

INTRODUCCION A LA VECTOCARDIOGRAFIA

Por el Profesor Juan Consuegra Zulaica

I PARTE

Así como el electrocardiograma es una representación escalar de la activación eléctrica del corazón en un plano frontal, la vectocardiografía es la representación espacial y en forma vectorial de esa activación.

Con este fin los electrodos se colocan en diferentes partes del cuerpo del paciente, con el fin de registrar por medio de un selector de vectores y en una pantalla osciloscópica las morfologías que la activación eléctrica producirá en los diferentes planos espaciales, es decir, en el plano FRONTAL (F), en el plano HORIZONTAL (H) y en el SAGITAL (S). Hay diferentes técnicas de aplicar los electrodos y balancear el sistema para obtener estos diferentes planos, siendo los más usados el de Grishman y el de Frank.

No hemos de insistir sobre las técnicas y demás refinamientos matemáticos, etc., puesto que pretendemos solamente dar una información general sobre el método y mostrar con ejemplos los patrones más característicos, e insistir de paso en la gran utilidad de este sistema, especialmente en el análisis de las hipertrofias ventriculares, los bloqueos de rama y las alteraciones coronarias, aclarando diagnósticos difíciles y a veces imposibles por el electrocardiograma.

Anotemos que como el vectocardiograma es una representación de UN SOLO CICLO cardíaco en tres planos, carece de valor en la interpretación de las arritmias. También aclaramos que el plano sagital puede ser estudiado por el lado derecho o el izquierdo del paciente y que habitualmente usamos el SAGITAL DERECHO.

DESCRIPCION GENERAL DEL ASA VECTORIAL

Al observar un vectocardiograma en la pantalla, se obtiene una impresión visual del modo como se hace la inscripción que representa el recorrido de la activación del corazón.

El punto de origen del trazado se llama punto E o punto O, y a partir de él, al iniciarse un ciclo cardíaco, se observa la inscripción de una pequeña asa que es la corres-

pondiente a la activación de la aurícula. Como esta activación es relativamente lenta, los puntos que la dibujan quedan muy juntos unos a otros, formando una línea casi continua. Al terminar la inscripción del asa P, se inicia la inscripción del asa QRS, la cual es mucho más rápida y por lo tanto los puntos quedan ampliamente separados unos de otros, notándose claramente el sentido del giro en el cual se está desarrollando la inscripción (horario o antihorario); el asa de QRS es muy grande en relación al asa de P y termina en el punto E, lo mismo que P, para iniciar inmediatamente la inscripción del asa T, la cual queda incluida dentro del gran óvalo que es el asa QRS. A semejanza de la P, su inscripción es lenta y los puntos están sumamente unidos. Esta asa, siendo mucho más pequeña que la de QRS, es relativamente grande, comparada con la de P. Su inscripción tiene el mismo sentido que la de QRS, es decir, será horaria o antihoraria, según sea la inscripción de QRS.

Cuando al terminar el asa QRS esta no regresa al punto E, sino que se continúa directamente con el asa T, se dice que el punto J está enucleado. Ya veremos la importancia que esto tiene en la producción de desniveles positivos o negativos de segmento ST del electrocardiograma.

PLANO FRONTAL NORMAL

En el plano FRONTAL, el asa generalmente es de forma alargada y dirigida hacia abajo y a la izquierda, y su rotación puede ser horaria o antihoraria, y a veces en forma de OCHO, con una porción horaria y otra antihoraria. Su vector máximo ocupa una posición entre 0° y 60° .

Los puntos que dibujan el asa se inscriben a la misma velocidad, pues no hay alteraciones de la conducción, y el asa de T se inscribe dentro del asa de QRS.

PLANO HORIZONTAL

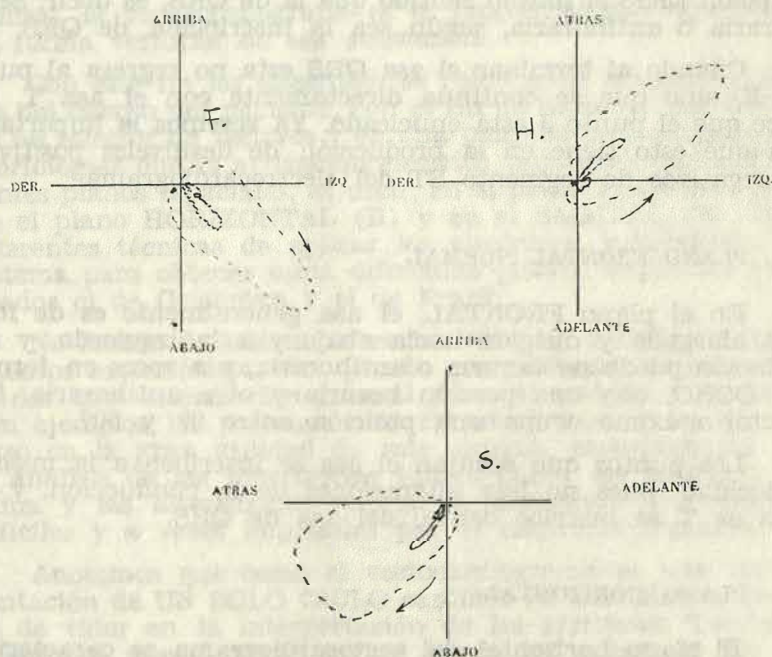
El plano horizontal del vectocardiograma se caracteriza por un asa ovalada, dirigida hacia atrás y a la izquierda con un vector máximo localizado entre 10° y 25° , siendo este eje máximo en longitud de dos a tres veces la mayor anchura del asa. La rotación siempre es antihoraria.

Con más detalle puede observarse que inicialmente la inscripción se dirige hacia adelante y a la derecha (asa Q), luego rápidamente se dirige hacia la izquierda y atrás (asa R) y por último dirigiéndose de este punto hacia adelante y hacia la derecha, alcanza el punto E, donde se inició la activación. La P se inscribe como una pequeña asa dirigida primero

hacia la izquierda y adelante, y luego un poco hacia atrás para regresar al punto E. El asa de T, como en el caso del plano frontal, queda incluida dentro del asa de QRS.

PLANO SAGITAL DERECHO

En el plano sagital derecho, la inscripción se dirige primero hacia adelante y ligeramente hacia abajo, luego bruscamente hacia atrás y abajo, continúa luego hacia arriba y un poco más hacia atrás, para luego regresar al punto de partida con un sentido posteroanterior y siempre manteniendo durante toda la inscripción una rotación horaria. El asa de P y de T son de dirección inferior y posterior y quedan incluidas dentro del asa QRS.



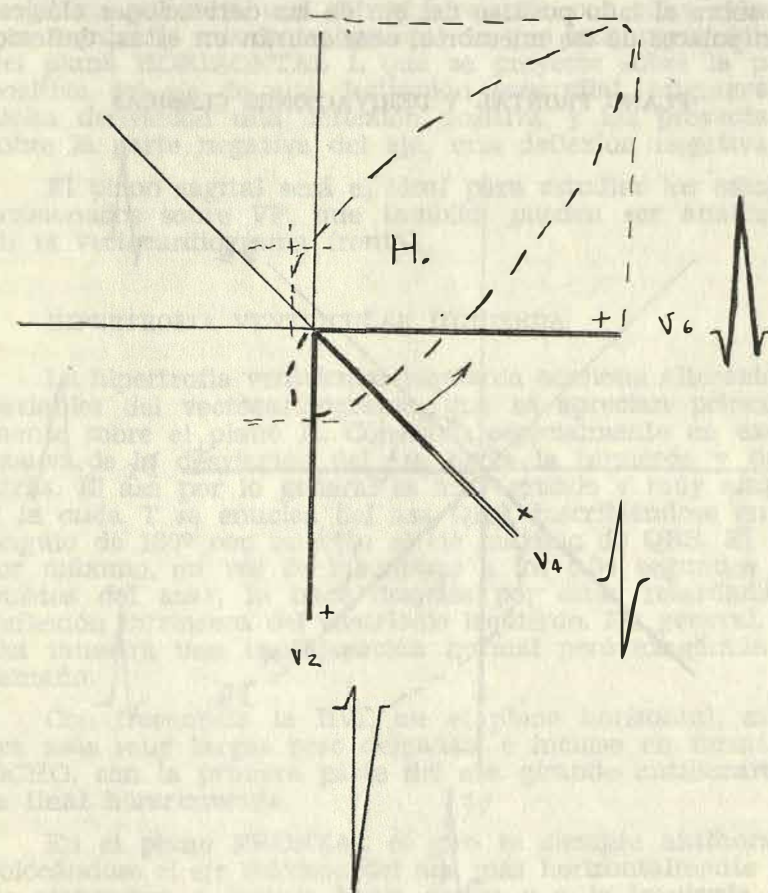
Esquema de los tres planos vectocardiográficos y su relación espacial. Pueden verse el asa P, el asa QRS y el asa T, iniciándose y terminando todas en el punto E.

Los equipos de vectocardiografía inscriben los puntos a una velocidad variable, pero generalmente se usa la de 0.0025 segundos entre punto y punto (cuatro puntos serán 1 centésimo de segundo) y a su vez para tener noción de la rotación, los puntos tienen más bien la forma de comas, indicando la cabeza de la coma, el sentido de la rotación.

CORRELACIONES VECTO-ELECTROCARDIOGRAFICAS

Teniendo en cuenta la orientación de los planos vectocardiográficos y la orientación de los electrodos exploradores del electrocardiograma, podrá entenderse fácilmente que las

PLANO HORIZONTAL Y PRECORDIALES



Puede observarse en el caso de V1, que el asa inicial (asa Q) se acerca al electrodo explorador, ocasionando una positividad en esta derivación; luego el asa se dirige hacia atrás y a la izquierda, y su proyección sobre el eje de V1 queda sobre el lado negativo, ocasionando la S profunda, recogida en esta derivación.

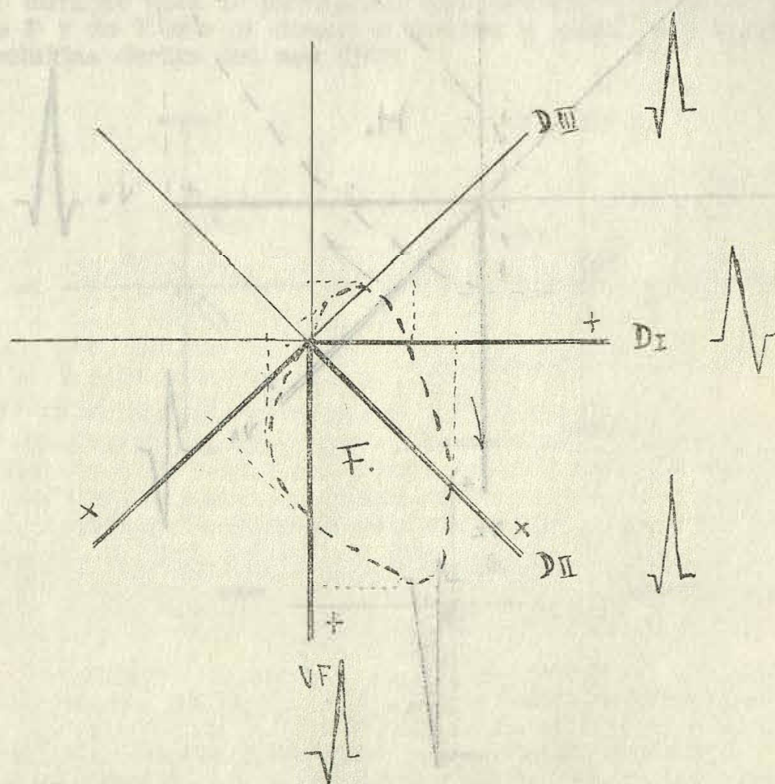
En el caso de V6, el asa inicial se proyecta sobre el lado negativo de V6, ocasionando la onda Q inicial de V6; luego el resto del asa se dirige hacia V6 produciendo la R alta, y al final una pequeña porción del asa vuelve a quedar proyectada sobre el lado negativo, ocasionando la pequeña S final de V6.



morfologías obtenidas en las derivaciones Standard del electro, así como las unipolares de los miembros, serán consecuencia de la morfología del asa vectorial en el plano FRONTAL y del sentido de su rotación.

En esta forma, al proyectar el vectocardiograma sobre el triángulo Einthoven, las porciones del asa que se proyecten sobre el lado positivo del eje de las derivaciones clásicas o unipolares de los miembros, ocasionarán en estas, deflexio-

PLANO FRONTAL Y DERIVACIONES CLASICAS



Puede observarse claramente que el asa inicial del vectocardiograma queda inscrito sobre el lado positivo de DI, y sólo la parte terminal de todo el trazado vectocardiográfico se proyecta sobre el lado negativo de esta derivación, ocasionándose así la morfología Rs que se registra en DI.

En VF, por ejemplo, el asa inicialmente se proyecta sobre el lado negativo del eje de VF, produciendo la Q de esta derivación, mientras que la casi totalidad del asa se proyecta sobre su lado positivo; por eso VF será de tipo QR.

nes positivas; las que se proyecten sobre el lado positivo de las derivaciones mencionadas, ocasionarán deflexiones negativas en el electrocardiograma.

Siendo las unipolares precordiales, cuyos ejes son antero-posteriores, orientadas para recoger potenciales que se proyecten sobre estos ejes, el plano HORIZONTAL del vectocardiograma guardará una estrecha relación con ellas, relación que seguirá la misma ley general de que toda parte del asa del plano HORIZONTAL L que se proyecte sobre la parte positiva del eje de una derivación precordial, originará en dicha derivación una deflexión positiva, y las proyectables sobre la parte negativa del eje, una deflexión negativa.

El plano sagital será el ideal para estudiar los cambios ocasionados sobre VF, que también pueden ser analizados en el vectocardiograma frontal.

HIPERTROFIA VENTRICULAR IZQUIERDA

La hipertrofia ventricular izquierda ocasiona alteraciones variables del vectocardiograma, que se aprecian principalmente sobre el plano H. Consisten especialmente en exageración de la desviación del asa hacia la izquierda y hacia atrás. El asa por lo general es muy grande y muy amplia, y la onda T se enuclea del asa QRS, inscribiéndose en un ángulo de 180° con relación al eje máximo de QRS. El vector máximo, en vez de inscribirse a los 0.04 segundos (16 puntos del asa), lo hace después por estar retardada la deflexión intrínseca del ventrículo izquierdo. En general, esa asa muestra una configuración normal pero exagerada en tamaño.

Con frecuencia la HVI, en el plano horizontal, muestra asas muy largas pero delgadas, e incluso en forma de OCHO, con la primera parte del asa girando antihoraria y la final horariamente.

En el plano FRONTAL el giro es siempre antihorario, colocándose el eje máximo del asa más horizontalmente que de costumbre, e incluso hacia arriba y a la izquierda.

Con frecuencia las hipertrofias ventriculares izquierdas se asocian a diversos grados de bloqueo de rama izquierda, como veremos más adelante. Casi siempre el punto J está enucleado (el asa QRS no termina en el punto E, para inscribirse luego la T, sino que se continúa directamente con esta), lo que produce desniveles del segmento S T del electrocardiograma.

La aurícula izquierda acompaña casi siempre al ventrículo izquierdo en su crecimiento, lo cual se manifiesta en

el vectocardiograma H por una asa de P en forma de CORBATIN, con una parte del lazo anterior y otra posterior, generalmente más grande.

HIPERTROFIAS VENTRICULARES DERECHAS

La hipertrofia ventricular derecha altera notablemente la configuración del vectocardiograma, que puede ser mejor apreciada en el plano H.

Los casos típicos se caracterizan por un asa horizontal que ha cambiado su giro para hacerse HORARIA, colocándose además hacia adelante y hacia la derecha del plano H. La inscripción de la asa de T se hace en un eje opuesto al máximo eje de QRS, es decir, se coloca a la izquierda y hacia atrás. La aurícula derecha acompaña generalmente al ventrículo derecho en su crecimiento, manifestándose por un asa de P dirigida muy adelante en el plano H y hacia adelante y abajo en el S, con una forma generalmente alargada.

El plano F en la HVD se caracteriza también por rotación horaria del asa, la cual se localiza hacia la derecha y abajo o hacia la derecha y arriba, posiciones opuestas a las de la HVI.

En algunos casos de HVD, el asa H conserva su rotación antihoraria normal, pero en vez de ser casi toda posterior y sobre todo izquierda, la mitad del asa se hace anterior y la otra mitad posterior e izquierda. Esto se ve especialmente en la estenosis mitral, con poca hipertensión pulmonar.

En algunos casos de Cor Pulmonale Crónico por enfisema pulmonar, el asa H también conserva su rotación antihoraria normal, pero se hace notablemente posterior con una mitad del asa a la izquierda de la línea media y la otra mitad (a veces más de la mitad) a la derecha de esta línea.

Como en el caso de las HVI, las HVD se asocian con frecuencia con grados variables de bloqueo de rama derecha, que veremos después.

BLOQUEOS DE RAMA IZQUIERDA

Los bloqueos de rama izquierda de primer grado se caracterizan por cambios apreciables, especialmente en el plano H. Consisten en que el vector inicial (asa Q) en vez de dirigirse a la derecha y adelante, lo hacen solo adelante o adelante y a la izquierda, muestran demoras de la conducción septal (puntos muy juntos), pero el resto del asa se desarrolla normalmente hacia atrás y a la izquierda con rotación antihoraria.

En los grados avanzados de bloqueo de rama izquierda, la activación cardíaca cambia notablemente su secuencia y puede observarse lo siguiente en el plano H:

El vector inicial se dirige hacia adelante y a la IZQUIERDA, luego el asa bruscamente se dirige hacia atrás y a la izquierda, formando toda la rama centrífuga del asa; luego la conducción se hace notablemente lenta, inscribiéndose una "meseta" de puntos muy juntos, a la cual sigue la inscripción de la rama centripeta de asa que se dirige de izquierda a derecha y de atrás hacia adelante, por delante de la rama centrífuga primero, cruzándola a la mitad de su recorrido, más o menos, y alcanzando el punto E por detrás de ella en su última parte. El punto J se enuclea a la derecha y adelante del punto E y se inscribe la T, oponiéndose en 180° al asa de QRS. En general, la morfología de BCRI en el plano H es inconfundible por su forma de corbatín alargado, su zona intermedia de conducción lenta, su vector inicial orientado a la izquierda y la T completamente opuesta al QRS.

En el plano frontal el asa es antihoraria izquierda y superior, con retardo en su zona media y en el plano sagital, es horaria y posterior y superior, mostrando demoras de la conducción en su zona media también. El tipo de inscripción del plano H explica muy claramente las morfologías de las precordiales del electrocardiograma.

BLOQUEOS DE RAMA DERECHA

Los bloqueos de grado menor de la rama derecha del haz de Hiss se pueden estudiar muy bien en el plano H, donde puede observarse que el asa QRS conserva en general su forma, dirección e inscripción normal, pero que en su rama centripeta, casi al final, hace un cambio de giro que ocasiona la inscripción de una rosca más o menos pequeña pero de sentido HORARIO, en contraposición con el resto del asa QRS que conserva la rotación antihoraria normal. A veces esta rosca horaria, a más de ser derecha, se hace anterior, lo que indica un grado más avanzado de bloqueo.

En los bloqueos completos de rama derecha, el trazado en plano H cambia completamente en relación con la activación normal, pudiéndose observar lo siguiente:

El asa inicial (Q) se inscribe normalmente de izquierda a derecha y hacia adelante; luego el asa se dirige hacia atrás y a la izquierda (también como normalmente), pero antes de alcanzar gran desarrollo, bruscamente, el asa cambia de dirección y se dirige hacia adelante, y de izquierda a derecha pasa la línea media, y cambiando nuevamente de dirección, empieza a inscribir una gaza antihoraria retardada, antes de

dirigirse definitivamente hacia atrás en busca del punto E. La gaza de T se inscribe hacia atrás y a la izquierda, quedando opuesta en 180° , más o menos, con el eje máximo del QRS.

El plano F se caracteriza por un desarrollo primero hacia la izquierda y luego hacia la derecha y arriba, donde se inscribe el asa retardada y horaria. El plano sagital muestra casi siempre un asa muy anterior e inferior en forma de ocho.

En los casos de BCRD con Hipertrofia V derecha, el segmento izquierdo del asa se hace muy anterior, y la parte derecha del asa se hace más derecha y más anterior, y una gran porción del asa global se inscribe horariamente.

INFARTOS MIOCARDICOS

Las alteraciones vectocardiográficas ocasionadas por los infartos son debidas a manifestación o exaltación de vectores ocultos o semiocultos por vectores más potentes de sentido opuesto, que quedan sin contrabalance al desaparecer estos por haberse necrosado la zona que los originaba. Esquemáticamente quiere decir esto, que si por ejemplo se presenta una necrosis en una región lateral izquierda, los vectores originados en la zona opuesta (lateral derecha en este ejemplo) aumentarán la magnitud, apareciendo normalmente grandes. Una necrosis inferior hará manifestarse vectores opuestos, es decir, dirigidos hacia arriba, que antes no aparecían o aparecían con menor magnitud por estar contrarrestados por los que se originaban en el miocardio inferior.

En general, puede observarse que las alteraciones producidas por la necrosis en las asas vectoriales, son el resultado de un desequilibrio de fuerzas, puesto que las zonas muertas no producen potencial eléctrico.

Clasificación:

Seguimos la clasificación siguiente:

- a) Infartos anteroseptales.
- b) Infartos anterolaterales.
- c) Infartos inferiores o diafragmáticos (anteriormente posteriores).
- d) Infartos posteriores o dorsales (corresponden a la parte más alta y posterior del ventrículo izquierdo).
- e) Combinaciones de los anteriores.

Infartos anteroseptales

Al desaparecer los vectores septales y anteriores, el asa horizontal se dirige directamente hacia atrás y a la izquierda, conservando su rotación antihoraria normal. Por esta razón los primeros 0.02 segundos de la activación (que corresponden al tabique y a la parte anterior paraseptal de ambos ventrículos) en vez de estar dirigidos hacia adelante del punto E, ahora se encuentran por detrás del punto E (el vértice del vector de 0.02 segundos corresponde con el octavo punto del asa horizontal).

En el plano S se puede ver también que el asa se inicia directamente hacia atrás, habiendo desaparecido el vector septal, normalmente dirigido hacia adelante y hacia abajo en este plano.

Infartos anterolaterales

En el plano H, la necrosis de las zonas anteriores del ventrículo izquierdo y laterales del mismo, hacen que predominen los vectores dirigidos en sentido opuesto, es decir, los orientados hacia atrás y a la derecha. Por esta razón, el asa en este plano se dirige francamente hacia la derecha, luego hacia atrás y a la izquierda para seguir de aquí en adelante la dirección formal del resto del asa QRS en este plano, es decir, izquierda y posterior con rotación antihoraria.

Es pues lo característico de este trazado; la rotación horaria de los vectores iniciales alrededor del punto E y su orientación derecha, antes de inscribirse la parte más grande del asa QRS.

En el plano F se puede apreciar el componente lateral del infarto, pero no el anterior, pues está orientado en sentido perpendicular al plano y no puede manifestarse en él.

El componente lateral se manifiesta por un desplazamiento de los vectores iniciales, muy hacia la derecha.

Infartos diafragmáticos

Su estudio se hace en los planos que tienen un componente vertical, es decir, el SAGITAL y el FRONTAL.

Se caracterizan por presencia de vectores dirigidos anormalmente hacia arriba en la porción inicial del asa Sagital, la cual conserva su rotación horaria o se hace antihoraria.

El plano F muestra vectores iniciales muy superiores y el asa rota en forma horaria. El plano H es perpendicular a los vectores anotados, y por lo tanto no se alterará en este tipo de infartos.

Infartos dorsales

Los infartos dorsales ocasionan predominio de los vectores anteriores, por lo cual el asa en el plano H tiende a hacerse muy anterior, semejando a veces un asa de hipertrofia ventricular derecha o de bloqueo de rama derecha. Su diagnóstico es difícil, pero la ausencia de retardos de la conducción lo diferencian del bloqueo, y la falta de oposición de la onda T con el asa QRS debe hacer sospechar el infarto, pues este hallazgo es raro en las hipertrofias ventriculares derechas y en los bloqueos de rama derecha.

Infartos combinados

La asociación de varios criterios anotados arriba, servirán para hacer el diagnóstico de infartos mixtos, teniendo en cuenta que es muy frecuente la asociación de Diafragmático y Dorsal y/o Lateral, pues estas zonas anatómicas están preferencialmente irrigadas por la coronaria derecha.

Así también es frecuente el Anteroseptal y el Lateral, etc.

INFARTO MIOCARDICO Y BLOQUEO DE RAMA DERECHA

La asociación de infarto anteroseptal y BCRD, se caracteriza por un asa QRS en el plano H, muy semejante a la del BCRD, pero la observación cuidadosa del trazado, inmediatamente pone de presente la ausencia del vector septal inicial, de tal manera que el asa se dirige de una vez hacia la izquierda y hacia atrás. El resto del asa se desarrolla como habitualmente lo hace en los bloqueos de rama derecha completo.

Los infartos de otras localizaciones son fácilmente diagnosticables, por lo cual no se insiste sobre ellos.

INFARTO MIOCARDICO Y BLOQUEO DE RAMA IZQUIERDA

El diagnóstico electrocardiográfico de infarto, en presencia de bloqueo de rama izquierda, ha sido siempre muy difícil. El vectocardiograma permite hacer este diagnóstico con más seguridad, y se caracteriza por la presencia de vectores iniciales del trazado de BCRI en el plano H, que en vez de dirigirse adelante y a la izquierda, lo hacen o muy adelante o adelante y a la derecha, rotando de manera horaria sobre el punto E, antes de dirigirse hacia atrás y a la izquierda, para terminar de inscribir el asa característica del BCRI.

Ocasionalmente se ven asas H con grandes alteraciones en la conducción, pero que tienen una morfología vectocardiográfica "atípica" de BCRI, y que en realidad son asociaciones de BRI e infartos anteriores o anterolaterales.

INSUFICIENCIA CORONARIA

El electrocardiograma de la angina de pecho, puede ser y es con frecuencia normal. El vectocardiograma puede en estos casos mostrar que el ángulo formado por el eje máximo del asa QRS y de T, forman un ángulo mayor de 45° (gradiente ventricular) lo cual es patológico.

Las asas de T muy amplias en dos o tres de los planos vectoriales es otro hallazgo de las lesiones coronarias de tipo isquémico, así como las asas de T que se inscriben en un sentido contrario al del asa QRS. Todas estas alteraciones carecen de representación en el electrocardiograma escalar.

(Termina en el próximo número).

