

## Utilidad del análisis vectorial del electrocardiograma

Alfredo de Micheli,\* Gustavo A Medrano\*



### Resumen

Se presenta y se analiza, desde el punto de vista vectorial, un electrocardiograma perteneciente a una mujer de 52 años, obesa y con hipertensión arterial sistémica. El trazo muestra un bloqueo de rama izquierda (BRIHH) de grado avanzado con  $\hat{A}QRS_F$  a  $+70^\circ$ .

Para explicar tal comportamiento, se ha analizado la orientación espacial de los cuatro principales vectores resultantes de la activación ventricular, comparándola con la orientación habitual de dichos vectores en presencia de un BRIHH acentuado. En el caso que nos ocupa, el segundo vector, originado en la masa septal izquierda inferior, se dirige hacia abajo. Este comportamiento se debe verosímilmente a una dextrorrotación acentuada. Se ha pensado, pues, en la asociación de una probable patología del corazón derecho. Se han efectuado pruebas cardiorrespiratorias, que han demostrado la existencia de un enfisema pulmonar crónico. El estudio de este caso corrobora la utilidad de la exploración vectocardiográfica en clínica.

### Summary

#### USEFULNESS OF THE VECTORIAL ANALYSIS OF THE ELECTROCARDIOGRAM

An electrocardiogram corresponding to an obese, hypertensive woman 52 years old, is presented. It shows a left bundle branch block of advanced degree and the  $\hat{A}QRS_F$  at  $70^\circ$ . In this case, the key of the electrocardiographic diagnosis is that the second vector originated by depolarization of the lower left septal mass is oriented downward, which is unusual in the presence of left bundle branch block. This fact may be due to a marked clockwise rotation. Therefore, it is possible that right ventricle pathologic conditions be associated to those involving the left ventricle. Cardiopulmonary tests determined the existence of a chronic pulmonary emphysema. Furthermore the study of this case shows the usefulness of vectorcardiographic exploration in clinical practice.

(Arch Cardiol Mex 2001; 71:237-240).

**Palabras clave:** BRIHH. Activación ventricular. Vectores resultantes. Segundo vector septal. Dextrorrotación. Enfisema pulmonar crónico.

**Key words:** LBBB. Ventricular depolarization. Resultant vectors. Second septal vector. Clockwise rotation. Chronic pulmonary emphysema.

**L**a interpretación lógica, i. e. racional, de los trazos eléctricos permite no sólo establecer el diagnóstico electrocardiográfico correcto, sino formular también sugerencias pertinentes de orden clínico. Tal aseveración resalta claramente en el caso que se describe a continuación, correspondiente a una mujer de 52 años obesa, hipertensa y con historia de bronquitis de repetición.

### Análisis vectorial del electrocardiograma

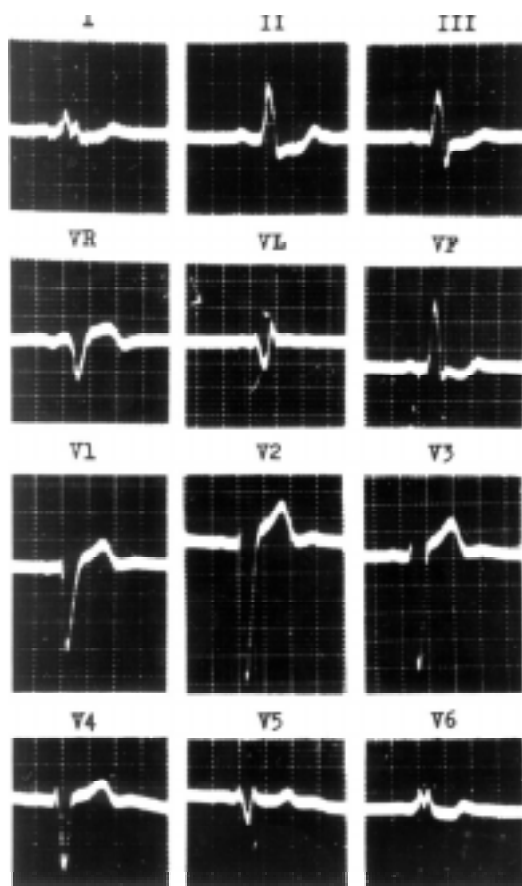
El electrocardiograma (*Fig. 1*) muestra una posición cardíaca intermedia, puesto que los complejos ventriculares son semejantes en  $aVL$  y  $V_5$ . Sugiere también la existencia de un bloqueo de rama izquierda del haz de His (BRIHH) de grado avanzado e isquemia subendocárdica del ventrículo izquierdo por las ondas T positivas en  $D_1$  y  $V_6$ . Para

\* Del Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez". (INCICH. Juan Badiano No. 1, 14080, México, D.F.).

Correspondencia: Dr. Alfredo de Micheli. Tel. (015)573 2911 Ext. 1310 Fax: (015)485 2947 E-mail: archivos@cardiología.org.mx

Recepción: 18 de junio de 2001.

Aceptado: 2 de julio de 2001.



**Fig. 1.** ECG de una mujer de 52 años, obesa e hipertensa. La posición cardíaca es intermedia, puesto que la morfología del complejo ventricular es semejante en aVL y V<sub>5</sub>. Existe un BRIHH de grado avanzado, con  $\hat{AQRS}_F$  a  $+70^\circ$ .

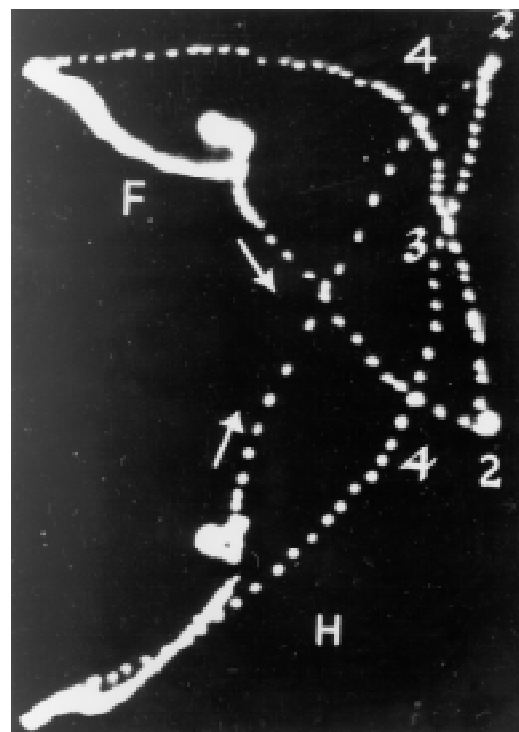
poder explicar de manera satisfactoria la posición de  $\hat{AQRS}_F$  a  $+70^\circ$ , se ha estudiado la sucesión del proceso de activación ventricular en relación con los principales vectores resultantes. Según Sodi Pallares,<sup>1</sup> dichos vectores son cuatro. Para poder identificarlos, en el caso que nos ocupa, se han registrado derivaciones electrocardiográficas con velocidad del papel de 100 mm/seg. Así se ha podido ver que el empastamiento precoz de la onda R en D<sub>I</sub> corresponde a una discreta positividad inicial del complejo ventricular en V<sub>1</sub>, sincrónica con la pequeña onda Q en D<sub>III</sub>. Parece ser éste el primer vector septal derecho del BRIHH, que se dirige en el sentido esperado: hacia  $0^\circ$  en el plano frontal y hacia  $+75^\circ$  en el horizontal.

Pero el segundo vector de la activación ventricular, en nuestro caso, se orienta hacia abajo (alrededor de  $+75^\circ$  en el plano frontal), a la izquierda y atrás (hacia  $-80^\circ$  en el plano horizontal).

A su vez, las curvas vectocardiográficas ventriculares (Fig. 2) muestran la rama centrífuga orientada hacia abajo (alrededor de  $+50^\circ$  en el plano frontal), a la izquierda y atrás del punto de origen (alrededor de  $-65^\circ$  en el plano horizontal). Sin embargo, en el BRIHH, el segundo vector de la activación ventricular, originado por la despolarización de la masa septal izquierda baja, se orienta en general hacia la izquierda, atrás y alrededor de  $+10^\circ$  en el plano frontal. Corresponde al primer vértice de la onda R en las derivaciones I, V<sub>5</sub> y V<sub>6</sub>.<sup>2</sup> Así pues, en el caso en estudio, la orientación del vector mencionado podría deberse a una dextrorrotación acentuada.

El tercer vector, debido a la activación del tercio mediosuperior del tabique interventricular, corresponde a la muesca de la onda R en D<sub>I</sub> y V<sub>6</sub>. En el caso en discusión, no puede ser muy útil para el diagnóstico, dado que constituye un vector intermedio no bien individualizado que se dirige hacia la izquierda y atrás de su punto de origen y más arriba que el segundo vector (Fig. 2).

El cuarto vector se debe a la activación de regiones posterolaterales basales de la pared libre



**Fig. 2.** Vectocardiogramas frontal (F) y horizontal (H) obtenidos en la misma enferma de la figura 1. El segundo vector del BRIHH se dirige hacia la izquierda y abajo, alrededor de  $+75^\circ$  en el plano frontal, mientras que habitualmente se orienta hacia  $+10^\circ$ .

del ventrículo izquierdo y de las anterobasales del tabique interventricular.<sup>3</sup> Se manifiesta en el segundo vértice de R en  $D_I$  y  $V_6$  y es sincrónico con algunas porciones de la onda S en  $D_{II}$  y  $D_{III}$ . Se orienta hacia  $-70^\circ$  en el plano frontal y hacia  $-60^\circ$  en el horizontal y así se comporta en este caso (Fig. 2). Por lo tanto, los vectores 3 y 4 tienen la orientación que se observa habitualmente en presencia de un BRIHH avanzado, porque las regiones en donde se originan permanecen en una posición posterior y alta aun cuando existe una dextrorrotación acentuada.

Ahora bien, dado que la rotación horaria no se observa generalmente en condiciones patológicas del ventrículo izquierdo, parecía necesario investigar la probable existencia de una patología del corazón derecho. Se han efectuado, pues, las pruebas cardiorrespiratorias, que han demostrado la existencia de un enfisema pulmonar crónico.

### Comentario

La sucesión del proceso de activación ventricular, en el BRIHH de grado avanzado, puede representarse por cuatro vectores resultantes principales (Fig. 3). La primera activación ventricular se produce en la masa septal derecha anteroinferior y da origen a un vector inicial, que se manifiesta alrededor de 12-15 mseg después del mero comienzo de la despolarización del ventrículo correspondiente. Dicho vector se dirige hacia adelante y algo hacia la izquierda. A consecuencia del fenómeno del "salto de onda"<sup>4</sup> en porciones medias y bajas del tabique interventricular, los frentes de activación invaden la masa septal izquierda y avanzan en sentido retrógrado por sus porciones medias y posteriores bajas. Tales frentes se representan por el segundo vector septal, o vector resultante del "salto de onda" en las regiones septales inferiores. Este vector se manifiesta alrededor de 100 mseg tras el inicio de la despolarización ventricular y se orienta hacia la izquierda, atrás y alrededor de  $+10^\circ$  en el plano frontal, dando origen a la positividad inicial del complejo intraventricular izquierdo.

Se despolarizan después las porciones anteriores altas de la masa septal izquierda, como consecuencia del "salto de onda" en el tercio superior del tabique interventricular. Así se engendra el tercer vector septal, orientado hacia la izquierda y menos atrás que el segundo. En fin, se activan las regiones laterales basales de la pared libre ventricular izquierda, lo que da origen al cuarto vector dirigido hacia la izquierda y menos atrás que



**Fig. 3. Arriba:** Esquema de la orientación de los cuatro principales vectores resultantes de la activación ventricular, en presencia de un BRIHH de grado avanzado. **Abajo:** Curva vectocardiográfica ventricular en el plano horizontal, en un BRIHH acentuado, con la proyección de dichos vectores.

el tercero. La representación del proceso de activación ventricular mediante cuatro vectores resultantes principales —tres septales y uno parietal— explica de manera satisfactoria tanto las curvas electrocardiográficas intracardíacas y externas,<sup>5</sup> como las vectocardiográficas: p. ej. el giro horario del asa  $R_H$ .<sup>6</sup> Por su parte, los vectocardiogramas frontal y sagital tienen rotación antihoraria y muestran una meseta intermedia empastada y con muescas.

Debe tenerse presente, por tanto, que cuando existe un BRIHH de grado avanzado, las fuerzas electromotrices ventriculares predominantes pueden resumirse en dos vectores resultantes de la despolarización y la repolarización septales:<sup>7,8</sup> el primero se dirige de derecha a izquierda y de abajo hacia arriba, el segundo, de igual magnitud y con sentido opuesto, se orienta de izquierda a derecha entre  $+120^\circ$  y  $+180^\circ$ . Por consiguiente, los complejos ventriculares son positivos y las ondas T negativas de tipo secundario en las derivaciones que exploran el corazón izquierdo. Respecto a las ondas T posi-

tivas en  $\hat{D}_1$  y  $V_6$ , en el trazo que se discute, puede pensarse en la coexistencia de isquemia subendocárdica del ventrículo izquierdo.

Por otra parte, debe recordarse que, en el enfisema pulmonar puro, el descenso del diafragma fijo en posición inspiratoria —lo que es presente casi siempre en estos enfermos— causa verticalización y dextrorrotación cardíacas.<sup>9</sup> Tales hechos se reflejan en las curvas eléctricas por desviación de  $\hat{A}P_F$  y  $\hat{A}QRS_F$  hacia abajo de  $+60^\circ$ .

### Conclusiones

Al analizar el electrocardiograma que se presenta, llamaba la atención el hecho de que en presencia de un BRIHH acentuado, faltaba la desviación habitual de  $\hat{A}QRS_F$  hacia arriba. Para poder establecer el diagnóstico electrocardiográfico correcto, era preciso conocer la modalidad de la activación de la masa septal izquierda baja. De hecho, las fuerzas electromotrices que se originan en esa región, parecen ser las que se modifican esencialmente por la dextrorrotación cardíaca. Ésta hace cambiar la orientación del vec-

tor resultante, a saber del segundo vector del BRIHH. Los demás vectores resultantes de la activación ventricular: el primero, que se origina en la masa septal derecha medioinferior, el tercero originado en porciones medias y altas del tabique interventricular y el cuarto resultante de la activación de regiones posterolaterales basales de la pared libre del ventrículo izquierdo, generalmente no muestran cambios significativos por la dextrorrotación. Parecía lógico, pues, pensar que en el caso estudiado debía existir una patología del corazón derecho, asociada a la del ventrículo izquierdo. Los exámenes pertinentes demostraron la existencia de un enfisema pulmonar crónico de grado avanzado con alteraciones de la hematosis: saturación arterial periférica de 83%, que aumentaba a 100% con inhalación de oxígeno puro.

Por otro lado, debe subrayarse el hecho de que el análisis vectorial de las curvas eléctricas, en el caso que aquí se presenta, corrobora la utilidad de la exploración vectocardiográfica<sup>10</sup> en la práctica clínica.

### Referencias

1. SODI PALLARES D: *Le nuove basi della elettrocardiografia*. Padua. Piccin Ed., 1959.
2. SODI PALLARES D, BISTENI A, FISHLEDER BL, MEDRANO GA: *Importance of the unipolar morphologies in the interpretation of the electrocardiogram: The theoretical basis of the unipolar morphologies and its correlation with vectorial analysis, with cardiac activation and with the potential variations at the epicardial surface of the heart*. Am Heart J 1959; 57: 590-605.
3. MEDRANO GA, BISTENI A, BRANCATO RW, PILEGGI F, SODI PALLARES D: *The activation of the interventricular septum in the dog's heart under normal conditions and in bundle branch block*. Ann NY Acad Sci 1957; 65: 804-817.
4. SODI PALLARES D: *New bases of electrocardiography*. St Louis Miss. The CV Mosby Co, 1956: 404.
5. DE MICHELI A, MEDRANO GA, SODI PALLARES D: *Etude électrovectocardiographique des blocs de branche chez le chien à la lumière du processus d'activation ventriculaire*. Acta Cardiol 1963; 18: 483-514.
6. DE MICHELI A, MEDRANO GA, BISTENI A, SODI PALLARES D: *Estudio experimental electrovectocardiográfico en diferentes grados de bloqueo de rama*. Memorias del IV Congreso Mundial de Cardiología. México. Ed. Galve S.A., 1963; Vol. II: 327-339.
7. DE MICHELI A, MEDRANO GA: *Los trastornos de la conducción intraventricular*. Arch Inst Cardiol Mex 1987; 57: 247-258.
8. DE MICHELI A, MEDRANO GA: *Enfoque electrofisiológico del diagnóstico de bloqueos ventriculares izquierdos no complicados y complicados*. Arch Inst Cardiol Mex 1996; 66: 70-82.
9. DE MICHELI A, MEDRANO GA: *La exploración electrovectocardiográfica en la cardiopatía de origen pulmonar*. Arch Inst Cardiol Mex 1987; 57: 85-96.
10. DE MICHELI A, MEDRANO GA: *¿Es útil el vectocardiograma en clínica?* Arch Inst Cardiol Mex 1997; 67: 505-510.