

EL VECTOCARDIOGRAMA HORIZONTAL: II HIPERTROFIA VENTRICULAR DERECHA *

por los doctores

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

Comprobada la semejanza y aún la similitud del vectocardiograma obtenido en diez personas normales con tres sistemas diferentes por sus ángulos y proximidades, así como también su correlación con las derivaciones torácicas unipolares de Wilson y las bipolares de Cossio y Bibiloni² (Cossio y col.³), se procedió de idéntica manera en condiciones patológicas a fin de establecer su verdadero valor diagnóstico.

Como los resultados logrados son bien demostrativos, se ha creído conveniente darlos a conocer con el correspondiente comentario.

El presente trabajo sólo concierne a la hipertrofia ventricular derecha, quedando para los próximos la hipertrofia ventricular izquierda, los bloqueos de rama y el infarto de miocardio.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 20 pacientes (12 cardiopatías congénitas, 7 estrecheces mitrales y 1 corazón pulmonar crónico), en los cuales el examen radiológico revelaba hipertrofia ventricular derecha y el electrocardiograma desviación del eje eléctrico superior a $+90^\circ$, con el grupo QRS no sobrepasaba los 0.12 seg. y con la relación R/S en V_1 superior a la unidad, como también con S profunda aunque fina en las precordiales izquierdas, muchas veces con S-T deprimido y T negativa de V_1 a V_3 y aún V_4 y V_5 . El cateterismo cardíaco confirmó la existencia de hipertensión ventricular derecha. El vectocardiograma se obtuvo primero en el plano horizontal, con el sistema del cubo de Grishman y Scherlis⁴, para luego hacer lo propio en el plano frontal en el mismo sistema y además con los sistemas personales del triángulo y de la cruz (Cossio y colaboradores³), siempre utilizando un osciloscopio Dumont 304-H, modificado, y un sistema electrónico de preamplificación bien equilibrado y que podía dar 7 centímetros por milivoltio, todo preparado y facilitado por la Comisión Nacional de Energía Atómica, como también el sistema fotográfico, una cámara Polaroid montada con papel tipo 41 ó 42.

La correlación entre las derivaciones electrocardiográficas unipolares de Wilson y las bipolares de Cossio y Bibiloni, se ha realizado de la manera usual.

* Presentado a la Sociedad Argentina de Cardiología, sesión del 20 de octubre de 1955.

también según se consideró con detalle en nuestro primer trabajo (Cossio y colab. 4).

RESULTADOS

Similitud y diferencias. — El vectocardiograma horizontal registrado con los tres sistemas utilizados, ha sido completamente similar en lo que respecta al recorrido uniforme y a la rotación horaria o antihoraria, según cada caso. En cambio se han presentado diferencias ostensibles en el tamaño, particularmente en lo que respecta al desarrollo hacia adelante y hacia atrás, es decir en el sentido pecho y espalda, con la correspondiente repercusión en la forma y ubicación

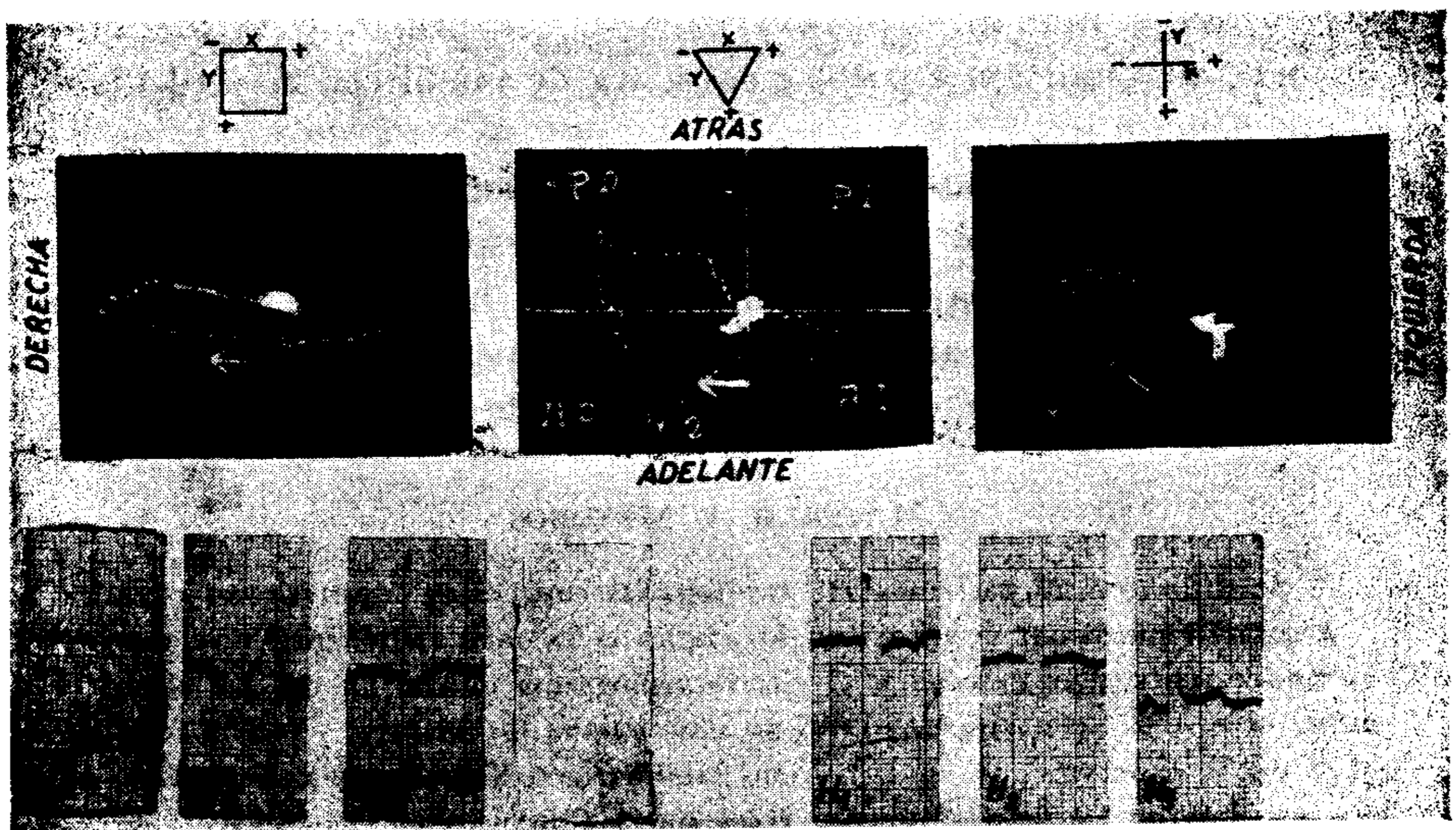


FIG. 1. — Vectocardiograma horizontal con los sistemas del cubo (\square), triángulo (\triangle) y cruz ($+$), en el medio con los cuadrantes torácicos anterior izquierdo (AI), anterior derecho (AD), posterior izquierdo (PI) y posterior derecho (PD). Rotación horaria uniforme (flecha) con ubicación en los cuadrantes anteriores y aún posterior derecho (hipertrofia ventricular derecha de mayo grado).

en los cuatro cuadrantes clásicos del plano horizontal del tórax, anteriores y posteriores derechos e izquierdos respectivamente (fig. 1).

En general, el vectocardiograma con el sistema del cubo ha sido más pequeño, es decir, de menor voltaje que el de los sistemas del triángulo y de la cruz, particularmente en lo que respecta al desarrollo hacia adelante y atrás o sea pecho y espalda, lo que determina una forma más alargada y más transversal con el cubo, más redondeada

y a veces hasta con el mayor eje anteroposterior con el triángulo y la cruz (figs. 1 y 2).

Este mayor desarrollo anteroposterior del vectocardiograma horizontal con los sistemas del triángulo y de la cruz, permite una mejor diferenciación de todas sus partes, particularmente en el rizo de repolarización o de T, el cual, por superposición de sus ramas, se presentaba como una mancha transversal, orientada hacia la izquierda, en el sistema del cubo, en cambio aparecía bien separado y orientado más hacia adelante y aún algo hacia la derecha, en los sistemas del triángulo y de la cruz (figs. 1 y 2).

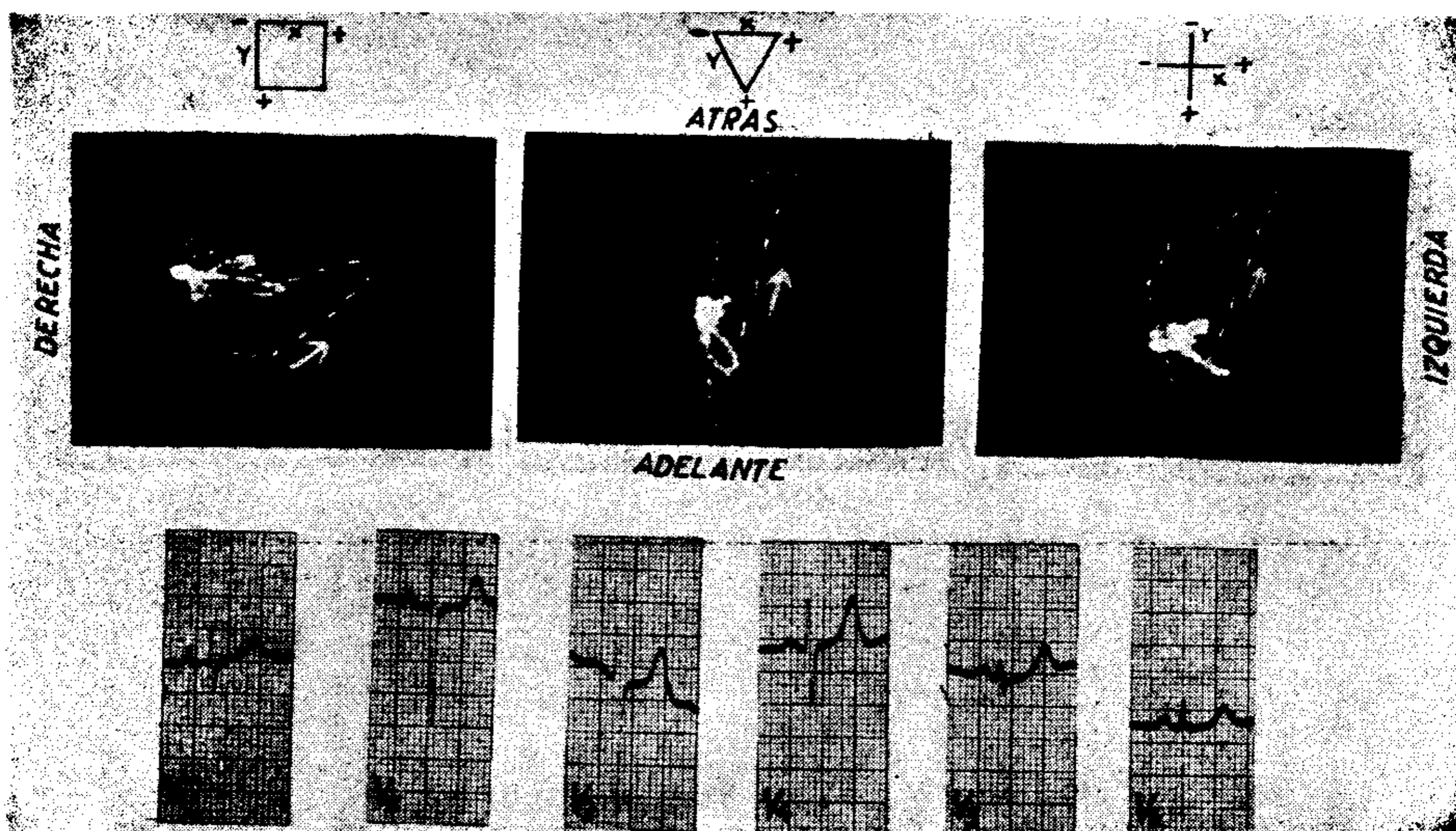


FIG. 2. — Vectocardiograma horizontal en los tres sistemas utilizados, más alargado transversalmente a la izquierda en el cubo, más anteroposterior en el triángulo y la cruz, lo que determina una mejor correlación con las derivaciones torácicas. Rotación antihoraria uniforme con ubicación sólo de una buena parte en los cuadrantes anteriores (hipertrofia ventricular derecha de menor grado).

Correlación. — La correlación del vectocardiograma horizontal con las derivaciones torácicas de Wilson y Cossio y Bibilioni, ha sido mucho más exacta con los sistemas del triángulo y de la cruz, que con el sistema del cubo, no sólo en lo que respecta a las positividades y negatividades, sino también a las áreas encerradas por las mismas, particularmente en lo que respecta al rizo de repolarización o de T. Por ejemplo, en la figura 2, el rizo de T, en el sistema del cubo, aparece orientado transversalmente hacia la izquierda, lo que

implica una TVI negativa, en cambio en el triángulo y la cruz aparece orientada más hacia adelante, es decir una TVI positiva, tal cual se presentaba en las derivaciones torácicas.

Anormalidades. — La rotación del de despolarización o sea del QRS ha sido horaria, en todas las observaciones de cardiopatías congénitas, en dos de estrechez mitral y en la de corazón pulmonar crónico, es decir, en 15 del total de 20, coincidiendo siempre con una falta de cierre del rizo, que terminaba detrás del punto cero (vector S-T negativo), como también con un rizo de repolarización o de T, orientado transversalmente hacia la izquierda y aún

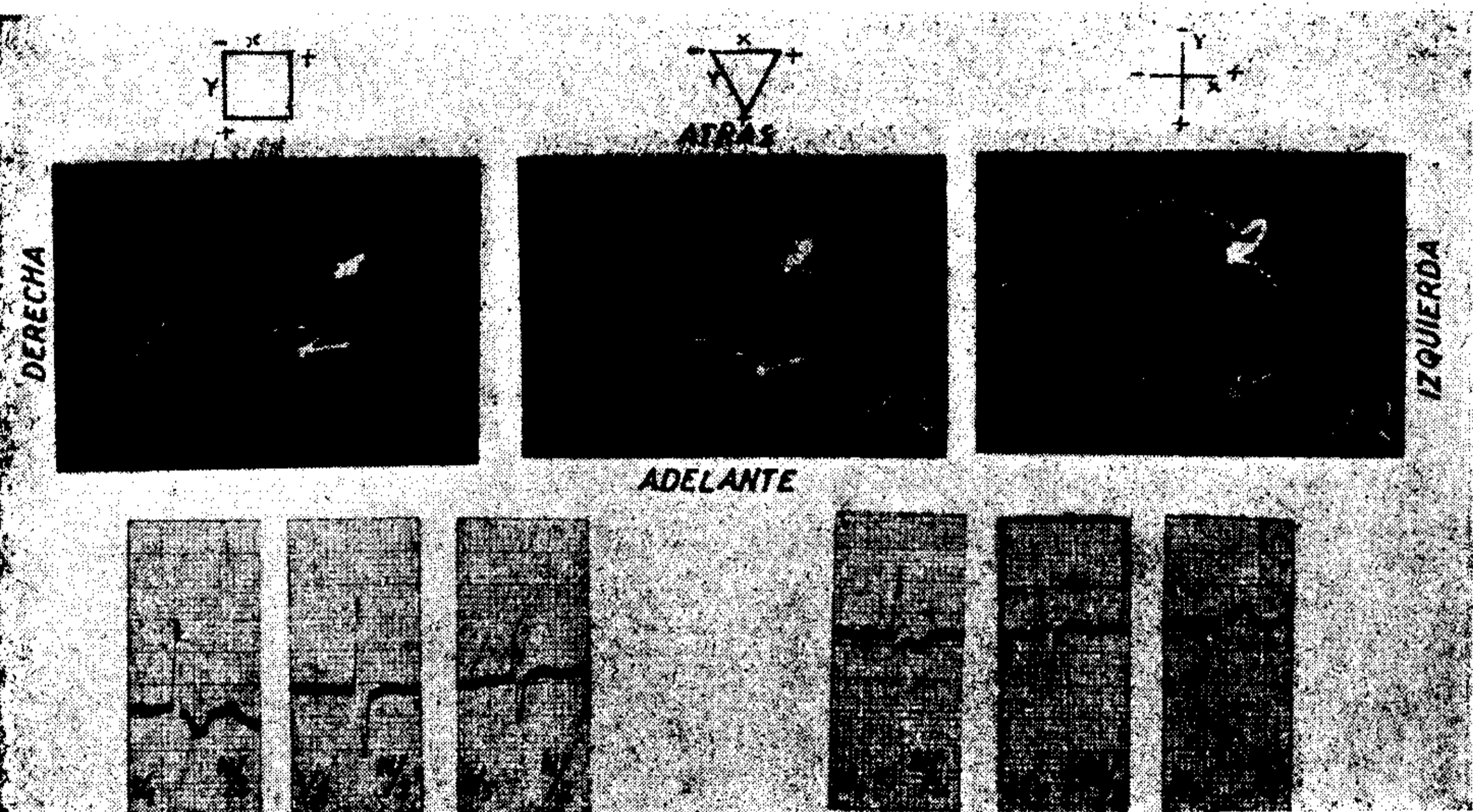


FIG. 3. — Vectocardiograma en los tres sistemas, el triángulo y la cruz obtenidos con medio standard. Rotación horaria uniforme, ubicación en los cuadrantes anteriores y posterior derecho, falta de cierre por detrás del punto cero, sólo visible en el triángulo y la cruz, ubicación en los cuadrantes anteriores y posterior derecho (hipertrofia ventricular derecha de mayor grado).

hacia atrás prácticamente oponente, lo que se traduce en un segmento S-T negativo con onda T negativas en V1 y hasta V3 o V4 (figs. 3 y 4).

La rotación era antihoraria, es decir, como en condiciones normales en el resto de las observaciones, salvo en una de estrechez mitral, que en la iniciación era antihoraria, pero que por entrecruzamiento terminaba horaria, explicando el grupo QRS de tipo RSR', en V1 (fig. 5).

En cuanto a la ubicación, ha variado mucho y ha diferido según los casos, en relación con los grados de hipertrofia y la existencia o no de S-T deprimido y T negativo en V1 y hasta V3 o V4.

En las cardiopatías congénitas, todas con S-T deprimido y T negativa en V1, el rizo de despolarización siempre estaba ubicado en su mayor parte en los cuadrantes anteriores, izquierdo y derecho y aún derecho posterior, en cambio, en la estrechez mitral en general, y el corazón pulmonar, sobre todo sin S-T deprimido ni T negativa en V1, sólo en los cuadrantes anteriores y aún en el posterior izquierdo.

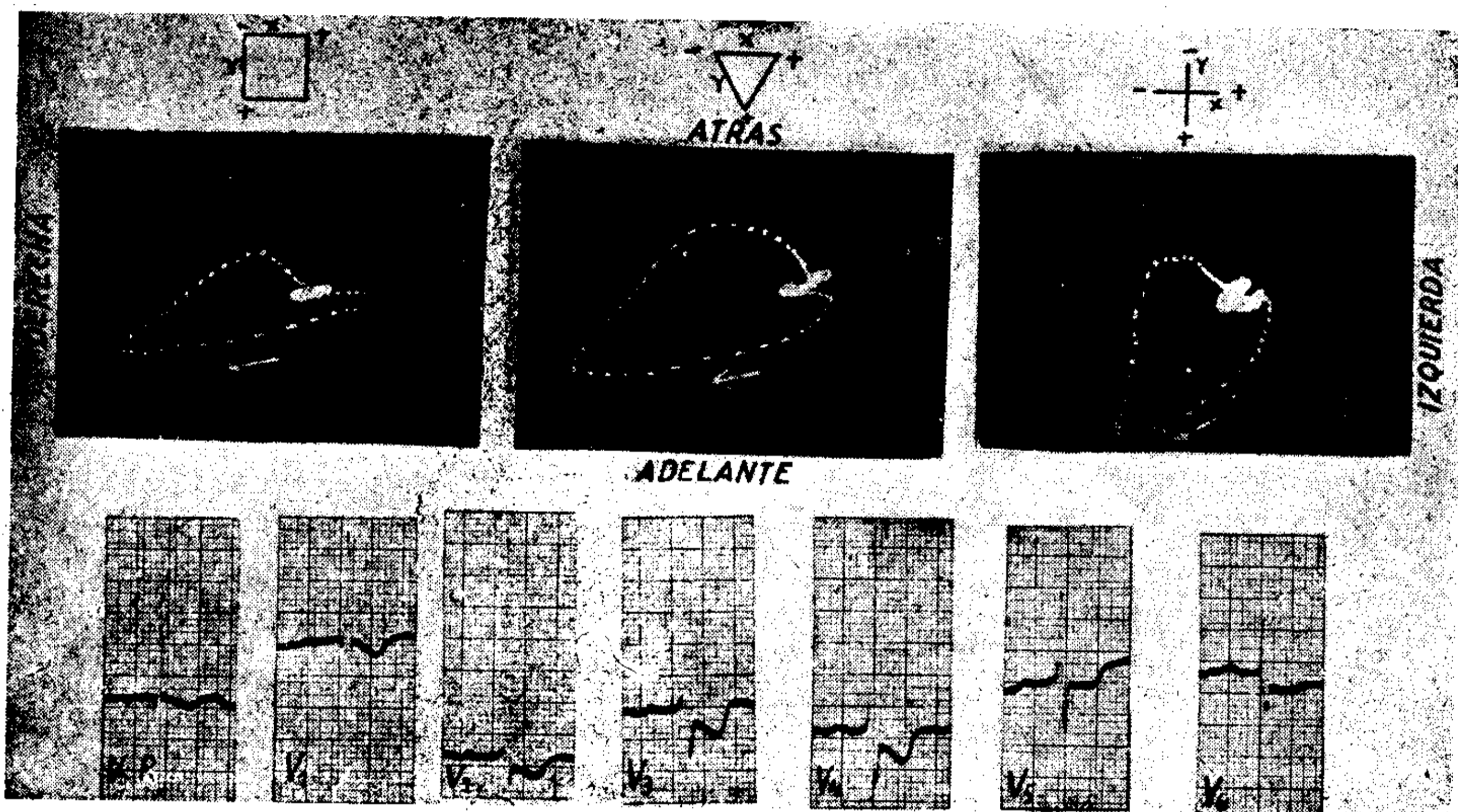


FIG. 4. — Vectocardiograma en los tres sistemas utilizados, la cruz con medio standard. Rotación horaria y uniforme.

COMENTARIOS

El estudio efectuado a igual que el anterior, ha vuelto a evidenciar, por las similitudes de los gráficos obtenidos con tres sistemas distintos, por las proximidades y las incidencias, pero todos en relación con el plano horizontal, que la exploración del campo eléctrico cardíaco con electrodos colocados alrededor del tórax, es más bien global que tópica, es decir, que depende más de potenciales resultantes de los balances sucesivos de la fuerza electromotriz de despolarización y repolarización cardíaca, que por potenciales locales sin in-

terferencia de los demás producidos en ese instante en el resto del órgano.

Resultaría así que las diferencias observadas en los gráficos suministrados por los tres sistemas utilizados, no dependerían tanto de las distintas incidencias ni de la intervención de potenciales locales, por las mayores o menores proximidades, sino de la mayor o menor pérdida de potencial que esas mismas proximidades implican, aparte de la menor o mayor conductibilidad de los medios interpuestos.

En el sistema del cubo, los tres electrodos son más o menos equi-

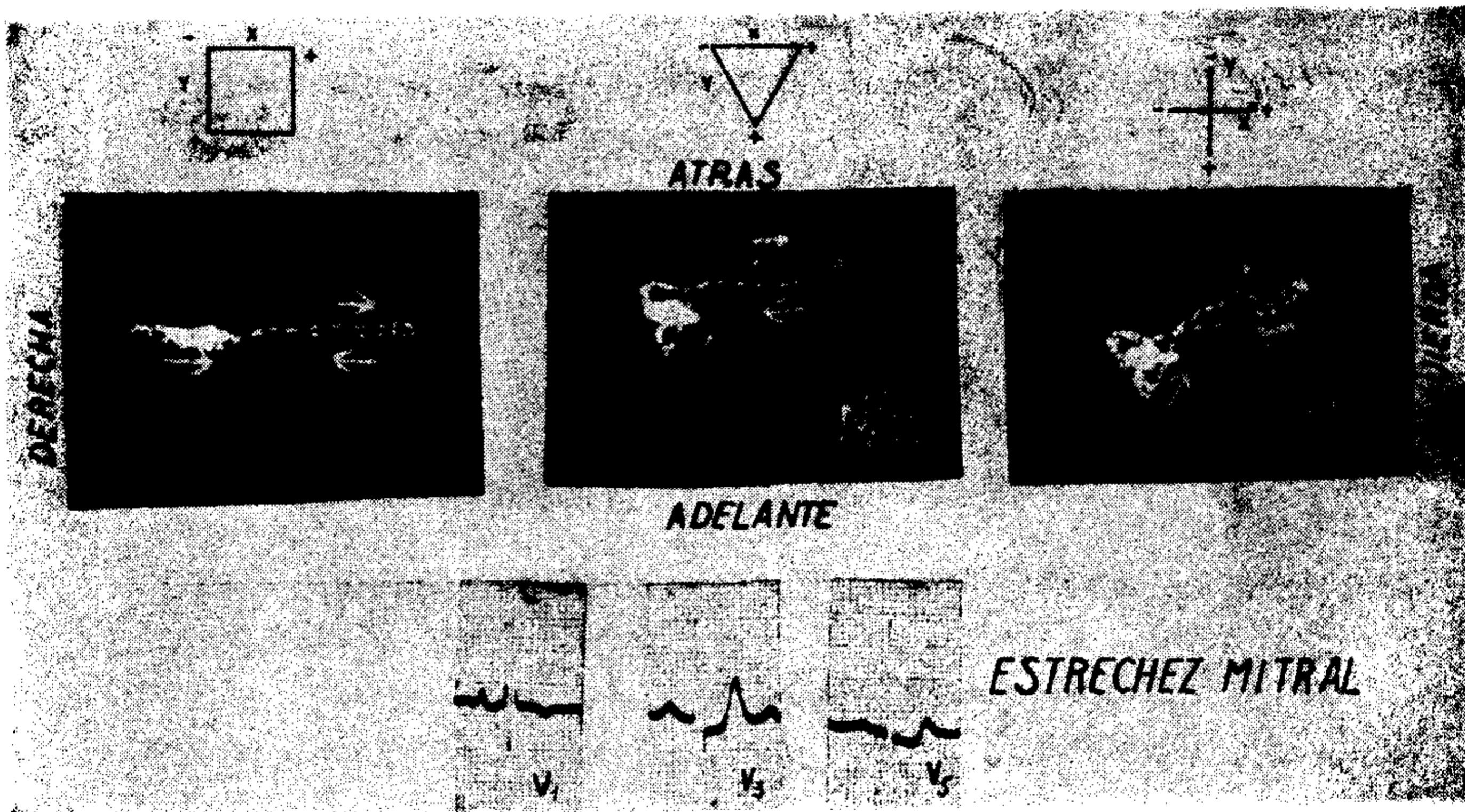


FIG. 5. — Vectocardiograma en los tres sistemas, el triángulo y la cruz con medio standard. Rotación antihoraria en la iniciación y horaria en la terminación, con entrecruzamiento en ocho de guarismo pero con recorrido uniforme, evidenciando que la rr' en V_1 no se debe a un bloqueo incompleto de rama derecha, sino más bien a una hipertrofia ventricular derecha de menor grado.

distantes del centro eléctrico cardíaco, y el medio interpuesto prácticamente es todo pulmón, por lo tanto tiene la misma conductibilidad. Teóricamente no hay distorsión y expresa fielmente la realidad.

En cambio, en los sistemas del triángulo y de la cruz, el electrodo anterior es algo más próximo y sobre todo al no existir pulmón intercalado, el medio interpuesto es mucho más conductor que el de los electrodos posteriores, con la consiguiente repercusión en la apreciación realizada y por lo tanto en los gráficos logrados, más amplios, pero especialmente en el sentido ánteroposterior o sea pecho espalda.

Esta misma distorsión, si así puede denominarse, es la responsable de la mejor correlación de las derivaciones electrocardiográficas de Wilson y Cossio y Bibiloni, con el electrocardiograma horizontal, obtenido con los sistemas del triángulo y de la cruz, que con el sistema del cubo, porque en las mencionadas derivaciones, también se utiliza un electrodo precordial a igual que en los dos primeros sistemas, es decir, condiciones de distancia y conducción comunes y, por lo tanto, causas de error o distorsión similares, si así pueden designarse.

Otra comprobación no menos importante realizada por el presente estudio, es la confirmación y el complemento de adquisiciones obtenidas con anterioridad sobre las características del vectocardiograma horizontal en la hipertrofia ventricular derecha, permitiendo no sólo su diagnóstico, sino también su grado (Duchosal y Sulzer ⁵; Jouve y Buisson ⁶; Grishman y Scherlis ⁴; Folwer y Helm ⁷; Shillingford y Brigden ⁸; Elek, Allestein, Griffith, Cosby y Levinson ⁹; Richman y Wolff ¹⁰; Baunwald, Donoso, Sapin y Grishman ¹¹).

La primera característica fundamental es el recorrido uniforme del rizo de despolarización o sea del QRS, es decir, sin retardos en la conducción, con rotación horaria, contrariamente a lo que acontece en condiciones normales, que también es uniforme pero con rotación antihoraria, debido a que en la hipertrofia ventricular derecha predomina la masa ventricular derecha, incluso la parte correspondiente del tabique interventricular. En esas condiciones el balance de las fuerzas electromotrices sucesivas, primero se hace hacia la izquierda, por la activación del tabique interventricular en tales condiciones, para recién hacerse hacia adelante y a la derecha, por la activación de las paredes libres ventriculares.

Sin embargo, dicha característica, sólo la hemos comprobado de manera uniforme, en la hipertrofia ventricular derecha de las cardiopatías congénitas y en algunas de la estrechez mitral, pero en todas coincidiendo con una falta de cierre del rizo de despolarización u oponencia del rizo de repolarización, es decir, con S-T deprimido y T negativa en V₁.

Esto parecería indicar que la rotación horaria en la hipertrofia ventricular derecha, traduce que la masa miocárdica derecha sobrepasa a la izquierda, o sea que es de grado muy acentuado, condición más propicia para ser alcanzada en las cardiopatías congénitas que en la estrechez mitral y el corazón pulmonar, tal vez ello se debe a

razones de tiempo, de evolución y de condiciones metabólicas más favorables para la hipertrofia del tejido muscular, en general, cuando es sometido a un mayor trabajo, como es la menor o mayor edad.

Otra característica importante es la situación del rizo de despolarización en relación con el punto cero o centro eléctrico del corazón, siempre una buena parte o la mayor parte de su área, ubicado en los cuadrantes anteriores izquierdos o derecho y aún derecho posterior del tórax, contrariamente a lo que acontece en condiciones normales, el cuadrante posterior izquierdo.

Esta característica también responde al aumento de la masa miocárdica ventricular derecha y al correspondiente balance, tanto más hacia adelante y a la derecha cuanto mayor ella sea. Por ello también, todos los rizos despolarizados ubicados bien anteriormente y con mayor razón más hacia los cuadrantes derechos que izquierdos han presentado rotación horaria, en cambio, en los ubicados solamente en los cuadrantes izquierdos, la rotación siempre ha sido antihoraria.

La última característica fundamental del vectocardiograma horizontal de la hipertrofia derecha es la falta de cierre del rizo de despolarización o del QRS por detrás del punto cero, con orientación hacia la izquierda y aún atrás del mencionado punto del rizo de repolarización o de T, es decir, oponencia al rizo de despolarización.

Como ya se ha señalado, nosotros sólo la hemos encontrado en los casos con rotación horaria, y ahora agregamos, sólo cuando la mayor área del rizo de recuperación asienta en el cuadrante anterior derecho y más posterior derecho, indicando que sólo se representa en los grados más avanzados de hipertrofia derecha.

Todo esto lleva a afirmar que el vectocardiograma horizontal no sólo permite el reconocimiento de la hipertrofia ventricular derecha, sino también su grado, el cual puede ser catalogado en uno menor y otro mayor.

En el grado menor, el rizo de despolarización rota en el sentido antihorario y su área, sólo en una buena parte, está ubicada en los cuadrantes anteriores, porque el aumento de la masa miocárdica ventricular derecha no es lo suficiente para sobrepasar la izquierda. Electrocardiográficamente se traduce por la relación R/S mayor a la unidad en V_1 y S manifiesta en V_5 ; pero como ciertos corazones normales con rotación antihoraria y punta hacia adelante pueden

también generar todas estas características, su valor diagnóstico es relativo.

En cambio, en el grado mayor, el rizo de despolarización presentó una rotación horaria, con su mayor área ubicada en los cuadrantes anteriores y aún derechos, generalmente abierto por detrás del punto cero y con el rizo de repolarización orientado hacia la izquierda y aún hacia atrás, debido a que el aumento de la masa miocárdica ventricular derecha sobrepasa la izquierda.

Más aún, la uniformidad del recorrido del rizo de despolarización en la hipertrofia ventricular derecha, permite diferenciar trastornos incompletos de conducción a nivel de la rama derecha, que tienen idéntica traducción electrocardiográfica, la típica configuración $r r'$ en V_1 , común a estas dos condiciones y aún presente en condiciones enteramente normales.

RESUMEN

El vectocardiograma horizontal con tres sistemas diferentes, el cubo de Grishman y el triángulo y la cruz de los autores, en 20 pacientes con hipertrofia ventricular derecha por cardiopatías congénitas, estrechez mitral y corazón pulmonar, ha permitido comprobar lo siguiente:

1º — La proximidad de los electrodos y el ángulo de incidencia de los componentes, sólo imprimen modificaciones parciales e inconstantes, siendo más amplios, sobre todo en el sentido anteroposterior, los gráficos logrados con los sistemas del triángulo y de la cruz, lo que determina una más perfecta correlación con las derivaciones electrocardiográficas torácicas de Wilson y Cossio y Bibiloni, por ser comunes las proximidades y los medios conductores.

2º — El vectocardiograma horizontal ha presentado un curso regular, con un sentido de rotación horaria y en su mayor parte o totalmente ubicado en los cuadrantes anteriores y aún derecho posterior, así como también una falta de cierre y un bucle de repolarización transversal o por detrás del punto cero en la hipertrofia ventricular derecha de mayor grado, lo que permite el diagnóstico y aún el reconocimiento de que la configuración $r r'$ en V_1 no se debe a un bloqueo incompleto de rama derecha. En cambio, en la hipertrofia ventricular derecha de menor grado, la rotación era antihoraria, a pesar de su ubicación total o parcial en los cuadrantes

anteriores, como se observa en los corazones normales con marcada rotación antihoraria sobre el eje longitudinal.

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

1. Wilson F., Johnston F., Rosenbaum F., Erlanger H., Kossmann D., Hecht H., Cotrim N., Scarsi R. y Barker P. — Am. Heart Journal, 1944, 27, 19.
2. Cossio P. y Bibiloni A. — Am. Heart J., 1956, 51, 355.
3. Cossio P., Bibiloni A., Lissarrague V., Boskis B. e Iraola S. — Rev. Arg. de Card., 1955, 22, 175.
4. Grishman A. y Scherlis L. — Spatial Vectocardiography, Filadelfia, 1952.
5. Duchosal P. y Schulzer R. — La vectocardiographie, Basilea, 1949.
6. Jouve A. y Buisson. — La vectocardiographie en clinique, Paris, 1950.
7. Fowler, N. y Helm R. — Circulation, 1953, 7, 573.
8. Shillingford J. y Birgden, W. — Brit. Heart J., 1954, 16, 13.
9. Elek S., Allestein B., Griffith, G., Cosby R., y Levinson D. — Am. Heart. J., 1954, 47, 369.
10. Richman J. y Wolff L. — Am. Heart J., 1955, 50, 85.
11. Granwald E., Donoso E., Sapin S. y Grishman A. — Am. Heart J., 1956, 51, 591.

R E S U M E

Des vectocardiogrammes horizontaux (V.C.G.) furent faits à 20 malades avec hypertrophie ventriculaire droite (H.V.D.) (maladie congénitale du coeur, rétrécissement mitral et cor pulmonare chronique) d'accord aux systèmes suivants: a) cube de Grishman; b) triangle et c) la crose des auteurs. On détermine qu'avec les procédés b et c, la proximité des électrodes et les angles solides correspondants n'ont pas une grande influence sur le V.C.G.; donc la ressemblance des dérivations thoraciques de Wilson avec celles de Cossio et Bibiloni est plus grande.

Dans la grosse hypertrophie ventriculaire droite le V.C.G. souffre une rotation horaire et est presque complètement inscrit dans le segment antérieur; il n'est pas fermé et montre une anse de repolarization transversale derrière son point d'origine, donc le patron rr' en V_1 n'est pas du à la présence d'un bloc de branche droit incomplet. Dans un H.V.D. moins marqué, le V.C.G. souffre une rotation antihoraria malgré être totalement ou partiellement inscrit dans les segments antérieurs, comme on le voit dans les coeurs normaux avec grande rotation antihoraria sur son axe longitudinale.

S U M M A R Y

Horizontal vectocardiograms (VCG) were performed on twenty patients with right ventricular hypertrophy (RVH) (congenital heart disease, mitral stenosis and chronic cor pulmonare), according to the following systems: a) Grishman's cube; b) triangle, and, c) the authors' cross. It is concluded that with procedures b and c, proximity of the electrodes and the corresponding

solid angles have no great influence on the VCG; thus, similarity of the thoracic leads of Wilson and of Cossio and Bibiloni is greater. In marked RVH, the VCG rotates clockwise, is almost completely inscribed in the anterior segments, it is not closed and it shows a transversal loop of repolarization behind the origin; consequently the rr' pattern in V_1 is not due to the presence of an incomplete right bundle branch block. In not a so marked RVH, the VCG rotates anti-clockwise in spite of being totally or partially inscribed in the anterior segments as it is also seen in normal hearts with marked anti-clockwise rotation on its longitudinal axis.

ZUSAMMENFASSUNG

Bei 20 Patienten mit Hypertrophie des rechten Ventrikels, verursacht durch angeborene Herzfehler, Mitralstenose und cor pulmonare ist Folgendes festzustellen gewesen mittels des horizontalen Vektokardiogrammes mit 3 verschiedenen Systemen, dem Kubus von Grishman, dem Dreieck und dem Kreuz der Autoren. Die erzielten graphischen Darstellungen mit dem System des Dreieckes und des Kreuzes sind weiter, besonders im Sinne anterior-posterior. Dies erlaubt eine genauere Korrelation mit den elektrokardiographischen Thoraxableitungen nach Wilson.

Das horizontale Vektokardiogramm zeigte einen regulären Verlauf mit Drehung im Sinne des Uhrzeigers und total oder grösstenteils gelegen in den vorderen und sogar rechten hinteren Quadranten; ferner bei Hypertrophie grösseren Ausmasses des rechten Ventrikels ein Fehlen des Schlusses und einen Buckel (bucle??) der transversalen Repolarisation hinter dem Nullpunkt, was die Diagnose gestattet und selbst die Affirmation dass die Konfiguration rr' in V_1 nicht zuzuschreiben ist einem inkompletten Rechtsschenkelblock. Bei Rechtshypertrophie kleineren Grades dagegen ist die Drehung im Gegensinne des Uhrzeigers trotz der totalen oder partiellen Lage in den vorderen Quadranten wie es zu beobachten ist bei normalen Herzen mit markierter Drehung im Gegensinn des Uhrzeigers auf der longitudinalen Achse.