

Posiciones del corazón

Este capítulo de la electrocardiografía es el que mayores frustraciones provoca en los estudiosos de esta disciplina. Creemos que el concepto de *posición anatómica* aventaja al tradicional, cuyo fundamento era el eje eléctrico. En realidad, uno y otro están tan íntimamente relacionados que, salvo situaciones de excepción, pueden aceptarse como formas distintas de expresar un mismo concepto. En efecto, que el eje esté a 0°, 15°, 30°, 60° y 75°, poco significa. Son variantes de una posición normal, y aún cuando los valores excedan los límites aceptados convencionalmente como normales (entre 0° y 90°), ello no entraña, necesariamente, que el trazado sea patológico.

La determinación de la posición del corazón (la eléctrica en función de la anatómica) sólo nos permite obtener información retrospectiva sobre la naturaleza de la afección cardiovascular que origina sus variaciones y, realmente, existen por lo regular sobrados signos en un trazo patológico para que hagamos descansar nuestro criterio diagnóstico en un dato de tan escaso valor. Esto explica que algunos textos modernos dediquen a este tema sólo contados párrafos.

Existen 3 posiciones anatómicas fundamentales: horizontal, intermedia y vertical. Hay también 2 variantes, cuya precisión es de escaso valor: semivertical y semihorizontal.

Antes de entrar en detalles, vamos a puntualizar algunas cuestiones previas. Durante la vida fetal, tenemos una circulación en la que el proceso de oxigenación de la sangre no se realiza en los pulmones fetales sino en la placenta materna. El recién nacido posee, si se quiere, un equilibrio hemodinámico y hasta de masa ventricular y, en los nacidos prematuros, puede decirse que existe un predominio ventricular derecho. Las paredes de ambos ventrículos son del mismo o parecido espesor, y todo ello determina que, al nacer, la criatura humana muestre un corazón en posición *vertical* con respecto a una línea que corra de un miembro superior

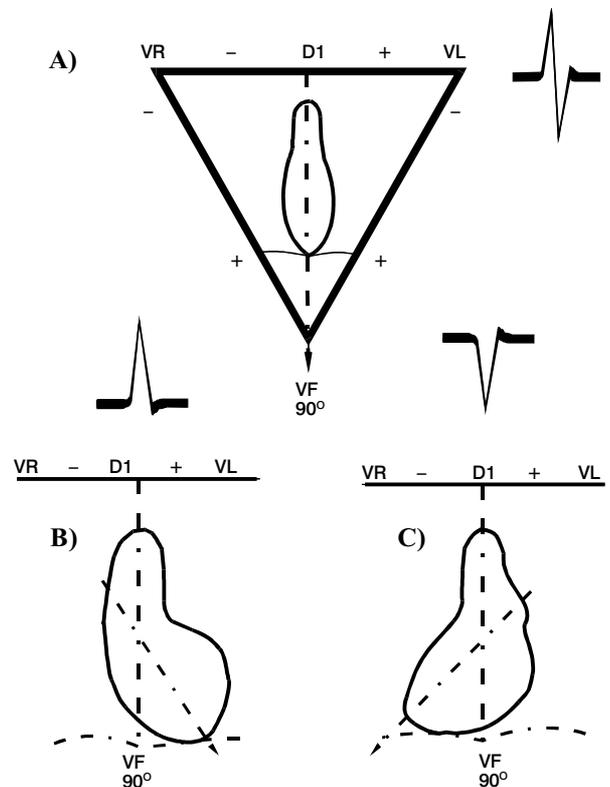


Fig 4.1 A) Esquema que muestra el corazón del recién nacido normal que tiene una posición cuyo eje anatómico configura una perpendicular con respecto a la horizontal comprendida entre las raíces de ambos miembros superiores (derivación estándar D1). Se inscribe una onda bifásica en la que la suma algebraica de sus componentes positivo y negativo es igual a cero. **B)** La rotación hacia la izquierda —originada en el predominio de la circulación sistémica sobre la pulmonar— provoca el desplazamiento de ese eje anatómico, que se proyecta sobre la mitad positiva de D1, y da lugar al registro de una onda intensamente positiva en dicha derivación estándar. La levorrotación fisiológica del adulto normal puede pronunciarse como resultado de enfermedades cardiovasculares que incurran sobre la aorta, el ventrículo izquierdo y el aparato valvular de ese lado, como sucede en la hipertensión diastólica, la aterosclerosis coronaria, las lesiones mitroaórticas y aquellas cardiopatías congénitas que evolucionan con sobrecarga ventricular izquierda. **C)** Esquema de dextrorrotación causada por cardiopatía pulmonar hipertensiva y por aquellas malformaciones congénitas que decursan con sobrecarga ventricular derecha, como la estenosis pulmonar. El eje anatómico se desvía hacia la mitad negativa de D1 y origina una onda fuertemente negativa en dicha derivación. Como el lector observará, estos fenómenos forman la base de las desviaciones axiales izquierda y derecha.

al otro (de la raíz del brazo derecho a la raíz del brazo izquierdo, lo que delimita la derivación estándar D1). (Fig. 4.1).

A medida que el niño crece y se convierte en adulto, y que este a su vez envejece, la circulación sistémica se hace dominante, llegando a triplicar o cuadruplicar el régimen de presiones de la circulación pulmonar; el ventrículo izquierdo se torna dominante y sus paredes se engrosan hasta alcanzar una medida que es 3 a 4 veces superior a las paredes ventriculares derechas; sin contar que, a esos cambios hemodinámicos normales suelen agregarse en el curso de la vida otros factores patofisiológicos tales como los siguientes:

1. Se establecen lesiones arteriolas, particularmente una hiperplasia subintimal que, junto a otras lesiones histológicas de las paredes vasculares, constituyen la arterioesclerosis.
2. Aparecen enfermedades del aparato circulatorio en la red arterial coronaria y en forma generalizada: hipertensión arterial.
3. Surgen procesos sistémicos que contribuyen a acelerar el deterioro de las estructuras vasculares, como la *diabetes mellitus*.
4. La fiebre reumática y otras entidades dejan lesiones oricovalvulares que perturban la hemodinámica.

Los factores mencionados pueden provocar un engrosamiento de las paredes del ventrículo izquierdo (en ocasiones incluso del tabique), e imponen al corazón un giro o rotación hacia la izquierda (antihorario). También puede suceder lo contrario:

1. Que el niño nazca con alteraciones anatómicas en su corazón y grandes vasos que impongan una sobrecarga a las cavidades derechas.
2. Que aparezca asma en su infancia o adolescencia con su natural secuela, el enfisema pulmonar obstructivo.
3. Que el hábito de fumar haga crónica una bronquitis, con su habitual evolución hacia la fibrosis y el enfisema.
4. Que por patogenias distintas se instale una hipertensión pulmonar que gravitará, hemodinámicamente, sobre el ventrículo derecho.

A estas eventualidades –incluidas en el campo de la enfermedad– habría de agregarse otra posibilidad: el cuerpo humano puede desarrollarse con características somáticas distintas, y por ende ser: longilíneos o brevilíneos. Algunos individuos, que son altos y espi-gados, proclives a la visceroptosis y con un diafragma descendido, suelen tener un corazón vertical, mante-

niendo esta víscera en la posición natural del recién nacido; otros, gruesos, de tórax breve, con diafragma alto, tienen su corazón en una posición anatómica transversal, es decir, horizontal.

Con estos reparos anatómicos en estado de salud y enfermedad, digamos unas palabras sobre el concepto del eje eléctrico.

Durante el proceso de activación miocárdica, todas las células musculares liberan potenciales eléctricos que siguen una orientación que está muy lejos de ser uniforme. Sin embargo, en un momento cualquiera de este proceso, podemos considerar que existe una suma de esos potenciales que configuran una línea de fuerza resultante del vector de activación con un sentido y una magnitud dadas. Tal línea de fuerza representa el eje eléctrico instantáneo de dicho proceso. La suma de los ejes instantáneos constituyen el eje eléctrico medio manifiesto, que se corresponde con bastante exactitud con el eje anatómico del miocardio (Fig. 4.2).

Con fines prácticos, podemos conceptualizar el eje eléctrico en función del eje anatómico del corazón, y, debido a ello, nos referiremos, indistintamente, a posiciones del corazón y eje eléctrico. Para determinar la posición, nos valemos de un método convencional que utiliza 2 derivaciones estándares: D1 y D3 y de una circunferencia graduada. Veamos dicho método: se calcula el área de QRS en D1 y D3. En la práctica esto se simplifica, de modo que medimos, exclusivamente, los

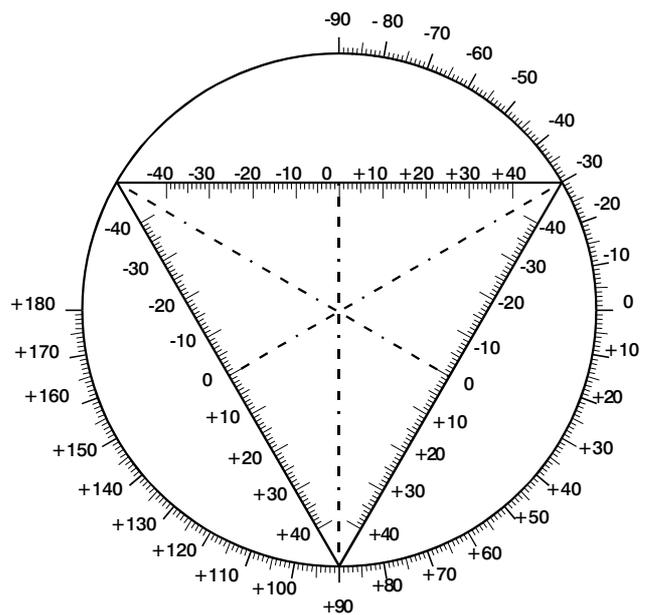


Fig. 4.2 Triángulo equilátero con sus lados divididos en 2 mitades de signo contrario y subdivididos en milímetros. Una circunferencia graduada lo enmarca.

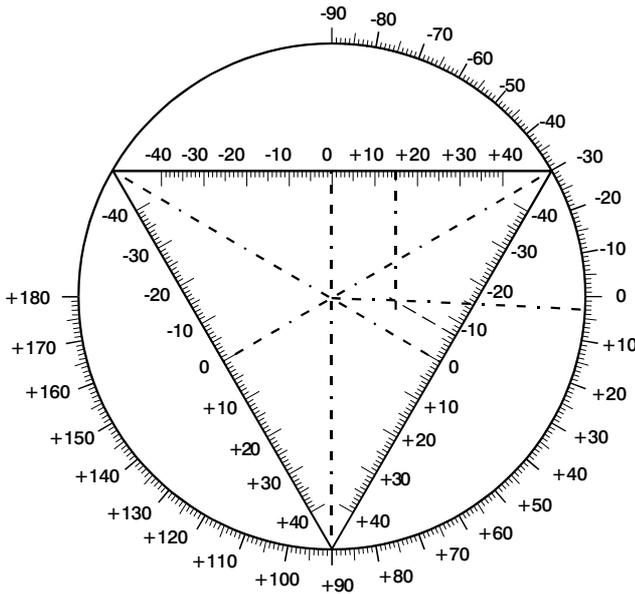


Fig. 4.3 Esquema en el que se observa el cálculo del eje eléctrico o área de QRS que se presenta en la figura 4.4. La operación se describe en el texto y se basa en la medición del voltaje de las ondas R y S en las derivaciones D1 y D3. Obsérvese la prolongación de los milímetros obtenidos de la suma algebraica de ambas ondas hasta su intersección, así como la línea que une el centro del triángulo con dicho punto de intersección, prolongándose hasta la circunferencia.

voltajes de R y S en ambas derivaciones y se suman algebraicamente; el resultado se lleva al lado correspondiente de la derivación donde tomamos la medida, empleándose su lado positivo o negativo en concordancia con el resultado de la suma antes citada. Prolongamos esos 2 puntos en ambas derivaciones hasta que se interceptan y luego trazamos una recta que, partiendo del centro del triángulo, pase por el punto de intersección y se prolongue hasta la circunferencia, que nos ofrece los grados de dicho vector (Fig. 4.3).

Como las magnitudes que empleamos parten del área del complejo ventricular, usamos la palabra *área* antepuesta a los fenómenos cuyo eje queremos determinar, ya que la misma operación puede ser realizada con la onda P y con la onda T.

En la práctica, es poco lo que aporta la determinación de los ejes de todas las ondas, y es mucho el tiempo que nos ocupa, por lo que apelamos a métodos más directos, sencillos y rápidos, a los que aludiremos con posterioridad.

Valores normales de AQRS

Se considera que el eje eléctrico normal debe fluctuar entre 0° y 90°. Posiciones que rebasan esos valores,

suelen ser propias de procesos que modifican la estructura y posición del miocardio. Los valores por encima de 90° o por debajo de 0° corresponden, respectivamente, a desviaciones axiales derecha e izquierda.

Método aconsejable para la determinación de las posiciones intermedia, horizontal y vertical

El procedimiento empleado usualmente por los especialistas consiste en *comparar la morfología de QRS en las derivaciones VL y VF*.

Podemos afirmar que en esa posibilidad descansa el mayor valor de esas 2 derivaciones. Explicaremos ahora por qué.

Las cavidades derechas son anteriores, y posteriores las izquierdas. Si perforamos en el plano frontal la pared torácica, encontramos primeramente la pared anterior del ventrículo derecho; si la perforación o punción se hace por el costado izquierdo o por la espalda, hallamos la pared ventricular izquierda. Esta situación

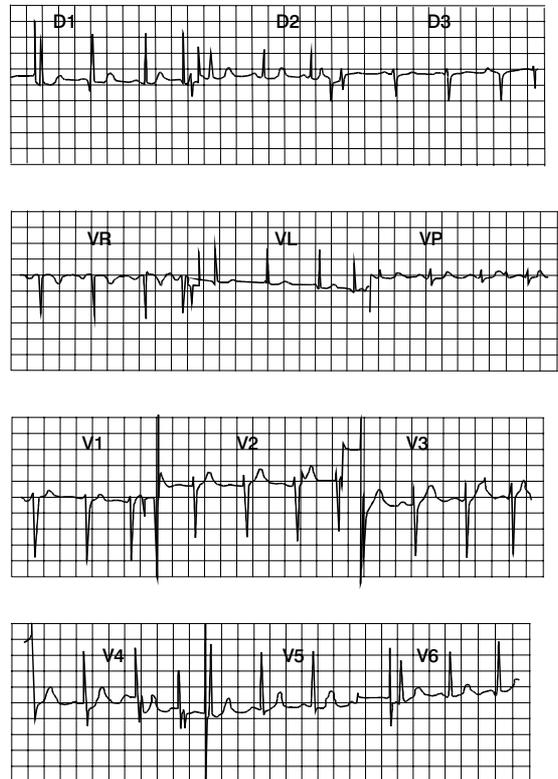


Fig. 4.4 Electrocardiograma empleado para la determinación del eje eléctrico. En D1 el voltaje de R es de 16 mm y no existe onda S, por lo que, en la parte positiva de D1, prolongamos una línea que se inicia en el milímetro 16; en D3 la R tiene 1 mm y la S tiene 7 mm, por lo que el resultado es - 6 mm; la línea parte del milímetro 6 de la mitad negativa de D3.

es válida también para las aurículas y los grandes vasos: la arteria pulmonar ocupa un plano anterior a la arteria aorta; y la aurícula derecha es anterior y la izquierda, posterior. Una porción del ventrículo izquierdo —formada por su pared lateral y la región de la punta— está situada por debajo de la tetilla izquierda, y por ser notable su masa muscular origina importantes potenciales eléctricos (Fig. 4.4).

Es útil también recordar que la pared ventricular derecha tiene un grosor promedio de unos 4 mm, mientras que el ventrículo izquierdo alcanza de 10 mm a 12 mm de espesor, siendo su superioridad anatómica y hemodinámica un rasgo que imprime, necesariamente, una huella en los grafoelementos que distinguen los potenciales ventriculares izquierdos de los derechos (Fig. 4.5).

Posición intermedia

Un corazón promedio —que consideramos en posición intermedia porque no está rotado marcadamente hacia

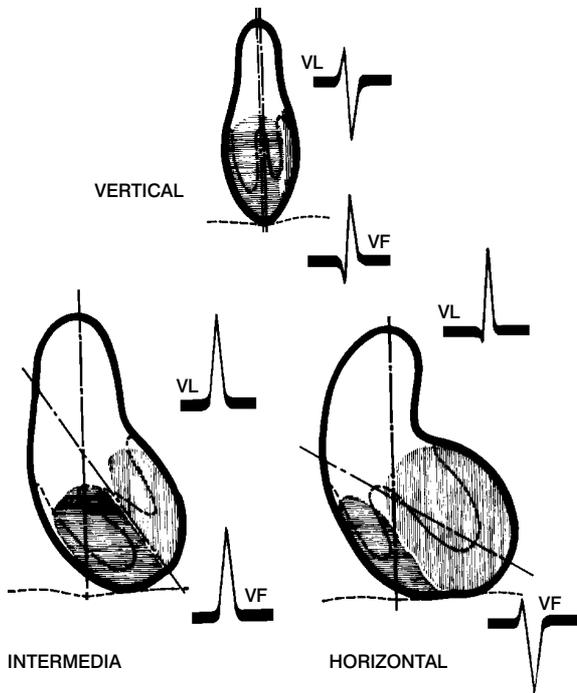


Fig. 4.5 Esquema de las relaciones topográficas del corazón con las derivaciones de miembros VR, VL y VF. Dicha relación es determinante en la morfología del complejo ventricular QRS y nos permite identificar la posición del corazón. En el corazón horizontal, una gran masa muscular correspondiente al ventrículo izquierdo se proyecta sobre VL y origina una onda intensamente positiva en dicha derivación que, por cierto, influye en D1, ya que esta derivación estándar es el producto de VL menos VR (brazo izquierdo menos brazo derecho). En los corazones en posición vertical, el ventrículo izquierdo ocupa un plano posterior y se proyecta sobre la derivación de la pierna izquierda VF, originando una gran onda positiva. En los corazones intermedios, la masa de ambos ventrículos, que se proyecta sobre VL y VF, es igual o casi igual, por lo que el complejo ventricular QRS guarda semejanza en ambas derivaciones.

un lado u otro— guarda una relación anatómica bastante constante con los electrodos situados en cada miembro. La cara inferior del corazón descansa sobre el músculo diafragma, y el electrodo situado en la pierna izquierda recibe sus potenciales eléctricos, emanados del suelo de ambos ventrículos y de la pared posterior del ventrículo izquierdo (Fig. 4.6).

El brazo izquierdo recibe potenciales importantes originados en la pared lateral del ventrículo izquierdo. Tal equilibrio de fuerzas da lugar a ondas ventriculares, muy semejantes, en el electrodo de la pierna izquierda (VF) y del brazo izquierdo (VL). Puede resumirse diciendo que, en un corazón intermedio, los potenciales en VL y en VF son muy parecidos, siendo su voltaje semejante, aunque no tienen que ser matemáticamente iguales.

Posición horizontal

En el corazón de una persona brevilínea o de un paciente afectado por alguna de las afecciones cardiovasculares que gravitan hemodinámicamente sobre el ventrículo izquierdo, la posición del corazón es horizontal, y la morfología del complejo ventricular en VL y VF se modifica sustancialmente. Cuando el corazón se coloca de esta manera es porque una rotación ha llevado el ventrículo izquierdo de la posición

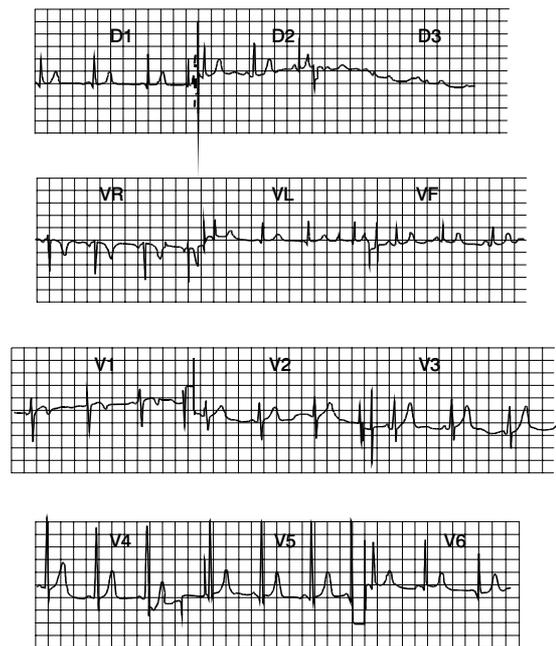


Fig. 4.6 Trazado que muestra un eje eléctrico a 30°. En dicha posición la suma algebraica de R y S es igual a cero. Hay perpendicularidad del complejo ventricular QRS a la derivación D3. Obsérvese que las ondas R de VL y VF son semejantes.

posterior que ocupa normalmente a un plano muy lateral y a veces anterior (rotación de atrás hacia adelante). Tal cambio hace que dicho ventrículo se proyecte en forma marcada sobre el brazo izquierdo, hacia el cual se dirigen sus potenciales más poderosos. La pierna izquierda recibe potenciales de la cara inferior del corazón, menos potentes que los proyectados hacia el brazo izquierdo; en consecuencia, sobre VL influyen potenciales intensamente positivos, sobre todo, los emanados de la región de la punta y pared lateral del ventrículo izquierdo y, por lo general, VF recoge potenciales bifásicos surgidos del suelo ventricular y de algunas regiones, por cierto anatómicamente más delgadas, del ventrículo izquierdo.

Posición vertical

En el caso de corazones verticales, en personas sanas de constitución longilínea o en pacientes con afecciones que graviten hemodinámicamente sobre el ventrículo derecho, el corazón se sitúa en posición vertical; el plano anterior es ocupado en su totalidad por el ventrículo derecho, y el ventrículo izquierdo pasa a ocupar una posición completamente posterior, que lo proyecta sobre la pierna izquierda, que recibe potenciales fuertemente positivos, emanados de dicho ventrículo. La onda de excitación ventricular marcha casi verticalmente de arriba hacia abajo, alejándose tanto del brazo derecho como del izquierdo, lo que

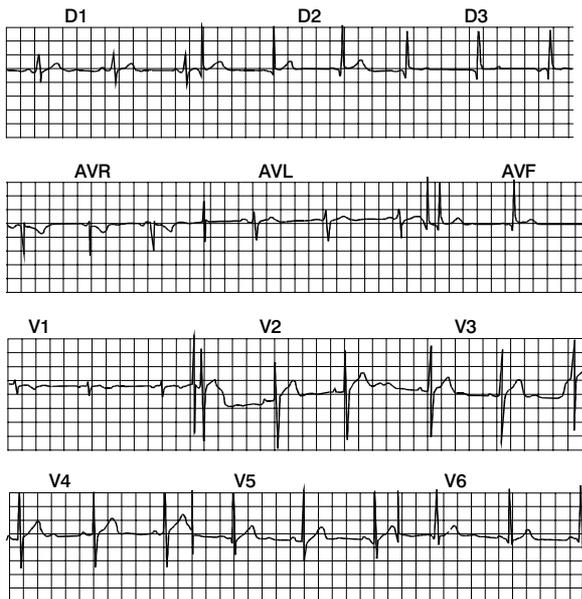


Fig. 4.7 Trazado que muestra un eje eléctrico a 90°. Obsérvese el voltaje mínimo del complejo ventricular en D1, siendo usual que las ondas R y S, sumadas algebraicamente, sean igual a cero.

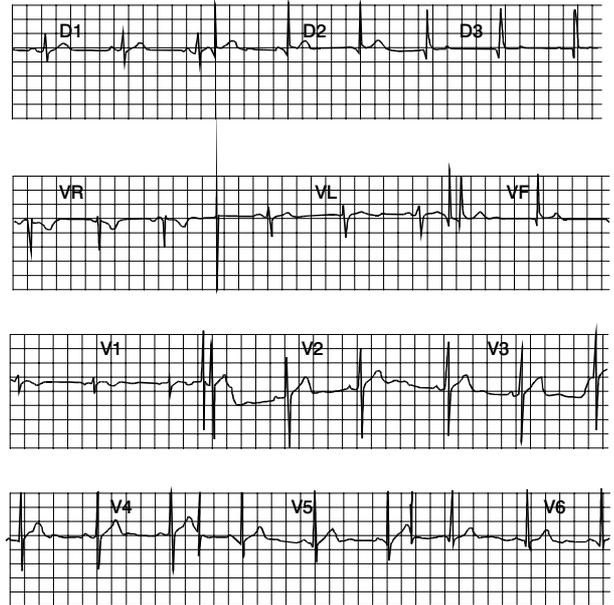


Fig. 4.8 Trazado que muestra el eje eléctrico a 60°. En esta posición –también llamada semivertical– el complejo ventricular es perpendicular a VL, lo que significa que las ondas R y S son pequeñas y su suma algebraica es cero.

provoca una configuración de QRS en VL básicamente negativa, que, en ocasiones, semeja la de VR. En cambio, VF muestra ondas intensamente positivas.

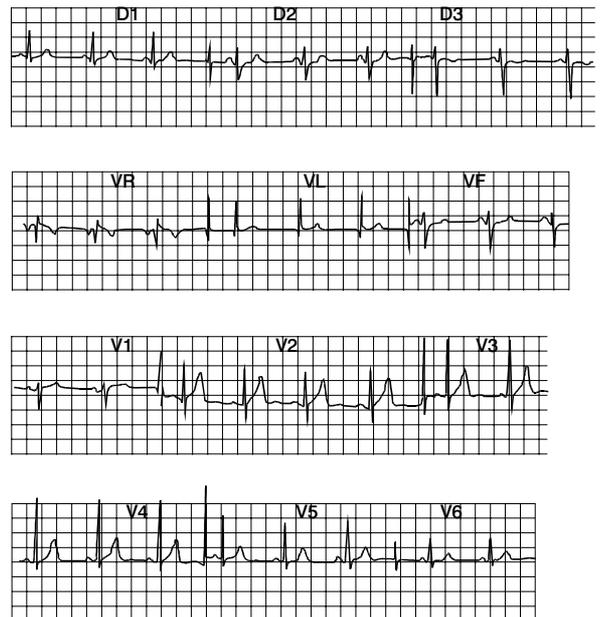


Fig. 4.9 Trazado que muestra el eje eléctrico a -30°. Complejo ventricular QRS perpendicular a la derivación estándar D2. Se reitera que la noción de perpendicularidad se refiere a que la suma de los fenómenos positivos y negativos de QRS –en particular las ondas R y S– suman, algebraicamente, cero.

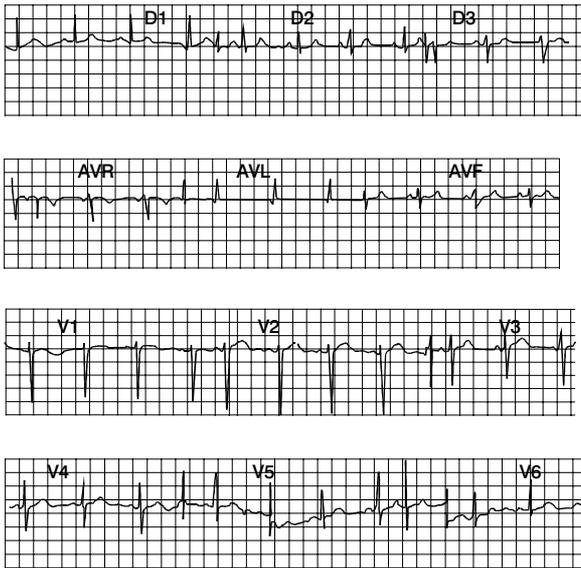


Fig. 4.10 Trazado que muestra el eje eléctrico a 0°. Complejo ventricular perpendicular a VF. Posición semihorizontal.

Resumen

Los corazones intermedios muestran complejos ventriculares muy semejantes en VL y VF.

El corazón horizontal manifiesta fuertes potenciales positivos en VL, que son muy débiles en VF, que suele mostrar predominancia negativa.

Los corazones verticales evidencian una débil o ninguna positividad en VL, y muy fuerte positividad en VF.

Relaciones de VL y VF con D1

Lo sucedido en VL y VF tiene antecedentes fácilmente presumibles en D1. Esta derivación, como se sabe, está representada por una línea horizontal comprendida entre las raíces de los 2 brazos.

En los corazones verticales, la línea de fuerza de la excitación miocárdica es perpendicular a dicha horizontal y los grafoelementos del complejo ventricular en D1 son de escaso voltaje. Si por el contrario, el corazón es horizontal, dicha línea de fuerza tiende a hacerse paralela a D1, lo que origina potenciales fuertemente positivos en dicha derivación. La observación del complejo ventricular en D1 permite inferir la naturaleza de las fuerzas hemodinámicas que han caracterizado el desarrollo y envejecimiento del individuo en cuestión.

La derivación VL representa el polo de fuerzas decisivo en la formación de la derivación D1, por lo que el complejo ventricular tendrá mucha semejanza en VL y D1 y su significación semiológica será paralela.

Puede resumirse señalando que la patología del ventrículo izquierdo suele hacerse visible en las derivaciones D1 y VL para los corazones de posición intermedia y horizontal, y en D3 y VF para los corazones en posición vertical.

Examinando las derivaciones precordiales, podemos deducir también si la posición del corazón es vertical u horizontal. Basta observar la morfología y voltaje de QRS en V1 y V4. Si QRS en V4 es semejante a QRS en VL y D1, el corazón es obviamente, horizontal. En esos casos la derivación precordial V1 se parece a VF. Si el corazón es vertical, VL es semejante a V1 y VF se parece a V4. Con estos datos, juzgados en su conjunto, podemos resumir:

Corazón horizontal: los complejos QRS de D1, V4 y V5 son semejantes.

Corazón vertical: los complejos QRS de VL se parecen a los de V1 y los de VF son semejantes a los de V4.

Corazón intermedio: los complejos ventriculares son semejantes en VL y VF y se parecen a los de V4 y V5.

Si tomamos en consideración los conceptos explicados en el Capítulo I sobre “Electrofisiología”, respecto al voltaje de una fuerza en relación con la posición del electrodo explorador, podemos asumir que existen 5 variantes anatómicas en las cuales debe estar comprendido el eje de un caso cualquiera. Para esta determinación nos valemos del voltaje de QRS, que se hace igual o aproximadamente igual a cero si el eje del corazón es perpendicular al punto en el cual situamos el electrodo explorador.

Las 5 posiciones que pueden precisarse mediante esta simple observación visual son las siguientes:

- 1. *Horizontal:* QRS perpendicular a D2: menos 30°
- 2. *Intermedia:* QRS perpendicular a D3: 30°
- 3. *Vertical:* QRS perpendicular a D1: 90°
- 4. *Semivertical:* QRS perpendicular a VL: 60°
- 5. *Semihorizontal:* QRS perpendicular a VF: 0°

Resumen del capítulo

El eje eléctrico normal tiene valores que fluctúan entre 0° y 90°. Por encima de esta última cifra se dice que el eje está desviado a la derecha; por debajo de 0 se considera que existe desviación axial izquierda.

La característica de las desviaciones axiales es muy simple:

- 1. Desviación axial derecha: onda S profunda en D1 y onda R alta en D3.

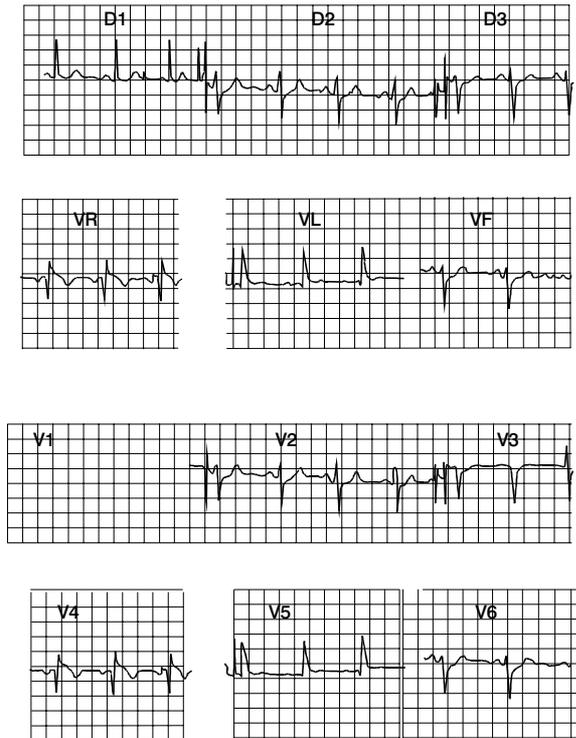


Fig. 4.11 Trazado que muestra una desviación axial izquierda. Obsérvense sus 2 características: **A)** Onda R alta en D1. **B)** Onda S profunda en D3. Es la imagen llamada, tradicionalmente R1 S3.

2. Desviación axial izquierda: onda R prominente en D1 y S profunda en D3 (Fig. 4.11).

La inspección visual de un electrocardiograma, específicamente en las derivaciones VL y VF, nos permite conocer la posición del corazón. Si los complejos ventriculares son semejantes en ambas derivaciones, el corazón es de posición intermedia. Si el corazón es horizontal, el complejo ventricular QRS de VL es semejante al de V4. Si el corazón es vertical, el complejo ventricular de VL se parece al de V1 y la derivación VF se asemeja a V4.

La utilidad clínica del conocimiento del eje eléctrico es muy escasa cuando se trata del complejo ventricular QRS, y todavía menor si se refiere a la onda T o a la onda P.

Insistimos en recordar que el voltaje de un grafocoleamiento está directamente relacionado con la posición del electrodo y el sentido en que marcha la onda de

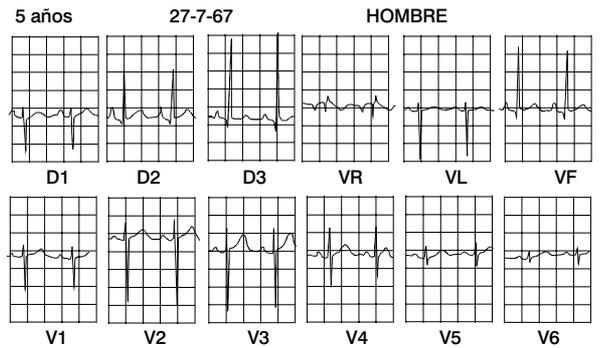


Fig. 4.12 Trazado que muestra una desviación axial derecha. Sus 2 elementos distintivos son: **A)** Presencia de ondas S profundas (de alto voltaje) en D1. **B)** Ondas R altas en D3. Ambos conforman la imagen denominada S1 R3.

excitación. La onda generada por una fuerza es menor mientras más perpendicular sea su proyección al lugar desde el que la observamos y, por el contrario, es mayor mientras más paralela sea al punto de exploración (Fig. 4.13).

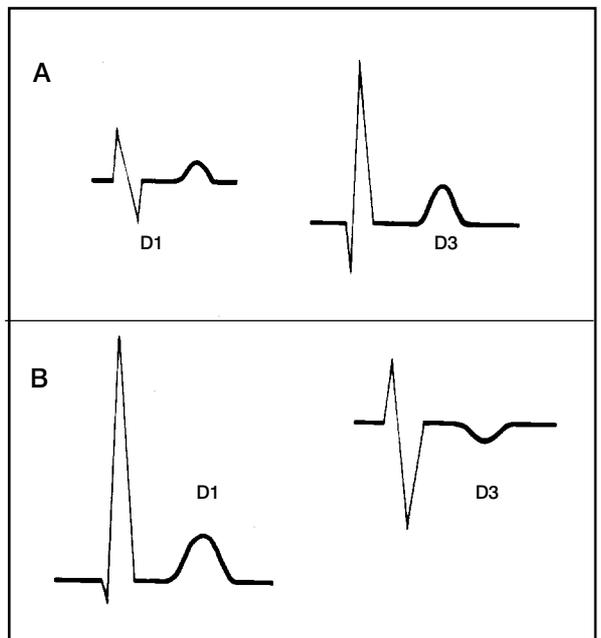


Fig. 4.13 Esquema de las desviaciones axiales derecha e izquierda. En A véase la onda S equivalente a la R en la derivación D1 y en D3 el gran voltaje de la R. En B, la desviación axial es izquierda con una gran R en D1 y una S profunda en D3.