

SOBRE LA SIGNIFICACIÓ DE LA I INVERTIDA EN L'ELECTROCARDIOGRAMA

A. PI SUÑER

per

J. M. BELLIDO

Avui es discuteix encara vivament la significació de la curva electrocardiogràfica. Deixant apart aquells, que ja no troben massa crèdit i que afirmen que les ondulacions típiques són essencials de l'activitat de la fibra cardíaca i que en la forma de la curva res hi tenen que veure condicions anatòmiques, ni la successió de fenòmens que és un sístoli, ni les vies, ni el sentit de les conduccions dels estímuls, sinó que cada fibra dóna elementalment, al contraure's, variacions elèctriques traduïbles per la complexitat de la curva característica; deixant, doncs, a part aquesta que podríem anomenar teoria de l'electrocardiograma elemental, les opinions poden ésser classificades en quatre series. La dels què com Aug. Hoffmann (1), Straub (2), Seemann (3), Bakker (4), Eyster i Meek (5), suposen la independència dels dos principals elements ventriculars, la I i la F, convençuts de que tradueixen dos processos fisiològics diferents com el de la transmissió de l'estímul i la contracció; la dels què, amb Einthoven (6), Bayliss i Starling (7), Eppinger i Rothberger (8), Selenin (9), estimen que la curva resulta senzillament de la suma algebraica de potencials dels llocs d'on se deriven les corrents al galvanòmetre,

de l'àpex i de la base, explicant, no obstant, de diferent manera, segons cada un dels autors, la forma dels elements de la gràfica; els què, com Waller (10) i Ussow (11), atribueixen primordialment la forma de la gràfica a la situació topogràfica del cor i a la seva dislocació durant el sistoli, i finalment els què, seguint a Gotch (12), Kraus i Nicolai (13) i Lewis (14), sostenen que la tal forma és deguda al camí reflexe que segueixen l'estímul i la ona contràctil al difondre's pel sistema de conducció i, després, pel muscle cardíac.

Aquests autors funden les seves afirmacions en recerques experimentals i per això veu cada un d'ells una part de la veritat, què, com sempre que es disputen distintes teories, deu trobar-se dispersada entre totes elles. En la forma de l'electrocardiograma, com una resultat que és, influeix una extesa multiplicitat de factors, de tots aquells factors que isoladament invoquen els savis esmentats. Nosaltres desitgem contribuir a la resolució de aquest problema, perquè creiem que fets per nosaltres descoberts tenen el seu valor per arribar a constituir la doctrina definitiva de la significació del complex ventricular.

Hi ha, en primer terme, un fet inequívoc: la negativitat elèctrica de la base respecte de l'àpex produeix la I positiva, per damunt de l'eix de les abscisses (Lewis (15)). Això és el que veiem en l'electrocardiograma fisiològic a l'iniciar-se el complex ventricular perquè normalment l'estímul ventricular comença per la base. En això hi està tothom d'acord, tant els que creuen que l'element de l'electrocardiograma és una ondulació monofàsica com els que suposen que la ondulació elemental es difàsica; tant els que afirmen que la I és una forma resultat de la suma de potencials de base i àpex, potencials que durarien diferent temps, com els que defensen que la I representa

l'entrada de l'estímul en el ventrícula pel solc aurículo-ventricular. Tots admeten que a l'iniciar-se el sístoli normal la base és negativa i que I és l'element electrogràfic que tradueix aquesta negativitat.

En canvi la I invertida vol dir negativitat inicial en la punta del cor o vora d'ella, estímul que comença en l'àpex. En efecte, en 1911, Rothberger i Winterberg (16) van demostrar que l'excitació mecànica del cor deturat per la intoxicació per la muscarina dóna lloc a l'electrograma típic de l'extrasístoli ventricular, al qual s'ha anomenat de tipus B o de ventrícula esquerra (les fibres daquest, com se sab, formen la punta del cor).

El mateix any els mateixos autors (17) varen demostrar que'l calci i el bari a petites dosis afavoreixen la producció d'extrasístolis ventriculars, comprovant l'afirmació feta per nosaltres (18) en 1910 «de que'l calci modifica l'equilibri elèctric del cor».

Després, nosaltres (19), en 1912, vam descobrir que la intoxicació del cor per l'estróni provoca la inversió del peristaltisme cardíac i poc després que aquesta inversió va acompanyada de l'electrocardiograma típic de ventrícula esquerra amb la I invertida (20). Per l'estróni aconseguim doncs, en nostres experiments, que l'estímul i la ona peristàltica es propaguin en sentit invers fins arribar a la mateixa aurícula, que es contrau després del ventrícula. En aquest cas, l'estímul que comença per l'àpex es tradueix, com és natural, per una I invertida. Probat, àdhuc per traçats mecànics coincidents amb els electrogràfics, que en la intoxicació estrònica la transmissió retrògrada és completa, que en ells s'inverteixen del tot els termes fisiològics, que la intoxicació estrònica del cor constitueix el cas típic en què la punta ha de ésser negativa abans que la base i que en aquest cas es produeix sempre, sense una sola excepció, l'electrograma tipus B,

queda demostrat sense discussió possible que la I invertida significa negativitat de punta precedint la de la base. I això està d'acord amb el que sosté el mateix Einthoven (21) qui publicà en 1912 que «ondulacions per sobre de l'eix de les abscisses volien dir excitacions — negativitat, perquè, com se sab, la excitació de tot teixit irritable es tradueix sempre per negativitat elèctrica — de la base, mentre que les excitacions de la punta es manifesten per ondulacions per sota».

Amb aquests elements de judici, interpretem els diferents casos en què s'observa la I negativa. Abans que tot els fets experimentals. Ja hem parlat i hem explicat la forma electrogràfica dels extrasístolis baixos, tant els obtinguts en el laboratori per excitacions anòmales, mecàniques o elèctriques, com espontanis, els observats en la clínica. Hi ha un experiment molt interessant d'Eppinger i Rothberger en el qual s'obté també l'electrocardiograma tipus B. Aquests autors han conseguit practicar la secció d'un dels dos braços resultants de la divisió del fascícol de His en el septum interventricular. El ventricle corresponent al braç tallat es contrau més tard que l'altre, segurament perquè l'estímul ha de arribar a tot el sistema miocardiàc corresponent per difusió muscular. Doncs bé, quan es talla el braç dret es produeix el tipus B, mentre que si es talla el braç esquerre la I segueix essent positiva. La interpretació del fenomen és ben senzilla: la contracció anterior del ventricle esquerre — que precisament dins de la normalitat fisiològica es contrau quelcom més tard que el dret — és equivalent a l'aparició de l'estímul en la punta, mercès a les condicions anatòmiques abans esmentades i així, fent-se negatiu abans l'àpex que tota la massa ventricular, ha de produir-se la I invertida. La mateixa explicació de l'experiment de Selennin: en la dissociació de ventricle dret i esquerre, quan

sols aquest es contrau, s'observa una variació difàsica amb la primera ondulació negativa respecte de l'eix d'abscisses.

Tots aquests casos són d'inversió fisiològica, de transmissió en sentit invers o d'iniciació de la contracció en la punta. Ara he de recordar dues altres series de casos en què la I és també invertida; casos en què, anant la conducció en sentit normal, hi ha altres elements que són invertits. Unas vegades la derivació al galvanòmetre, la inversió dels reófors, altres la de l'eix del cor, la dextrocardia que representa també una inversió de conducció en la derivació normal de braç a braç, perquè l'eix del cor, en lloc de dirigir-se de dalt a baix i de dreta a esquerra, ho fa d'esquerra a dreta. De lo primer vam publicar-ne, com exemple, una gràfica l'any passat (22), de lo segon n'es demostració l'electrocardiograma anomenat especular del *situs inversus*. L'explicació de aquestes formes surt de la senzilla exposició dels fets i comprova tot el que abans hem dit.

D'això es dedueix, com a conclusió, que sigui una o sigui l'altra l'explicació que a la llarga es doni de la forma de l'electrocardiograma, podem acceptar avui com demostrat, que la I invertida representa — suposant que el cor es trobi en la seva situació fisiològica i que la derivació al galvanòmetre sigui la normal — la iniciació apical de l'estímul ventricular.

- (1) Aug. Hoffmann, *Pflüger's Archiv*. CXXXIII, 552, 1910. — Aug. Hoffmann, *Die Elektrographie*. J. F. Bergmann, Wiesbaden, 1914. — S'hi troba una nombrosa bibliografia.
- (2) Straub, *Zeitschr. f. Biol.* LVIII, 251, 1912.
- (3) Seemann, *Zeitschr. f. Biol.* LIX, 53, 1912.
- (4) Bakker, *Zeitschr. f. Biol.* LIX, 335, 1912.
- (5) Eyster i Meek, *Arch. of. internat. Med.* XI, 204, 1915.
- (6) Einthoven, *Pflüger's Archiv*. CXCIX, 65, 1912.
- (7) Bayliss i Starling, *Internat. Monatschr. f. Anat. u. Phys.* IX, 256, 1892.
- (8) Eppinger i Rothberger, *Wiener klin. Wochenschrift*, n.º 31, 1909.
- (9) Selenin, *Pflüger's, Archiv*. CXLVIII, 319, 1912.
- (10) Waller, *Journal of Physiol.* VIII, 229, 1887.
- (11) Ussow, Cita de Hoffmann, *Die Elektrographie*, pàg. 46.
- (12) Gotch, *Heart*. I, 235, 1909-10.
- (13) Kraus i Nicolai, *Das Elektrokardiogram des gesunden und kranken Menschen*. Leipzig, 1910.
- (14) Lewis, *The mechanism of the heart beat*. Shaw & Sons. London, 1911.
- (15) Lewis. Loc. cit. pàg. 26.
- (16) Rothberger i Winterberg, *Zentralb. f. Physiol.* XXIV, 959, 1911.
- (17) Rothberger i Winterberg, *Zentralb. f. Physiol.* XXV, 189, 1911.
- (18) Pi Suñer i Bellido, VIII Congreso internacional de Fisiología. Viena, 1910.
- (19) Pi Suñer i Bellido, *Arxius de l'Institut de Ciències*. I, 45, 1912.
- (20) Pi Suñer i Bellido, *Arxius de l'Institut de Ciències*, II, 49, 1913.
- *Treballs de la Soc. de Biol. de Barcelona*. I, 29 i 79, 1913.
- (21) Einthoven. Loc. cit.
- (22) Pi Suñer i Bellido, *Treballs de la Soc. de Biol. de Barcelona*. I, 30, 1913.

Laboratori de Fisiologia. Facultat de Medecina.