

ACTIVIDAD ELECTRICA CARDIACA Y ORDENADORES.DIAGNOSTICO ELECTROCARDIOGRAFICO.

Por Miguel Angel García Fernández

INTRODUCCION

La irrupción de los ordenadores en Medicina está abriendo nuevas perspectivas, casi insospechadas, en numerosos campos. No sólo en la posibilidad de ordenación y almacenamiento de datos, y procesos más o menos administrativos, sino lo que es más importante, en la ayuda a un mejor conocimiento de la Fisiología y Patología humanas.

Debido a la especial configuración de los elementos base, Electrocardiografía, Fonocardiografía, Mecanocardiografía etc., para el diagnóstico cardiológico, el Ordenador se muestra como un posible gran auxiliar en las tareas del médico, -- con la posibilidad de que éste se descargue de las labores rutinarias de interpretación y pueda dedicarse con más tiempo e intensidad al enfermo.

La representación de la actividad eléctrica del corazón gran pilar de la clínica cardiológica, al estar constituida-- por parámetros, más o menos fijos y perfectamente mensurables puede ser analizada lógicamente por un Ordenador, esto abre-- de por sí grandes perspectivas al cardiólogo, y no sólo el -- control de un parámetro como puede ser el E.C.G., sino por la integración de muchas constantes cardíacas (frecuencia, presión arterial, presión venosa, etc) para la vigilancia cons-- tante e intensiva de enfermos ingresados en unidades coronar-- rias, con insuficiencia cardíaca, shock cardiogénico, etc. (1)

Las perspectivas son inmensas, como lo es también la --- idea apuntada por BOYLE en su "Diagnóstico total" del enfermo, que intenta dar el resultado del diagnóstico de la enfermedad del paciente y no la solución a un análisis. (2).

Pero este "Diagnóstico total", está todavía lejos de ser alcanzado, y mientras llega, se realizan numerosos esfuerzos-- para solucionar problemas parciales en cada uno de los aspectos, que integrados, dan el diagnóstico clínico.

Así se plantean el análisis fonocardiográfico, baliscardiográfico, pulso carotídeo...etc. Pero sin duda uno de los temas que ha suscitado mayor interés, ha sido el estudio del análisis por el Ordenador del trazado electrocardiográfico. (3) (4) (5).

Los problemas planteados en este aspecto son numerosos:-- en el estudio de los procedimientos de registro los reconocimientos del principio y fin de la onda, así como el de la onda misma. La integración de los datos para el análisis final, sometién-dole a unos u otros criterios,...etc.

Para dar una idea de la ayuda que puede proporcionar el análisis del E.C.G., como trazado único, entre todos los puntos que se pueden sacar y reseñar, destacamos los siguientes:

- Análisis y diagnóstico de trazados.
- Screening y estudio evolutivo en grandes masas de población.
- La posibilidad de realizar grandes estudios estadísticos, como medio de investigación de numerosos problemas cardiológicos.
- El estudio de parámetros, difíciles o -- muy laboriosos de extraer con los procedimientos "convencionales" del cardiólogo.

gradiente ventricular espacial, transformaciones en curvas de magnitud espacial, orientación, velocidad, ...etc.

I. PROCEDIMIENTO DE REGISTRO: PROBLEMAS PLANTEADOS

Uno de los problemas fundamentales para la aplicación de los Ordenadores a la interpretación E.C.G., es el determinar cuál es el procedimiento ideal para recoger - la máxima información posible con la mínima economía de datos, sin que por ello pierda fiabilidad la información obtenida.

El uso de las 12 derivaciones convencionales exige la utilización de grandes cantidades de memoria, para recoger la información enorme, proporcionada por éstos. Esto representa un gran inconveniente, además de la redundancia de datos.

Por otra parte, el empleo de tan sólo algunas de estas derivaciones para reducir la información, nos proporcionaría tan sólo una interpretación parcial del E.C.G. Sin embargo, el problema parece encontrar alguna solución efectiva con la llegada de los procedimientos vectorcardiográficos.

El vectocardiograma representa para el empleo de los Ordenadores, un gran avance, ya que el uso de los 3 planos ortogonales: horizontal, sagital y vertical, reduce evidentemente los registros a 3, uno por cada plano.

Esto significa, en un principio, la simplificación de la información de los datos en una proporción de 4:1 (12

derivaciones electrocardiográficas convencionales a 3 derivaciones ortogonales) lo que nos proporciona una gran ventaja para el proceso y análisis de datos.

Para poder hacer esta sustitución, es necesario tener la seguridad de que la información obtenida por las 3 derivaciones ortogonales, no es inferior a la que resulta de las 12 convencionales derivaciones E.C.G.

Son numerosos los estudios llevados con este efecto, y así mencionaremos a HELM, ABILDSROW, SCHER, siendo uno de los mejores y más definitivos trabajos los de PIPBERGER, llegando a la conclusión de que el uso de las 3 derivaciones ortogonales se muestra fundamental en el análisis de trazados por Ordenador, consignando una reducción de datos eliminando la información redundante. (6) (7) (8) (9).

El sistema de FRANCK tal vez sea el que se manifieste como más apto para la recogida de datos, presenta ventajas sobre los otros, así al variar la localización del dipolo cardíaco de unos individuos a otros, introduciríamos aún más factores de error en el registro periférico al colocar electrodos en el brazo, hecho que evita el procedimiento de FRANCK.

Por otro lado, y esto teóricamente es muy importante, se reduce el temblor muscular y las interferencias, que, como veremos más adelante, constituyen un problema a la hora de la interpretación del registro por el Ordenador. A pesar de todo, éstas no son anuladas, (de hecho aparecen o pueden aparecer en el 12 E.C.G.), pero al menos -- atenuadas.

Los Ordenadores digitales parece que se muestran más-

apropiados que los analógicos para el estudio del E.C.G.

Son muchos los trabajos que se han realizado con el intento de aplicación de los Computadores analógicos a la comprensión del electrocardiograma. (10).

Así merece la pena mencionar los trabajos de ABILDSKOW y colaboradores intentando la transformación de los datos obtenidos por un E.C.G. en curvas de magnitud espacial, orientación y velocidad.

De esta manera se querría superar la dificultad que se encuentra en la medida del tiempo en el vectocardiograma.

Estas mismas conversiones pueden ser realizadas sin embargo, y con programaciones convenientes, con un Ordenador digital. (11).

Es, sin duda, el Computador digital el que más apto se encuentra, por su gran grado de flexibilidad, para el trabajo propuesto. Sea utilizado uno u otro procedimiento, la introducción de los datos para su conocimiento será mediante la grabación de los datos en cinta magnética.

Se usan canales con modulación de frecuencia, con la intención de incluirla en la baja contenida en el E.C.G. y que pueden tener una importante significación a la hora del resultado por supuesto requerirá, el uso de Ordenadores digitales la transformación de la información primitiva en información numérica capaz de ser comprendida por el Ordenador.

Esto no es ningún problema, efectivamente es sufi---

ciente determinar a lo largo de un ciclo cardíaco los cambios de amplitudes que se producen en pequeños intervalos de tiempo.

El muestreo será lo suficientemente numeroso para tener la completa seguridad de que no dejamos información valiosa sin recoger. Los valores obtenidos en cada uno de estos intervalos de tiempo se transforman en su forma binaria, con lo cual la transformación queda hecha.

Es necesario comprobar que no se produce ninguna distorsión de la información, según el procedimiento empleado, hay muchos trabajos la respecto, ya PIPBERGER hizo un correcto estudio comprobando la fiabilidad del proceso. (12).

II. ETAPAS PARA UN CORRECTO ANALISIS

Para el análisis e interpretación del trazado electrocardiográfico, por un Ordenador, deberá seguir una serie de etapas sucesivas, en las que va acumulando la información básica necesaria para emitir un diagnóstico final e incluso sin la obtención de éste ya tenemos resultados óptimos en la comparación de parámetros intermedios teniendo en cuenta las grandes posibilidades que presenta el análisis de miles de trazados en grandes screening de población.

Podemos citar 5 puntos básicos para realizar el análisis:

1. Reconocimiento de interferencias.
2. Identificación de onda.
3. Medición de los parámetros.
4. Análisis del ritmo como primera integración para posterior diagnóstico.
5. Integración global diagnóstica.

1. *Reconocimiento de interferencias.*
tremor muscular, ruido, señales de marcapaso, etc, para evitar confusión en el análisis del dato y eliminación por un sistema de filtro de frecuencias superiores a 60 c.p.s.
2. *Identificación de la onda.*
Identificación de las ondas P; complejo Q.R.S. ondas T, ésto que resulta aparentemente muy fácil y rutinario, casi siempre, para el cardiólogo, se muestra muy complejo a la hora de intentar transcribir al Ordenador, de una manera comprensible para él una "facultad" que es en un gran tanto por ciento "inconsciente" o intuitiva por parte del electrocardiografista.

Pero este hecho implica por parte del Ordenador un reconocimiento objetivo de cada onda de su principio y fin, y por tanto una mayor--precisión.

Son varios los procedimientos que se han desarrollado y así los basados en el cálculo de la velocidad espacial durante TP; PR y ST; no-

excede nunca los 3MV/mseg y sin embargo este umbral es superado durante la inscripción de las ondas P, complejos QRS y ondas T, con lo cual se obtiene un parámetro fácilmente comprensible para la máquina para el reconocimiento de las ondas. (13).

El punto donde la velocidad espacial es máxima nos marcará la existencia del Q.R.S. (su principio y fin donde la velocidad espacial se hace inferior a 3MV/mseg), así proseguiremos para la onda T y P.

Este procedimiento ha sido empleado por PIP BERGER en numerosa cantidad de registros, dando tan sólo un error de 1'3% en el reconocimiento de las ondas. Es evidente que es necesario destacar que este reconocimiento se puede considerar muy óptimo (más aún considerando el caso de 1 sólo parámetro) verificándose los fallos fundamentales en las arritmias cardíacas.

Otro método, en esencia muy parecido, es el realizado por CACERES y colaboradores. Se basa en la necesidad no sólo del conocimiento de amplitud y duración de las curvas (2 parámetros fundamentales usados por el electrocardiografista) sino además la obtención de la pendiente de la curva, (14).

Como en el caso anterior, se busca el punto de referencia, que nos sirva como base para el posterior reconocimiento de las ondas electro-

cardiográficas. Este punto se considera el de -
 más gran cantidad negativa de cambio.

Esto sucede durante el Q.R.S., pues es el pe-
 ríodo del E.C.G., donde por producirse la acti-
 vación ventricular, se producen los cambios de-
 potencial más grandes.

Obtenemos la derivada del electrocardiograma
 (después del filtraje del ruido,...etc) el pun-
 to de referencia se encontrará situado entre R-
 y S se localiza al encontrar el máximo valor ne
gativo en la derivada del electrocardiograma,--
 entre y después de ese punto se localizan el R-
 y la S, entre determinados espacios de tiempo--
 previstos de esta manera, Determinamos igualment
e todos los demás accidentes electrocardiofi-
 siológicos más importantes.

Es decir, localizamos un espacio de tiempo *
 donde "sabemos" tiene que ocurrir algun accident
e con cambios de voltaje y lo localizamos usand
o como referencia la derivada del E.C.G.

3. *Medición de los parámetros.*

Como parte fundamental para una posterior in-
 terpretación se verifica una medida de la dura-
 ción de P intervalo PR: segmento PR: duración--
 de Q.R.S.; e intervalo Q.T. La medida de la on-
 da T no nos es necesaria, representa un gran --
 problema definir su iniciación puesto que no --
 existe una clara transición entre el segmento--
 ST y la onda T, de todas formas tiene poca sig-
 nificación a la hora de la interpretación clínic
a del trazado.

Por supuesto, este paso es fundamental para la integración del E.C.G., tanto de la onda como de los diferentes segmentos e intervalos. Pero los Ordenadores pueden aportar aquí una valiosa e importante ayuda.

Es un hecho real que las medidas que generalmente se atribuyen a las ondas electrocardiográficas son bastante convencionales debido al procedimiento de medición "manual" usado por el cardiólogo.

Indudablemente el Ordenador nos puede dar nuevos conocimientos en este aspecto por una mejor definición de la duración de la onda.

Este hecho se ve muy bien reflejado por un trabajo ya antiguo, aunque no se llega a un resultado definitivo por lo laborioso del trabajo. Así se estudiaban trazados electrocardiográficos detalladamente ampliando a gran escala las ondas.

Se vio que las medidas aplicadas convencionalmente no eran totalmente exactas y se comprobaba que en sujetos normales se veían ondas P que superaban los 0'12 segundos. (CACERES).

Los estudios realizados necesitaban para la obtención de resultados una gran cantidad de tiempo por lo complicado del procedimiento empleado.

Sin embargo, con la llegada de los Ordenadores el problema se ha simplificado, siendo por-

otra parte de resultados mucho más objetivos, -- así los trazados estudiados en poco tiempo pueden ser muy numerosos.

4. *Análisis del ritmo como primera integración para posterior diagnóstico.*

Uno de los problemas básicos y posiblemente -- la dificultad más grande ante la programación.

Por supuesto, exige que los puntos 1,2 y 3 citados antes, estén realizados y como parte fundamental, sin duda, la identificación del complejo Q.R.S. onda P. y T. Ya comentábamos la dificultad que significa y lo importante y clave que resultan para el estudio del ritmo. A su vez, existe la "pérdida" por parte del Ordenador de la facultad, en cierta manera intuitiva, del reconocimiento de las ondas por el Cardiólogo.

En este análisis del ritmo no incluimos ciertas arritmias (extrasístoles, parasistolia...etc) que estudiaremos más adelante en el apartado V -- al referirnos a la integración diagnóstica y en el que este punto será tratado de una manera especial.

Seguimos el siguiente criterio, un tanto convencional, pero creo que práctico, para la división del ritmo.

- I) Una división en la que incluimos aquellos ritmos que mantienen una frecuencia R-R' -- constante.
- II) Otro apartado en el que están incorporados los ritmos con una frecuencia R-R' variable.

Inicialmente se hace un estudio de 4 ciclos, - cifra convencional y perfectamente variable, si - en estos cuatro complejos el Ordenador no obtiene una respuesta lógica vuelve a analizar otros.

Utilizamos 15 variables, 12 enteras (0=NO; 1=SI) las 3 últimas variables son reales.

VARIABLES:

- NORQRS= ¿Es normal el Q.R.S.?
- KPP= ¿Distancia PR constante?
- KRR= ¿RR es constante?
- KPQ= ¿P-Q es constante?
- IHAYP= ¿Hay onda P?
- MASP= Hay más ondas P que Q.R.S.
- KSIGP= ¿La onda P adquiere valores variables-
más o menos?
- NEGP= ¿La onda P es?
- LAPVAR= Varía la forma de la P.
- MORBLO= ¿Tiene morfología de bloqueo de rama?
- IATAG= ¿Existía antes de la taquicardia?
- IAYFLU= Hay ondas Flutter.
- PR= Distancia P-R en segundos.
- DISQRS= Distancia Q.R.S. en segundos.
- FREC= Frecuencia en pulsaciones por minuto.

A) FRECUENCIA R-R' CONSTANTE

- 1 - Ritmo sinusal.
- 2 - Braquicardia sinusal.
- 3 - Taquicardia sinusal.
- 4 - Marcapaso errante sinusal.
- 5 - Ritmo de la unión bajo (Ritmo de la unión

- perinodal).
- 6 - Ritmo nodal medio (Ritmo de la unión peri nodal).
 - 7 - Ritmo del seno coronario (Ritmo de la --- unión perinodal).
 - 8 - Bloqueo A-V de primer grado.
 - 9 - Bloqueo A-V completo.
 - 10 - Marcapso errante, sinusal y A-V.
 - 11 - Traquicardia parosística supraventricular.
 - 12 - Ritmo idio ventricular.
 - 13 - Traquicardia parosística supraventricular más bloqueo de rama.

Analizamos a continuación los criterios seguidos para la individualización de cada uno de los diagnósticos.

C R I T E R I O S (15) (16) (17) (18).

1.- RITMO SINUSAL

Son muchos los puntos que pueden indicarse para su reconocimiento pero básicamente lo designamos para aquel trazado que cumpla -- las siguientes condiciones:

- Todas las P. tienen el mismo intervalo P-R.
- Frecuencia de 60 a 100 p.p.m. (R-R).
- No se encuentran más P. que las que -- conducen complejos Q.R.S. correspondiendo a cada Q.R.S. una P.

2.- BRADICARDIA SINUSAL

Clásicamente la admitimos cuando la frecuencia es inferior a los 60 latidos por minuto:

- Todas las P con el mismo intervalo P-R.
- Frecuencia menor de 60 p.p.m.-- (R-R').
- No se encuentran más P que las que conducen su complejo Q.R.S. correspondiéndoles a cada Q.R.S. una P.

3.- TAQUICARDIA SINUSAL

Se admite cuando la frecuencia es superior a 100 latidos por minuto:

- Todas las P con el mismo intervalo P-R.
- Frecuencia mayor de 100 p.p.m.
- No se encuentran más P que las que conducen su complejo Q.R.S. correspondiéndole a cada Q.R.S. una P. Por supuesto es posible una integración más total que ante un diagnóstico determinado se establezcan una serie de -- preguntas, que puedan ayudar en el diagnóstico. Lo mencionamos únicamente en el caso de la taquicardia, pero por supuesto se pueden hacer con los otros diagnósticos. Así aquí se preguntará:

- ¿Existe fiebre?
- ¿Existe insuficiencia cardíaca?
- ¿Existe hipertiroidismo?

- ¿Existe pérdida sanguínea?
- ¿Existe anemia?
- ¿Existen signos de embolia -- pulmonar?
- ¿Ingestión de fármacos fundamentalmente? ¿Con propiedades adrenérgicas?

Lógicamente se establecen una serie de ritmos programados para cada caso.

4.- MARCAPASO ERRANTE SINUSAL

En el cual el estímulo varía en sitio de producción dentro del seno de Keit y --- Flack.

- Hay variación de la morfología de la onda P.
- P-R prácticamente sin variación, dentro de límites normales.
- No hay más P que Q.R.S.

5.- RITMO DE LA UNION PERINODAL

En los apartados siguientes, 5,6,7, se encuentran incluidos los ritmos de la unión perinodal, del nódulo aurículoventricular ritmos de empalme o "junctional

rhythms" según la denominación de PYCKY - LANGERDOF.

La localización axacta del lugar de - producción del ritmo, como se venía ha-- ciendo clásicamente en superior medio e inferior, como sabemos no es totalmente exacta pues hay que tener en cuenta las alteraciones que se podrían producir en el tiempo de conducción anterogrado y re trogrado, que pueden y de hecho modifi-- can en el diagnóstico de la localización del ritmo de la unión.

Por ésto utilizamos unos criterios,-- que aunque hacen la individualización--- clásica, al final llevan adosados el di- diagnóstico más preciso y menos erróneo- de ritmo de la unión perinodal.

5.- RITMO DE LA UNION BAJO (RITMO DE LA --
UNION PERINODAL)

- PR " de valor negativo".
- P negativa.
- Q.R.S. de morfología normal.
- Frecuencia menor de 70 p.p.m.

6.- RITMO NODAL MEDIO (RITMO DE LA UNION PE-
RINODAL)

- Frecuencia menor de 70 p.p.m.
- No existe onda P.
- Q.R.S. de morfología normal.

7.- RITMO DEL SENO CORONARIO

- PR entre 0 y 0'12.
- Onda P negativa.
- Frecuencia menor de 70 p.p.m.
- Q.R.S. de morfología normal.

8.- BLOQUEO AURICULO-VENTRICULAR DE PRIMER GRADO

Se puede basar su diagnóstico en los siguientes criterios:

- Todas las P tienen el mismo intervalo P-R.
- P-R mayor de 0'21 seg.
- No existen más P que aquéllos-
que conducen complejos Q.R.S..

9.- BLOQUEO AURICULO-VENTRICULAR COMPLETO

Las aurículas y los ventrículos se--
contraen de un modo independiente, el--
impulso auricular no es capaz de supe--
rar el nodo y nace un impulso de susti-
tución en el nodo A-V.

- Algunas o todas las P tienen--
distinto intervalo P-R.
- Hay P que no conducen comple--
jos ventriculares Q.R.S.
- Hay más P que Q.R.S.

10.- MARCAPASO ERRANTE SINUSAL Y A-A

En él hay una migración del marcapaso- con variación de la morfología, acorde--- con el sitio de emisión del estímulo.

Nos basamos en:

- Q.R.S. de morfología normal.
- No se encuentran más P que las- que conducen complejos Q.R.S. -
- Variación en la morfología de-- la onda P de + a -.

11.- TAQUICARIDA PAROXISTICA SUPRAVENRRICULAR

- Frecuencia mayor de 150-200 p.p.m.
- Onda P puede o no existir.
- PR entre 0 y 0'12 segundos.

12.- RITMO IDEOVENTRICULAR

En el comanda, el ritmo cardíaco un es- tímulo inferior como puede ser el produci- do en el tejido especializado ventricular.

- Frecuencia R-R menor de 40 p.p.m.
- Onda P negativa o no existe.
- Q.R.S. ancho (más de 0'125).

13.- TAQUICARDIA PAROXISTICA SUPRAVENTRICULAR-- MAS BLOQUEO DE RAMA

Aquí, por el contrario de la taquicardia paroxística supraventricular, se presenta-- B.R.H.H. con Q.R.S. alterado de más de 0'12 segundos (valorar la posibilidad de taqui-- cardia ventricular). Hay que interrogar si- esta morfología existe antes, o aparece con la taquicardia.

B) ANALIZAMOS CON R-R VARIABLE

- 1 - Fibrilación auricular.
- 2 - Flutter (con variación en grado de bloqueo).
- 3 - Arritmia sinusal.
- 4 - Bloqueo A-V de segundo grado.

C R I T E R I O S1.- FIBRILACION AURICULAR

Los dos parámetros que nos servirán para definirla serán, por una parte, la ausencia de ondas P auriculares con la presencia de las ondas "f", de fibrilación auricular, que podrán, o bien no estar presentes, o por el contrario, hacerse grandes, "M", o "L" pequeñas, pero esto no nos es útil para el diagnóstico, el dato más a valorar será la irregularidad de los complejos Q,R.S., con R-R irregular (dato por el que se incluyen en este grupo).

Su morfología, que dependerá del bloqueo A-V, tampoco nos es fundamental para el diagnóstico, así pues nos atendemos a dos parámetros:

- a) Espacios R-R variables.
- b) Falta de ondas P.

2.- FLUTTER AURICULAR (CON VARIACION EN GRADO DE BLOQUEO)

Normalmente los latidos pueden ser regulares, generalmente una frecuencia de 150 pulsaciones por minuto (2:1) pero-- ésto no sucede siempre así, ya que puede variar el grado de bloqueo y en estos casos, será difícil diferenciarlo de la fibrilación:

- a) Espacios R-R variables con un mínimo c.múltiplo.
- b) Posible existencia de ondas "F" de Flutter.

3.- ARRITMIA SINUSAL

Normalmente es debida a cambios en el tono vagal con la respiración. Se caracteriza por variaciones en la periodicidad de la descarga del nódulo sinusal:

- a) R-R de 60-100.
- b) No hay más ondas P que las que conducen complejos -- Q.R.S.
- c) Frecuencia R-R variable.

4.- BLOQUEO A-V DE 2° GRADO

- a) R-R de 60-100.
- b) Hay más ondas P que las que conducen Q.R.S.
- c) Frecuencia R-R variable,

V.- INTEGRACION DIAGNOSTICA

Como resultado final del análisis del trazado, en ella incluimos cada uno de los apartados de la diferente patología cardíaca (hipertrofias, bloqueos, etc) con una especial atención al estudio de arritmias cardíacas como complemento del apartado IV.

Fijamos los puntos básicos, de cada diagnóstico y emitimos diagnósticos de certeza y de posibilidad. El programa se encuentra en avanzado estado y será motivo de posteriores informes.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Hugenholtz P.G.: *Arch. Mal. Coeur.* 1095-100 Sept (1974).
- 2 Boyle. *Brit. Medicql Bulletin.* 24:224 (1968).
- 3 Coleman y Cáceres: *The Theory and Practice of auscultation.* Co. (1963) F.A. Davisco.
- 4 Gerbag.: *Cir Res.* 11:569 (1962).
- 5 Am. Heart. J. 74, 5113 (1967).
- 6 Helm. Amer. Heart. J. 49:135 (1965).
- 7 Abildskow.: *Circulation.* 17. 1069 (1958)
- 8 Scher.: *Cir Res.* 8:519 (1960).
- 9 Pipberger.: *Am. Heart J.* 51:34 (1961).
- 10 G. Ital Cardiol. 5(1) 104-9 (1975).
- 11 Cáceres.: *Clinical electrocardiography and Computers.* Academic Press. 1970.
- 12 Pipberger.: *Circulation.* 35:536 (1967)
- 13 Friedman y Pipberger y Col.; *Cir Res.* 9:1138 (1961).
- 14 Symposium Computers in Medicine and Surgery. 9 December (1964).
- 15 Chavey.: *Cardionemología.* Pág. 162. Universidad Nacional Autónoma de México (1971).
- 17 Schanroth, Blacioes, Scientific Publications (1971).
- 17 *Electrocardiografía clínica.*: ediciones del I.N.C. de Mexico 1967.
- 18 Srock.: *Arritmias cardiacas.* Elicien (1972).