograma normal del perro*

El registro electrocardiográfico normal del perro está formado por un conjunto de curvas, que representan las diferentes bases de la actividad cardíaca; además cada una de estas curvas, presenta tres características: forma (véase la figura 6), duración (medida en segundos) y amplitud (altura o intensidad medida en mv / cm), las cuales obviamente varían de acuerdo con la derivación utilizada en el registro electrocardiográfico.

Lannek en 1949, Horowitz, Spanier y Wiggers en 1953; Crawley y Swenson así como Burman, Panagopoulos y Khan en 1966 (citados por Ettinger en *Canine Cardiology*), han publicado valores, que han resultado diferentes para el electrocardiograma considerado como normal. Es menester considerar que en cada uno de los casos referidos, la obtención de los electrocardiogramas en uno o varios puntos difirió de la metodología utilizada, pudiendo resumir esto en lo siguiente: diferente número de perros muestrea dos grupos heterogéneos en cuanto a la edad, sexo y tamaño; perros en posición supina, anestesiados o tranquilizados para la obtención del E.C.G.

Los valores que se mencionan a continuación se han obtenido siguiendo una metodología uniforme (19,77), de acuerdo con lo mencionado anteriormente; sin embargo, los datos observados no tienen en cuenta todas las modificaciones que potencialmente se registrarían, a causa de diferencias en la edad, talla (tamaño del tórax) y características específicas de raza, del perro normal (34, 41, 59, 77).

Onda P

Ésta representa la despolarización auricular, o sea, la onda de excitación que se difunde del nodo sinoauricular al nodo auriculo-ventricular a través de un sistema de conducción auricular llamado internodal. La onda P (figura 6) constituye la primera deflexión observable en el electrocardiograma, debido a la pausa isoeléctrica

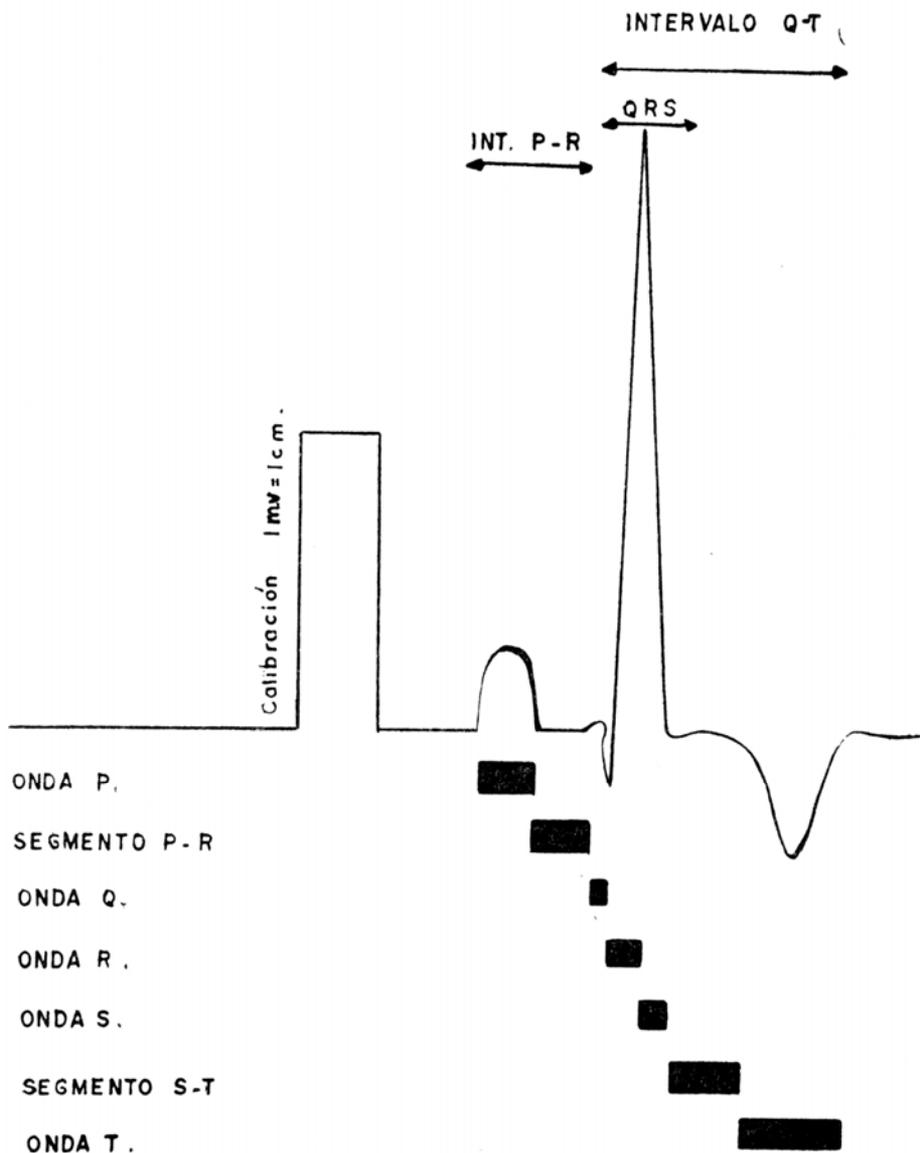


FIG. 6. Representación esquemática y aumentada del E.C.G. normal del perro en la derivación II (77).

de la diástole eléctrica (71). La primera mitad de esta onda representa la activación de la aurícula derecha, mientras que la segunda mitad se refiere a la excitación de la aurícula izquierda (40).

En el perro la onda P siempre es positiva en las derivaciones II y aVF; positiva o isoeleétrica, en la derivación I, III, CV₆LL, CV₆LU y CV₅RL y únicamente negativa en VR, aVL y V₁₀ (19,41).

En el perro normal, la amplitud promedio de P para cada una de las derivaciones es de 0.3 mv, pudiendo variar en relación con la actividad respiratoria, frecuencia cardiaca, etcétera (32, 36).

La duración de la onda P varía de 0.03 a 0.05 segundos con valores medios de 0.04 segundos (19, 41, 77).

Segmento P-R

El segmento P-R representa un período isoeleétrico que se inicia al terminar la onda P y termina en el punto en que la línea isoeleétrica se modifica para iniciar el registro del complejo QRS, que indica el inicio de la actividad ventricular (véase figura 6).

Durante este período se termina la despolarización auricular y se inicia la activación del nodo auriculoventricular.

La duración de este intervalo varía en proporción inversa a la frecuencia cardiaca, y en promedio es de 0.08 a 0.13 segundos (59).

Complejo QRS

El complejo QRS es la representación electrocardiográfica de la despolarización ventricular (véase la figura 7) (66).

En algunos cuadros patológicos puede hacerse patente la ausencia del complejo QRS o ser su presencia incompleta, como: QR;QS; RS, o sólo R (77).

La duración de QRS es en promedio de 0.05 segundos con un máximo de 0.06 segundos en caso de perros de gran tamaño. El voltaje máximo normal de la onda R es de 2.5 mv y cuando es superior a 3.0 mv se considera patológica. El complejo QRS es positivo en las derivaciones I, II, III, aVF, CV₆LL, CV₆LU, CU₅RL, y negativo en las derivaciones aVR, AVL y V₁₀ (19, 41,77).

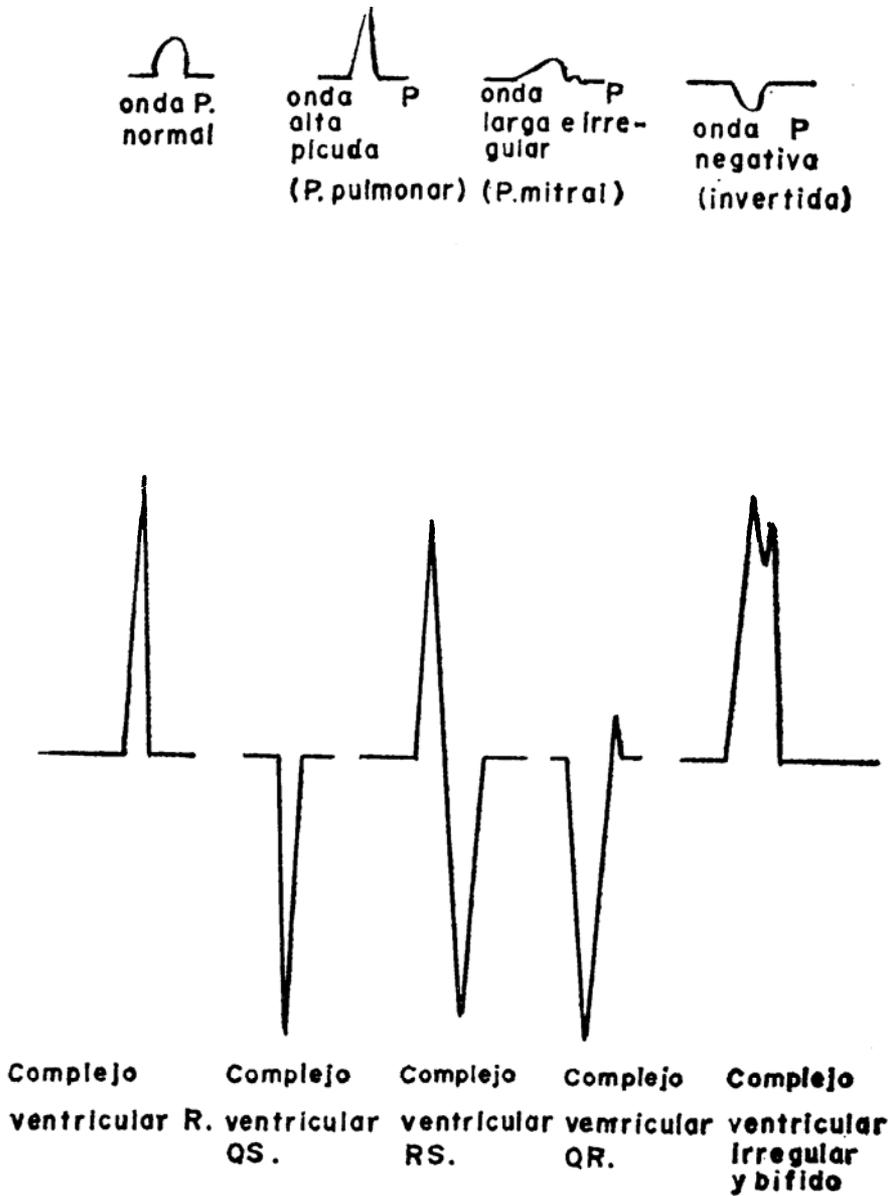


FIG. 7. Principales modificaciones de la onda P y del complejo ventricular (77).

Segmento S- T

El segmento S-T representa la fase más lenta de la despolarización ventricular. Se inicia al terminar el complejo QRS y termina al iniciarse la onda T (véase la figura 6). Es una línea isoeléctrica, ligeramente cóncava o convexa, de una duración promedio de 0.13 segundos (41,77)

La modificación patológica más común del segmento S-T es un mayor acentuamiento de la concavidad o convexidad de la misma (19).

Onda T

La onda T es la representación electrocardiográfica de una rápida repolarización ventricular (véase la figura 6). En el perro la polaridad de la onda T es variable y no necesariamente ligada a las del complejo QRS, como en el hombre (71). Es generalmente negativa en las derivaciones I, II, aVF y V₁₀ y positiva en las derivaciones III, aVR, aVL, CV₆LL, CV₆LU y CV₅RL (19, 41).

La amplitud normal de la onda T varía en relación con la derivación que se utilice. El valor promedio en la derivación III es de 0.30mv, de 0.146 mv en la derivación I. Cuando la amplitud de la onda T supera en un 25% a la de la onda R correspondiente, se considera patológica (19,77).

4. Evaluación del electrocardiograma

Desde el punto de vista clínico, la evaluación de los datos obtenidos por la investigación electrocardiográfica se integran, de un modo decisivo, a otros datos (clínicos, radiológicos, etcétera) para la elaboración de un diagnóstico electrocardiográfico (11, 22).

Para alcanzar un juicio en el diagnóstico electrocardiográfico correcto es necesario conocer el estado fisiológico o patológico característico a cada uno de los casos en que se realice la investigación electrocardiográfica, así como tener un criterio y método uniforme en la evaluación de cada uno de los datos que puede proporcionar el examen electrocardiográfico. En otras palabras, es necesario hacer un "examen semiológico" del electrocardiograma (22,77). De acuerdo con la semiología clínica, la inspección visual del trazado constituye la pri-

mera actividad de evaluación, y de acuerdo con el caso, posteriormente se verifica la medición de los parámetros observables en cada uno de los datos electrocardiográficos, siguiendo un orden lógico. La experiencia clínica en medicina humana (15, 71) y veterinaria (19, 76,77), propone el examen electrocardiográfico de acuerdo con lo siguiente:

1. *Identificación del complejo P-QRS-T en todas las derivaciones.* Esta labor no es superflua a causa de la variabilidad que puede presentar el registro, de los diferentes sujetos y que fácilmente puede dar lugar a errores en la interpretación (véanse las características electrocardiográficas de las arritmias).

2. *Interpretación de ondas anormales entre el complejo P-QRS-T.*

Consiste en examinar la forma y dimensión aproximada de las ondas que constituyen el registro electrocardiográfico con el fin de encontrar posibles extrasístoles.

3. *Determinación de la frecuencia del complejo QRS.* Consiste en contar el número de complejos QRS de un registro por un intervalo de 6 segundos y multiplicar por 10 para obtener la frecuencia por minuto. Este método puede ser utilizado para medir la frecuencia de cualquier punto del complejo P-QRS- T o de ondas patológicas.

4. *Evaluación de las variaciones del ritmo del complejo QRS.* Es poner de manifiesto las características de ritmo de una onda del electrocardiograma y sus eventuales modificaciones periódicas.

5. *Examen de la onda P.* Se observa la forma, intensidad (voltaje) y duración; la frecuencia y el ritmo se determinan con los métodos antes descritos. Esto se realiza en forma más clara al examinar la derivación II. Es importante revisar la polaridad de la onda P en todas las derivaciones.

6. *Examen del segundo P-R.* Se hace determinando su duración en todas las derivaciones. Es útil para controlar la existencia de variaciones periódicas en la duración del registro electrocardiográfico.

7. *Examen del complejo QRS.* Se valora, mediante, la descripción de la forma, duración, voltaje y polaridad en las diferentes derivaciones de cada una de las partes del complejo QRS.

8. *Examen del segmento S-T* (se realiza en forma semejante al examen de P-R).
9. *Determinación del eje eléctrico medio del complejo QRS* (véase el método en las características electrocardiográficas de las modificaciones de la posición del corazón). El significado de este parámetro debe ser correlacionado con las modificaciones en la forma, voltaje y duración del complejo P-QRS-T.

V. Utilización actual y potencial de la electrocardiografía en la clínica canina

En el campo de la clínica canina, la utilización del electrocardiograma se puede enmarcar dentro de dos tendencias principales:

1. La integración de la técnica electrocardiográfica, exclusivamente, como parte de la rutina del examen cardiovascular.
2. El uso de la electrocardiografía como parte de la rutina del examen general o particular de sistemas o aparatos relacionados con el sistema cardiovascular Además del uso específico antes mencionado.

La primera de estas tendencias es la que más se ha desarrollado en la actualidad. Pero el complementar rutinas diagnósticas y procedimientos no específicamente cardíacos, con el examen electrocardiográfico (de acuerdo a la electrocardiografía poliparamétrica) augura en un futuro, conforme se desarrollen investigaciones que complementen este punto de vista, una mayor información, especializada que redundará en la eficacia clínica del campo de pequeñas especies.

Dentro del diagnóstico de enfermedades cardiovasculares en el perro, la contribución del electrocardiograma puede, ser básica o solo complementaria, para la contribución del diagnóstico, dependiendo del tipo y grado de desarrollo de cada una de las patologías cardiovasculares en el perro (22, 51,72).

De acuerdo con lo anterior, es menester resaltar que el electrocardiograma nunca es el único elemento diagnóstico. No obstante puede considerarse como un recurso esencial por la rapidez y facilidad con que se obtiene e interpreta, aun tomando en cuenta las restricciones que todavía ofrece la metodología electrocardiográfica (11, 19, 51, 76).

Otro tipo de recursos técnicos que participan con el electrocardiograma en el diagnóstico clínico cardiovascular, de acuerdo con lo antes mencionado, son los siguientes: la historia clínica, una auscultación rayos x, angiocardiografía, fonocardiografía y determinación de la presión sanguínea (11, 19, 23, 31, 75).

En la clínica canina el electrocardiograma como un recurso esencial, ha sido y debe ser utilizado en el diagnóstico de alteraciones cardíacas primarias y secundarias, pudiendo ser éstas de carácter congénito o adquirido y desarrollar un curso agudo o crónico. Algunas de estas entidades presentan modificaciones repentinas y secuenciales que ejercen influencia en el proceso de la alteración cardíaca y en los resultados de la terapéutica que en algunos casos (digital y quinina) tiene efectos nocivos para el corazón. Esto puede ser evidenciado mediante el uso del E.C.G. seriado y por lo tanto alcanzar un mayor control del proceso terapéutico y de recuperación del paciente (11, 19, 71,76).

En el perro la mayor incidencia de cardiopatías está relacionada con la insuficiencia valvular (7, 13, 72). Para el diagnóstico de este tipo de entidades es importante una auscultación cuidadosa, así como la confirmación fonocardiográfica correlacionada con el respectivo registro electrocardiográfico (6, 14, 21, 22, 52).

Este tipo de cardiopatía adquirida es más frecuente en perros adultos, siendo su principal causa la endocarditis mitral (22, 69). Una de sus consecuencias puede ser la dilatación e hipertrofia de aurícula y ventrículo afectados (21,63), que pueden ser confirmados por los registros electrocardiográficos específicos que ocasionan (19, 77, 79).

Dentro de las endocarditis, la parietal de origen bacteriano, se reporta como poco común a causa de que muchos órganos pueden estar secundariamente afectados, y por lo tanto concurren gran cantidad de signos clínicos no específicos que confunden el diagnóstico (57). La mayoría de los diagnósticos de esta entidad se confirman con la necropsia (63). Aun cuando la etiología y patogenia se encuentran en discusión, su diagnóstico puede facilitarse con una historia clínica completa y la confirmación electrocardiográfica (19, 77).

Las alteraciones del pericardio no son frecuentemente diagnosticadas en la clínica canina. Las pericarditis primarias son las menos diagnosticadas. La presentación de esta entidad se ha observado asociada a tuberculosis y nocardiosis, (7,19). Los casos de hidropericardio se presentan con una frecuencia mayor y casi siempre se relacionan

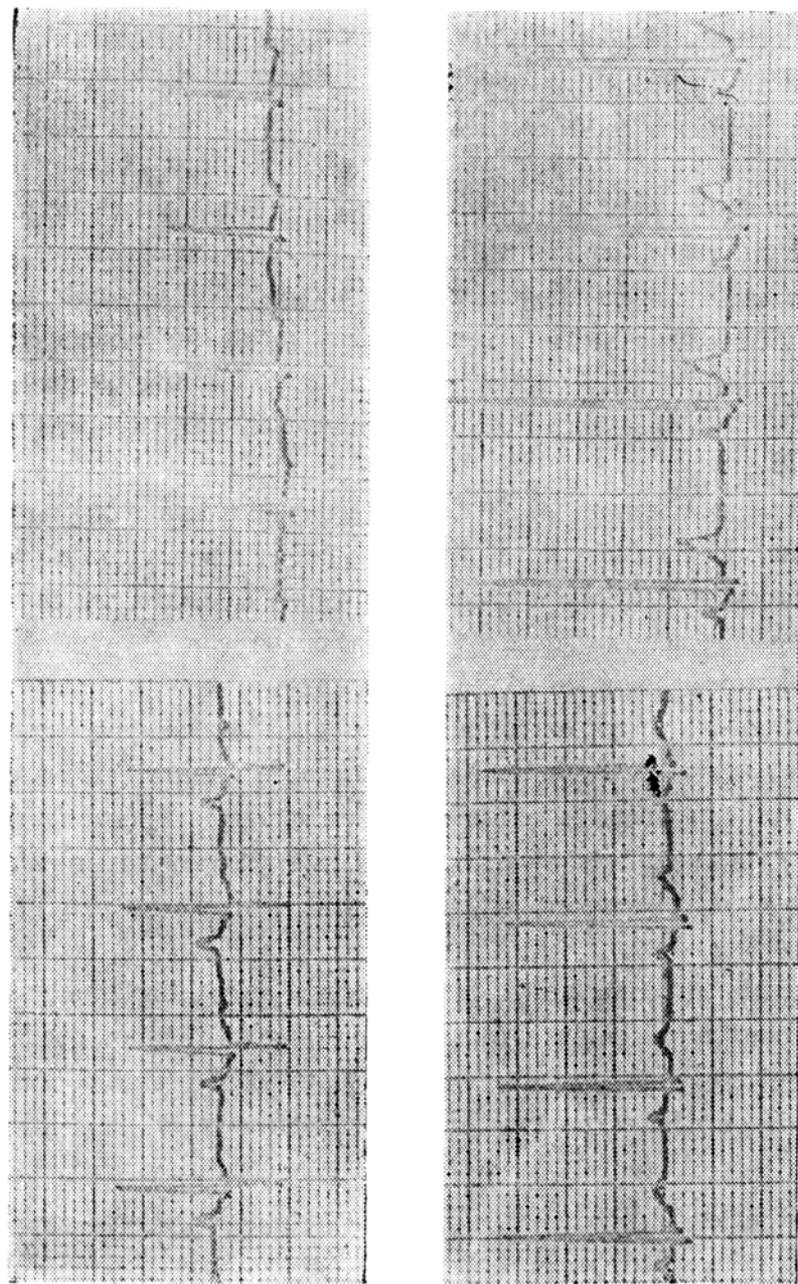


FIG. 8. *E. C. G. comparativo. Perro normal (figuras superiores), Perro con hemopericardio (figuras inferiores)*. Las características encontradas son similares al hallazgo en pericarditis en el hombre. Ondas T altas y picudas en CR₆V y aVF. Las características electrocardiográficas que se presentan durante la fase aguda de este proceso son de significación diagnóstica (64)

con neoplasias en la base del corazón o con congestión cardiaca (13, 19, 24, 62). También son poco comunes (5, 13, 63) los casos de hemopericardio (véase la figura 8).

Las pericarditis secundarias, las más frecuentemente observadas, son ocasionadas por la extensión de alteraciones cardiacas al pericardio o por la extensión de alteraciones pulmonares al mismo. El diagnóstico de las pericarditis se puede realizar por el reconocimiento de la signología respiratoria, auscultación y la confirmación electrocardiográfica (19, 65, 77).

En los animales jóvenes las cardiopatías congénitas son más comunes que las adquiridas. La signología característica suele presentarse antes del año de edad, aunque no hay edad límite para diagnosticarse. Esto depende del tipo, tamaño y complejidad del efecto (22,70).

Las cardiopatías congénitas más comunes son: la estenosis pulmonar, estenosis aórtica, presencia del ducto arterioso y persistencia del arco aórtico derecho. Cada tipo de cardiopatía congénita parece tener relación, en la incidencia de su presentación, con un tipo de raza especial (2, 4, 60).

La evolución de las cardiopatías congénitas es variable y en un sentido específico. La insuficiencia valvular es una forma de evolución desarrollada por un gran porcentaje de perros (4). También puede desarrollarse hipertrofia auricular o ventricular así, como alteraciones pulmonares (62). Por lo tanto, un análisis conjunto de los hallazgos clínicos, radiológicos, tono y electrocardiográficos confirma y diferencia el diagnóstico de las anomalías congénitas (6, 39, 69, 70, 75).

Las arritmias son otro grupo de cardiopatías frecuentemente identificadas, aun con una sola auscultación cuidadosa. Pero su confirmación, explicación, pronóstico, así como la selección y evaluación del tratamiento, para confirmar el proceso de recuperación del paciente, dependen casi exclusivamente del diagnóstico electrocardiográfico (3, 11,18,22,31,49,54; 61).

La etiología de las arritmias es todavía de discusión entre diversos autores; sin embargo la mayoría parece coincidir en que cualquier causa que origine lesión miocárdica en forma persistente, puede producir alteraciones en la generación y conducción del impulso eléctrico del corazón. Potencialmente la lesión miocárdica se convierte en una causa generadora de arritmia cardiaca, cuyas características y evolución dependen de la intensidad y áreas abarcadas por la lesión. Los bloqueos de los sistemas de conducción cardiaca, isquemia y alteraciones electrolíticas son algunas de las causas plenamente identificadas

(1,9,10,17,19,26,29,38,42,43,44,56,58). Entre las situaciones conocidas en la clínica canina que inducen la presentación de arritmias se encuentran: las miocarditis, las cardiopatías congénitas, la enfermedad valvular crónica e infecciones por *Dirofilaria imitis*.

Clínicamente se reconoce que la presentación de arritmias, dependiendo del tipo, significa un pronóstico que puede ser de gravedad para el paciente, ya que dentro de las cardiopatías la arritmia es la que produce mayor mortalidad. El proceso generador de arritmias se considera como un último esfuerzo funcional para mantener o recuperar la normalidad cardiaca (19,29,62, 77).

En las enfermedades infecciosas del perro, bacterianas y virales, principalmente las que afectan parénquimas durante una o varias etapas de su evolución, como serían el distemper, la hepatitis infecciosa y la leptospirosis, pueden producir efectos tóxicos o infecciosos que se reflejan como alteraciones funcionales del miocardio. Estas pueden detectarse mediante el E.C.G. seriado, que proporciona información acerca del proceso infeccioso así como indicaciones para un tratamiento paralelo de las alteraciones cardiocirculatorias (77).

El E.C.G. seriado es, por lo tanto, un verdadero monitor parenquimatoso, mediante el cual se puede seguir la evolución de la enfermedad así como las alteraciones que causa al organismo. Lo cual es difícilmente detectable, sobre todo en los primeros estados de la enfermedad, con una sola base clínica (11,19, 22, 23, 76).

Es importante señalar que en la actualidad, aún falta mucha información que permita relacionar todos los cuadros clínicos con un respectivo registro electrocardiográfico (11,76).

El pronóstico y terapéutica de las enfermedades, sobre todo las que de alguna manera afectan la posición del corazón, pueden ser convenientemente indicados por un registro electrocardiográfico (véase la figura 9). El diagnóstico de las alteraciones antes mencionadas no se puede basar totalmente en el electrocardiograma, pues la mayor aportación del diagnóstico electrocardiográfico reside en poder evaluar con precisión las consecuencias que para el corazón acarrearán este tipo de enfermedades; también permite seguir el efecto de tratamientos médicos y procedimientos quirúrgicos sobre la actividad cardiaca e indirectamente sobre la restitución del equilibrio presor y de la eficiencia de los órganos torácicos (76).

El análisis electrocardiográfico de un paciente permite al cirujano, una evaluación más completa del paciente, que ayude a una adecuada preparación preoperatoria; también ayuda a efectuar la elección

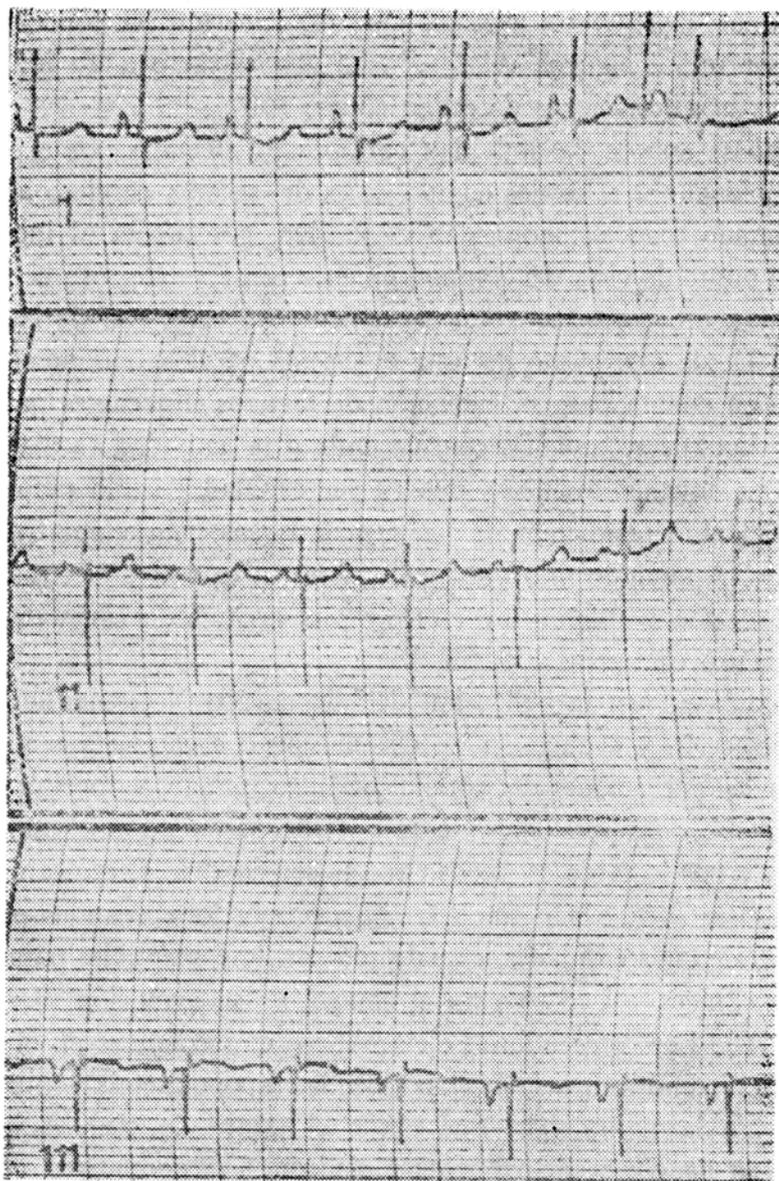


FIG. 9. Registro electrocardiográfico de un perro con hernia diafragmática pericardial. (Derivaciones I, II y III). Nótese la desviación del eje eléctrico medio provocado por un posible bloqueo de rama o desplazamiento del corazón (20).

del anestésico y el tratamiento posoperatorio, así como para servir de monitor durante el procedimiento quirúrgico (19,76).

El recurso electrocardiográfico también puede ser aplicado a la identificación de algunas situaciones fisiopatológicas que no necesariamente están ligadas con aspectos clínicos, pero que su conocimiento puede ser útil y algunas veces esencial con respecto a un individuo o a otras manifestaciones de orden clínico (76).

Como se conoce, la actividad cardiaca es afectada por el equilibrio funcional entre los dos componentes del sistema nervioso autónomo, llamado tono autonómico o vegetativo, que afecta al individuo desde el punto de vista del comportamiento con respecto a su actividad (temperamento), muchas veces específico para cada una de las razas caninas. Desde este punto de vista el sistema nervioso autónomo debe tomarse en cuenta para la evolución de algunas situaciones patológicas, principalmente aquellas concernientes a la actividad cardiaca. En esta forma muchas arritmias pueden ser evaluadas como patológicas o fisiológicas dependiendo de las características neurovegetativas del individuo. A menudo sólo por medio de un diagnóstico electrocardiográfico se puede diferenciar entre varias arritmias y demostrar las causas neurovegetativas (30, 36, 76).

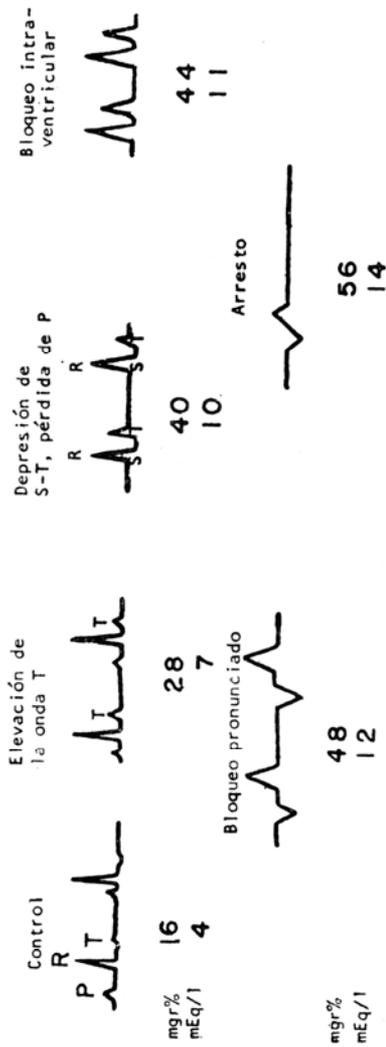
También es útil la aplicación del diagnóstico electrocardiográfico en la detección y evaluación de disonías ligadas completa o parcialmente a las alteraciones del equilibrio iónico intra y extracelular, que de una manera proporcional alteran el funcionamiento bioeléctrico del corazón, y por lo tanto se pueden reconocer cuadros electrocardiográficos precisos (véase la figura 10). Esto proporciona ventajas para la detección de estas entidades, cuando son casi imperceptibles para otros recursos clínicos, así como para el control de su evolución (1, 9, 10, 26, 58, 76). Los desequilibrios electrolíticos más comunes en el perro son los que conducen a la hiperpotasemia, hipopotasemia e hipocalemia (véase la figura 10), que desde el punto de vista clínico se encuentran ligados principalmente a síndromes reproductivos, colapso puerperal y alteraciones renales (9, 10, 76).

VI. Aspectos limitantes de la electrocardiografía en la clínica canina

Los aspectos limitantes de la electrocardiografía canina son en muchos casos los que hacen más difícil la aplicación de dicha técnica.

Entre los factores que limitan la interpretación electrocardiográfica en forma general (humana y veterinaria) se distinguen princi-

Potasio



Calcio

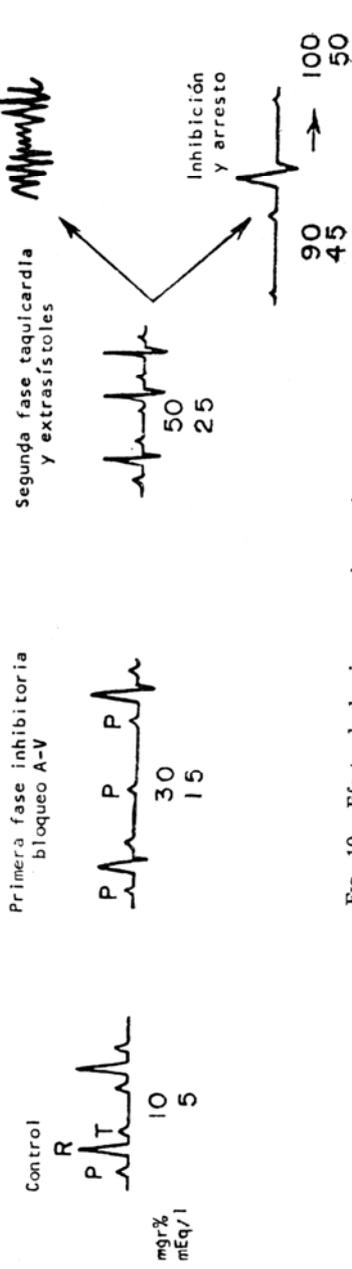


Fig. 10. Efecto de los iones en el corazón.

palmente aquellos que por su variabilidad limitan la precisión en la interpretación electrocardiográfica ya que alteran constantemente la morfología del E.C.G. La fluctuación del grosor de la capa muscular superficial de punto a punto, así como de sujeto a sujeto, además de las distintas configuraciones de la caja torácica y por lo tanto diferentes relaciones entre corazón y pulmones, son características variables entre las distintas especies y razas animales que determinan una alteración del sentido e intensidad de los vectores originados por la actividad cardíaca en relación con su captación por los electrodos colocados en distintos puntos de la superficie corporal (55, 68). En la medida en que se conozca con mayor exactitud la forma en que las barreras naturales del cuerpo (piel, músculos, huesos, órganos y fluidos intersticiales) alteran la señal eléctrica del corazón, se podrá obtener una mayor precisión en la localización y determinación del tamaño de las lesiones cardíacas. Según A. M. Scher (68) con la información que actualmente se posee de electrocardiografía humana, en la precisión de la interpretación existe un margen de error en ocasiones hasta más del 40%. La reducción de estas limitaciones en medicina humana, se ha emprendido con base en una gran acumulación de información de este tipo basándose en diferentes variables (edad, sexo, talla, configuración torácica, etcétera) que condicionan los factores anteriormente mencionados. Además, los registros electrocardiográficos han sido caracterizados meticulosamente en relación con varios puntos de la superficie corporal del hombre normal y también en numerosos estadíos patológicos (64,71). Seguir este mismo camino en el desarrollo de la electrocardiografía veterinaria se puede antojar una labor casi imposible, ya que las variables se multiplicarían por cada una de las características diferentes en cada especie doméstica (34). En el caso específico de la clínica canina es uno de los caminos que ofrecerían mayor precisión al diagnóstico electrocardiográfico dada la gran diversidad entre las características de las razas caninas. En el campo de la clínica equina sí se han hecho estudios a este respecto, así como la relación de cuadros clínicos definidos a alteraciones electrocardiográficas precisas (74). Con respecto a la clínica canina no se ha hecho ningún informe a este respecto, lo cual sería interesante, ya que permitiría utilizar la electrocardiografía en una forma más precisa en el diagnóstico de otro tipo de alteraciones, no exclusivamente cardíacas (76).

Goldberg (28) ha clasificado y analizado el significado de estos factores. Entre los factores externos reconoce a todos aquellos que puedan producir compresión o trauma a la caja torácica. Este tipo

de factores suceden con mayor frecuencia en medicina humana que en medicina veterinaria, debido a la proliferación de distintas técnicas, principalmente de resucitación y de cirugía torácica, que pueden significar en su método lo antes mencionado. Goldberg también ha desarrollado situaciones experimentales de anoxia en grupos de perros y detectado la manifestación de diversos tipos de arritmias ventriculares al efectuar técnicas de resucitación.

Entre los factores mecánicos internos detectados están todos los que ocasionan cambios agudos o crónicos en la presión y/o en el volumen de los compartimentos cardíacos, como pueden ser las modificaciones valvulares, introducción de catéteres y compresión cardíaca.

La fluctuación de la línea basal del registro electrocardiográfico es uno de los errores más comunes que limitan la interpretación automática y visual del E.C.G. Daskalov (12) ha demostrado que el origen de este artefacto puede estar relacionado con interferencias en el electrocardiógrafo al momento de cambiar la selección de las derivaciones y muchas veces a la constante de tiempo utilizada por el electrocardiógrafo para registrar la señal. También demuestra que el uso de constantes de tiempo de 0.05 segundos reduce, la posibilidad de modificaciones de la línea basal de 150 mv o más a sólo 1 %, en comparación con 45% cuando se usa una constante de tiempo de 2.7 segundos (común en muchos electrocardiógrafos)

Una de las tendencias de siempre en el desarrollo de la electrocardiografía es buscar la máxima sensibilidad electrocardiográfica con el objeto de obtener un máximo de información precisa, utilizando un mínimo de derivaciones que signifique una simplificación de la técnica, lo que es especialmente importante en el campo de la medicina veterinaria, ya que una de las dificultades más grandes que evita la mayor difusión y mejor utilización de la técnica electrocardiográfica es la falta de comprensión de la misma, principalmente a causa de la gran cantidad de conceptos básicos que se necesita entender para lograr una aplicación práctica adecuada del método electrocardiográfico (51). De acuerdo con el objetivo antes mencionado, se han desarrollado una gran variedad de sistemas de derivaciones, sin que hasta la fecha se haya llegado a obtener el sistema que corresponda a los objetivos marcados. Matveev (53) ha hecho estudios analíticos de sistemas de derivaciones en hombre, y ha demostrado que utilizando el conjunto de derivaciones II, III, V₁ y V₅ se obtiene un máximo de información en comparación con otros conjuntos con ese mismo número de derivaciones. La evaluación comparativa entre los distintos sistemas de derivaciones, más utilizados en la práctica, ha sido reali-

zada desde distintos puntos de vista, lo que hace que las conclusiones obtenidas sólo sean parciales.

Zywietz (80) propone que estos puntos de vista van de acuerdo con diversas hipótesis, como es la de la naturaleza de la fuente electrocardiográfica (concepto de dipolo). Einthoven, Frank y otros, proponen la minimización del número de derivaciones necesarias para construir el potencial de superficie corporal, la propuesta analítica de Horan/Flowers de los principales componentes, y el concepto de las 24 derivaciones de Barr y Spach, el cual explica las formas que interesan al médico para su clasificación diagnóstica, recomendando se unifiquen las tres dimensiones potenciales detectables en la superficie corporal (E.C.G.) que describe de la siguiente manera:

1. Contenido estructural (morfología);
2. Volumen de información (energía numérica), y
3. Medida del contenido de información (entropía).

De lo mencionado anteriormente es importante considerar que puede ser una alternativa interesante en la evaluación de los sistemas de derivaciones, que quizá ayude a dilucidar qué sistema es más efectivo y por ende práctico en el diagnóstico electrocardiográfico en medicina humana y veterinaria.

La extrapolación total de la electrocardiografía humana al campo veterinario y específicamente a la electrocardiografía canina, aunque el proceso de activación ventricular del perro sea semejante al del humano (35), no es adecuada ya que comparativamente existen características estructurales variables que condicionan la interpretación electrocardiográfica, y que son las siguientes:

1. Tiempo y orden normal de excitación de las estructuras cardíacas;
2. Relación entre los ejes de los dipolos cardíacos y los ejes de las derivaciones electrocardiográficas, y
3. La orientación de las estructuras cardíacas con respecto a la superficie corporal.

Por lo tanto, fundamentándose en los principios biofísicos básicos de la electrocardiografía, antes descritos, sólo se necesita conocer la localización de los electrodos en la superficie corporal, así como los polos a los que derivan, la secuencia de activación ventricular y la posición del corazón dentro del tórax para determinar cualitativamente

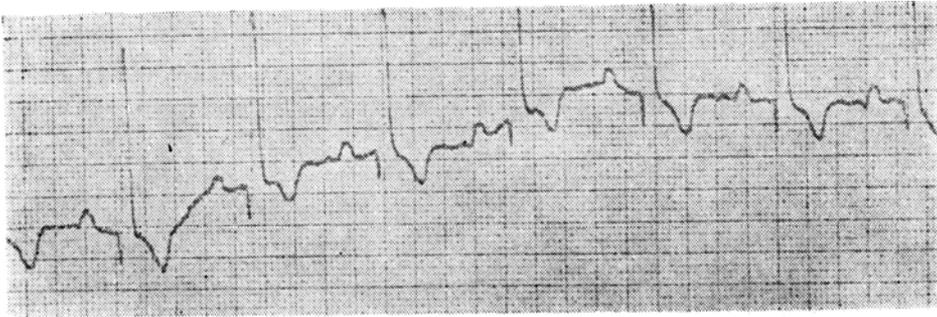


FIG. 11. *Disminución progresiva en la amplitud del registro, ocasionada por la movilidad defectuosa de la pajilla inscriptora del electrocardiógrafo (51).*

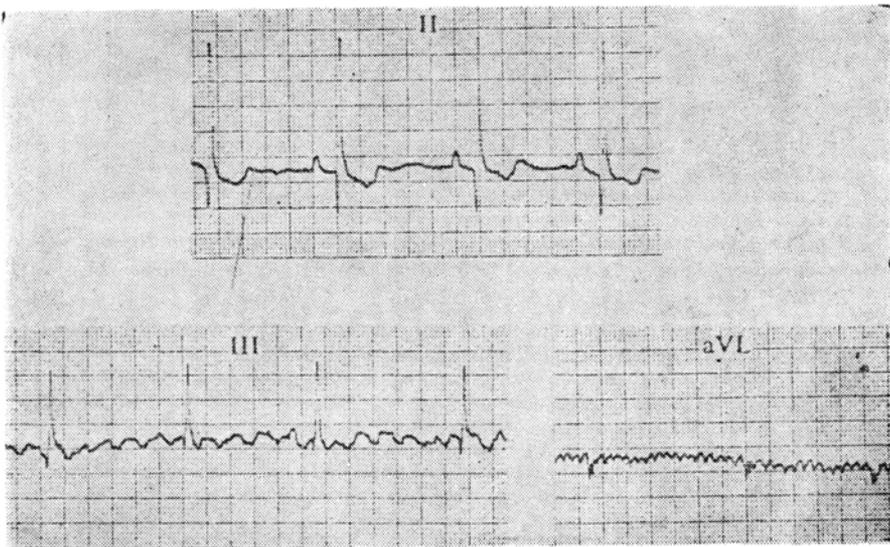


FIG. 12. *Registro con artefactos que semejan aleteo auricular. Estos artefactos de la línea basal se producen cuando el perro jadea o tiembla. En este registro los complejos en la derivación II son normales, pero en las derivaciones III y aVL se observan artefactos de la línea basal (51).*

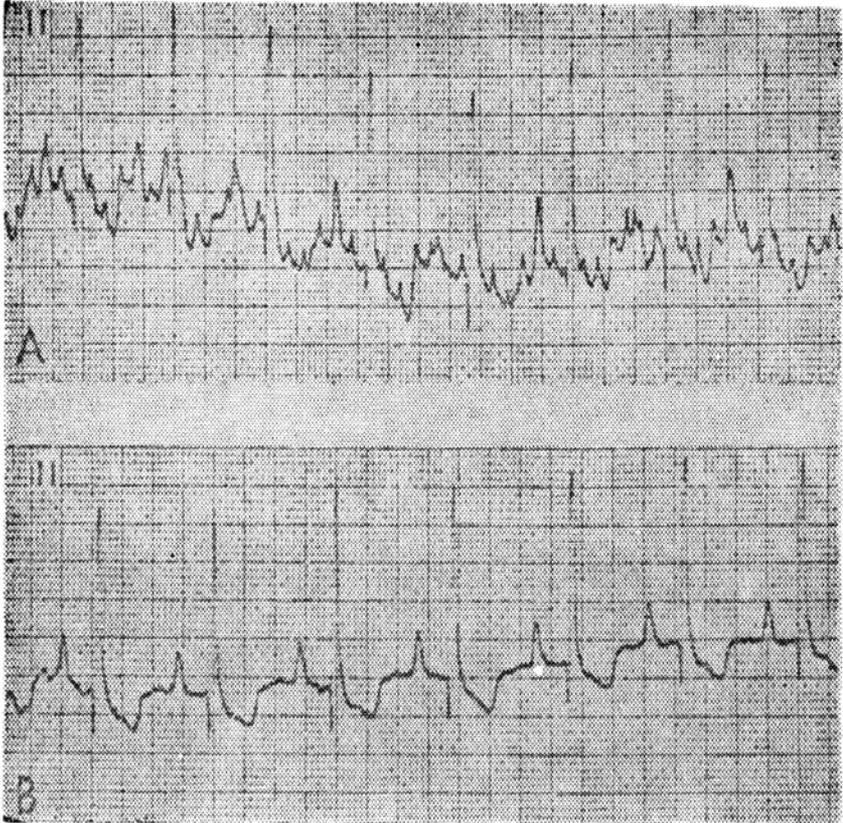


FIG. 13. Registro de artefactos de la línea basal cuando el perro tiembla o se estremece. Aunque la mayoría de los complejos todavía se distinguen bien, es difícil hacer mediciones (véase el registro A). El registro se normalizó al calmarse, el perro después de un manejo adecuado que lo tranquilizó. Este registro puede indicar hipertrofia biauricular o biventricular (11).

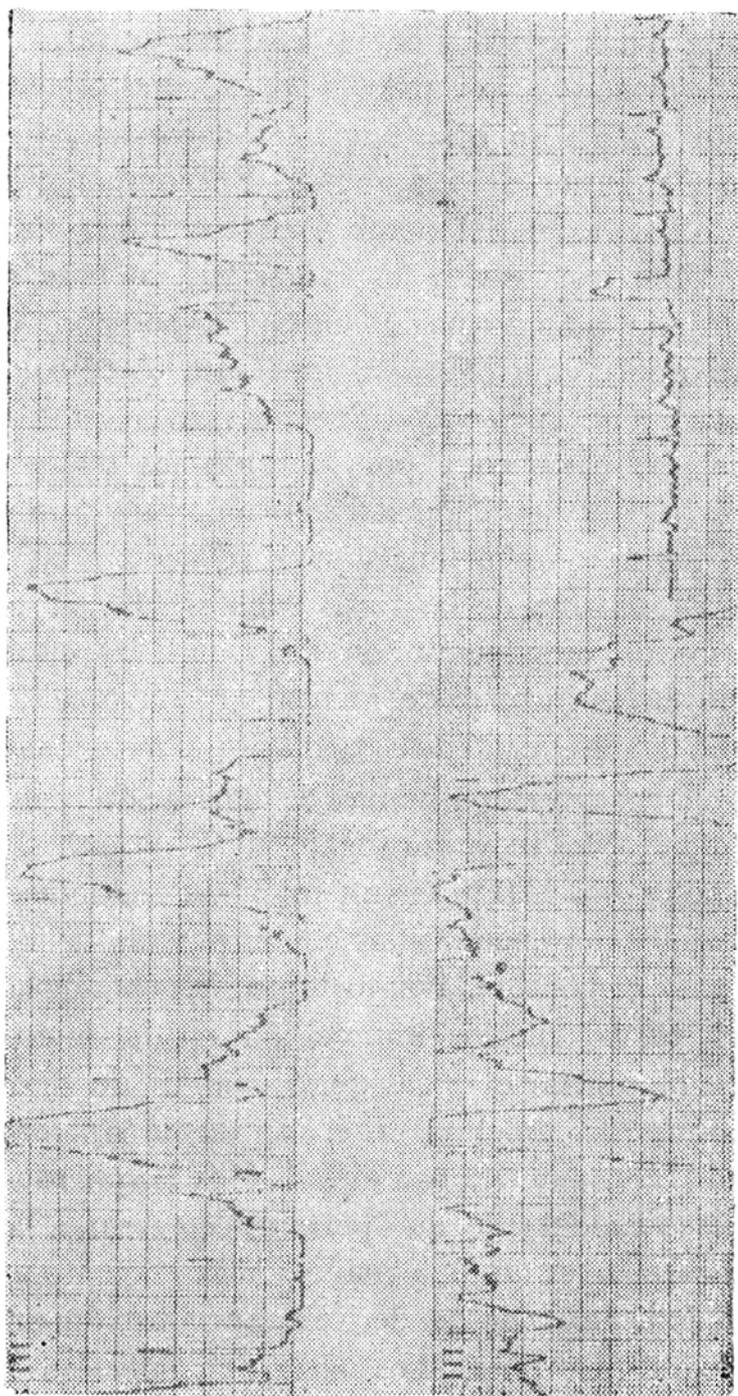


FIG. 14. *Artefactos de la línea basal cuando el perro tose o se mueve. La amplitud aumentada de los registros es resultado de la tos. Al final del registro se observa su normalización, ya que cesa la causa que lo originó (11).*

la configuración del E.C.G. que se puede esperar para cada derivación (34).

Las variables antes descritas dependen básicamente de que la configuración de la caja torácica del perro es distinta de la del hombre (por su posición cuadrúpeda), y por lo tanto el corazón del perro orienta su base hacia arriba y hacia la región dorsal, y su punta descansa sobre el esternón o las articulaciones condroesternales. El corazón del hombre orienta su base hacia las clavículas, y su punta descansa en la parte superior del diafragma. En comparación con el corazón del perro, el corazón del hombre parece haber sufrido una torsión en su eje, sobre los vasos a los cuales fija su base (34, 41). Juárez (41) sugiere un método para valorar la posición anatómica del corazón dentro de la caja torácica, mediante el cálculo del eje anatómico del corazón, de cuyo valor dependerán en gran parte las interpretaciones del eje eléctrico y por lo tanto los diagnósticos de hipertrofia y de cambios de posición del corazón. Este tipo de información es uno de los más importantes para relacionar las variables que se presentan en cada una de las razas caninas (19, 41).

En muchos casos decrecimiento de las cavidades cardíacas, el triángulo de Einthoven es incapaz de identificar con precisión variaciones en el tamaño de las cavidades cardíacas, por lo cual, se han propuesto y desarrollado diversos sistemas de derivación, como los de Hamlin y Smith, 1960; McFee y Parungao, 1961; Bojrab, Breazile y Morrison, 1971, citados por Darke en un intento de eliminar algunos de los defectos y variaciones encontrados con el sistema de Einthoven, que fue diseñado para el hombre. Por lo tanto, las variaciones anatomotopográficas del perro, causan imprecisión en la interpretación electrocardiográfica al utilizarse este sistema común de derivaciones. En resumen, esta búsqueda concluye en el uso de un sistema de derivaciones simplificado, con tan sólo tres ejes básicos (izquierda-derecha, dorso-ventral y cráneo-caudal), lo que permite representar las fuerzas cardíacas en tres dimensiones, de una manera más eficiente a como se realiza mediante la utilización de las derivaciones normalmente usadas en la electrocardiografía canina. Los electrocardiogramas expresados en planos o en el espacio, se denominan *vectocardiogramas*. Desafortunadamente se han publicado pocos resultados con estos sistemas, con el fin de determinar los límites de normalidad y anormalidad (11).

Finalmente, es necesario hacer mención de que un deficiente conocimiento de las distintas fases que integran el proceso de la técnica electrocardiográfica, así como del funcionamiento básico del

electrocardiógrafo, acarrear consigo una serie de errores que limitan y en muchos casos impiden la interpretación del registro electrocardiográfico (11, 19, 76); entre los más comunes podemos citar los siguientes:

- a) Errores electrocardiográficos por inversión en la posición de los electrodos. Cuando el error ocurre en los miembros anteriores, la derivación I es anormal, y la onda P, y el complejo QRS son negativos. Cuando se dispone que el electrocardiógrafo registre la derivación II, resulta la derivación III, y viceversa, a causa de que el aparato conecta automáticamente los electrodos para cada derivación que se selecciona, sin detectar los errores de posición de los mismos. De manera similar, las derivaciones a VR y a VL se encuentran invertidas. La derivación aVF es la única que se registra de manera correcta. La inversión de los electrodos de los miembros posteriores no distorsiona de manera tan marcada el E.C.G., mientras que la inversión de los electrodos de los miembros anteriores y posteriores provoca un electrocardiograma marcadamente distorsionado, frecuentemente sin la derivación I (19).
- b) Errores por interferencia de los electrodos, ocasionados por la aplicación deficiente del medio conductor sobre la región en que se colocan los electrodos, o cuándo éstos entran en contacto con una superficie que no es aislante, como puede ser el contacto intermitente con la mano de la persona que sujeta al perro (11, 19).
- c) Disminución progresiva de la amplitud del registro, ocasionada por la movilidad defectuosa de la pajilla inscriptora del electrocardiógrafo (véase la figura 11) (19).
- d) Movimientos musculares involuntarios, como jadeo, tos y temblores, que producen alteraciones electrocardiográficas que semejan un registro de aleteo auricular (véanse las figuras 11, 12,13,14) (11,19).

REFERENCIAS

1. Bisteni, A. *La lesión y la isquemia miocárdicas* (diagnóstico electrocardiográfico). Ed. La Prensa Médica Mexicana, México, 1976.
2. Bohn, F. K. Incidence of cardiovascular disease. *Tierarztl Umschau*, 24: 3-6, 1969
3. Bohn, F. K.;D; F. Patterson and R. L. Pyle. Atrial fibrillation in dogs. *Brit. Vet. J*, 127: 485,1971.
4. Bohn, F. K.G. Scabell, and T. Harnichen. Supravalvular aortic stenosis. *Zbl., Vet. Med;* 15:85-90, 1967.

5. Buchanan, W. J., and-M: A. Kelly. Endocardial splitting of the left atrium. *J Am. Vet. Radiol. Soc.*, 5: 28-39; 1964.
6. Catmichael, J. A. *et. al.* Subaortic, stenosis and aortic (valvular insufficiency. *J. Small. Anim. Pract.*, 9:213-223, 1968.
7. Catcott, E. *J.Canine medicine*, American Vet. Publications Inc., 1968.
8. Cornefield, J. R. A. Dunn, C. D. Barchlor., and H. V. Papberger. Multigroup diagnosis of electrocardiograms. *Computo Bioemed Res.*, 6:97,120, 1973.
9. Coulter, D. B., R; L. Duncan, and P. D. Sander. Effects of asphyxia and potassium in canine and feline electrocardiograms; *Can. J. Com. M.*,39:442-499, 1975.
10. Coulter, D. B., and R. L. Eugen. Differentiation of electrocardiography changes due to asphyxia and to hyperpotassemia in dogs. *J. Am. Vet. M.E.*, 160: 1419, 1972.
11. Darke, P. G. The interpretation of electrocardiogram in small animals. *J. Small.Anim. Pract.*, 15: 537-552, 1974.
12. Daskalov, L, and L. Tomov. ECG. baseline stabilization for screening analysis. *Adv. Cardiol.*, 19: 144-146, 1977.
13. Detweiller, D. K. *et al*Natural history of acquired cardiac disability. *J.A.V.M.A.*, 5: 1-10, 1969.
14. Detweiller; D. F., and D. F. Patterson. Abnormal heart sounds and murmurs. *J. Small Anim., Pract.*, 8: 193-205, 1967.
15. Dubin; D. *Electrocardiografía Práctica* (lesión, trazado e interpretación), Ed. Interamericana, México, 1976.
16. Eisenste, B.A. and L. R. Cerrato. Statistical deconvolution of electrocardiograms. *I.E.E.E. Biomed*, 25:96-99, 1978.
17. Espinoza, M. F. Diagnóstico. electrocardiográfico del infarto de miocardio de canideos por ligadura (experimentación de la arteria descendente anterior izquierda), *Tesis*, -UNAM.1966.
18. Ettinger, S., and C.A. Buergetl. Atrioventricular dissociations (Incomplete) with accrochage in a dog with ruptured chordae tendineae: *J.A.V.M.A.*, 153:25-30, 1968.
19. Ettiriger, S.; and P. F. Sutter. *Canine cardiology*, Ed. Saunders Company, 1970.
20. Finn,J P., and C.L. Martin. Diaphragmatic pericardial hernia. *J. Small Anim. Pract.*, 10: 295-300, 1969.
21. Fisher, E. W., D. Ritchtie, and A. Thomson. Aortic incompetence in dogs. *Vet. Rec.*, 77:507-508, 1965.
22. Fisher, E. W. Clinical signs and diagnosis of heart disease in dog. *J. Small Anim. Pract.*, 8: 151,162,1967.
23. Fisher, E. W. Heart sound recording in dogs. *J. Smilll Anim. Pract.*, 8:171-173, 1967.
24. Fisher., E .. W. Pathogenesis of congestive *failure*. *J. Small Anim. Pract.*,8:137-141;1967.
25. Friedman, B. S., F. Lajam, J. Calderón, Q. Zaman, N. D. Marino, and J. A: Gonies. Electrocardiography features experimental cardiac tamponade in dosed-chestin dogs. *Europ. J. Cardiol*; 6:311-322; 1977.
26. Glazier, D.B. Electrocardiography changes, hypercalcemia and hyperkalemia and hypocalcemia in dogs. *Irish J. Med. SC.*, 147:82, 1978.

27. Gold, R. G. Evaluation of potable electrocardiographs Phillips Cardiopan-531. *J. Med. En. Te.*, 1:324-327, 1977.
28. Goldberg, E; Mechanical radars and the electrocardiogram, *Am. Heart. J.* 93:629-644, 1977.
29. Granefield, P. F. *The conduction el the cardiac impulse*, Ed. Futura Publishing Company, Inc., 1975.
30. Granefield, P. F., A. L., Wit, and B.F. Hoffman. Genesis of cardiac arrhythmias. *Circulation*, 47: 190-204, 1973.
31. Hamlin, R. L. *et al.* Clinical relevancy of heart rate. *J.A. V.M.A.*, 151: 60-63, 1967.
32. Hamlin, R. L. Relationship between PP and PQ intervals in the electrocardiogram of dogs. *Am. J. Res.*, 33:2441-2445, 1972.
33. Hamlin, R. L., F. S. Pipets, and C. R. Smith. Computer methods for analysis of dipolar characteristics of the electrocardiogram: *Am. J. Vet. Res.*; 29: 1867, 1968.
34. Hamlin, R. L., and C. R. Smith. Anatomical and physiologic basis for interpretation of the electrocardiogram: *Am. J. Vet. Res.*, 21: 701-708, 1960.
35. Hamlin, R. L., and C. R. Smith. Categorization of cammon domestic mammals based upon their ventricular activation poces. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*; 127: 195-203; 1965.
36. Hamlin, R. L., C. R. Smith and D. L. Smetzer. Sinus arrhythmia in the dog. *Am: J. Physiol.*, 210:321-328,1966.
37. Hamlin, R.L., C. R. Smith, and P. K. Bhagat. A method for teaching genesis of the electrocardiogram and simulating effects of morphologic and conduction defects. *Am. J.: Vet. Res.*, 31: 2289-2300,1970.
38. Harwood, M. L. Electrocardiography evidence of various nodal blocks in canine heart. *Vet. Med./S.A.G.*, 67:305.
39. Hill, J. D. Electrocardiographic diagnosis of right ventricular enlargement in dogs. *J.. El. Cardiol.*, 4:4:31, 1971.
40. Hirose; H., K. Matsui, and H. Sawazaki. Experimental studies on P wave in the dog. *Jap. J. Vet. Sci.*, 38:89-297, 1976.
41. Juárez, L. A. Contribución al estudio de la electrocardiografía en canideos. *Tesis*, UNAM, 1963.
42. Karpas, A. Left bundle branch block in a young dog. *Zbl. Vet. Med.*,12:197-210, 1965.
43. Kashan, M.,A: Khoyin, and R. Zendehero. Effect of histamine on plasma potassium level and electrocardiogram of dog. 3:103-172,1973.
44. Kerstein, V. *et al.* Incidence of cardiac arrhythmia:. *Tieraztl Umschau.*, 24: 110-111, 1969.
45. Kienle, A. N. *Das elektrische herzportrait*, Ed. Herzklinik Karzlrule, Alemania, junio, 1973.
46. Kienle, A. N. *Computer-elektrocardiographie des elektrichén herzportrarits*. Ed. Hehkllinik Karslruche Alemania, septiembre,1976.
47. Kienle, A. N. *Computer-elektrocardiometric des elekiriséhen herzportrarits*, Ed. Hetzklinik Karzlruhe, Alemania, marzo, 1977.
48. Kienle, A. N. *Hochauflrlsende vector-elektrokardiometric*, Ed: Herzklinik Karslruhe, Alemania, marzo, 1977.

49. Knaver, K. W.; R G. Feldman, and J. D. . McCtady. Atrial fibrillation. *Southwestern Vet.*, 22:53-57, 1967.
50. Liedtke, A. J., R. J. Gault, and E. W. Demuth. Electrocardiographic and hemodynamic changes following non penetrating chest trauma in the experimental animal. *Am. J. Physiol.*, 126: 377-382; 1974.
51. Littlewort, M. C. G. Canine Electrocardiography; some potentialities and limitations of the technique . *J. Small Anim. Pract.*, 8 :437-458, 1967.
52. Louisida, A. A., A. Sakai, and L. Fegein. Comparative electrography and phonocardiography in six species of animals. *Am: J. Vet. Res.*, 31: 1965,1970.
53. Matveev, M., L. Tomov, D. Tomov, and I. Daskalov. Lead selection for E. C. G. screening. *Adv: Cardiol.*, 19: 147-149, 1977.
51. McCardy, J. D.; et al. Spontaneous atrial fibrillation. *Southwestern Vet.*;20: 123-127, 1967.
55. McFee, R, and S. Rush. Qualitative effects of thoracic resistivity variations on the interpretation of electrocardiograms; The low resistance surface layer. *Am. Heart.Jl.*, 76 :48-61, 1968.
56. Muir, W. W., and A. J. Lipowitz. Cardiac dysrhythmias associated with gastric dilatation and volvulus in the dogs. *J.A. V.M.A.*, 172: 683-689, 1978.
57. Murdock, D. B., and J. R. Baker. Bacteria! endocarditis in the dog *J. Small Anim. Prad.*, 18:687-699, 1977.
58. Musselman, E. E. Electrocardiographic signs of adenocortical insufficiency with hypercalcemia in the dog. *Vet. Med. Small Anim. Clin.*;, 87: 1433-1437, 1975.
59. Nemeč, J., and F. Hradil. Correlations between age, sex and electrocardiogram of healthy dog. *Phisl. Bohem.*;, 26:74,77,1971.
60. Patterson, D. F. Pathogenetics of congenital heart disease. *Circulation Res.*, 23:171-202, 1968.
61. Patterson, D. F., D. K. Detweiler, M. S. Hubben, and R. P. Rotts., Spontaneous abnormal cardiac arrhythmias and conduction disturces in the dog. *Am. J. Vet. Res.*, 88:355-368! 1961.
62. Pensinger, R. R. Diagnosis and treatment of congestive heart failure. *proc. 34th. A.A.B.A. Meeting (NY)* :45-48, 1967.
63. Pirie; H. M. Lesions in heart disease. *J. Small Anim. Pract.*, 8: 175-183, 1967.
64. Price, E. K.; and P. A. Mullern. A case of Haemopericardium in the dog. *Ve.o Rec.*, 78:480-485, 1966.
65. Rubin; G . J. Pericarditis. *proc. 39th. A.A.H.A. Meeting (NY)*: 40-44,1967.
66. Sawazaki, H. K. Hirose, K., Yamamori, and I. Hamyu. Cooperative electrocardiographical studies on the wave for of QRS complex in vertebrates. *Jap. J. Vet. Sci.* 38:225-240,1976.
67. Schaefer, H. Possibilities of electrocardiography, in the future. *Adv. Cardiol.*, 16:18-26,1976.
68. Scher, A. M., W. W. Ohm, W. Kerrik, M.; Lewiss, and A; Young. Effects of body surface boundary and, of tissue in homogeinity on electrocardiogram in dog. *Circ. Res.* 29:600-609,1977.

69. Scheridan, J. P. Survey of heart lesions. *J. Small Anim. Prad.*, 8:373381, 1967.
70. Severin, G. A. Cardiovascular disease; congenital and acquired heart diseases. *J.A.V.M.A.*, 151: 1733-1736, 1967.
71. Sodi Pallares, D., A. G. -Medrano, A. Bisteni, and J. J. Ponce de León. *Electrocardiografía clínica (análisis deductivo)*. Ed. Instituto Nacional de Cardiología, México, 1968.
72. Taylor, D. F., and K. L. Sittnikow. The diagnosis of cardiac disease. *J. Small Anim. Pract.*, 9:589-591, 1968.
73. Weidman, S. Heartelectrophysiology. *Ann. Rev. Physiol.*, 170: 36-55, 1974.
74. White, N. A., and E. A. Rhode. Correlation of electrocardiographic findings to clinical disease in the horse. *I.A.V.M.A.*, 164:46-56, 1975.
75. Wyburn, R. S., and D. D. Lawson. Simple radiography as an aid to the diagnosis of heart disease in the dogs. *J. Small Anim. Pract.*, 8: 163-170, 1967.
76. Zannetti, G. L'electrocardiografía nella clinica dei piccoli animali. *Folia Veterinaria Latina*; 2: 907-915; 1972.
77. Zannetti, G. Identificazione e significato clinico dei principali quadri electrocardiografici del cane. *Folia Veterinaria Latina*, 4:13-19, 1974.
78. Zannetti, G. Correttaesecuzione del electrocardiogramma nel cane. *Folia Veterinaria Latina*, 4:23-29, 1974.
79. Zannetti, G. Aspetti electrocardiografici nelle modificazioni di posizioni del cuore. *Folia Veterinaria Latina*, 2:907-915, 1972.
80. Zywieta, C., W. Bernert, and B. Rosenbach. Ari objective method to compare the information content of E.C.G. lead systems. *Adv. Cardiol.*, 21: 147-152, 1978 .