

## EL VECTOCARDIOGRAMA HORIZONTAL

### I. — Correlación con las derivaciones torácicas en 10 personas normales \*

por los doctores

P. COSSIO, A. BIBILONI, V. LISSARRAGUE, B. BOSKIS y L. IRAOLA

La exploración del campo eléctrico generado en el conductor de volumen finito, el cuerpo humano, durante la activación y recuperación del miocardio, inicialmente fué realizada en la clínica a través de su proyección sobre una serie de líneas denominadas derivaciones electrocardiográficas, en relación con el plano frontal, las tres clásicas de los miembros de Einthoven<sup>1</sup>, y luego también en relación con el plano horizontal, las torácicas de Wilson<sup>2</sup>.

Pero, en el ínterin, se lo apreció igualmente por su proyección en superficie plana, denominándosele vectocardiograma.

En realidad, se trata de un mismo fenómeno biológico, estudiado por dos métodos similares y por lo tanto, debe existir entre ambos una correlación perfecta. Tan es así, que Mann<sup>3</sup>, ya antes de su registro con el osciloscopio catódico, integró el vectocardiograma en el plano frontal, por la interrelación de las derivaciones electrocardiográficas de Einthoven obtenidas simultáneamente.

Mientras se admite que existe la correspondiente correlación en el plano frontal, no hay acuerdo general en lo que respecta al plano horizontal, puesto que la comparación realizada por algunos autores ha sido favorable (Duchosal y col.<sup>4 y 5</sup>; Milnow, Talbot y Newman<sup>6</sup>) en cambio, otros autores no la admiten (Jouve, Buisson y col.<sup>7</sup>; Burch y col.<sup>8</sup>).

La correlación en el plano frontal se atribuye a que las derivaciones electrocardiográficas utilizadas para su estudio son remotas y aprecian globalmente el campo eléctrico cardíaco, al igual que el vectocardiograma. En cambio, en el plano horizontal, las derivaciones electrocardiográficas serían proximales y, por lo tanto, estarían condicionadas por los potenciales locales, aparte de otros factores como ser la irregularidad de la conformación torácica, la excentricidad del corazón, la heterogeneidad de los medios

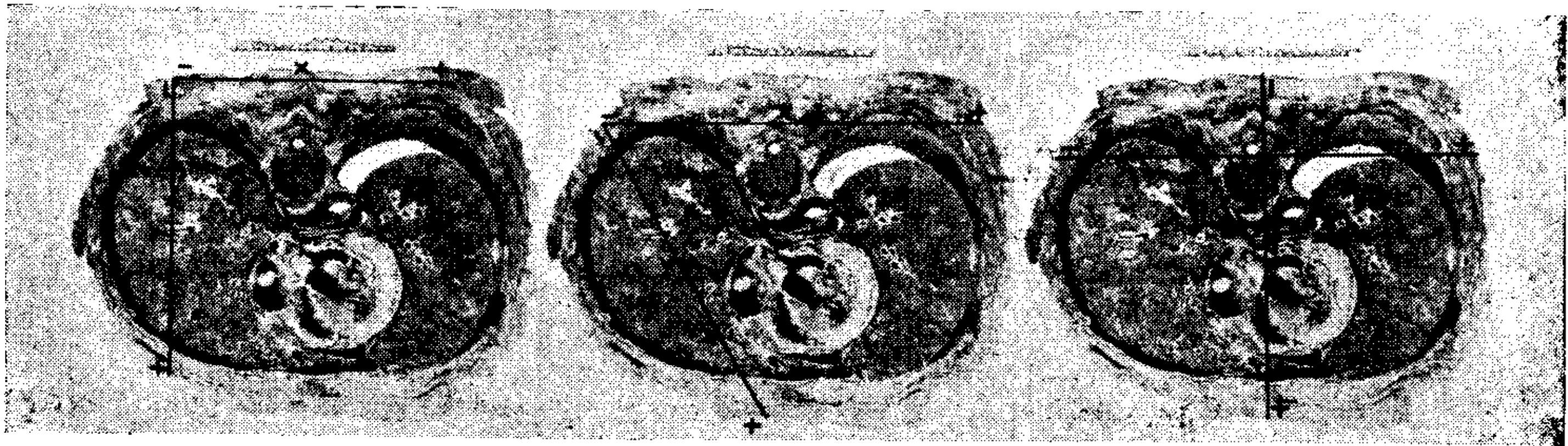
\* Instituto de Semiología. Director Prof. P. Cossio, Facultad de Ciencias Médicas de Buenos Aires. Argentina.

conductores y el plano oblicuo y quebrado que configuran entre sí las derivaciones de Wilson.

A fin de dilucidar la cuestión, dada la importancia fundamental del plano horizontal en la exploración del campo eléctrico cardíaco, comenzamos a correlacionar las derivaciones torácicas con el vectocardiograma horizontal, y como creemos que se ha encontrado un sistema más adecuado para su realización, pensamos justificado darlo a conocer con los resultados logrados en condiciones normales, tiempo previo al estudio en la patología cardíaca que se hará en oportunidad futura.

#### MATERIAL Y MÉTODO

En 10 estudiantes de tercer año de medicina, completamente sanos y aproximadamente de 20 años de edad, se obtuvo un electrocardiograma con



a

b

c

FIG. 1

aparato Viso-Cardiette en las tres derivaciones de los miembros de Einthoven, en las tres de Wilson ( $V_1$ ,  $V_3$  y  $V_5$ ) así como también en las tres torácicas horizontales bipolares de Cossio y Bibiloni<sup>9</sup> ( $H_1$ ,  $H_2$  y  $H_3$ ). Luego se obtuvo un vectocardiograma con un aparato construido por el departamento electrónico de la Comisión Nacional de Energía Atómica, primero en los tres planos con el sistema del cubo de Grishman<sup>10</sup>, similar al doble cubo de Duchosal y Sulzer<sup>11</sup> (fig. 1a), y luego en el plano horizontal con el sistema personal del triángulo y de la cruz.

El sistema del triángulo (fig. 1 b) consiste en dos electrodos posteriores, uno derecho y otro izquierdo sobre las líneas axilares posteriores, y otro anterior sobre el apéndice xifoides, todos colocados al mismo nivel horizontal, en las siguientes polaridades: el posterior izquierdo conectado con el positivo del eje de las X, el posterior derecho con el negativo del eje de las X y de las Y (electrodo común), y el anterior con el positivo del eje de las Y.

El sistema de la cruz (fig. 1 c) consiste en un cuarto electrodo colocado sobre las apófisis espinosas, al mismo nivel que los anteriores, con las siguientes



polaridades: los posteriores izquierdo y derecho, con el positivo y negativo, respectivamente, del eje de las X, el anterior y el posterior, con el positivo y el negativo del eje de las Y.

Siempre se tuvo especial cuidado en la calibración del aparato, trabajando con la amplificación suficiente para que la conexión de los dos positivos o los dos negativos de ambos ejes, diera una deflexión que hiciera un ángulo de  $45^{\circ}$  con la horizontal y la vertical.

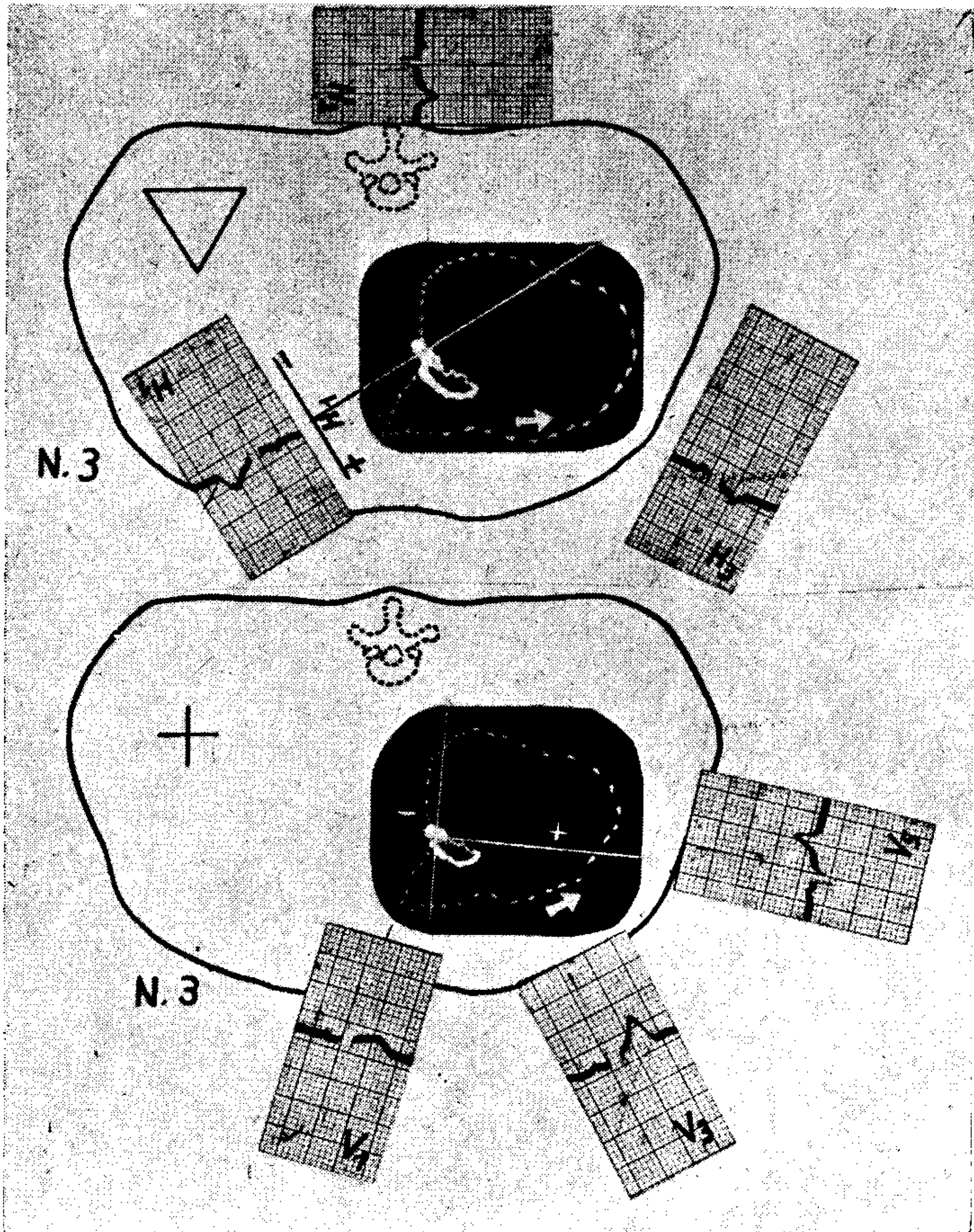


FIG. 2. — Correlación del vectocardiograma horizontal en los sistemas del triángulo (arriba) y de la cruz (abajo) con las derivaciones torácicas bipolares de Cossio y Bibiloni ( $H_1$ ,  $H_2$  y  $H_3$ ) y las unipolares de Wilson ( $V_1$ ,  $V_3$  y  $V_5$ ).

La correlación entre las derivaciones torácicas registradas y el vectocardiograma horizontal obtenido con los tres sistemas mencionados, se realizó según el sistema clásico de proyección, es decir, para las unipolares torácicas se establecía primero el eje respectivo de la derivación a analizar, uniendo



el punto correspondiente del torax, transportado al vectocardiograma, con el punto cero de dicho trazado, y luego se elevaba la perpendicular a ese eje pasando por el mismo punto cero. La parte del vectocardiograma que quedaba por debajo de la línea auxiliar significaba una deflexión positiva en el electrocardiograma y la que quedaba por encima, una negativa. Para las torácicas bipolares, el eje de cada derivación era dividido por la perpendicular que pasaba por el punto cero del vectocardiograma, y todo lo que quedaba de éste en el campo negativo de la derivación, significaba una deflexión negativa en el electrocardiograma, y lo que quedaba en el campo positivo, una deflexión positiva (fig. 2).

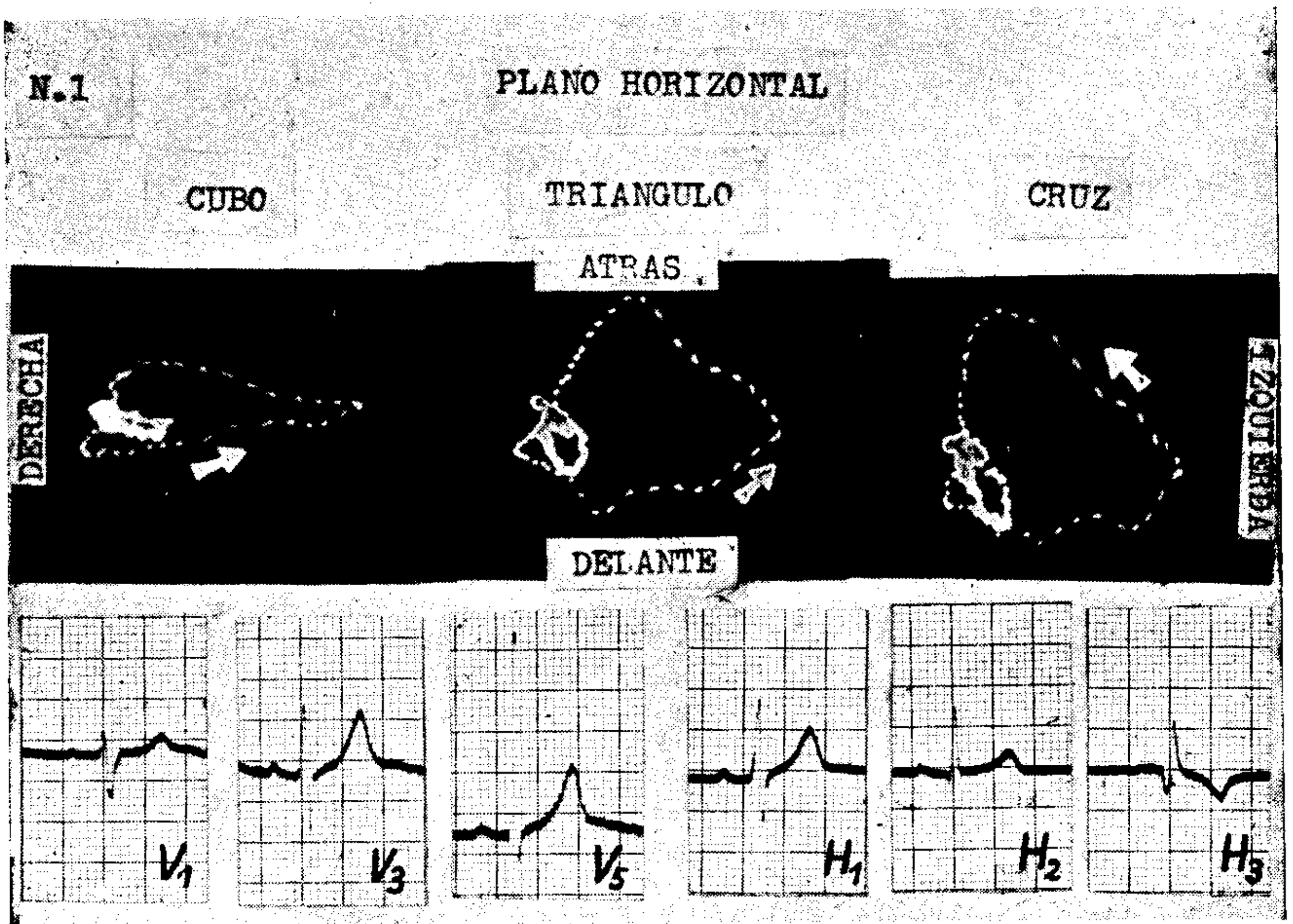


FIG. 3. — Vectocardiograma horizontal disimilar entre los sistemas del cubo y los sistemas del triángulo y de la cruz.

### RESULTADOS

El primer resultado que salta a la vista, es la mayor abertura del vectocardiograma horizontal, tanto en lo que respecta al bucle de activación (VCG del QRS), como el de recuperación (VCG de T), comparativamente con el vectocardiograma frontal y el sagital, salvo en el 20 % de los casos, que eran aproximadamente similares.

Otro resultado evidente, es la constancia del sentido de la ro-

tación en el vectocardiograma horizontal, siempre antihoraria; en cambio, en el frontal fué horaria en unos casos y antihoraria en otros y en el sagital la mayoría de las veces horaria.

En cuanto a la morfología del vectocardiograma horizontal, en los tres sistemas utilizados, fué similar en el 50 % de los casos en el proceso de activación y significativamente diferente en el 80 % de los casos en el proceso de recuperación. La diferencia en la activación consistía en que el bucle resultó más estrecho y

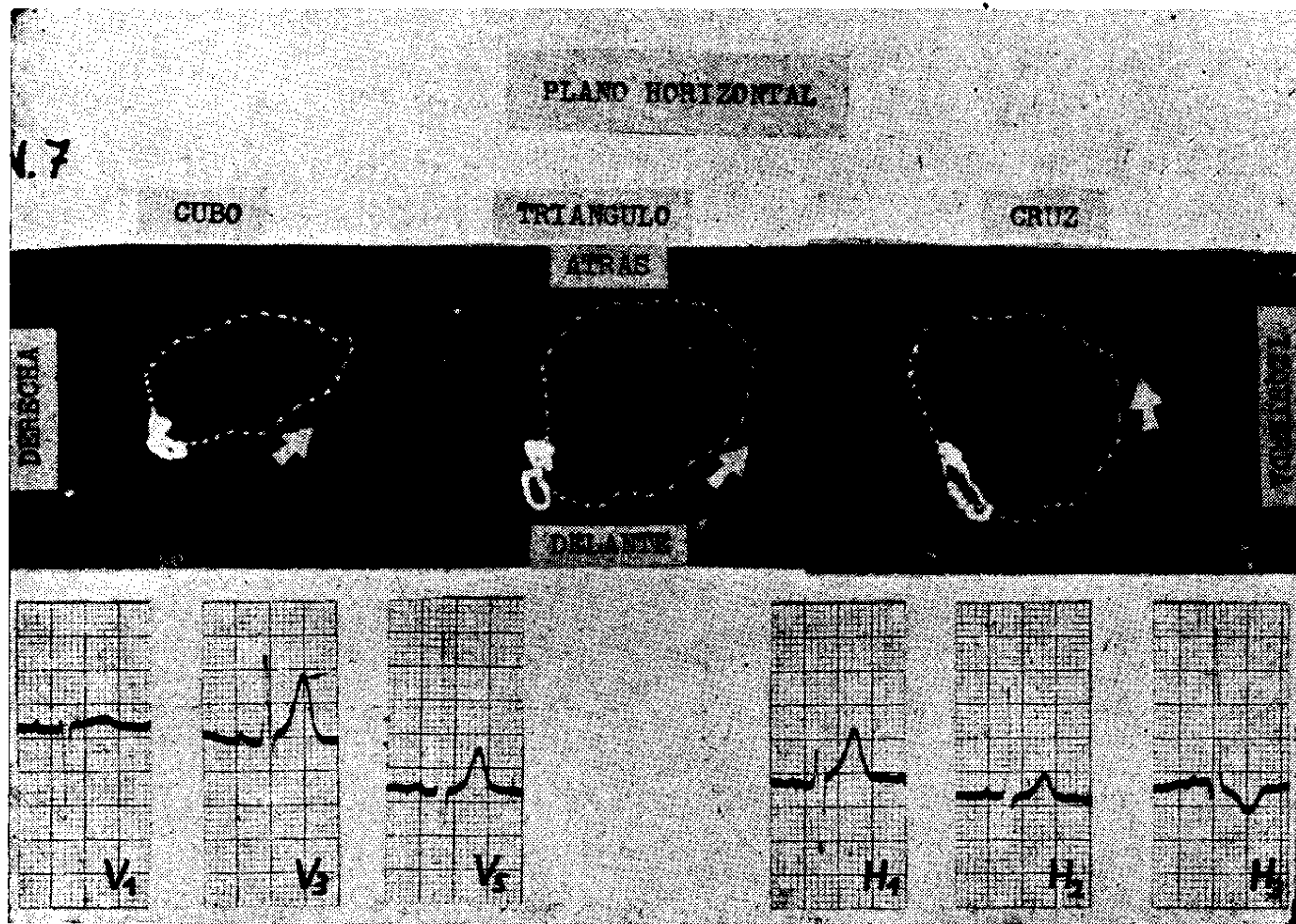


FIG. 4. — Vectocardiograma horizontal similar entre los tres sistemas del cubo, triángulo y cruz.

más transversal hacia la izquierda en el cubo, en cambio fué más extenso hacia atrás y aún hacia adelante en el triángulo y la cruz, lo cual conformaba un trazado más alargado y francamente dirigido a la izquierda en el primero y más redondeado y más hacia atrás en los dos últimos sistemas (figs. 3 y 4).

La diferencia en la recuperación consistía en su dirección casi transversal hacia la izquierda y sus ramas eferente y aferente casi superpuestas, haciendo difícil su diferenciación en el sistema del cubo, mientras que era más anterior y con ramas eferente y afe-



rente separadas, la primera más regular y a veces más convexa, tanto en el sistema del triángulo como en el de la cruz.

En cuanto a la correlación del vectocardiograma horizontal en los tres sistemas utilizados, con las derivaciones torácicas unipolares y bipolares, ha diferido, según se considere la activación o la recuperación. En la activación, prácticamente ha sido perfecta, aún en sus menores detalles, como ser manchas o melladuras en las deflexiones electrocardiográficas correspondientes, coincidiendo con un retardo en el bucle y según la relación con el eje de la derivación en cuestión. En cambio, en la recuperación ha sido diferente, pero sólo para el sistema del cubo, en el cual, casos en que la onda T debía ser negativa en  $V_1$  con el mayor voltaje positivo en  $V_5$  y positiva en  $H_3$ , era positiva en  $V_1$ , de mayor voltaje positivo en  $V_3$  y negativa en  $H_3$ , tal como se deducía del sistema del triángulo y de la cruz.

#### COMENTARIOS

La similitud relativa y aún absoluta del vectocardiograma horizontal, obtenido por tres sistemas a diferentes niveles, ángulos y distancias, evidencia que la asimetría cardior torácica, la heterogeneidad del medio conductor y, sobre todo, la mayor o menor proximidad de los electrodos al corazón, no son factores suficientes para originar una distorsión tal, que los resultados logrados no sean bien comparables. En otras palabras, la influencia de los potenciales locales por mayor proximidad de un electrodo, no llega a ahogar o extinguir la de los potenciales más alejados, de tal suerte, que en realidad resulta una apreciación global y no tópica del campo eléctrico cardíaco. Así se explica su semejanza relativa o absoluta, según los casos, cualquiera fuere el sistema utilizado, siempre que sus componentes o derivaciones se encuentren emplazadas en el plano horizontal y con sus ejes bien individualizables, lo que sólo es posible con las derivaciones bipolares, pues las otras designadas por convención unipolares, tienen sólo un punto extremo bien individualizado y, por lo tanto, su eje correspondiente es hipotético.

La correlación que se ha comprobado en condiciones normales, entre las derivaciones torácicas uni y bipolares con el vectocardiograma horizontal obtenido con el sistema del cubo, el triángulo y la cruz, pero particularmente con estos dos últimos, permite supo-

ner que la misma correlación debe encontrarse en las más diversas condiciones patológicas, es decir, todas las informaciones suministradas por las derivaciones torácicas, deben reflejarse en el vectocardiograma horizontal, de tal manera que este último tiene por lo menos el mismo valor diagnóstico que las primeras.

La mejor correlación de las derivaciones torácicas con el vectocardiograma horizontal obtenido con los sistemas del triángulo y de la cruz, que con el obtenido con el sistema del cubo, de ninguna manera implica, que los primeros expresen más fielmente que el último la realidad del campo eléctrico cardíaco en este plano. En efecto, teniendo en cuenta los factores de distorsión ya mencionados, el cubo es el que más se aproxima a la realidad por ser los puntos donde se lo recoge más alejados y más equidistantes del corazón, mientras que, tanto el triángulo como la cruz, lo son menos, sobre todo, porque existe un electrodo anterior mucho más próximo que los otros, aparte que los ejes del triángulo tienen una incidencia recíproca de  $60^\circ$ , otra causa más de distorsión. Justamente la mayor proximidad del punto anterior en relación con los laterales, determina el aumento de los potenciales en el eje anteroposterior, causa de una mayor abertura del bucle de activación y recuperación, por mayor extensión hacia adelante y hacia atrás, en los sistemas del triángulo y de la cruz, así como también de la orientación más anterior del bucle de T.

Esta misma distorsión es la causa de la mayor correlación de las derivaciones unipolares torácicas con los vectocardiogramas horizontales registrados por los sistemas del triángulo y de la cruz, porque también en las primeras el electrodo explorador es anterior y más proximal, de ahí que tengan la misma causa de error.

#### RESUMEN Y CONCLUSIONES

La similitud del vectocardiograma horizontal, obtenido con tres sistemas diferentes: el del cubo de Grishman y el del triángulo y la cruz, como la correlación comprobada con las derivaciones electrocardiográficas torácicas unipolares de Wilson y bipolares de Cossio y Bibiloni, autoriza a pensar que la mayor o menor proximidad de los electrodos, como la excentricidad del corazón y la heterogeneidad de los medios conductores, sólo determina distorsiones sin impedir que los potenciales más alejados también se ma-

nifiesten, es decir, la exploración es global y más o menos tónica, según la distancia de los electrodos, como si se tratara de un dipolo único, con vectores resultantes instantáneos sucesivos.

Todo esto permite suponer que las informaciones suministradas por las derivaciones torácicas en condiciones patológicas, también tienen su expresión en el vectocardiograma horizontal, y por lo tanto el valor diagnóstico de éste es, cuando menos, similar al de aquéllas.

#### B I B L I O G R A F I A

1. *Einthoven, W., Fahr, G. and De Wart, A.* — Translated by Hoff H. E. and Sekelj P. *Am. Heart Jour.* 1950, 40, 163.
2. *Wilson, F. N., Johnston, F. D., Rosenbaum, F. F., Erlanger, H., Kossmann, C. E., Hecht, H., Cotrim, N., de Olivera, R. M., Scarsi, R. y Barker, P. S.* — The precordial electrocardiogram. *Am. Heart Jour.* 1944, 27, 19.
3. *Mann, H.* — *Am. Heart Jour.* 1938, 15, 681.
4. *Duchosal, P. W., Groscurin, J. R.* — *Circulation.* 1952, 5, 237.
5. *Duchosal, P. W., Groscurin, J. R.* — *Sulzer, R. Bull. Ac. Med., París.* 1948. 132, 523.
6. *Milner, W., Talbot, S., Newman, V.* — *Circulation* 7, 545, 1953.
7. *Jouve, A., Buisson, P. y colab.* — *La vectocardiographie en clinique.* París, 1950.
8. *Burch G.E., Abildskov, J.A., Cronvich, J.A.* — *Spatial Vectocardiography.* Filadelfia, 1953.
9. *Cossio, P., Bibiloni, A.* — Interpretación Vectorial del electrocardiograma. Derivaciones torácicas bipolares. *La Prensa Méd. Arg.,* 1954, 45, 1959.
10. *Grishman, A., Scherlis, L.* — *Spatial Vectocardiography.* Filadelfia, 1952.
11. *Duchosal, P.W., Sulzer, R.* — *La Vectocardiographie.* Basilea, 1949.

#### RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

La similitude du vectocardiogramme horizontal, obtenu par trois systèmes différents: celui du cube de Grishman et celui du triangle et de la croix, ainsi que la corrélation confirmée avec les dérivations électrocardiographiques thoraciques unipolaires de Wilson et bipolaires de Cossio et Bibiloni, autorisent à penser que la proximité plus ou moins grande des électrodes, comme l'excentricité du coeur et l'hétérogénéité des moyens conducteurs, détermine seulement des distortions sans empêcher que les potentiels plus éloignés se manifestent aussi, c'est à dire, que l'exploration est globale et plus ou moins topique, selon la distance des électrodes, comme s'il s'agissait d'un dipole unique, avec vecteurs instantanés successifs. Tout ceci permet de supposer que les informations données par les dérivations thoraciques dans des conditions pathologiques, ont aussi leur expression dans le vectocardiogramme horizontal, et donc, la valeur diagnostique de celui-ci est, au moins similaire à celles-là.



SUMMARY

The horizontal vectorcardiogram (VCG) is similar when obtained with three different techniques and it correlates well with Wilson's precordial and Cossio and Bibiloni's bipolar leads. The authors then think that closeness of the electrodes, excentricity of the heart and differences in the conducting media, do not prevent remote potentials to be inscribed in the electrical records; the activity of the heart approximating that of a single dipole with successive instantaneous resultant vectors.

The findings in abnormal thoracic leads should then be present in the horizontal VCG and consequently, the diagnostic value of both should be comparable.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Ähnlichkeit des horizontalen Vektokardiogrammes, das in 3 verschiedenen Systemen —dem des Würfels von Grishman, dem des Dreieckes und des Kreuzes— erhalten wird, sowie die gegenseitigen Beziehungen, die mit den einpoligen elektrokardiografischen Toraxableitungen nach Wilson und den zweipoligen nach Cossio und Bibiloni, festgestellt wurden, berechtigen anzunehmen dass die grössere oder geringere Nähe der Pole, sowie die Exzentrizität des Herzens und die Verschiedenheit der leitenden Medien nur Verzerrungen hervorrufen ohne zu verhindern dass auch die entferntest gelegenen Potentiale sich geltend machen. Das bedeutet dass die Untersuchung global and, mehr, minder topisch ist, je nach Distanz der Elektroden, als ob es sich um einen einzigen Doppelpol handelte mit sofortigen aufeinanderfolgenden resultierenden Vektoren.

All das erlaubt anzunehmen, dass die durch Toraxableitungen unter pathologischen Bedingungen erhaltenen Daten auch im horizontalen Vektokardiogramm ihren Ausdruck finden und daher der diagnostische Wert derselben mindestens dem jener ähnlich ist.