

## LOS INICIOS DE LA ELECTROCARDIOGRAFIA

### EN CATALUÑA

Manuel DE FUENTES SAGAZ

#### Introducción

El descubrimiento del Electrocardiógrafo en el año 1903 por Einthoven significó un rápido progreso para la Cardiología, instrumento que permitió registrar fácilmente y con la máxima precisión el origen y curso de la excitación cardíaca, considerándolo muy superior a los polígrafos, para el estudio de las arritmias. Así lo afirmó en el discurso inaugural del Curso Académico de 1950-1951, leído en la sesión del 7 de noviembre de 1950, de la Academia de Ciencias Médicas el Dr. F. de A. Estapé Pañellas, presidente de la Asociación de Cardiología y Angiología de Barcelona. El título de dicho discurso fué "La Cardiología en los últimos cincuenta años" (1).

Es imposible explicar los inicios de la electrocardiografía sin nombrar a los doctores Pi Suñer y Bellido. Sus aportaciones al estudio y difusión de la electrocardiografía fueron definitivas. Personas, de gran valía, que con escasez de medios y un gran espíritu de investigación, realizaron trabajos electrocardiográficos de tal nivel que sus descubrimientos, fueron redescubiertos en el extranjero pasados los años. Tampoco podemos olvidar nombres como Cristián Cortés, Estapé, Codina Altes, Gibert Queraltó, Nadal, Framis, Pijoan, Martínez González y otros verdaderos pioneros de la electrocardiografía entre nosotros.

¿Cuál ha sido la evolución del E.C.G. desde sus inicios hasta la actualidad?

## Prolegómenos

En 1908, el Dr. A. González Prats publicó "Nuevos progresos en el diagnóstico de las cardiopatías" (2). En él anunciaba un nuevo método examinador del corazón, dado a conocer por Einthoven y Cremer por primera vez. "Consiste en el examen del corazón por medio de un galvanómetro de cuerdas" (sic). Tenía como antecedentes los estudios realizados por Waller en 1897, demostrando como se distribuyen en la superficie del cuerpo los potenciales eléctricos originados por la actividad cardíaca. Einthoven y Cremer enseñaron que el trabajo cardíaco puede representarse mediante el electrocardiograma.

González Prats relató a continuación que había que ligar de manera apropiada, los dos brazos o un brazo y una pierna, a los polos del galvanómetro de cuerdas, a los extremos de un hilo de platino o de cuarzo argentado, de unos micrones de espesor. Cuando se pone el hilo en el campo de un imán poderoso, se verá que éste, apenas se electrifica, torcerá hacia afuera el campo del imán, torcedura que es proporcional a la fuerza de la corriente. Las oscilaciones del hilo se registran fotográficamente, proyectando por la luz de un arco, la sombra del hilo sobre la hendidura del aparato registrador. Afirmó que F. Krauss y Nicolai habían ensayado clínicamente este método, estableciendo específicamente los cambios de la forma de las curvas del electrocardiograma, si existe afección del músculo cardíaco, permitiendo descubrir las perturbaciones del corazón a través de dichos cambios.

Anunció que Einthoven había demostrado la existencia de un tercer tono y que Cremer y Edelmann habían registrado las curvas arteriales sobre el galvanómetro de cuerdas y habían transmitido el movimiento arterial a través del teléfono.

El impulso que la Fisiología proporciona a la Cardiología en esta época es realmente muy importante. Así lo manifestó el Dr. A. Pi Suñer en su artículo-comentario "Deu anys de Fisiología en el siglo XX" (3), de 1911. La característica del siglo XIX era preocuparse del estudio de las funciones de los órganos primero y de los tejidos

después. En la segunda mitad del siglo XIX la fisiología estudia cada órgano como individualidad fisiológica y con su función. A principios del siglo XX se tiene la idea que los órganos desempeñan varias y diferentes funciones, y que la mayoría de éstas no se centran en un sólo órgano. La acción de un órgano sobre otros, como la acción de la secreción interna tiroidea sobre el corazón o entre el aparato respiratorio y el cardíaco.

Pi Suñer terminó su artículo, apoyándose en Claudio Bernard, expresando el deseo de que si en el siglo XIX se había constituido la Fisiología, en el siglo XX ésta llegase a ser una ciencia exacta.

Al concluir el escrito, se refirió al registro de las variaciones eléctricas de los tejidos diciendo que el galvanómetro de cuerda y la inscripción fotográfica habían permitido obtener maravillosos trazados, representativos de los movimientos de potencial eléctrico en los tejidos durante su función, trazados que permitían la interpretación detallada del funcionalismo muscular y hasta de su metabolismo.

En 1912, Pi Suñer y Bellido publicaron "El ritme nodal per les sals d'estronci" (4), en donde hacían referencia al Congreso de Fisiología de Viena del año 1910, al cual habían presentado un trabajo respecto la influencia del ión calcio sobre el trabajo miocárdico y la inervación cardíaca, desmostrando que la acción del calcio es equivalente a la estimulación del nervio neumogástrico. El calcio actuaría modificando el estado eléctrico del corazón. Afirman que la acción general del estroncio equivale a la del calcio y a la del bario. El estroncio tendría una acción similar a la del neumogástrico. Creen que las sales de estroncio detienen la contracción auricular, el ventrículo deja de contraerse para volverlo a hacer con mayor fuerza que anteriormente. Consideraron que ciertas contracciones ventriculares precedían a las auriculares.

A los seis meses de publicado el trabajo anterior, los mismos autores volvieron a insistir en el tema en "L'Electrocardiograma en el ritme nodal per les sals d'estronci" (5). Comentan que a causa de la influencia de so-

luciones isotónicas de cloruro de estroncio, se producía frecuentemente la inversión del "peristaltismo" o sentido normal del estímulo cardíaco, lo que Mackenzie clínicamente llamaba ritmo nodal, aunque esta denominación, Pi Suñer y Bellido la consideraban impropia en aquel momento. Creen demostrar la posibilidad de la dirección retrógrada del proceso de excitación cardíaca, observan como en la extrasistolia de origen ventricular, la contracción auricular sucede a la ventricular. Acompañaron el trabajo de fotografías en donde se aprecian, de manera superpuesta, el electrocardiograma del corazón de tortuga, el mecanograma auricular y el mecanograma ventricular.

En 1913, Pi Suñer y Bellido publicaron otro interesante trabajo, "Verins anàbolic i catabòlics de cor" (6), en donde además de hacer referencia al anterior de 1912 exponían los resultados por ellos obtenidos sobre la acción del calcio en el corazón, inyectado por vía venosa o intersticialmente. El cloruro cálcico, según los autores, produciría "efectos mecánicos de diástole, comparables a los que se observan por la excitación del vago". Llegan a la conclusión que el calcio refuerza la acción del vago y altera el equilibrio eléctrico de la base y punta del corazón. Afirmaron que el calcio, bario y magnesio no alteran la morfología del electrocardiograma, sino sólo retardan el ritmo y disminuyen la amplitud de las oscilaciones eléctricas. Al final del artículo se refirieron a lo que diez años antes había dicho Pi Suñer respecto al período refractario, de inexcitabilidad la inexaltabilidad de la fibra muscular agotada.

Este mismo año de 1913 los doctores Bellido y P. Agustí publicaron un interesante trabajo titulado "Usos del Galvanòmetre d'Eintoven com a Esfimògraf" (7). Explicaron la técnica para conectar un receptor telefónico con los bornes del galvanómetro de Einthoven.

Recomendaban que la cuerda estuviese un poco floja, pues las corrientes son muy débiles. Aplicaban el receptor telefónico sobre la carótida del paciente, apretando ligeramente hasta obtener una buena aceptación.

Si en lugar de receptor, empleaban el micrófono

de carbón, intercalaban una resistencia en serie de unos 500 ohms, dejando un circuito derivado de unos 100 ohms. Llegaron también a inscribir el choque de la punta del corazón y se proponían estudiar las gráficas juntamente con el fonocardiograma.

En este mismo año de 1913 también se publicó un interesante trabajo de los doctores A. Pi Suñer y J. M<sup>a</sup> Bellido con el título de "Amidacions de la força electromotriu en l'Electrocardiograma" (8).

Con la intención de obtener mediciones fiables en el electrocardiograma y conscientes de que la altura de las ondulaciones del mismo, a igualdad de fuerza electromotriz, dependían de diferentes factores. Unos propios del galvanómetro (tensión de la cuerda, intensidad de la excitación, etc.) y otros a causa de la diferente resistencia eléctrica de la parte exterior del circuito. Estos factores modificarían la amplitud de las ondulaciones y representaban serias dificultades para obtener mediciones en el electrocardiograma.

Fundamentando en las mediciones, la relación entre la intensidad del fenómeno mecánico de la contracción y la del fenómeno eléctrico, para poder diagnosticar las alteraciones de la intensidad de la contracción cardíaca, no estaban conformes con la propuesta de Nicolai de estudiar los valores relativos y no renunciaron a la obtención de valores absolutos en las mediciones del electrocardiograma.

Anunciaron tener resuelto el problema. Conectaban entre el paciente y el galvanómetro un circuito (A), de características conocidas, que producía un desplazamiento determinado de la cuerda del galvanómetro. Establecían una relación entre el desplazamiento sufrido en el trazado al conectar este circuito predeterminado y las ondulaciones del electrocardiograma.

Establecieron esta relación mediante la fórmula siguiente:

$$\alpha/\alpha' = E/E'$$

$\alpha$  = altura de la ondulación a estudiar del E.C.G.  
 $\alpha$  = altura del desplazamiento provocado por el circuito (A).  
E = fuerza electromotriz a determinar.  
E' = fuerza electromotriz del circuito (A), deducida de la intensidad de la pila del circuito y de las resistencias.

### Primera divulgación pública de la electrocardiografía

Podemos considerar que los introductores en Cataluña de manera práctica y a su vez, promotores de la difusión y conocimiento de la electrocardiografía fueron los doctores A. Pi Suñer y J. M<sup>a</sup> Bellido. En las sesiones del 25 de abril y del 9 de mayo de 1913 del Ateneo de Médicos de la Facultad de Medicina y Hospital Clínico pronunciaron unas conferencias bajo el título genérico de, "La Electrocardiografía: sus fundamentos, su técnica, sus aplicaciones experimentales y clínicas" (9). En ellas dieron a conocer las ideas básicas de la electrocardiografía de aquel momento. Estas conferencias fueron escritas taquígráficamente por don Antonio Costa Aleña y publicadas aquel mismo año. Estas fueron cuatro:

- 1<sup>o</sup> Fundamentos biológicos eléctricos. Dr. Pi Suñer.
- 2<sup>o</sup> Técnica. Dr. Bellido.
- 3<sup>o</sup> Aplicaciones experimentales. Dr. Bellido.
- 4<sup>o</sup> Aplicaciones clínicas. Dr. Pi Suñer.

Pi Suñer inició la primera conferencia recordando que hacía tres años se había ocupado del tema en "Academia y Laboratorio de Ciencias Médicas" y que hacía un año y medio también lo había hecho el Dr. Bellido en "La Sociedad de los Santos Cosme y Damián". Indicó que el método de la electrocardiografía tenía, en aquél momento, escasa novedad para el fisiólogo pero que era extraordinaria para el clínico. Afirmaba que eran los únicos en España, (exceptuando algunos trabajos realizados en este sentido en el Laboratorio de Patología Médica de la Universidad de Madrid en vida del Dr. Sañudo). Hacía cinco años se ocupaban de la electrocardiografía en el Laboratorio de Fisiología

logía anexo a la cátedra del Dr. Coll y Pujol, tanto desde el punto de vista de la investigación fisiológica como de la exploración clínica.

Mediante un esquema del galvanómetro de Einthoven, explicó como la corriente eléctrica atraviesa un conductor móvil, que es una finísima cuerda de cuarzo, platino, oro, plata, etc. de un espesor de pocas milésimas de milímetro. Al hacer pasar la corriente eléctrica a través de éste conductor móvil o cuerda dentro de la acción de un campo magnético, éste actúa sobre dicha cuerda, modificando su posición de equilibrio según la ley de Ampère. Estos movimientos de la cuerda pueden ser proyectados por medio de un sistema óptico y registrados fotográficamente para su estudio posterior.

Resumió diciendo que el aparato de Einthoven era un galvanómetro que poseía un hilo móvil, de espesor finísimo, que poseía mucha resistencia y poca inercia.

Explicó el concepto de corriente de acción en el músculo sano, los tipos de electrómetros y de una manera más detallada el Galvanómetro de Einthoven afirmando que era: "el aparato ideal para obedecer a las pequeñas variaciones eléctricas de los órganos en función".

Pi Suñer comentó que utilizaban la derivación I II y III, empleando unos electrodos recipientes con solución salina normal, en la que estaban sumergidas unas placas de carbón. Para el autor, los electrocardiogramas obtenidos de este modo se superponen en su forma a los de derivación directa y la intensidad de la oscilación era equivalente. Ponderó la importancia de estas derivaciones que hace posible la aplicación clínica del electrocardiograma.

Al explicar el Electrocardiograma decía que estaba formado por tres ondas principales y varias accesorias declarando seguir la nomenclatura de Kraus en la denominación de las ondas por tener relación con la significación de las ondas:

Onda " A ". Ondulación Auricular.

Onda " I ". Ondulación Inicial ventricular.

Onda " F ". Ondulación Final ventricular.

Consideraba que la designación de las ondas del electrocardiograma por Einthoven con las letras P, Q, R, S y T era arbitraria y no correspondían a la realidad. Esta afirmación de Pi Suñer era porque creía, que las ondulaciones negativas, "Q" y "S" consideradas por Einthoven, no existían normalmente.

Pi Suñer explicó que, el ciclo cardíaco se inicia con la contracción auricular "A", a la cual sigue una pausa eléctrica correspondiente a la transmisión del estímulo a lo largo del fascículo de His; sigue después una amplia ondulación "I" coincidente con el principio de la contracción ventricular; sigue el período de aparente reposo eléctrico correspondiente, según el autor a la suma algebraica de las variaciones eléctricas en opuestos sentidos de las diferentes fibras de la masa del ventrículo.

La onda "F" correspondería al final del sístole ventricular. A continuación habría un período de reposo verdadero como expresión del diástole de todo el órgano.

Según el autor, en ciertas condiciones, aún fisiológicas, pero más en estado patológico, aparecen ondulaciones parásitas-negativas con respecto al eje de las abscisas que se designaban con la inicial de la ondulación correspondiente a una "a" o una "q" minúscula (anterior o posterior), según preceda o siga a la ondulación principal. Las líneas horizontales se designaban por "h", "t" y "p", iniciales de His, treibwerk (impulso) y pausa, respectivamente.

A continuación explicó la correspondencia de las ondulaciones con la realidad de la excitación cardíaca. Hizo notar que cuando la aurícula en el ritmo nodal se contrae simultáneamente con el ventrículo la onda "A" desaparece, mientras que en la enfermedad de Stokes-Adams se podían apreciar ondas "A" de contracción auricular aisladas al no ir seguidas de la contracción ventricular I-t-F.

El Dr. Bellido pronunció la segunda conferencia titulada "Técnica de la Electrocardiografía". Explicó que para recoger las variaciones eléctricas en el hombre se servían de dos grandes tarros de vidrio, explicitando de los de conservas, llenos de solución fisiológica de ClNa,



en la que estaban sumergidos sendos carbones, buenos conductores, en comunicación con el circuito correspondiente. Según el autor, los tarros constituían unos medios excelentes y económicos para sustituir los "baños de célula" como el de Schnee, que consideraba indispensable en Electroterapia pero no en Electrocardiografía. El agua salada tenía que estar templada. El enfermo introducía en los tarros ambos brazos o el brazo derecho y la pierna izquierda según los casos. El Electrocardiograma se obtenía sobre papel fotográfico en donde también se podían obtener otros distintos movimientos (flebogranas...).

En la publicación de esta conferencia, a propósito de que el Dr. Bellido habló de la Telecardiografía, que era el poder registrar electrocardiogramas y gráficas de enfermos situados a quilómetros del laboratorio, sin moverse aquellos de su cama o de su habitación, valiéndose de las instalaciones telefónicas urbanas, se adjuntó una nota del autor fechada en julio de 1913 que dice: "Desde el pasado mes de junio funciona en el Hospital Clínico de la Facultad de Medicina una estación electro-cardiográfica, en la Clínica de Patología General del Dr. Oliver, sección de hombres, en comunicación con los aparatos del Laboratorio de Fisiología del Dr. Coll y Pujol, valiéndose de una instalación telefónica especial, con la que obtuvieron trazados, ante los concurrentes al primer Congreso de Médicos de Lengua Catalana y recientemente se ha inaugurado otra análoga en la Clínica de Obstetricia del Dr. Bonet" (sic).

En la tercera conferencia, "Aplicaciones experimentales" el Dr. Bellido que gracias al estudio electrocardiográfico, les había conducido a interpretaciones originales sobre la íntima fisiología de la fibra muscular cardíaca, sobre las repercusiones cardíacas de la anestesia general o a estudios sobre la digital y el estrofanfo. Habla de la correspondencia entre el electrocardiograma y el pulso carotídeo, adjuntando gráficas obtenidas simultáneamente de la contracción ventricular y las gráficas del pulso de distintas arterias, del electrocardiograma y del fonocardiograma de un mismo individuo.

El autor relata como un electrodo auricular sobre

el corazón al descubierto de un animal, llega a demostrar conforme la contracción auricular se verifica en un sólo sentido y la compara a una sacudida simple de un músculo cualquiera, teniendo en cuenta la mayor lentitud en la propagación de la onda. Informa que en el verano de 1912 habían comprado para el Laboratorio la instalación electrocardiográfica de aquel entonces, repitiendo con ella experimentos anteriormente realizados.

Pi Suñer pronunció la cuarta conferencia, que se tituló "Aplicaciones Clínicas", en donde se apresuró a remarcar la gran ayuda del electrocardiograma para confirmar las tendencias clínicas, dando seguridad en el análisis de las funciones del corazón. Afirmó que a través del E.C.G. se podía obtener información del estado de la conducción de los estímulos, de la fuerza de la actividad miocárdica, del metabolismo del corazón, la conducta aislada de los distintos segmentos del tubo primitivo y seguir, paso a paso, las distintas fases de la revolución cardíaca. Creía en un paralelismo entre la intensidad del fenómeno eléctrico y la intensidad de la contracción cardíaca. Para el autor una buena onda "F" representaba buen estado del miocardio, mientras que la altura de la onda "I", podía medir el esfuerzo de la impulsión ventricular. Afirmó que una gran dificultad para impeler la sangre a través de un orificio estenosado por parte de la aurícula, produciría un aumento en la altura de la ondulación auricular "A".

Acompañó el trabajo de un cuadro de valores y mediciones relacionándolos con la altura de 0,01 voltio. Los valores se refieren al intervalo entre A y I, la duración de I+t+F y la duración de la parte ascendente de I. Afirmó que parecía que una tendencia a la mayor duración de las curvas electrocardiográficas, marcaría un estado de adinamia miocárdica, traduciendo una escasa vivacidad en sus relaciones y considera que no podía hacer deducción alguna al tener escasa experiencia, aunque apunta que pudiera ser que la velocidad de la transmisión de los estímulos por el miocardio fuera constante, como lo es, por ejemplo, la transmisión del estímulo nervioso.

Al hablar de los trastornos de conducción eléctrica los divide en:

1º Alodinamias.

2º Alodromias.

3º Disodias.

Las Alodinamias las define como alteraciones de la intensidad de la contracción cardíaca y las relaciona con estados de agotamiento del corazón. Distingue las alodinamias segmentarias, como la hipertrofia de la aurícula izquierda a consecuencia de la estenosis mitral, considerando que las lesiones endocárdicas eran la causa más importante de alodinamias parciales. Aclara que los datos electrocardiográficos no constituían, por sí solos, datos patognomónicos sino un signo de gran importancia que tenía que ser completado con otros datos suministrados por la exploración teniendo valor pronóstico, informando de la repercusión de la lesión sobre el miocardio y día a día de su estado.

Las Alodromias las define como estados patológicos resultantes de la producción heterotópica de los estímulos. Después de hacer un breve recuerdo del automatismo cardíaco y de que a nivel del seno de Keith y Klack el ritmo normal era de unos 60 latidos por minuto y más lento conforme nos alejamos de él, habla de la extrasistolia de origen auricular con pausa compensadora, de la extrasistolia del seno, que no va seguida de pausa compensadora, dato que emplea en su diagnóstico diferencial, extrasistoles del surco o nodales con estimulación retrógrada generalmente, lo que ocasionaría una contracción auricular que coincida o siga a la contracción ventricular, que obligaría a un esfuerzo superior y fatiga del corazón, que para Pi Suñer produciría, en un plazo más o menos corto la insuficiencia cardíaca. Remarca que junto a Bellido habían demostrado que la extrasistolia ventricular de origen apical, ocasionaría constantemente la inversión del peristaltismo cardíaco llegando hasta la aurícula, lo que tendría gran importancia para los autores, pues tenían el criterio de que se establecería rápidamente la insuficiencia cardíaca. Consideraban la electrocardiografía como insustituible para revelar la naturaleza de un extrasistole ventricular y que si el extrasistole ventricular estaba

interpolado, sin pausa compensadora, su pronóstico no era tan grave.

Al hablar de las Disodias o alteraciones en la conducción de los estímulos, tipo bloqueo aurículo-ventricular distingue varios grados de bloqueo:

- "Bloqueo de primer orden" o retraso progresivo de la contracción del ventrículo dentro de un grupo de sístoles más o menos largo.

- "Bloqueo de segundo orden", consistente en la aparición de sístoles auriculares uno o más, no seguidos de la correspondiente contracción ventricular.

- "Bloqueo de tercer orden" o bloqueo completo, a consecuencia de la disociación aurículo-ventricular, lo que ocasionaría el Síndrome de Stokes-Adams.

El Dr. Pi Suñer no consideró las arritmias como entidad morbosa sino como síntoma. Citó la arritmia respiratoria y la arritmia del seno en general de significado benévolo. Habló más detenidamente del "pulsus irregularis perpetuus" remarcando como en el electrocardiograma había falta casi constante de la ondulación articular así como en la fibrilación. Calificó ambas de grave alteración funcional del miocardio siendo signo de pronóstico grave.

Plasmó su opinión de la siguiente manera: "Cuando este insustituible medio de indagación sea generalmente conocido, cuando sus indicaciones puedan ser interpretadas por todos, no dudo que la electrocardiografía clínica se hará imprescindible para el diagnóstico y para la conducta de un tratamiento científico en todas las enfermedades del corazón, al mismo y aún tal vez a mayor nivel que la auscultación, la percusión y la ortorradioscopia: los tres grandes métodos de exploración cardíaca" (sic).

A. Pi Suñer y J. M<sup>a</sup> Bellido, en 1920, publicaron "Los cardíacos heterotópicos en experimentación" (10). Afirmaron que los cationes térreos, Calcio y Bario, tienen una marcada influencia sobre el ritmo cardíaco y que el estroncio tiene una acción específica sobre el miocardio produciendo alteraciones, que en 1913, llamaron ritmo nodal del estroncio, a lo que el fisiólogo Bull llamó en

1920 ritmo septal. Examinaron el electrocardiograma en los casos de acción del estroncio en casos clínicos (acción de la digital o de infecciones). Expusieron que la hiperexcitabilidad ventricular por el estroncio no se verifica en el núcleo de Aschoff Tawara, sino en las últimas ramificaciones de las fibras de Purkinje, dirigiéndose la corriente en sentido ascendente hasta los senos venosos.

Reivindicando experimentos y conceptos vertidos en 1910, Pi Suñer y Bellido en la sesión del día dos de diciembre de 1920 de la Societat de Biología hablaron "Sobre la sístole retrógrada" (11). Después de recordar la influencia depresiva sobre el corazón, del ión calcio y de que las acciones del bario, magnesio y estroncio eran en este mismo sentido, haciendo la precisión de que a dosis pequeñas, el ión cálcico se comportaba como tónico miocárdico y acelerando el ritmo cardíaco. Defienden que en la inversión de la sístole, la contracción ventricular precede a la auricular, en contraposición de la explicación de Bull, Clerc y Pezzi que no aceptaban la existencia extrasístoles ventriculares con inversión de la sístole, sino que consideraban que se trataba de una coincidencia en la aparición de extrasístoles ventriculares y de una aceleración auricular de origen sinusal.

Los autores se reafirman en su idea a través de que el hecho de aparecer constantemente el complejo ventricular antes que el auricular, siendo uniforme la distancia entre los dos, y que era debido todo a un estímulo nacido en el ventrículo, que también se transmitía en sentido ascendente.

El primer escrito en donde se adopta definitivamente la nomenclatura anglosajona del electrocardiograma es en "Conducció retrógrada en dos casos de bloc complet" (12) firmado por el Dr. J. Codina Altés y Paul Veil (Lyon). Este artículo se publicó en 1923. Era un caso de bloqueo completo aurículo-ventricular con conducción retrógrada.

Este mismo año, en la sesión del 15 de octubre, de la Societat de Biología de Barcelona, el Dr. J. Puche Álvarez presentó "Acció del sulfat de quinidina sobre el cor desnervat" (13). Se trataba de un estudio de experimenen

tación sobre perros denervados en los cuales la acción del sulfato de quinidina producía un intenso descenso de la presión arterial, bradicardia y una menor resistencia a las dosis tóxicas y a las letales (0,02-0,03 por kilo de peso).

Aclaró la correspondencia entre la nomenclatura de Nicolai, empleada hasta entonces en Cataluña y la de Einthoven, dando las siguientes equivalencias de las principales ondas del electrocardiograma.

I=R    Ip=S    A=P    F=T

La onda inicial ventricular "I" es la onda "R" actual. La onda "S" correspondía a la "Ip" de Nicolai. La ondulación auricular correspondía íntegramente a la onda "P", así como la ondulación final "F" con la onda "T".

#### Primer Dispensario de Cardiología en el Hospital Clínico

En agosto de 1925 se publicó, en "Ars Médica" la siguiente noticia "Departamento de Cardiología en el Hospital Clínico de Barcelona" (14). Textualmente decía lo siguiente:

"Recientemente ha sido ofrecido a la Facultad de Medicina de Barcelona el crédito necesario para la instalación de un departamento de Cardiología, dotado de modernos procedimientos de electro-diagnóstico, electrocardiografo e instalación de rayos X, para los exámenes ortodiascópicos.

Este importante donativo procede de la testamentaria de D<sup>a</sup> Agustina Riera Cisa, por conducto de su albacea testamentario, el abogado de Barcelona don Juan de Dios Trias.

El nuevo departamento quedará adscrito a la Cátedra de Patología Médica del Dr. A. Ferrer y Cagigal y estará dedicado a los fines benéficos del Hospital Clínico".

Al año siguiente, la misma publicación de "Ars Médica" (15), se hacía eco del nombramiento de Cristian Cortés como primer médico del recién inaugurado departamento

de Cardiología del Hospital Clínico de Barcelona.

Se puede afirmar que la Cardiología en Barcelona adquiere una dimensión social a causa de la importancia alcanzada. Con este dispensario se inicia la individualización de la Cardiología como especialidad.

### Primeros Cursos de Divulgación de Electrocardiografía

A.- En el ámbito del Instituto de Medicina Práctica, su creador, Duran Arrom inició en 1924 unos cursos de Cardiología, de periodicidad anual, con el título de "Curso de ampliación de estudios de cardiología" (16), en donde, entre otras materias, se explicaba los fundamentos del electrocardiograma y los estudios electrocardiográficos de las arritmias y de diversos trastornos de conducción. En el primer curso se impartió para cuatro alumnos y en el octavo eran treinta los asistentes al mismo.

Duran Arrom fué uno de los primeros cardiólogos de España y un gran difusor de la Cardiología a través de sus numerosos escritos.

B.- Según afirma Oriol Casassas en "La medicina catalana del siglo XX" (17), Codina Altés siendo auxiliar de la Cátedra de Ferrer Solervicens, en el año 1929 impartió el primer curso de Cardiología de Barcelona. Este estaba reservado a médicos y a los alumnos que tuvieran aprobado el cuarto curso de la carrera de Medicina. Las lecciones se iniciaron el 5 de abril.

Todo un capítulo estaba dedicado al "Diagnóstico clínico y electrocardiográfico de los trastornos del ritmo", donde se explicaban los trastornos de conducción y del ritmo, bloqueos, etc. aparte de que en otros capítulos, se explicaba el electrocardiograma de las cardiopatías congénitas, de las pericarditis o de la cardiopatía isquémica.

### Primeras Publicaciones

Al margen de trabajos publicados en revistas de ámbito médico es interesante conocer cuales fueron los

tratados, realizados en Cataluña, en donde se podía estudiar este nuevo e importante sistema de exploración.

El primer tratado de electrocardiografía, propiamente dicho, es la obra de A. Pi Suñer y J. M<sup>a</sup> Bellido "La Electrocardiografía" (18), publicada en 1914. Se trata de un resumen de los conocimientos electrocardiográficos de la época, siguiendo en la designación de las ondulaciones, la nomenclatura de Krauss y Nicolai.

Esta obra fué elogiada por J. Danés i Torras en 1916 en el artículo "Electrocardiografía por A. Pi Suñer y J. M<sup>a</sup> Bellido" (19). La consideró el mejor de todos los trabajos de conjunto en electrocardiografía de Europa.

Cristián Cortés, en 1926 publicó "L'Electrocardiografía en el diagnostic de les malalties del cor" (20). Fué el N<sup>o</sup> 6 de la colección "Monografies Mèdiques". El interés que despertó su lectura obligó a su autor a publicar, en 1935, una segunda edición corregida y aumentada.

De clásico de la cardiología mundial ha sido calificado el libro publicado en 1928 en París, obra de Paul Veil y Codina Altés titulado "Traité d'electrocardiographie clinique" (20). El prestigioso doctor L. Gallavardin prologó el mismo y profetizó que sería muy útil para numerosos médicos.

### Derivaciones Precordiales

La primera constancia de la utilización, entre nosotros, de las derivaciones precordiales la tenemos en los años treinta. Hasta ese momento sólo se habían utilizado las derivaciones clásicas o standar y durante bastante tiempo se continuaron utilizando en solitario.

En 1932, J. Gibert Queraltó, junto con P. Moragues González y M. Manera Rovira, publicaron "Sobre la génesis de las predominancias ventriculares" (22). Después de explicar de manera pormenorizada los estudios realizados en electrocardiografía, respecto al eje eléctrico del corazón, comentaron que habían partido del siguiente principio para su experimentación: "Si tenemos en el corazón normal dos elementos, uno susceptible de variar en las predominancias, que es el eje eléctrico, y el otro fijo, la línea de aplicación de los electrodos, podemos nosotros



invertir los términos con el mismo resultado, es decir, considerar fijo al primero en un momento dado y hacer variar al segundo. Para este fin hemos utilizado las derivaciones torácicas", (sic).

Los autores afirmaban que al colocar un electrodo fijo (el rojo) en el brazo derecho y el otro (el verde) en el brazo izquierdo, obtenían el electrocardiograma normal en D I, pero que si mantenían fijo el primero y el segundo lo colocaban en diversas posiciones, mango esternal, en el segundo espacio intercostal, 4º espacio sobre el pezón en el apéndice xifoides, en 4º espacio intercostal derecho, borde del esternon o en el segundo espacio derecho obtenían una serie de desviaciones torácicas, pudiendo estudiar el comportamiento del eje eléctrico.

En 1941, los doctores J. Mª Framis de Mena y C. Pijoan de Beristain publicaron "Atlas de introducción a la electrocardiografía" (23). De las cincuenta y cuatro láminas que contiene, todas están constituidas exclusivamente por D I, D II y D III, excepto la veintidós titulada "Derivaciones precordiales".

Recordaron que la ausencia o insignificancia de alteraciones electrocardiográficas en las tres derivaciones clásicas, después de graves trastornos de la irrigación coronaria, había llevado a muchos investigadores, especialmente a los americanos Wolferth y Wood, a la aplicación de derivaciones torácicas. Afirmaban que se habían estandarizado en tres que se conocían como IV, V y VI.

La primera era la resultante de aplicar un electrodo en la región precordial, sobre la punta cardíaca o sobre el cuarto espacio intercostal, a unos centímetros del esternón. El segundo electrodo se colocaba en la escápula izquierda, a nivel de la espina escapular. Las investigaciones de Wilson habían demostrado que la posición del electrodo posterior tenía poca importancia y que era lo mismo colocarlo en un miembro, por ejemplo en la pierna izquierda, lo que constituía la V derivación. La VI se practicaba colocando el electrodo torácico en la posición del posterior en la IV derivación y el otro en la pierna izquierda.

Siendo Jefe del Servicio de Cardiología del Hospi-

tal Municipal de Nuestra Señora de la Esperanza de Barcelona, el Dr. M. Martínez González publicó en 1947 "El electrocardiograma precordial" (24). Explicó como a partir de la publicación de Wolferth y Wood se había producido una gran proliferación de derivaciones precordiales hasta que, en América se llegó en 1938 y 1939 a una unificación de nomenclatura entre el "Committee of the American Heart Association" y la "Cardiac Society of Great Britain and Ireland". Reconoció textualmente que Gibert Queraltó había sido el pionero en la utilización de las derivaciones precordiales, entre nosotros, al haberlas utilizado en 1932 con fines de investigación.

Por tener que hacer referencia a las derivaciones monopolares de extremidades, para explicar determinadas variantes de las derivaciones precordiales tenemos constancia de las mismas. Afirmaba que se tenían que registrar forzosamente con un electrodo indiferente de tipo central de Wilson que recoja aisladamente los potenciales del brazo derecho, del izquierdo o de la pierna izquierda. Para ello conectaba los tres electrodos de las extremidades unidos entre sí al central terminal y el electrodo activo explorador se colocaría en el brazo derecho (VR), brazo izquierdo (VL) o en la pierna izquierda (VF). Explicó también que Goldberger, siguiendo un procedimiento de registro personal, amplificando en dos veces y media, al desconectar el cable que va al oscilógrafo desde la extremidad cuyos potenciales quiere registrarse y que en el procedimiento anterior, al restante de la curva, la reducen. Obtenidas así las derivaciones monopolares se distinguen con las siglas aVR, aVL y aVF con las que se conocen actualmente.

Las derivaciones precordiales sólo registrarían directamente las modificaciones de potenciales de zonas limitadas del miocardio, en directa proyección hacia el electrodo explorador. El autor pasó a describir los seis puntos recomendados en la unificación anglosajona que son los que actualmente conocemos y utilizamos. La nomenclatura empleada era C1, C2, C3, C4, C5 y C6 (La C de chest-torax).

Utilizando como indiferente el electrodo mixto o central terminal, formado por la unión de las tres extremidades (el que más se acerca a la indiferencia o neutralidad), se pueden recoger, en los mismos puntos, las actuales derivaciones V1, V2, V3, V4, V5 y V6.

Cómo control de la amplitud del electrocardiograma recomendaba que: 1 mV = 1 cm.

Al hablar de los electrodos para registrar las derivaciones precordiales recordó que la comisión anglosajona recomendaba que no sobrepasaran los tres centímetros de diámetro máximo. El técnico L. Galmes de Barcelona le había construido, siguiendo sus sugerencias, varios tipos de electrodos, algunos con fijación por succión (ventosa). El autor agradeció de manera expresa a Galmes su inteligente labor técnica.

Para obtener un buen registro recomendaba la fricción energética con un algodón empapado en alcohol de la zona a explorar, hasta producir enrojecimiento y que las placas fuesen envueltas en franela empapada de solución tibbia de cloruro sódico al 1%. Explicó también la composición de la pasta conductora empleada por él:

Agua.....	400 gramos
Cloruro sódico.....	c.s.p. saturar
Goma.....	22 gramos
Glicerina.....	8 "
Polvo pómez.....	16 "
Pasta de estaño.....	10 "
Clorin.....	0'10 "

En noviembre de 1955 se publicó la primera edición de "Interpretación electrocardiográfica. Derivaciones múltiples" (25), escrito por A.Nadal Sauquet y prólogo de A. Pedro Pons. Recordó que el punto C4 era el lugar de la IV derivación, la primera que "complicó la electrocardiografía clásica. (Wolferth y Wood, 1932)" (sic).

Comentó de manera didáctica y clara todas las derivaciones empleadas hasta la actualidad y explicó relaciones entre ellas como: VL + VR + VF = 0, D I = VL - VR  
D II = VF - VR , D III = VF - VL , D II = DI + DIII.

Con la aparición del libro de Nadal podemos decir que Cataluña alcanza la electrocardiografía actual. Muchos de los cardiólogos en ejercicio aprendimos en él, siendo libro de texto y de consulta.

### Continuadores

Cataluña siguiendo la vocación investigadora y divulgadora, ofrece en la actualidad, estudios electrocardiográficos importantes. En 1970, Arnaldo Casellas Bernat publicó "El electrocardiograma en las cardiopatías congénitas" (26), con prólogo de Ignacio Chávez. Tratado muy especializado, intento válido de orientación sobre las cardiopatías congénitas responsables de la alteración del E.C.G.

El "Atlas de Arritmias" (27), de C. Gausí Gené y J. Soler Soler, publicado en 1971, resumen de 101 casos de arritmias, con explicación clara y deductiva es un libro de consulta muy útil. Estos mismos autores, en 1975, dirigidos por A. Bayés de Luna, publicaron "Curso de Electrocardiografía con correlación vectocardiográfica" (28). Obra fundamental en la biblioteca cardiológica donde se recogen todos los últimos conceptos de la electrocardiografía con explicación razonada y minuciosa de cada apartado.

En 1980 A. Bayés de Luna, esta vez en solitario publicó "Fonaments d'Electrocardiografia" (29), con prólogo del profesor Puech de Montpellier. Es una exposición científica, escrita en catalán, basada en la experiencia de 15 años de enseñanza de electrocardiografía.

En la misma línea, en 1982, Bayés de Luna junto con Serra Grima y Oca Navarro publicaron "Electrocardiografía de Holter. Enfoque práctico" (30). Se trata de una exposición didáctica para el cardiólogo, de los conceptos electrofisiológicos.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- F. de A. Estapé Pañellas: "La Cardiologia en los últimos cincuenta años". V. "Anales de Medicina", enero 1951 vo. XXXVIII, nº 427, págs. 5-20.
- 2.- A. González Prats: "Nuevos progresos en el diagnóstico de las cardiopatías". V. "Gaceta Médica Catalana" tomo XXXIII, nº 751,15 de octubre 1908, año XXXI, págs. 250-256.
- 3.- A. Pi Suñer: "Deu anys de Fisiologia en el segle XX". V. "Anals de Medicina", vol. V, 1911, págs. 691-708. V.t. "Arxius de l'Institut de Ciències", any I, nº 1, 1 de noviembre 1911, págs. 117-132.
- 4.- A. Pi Suñer i J. M<sup>a</sup> Bellido: "El ritme nodal per les sals d'estronci". V. "Arxius de l'Institut de Ciències" any I, nº II, 1 de Julio 1912, págs. 45-47.
- 5.- A. Pi Suñer i J. M<sup>a</sup> Bellido: "L'Electrocardiograma en el ritme nodal per les sals d'estronci". V. "Treballs de la Societat de Biologia", tomo I, 1913, págs. 29-31.
- 6.- A. Pi Suñer i J. M<sup>a</sup> Bellido: "Toxics anabòlics i catabòlics del cor". V. "Treballs de la Societat de Biologia" tomo I, 1913, págs. 79-82. V.t. "Verins anabòlics i catabòlics del cor". V.t. "Arxius de l'Institut de Ciències" any II, nº 1, 1913, págs. 49-53. V.t. "Venenos anabólicos del corazón". V. "Gaceta Médica Catalana", tomo XLIII, nº 874, año XXXVI, 30 de noviembre de 1913, págs. 361-367.
- 7.- J. M<sup>a</sup> Bellido i P. Agustí: "Usos del Galvanòmetre d'Einthoven com a esfigmograf". V. "Treballs de la de Biologia", tomo I, V sessió, 4 de juny de 1913, págs. 106-108.

- 8.- A. Pi Suñer i J. M<sup>a</sup> Bellido: "Amidacions de la força electromotiu en l'Electrocardiograma". V. "Treballs de la Societat de Biologia", tomo I, VI sessió, 10 de novembre 1913, págs. 134-139.
- 9.- A. Pi Suñer y J. M<sup>a</sup> Bellido: "La Electrocardiografía: sus fundamentos, su técnica, sus aplicaciones experimentales y clínicas". V. "Therapia", año V, nº 50, 13 de agosto 1913, págs. 505-527, año V, nº 52, 15 de octubre 1913, págs. 652-667, año V, nº 54, 15 de diciembre 1913, págs. 761-796. V.t. "La electrocardiografía", en "Anals de l'Academia i Laboratori de Ciències Mèdiques de Catalunya" vol. 8, año 1914, págs. 253-261.
- 10.- A. Pi Suñer y J.M<sup>a</sup> Bellido: "Los cardíacos heterotópicos en experimentación". V. "Revista Española de Medicina y Cirugía", año III, agosto 1920, nº 26, págs. 461-462.
- 11.- A. Pi Suñer y J. M<sup>a</sup> Bellido: "Sobre la sístole retrógrada". V. "Treballs de la Societat de Biologia", tomo VIII, 1920, págs. 97-105. V.t. "Archivos de Cardiología y Hematología" vol. III, 1922, págs. 132-137. V.t. "Instituto de Fisiología. Universidad de Barcelona. Facultad de Medicina", tomo I, 1920-1925, págs. 100-106.
- 12.- J. Codina Altés i Paul Veil: "Conducció retrògrada en dos casos de Bloc complet". V. "Treballs de la Societat de Biologia", tomo X, 1923, págs. 150-152.
- 13.- J. Puche Álvarez: "Acció del sulfat de quinidina sobre el cor desnervat". V. "Anals de l'Academia i Laboratori de Ciències Mèdiques de Catalunya", 1923, volumen XVII, págs. 315-316. V.t. "Comptes Rendus de la Société de Biologie. Paris". vol. LXXXIX, 1923, pág. 1236. V.t. "Instituto de Fisiología. Universidad de Barcelona. Facultad de Medicina", tomo I, 1920-1925, pág. 120.

- 14.- "Departamento de Cardiología en el Hospital Clínico de Barcelona". V. "Ars Médica", tomo I, nº 2, 1925, pág. 63.
- 15.- "C.Cortés es médico del departamento de Cardiología" V. "Ars Médica", tomo II, 1926, página 253.
- 16.- Duran Arrom: "Curso de ampliación de estudios en Cardiología. Sesión de apertura del curso 1931-1932". V. "Archivos del Instituto de Medicina Práctica", año IX, nº 6, 1932, págs. 54-56.
- 17.- Oriol Casassas: "La Medicina Catalana del segle XX". V. "Ediciones 62", Barcelona, 1970, de 239 páginas.
- 18.- A. Pi Suñer y J. Ma Bellido: "La Electrocardiografía". V. "Establecimiento tipográfico de Manuel Pau", 1914, Valencia.
- 19.- J. Danés: "Electrocardiografía por A. Pi Suñer y J.Ma Bellido" V. "Revista de Medicina y Cirugía", año XXX, nº 5, 1916, págs. 155-156.
- 20.- Cristian Cortés: "L'Electrocardiografia en el diagnòstic de les malalties del cor". V. "Monografies Mèdiques" nº 6, 1926, 2ª edición en 1935.
- 21.- Paul Veil y Juan Codina Altés: "Traité d'Electrocardiographie Clinique". V. "G. Doin & Cie. Editeur (Paris)" 1928, de 447 páginas.
- 22.- J. Gibert Queraltó, P. Moragues González y M. Manera Rovira: "Sobre la génesis de las predominancias ventriculares". V. "Anales de la Clínica Médica A", tomo I, 1932-1933, pág. 191-217.
- 23.- J.Ma Framis de Mena y C. Pijoan de Beristain: "Atlas de introducción a la electrocardiografía". V. "Salvat Editores S.A.", Barcelona 1941, de 126 páginas.

- 24.- M. Martínez González: "El Electrocardiograma precordial". V. "Editorial Científico Médica", 1947, Barcelona de 234 páginas.
- 25.- A. Nadal Sauquet: "Interpretación electrocardiográfica. Derivaciones múltiples". V. "José Janés. Editor", Barcelona, 1955, 363 págs., 2ª edición en 1966, 3ª edición 1974.
- 26.- Arnaldo Casellas Bernat: "El electrocardiograma en las cardiopatías congénitas". V. "Editorial Elicien", Barcelona, 1970, de 146 páginas.
- 27.- C. Gausí Gené y J. Soler Soler: "Atlas de Arritmias". V. "Laboratorios B.O.I.", 1971, Barcelona.
- 28.- A. Bayés de Luna, C. Gausí Gené y J. Soler Soler: "Curso de Electrocardiografía con correlación Vectocardiográfica". V. "Editorial Científico Médica", Barcelona, 1975, de 1179 páginas.
- 29.- A. Bayés de Luna: "Fonaments d'Electrocardiografia". V. "Editorial Científico Médica", Barcelona 1980, 301 págs.
- 30.- A. Bayés de Luna, J.R. Serra Grima y F. Oca Navarro: "Electrocardiografía de Holter. Enfoque práctico". V. "Editorial Científico Médica", Barcelona 1982, 191 págs.