

## Nova apresentação das derivações do plano frontal no eletrocardiograma

Waldemar Deccache \*, Jamil Mattar Valente \*\*, José Maurício Cocarelli \*\*,  
Efreim Aguiar Maranhão \*\*, Ivar da Cunha Madureira \*\*\*,  
José Ananias Figueira da Silva \*\*\*\*, Edson Saad \*\*\*\*\*

---

*Foram realizados 77 eletrocardiogramas de indivíduos normais e com diversas cardiopatias.*

*Utilizou-se um eletrocardiógrafo que permite a inversão da polaridade das derivações do plano frontal e selecionaram-se seis delas que foram, ordenadas conforme a medida angular: DIII (+ 120.º), aVF (+ 90.º), DII (+ 60.º), -aVR (+ 30.º), DI (0.º) e aVL (- 30.º), o que permite a visibilização da morfologia das deflexões, de maneira ordenada e progressiva, como a das derivações precordiais.*

*Analizou-se aVR com polaridade invertida e valorizou-se sua morfologia predominantemente positiva e sua integração na seqüência das derivações. Ficou assim, facilitada a determinação do eixo elétrico, do diagnóstico de bloqueio de ramo direito e esquerdo, do infarto inferior, do hemibloqueio anterior e das hipertrofias ventriculares.*

*Com esta nova apresentação, o ensino da eletrocardiografia torna-se mais lógico e simples, dispensando a memorização das morfologias das derivações, como no modelo clássico.*

---

Apesar de todas as conquistas da cardiologia, a eletrocardiografia permanece bastante valorizada no exame do aparelho circulatório. É um método complementar utilizado a partir do início deste século e muito tem sido feito para seu aperfeiçoamento. Em 1903, Einthoven<sup>1,2</sup> idealizou as derivações bipolares do plano frontal (DI, DII e DIII), construindo sua teoria do triângulo equilátero. Em 1943, Wilson<sup>3</sup>, com a criação da “central terminal”, introduziu, no plano frontal, as chamadas derivações unipolares das extremidades, que foram mais tarde modificadas por Goldberger<sup>4</sup> e chamadas aVR, aVL e aVF. Passaram então a ser utilizadas, na eletrocardiografia clínica, as três derivações bipolares mais as três unipolares. Em 1944, Wilson e col.<sup>5</sup> publicaram o primeiro trabalho estandardizando o uso do eletrocardiograma precordial onde o potencial elétrico do coração era estudado sob outro ângulo: o plano horizontal. A indústria de aparelhos eletromédicos, orientada por seus técnicos, desenhou o circuito de derivações de acordo com a seqüência com

que elas se desenvolveram: primeiro DI, DII, DIII, em seguida aVR, aVL aVF e, finalmente, as derivações precordiais (V1 a V6).

Em 1954, o “Committee on Electrocardiography” of the American Heart Association<sup>6</sup> estabeleceu normas para a padronização da nomenclatura e das derivações que deveriam ser usadas. Portanto, este método foi universalizado e um eletrocardiograma de rotina é composto de 6 derivações dos membros (DI, DII e DIII, aVR, aVL e aVF) e de 6 precordiais (V1, V2, V3, V4, V5 e V6).

As precordiais são apresentadas de uma forma em que se avalia a atividade elétrica cardíaca numa transição morfológica progressiva da direita para a esquerda (V1 a V6). No entanto, as derivações dos membros estão dispostas desordenadamente, sem seqüência de orientação no plano frontal, ou seja, DI, DII, DIII, aVR, aVL e aVF, que correspondem respectivamente a vetores projetados a 0.º, + 60.º, + 120.º, - 150.º, - 30.º e + 90.º no sistema de referência hexaxial. Esta apresentação, embora adotada clíni-

Trabalho realizado no Serviço de Cardiologia do Hospital Universitário, Ilha do Fundão (UFRJ).

\* Professor Adjunto. Coordenador de Pós-Graduação em Cardiologia.

\*\* Mestre em Cardiologia.

\*\*\* Professor Adjunto do Setor de Eletrocardiografia.

\*\*\*\* Professor Adjunto. Chefe do Serviço de Cardiologia.

\*\*\*\*\* Professor Titular de Cardiologia

camente, obriga o interpretador a memorizar os padrões de cada derivação, valorizando umas e pouco apreciando outras. Não há ordem na distribuição dos vetores, ou melhor, na morfologia das derivações. Simplesmente, convencionou-se esta seqüência, pela ordem em que foram criadas as derivações e assim apresentadas no seletor dos eletrocardiógrafos.

Não estuda desde 1952 <sup>7</sup>, em várias publicações, o problema das relações entre os vetores cardíacos e o plano frontal, utilizando o sistema hexaxial, as derivações ortogonais e os sistemas vetocardiográficos. Em um dos seus estudos <sup>8</sup>, o autor descreve o registro e a montagem das derivações do plano frontal numa seqüência direcional diferente da classicamente adotada.

Recentemente, Case e col. <sup>9</sup> trazem novamente à discussão o assunto e publicam um artigo tentando demonstrar as vantagens em apresentar as derivações periféricas seguindo a ordem medida angular.

O presente trabalho mostra também uma forma de apresentação seqüencial das derivações periféricas na ordem em que são colocadas no sistema de referência hexaxial. Pretende expor esta técnica parecendo mais analítica para interpretação e mais fácil para o aprendizado da leitura do eletrocardiograma.

## Material e métodos

Foram realizados 77 traçados eletrocardiográficos, sendo 12 de indivíduos adultos normais; 4 crianças normais; 4 pacientes com hemibloqueio anterior esquerdo; 6 com hemibloqueio anterior esquerdo e bloqueio de ramo direito; 8 com bloqueio de ramo direito; 9 com bloqueio de ramo esquerdo; 13 com hipertrofia ventricular esquerda; 3 com hipertrofia ventricular direita; 13 com infarto diafragmático; 1 com infarto anterior e lateral; 1 com aumento atrial esquerdo; 3 com doença pulmonar obstrutiva crônica.

Os diagnósticos foram firmados através do padrão das alterações impressas nos traçados e, também, pela revisão do prontuário dos pacientes, analisando-se os dados clínicos e os exames complementares como ecocardiograma, radiografia de tórax, exames bioquímicos do sangue e de urina.

Todos os registros foram feitos com o mesmo eletrocardiógrafo, obtendo-se as derivações DI, DII, DIII, aVR, aVL, aVF, -DI, -DII, -DIII, -aVR, -aVL, -aVF, V1, V2, V3, V4, V5 e V6. As derivações negativas acima apontadas, foram obtidas invertendo-se a polaridade do circuito através de um interruptor existente no aparelho por nós utilizado.

A montagem dos traçados para demonstração neste estudo foi feita da seguinte maneira: inicialmente, a forma de apresentação na ordem da medida angular conforme o sistema de referência hexaxial; em seguida, as derivações

periféricas como são classificadamente dispostas (DI, DII, DIII, aVR., aVL e aVF); e, finalmente, as derivações precordiais (V1, V2, V3, V4, V5 e V6).

Para a realização de nosso trabalho foi empregado um aparelho Theracard DS (Siemeris). Este eletrocardiógrafo possui um dispositivo que tem por função inverter a polaridade de qualquer derivação. Quando acionamos este dispositivo através de um comutador para posição (+), obtemos as derivações convencionais, + DI, + DII, + DIII, + aVR, + aVL, + aVF, + V1, + V2, + V3, + V4, + V5 e + V6. Quando desviamos este comutador para a posição (-), gravamos as derivações - DI, - DII, - DIII, - aVR, - aVL, - aVF, - V1, - V2, - V3, - V4, - V5 e - V6.

Os elétrodos foram colocados nos locais padronizados para eletrocardiografia convencional.

Ao realizar um eletrocardiograma na prática clínica, a inversão da polaridade pode ser obtida externamente, trocando-se os elétrodos dos membros. Por exemplo: para se conseguir - DI, basta trocar os cabos que vão para os dois membros superiores. Assim, obtemos a derivação - DI que corresponde a  $\pm 180^\circ$  no sistema de referência hexaxial. Para se conseguir - DII ( $- 120^\circ$ ), invertemos os cabos do membro superior direito e do membro inferior esquerdo. Para - DIII ( $- 60^\circ$ ), invertemos os cabos do membro superior esquerdo e do membro inferior esquerdo. Porém, com nenhuma destas manobras se conseguiria obter as derivações - aVR, - aVL e - aVF que são unipolares, porque o cabo negativo está ligado à central terminal e não diretamente a um dos membros.

O dispositivo inversor de polaridade do aparelho que usamos, além de possibilitar o registro invertido das derivações unipolares, tem a vantagem de dispensar a referida troca dos cabos externamente no paciente que inverteria apenas as derivações bipolares e demandaria maior gasto de tempo. Entretanto, este dispositivo pode ser adaptado facilmente em qualquer eletrocardiógrafo, por um custo muito baixo e sem prejuízos para o aparelho. Tal modificação pode ser realizada de 3 maneiras: a) colocando-se uma chave inversora de polaridade na entrada do pré-amplificador, como no aparelho Theracard que usamos (fig. 1A); b) colocando-se um amplificador inversor de polaridade na saída, do amplificador do eletrocardiógrafo com uma chave de duas posições entre os dois amplificadores. Com esta chave em uma posição, a corrente passa do amplificador do eletrocardiógrafo diretamente para o galvanômetro como normalmente sucede e, na outra posição, a corrente passa primeiro pelo amplificador inversor e atinge o galvanômetro já com a polaridade invertida. Este amplificador inversor amplifica em uma vez a corrente que passa por ele, ou seja, não a altera (fig. 1B); c) colocando-se uma chave inversora de polaridade entre o amplificador e o galvanômetro, como no aparelho usado por Case e col. <sup>9</sup> (fig. 1C).

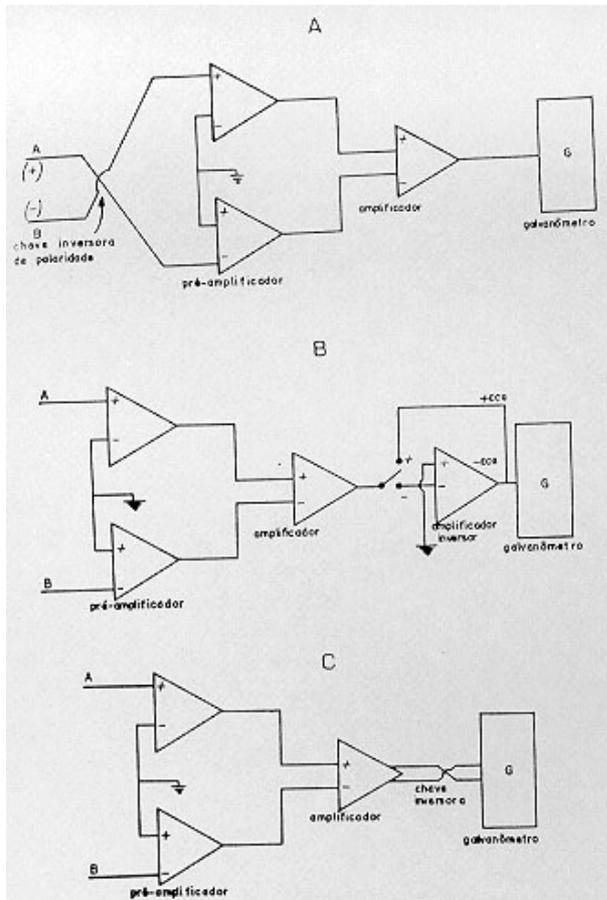


Fig. 1 - Esquema de um eletrocardiógrafo: a) com a chave inversora da polaridade na entrada do pré-amplificador; b) com um amplificador inverso de polaridade; c) com a chave inversora da polaridade na saída do amplificador.

## Resultados

Na prática não há necessidade de utilizar as 12 derivações periféricas por serem redundantes. É suficiente usar, como o fizemos, apenas 6 derivações em ordem da medida angular começando por DIII (+ 120°) e terminando com aVL (- 30°). Isto corresponde, no sistema de referência hexaxial, respectivamente, a + 120°, + 90°, + 60°, + 30°, 0° e - 30°.

A aparência das derivações dispostas nesta seqüência é, às vezes, semelhante à das precordiais. A predominância geralmente negativa das deflexões em torno de + 120°, vai se transformando, paulatinamente, até o padrão francamente positivo ao atingir - 30.° (fig. 2).

Nossos cálculos para o ângulo vetorial e análise das morfologias foram exemplificados exclusivamente observando o complexo ventricular (QRS).

Para obter-se o eixo elétrico, basta verificar qual a derivação com a deflexão positiva de maior amplitude. O eixo elétrico será paralelo a esta derivação. Exemplo: (fig. 3). A maior amplitude do QRS está em DII (+ 60°), então o eixo elétrico se projeta a + 60°.

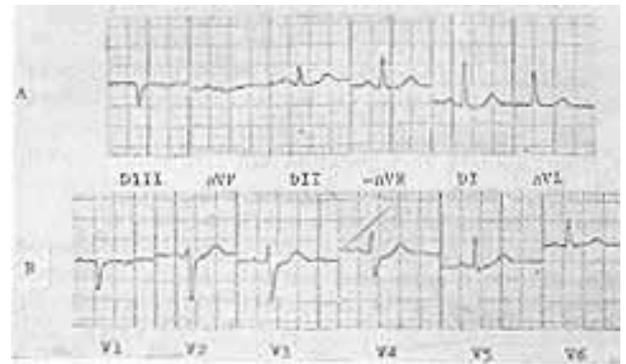


Fig. 2 - A) Derivações do plano frontal, em seqüência angular. B) Derivações precordiais.

Na realidade, para orientar um vetor, deve-se calcular a área em unidades Ashman (duração da onda multiplicada pela sua altura), porém, na rotina, orienta-se o vetor, utilizando apenas a amplitude da deflexão, visto que pequenas variações de 15° a 30° não alteram a informação para uso clínico.

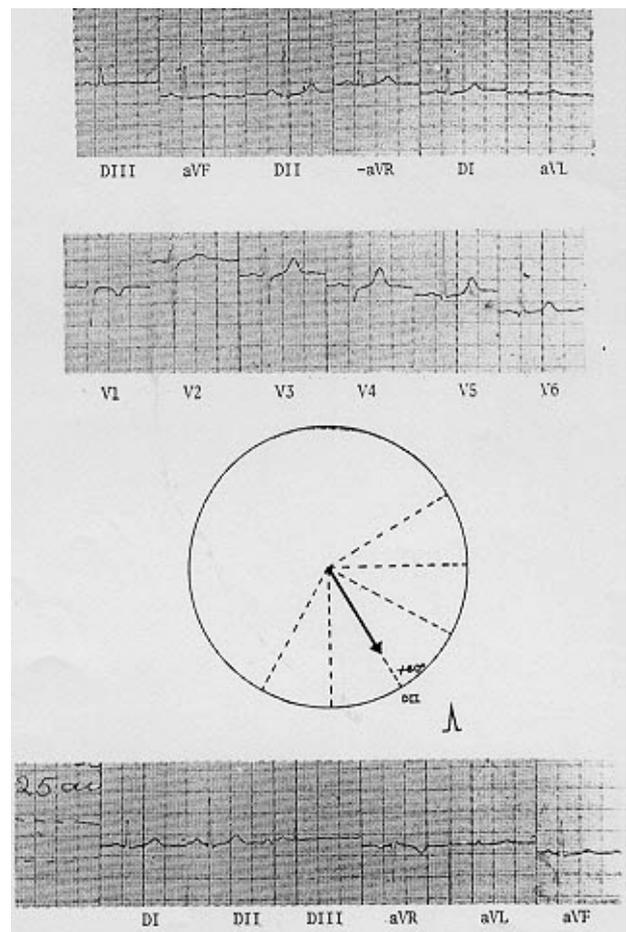


Fig. 3 - ECG normal.

Quando a maior amplitude for negativa o vetor será paralelo à derivação, mas em sentido contrário. Se a deflexão de maior amplitude estiver em DII e for negativa, o vetor estará localizado a  $-60^\circ$ .

Quando encontramos 2 derivações com deflexões de amplitudes idênticas, o vetor estará entre as duas. Exemplo: (fig. 4). Podemos notar que, neste caso, a onda R é máxima em DII e em  $-aVR$ , estando portanto seu eixo elétrico situado entre estas 2 derivações, ou seja, em torno de  $+45^\circ$ .

Deflexões da mesma grandeza, em 3 derivações indicam que o eixo será paralelo ao da derivação do centro. Quando as derivações DII,  $-aVR$  e DI têm a mesma amplitude, o eixo elétrico estará a  $+30^\circ$ .

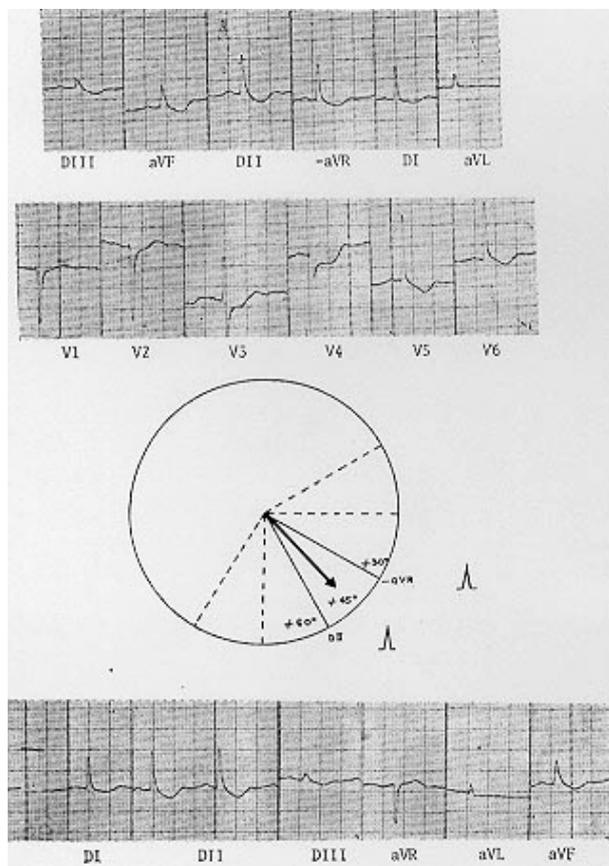


Fig. 4 - Hipertrofia ventricular esquerda.

Também podemos usar, para o cálculo do eixo elétrico, a transição de complexo positivo de uma derivação para negativo da derivação seguinte, ou vice versa; o eixo será perpendicular a esta transição. Exemplo: (fig. 5). A transição se dá entre DII (deflexão negativa) e  $-aVR$  (deflexão positiva). O eixo elétrico estará, portanto, em torno de  $-45^\circ$ .

Quando houver uma derivação com deflexão isodifásica, o vetor será perpendicular à mencionada derivação. Exemplo: (fig. 6). O complexo isodifásico em aVL e o eixo elétrico estará a  $+60^\circ$ .

Nesta disposição, informações práticas podem ser obtidas num relance. Por exemplo: a) se as duas primeiras

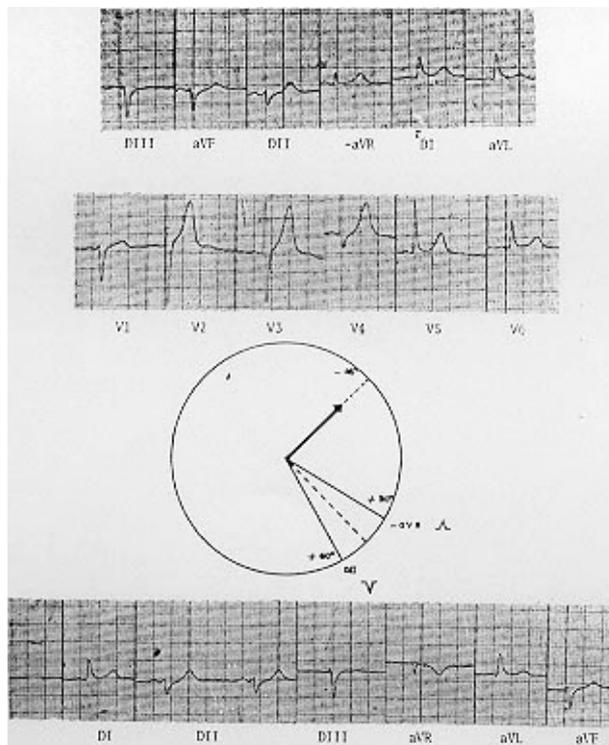


Fig. 5 - Hemibloqueio anterior esquerdo.

derivadas (DIII e aVF) são negativas, o eixo elétrico estará aquém de  $0^\circ$ , portanto há um desvio para a esquerda (fig. 7A); b) se as duas últimas derivações (DI e aVL) são negativas, o eixo elétrico estará além de  $+90^\circ$  e, neste caso, existe um desvio para a direita (fig. 7B); c) quando as 6 derivações são positivas, o eixo elétrico está numa posição intermediária a estas derivações, em torno de  $+45^\circ$  (fig. 8A); d) quando as 6 derivações são negativas, o eixo elétrico também estará numa posição intermediária, porém de sentido oposto, ou seja, em torno de  $-135^\circ$  (fig. 8B); e) pela observação da figura 9, podemos assinalar que os indivíduos longilíneos (A) começam com deflexões predominantemente positivas e terminam com negativas enquanto os brevilíneos (B), ao contrário.

**Bloqueio de ramo esquerdo (BRE)** - No diagnóstico eletrocardiográfico de BRE, busca-se a confirmação, nas derivações precordias esquerdas (V5-V6), pelo aspecto da onda R que se apresenta alargada, entalhada, espessada (onda Q ausente).

No modelo seqüencial, através das derivações periféricas, também se pode olhar o lado esquerdo da apresentação periférica e verificar a morfologia de R com as mesmas características (fig. 10). Esta disposição similar entre as periféricas e as precordiais facilita o diagnóstico eletrocardiográfico de BRE.

Podemos observar ainda que a referida morfologia de BRE aparece, geralmente, nas 4 derivações a esquerda ( $+60^\circ + 30^\circ, 0^\circ$  e  $-30^\circ$ ). Quando a morfologia de BRE delimita apenas às três últimas a orientação do eixo elétrico, além de  $-30^\circ$ , possibi-

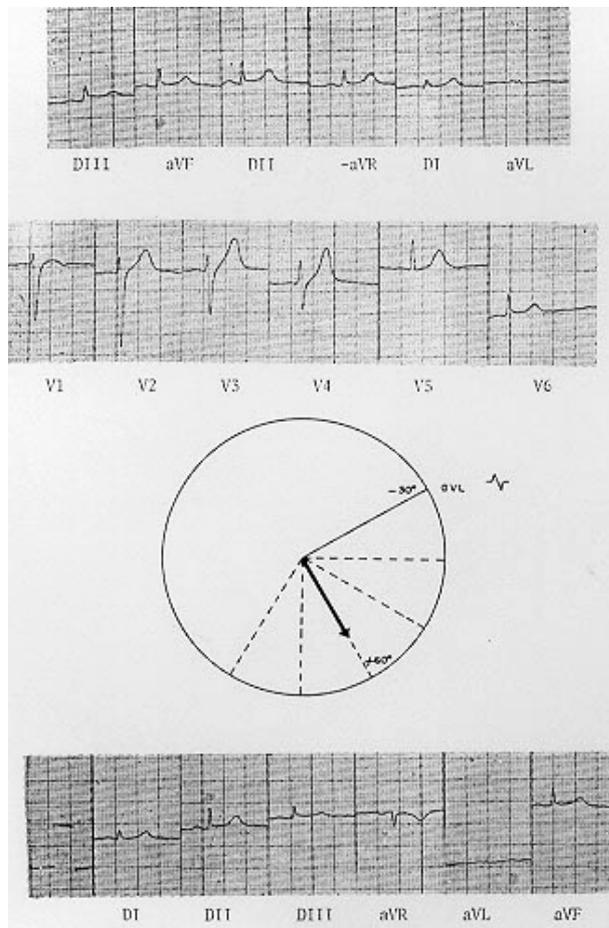


Fig. 6 - ECG normal.

lita associar o diagnóstico com hemibloqueio anterior esquerdo ou hipertrofia ventricular esquerda (fig. 11).

**Bloqueio de ramo direito (BRD)** - O diagnóstico de BRD costuma ser feito, principalmente, através das derivações precordiais que mostram um complexo rsR' em V1, V2, onda S espessada em V5-V6 e alargamento do QRS no caso do bloqueio de grau mais avançado.

Nas derivações periféricas do modelo convencional, observa-se um espessamento da porção final do QRS em DI (onda S aumentada, alargada, espessada) e aVR (rSr', rsR' qR, QR, Qr). O BRD puro tende a desviar o eixo elétrico para a direita.

A simples inspeção do modelo seqüencial dá-nos o diagnóstico de BRD nas derivações periféricas quando encontramos a primeira derivação (DII) positiva e as derivações do lado esquerdo (-aVR, DI e aVL), com onda S alargada, espessada, entalhada.

Isto foi possível graças à inversão da polaridade de aVR que agora tem morfologia do tipo RS, enquanto no modelo original se apresentava QR. A colocação de aVR invertida (RS) entre DII e DI, seguida por aVL (ou seja, na seqüência dos ângulos +60° +30°, 0° e -30°) permite uma observação mais clara da onda S patológica (fig. 12).

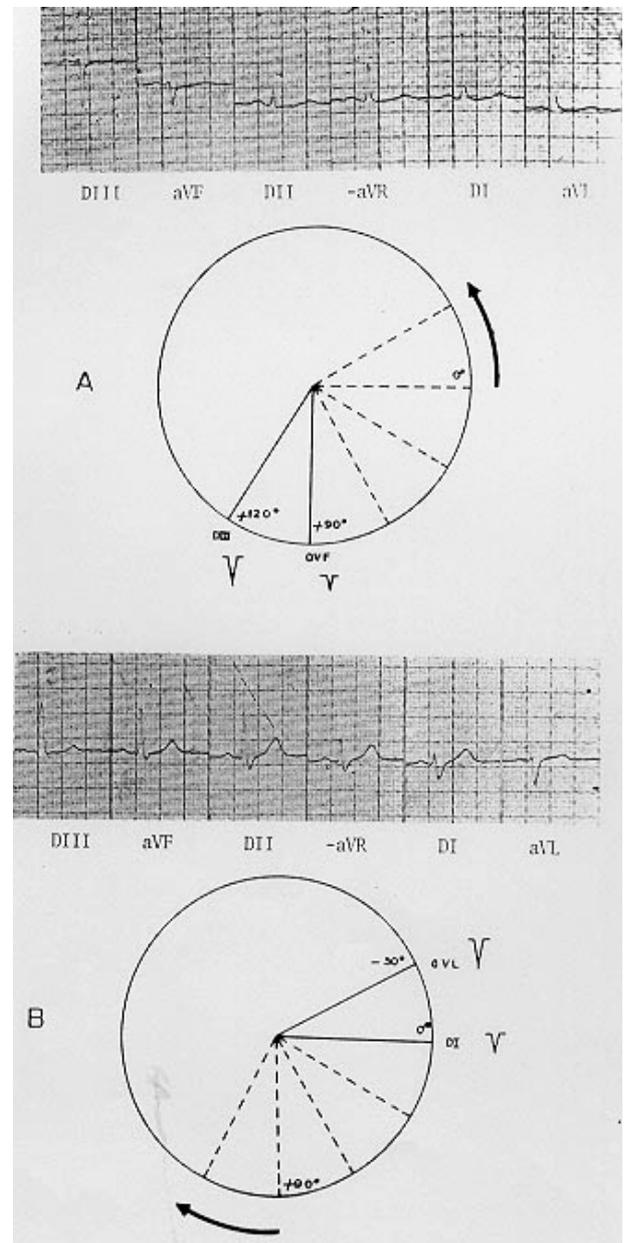


Fig. 7 - A) ECG normal; B) bloqueio de ramo direito.

É dos mais interessantes o valor da derivação aVR para fazer diagnóstico diferencial entre infarto de parede inferior e hemibloqueio anterior esquerdo.

Fisher e col.<sup>10</sup> escrevendo sobre as dificuldades para separar hemibloqueio anterior de infarto inferior valorizam as derivações DII e aVR e chamam a atenção que os textos de eletrocardiografia dão pouca atenção a esta derivação (aVR).

Medrano<sup>11</sup> descreveu onda R terminal em aVR para identificar os casos portadores de hemibloqueio anterior.

**Hemibloqueio anterior esquerdo (HBAE)** - Para o diagnóstico deste bloqueio, pelo esquema clássico, observamos o aspecto qR em DI e negatividade predominante em DII e DIII. Em outras pa-

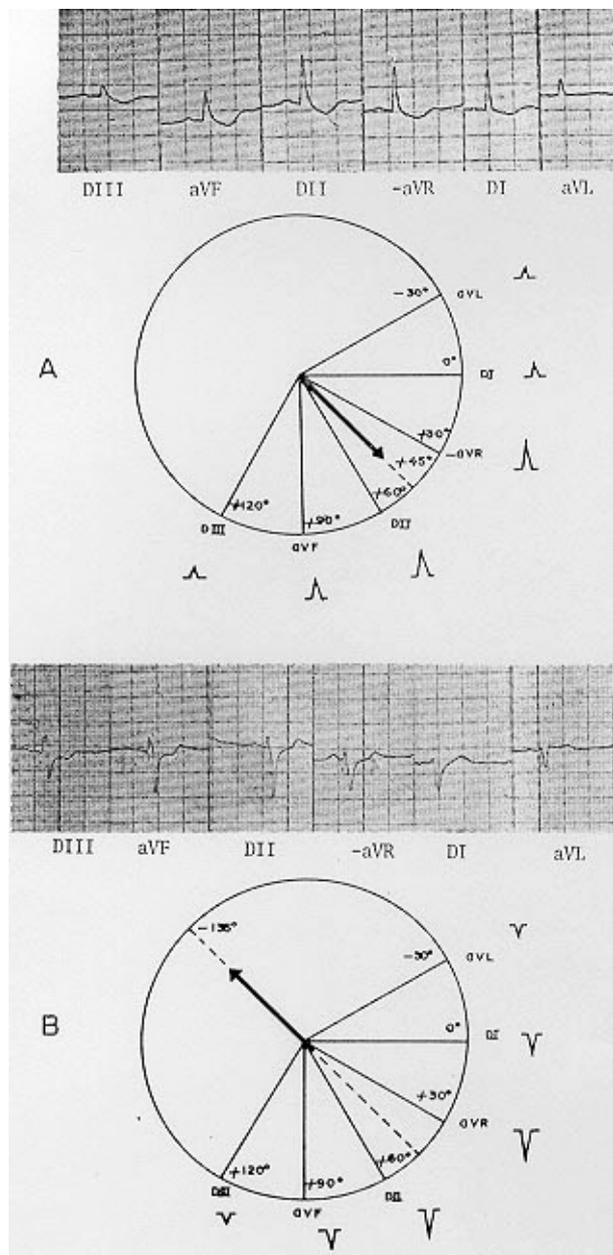


Fig. 8 - A) Hipertrofia Ventricular Esquerda; B) Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica.

lavras, o eixo elétrico situa-se no quadrante superior esquerdo, além de - 40°.

No método empregado neste estudo, observamos logo que as derivações iniciais, DIII (+ 120°), aVF (+ 90°) e DII (+ 60°) agora juntas, mostram QRS predominantemente negativo (fig. 13). No caso da figura 13, a transição de complexo negativo para positivo ocorre entre DIII e - aVR (+ 60° e + 30°). Sabemos que o vetor médio do complexo QRS é perpendicular a esta transição e, portanto, está entre - 30° e - 60°. Como nem DII nem - aVR são isodifásicas e a área negativa de DII é maior do que a área positiva de - aVR, podemos dizer que o eixo está em torno de - 50°.

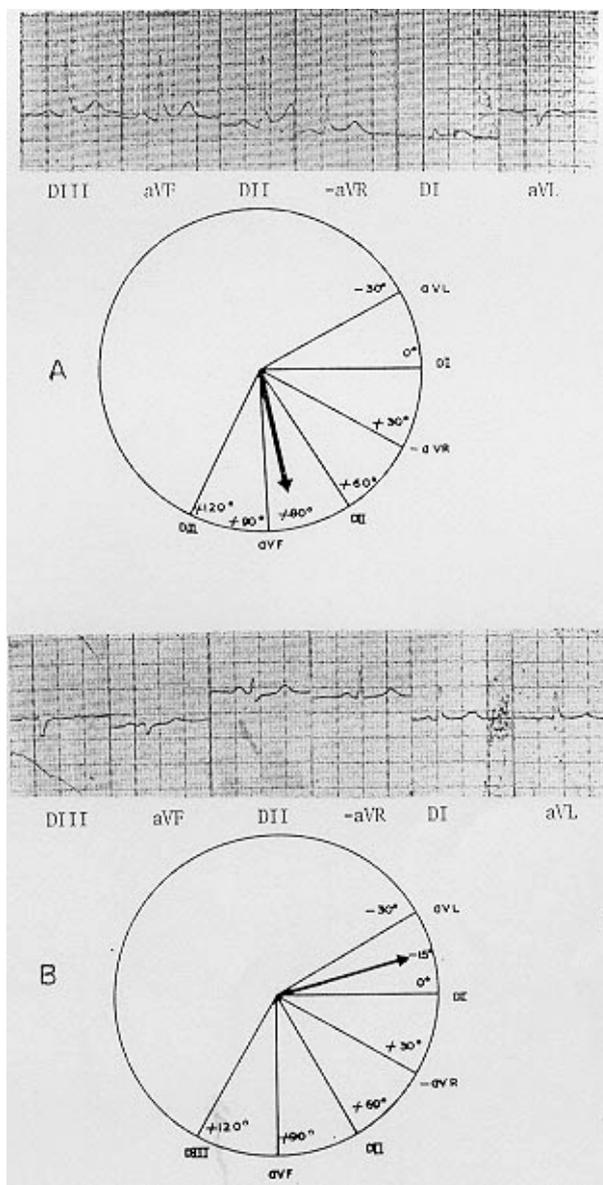


Fig. 9 - A) ECG normal; B) ECG normal.

A observação de complexos rS, pelo menos nas três primeiras derivações (DIII, aVF e DII), e de ondas S espessadas nas periféricas esquerdas permite, de relance, que se faça o diagnóstico de hemibloqueio anterior esquerdo associado ao bloqueio de ramo direito (fig. 14).

**Infarto diafragmático ou inferior** - Vimos, na descrição dos fundamentos teóricos, que Einthoven trocou a polaridade de DII colocando o polo positivo no membro inferior esquerdo e o negativo no membro superior direito. Com este artifício, o membro inferior esquerdo passou a sediar, no sistema hexaxial, o polo positivo nas derivações DII, DIII e aVF, daí a referência a estas, como derivações inferiores. No modelo clássico do plano frontal, estas derivações estão separadas e projetam no sistema hexaxial com angulações desordenadas (DII + 60°, DIII - 120° e aVF + 90°). Tem-se que memorizar o

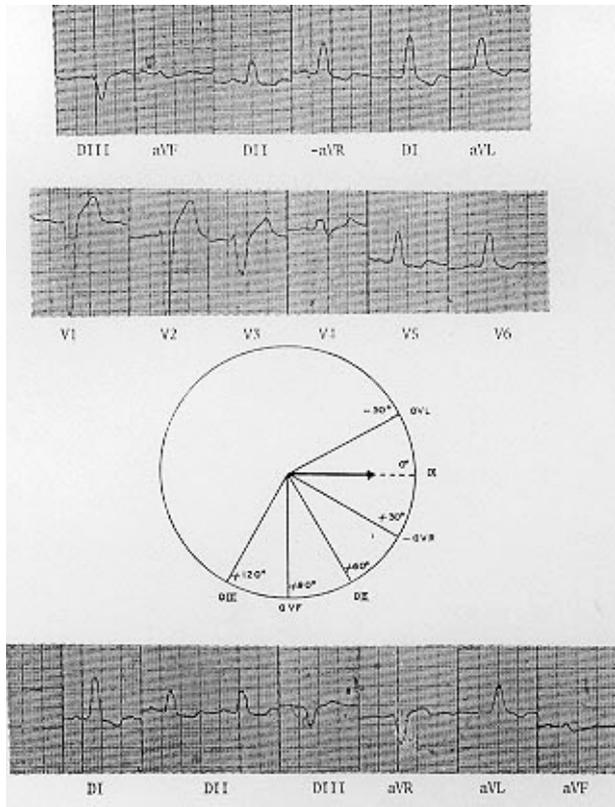


Fig. 10 - Bloqueio de ramo esquerdo.

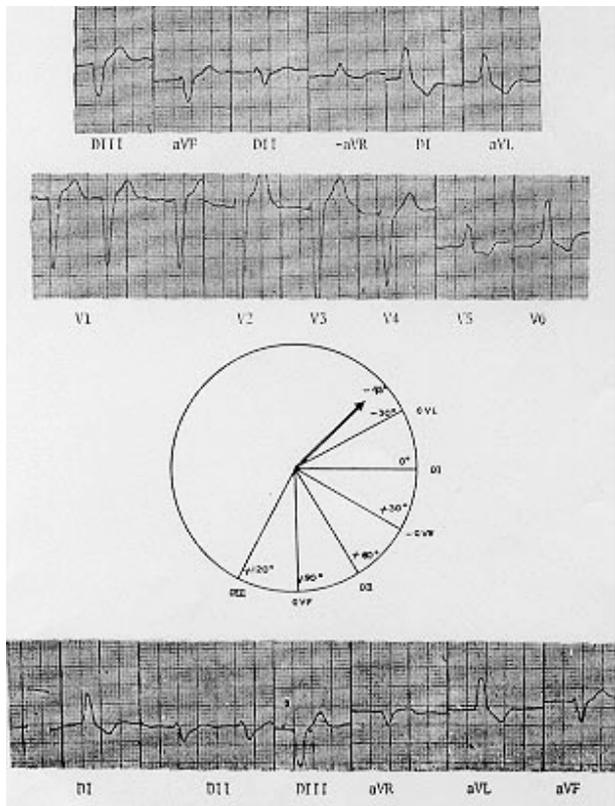


Fig. 11 - Bloqueio de ramo esquerdo com hipertrofia ventricular esquerda.

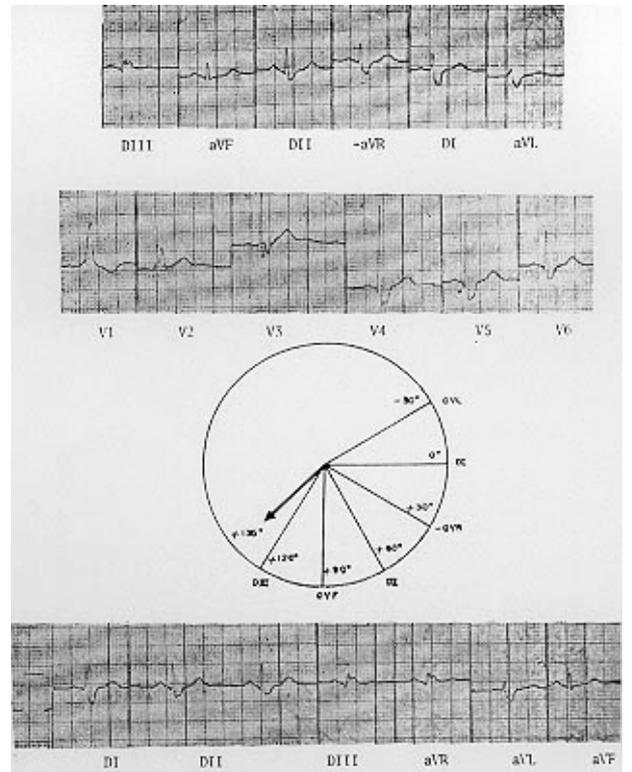


Fig. 12 - Bloqueio de ramo direito.

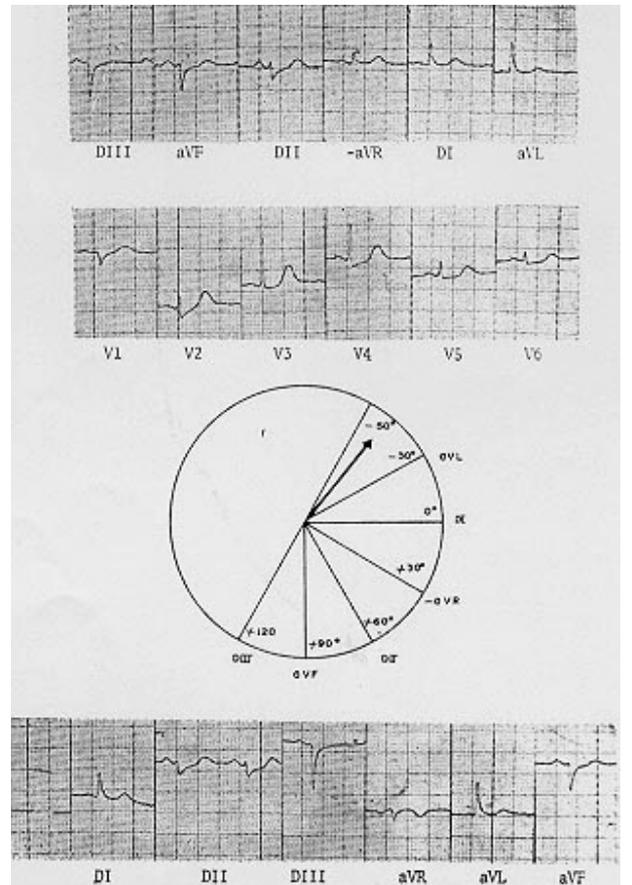


Fig. 13 - Hemibloqueio anterior esquerdo.

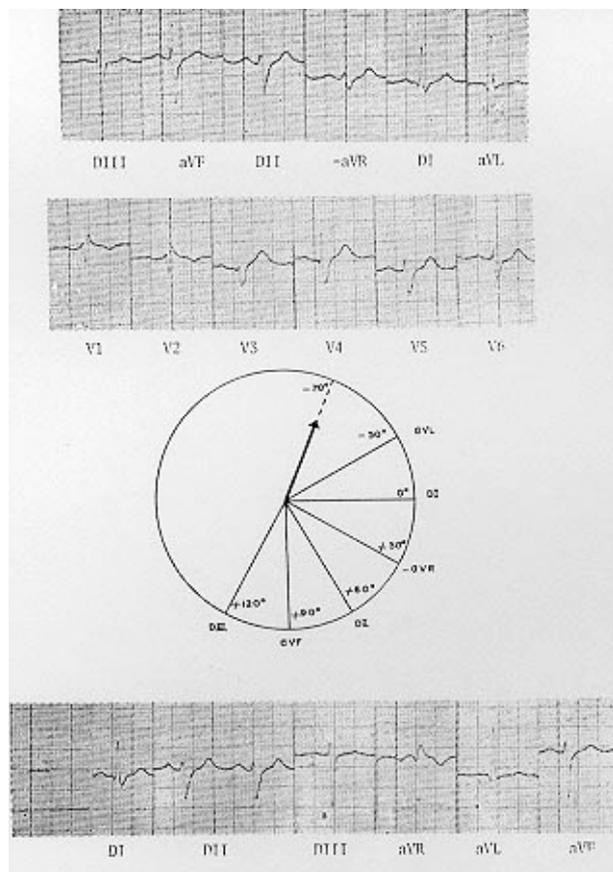


Fig. 14 - Bloqueio de ramo direito com hemibloqueio anterior esquerdo.

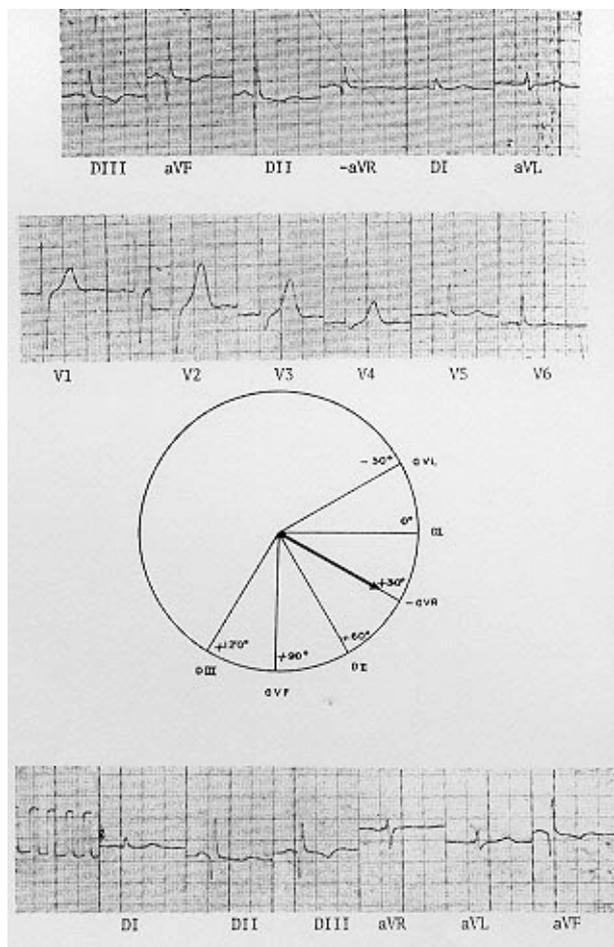


Fig. 15 - Infarto ínfero-dorsal.

padrão apresentado em cada derivação, onde a análise é mais demorada. A montagem das derivações pelo sistema seqüencial angular coloca estas derivações como devem ser + 120°, (DIII) + 90° (aVF) e + 60° (DII) juntas e ordenadas.

Na página 49 do livro de Schamroth <sup>12</sup>, na figura 26, podemos ver como a localização do infarto inferior em áreas menos ou mais extensas pode alterar a morfologia do QRS em DII, DIII e aVF. Necrose ocupando maior extensão da parede diafragmática revela QS nas três derivações mencionadas e infarto mais restrito nesta área dá morfologia QR em DII e aVF.

O autor, inclusive, para tornar mais ilustrativa a figura, dispôs as três derivações em ordem angular (DIII, aVF e DII), sem fazer referência ao modelo aqui estudado de seqüência angular.

Nosso modelo coloca as derivações inferiores em seqüência e enseja este julgamento mais facilmente. A inversão da polaridade de aVR, agora exteriorizada sob a forma de QR e sua inclusão na nova disposição angular, proporciona a visibilização de onda Q em 4 derivações consecutivas DIII (+ 120°), aVF (+ 90°), DII (+ 60°) e - aVR (+ 30°) como mostra a figura 15.

Isto facilita sobretudo a leitura das alterações que incidem sobre elas e talvez permita tirar ilações sobre extensão das referidas modificações.

**Hipertrofias ventriculares** - Nas derivações periféricas, ordenadas conforme a medida angular, a hipertrofia ventricular esquerda revela-se pelo desvio do eixo no plano frontal: quanto mais tardia é a transição de negatividade para positividade, mais acentuado é o desvio para esquerda do eixo elétrico (fig. 16). Neste exemplo, a transição dá-se entre DII (+ 60°) e -aVR (+ 30°). O eixo elétrico é perpendicular a este ângulo. Como a negatividade de DII é menor que a positividade de - aVR, podemos dizer que está em torno de - 40°.

Na hipertrofia ventricular direita (HVD), o aspecto é inverso, como o é nas precordiais. Mostra deflexões positivas com amplo Rs ou qR nas derivações do lado direito (+ 120°, + 90°, + 60°) e negativas do tipo rS do lado esquerdo, com um desvio do eixo elétrico para a direita que facilita o diagnóstico de HVD (fig. 17).

Todos os nossos exemplos foram baseados no complexo QRS por ser a deflexão que mais se destaca no ciclo cardíaco elétrico. Todavia, qualquer onda eletrocardiográfica pode ser perfeitamente avaliada. Para tanto, mostramos agora a figura 18, de um portador de doença pulmonar obstrutiva crônica onde analisamos a onda P. Nota-se onda P “pulmonale” nas três derivações direitas, DIII (+ 120°),

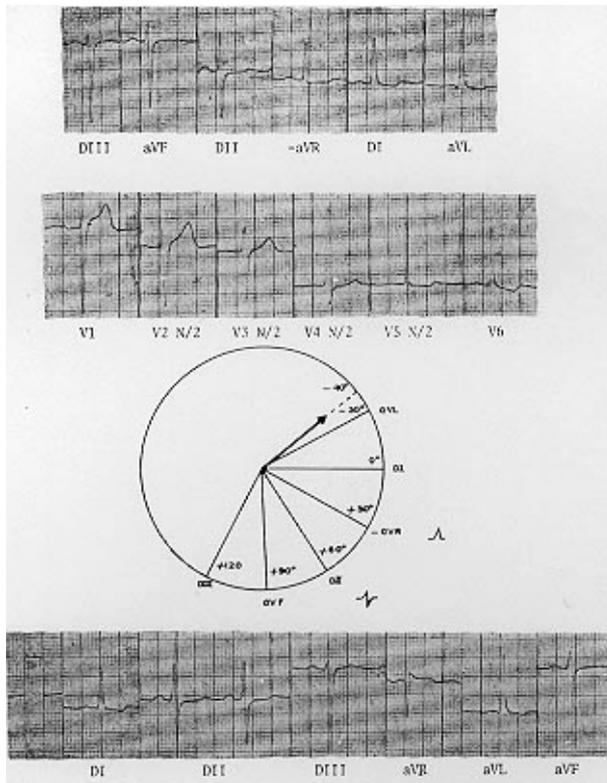


Fig. 16 - Hipertrofia ventricular esquerda.

aVF (+90.º) e DII (+60.º), agora consecutivas, de aspecto pontecagudo e grande amplitude, que vai diminuindo quando se olham as derivações do lado esquerdo, -aVR (+30º), DI (0º) e aVL (-30.º). O eixo elétrico de P está em torno de +60º.

## Discussão

Com o conceito vetorial da eletrocardiografia, a determinação do vetor médio das ondas P, QRS, T e do segmento ST, tornou-se um importante parâmetro de diagnóstico.

A colocação de dois elétrodos (derivação) em pontos diferentes do campo elétrico, possibilita a captação do potencial diferencial elaborado. A linha imaginária que liga os dois elétrodos chama-se eixo de derivação.

O potencial elétrico (no nosso caso, desenvolvido pelo coração) pode ser medido pela sua magnitude e direção. Estas propriedades das forças elétricas podem ser representadas por um vetor cujo símbolo é uma seta que tem magnitude, direção e sentido. O emprego do vetor para representar as forças elétricas do coração, facilita a compreensão das deflexões observadas nas derivações eletrocardiográficas, pois as curvas desenhadas representam a medida da projeção do vetor cardíaco sobre o eixo de uma determinada derivação.

O eletrocardiógrafo é construído de modo a registrar uma deflexão positiva quando a projeção, isto é, a sombra

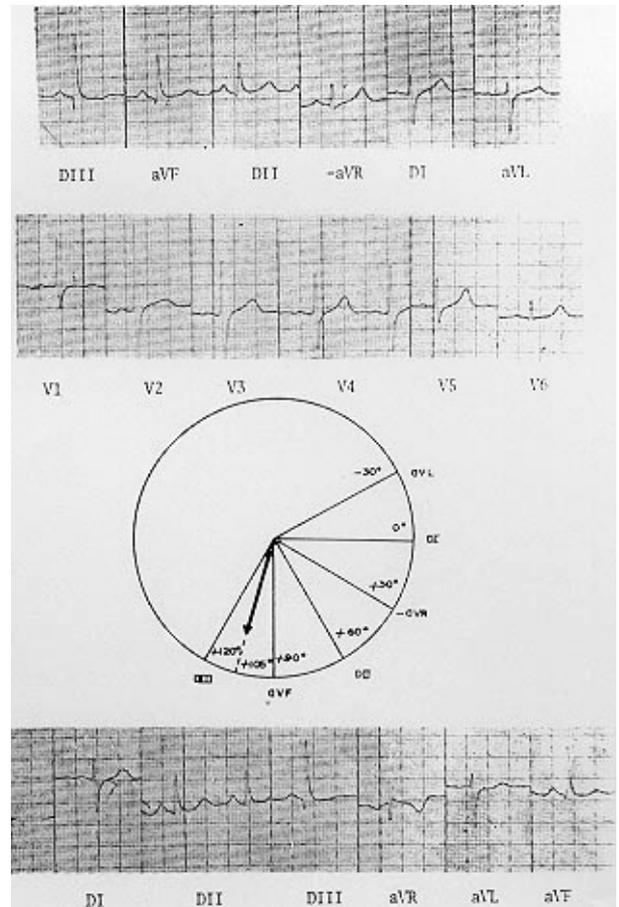


Fig. 17 - Hipertrofia ventricular direita.

do vetor aponta para o elétrodo positivo, e negativa ao dirigir-se para o polo negativo da derivação.

Há longa data, tem sido tentada a diminuição do número das derivações do plano frontal. Em 1956, Schaffer e col.<sup>13</sup> utilizaram apenas 2 derivações, DI e aVF, em 300 pacientes com diferentes diagnósticos eletrocardiográficos e compararam a interpretação destes traçados, com a daqueles obtidos usando as 6 derivações periféricas. Os autores chegaram à conclusão de que, em nenhum caso, as derivações DII, DIII, aVR e aVL contribuíram com alguma informação importante além das fornecidas por DI e aVF. Entretanto, o uso das 6 derivações periféricas tem sido mais ilustrativo e dá informações mais detalhadas do que apenas com aquelas duas. Podemos citar alguns exemplos: o infarto de miocárdio atingindo parede lateral alta, no qual as derivações da morfologia do QRS e ST-T em aVL são mais evidentes do que em DI; no bloqueio de ramo direito e na hipertrofia ventricular direita e importante a observação de aVR. Na análise das ondas P, geralmente, é mais fácil observar a derivação DII (DII é a soma de DI e DIII), principalmente quando há dificuldade na identificação desta deflexão. Além disso, para o cálculo da localização de um vetor, usando apenas DI e aVF, só podemos dizer em qual dos quadrantes ele está situado (supe-

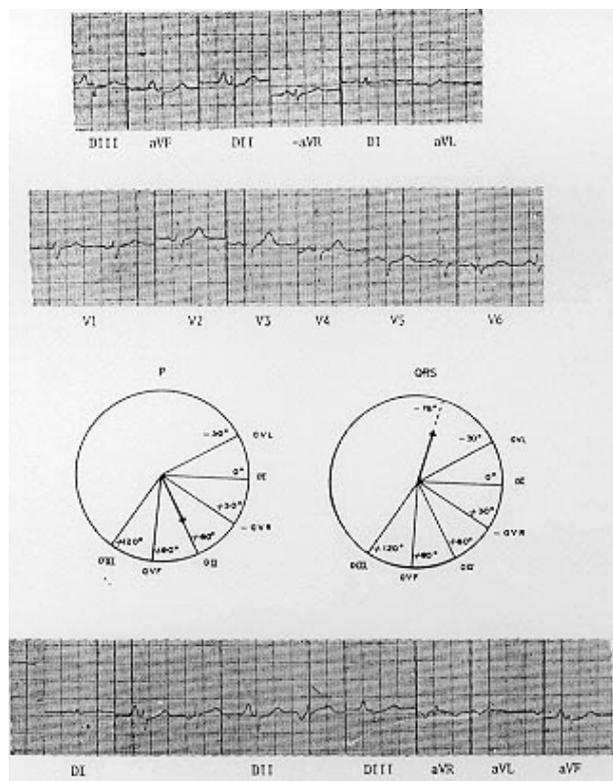


Fig. 18 - Doença pulmonar obstrutiva crônica.

rior esquerdo ou direito, e inferior esquerdo ou direito). Com as 6 derivações periféricas, a localização vetorial é mais precisa.

Tem sido tentada também a substituição das 12 derivações clássicas, por derivações ortogonais. As derivações ortogonais foram criadas com o objetivo de aperfeiçoar o método de captação da atividade elétrica cardíaca.

Conforme o conceito vetorial da eletrocardiografia, os eventos registrados através de diferentes derivações são oriundos de um mesmo fenômeno<sup>14</sup>, ou seja, o vetor cardíaco espacial. Baseando-se nisso, todas as informações podem ser obtidas por intermédio de apenas 3 derivações ortogonais que são: “X” (direita-esquerda); “Y” (súpero-inferior); e “Z” (ântero-posterior). Elas formam os planos frontal, horizontal e sagital, dando a noção tridimensional da orientação de um vetor. A derivação “X” quando apresenta deflexão predominantemente positiva, significa que as forças elétricas se dirigem para a esquerda e, quando negativa, para a direita. É semelhante a V6 do eletrocardiograma clássico.

Observando a derivação “Y”, a presença de um complexo predominantemente positivo significa que as forças se dirigem para baixo e, quando negativo, para cima, semelhante à derivação aVF.

Finalmente, quando as forças elétricas se orientam para trás, a derivação “Z” mostra uma deflexão positiva e, quando se dirigem para frente, a deflexão será negativa. Assemelha-se a V2 com polaridade invertida.

Existe na literatura um grande número de sistemas de derivações ortogonais; de todos o mais utilizado é o método de Frank<sup>15</sup>, tanto na eletrocardiografia como na vetocardiografia. É o preferido por ser de boa precisão e fácil execução (usa apenas 8 elétrodos incluindo o “terra”).

Estes sistemas reduzem as causas de erro determinadas por variáveis como a morfologia do tórax humano; colocação excêntrica do coração; a heterogeneidade dos tecidos que compõem a caixa torácica, e os efeitos de proximidade dos elétrodos com a área cardíaca.

Como desvantagens, tem sido mostrado que estas derivações podem deixar de apresentar alguns pequenos detalhes<sup>16</sup>. Exemplo disso é o caso de infarto do miocárdio que apenas atinge a parede lateral alta, quando evidencia onda Q patológica somente em aVL; já a derivação “X” localizada numa posição mais baixa teria aspecto normal. Outro exemplo é a síndrome de Wolff-Parkinson-White que, no tipo A, apresenta ondas delta e complexos QRS predominantemente positivos em V1 e V2, enquanto que alguns casos do tipo B podem ter uma deflexão predominantemente positiva em V2 mas não em V1. Em ambos os casos a derivação “Z” (que lembra um V2 invertido) pode ter um complexo QRS predominantemente negativo indicando que as forças maiores se dirigem para a frente e, portanto, não faz distinção do tipo de WPW presente.

O emprego das derivações ortogonais não tem aplicação clínica rotineira, sendo reservado para trabalhos de pesquisa.

Para calcular a projeção do vetor ou eixo elétrico no plano frontal conforme o modelo clássico de registro das derivações periféricas, temos que raciocinar com o sistema de referência hexaxial.

Na prática, para determinar o eixo elétrico, buscamos a derivação na qual a morfologia da onda é isodifásica (o vetor é perpendicular a esta derivação) ou a derivação que desenhe o complexo com a maior amplitude (o vetor é paralelo a esta derivação).

Sabe-se que esta determinação do eixo elétrico não é extremamente precisa e há uma discreta variação quando correlacionada com o vetocardiograma. Isto é devido às limitações do triângulo equilátero de Einthoven, como já foi citado. Mas o método de Einthoven, pela inexistência de outro mais preciso e prático, nunca foi substituído.

De acordo com o modelo padronizado universalmente, as derivações do plano frontal são apresentadas de uma maneira desordenada. Como já escrevemos, para orientar um determinado vetor, tem-se que recorrer à memorização das morfologias apresentadas em cada derivação, ou mesmo, recorrer às figuras desenhadas apontadas no sistema de referência hexaxial. Para os menos experientes, esta dificuldade é constante e o processo demorado, principalmente quando se quiser estudar mais detalhadamente todas as deflexões do traçado.

## Método seqüencial angular

Com o método de apresentação angular seqüencial das derivações do plano frontal, consegue-se obter uma visão de conjunto dos eventos, de uma maneira lógica e uniforme. As mudanças de uma derivação para outra se fazem numa transição progressiva da mesma forma como são vistas nas derivações do plano horizontal.

O que é apresentação seqüencial angular das derivações? É a apresentação das derivações do plano frontal seguindo uma seqüência de direção de acordo com os ângulos em que se projeta o vetor; em outras palavras, apresentando as derivações de maneira ordenada conforme sua colocação no sistema de referência hexaxial (fig. 19). Para tanto é necessário usar uma inversão de polaridade no aparelho para se obter todas as derivações desejadas numa seqüência angular, como detalhamos na descrição de material e métodos.

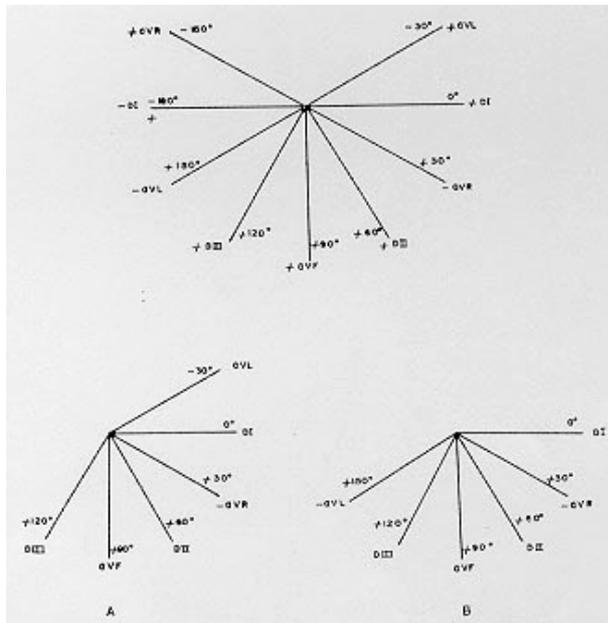


Fig. 19 - Derivações do plano frontal dispostas em ordem seqüencial angular. A - Derivações usadas em nosso estudo; B - Derivações usadas por Case e cols.

O cálculo da situação angular do vetor é feito prontamente numa rápida inspeção do traçado. Aplica-se qualquer das técnicas: para o vetor médio do QRS por exemplo, basta ver onde está sua maior deflexão e o eixo elétrico estará paralelo à respectiva derivação, ou então onde se dá a transição de complexo negativo para positivo, e o vetor será perpendicular a esta transição. Se houver uma derivação isodifásica ou isoeletrica, o vetor estará perpendicular a ela.

Zao<sup>8</sup>, em 1970, desenvolveu um sistema de derivação vetocardiográfica, sem muita aceitação na prática, mas que obedecia também a uma seqüência direcional das derivações: 0°, +30°, +60°, +90°, +120° e +150°.

Case e col.<sup>9</sup>, em 1979, publicaram um artigo onde também seguem seqüência ordenada dos ângulos e utilizaram a inversão na polaridade do aparelho para a escolha e a montagem das derivações em ordem angular. Na prática, esta inversão de polaridade permite ao investigador usar outras derivações do sistema hexaxial que poderia iniciar pouco aquém, ou terminar além do modelo proposto por Case e col., porém, sempre com seqüência angular ordenada. É como eventualmente se faz com as derivações do plano horizontal, quando se deseja incluir outras derivações precordiais (V3R e V4R em crianças ou V7 e V8 no infarto dorso-lateral).

Usamos o modelo de apresentação seqüencial e escolhemos das 12 derivações do plano frontal que podem ser registradas (6 positivas e 6 negativas), apenas 6 para o emprego de rotina, por ser desnecessário um número maior do que este. Foram as derivações DIII, aVF, DII, -aVR, DI e aVL que correspondem respectivamente a +120°, +90°, +60°, +30°, 0° e -30°, (fig. 19 A). As demais poderiam ser aproveitadas opcionalmente a título ilustrativo ou em outros estudos futuros.

As 6 derivações que selecionamos não coincidem com as utilizadas por Case e col.<sup>9</sup>, que iniciavam em -aVL (+150°) chegando até DI (0°). (fig. 19B). Os motivos da nossa escolha basearam-se na freqüente projeção dos vetores entre +120° e -30°, tanto em ECG normal como patológico e também porque nesta técnica, com excessão de aVR com polaridade invertida, as demais derivações já são consagradas pelo uso.

Outra vantagem do modelo seqüencial angular é a valorização da derivação aVR usada com a inversão da polaridade. No modelo convencional, a derivação aVR (-150°), por estar localizada no quadrante superior direito e por manifestar-se com deflexões predominantemente negativas, freqüentemente é negligenciada. Com a apresentação seqüencial, a derivação -aVR cresce de importância, pois sua deflexão normalmente positiva, torna-se de análise facilitada e integrada às demais no traçado.

Nos bloqueios de ramo direito de menor grau, -aVR é das derivações periféricas a que mais se destaca para a observação deste transtorno de condução que apresenta uma onda S espessada, acompanhando o mesmo fenômeno elétrico já apontado em DI. É verdade que no BRD chama-se a atenção ao R' de aVR convencional (seria o seu equivalente), porém a inversão de aVR colocaria a sua deflexão em consonância com DI.

A forma desordenada da apresentação convencional, pode apresentar dificuldade como, por exemplo, o infarto de parede inferior. DII, DIII e aVF que são as derivações mais importantes a serem observadas nesta entidade, estão separadas. Na apresentação seqüencial, pode-se acompanhar a onda Q e as alterações de ST-T de forma gradual e progressiva. Além disso, podemos observar que

além das três derivações, também - aVR apresenta onda Q no infarto de parede inferior. A presença de onda Q patológica em - aVR pode estar diretamente relacionada com a extensão ou a localização do infarto. Tem-se obtido boa correlação da amplitude e da duração das ondas Q com o tamanho da zona de infarto<sup>17,18</sup>. E pode-se ter melhor noção da extensão do infarto, observando a progressão da onda Q de uma derivação para outra, incluindo - aVR quando colocada de forma seqüencial.

Nos infartos de parede lateral, observa-se onda patológica em aVL e DI. Nesses casos, a presença de onda Q significativa em - aVR, poderia estar correlacionada, com uma maior extensão do infarto.

No ensino aos iniciantes da eletrocardiografia, a apresentação seqüencial é mais prática e lógica. Ao invés de levarmos o aluno à memorização dos padrões de cada derivação colocadas de modo totalmente desordenada, ensiná-lo-emos a observá-las integradas na seqüência do traçado como um todo.

Assim, mesmo que já se esteja habituado com o método atual, em uso há longa data, é mais sensato que a forma de apresentação seqüencial seja adotada tanto pelo iniciante na eletrocardiografia, como também pelos já experientes neste campo com as vantagens aqui demonstradas.

### Summary

Seventy-seven ECGs from normal individuals and those with various cardiovascular diseases were examined.

The electrocardiogram allowed inversion of the polarity of the usual frontal plane leads. We selected six of these in order of angle sequence: DIII (+ 120.°), aVF (+ 90.°), DII (+ 60.°), -aVR (+ 30.°), DI (0.°) and aVL (-30°). This disposition permits visualization of the ECG deflection, in a sequence similar to the normal disposition of the precordial leads.

The utilization of inverted aVR (with its predominant positive morphology) seemed to improve the diagnosis of the electric axis, of right and left bundle branch blocks, of inferior infarctions, of left anterior hemiblock and ventricular hypertrophies.

This new presentation makes electrocardiographic teaching simpler and more logical, eliminating morphological memorization of the ECG leads used in the classical model.

### Referências

1. Einthoven, W. - Ein neues Galvanometer. *Annalen der Physik, Folge IV*: 1903, II, 1059 (and succeeding volumes) (citation).
2. Einthoven, W. - Le telecardiogramme. *Arch. Internat. D. Physiol.* 4: 132, 1906.
3. Wilson, F. N.; Macleod, A. G.; Johnston, F. D.; Barker, P. S. - Electrocardiograms that represent the potential variations of a single electrode. *Am. Heart J.* 9: 447, 1934.
4. Goldberger, E. - A simple electrocardiographic electrode of zero potential and a technic of obtaining augmented unipolar extremity leads. *Am. Heart J.* 23: 483, 1942.
5. Wilson, F. N.; Johnston, F. D.; Rosenbaum, F. F.; Erlanger, H.; Kossmann, C. E.; Hecht, H.; Cotrim, N.; Menezes de Oliveira, R.; Scarsi, R.; Barker, P. S. - The precordial electrocardiogram. *Am. Heart J.* 27: 19, 1944.
6. Report of Committee on Electrocardiography, American Heart Association. Recommendations for standardization of electrocardiographic and vectorcardiographic leads. *Circulation*, 10: 564, 1954.
7. Zao, Z. Z.; Laranja, F. S. - Sistema hexaxial com círculos de polaridade: Um método simples para determinação da direção dos vetores cardíacos no plano frontal. *Arq. Bras. Cardiol.* 5: 82, 1952.
8. Zao, Z. Z. - Resolution of orthogonal leads for spatial vectorelectrocardiography. *J. Electrocardiol.* 3: 91, 1970.
9. Case, R. B.; Tansey, W. A.; Mogtader, A. H. - A sequential angular leads presentation. *J. Electrocardiol.* 12: 395, 1979.
10. Fisher, M. L.; Mugmon, M. A.; Carliner, N. H.; DeFefice, C. E.; Plotnick, G. D. - Left anterior fascicular block: electrocardiographic criteria for its recognition in the presence of inferior myocardial. *Am. J. Cardiol.* 44: 645, 1979.
11. Medrano, G. A.; Brenes, C.; DeMicheli, A.; Sodi-Pallares, D. - Clinical electrocardiographic and vectocardiographic diagnosis of the left anterior subdivision block isolated or associated with RBBB. *Am. Heart J.* 83: 447, 1972.
12. Schamroth, L. - Inferior wall myocardial infarction. In Schamroth, L., ed. - *The Electrocardiology of Coronary Artery Disease*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1975. p. 49.
13. Schaffer, A. I.; Blumenfeld, S.; Bussan, R.; Scherf, D. - A new look at electrocardiographic leads. *Am. Heart J.* 52: 704, 1956.
14. Wilson, F. N.; Johnston, F. D. - The vectorcardiogram. *Am. Heart J.* 16: 14, 1937.
15. Frank, E. - An accurate clinically practical system for spatial vector cardiography. *Circulation*, 13: 737, 1956.
16. Castellanos, A.; Sung, R. J.; Richter, S.; Myerburg, R. J. - XYZ electrocardiography: correlations with conventional 12 lead electrocardiogram. *Cardiovasc. Clin.* 8: 285, 1977.
17. Wagner, G. S.; Freye, C. J.; Palmeri, S. T.; Roark, S. F.; Stack, N. C.; Ideker, R. E.; Harrel, F. E., Jr.; Selvester, R. H. - Evaluation of a QRS scoring system for estimating myocardial infarct size. *Circulation*, 65: 342, 1982.
18. Horan, L. G.; Flowers, N. C. - Diagnostic power of the Q wave: critical assay of its significance in both detection and localization of myocardial deficit. In Schlant, R. C.; Hurst, J. W., ed. - *Advances in Electrocardiography*. Grune & Stratton, New York, 1972. p. 321.