

# VECTOR - ELECTROCARDIOGRAFIA EN CASOS PROBADOS DE CARDIOPATIAS CONGENITAS

GUILLERMO A. EYZAGUIRRE R.

## INTRODUCCION

Las técnicas que se utilizan para analizar la actividad eléctrica producida por la contracción miocárdica son la electrocardiografía y la vectorcardiografía.

Hoy se conoce una gran variedad de patrones electrocardiográficos los que, gracias al estudio y correlato clínico-anatómico de muchos años, se han llegado a identificar como debidos a cambios específicos anatómicos o metabólicos del corazón (1).

El conocimiento de la morfología o el patrón electrocardiográfico de cada una de las entidades que alteran el corazón es del dominio de la electrocardiografía práctica. Este conocimiento, por supuesto, es empírico, puesto que, para el estudioso que comienza a aprender a interpretar el electrocardiograma será de necesidad realizar un esfuerzo de memoria para fijar los diversos patrones, reglas y criterios de normalidad y anormalidad y, de allí que, cuando uno esté frente a un trazado que se aleje de esos cánones el método parecerá insatisfactorio.

El método Vectorial analiza y explica la secuencia de las fuerzas eléctricas asociadas con la actividad del corazón de modo que los eventos de despolarización y repolarización se presentan en forma ordenada, razonable y predecible.

El Vector contiene toda la información acerca del balance de las fuerzas que se suscitan en cada instante en todas las partes del corazón. Este balance está bien establecido para el corazón normal mostrando gran consistencia en sus características básicas.

Hemos estudiado las variaciones vectorcardiográficas en las Enfermedades Congénitas Cardiovasculares. Sabemos que en éstas, aconte-

cen sobrecargas ventriculares debidas al aumento de flujo sanguíneo o de presión intracavitaria, las cuales son producidas por la presencia de comunicaciones anormales, obstrucciones valvulares o de otra índole. Esto conduce a las alteraciones progresivas en la anatomía de las paredes del corazón que se manifiestan, en primera instancia, por cambios eléctricos vectoriales que alteran el balance y la orientación normal de los eventos eléctricos del ciclo cardíaco.

Desde el punto de vista práctico, la técnica utilizada en el tratamiento quirúrgico de las cardiopatías congénitas requiere de un diagnóstico correcto de la lesión y su diferenciación anatómica es un punto importante que hay que tener presente puesto que los problemas quirúrgicos y clínicos son diferentes.

Un ejemplo de esto es la Comunicación Interauricular de tipo Ostium Secundum que es el defecto más simple de corregir, incluso mediante técnicas cerradas. En cambio, el Canal atrio-ventricular común (Septum-primum de los antiguos) es más difícil y la técnica quirúrgica requiere de visión directa y técnicas apropiadas.

Los estudios electrocardiográficos y Vectorcardiográficos realizados (2), (3), (4) han demostrado ser métodos simples y fidedignos no sólo para el diagnóstico clínico diferencial, sino también en la evaluación de la regresión de la hipertrofia ventricular derecha hacia la normalidad, después de la operación (5-16).

Este trabajo tiene por objeto presentar nuestra experiencia electrovectorcardiográfica en algunos tipos de cardiopatías congénitas comprobadas durante el acto quirúrgico, a cuyo estudio tuvimos la oportunidad de ser asignados, en nuestro centro de entrenamiento para graduados.

## METODO DE REGISTRO DEL VECTORCARDIOGRAMA

La actividad eléctrica producida durante el ciclo cardíaco fluye en el espacio, dado que el corazón es un órgano trimensional dentro del cuerpo (17-22). Si estas fuerzas espaciales se proyectasen sobre una sola derivación, su distribución sería registrada parcialmente. Pero, colocando electrodos en una serie de puntos sobre la superficie del cuerpo, de manera que ellos formen una figura geométrica fija, se pueden obtener diversas derivaciones lo que permite el registro de dichas fuerzas en diversos planos (23-28). Esto facilita analizar las fuerzas vectoriales en diferentes proyecciones. Es costumbre usar un plano de proyección frontal (como si uno estuviera mirando de frente al sujeto), un plano sagital (vista de perfil) y un plano horizontal (vista en sección transversal del tórax).

El registro simultáneo de 2 planos perpendiculares, por ejemplo el frontal y el sagital, permite analizar las fuerzas espaciales en 3 dimensiones. Para lograr este propósito se usa un Osciloscopio de rayos catódicos con amplificadores especiales.

Los electrones emitidos por el filamento del tubo de rayos catódicos forman un haz de luz luminoso que pasa a través de una abertura polarizada que deflección el rayo y que luego va a impresionar una placa fluorescente que se encuentra en la parte distal del tubo de rayos catódicos. El haz luminoso es visto en la pantalla como un punto brillante y él con sus inflecciones pueden fotografiarse.

En el tubo de rayos catódicos hay 2 sistemas de placas, una vertical y otra horizontal. (27-31)

La diferencia de potencial entre las placas verticales causa la deflección del rayo luminoso en la dirección horizontal (eje x). Las placas horizontales deflección el rayo en sentido vertical (eje y).

Si se usan ambos sistemas de placas simultáneamente, el punto luminoso en la pantalla ocupará las posiciones que representen la resultante geométrica de los desplazamientos horizontal y vertical, y durante la activación del corazón automáticamente formará un "loop", o asa cerrada.

## SISTEMAS VECTORIALES

Hoy en día, hay un gran número de sistemas en uso (19), (29), (30). Cada uno tiene sus propios méritos. Pero lo importante es que el método tenga las características de ser integrable exactamente con el electrocardiograma, a fin de que pueda ser sometido a correlato con éste y que de su estudio comparativo se puedan sacar conclusiones ventajosas. Su registro espacial debe ser fácil. La aplicación de los electrodos debe ser práctica, cómoda y en posiciones simétricas suficientemente remotas del corazón para evitar la distorsión de las fuerzas eléctricas.

El sistema de aplicación de los electrodos usados en este trabajo fue descrito por Grishman y col. (31) bajo el nombre de Método Cúbico basado en una modificación de la técnica de Duchosal (19), (29).

Los vectores espaciales instantáneos proyectan sus componentes en 3 ejes perpendiculares entre sí. Cada vector espacial tiene un componente horizontal (x), un componente antero-posterior (z) y un componente vertical (y). (fig. 1)

El eje horizontal (x) parece similar a la derivación  $D_1$  del electrocardiograma la cual sabemos mide los potenciales diferenciales

de las fuerzas electromotrices en la dirección de derecha a izquierda. De la misma manera la gráfica coordinada en los ejes (y-z), es similar en apariencia a las derivaciones AVF y  $V_2$  respectivamente.

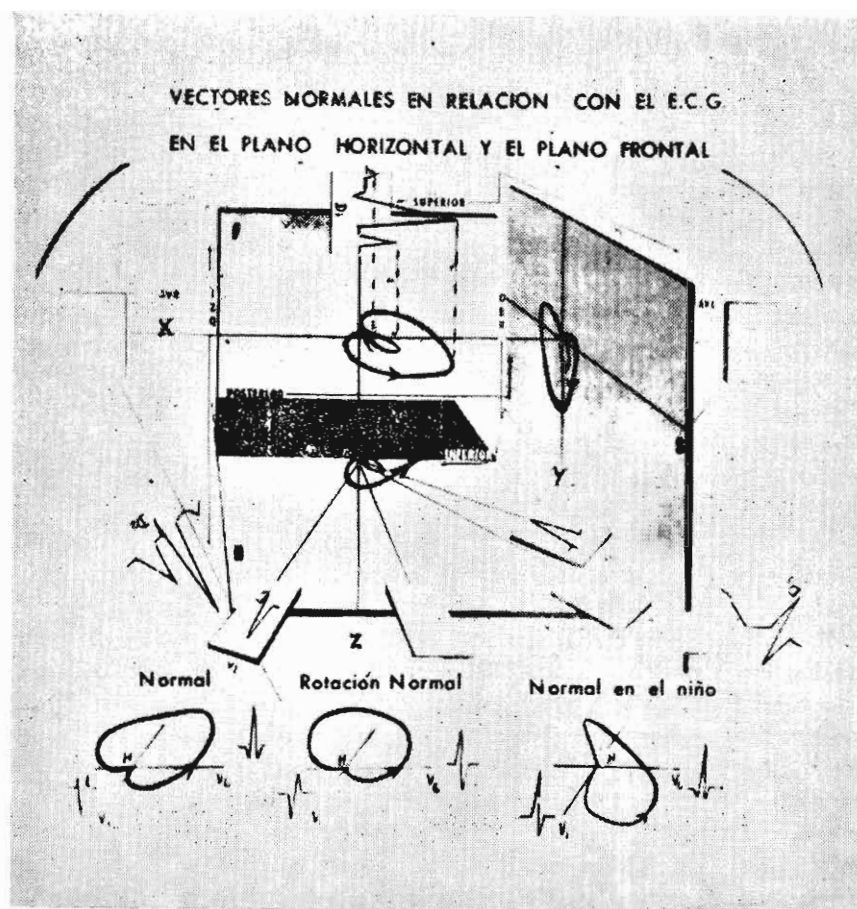


Fig. 1.— La orientación normal del Loop de QRS es principalmente a la izquierda inferior y posterior. En el plano horizontal (H) se inscribe en sentido antihorario. Obsérvese la variación por rotación normal. En niños, el Loop de QRS está orientado más anteriormente y a la derecha que los adultos pero es siempre de dirección antihoraria. Nótese la relación del rS de VI con el Loop de sE QRS en el plano horizontal.

En el sistema cúbico, se parte del concepto que el corazón es una esfera con el dipolo en su centro.

En el tórax hay 8 ángulos específicos que forman un cubo de cuyo

centro son todos ellos equidistantes. Tres de las aristas del cubo representan 3 derivaciones bipolares conformadas por la aplicación de 4 electrodos, todos ellos colocados en ángulo de 90°, de modo que dos derivaciones entre sí conforman un plano y se representan como un plano frontal, horizontal (o transversal) y sagital (32), (33), (34).

El método cúbico presenta una serie de ventajas. Es práctico y fácil de usar, los electrodos son más remotos que en otros sistemas. Además, los vectorcardiogramas se correlacionan cualitativamente en gran porcentaje con el electrocardiograma y guardan correlación con la polaridad positiva del sistema de Einthoven. A esto se agrega la fácil interrelación que se puede establecer en el registro de la proyección del "loop" espacial en el plano horizontal con las derivaciones precordiales del electrocardiograma.

En las enfermedades congénitas del corazón es muy interesante estudiar esta correlación cualitativa vectorcardiográfica porque ayuda a dilucidar la naturaleza de muchos patrones electrocardiográficos de criterio diagnóstico oscuro, especialmente en los casos de Hipertrofia Ventricular Derecha y Bloqueo de rama derecha.

## MATERIAL Y TECNICA

El material consta de 35 pacientes estudiados en la Clínica del corazón, del Hospital St. Joseph, Atlanta, Ga. U.S.A., desde los años 1957 a 1961. El diagnóstico se hizo después de un estudio completo de anamnesis, examen físico, rayos X, electrocardiograma, vectorcardiograma y estudio hemodinámico por cateterización cardíaca. En 20 de ellos se realizaron estudios angiográficos o cineangiográficos. Todos los pacientes aquí reportados han sido intervenidos quirúrgicamente y por consiguiente el diagnóstico está confirmado. Las edades fluctuaron entre 7 meses y 42 años, hubo 20 mujeres y 15 hombres. Los electrocardiogramas fueron tomados con standarización de un centímetro y/o medio centímetro por milivoltio, en determinadas circunstancias y para derivaciones precordiales. Se registraron las 12 derivaciones usuales más algunas adicionales en precordiales derechas ( $V_3R$ ,  $V_4R$ ). Se usó un Electrocardiógrafo Sanborn Viso-cardiette.

Los Vectorcardiogramas fueron obtenidos con un sistema vectorial Sanborn Viso-Scope y en la disposición de los electrodos se usó el método cúbico (31). La orientación, configuración y dirección de inscripción de las asas de QRS y T fueron analizadas en los planos frontal, horizontal y sagital del vectorcardiograma. Las fotografías de la pantalla del Osciloscopio de rayos catódicos fueron tomadas con una cámara

fija de 35 mm. El rayo osciloscópico fue interrumpido 400 veces por segundo o sea cada 2.5 milisegundos.

El diagnóstico electrocardiográfico de hipertrofia ventricular derecha se hizo siguiendo el criterio de Sokolow y Lyon (36) Goodwin (37)

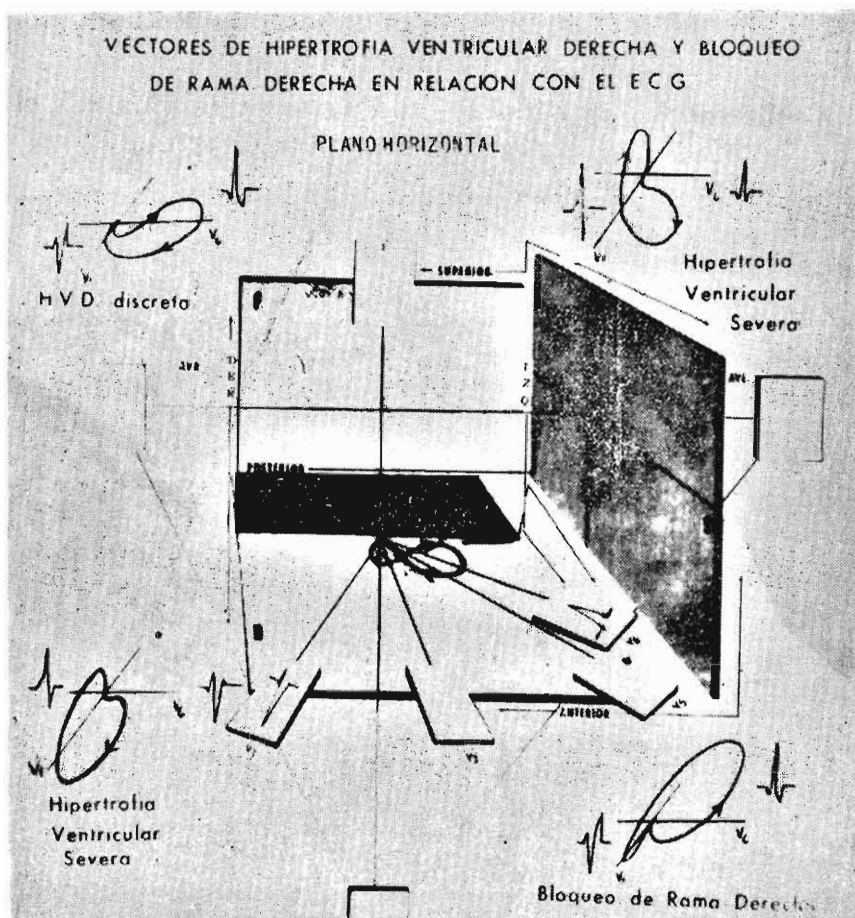


Fig. 2.— En hipertrofia ventricular derecha (HVD) debido a cardiopatía congénita, el Loop de sE QRS está orientado hacia la derecha, inferior y anteriormente. En el plano horizontal (H) la dirección de inscripción es en el sentido horario. En la H.V.D. discreta tipo I y tipo la (50-52) las fuerzas iniciales del Loop de sE QRS se inscriben a la derecha y anterior, luego a la izquierda y algo posterior antes de tornarse anterior y a la derecha. En el plano horizontal se inscribe en dirección horaria. En la H.V.D. severa (Tipos II, III, IV) (50-52) las fuerzas iniciales o componentes septales se inscriben a la izquierda y anteriormente, luego las fuerzas medias anteriores se hacen totalmente derechas. El Loop se inscribe en dirección horaria. La figura 4 ayuda esta descripción.

y Milnor (38). Para la hipertrofia ventricular izquierda se usó el criterio de Sokolow (39).

El diagnóstico vectorcardiográfico de hipertrofia ventricular izquierda, derecha y combinadas se hicieron siguiendo a Grishman (34), Berogovich y Lasser (40). (figs. 2 y 3)

#### HIPERTROFIA VENTRICULAR DERECHA

##### Configuración de $rSR'$ , $rR'$ , $qR$ , del E.c.g. en relación con el Vectorcardiograma

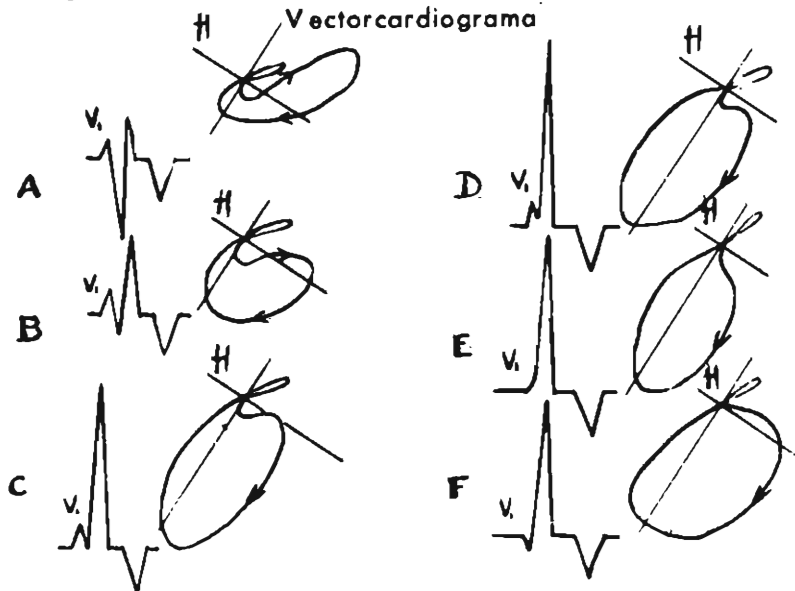


Fig. 3.— Se estudian las relaciones del electrocardiograma en derivación precordial VI con el vectorcardiograma espacial en el plano transversal ú horizontal (H). Véase que el  $rSR$  de VI corresponde a un Loop de  $sE$  QRS de HVD discreta (a y b). Nótese en (c) y siguientes que el  $rR$ ,  $R$  y  $qR$ , en precordial VI se corresponden con  $sE$  QRS de HVD severa. Hemodinámicamente la presión sistólica del ventrículo derecho es a veces igual que la del V.I. ó quizás mayor como en los casos del complejo  $qR$ .

La evolución post-operatoria vectorelectrocardiográfica será materia de otra comunicación.

#### RESULTADOS

##### A) — COMUNICACION INTER AURICULAR (Septum Secundum) (20 casos)

*Electrocardiograma:* En todos, el ritmo fue sinusal regular. El intervalo P-R, fue normal. El eje eléctrico fluctuó entre los  $+85^\circ$  y  $+140^\circ$ .

## Comunicación Inter-Auricular (Ostium Secundum)

Paciente	Edad	A QRS	Patrón E. c. g. V <sub>1</sub>	Inversión onda T	Bifidez QRS	Dx. E. c. g.	s VCG (rotación)	s VCG Tipo HVD
1) B. J. S.	8	+ 120°	rR'	V <sub>1</sub> - V <sub>2</sub>	DII - DIII - AVF	H. V. D.	H. I. D.	G. II
2) A. T.	12	+ 90°	rR's	V <sub>1</sub> - 5	DIII - AVF	H. V. D.	H. I. D.	G. III
3) C. A.	13	+ 95°	rSr'	no	no	normal	H. I.	G. I
4) D. C.	8	+ 90°	rsR'	no	no	H. V. D.	H. I. D.	G. III
5) M. O.	14	+ 90°	rsR'	V <sub>1</sub> - V <sub>2</sub>	DII - DIII	H. V. D.	H. I. D.	G. III
6) A. D.	12	+ 130°	qR	V <sub>1</sub> - V <sub>2</sub>	DII - DIII - AVF	H. V. D.	H. I. D.	G. III
7) H. B.	18	+ 100°	Rsr'	V <sub>1</sub>	no	H. V. D.	H. I.	G. I
8) E. H.	15	+ 85°	rsr'	no	no	normal	H. I.	G. II
9) K. R.	17	+ 90°	rsR'	no	no	H. V. D.	H. I. D.	G. II
10) A. B.	12	+ 120°	qR	V <sub>1</sub> - 3	DII - DIII - AVF	normal	H. I.	G. II
11) C. M.	15	+ 85°	rsr'	no	no	H. V. D.	H. I. D.	G. I
12) V. E.	14	+ 130°	rR's	V <sub>1</sub> - V <sub>2</sub>	DII - DIII - AVF	H. V. D.	H. I. D.	G. II
13) R. S.	13	+ 130°	Rsr'	V <sub>1</sub> - V <sub>2</sub>	no	H. V. D.	H. I. D.	G. II
14) E. A.	12	+ 110°	rsr'	V <sub>1</sub> - V <sub>2</sub>	no	H. V. D.	H. I. D.	G. II
15) O. D.	14	+ 120°	rsR'	V <sub>1</sub>	no	H. V. D.	H. I. D.	G. II
16) H. P.	8	+ 90°	Rsr'	V <sub>1</sub>	no	H. V. D.	H. I.	G. I
17) G. P.	16	+ 140°	rsR'	V <sub>1</sub> - 3	no	H. V. D.	H. I. D.	G. III
18) V. C.	20	+ 120°	rsR'	V <sub>1</sub>	no	H. V. D.	H. I. D.	G. III
19) E. P.	18	+ 90°	rsr'	no	no	H. V. D.	H. I.	G. II
20) B. R.	12	+ 110°	qR	V <sub>1</sub>	no	H. V. D.	H. I. B.	G. I-II

A	Anterior	G	Grado.
Ah.	Antihorario.	H	Horario.
B	Balanceada.	H. V. D.	Hipertrofia Ventricular Derecha.
D	Derecha.	Plano H	Plano horizontal.
E. P. M.	Estenosis Pulmonar Mixta	I	Inferior.
E. P. V.	Estenosis Pulmonar Valvular.	Izq.	Izquierdo.
Plano F	Plano frontal.	Plano S	Plano sagital.





En 6 casos se encontró "crochetaje" de QRS caracterizado por R bífida en  $D_{II}$ ,  $D_{III}$  y AVF (Fig. 4). (BJS, 12 años).

*Vectorcardiograma:* En el plano horizontal el asa de sE QRS fue anterior con tendencia hacia la derecha en rotación horaria o en figura de ocho. Las primeras fuerzas del asa de QRS eran hacia adelante y la derecha, dando la inscripción de la primera r en  $V_1$  (Fig. 4), plano horizontal (H).

En el plano sagital, el asa de QRS mostraba rotación antihoraria. En el plano frontal el asa de QRS fue de rotación horaria y ligeramente desplazada hacia la derecha en sus fuerzas terminales. En estos 2 últimos planos la proyección fue siempre anterior y con orientación inferior al punto isoelectrico (punto E). (Fig. 4), (plano sagital S).

En los 6 casos de "crochetaje" del QRS, se encontró un correlato vectorcardiográfico caracterizado por una doble inscripción en ángulo agudísimo de las fuerzas medias vectoriales en los planos sagital y frontal (ver Fig. 4). (Ver cuadro 1).

El asa de T se encontró discordante al de QRS.

#### B) — PERSISTENCIA DEL CANAL ATRIO-VENTRICULAR COMUN (6 casos)

*Electrocardiograma:* El ritmo fue sinusal en todos los casos. El menor intervalo P-R fue de 0.14", el mayor de 0.26". De acuerdo con la edad y frecuencia el P-R estuvo prolongado en 4 casos. El eje eléctrico fluctuó entre los  $-45^\circ$  y  $-60^\circ$ . En dos se encontró el patrón concordante de  $S_1 - S_2 - S_3$ . Estos coincidieron con los vectorcardiogramas de orientación superior y desplazamiento derecho en el plano frontal (Fig. 5A, C. W.).

El patrón de QRS en  $V_1$  fue rsR' (4 casos) (Fig. 5 D.H.). Se vió un caso con rR' y otro con qR (Fig. 5A). De acuerdo al criterio electrocardiográfico 2 casos fueron diagnosticados como hipertrofia ventricular derecha, 3 casos como hipertrofia combinada y 1 caso como hipertrofia ventricular izquierda. Los casos de  $S_1 - S_2 - S_3$  correspondieron a hipertrofia ventricular derecha (Fig. 5 y 5A). (Ver cuadro II).

*Vectorcardiograma:* Lo más típico fue el hallazgo del asa de sE QRS orientada superiormente en los planos frontal y sagital.

Cuatro casos presentaron orientación superior de vectores con ligero desplazamiento izquierdo y dos de la misma orientación pero con

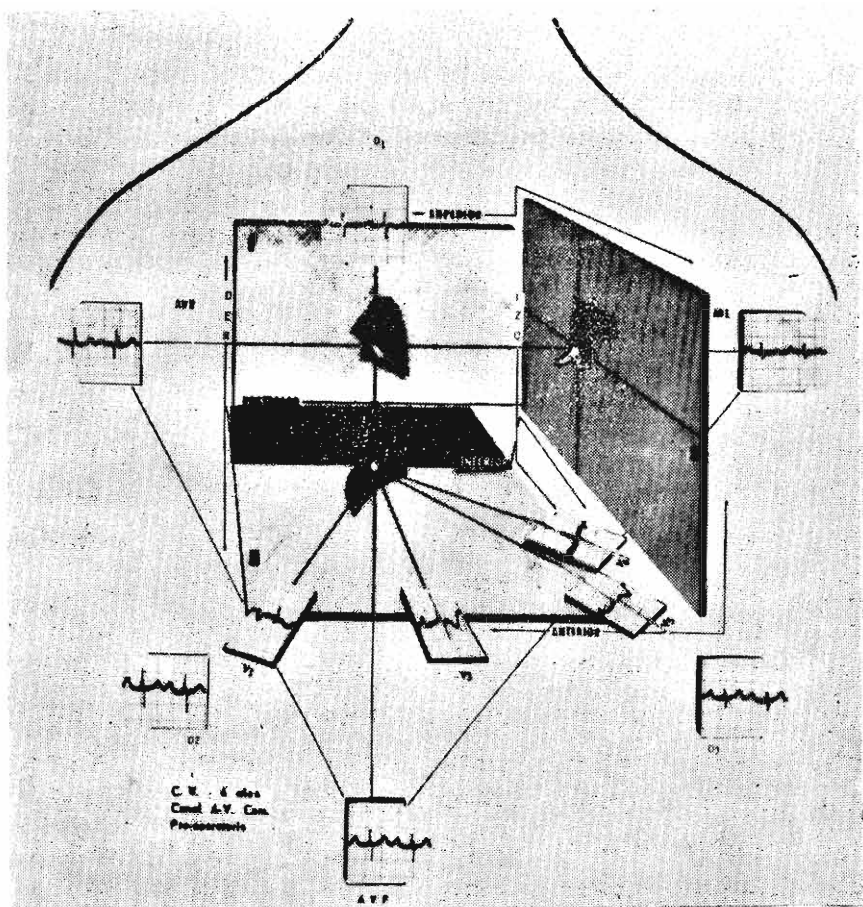


Fig. 5.— C.W. 6 años. Persistencia del Canal A-V Común — Ostium Primun. El E. c.g. muestra conducción A-V anormal. Hay un patrón  $S_1 - S_2 - S_3$  en derivaciones standard. Este tipo de electrocardiograma coincidió con los vectorcardiogramas de orientación superior en los planos frontal y sagital pero con ligero desplazamiento derecho.

ligero desplazamiento derecho. Estos fueron los casos con electrocardiograma concordante  $S_1 - S_2 - S_3$ .

En el plano sagital el asa de QRS fue de orientación superior con desplazamiento anterior y rotación horaria (Fig. 5 y 5A).

El plano horizontal mostró un asa de orientación anterior, a la derecha y en sentido horario, típico de H. V. D. En un caso, las fuerzas ini-

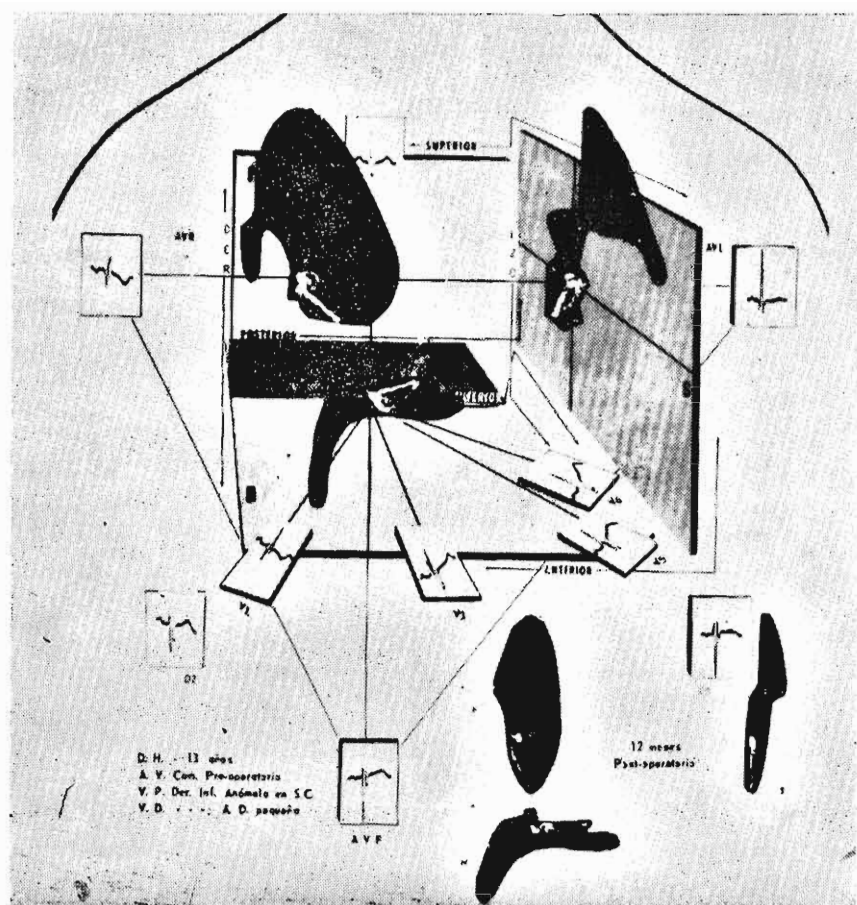


Fig. 5A.— D.H. 13 años. Persistencia del Canal A-V Común - Ostium Primun. La orientación superior del sE QRS es notoria en los planos F y S. El complejo rsR' del E.C.G. está en relación con una hipertrofia ventricular derecha franca lo que se corrobora a la operación.

ciales comenzaban en sentido horario normal pero bruscamente el segmento terminal giraba anteriormente, se dirigía a la derecha inscribiéndose lentamente con rotación horaria, como en el bloqueo de rama derecha. El asa T en general fue discordante.

#### C) — ESTENOSIS PULMONAR (Sin defecto septal) (5 casos)

*Electrocardiograma:* El eje eléctrico estuvo entre los  $+110^\circ$  y  $+150^\circ$ . Los valores para P-R y QRS fueron normales. La configuración de QRS

**CUADRO Nº 2**

**Comunicación Inter-Auricular (Ostium Primum)**

<b>Paciente</b>	<b>Edad</b>	<b>P. R. A QRS</b>	<b>Patrón E. c. g. V<sub>1</sub></b>	<b>Inversión onda T</b>	<b>S<sub>1</sub> - S<sub>2</sub> - S<sub>3</sub></b>	<b>Dx. E. c. g.</b>	<b>s VCG (rotación)</b>	<b>s VCG Tipo de Hipertrofia</b>
1) H. D.	13	0.14 — 45°	rsR'	V <sub>1</sub>	si	H. V. D.	H. S. = Plano F H. A. D. = Plano H H. S. A. = Plano S	H. V. D.
2) C. W.	6	0.24 Indiferente.	qR	V <sub>1</sub> - V <sub>2</sub> - V <sub>3</sub> - V <sub>5</sub> - V <sub>6</sub>	si	H. V. D.	Ah. S. = Plano F H. S. A. = Plano S H. A. D. = Plano H	H. V. D.
3) I. L.	14	0.14 — 50°	RSR'	V <sub>1</sub>	no	H. V. D. H. V. I.	Ah. S. I. = Plano F H. Ah. S. = Plano S H. Ah. D. = Plano H	H. V. D.
4) O. A.	12	0.26 — 45°	rR'	V <sub>1</sub>	no	H. V. D. H. V. D.	Ah. S. I. = Plano F H. S. A. = Plano S H. A. D. = Plano H	H. V. D.
5) D. V.	8	0.18 — 60°	rsR'	V <sub>1</sub> - V <sub>2</sub>	no	H. V. I.	Ah. S. I. = Plano F H. S. A. = Plano S H. A. D. = Plano H	Balanceada
6) V. L.	10	0.20 — 55°	rsR'	V <sub>1</sub> - V <sub>2</sub>	no	H. V. D. H. V. I.	Ah. S. I. = Plano F H. S. A. = Plano S H. A. P. = Plano H	Balanceada

en  $V_1$  fue de  $R_s$  en 4 casos y  $RSR'$  en un caso, en este último la onda T fue positiva y en los demás invertida. (Fig. 6).

De acuerdo al criterio usado (Sokolow, Milnor y Barker) (42-48-49) todos ellos fueron compatibles con hipertrofia ventricular derecha.

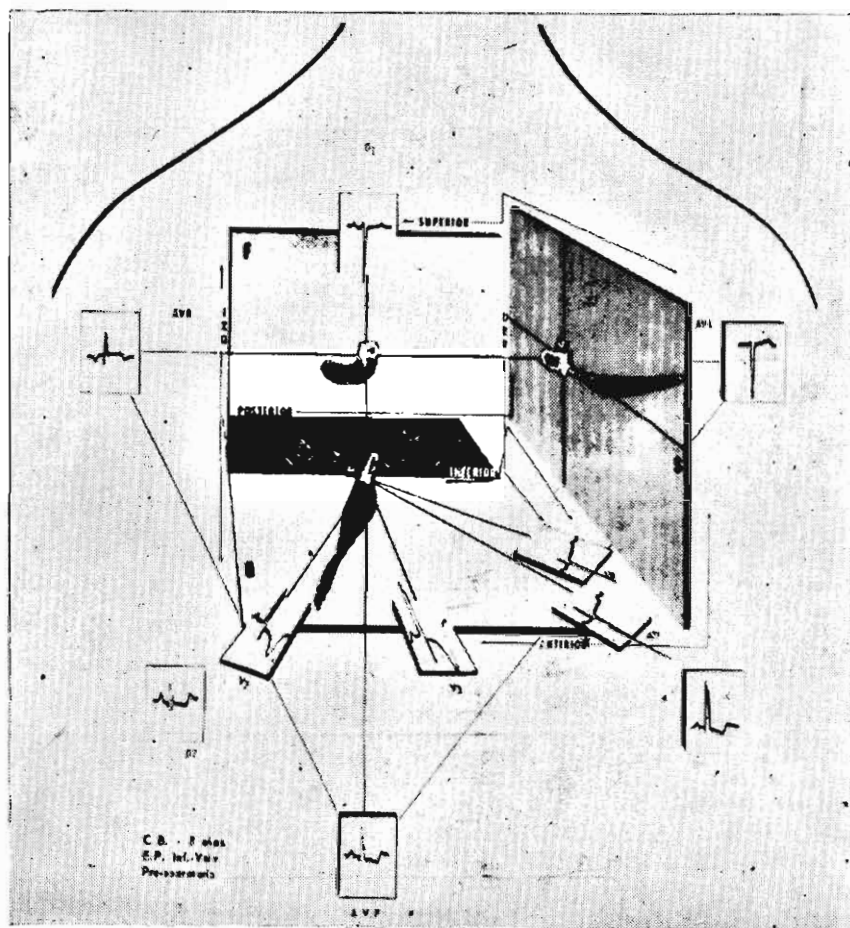


Fig. 6.— C.B. 8 años. Estenosis pulmonar mixta: infundibular y valvular demostrada a la operación. El Loop de sE QRS se inscribe anteriormente y a la derecha en una dirección horaria (Plano H). El patrón de  $V_1$  es de tipo  $R_s$ . El correlato Vector-electrocardiográfico se relaciona con H.V.D. severa. La presión sistólica en el V.D. fue de 175 mm. Hg. nótese la depresión del segmento ST seguida de inversión de onda T, en relación con sobrecarga sistólica. Nótese el Loop de sE T discordante en  $180^\circ$  del Loop de sE QRS (Plano H).

**CUADRO N° 3**

**Estenosis Pulmonar**

Paciente	Edad	A QRS	Patrón E. c. g. V <sub>1</sub>	Inversión onda T	E. c. g.	s VCG (rotación)	VGC Tipo de H. V. D.	Diagnóstico Tipo
1) C. B.	8	150°	R <sub>s</sub>	V <sub>1</sub> - V <sub>3</sub>	H. V. D.	H. A. D.	H. V. D. III	E. P. M.
2) B. S. J.	10	Indiferente	R <sub>s</sub>	V <sub>1</sub> - V <sub>2</sub>		H. A. D.	H. V. D. III	E. P. M.
3) T. D.	14	+ 110°	rsR'	no	H. V. D.	H. A. D.	H. V. D. II	E. P. V.
4) E. B.	18	+ 110°	R <sub>s</sub>	no	H. V. D.	H. A. D.	H. V. D. II	E. P. V.
5) A. W.	20	+ 150°	R <sub>s</sub>	V <sub>1</sub> - V <sub>4</sub>	H. V. D.	H. A. D.	H. V. D. III	E. P. V.

**Vectorcardiograma:** El asa sE QRS fue predominantemente derecha, anterior, inferior y de rotación horaria en los 3 planos. Ninguno de los vectorcardiogramas mostró el patrón de bloqueo de rama derecha (50-51) en cambio todos cumplieron el criterio vectorcardiográfico de hiper-

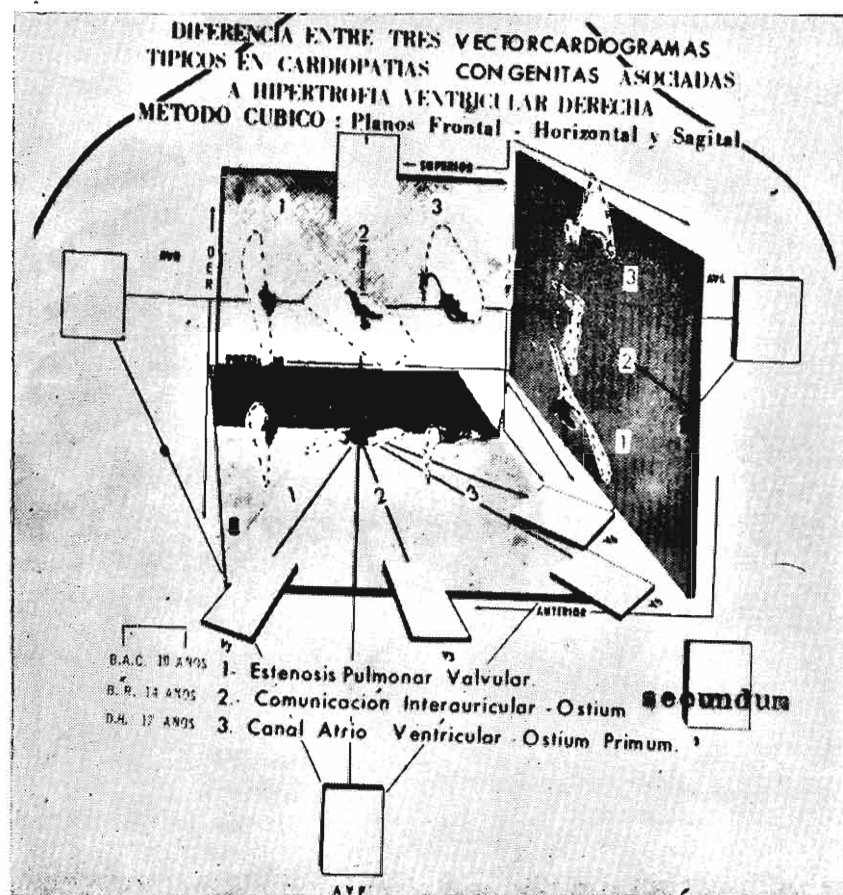


Fig. 7.— Se hace estudio vectorcardiográfico comparativo en los tres planos de proyección en los tres tipos de cardiopatías descritas anteriormente. En el plano H se puede analizar el grado de hipertrofia ventricular derecha: severa en el N° 1, balanceada en el N° 2, discreta en el N° 3. En el plano F y S, se ven la orientación equidistante (N° 1), o inferior (N° 2), ó superior de los vectores (N° 3). En el plano S, los tres casos proyectan sus fuerzas anteriormente como signos de hipertrofia ventricular derecha presentes.



trofia ventricular derecha, dos casos fueron de tipo II, y 3 casos de tipo III (5-51-52-53). (Ver cuadro III).

El asa de *s E T* fue discordante en 3 y concordante en 2.

La fig. 7 muestra un estudio comparativo vectorcardiográfico en los tres tipos de cardiopatías descritas anteriormente.

## D) — TETRALOGIA DE FALLOT

(4 casos)

*Electrocardiograma:* En un caso de Tetralogía acianótica el A. P tenía orientación y morfología normal. El A. QRS era inferior en  $+ 20$  y paralelo al plano frontal. El A. T era inferior, orientado anteriormente y a la izquierda.

En D III la onda Q era ligeramente menor que la onda R: No había ondas Q en las precordiales derechas. El patrón de  $V_1$  era de RSV'. Las ondas, positivas en todas las derivaciones (excepto AVR). En conclusión, electrocardiograma dentro de límites normales. (Fig. 8 C.T.).

En 3 casos de Tetralogía cianótica extrema el A. P era normal. Las ondas P picudas en  $D_{II}$ , AVR,  $V_1 - V_2$ . El A. QRS estaba orientado inferiormente, adelante y a la derecha ( $+ 90^\circ$  a  $+ 160^\circ$ ).

El A. T estuvo entre  $+ 30$  y  $+ 60$  en el cuadrante inferior izquierdo y atrás.

Las ondas R eran altas inicialmente melladas en  $V_1$ . Se notaba un cambio brusco RS en  $V_2$  hasta  $V_6$ . Las ondas T negativas de bajo voltaje en  $V_1 - V_2$  y positivas altas en  $V_3$  a  $V_6$  (Ver Fig. 9, T.D.).

Observando el electrocardiograma del caso acianótico y de los casos cianóticos se podía notar una brusca transición hacia la hipertrofia ventricular derecha (aumento de onda R en  $V_1$  y disminución, casi ausencia, (2 casos) de onda S en  $V_1$ ). La onda T positiva en el caso acianótico se hizo negativa en los cianóticos. La onda P siguió la misma secuencia. De normal se tornó picuda en los 3 últimos casos. (comparar figuras 8 y 9)

Todos los casos tuvieron ritmo sinusal, conducción y duración de QRS normales.

*Vectorcardiograma:* En un caso de Tetralogía acianótica el asa de P fue inferior y a la izquierda como normalmente.

El asa de *s E QRS* se distribuyó inicialmente en el octante izquierdo ligeramente superior y anterior y luego bruscamente se tornó inferior, continuó anterior, hacia la derecha y de orientación horaria anormal.

Las fuerzas terminales estuvieron en el octante postero-superior derecho (Fig. 8 C.T.).

Los vectores iniciales se dirigieron anteriormente hacia abajo y a la izquierda y los terminales eran posteriores hacia arriba y a la derecha.

En los 3 casos restantes de Tetralogía cianótica el asa de P era anterior e inferior. El asa de QRS estuvo dirigida hacia adelante (plano

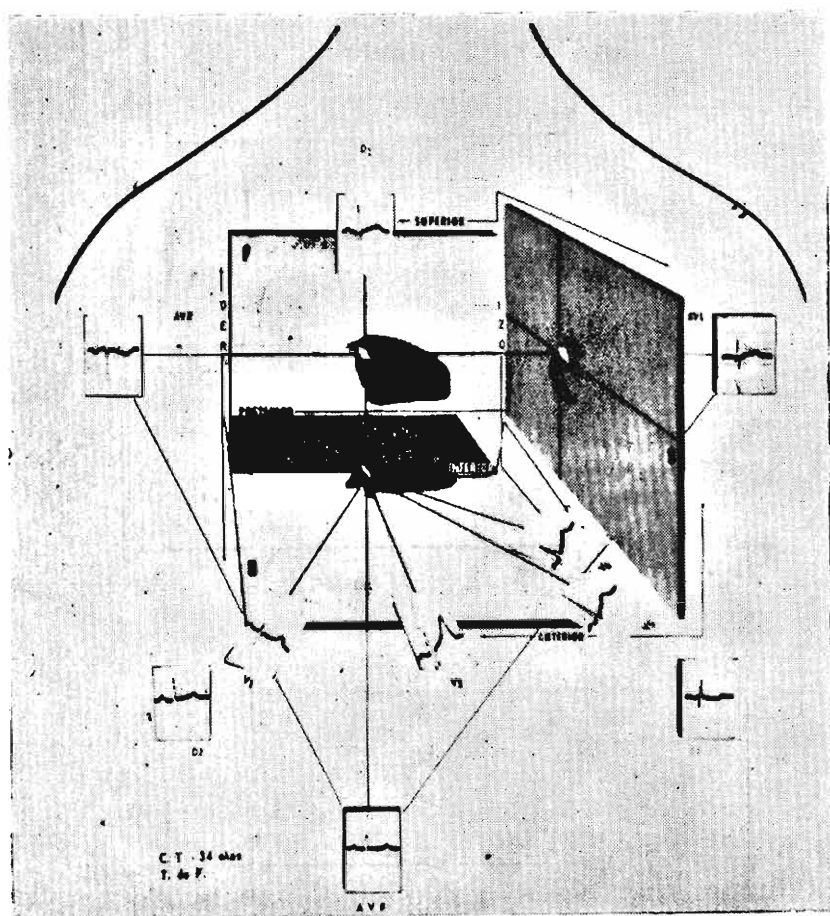


Fig. 8.— C.T. 34 años. Caso acianótico, Tetralogía de Fallot. El ECG. es normal, el S.V. C. G. es francamente anormal. Las fuerzas terminales son anteriores de orientación horaria y derechas y tienden a dirigirse superiormente al octante posterior (Plano H).

**CUADRO Nº 4**

**Tetralogía de Fallot**

Paciente	Edad	s A P	A QRS	Patrón E. c. g. V <sub>1</sub>	Inversión onda T V <sub>1</sub>	Dx. E. c. g.	s VCG s EQRS (rotación)	s VCG Tipo HVD
1) C. T. Acianótico	34	+ 20° F. 1139	+ 10°	Rsr'	no	normal	H. I. D.	G. I
2) T. D. Cianótico	5	+ 120° A. I. A.	+ 120°	rsRR'	V <sub>1</sub>	H. V. D.	H. I. A. D.	G. IV
3) Z. E. Cianótico	14	+ 45° A. I.	+ 160°	Rs	V <sub>1</sub>	H. V. D.	H. I. A. D.	G. III
4) F. V. Cianótico	12	+ 40° A. I.	+ 100°	Rs	V <sub>1</sub>	H. V. D.	H. I. A. D.	G. III

sagital), abajo (plano frontal) y a la derecha (plano horizontal) (Fig. 9 T. D.), estando confinado en el octante antero-interior derecho (planos frontal y sagital simultáneamente). (Ver cuadro IV).

El asa de T fue izquierda y superior pero no opuesta a QRS. La evolución vectorcardiográfica entre el caso acianótico y los cianóticos mostró un cambio progresivo hacia la sobrecarga ventricular derecha. En el primer caso la orientación horaria del asa de QRS fue anormal y se inscribió en el octante inferior izquierdo y ligeramente anterior. El eje fue izquierdo y el electrocardiograma fue normal; durante la operación se encontró una tetralogía clásica y el ventrículo derecho estaba hipertrofiado.

Los vectorcardiogramas de los 3 últimos casos fueron típicos de Hipertrofia Ventricular Derecha marcada, con vectores iniciales orientados anteriormente, desplazados hacia la derecha. Sus fuerzas terminales eran dirigidas hacia arriba, atrás y siempre a la derecha (Fig. 9). El plano sagital muestra una típica diferencia con el caso anterior (Fig. 8), este es más anterior y menos inferior. Hay que hacer notar que el asa de T (ver plano horizontal) no es diametralmente opuesta a la de QRS como hemos visto en la estenosis pulmonar valvular (Fig. 6 C.B.).

Haciendo correlación vectorelectrocardiográfica se podría colegir que el vectorcardiograma indica con más fidelidad la predominancia de las fuerzas eléctricas que se dirigen anteriormente y hacia abajo en sentido horario lo cual precozmente es signo de sobrecarga ventricular derecha. En uno de nuestros casos el patrón electrocardiográfico no mostraba cambio anormal alguno (Ver Fig. 8 C.T.).

En los casos en que el electrocardiograma mostraba claros signos de preponderancia derecha y que, además, por el mellamiento de QRS ( $rR'$ ) sugería además electrocardiográficamente cambios en la conducción ventricular (tipo bloqueo incompleto de rama) el vectorcardiograma no sólo confirmaba la preponderancia derecha sino que asignaba la cualidad de estos accidentes a fenómenos de pura hipertrofia derecha.

En forma sistemática hemos montado los Vectorcardiogramas y Electrocardiogramas sobre un dibujo de imagen tridimensional que favorezca la directiva visualización de las relaciones del QRS del E.c.g. con las inflexiones iniciales medias y terminales del V.c.g. Este último puede analizarse en los 3 planos en sus desplazamientos sean éstos de inicio anterior e izquierdo o de inicio anterior derecho o de terminación posterior y derecha.

Creemos que este esquema facilita grandemente la interpretación vectorial, especialmente en HVD y BRD, y significa un buen método de

enseñanza por que favorece la mejor comprensión del correlato vector-electrocardiográfico..

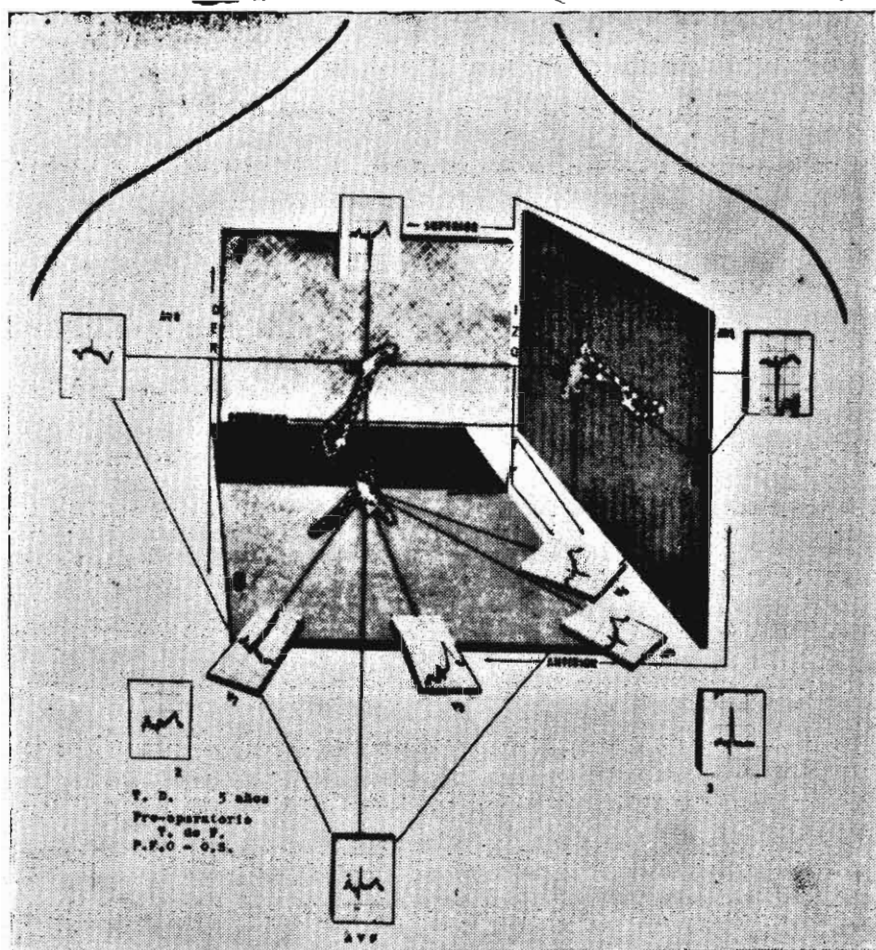


Fig. 9.— T.D. 5 años. Caso cianótico. El ECG. es típico de T. de Fallot extrema ver (texto). El Loop de SQRS está hacia adelante (Plano S), abajo (Plano F) y a la derecha (Plano H), indicando H.V.D.

## DISCUSION

En nuestros casos de *Defectos Septales, Tipo Ostium Secundum* el patrón electrocardiográfico fue de hipertrofia ventricular derecha con un eje eléctrico que fue  $+140^\circ$ . No se encontró trastorno de conducción.

El complejo  $rsR'$  en  $V_1$  en estos defectos está ampliamente descrito (8-10-48).

El vectorcardiograma espacial sufre un desplazamiento anterior y a la derecha con una rotación en sentido horario.—Beregovich (46) estudia la regresión de estos accidentes hasta la normalidad después de la reparación quirúrgica, encontrando cambios progresivos que hacen que el asa de  $sE$  QRS pierda su posición anterior, se haga izquierdo-posterior y el sentido de rotación se torne antihorario.

En la persistencia del Canal atrio-ventricular Común se encontró, en más de la mitad de los casos, bloqueo aurículo-ventricular de primer grado, la desviación izquierda fue la regla. Un caso de hipertrofia ventricular derecha pura presentó un patrón  $S_1 - S_2 - S_3$  en las derivaciones standard. En este caso el  $V_1$  mostró un patrón de  $qR$ , pero el más constante fue  $rsR'$ .

Vectorcardiográficamente es notoria la diferencia de orientación del asa de  $sE$  QRS en los casos de Comunicación Interauricular Tipo Ostium Secundum y los de *Persistencia del Canal Atrio-Ventricular Común* (Tipo Ostium Primum). En los primeros el asa de  $sE$  QRS se orientó a la derecha, interior y anteriormente con rotación horaria (plano frontal (F) y sagital (S) (Ver Fig. 5 M.D. — 13 años).

Esto fue previamente descrito electrocardiográficamente por Burch y luego demostrado vectorcardiográficamente (44) (45). Se discute aún la razón del porqué de la orientación superior e izquierda de los vectores en los defectos del Canal Atrio-Ventricular Común.

Un hecho de notarse con el asa de  $sE$  QRS Septum Secundum. Este no tiene la morfología típica del asa  $sE$  QRS de Hipertrofia ventricular derecha que acostumbramos a ver en Estenosis pulmonar; por ejemplo, (comparar Fig. 4 con Fig. 6). Burch y De Pasquale, piensan que la diferencia de orientación espacial de los vectores en estos defectos se debería a determinadas alteraciones propias en las porciones miocárdicas vecinas, llámese hipertrofia de la cresta supraventriculares o hipertrofia biventricular. Lo cierto es que existe una diferencia en el curso de activación ventricular dado que en defectos de Ostium Primum existe un franco trastorno de conducción como hemos visto en los resultados arriba expuestos.

El mismo tipo de orientación vectorial ha sido descrito por Beregovich y Wachtell en sujetos seniles con coronariopatía asociada a hipertrofia ventricular izquierda (4) (46).

Nuestro caso, ilustrado en la Fig. 5, tuvo un vectorcardiograma típico de Ostium Primum con orientación superior y desplazamiento iz-

quierdo de los vectores, sin embargo, a la operación se encontró el ventrículo derecho muy agrandado con un ventrículo izquierdo normal.

En pacientes con *Estenosis Pulmonar* la presión de eyección en el ventrículo derecho está elevado. Esto indudablemente es un factor para la hipertrofia ventricular derecha existente. A través del electrocardiograma y vectorcardiograma se puede conocer el grado de esta hipertrofia, e indirectamente, la severidad de la *Estenosis Pulmonar* (12). Así, en todos nuestros casos, el eje eléctrico estuvo por encima de los  $+110^\circ$ . El QRS en  $V_1$  fue de tipo Rs y sólo uno de tipo rsR'. En este último, la presión sistólica intraventricular suele encontrarse más baja que en el tipo Rs (5) sin embargo, esto no es absolutamente cierto a juicio de otros autores (13) (47).

La inversión de la onda T precedida de depresión de ST en  $V_1$  ha sido bien descrita como asociada a presiones sistólicas ventriculares altas (12). Cuatro de nuestros casos la presentaron y fueron aquellos sin patrón tipo Rs en  $V_1$  (Ver Fig. 6).

Campbell (15) nos da otro índice del grado de presión ventricular derecha por encima de los 100 mm. de Hg. en casos de inversión aislada de la onda T desde  $V_1$  a  $V_4$ , asimismo, se pone énfasis en el intervalo P-R prolongado y en las ondas P picudas en  $D_2$  como índices de sobrecarga ventricular derecha (6) (8) (9) (10) a este respecto es indudable que el vectorcardiograma es típico. Todos nuestros casos cumplieron con el criterio adoptado (3) (43) (47). No es nuestra intención presentar una evolución post-operatoria, pero se reportan los cambios progresivos de regresión hacia la normalidad que el vectorcardiograma y electrocardiograma sufren, permitiendo una evaluación del resultado quirúrgico sin la necesidad de cateterizaciones repetidas (7).

Se puede observar los cambios del asa de QRS hacia la izquierda y el de s E T que de discordante se angula y se desvía a la concordancia en relación con el QRS. Esto sugiere obviamente las modificaciones en las presiones ventriculares que se producen después de corregida la estenosis (3).

La literatura está colmada con trabajos publicados sobre *Tetralogía de Fallot*, se han trazado patrones electrocardiográficos que tienden a explicar el complejo anatómico-funcional de esta cardiopatía (48) (49) (50) (51). En un intento de explicar todas las manifestaciones que se presentan en el "complejo" tipo Fallot, Mc Card y col. (52) considera a varios tipos: el Fallot clásico, el extremo, el acianótico, el tipo de Comunicación interventricular predominante con *Estenosis Pulmonar* también predominante y el tipo de Transposición parcial de los

grandes vasos con estenosis pulmonar, más comunicación interventricular y, por último, el de tipo ventrículo único con Estenosis pulmonar. En nuestro caso 'acianótico' el electrocardiograma fue normal pero el vectorcardiograma fue francamente patológico. En nuestros casos cianóticos las ondas P eran picudas especialmente en  $V_1$ , lo mismo la onda R la cual cambiaba bruscamente a RS' desde  $V_2$  hasta  $V_{12}$ .

Las ondas T negativas  $V_1 - V_2$  se tornaban positivas de  $V_3$  a  $V_{12}$ .

El mayor voltaje de P en  $V_1$  puede parcialmente explicarse por la tendencia de las fuerzas eléctricas auriculares a ser perpendiculares a las derivaciones del plano frontal y por supuesto también al hecho de que, por la hipertrofia de las cámaras derechas, la precordial  $V_1$  por su proximidad puede ser considerada una derivación semidirecta.

Un dato interesante para diagnosticar hipertrofia auricular derecha es el patrón qR en  $V_1$  sugerido por Sodi Pallares (53).

Los patrones de Rs, qR, rsR' y RS de sobrecarga ventricular derecha guardan correspondencia con la relación de presiones entre el ventrículo derecho y el izquierdo (54).

El complejo Rs aparece con frecuencia en condiciones en las cuales la presión sistólica derecha e izquierda son similares. Es justamente esto lo que dió origen al término de "ventrículo derecho sistémico", como acontece generalmente en Tetralogía de Fallot, Estenosis Pulmonar severa, etc.

En la Fig. 6, que corresponde a un caso de Estenosis Pulmonar el patrón de Rs está presente y fue en este caso que las presiones derechas e izquierdas eran casi similares (54) (55).

En los casos de complejo qR la presión sistólica derecha es mucho mayor que la izquierda. Estos pacientes tienen marcada cardiomegalia como acontece en los casos de ventrículo único con estenosis pulmonar. La presencia del complejo qR en Tetralogía de Fallot permite sugerir la existencia de una aurícula derecha dilatada por su asociación con la cardiomegalia.

Cuando en los casos de Tetralogía de Fallot aparecen, complejos qR, qRs o qRS en derivaciones precordiales izquierdas  $V_5 - V_{12}$ , se puede asociar la existencia de un shunt arteriovenoso Tipo Comunicación Interventricular que evoluciona con Hipertrofia Ventricular izquierda.

La morfología de T en las derivaciones precordiales está también en relación con el tipo de sobrecarga hemodinámica (55).

En la mayoría de los casos de Tetralogía de Fallot, el s A T está orientada hacia abajo, atrás y a la izquierda, esto está de acuerdo con la vía que sigue la repolarización ventricular. La oposición de S. A. T



con S A. QRS es más marcada en el plano horizontal que en frontal, esto quizás estaría en relación con la forma peculiar de los vectores de QRS y T en estos pacientes.

### RECONOCIMIENTO

Este trabajo no hubiera sido posible originarse sin el constante estímulo y ayuda del Dr. James Minor, Jefe del Departamento de Dinámica Cardiovascular del Charles Giddings Clinic, St. Joseph Infirmary, Atlanta, Ga. U. S. A.

Cordial agradecimiento al Dr. William Hopkins y American Georgia Heart Association por prestarme sus casos clínicos y quirúrgicos para estudio.

Mi gratitud al Dr. Ricardo Cheesman por su eficiente ayuda y a la Sra. Carmen G. de De la Cruz por su valiosa colaboración en el manuscrito.

### SUMARIO

1. a) Hemos presentado Vector y Electrocardiográficamente 35 casos de Cardiopatías Congénitas todos los cuales han tenido comprobación quirúrgica. Ellos son: Comunicación Interauricular, 20 casos; Persistencia del Canal Atrioventricular, 6 casos; Estenosis Pulmonar, 5 casos y Tetralogía de Fallot, 4 casos.
- b) Se comentan las modificaciones que sufren el E.c.g. y s VCG en relación con la evaluación y evolución post-operatoria.
2. a) El E.c.g. en Comunicación Interauricular tipo Ostium Secundum no mostró hallazgos significativos fuera de la Hipertrofia ventricular derecha y el patrón de rsR' en precordial V<sub>1</sub>.
- b) Se mostró la correlación del "crochetage" del QRS con su similar en el vectorcardiograma en los casos de defecto septal tipo Ostium Secundum.
- c) Se describen los hallazgos electrocardiográficos de desviación de A QRS a la izquierda, bloqueo de primer grado y el patrón RSR' en la derivación precordial V<sub>1</sub> en los casos de persistencia de Canal Atrio-ventricular común.
- d) Se describe el s VCG, en los casos de Canal Atrio-Ventricular Común y se hace notar el valor del electro y vectorcardiograma como métodos no sólo para el diagnóstico de las Comunicaciones Interauriculares sino para la diferenciación entre los tipos Ostium Secundum y Primum.

3. a) Se discute la desviación del eje eléctrico a la derecha, la orientación vectorial de s E QRS en la Hipertrofia ventricular derecha severa y la discordancia del s E T en la Estenosis Pulmonar.
4. a) Se describe el A QRS y A T típicos de Tetralogía de Fallot y en sus orientaciones tridimensionales. El complejo Rs en V<sub>1</sub> con significado de "ventrículo derecho sistémico".  
b) Se comenta la correlación hemodinámica-electrocardiográfica.  
c) Se describe el Vectorcardiograma en la Tetralogía de Fallot clásica como un predominio de fuerzas eléctricas dirigidas anterior e inferiormente y hacia la derecha.
5. Se propone un esquema tridimensional sobre el que se puede montar los electros y vectorcardiogramas en tal forma que el estudiante pueda leer e interpretar las fuerzas electromotrices.

## SUMMARY

1. a) The electrocardiograms and spatial vectorcardiograms of 35 surgically proven cases of Congenital Heart Disease such as ASD (20 cases), Common atrio-ventricular canal (6 cases); Pulmonic Stenosis (5 cases) and Tetralogy of Fallot (3 cases) have been presented.  
b) The value of the E.c.g. and s VCG. changes following surgical correction of the defects as an adequate index for evaluating the post operative results has been commented upon.
2. a) In defects of the Secundum type there were no significant E.c.g. findings other than the right ventricular hypertrophy and the rsR' pattern in V<sub>1</sub>.  
b) The relationship of the "crochetage" of QRS in the E c. g. and s VCG. in proven cases of ASD, of the Secundum type has been shown.  
c) Electrocardiographically, the striking findings in Common Atrio-Ventricular Canal were: left axis deviation, first degree A-V block and RSR' pattern in V<sub>1</sub>.  
d) The s VCG and the E.c.g. are reliable methods, not only in the diagnosis of Atrial Septal Defects, but also in the differentiation between Primum and Secundum types.
3. The variations of the electrical axis, the orientation of the QRS s E loop related to severe right ventricular hipertrophy and the discordant T s E loop in Pulmonic stenosis, have been discussed.
4. a) The electrocardiographic pattern found in Tetralogy of Fallot,

namely the typical tridimensional orientations of S A QRS and s A T, have been described.

- b) The electrocardiographic and hemodynamic correlations have been commented upon.
  - c) The predominance of the electrical forces directed anteriorly, inferiorly and to the right has been described in the s VCG of the classic Tetralogy of Fallot.
5. A tridimensional pattern for the plotting of the E.c.g. and s VCG that will allow the beginner to read, and study the electromotive forces, has been proposed.

### BIBLIOGRAFIA

1. Hiss, R. G. and Lamb, L. E.: Electrocardiographic findings in 67, 375 symptomatic subjects. Normal Values. *Am. J. Cardiol.* 6: 200, 1960.
2. Fowler, N. O. Jr. and Helm, R. A.: The Spatial QRS loop in right ventricular hipertrophy with special reference to the initial component. *Circulation* 7: 573, 1953.
3. Braunwald, E., Sapin, S. O.; Donoso, E. and Grishman, A.: A study of the Electrocardiogram and Vectorcardiogram in congenital Heart disease. *Am. Heart J.* 50: 823, 1955.
4. Beregovich, J., Bleifer, S., Donoso, E. and Grishmann, A.: Vectorcardiogram and Electrocardiogram in persistent common arterioventricular canal. *Circulation* 21: 63, 1960.
5. Silverblatt, M. L., Rosenfeld, I., Grishman, A. and Donoso, E.: The Vectorcardiogram and Electrocardiogram in Interatrial Septal defect. *Am Heart J.* 53: 380, 1957.
6. Blound, G. S., Mc Cord, M. C., Mueller, H. and Swan, H.: Isolated valvular pulmonic Stenosis Clinical and Physiologic response to open valvuloplasty. *Circulation* 1: 161, 1954.
7. Kahn, M.; Bleifer, S. B.; Grishman, A. and Donoso, E.: The Vectorcardiogram and Electrocardiogram before and after valvulotomy for pulmonic Stenosis. *Am. Heart J.* 58: 327, 1959.
8. Barber, J. M.; Magidson, O. and Wood, P.: Atrial septal defect, with special reference to the Electrocardiogram, Pulmonary Artery pressure and Second Heart Sound. *Brit. Heart J.* 12: 277, 1950.
9. Soulié, P.; Carlotti, J.; Joly, F.; Acar, J. and Forman, J.: Les communications inter-auriculaires á propos de 81 cas. *Semaine hóp. Paris* 35: 669, 1959.
10. Hahn, C. and Risch, F.: Considerations á propos de la fermeture de 90 casse de communications inter-auriculaires sous hypothermie. *Cardiología* 34: 265, 1959.
11. Marquis, R. M.: Unipolar Electrocardiography in Pulmonary Stenosis. *Brit. Heart J.* 13: 89, 1951.
12. Abrahams, D. G. and Wood, P.: Pulmonary Stenosis with normal aortic root. *Brit. Heart J.* 13: 519, 1951.

13. Orme, H. W. and Adams, F. H.: The relationship of intracardiac pressures and electrocardiographic findings in cases of congenital heart disease. *J. Pediat.* 41: 53, 1952.
14. Thomas, P. and Rejong, D.: The P. wave in the electrocardiogram in the diagnosis of heart disease. *Brit. Heart J.* 16: 241, 1954.
15. Campbell, M.: Simple pulmonary Stenosis. Pulmonary valvular Stenosis with a closed ventricular septum, clinical and Hemodinamic studies of congenital pulmonic stenosis with intact ventricular septum. *Brit. Heart J.* 16: 273, 1954.
16. Beregovich, J.; Bleifer, S.; Donoso, E. and Grisham, A.: Vectorcardiographic and electrocardiographic changes following surgical correction of atrial septal defect. *Am. Heart J.* 59: 329, 1960.
17. Eithoven, W.; Fahr, G. and De Waart, A.: Ueber die Richtung und die manieste groesse de potentialschwankungen in menschlicheen Herzen und ueber den Einfluss der Herzlage auf die form des Elektrokardiogramms. *Pflueger's Arch. ges Physiol.* 150: 275, 1913.
18. Craib, H. W. with an appendix by Cangiield, R.: A study of the electrical field surrounding active heart muscle. *Heart* 14: 71, 1927.
19. Sulzer, R.: L'Electrogramme a deux dimensions du battement et de la fibrillation ventriculaire du coer du lapin. *Arch. Int. Physiol.* 43: 82, 1936.
20. Sulzer, R.; and Duchosal, P. W.: Planographie nouvelle methode d'enregistrement electrocardiographique selon deux derivations simultanees. *Arch. d.mal. du coeur.* 38: 682, 1938.
21. Duchosal, P. W.: Physiopathologie de l'Electrocardiogramme (suivi de considerations sur la vectographie en collaborations avec R. Sulzer). *Helver. Med. Acta* 12: 361, 1945.
22. Duchosal, P. W.; Groscurin, J. and Sulzer, R.: Etude des relations enter le vectorcardiogramme et les derivations standard unipolaires des membres et precordiales. *Ioid.* 3: 273, 1948.
23. Lamb, L. B.: Fundamentals of Electrocardiography and Vectorcardiography, p. 1. Springfield III, 1957, Charles Thomas.
24. Milnor, W. R.; Talbot, S. A. and Newman, E. V.: A study of the relationship between unipolar leads and spacial vectorcardiograms, using the panoramic vectorcardiographic. *Circulation.* 7: 545, 1953.
25. Scher, A. M.; Young, A. C.; Malmgren, A. L. and Paton, R. R.: Spread of electrical activity through the wall of the ventricle. *Circulation* 1: 539, 1953.
26. Wilson, F. N.; Rosenbaum, F. and Johnston, F. D.: Interpretation of the ventricular complex of the electrocardiogram. In *Advances in Internal Med.* Vol. 2, p. 1. New York, 1947. Interscience Publishers, Inc.
27. Duchosal, P. W. and Sulzer, R.: La Vectorcardiographie. Basle, E. Karger, 1949.
28. Schemitt, O.; Levine, R.; Simonson, E.: Electrocardiographic mirror pattern studies. I. Experimental validity test of the dipole hypothesis and of each central terminal theory. *Am. Heart J.* 45: 416, 1953.
29. Duchosal, P. W.; and Groscurin, J. R.: The Spatial vectorcardiogram ob-

- tained by use of the Trihedron and its scalar comparisons. *Circulation* 5: 237, 1952.
30. Jouve, A.; Buisson, P.; Albouy, A.; Velasquez, P. and Bergier, G.: *La Vectorcardiographie en Clinique*, Paris, Masson et Cie. 1950.
  31. Grishman, A.; Borun, E. R. and Haffe, H. L.: Spatial vectorcardiography: Technique for the simultaneous recording of the frontal, sagittal and horizontal projections. I. *Am. Heart J.* 41: 483, 1951.
  32. Frank, E. Ph. d.: A direct experimental study of three systems of spatial vectorcardiography. *Circulation*, 10: 101, 1954.
  33. Massie, E. and Walsh, T. J.: *Clinical Vectorcardiography and Electrocardiography*. The year book Publisher, Inc. 1960 (95).
  34. Grishman, A.: Spatial Vectorcardiography. *Heart Bulletin*, April 1959.
  35. Grishman, A.; and Scherlis, L.: *Spatial Vectorcardiography*. Philadelphia W. B. Saunders Co., 1952.
  36. Sokolow, M. and Lyon, T. P.: The ventricular complex in right ventricular hypertrophy as obtained by unipolar precordial and limb leads. *Am. Heart, J.* 38: 273, 1949.
  37. Goodwin, J. F.: The electrocardiogram in normal children and in children with right ventricular hypertrophy. *Brit. Heart. J.* 14: 173, 1952.
  38. Milnor, W. R.: The electrocardiogram and Vectorcardiogram in right ventricular hypertrophy and right bundle-branch block. *Circulation* 16: 348, 1957.
  39. Sokolow, M. and Lyon, T. P.: The ventricular complex in left ventricular hypertrophy as obtained by unipolar precordial and limb leads. *Am. Heart. J.* 37: 161, 1949.
  40. Lasser, R. P.; Borun, E. R. and Grishman, A.: Spatial vectorcardiography: Right ventricular hypertrophy as seen in congenital heart disease. VII, *Am. Heart J.* 42: 370, 1951.
  41. Milnor, W. R.: The electrocardiogram and Vectorcardiogram in right ventricular hypertrophy and right bundle branch block. *Circulation* 16: 348, 1957.
  42. Lasser, R. P.; Borun, E. R. and Grishman, A.: A Vectorcardiographic analysis of the RSR' complex of the unipolar chest lead electrocardiogram. III. *Am. Heart J.* 41: 667, 1951.
  43. Donoso, E.; Sapin, S. O.; Braunwald, E. and Grishman, A.: Vectorcardiographic criteria for ventricular hypertrophy. *Am. Heart, J.* 50: 674, 1955.
  44. Burch, G. E. and De Pasquale, N.: The Spatial Vectorcardiogram in proved congenital atrial septal defect. *Am. Heart. J.* 58: 319, 1959.
  45. Burch, G. E. and De Pasquale, N. P.: The Electrocardiogram and Ventricular gradient in atrial septal defect. *Am. Heart, J.* 58: 190, 1959.
  46. Wachtel, F. W.; Lamelas, M.; Grishman, A. and Donoso, E.: The Vectorcardiographic appearance of left ventricular hypertrophy with conduction delay. *J. Mt. Sinai Hosp.* 23: 157, 1956.
  47. Walker, W. J.; Mattingly, T. W.; Pollock, B. E.; Carmichael, D. B.; Inmom, T. and Forrester, R. H.: Electrocardiographic and hemodynamic correlation in atrial septal defect. *Am. Hear. J.* 52: 547, 1956.

48. Sodi-Pallares, D.: Semiología electrocardiográfica de los padecimientos congénitos. *Principia Cardiol.* 2: 120, 1955.
49. Portillo, B.; Anselmi, G.; Sodi-Pallares, D.; Medrano, G. and Pileggi F.: Tetralogía de Fallot. Estudio electrocardiográfico de 28 casos con comprobación necrópsica. *Arch. Inst. Cardiol. México* 28: 638, 1958.
50. Donzelot, E. and D'Allaines, F.: *Traité des cardiopathies congenitales* París, 1954, Masson et Cie.
51. Peñaloza, D.; Tranchesi, J.; Marsico, F.; Limon, R. and Sodi-Pallares, D.: Vectorial analysis of the electrocardiogram in right ventricular hypertrophy. I. Congenital Heart disease with pure or associated pulmonary stenosis, Second Congress of S. I. B. I. C. Acapulco, México, 1954.
52. Mc Cord, M.; Van Elk, J. and Blount, S. G.: Tetralogía of Fallot, Clinical and hemodynamic spectrum of combined pulmonary stenosis and ventricular septal defect. *Circulation* 16: 736, 1957.
53. Sodi-Pallares, D.; Bisteni, A. and Hermann, G. R.: Some views on the significance of qR and QR type complexes in right precordial leads in the absence of myocardial infarction. *Am. Heart J.* 43: 716, 1952.
54. Pileggi, F.; Bocanegra, J.; Macruz, R.; Borgers, S.; Tranchesi, J.; Féher J.; Portugal, O. and Barbato, E.: Estudio electrocardiográfico de estenosis pulmonar valvular isolada. II Interpretação vectorial do ventriculograma. *Arq. Brasil. Cardiol.* 11. 3/4, 199, 1958.
55. Barbato, E.; Fijiooka, F.; Debes, A.; Pileggy, F.; Barruoul, C.; Silva P. and Décourt, L. V.: Study of the sequence of ventricular activation and the QRS complex of the pathologic human heart, using direct epicardial leads *Am. Heart J.* 56: 340, 1958.