

RUBENS MÁRIO GARCIA MACIEL

519

519

DERIVAÇÕES
UNIPOLARES
DAS EXTREMIDADES

1946

DA LIVRARIA DO GLOBO - PÓRTO ALEGRE

**DERIVAÇÕES UNIPOLARES
DAS EXTREMIDADES**

17
17
17



Bib.Fac.Med.UFRGS

T-0578

Derivacoes unipolares das extr

DR. RUBENS MÁRIO GARCIA MACIEL

Catedrático interino de Clínica Propedêutica Médica da Faculdade de Medicina de Pôrto Alegre.

Docente-livre de Clínica Médica e de Clínica Propedêutica Médica da Faculdade de Medicina de Pôrto Alegre.

Derivações Unipolares Das Extremidades

**TÉSE de concurso para a Cátedra de Clínica
Propedêutica Médica da Faculdade de
Medicina de Pôrto Alegre.**

1946

CP. GRÁF. DA LIVRARIA DO GLOBO — BARCELLOS, BERTASO & CIA.

PÔRTO ALEGRE

FILIAIS: SANTA MARIA, PELOTAS, RIO GRANDE, SÃO PAULO E RIO DE JANEIRO

À minha esposa

Prefácio

Em sua "An Introduction to Medical Genetics", conta Fraser Roberts que um colega, descrevendo-lhe o pouco entusiasmo com que encarava certos trabalhos sôbre hereditariedade, teve êste desabafo: "À primeira menção da Drosophila, eu fecho o livro". A Eletrocardiografia é muitas vêzes encarada com espírito semelhante. Discutem-se e utilizam-se os dados por ela fornecidos, mas não se quer saber nada de seus fundamentos.

É verdade que a indagação aprofundada de certos problemas eletrocardiográficos exige conhecimentos de Física e de Matemática que não estão ao alcance da generalidade dos médicos. Mas as noções basilares indispensáveis para bem compreender o assunto, essas são fáceis de adquirir e de aplicar. E nem há outro caminho a escolher. Em que pese a opinião de mestres eminentes, que atribuem a um empirismo simplista os progressos realizados nesse terreno, a verdade é que, como diz Wilson, poucos grandes problemas eletrocardiográficos foram resolvidos pela observação clínica isolada.

Pode suceder, e sucede amiúde, que se chegue a colecionar algumas dezenas de traçados obtidos na vigência de uma determinada situação mórbida e que, medindo-os e tornando a medir, se descubra que êste ou aquêle acidente se apresenta modificado em tal ou qual percentagem. Ter-se-á feito obra útil, sem dúvida; mas, se nos detivermos aí, se não procurarmos esclarecer o achado à luz dos conhecimentos fisiopatológicos, a nossa descoberta ficará vazia de conteúdo e será apenas uma curiosidade a mais, entre os mil milhares de curiosidades que a Medicina vai guardando no velho sótão das coisas sem serventia.

Diagnosticar uma doença pelo eletrocardiograma não pode ser o mesmo que identificar um criminoso em um fichário dactiloscópico. Não existem dicionários neste ramo do conhecimento médico. O traçado é tão-somente um elemento a ser utilizado pelo raciocínio clínico — e o raciocínio clínico é o esforço do espírito humano para compreender a Fisiologia Patológica.

Foi por pensarmos assim que o problema das derivações unipolares das extremidades despertou, já de há bastante tempo, o nosso interesse. Trata-se de uma tentativa promissora, no sentido de racionalizar certos dados que a Eletrocardiografia conhece, mas não interpreta. Com as unipolares precordiais e alguns achados de Medicina Experimental, elas formam um corpo de doutrina que não atingiu ainda sua cristalização definitiva, mas cujos contornos já foram traçados com mão de mestre por Frank N. Wilson e sua escola.

Seu alcance é muito grande. Contribuirão, seguramente, para tornar a Eletrocardiografia mais simples e mais exata (o que significa o elogio máximo, em se tratando de processo semiótico) e permitirão saber melhor o como e o porquê dos traçados.

Para isso, entretanto, é necessário não nos deixarmos tomar de entusiasmos fáceis pelo sabor de novidade que ainda trazem com elas. É necessário duvidar, com essa dúvida esclarecida e construtora que tanto contribui para colocar as teorias científicas em seus justos limites. E, duvidando, verificar com cuidado os pontos controversos.

No presente trabalho, procuramos apresentar uma atualização das noções existentes sobre as derivações unipolares das extremidades e a nossa contribuição pessoal para o assunto.

Começamos expondo os fundamentos teóricos do problema. Passamos, a seguir, à parte técnica de obtenção das derivações. Descrevemos, após, os traçados normais. E, finalmente, mostramos exemplos da aplicação das noções adquiridas a alguns problemas de Cardiologia. As conclusões resumem o nosso pensamento a respeito.

Ao levar a cabo esta tarefa que a lei impõe, fomos auxiliados valiosamente por colegas e amigos a quem queremos deixar explícita nossa gratidão. Os Drs. Pedro Maciel, Waldemar Job, José Flores

Soares e Mario Salis contribuíram de maneira apreciável para a obtenção de bibliografia. O Sr. Henrique de Moraes, diretor da sucursal da Schering nesta capital, e o Dr. Izquierdo, da Schering de Buenos Aires, foram-nos de inestimável auxílio, facultando-nos cópia fotostática dos artigos menos acessíveis. Os Drs. Joaquim Osorio, Darwin Turi, Antonio Azambuja, Mario Salis e Manuel Gonzalez enviaram-nos alguns pacientes para exame. O doutorando José Job colaborou na parte prática dos estudos sôbre variações respiratórias do eletrocardiograma. O competente técnico Sr. L. J. Chipaux construiu, com nossas indicações, a parte elétrica do comutador de derivações que apresentamos. Os Drs. Mário Rangel Ballvé e Tasso Majó de Oliveira, com sacrifício de seus interesses pessoais, tomaram a si o pesado encargo de dactilografarem os originais e fazerem uma parte da revisão das provas dêste trabalho. Finalmente, meu irmão Jorge e, sobretudo, minha espôsa encarregaram-se do arranjo dos traçados eletrocardiográficos que ilustram a tése.

Aos funcionários, chefes de seção e operários da Livraria do Globo, cuja inexcédível boa vontade muito facilitou a realização material desta tése, consignamos também o nosso agradecimento.

O AUTOR.

INTRODUÇÃO

A eletrocardiografia, tal como a conhecemos desde Einthoven, conta hoje pouco mais de quarenta anos. Nesse quase meio-século, investigadores cada ano mais numerosos ocuparam-se incessantemente do novo processo de exame e de suas possibilidades. Hipóteses e doutrinas surgiram, efêmeras umas, sólidas e duradouras outras, as quais procuravam explicar o grande número de fatos clínicos e experimentais que a observação e a pesquisa iam recolhendo.

Como é natural e sói suceder em ciência, não houve sempre acôrdo e uniformidade nos resultados. Longe disso, as divergências se multiplicaram, mesmo no que diz respeito às questões fundamentais, como a gênese dos acidentes do eletrocardiograma, a questão do eixo elétrico, a correlação entre os dados eletrocardiográficos, clínicos e anátomo-patológicos, etc. Poucos foram os pontos dos quais se pudesse dizer que desfrutavam de aceitação unânime.

Entre êsses poucos, figuravam, até época recente, as chamadas *derivações clássicas*, *derivações dos membros* ou *derivações standard*. Resultantes das combinações dois a dois de eletródios colocados em diferentes pontos da periferia, as derivações das extremidades, de dez que eram nos primeiros trabalhos de Waller, passaram a três, com Einthoven, e assim se mantiveram quase que, praticamente, até hoje. O grande mestre holandês recomendava, para a colocação dos eletródios, a utilização de três membros: braço direito, braço esquerdo e perna esquerda; combinando-os dois a dois, organizou o seu sistema de três derivações: derivação I — braço direito, braço esquerdo; derivação II — braço direito, perna esquerda, e derivação III — braço esquerdo, perna esquerda.

Em meio à disparidade de critérios e orientações, as derivações de Einthoven conseguiram um acôrdo universal. Durante os dois primeiros decênios de sua existência, foram as únicas derivações empregadas na prática corrente; com o advento das derivações precordiais, o seu uso continuou obrigatório e, até hoje, figuram em todos os traçados eletrocardiográficos, quando menos, como um ponto de referência.

Em 1934, no entanto, estudando eletrocardiogramas que representam as variações de potencial de um único eletródio, Wilson, Johnston, Macleod e Bar-

ker (56) apresentam os fundamentos teóricos e os primeiros traçados de uma nova técnica, mediante a qual seria possível obtermos um tipo distinto de derivações das extremidades. Utilizam, como nas derivações clássicas, os dois braços e a perna esquerda; mas, ao invés de conectá-los dois a dois, cada um é conjugado com um tipo especial de eletródio, de potencial zero, denominado *terminal central*.

O objetivo da nova técnica é facilmente compreensível. Quando, no processo clássico, ligamos dois membros para obter uma derivação, o que fazemos, realmente, é reunir dois pontos, em cada um dos quais se processam variações de potencial, cujo valor é, aproximadamente, da mesma magnitude. Combinando-os, a curva resultante não será expressão nem do potencial de um membro nem do de outro, mas da diferença entre ambos. Goldberger (21) procura ilustrar o fato com uma comparação, dizendo que uma derivação standard é como um processo de medida da tensão arterial em que não obtivéssemos a máxima nem a mínima, mas apenas a diferencial (*). Ao contrário, conjugando cada membro com um eletródio de potencial zero, o que vamos registrar são as variações de potencial desse membro, apenas. Teremos, assim, isoladamente, o gráfico das variações de potencial do braço direito, do braço esquerdo e da perna esquerda.

Empregando as letras *R* (right = direito), *L* (left = esquerdo) e *F* (foot = pé, já que leg = perna se prestaria a confusão com a anterior), precedidas da inicial *V* (voltage), Wilson e colaboradores designam as novas derivações com as iniciais *VR* para o braço direito, *VL* para o braço esquerdo e *VF* para a perna esquerda. Contrapondo-as às derivações clássicas que, por representarem variações de potencial de dois pontos, podem ser chamadas "bipolares", as novas derivações receberam o qualificativo de "unipolares", já que representam variações de potencial de um único membro.

As *derivações unipolares das extremidades* tornaram-se logo objeto da atenção não só dos cardiologistas de Ann Arbor, mas também dos de outras escolas. O desenvolvimento desses estudos será apreciado em outros capítulos. De momento, queremos fazer alusão, apenas, aos trabalhos de Emanuel Goldberger, do Lincoln Hospital, de Nova York. A partir de 1942, este autor vem publicando sucessivos artigos (20 a 28) sobre derivações unipolares das extremidades, obtidas com uma técnica própria, modificação da técnica original de Wilson. O desenvolvimento dado por Goldberger aos estudos sobre o assunto levou-o a atribuir às derivações unipolares das extremidades o papel de um novo sistema eletrocardiográfico, destinado a substituir as derivações clássicas. São suas estas palavras (21): "A justificação para a introdução

(*) A analogia não é perfeita sinão para uma derivação isolada; considerando duas ou as três juntas, a similitude de situações desaparece.

de um *novo* sistema de eletrocardiografia (se acaso uma justificação fôr necessária) é que o sistema que apresentei *não* é novo, no sentido de que os princípios que alicerçam seu uso são idênticos aos que regem as derivações standard. De fato, posso ir tão longe a ponto de dizer que as derivações standard foram originalmente usadas, em lugar das derivações unipolares das extremidades, porque nenhuma técnica existia, no tempo de Einthoven, pela qual o potencial de uma derivação standard pudesse ser separado em seus dois componentes, os potenciais das derivações unipolares das extremidades”.

O que se pudesse chamar “antagonismo” ou “rivalidade” entre um e outro tipo de derivações das extremidades transparece maiormente nos trabalhos de Goldberger; Wilson utiliza ambos, sem estabelecer paralelo quanto à utilidade de cada um. Goldberger não aconselha o abandono das derivações clássicas; ao contrário, julga que a obtenção simultânea das duas espécies, “especialmente de início, levará a um mais completo entendimento, não só de ambas e das derivações precordiais, mas dos princípios de fisiologia em que se baseiam os traçados eletrocardiográficos” (21). Percebe-se perfeitamente, entretanto, que considera essa etapa como um período de transição, tanto que cuida de como salvar o patrimônio científico acumulado sob forma das derivações standard, para o que dá fórmulas que permitem “traduzí-las” (a expressão é nossa) em unipolares dos membros.

Trata-se de uma questão cuja importância é evidente. Há, hoje em dia, dois sistemas diversos de obter derivações das extremidades. Serão apenas complementares? Ou, ao contrário, o uso de um torna desnecessário ou pouco importante o uso do outro? E, neste caso, qual o preferível?

Com o presente trabalho, não temos a pretensão de responder de modo terminante a essas perguntas. Mas procuraremos apresentar os principais elementos do problema, ordenados como nos pareceu mais lógico, adicionando ao trabalho alheio o pouco de contribuição pessoal que nos foi possível.

I

**Derivações bipolares e unipolares.
Generalidades.**

O estudo comparativo de derivações standard e unipolares das extremidades exige, como etapa inicial, uma perfeita compreensão dos termos *bipolar* e *unipolar*.

Inicialmente, o único tipo de derivações conhecido era, como já dissemos, o bipolar. Em 1932, Wolferth e Wood (61) publicam um trabalho fundamental sobre oclusão coronária, em que expõem as vantagens do emprego das chamadas "derivações precordiais" no estudo das perturbações circulatórias do miocárdio. De sua parte, Wilson, Macleod e Barker (65), estudando os bloqueios de ramo, chegam também à conclusão de que as derivações standard eram muito inferiores às precordiais no tocante às informações sobre a ordem de excitação ventricular. Esses trabalhos de medicina humana, bem como os estudos experimentais em que um eletródio era pôsto em contato direto com o coração, vieram trazer um elemento novo na apreciação das curvas eletrocardiográficas.

Com efeito, enquanto que as derivações clássicas resultam das variações de potencial obtidas pela comparação de pontos afastados do coração e praticamente equidistantes dêle, as derivações precordiais seguem técnica diversa. Descartados aquêles poucos processos em que são utilizados dois eletródios próximos ao coração, processos êsses que quase ninguém emprega, a totalidade dos tipos de derivações precordiais existentes resulta da comparação de pontos do precórdio com outros afastados dêle e situados, geralmente, no dorso e nos membros.

Ora, as variações de potencial no precórdio têm uma magnitude de três a dez vêzes maior do que as correspondentes nos membros. Por conseguinte, a passagem de derivações standard para derivações precordiais do tipo mencionado significa a passagem de um sistema em que se compãram potenciais de mesma magnitude para outro em que se comparam potenciais de magnitudes diversas e dos quais, como é óbvio, predomina o maior. Assim, se podemos dizer que, na obtenção de D_2 , as variações de potencial da perna esquerda estão em relação de paridade com as variações de potencial do braço direito, na obtenção de uma CF elas estão, para as variações de potencial do

precórdio, como 1 para 3, ou 5, ou mesmo 10. Há uma desigualdade flagrante. Uma derivação standard, na sua formação, depende tanto de um membro como de outro; uma derivação precordial em que o eletródio indiferente é colocado num membro, depende muito mais do precórdio que desse membro.

Os experimentadores, trabalhando em animais, utilizam derivações diretas, em que o desnível é ainda mais acentuado. Nestas derivações, um eletródio, chamado *explorador*, é colocado sobre a superfície epicárdica ou em outro ponto qualquer do coração, enquanto o outro eletródio é ligado a um membro do animal. Sendo a magnitude das variações de potencial na superfície epicárdica trinta a cinquenta vezes maior do que nos membros, isso faz com que a influência do eletródio colocado num deles se torne tão desprezível que, na prática, pode ser igualada a zero (motivo pelo qual um eletródio assim é chamado *indiferente*). Por conseguinte, as deflexões obtidas podem, sem erro sensível, ser atribuídas exclusivamente ao eletródio explorador: — são derivações *unipolares*.

O desejo, mais do que isso, a necessidade de poder transpor para a medicina humana os dados da medicina experimental, tornaram imperiosa a urgência de descobrir um processo para obter derivações precordiais unipolares no homem. Descartava-se, desde logo, a possibilidade de ampliar as variações de potencial no eletródio explorador por meio de uma derivação direta, colocando-o na superfície epicárdica. Restava o recurso de uma derivação semi-direta, com o eletródio explorador no precórdio, mas na qual as variações de potencial da periferia fôsem reduzidas a zero.

Wilson e colaboradores, em 1934, enunciam a técnica a que já aludimos, com a qual pretendem ter obtido êsse resultado. Sobre a validez do processo e de outros voltaremos no próximo capítulo; demos por assente, de momento, que as coisas são realmente assim e que existe uma técnica mediante a qual se registam apenas as variações de potencial colhidas pelo eletródio precordial, ficando as do eletródio indiferente reduzidas a zero. Temos assim derivações precordiais unipolares.

As vantagens de um tal processo são evidentes. Tornam-se comparáveis os resultados da clinica e da experimentação e anulam-se as causas de erro originadas de trabalhar sempre com uma equação a duas incógnitas. E há, ainda, outra consequência. Se é possível reduzir a zero as variações de potencial de um eletródio, então é licito colocar o outro, com função exploradora, em qualquer ponto da superfície corpórea ou dos sitios acessíveis do interior do organismo, derivando daí traçados unipolares que, pelo fato mesmo de o serem, permitirão uma análise comparativa.

No caso particular dos membros, essa consequência vem tornar possível a obtenção das "derivações unipolares dos membros", isto é, o registo das variações de potencial ocorridas, isoladamente, no braço direito, no braço esquerdo ou na perna esquerda.

Como tais variações de potencial resultam diretamente das variações correspondentes ocorridas no coração e transmitidas aos membros, é possível aplicar às derivações unipolares das extremidades o mesmo critério fisiológico com que examinamos as derivações precordiais. O sentido positivo ou negativo de um acidente reveste-se, então, de uma significação certa e já estabelecida, servindo a polaridade como um elemento seguro de apreciação.

Já sabemos que, nas derivações clássicas, é diferente o que sucede. Exemplifiquemos com D_1 . Ela resulta da comparação entre as variações de potencial do braço direito (VR) e do braço esquerdo (VL). Como as derivações standard são obtidas atendendo à convenção de que uma relativa negatividade do eletródio do braço direito deve produzir uma deflexão para cima em D_1 e D_2 (assim como uma relativa negatividade do eletródio do braço esquerdo produz uma deflexão para cima em D_3), conclui-se daí que a primeira derivação deve ser representada pela diferença $VL - VR$, e podemos escrever:

$$D_1 = VL - VR$$

A inspeção desta igualdade mostra que a positividade de D_1 aumenta à medida que aumentarem a positividade de VL ou a negatividade de VR e, ao contrário, diminui à medida que diminuïrem a positividade de VL ou a negatividade de VR . No entanto, se a razão aritmética entre VL e VR permanecer constante, D_1 (que representa, justamente, a expressão gráfica dessa razão) também permanecerá constante.

O inconveniente que daí resulta pode ser fãcilmente apreciado. Efetivamente, se tomarmos como exemplo uma deflexão positiva em D_1 , será fãcil deduzir que tal positividade, conforme assinala Goldberger (21) e a análise faz prever, cabe dentro de cinco possibilidades diversas:

- 1 — Potencial positivo no braço direito e positivo no braço esquerdo, sendo a positividade dêste *maior* que a do braço direito.
- 2 — Potencial zero no braço direito e positivo no braço esquerdo.
- 3 — Potencial negativo no braço direito e positivo no braço esquerdo.
- 4 — Potencial negativo no braço direito e zero no braço esquerdo.
- 5 — Potencial negativo no braço direito e negativo no braço esquerdo, sendo a negatividade dêste *menor* que a do braço direito.

Essas cinco possibilidades estão representadas na figura 1.

Como para as demais derivações o raciocínio é o mesmo, designando por *VF* o potencial da perna esquerda, podemos escrever:

$$\begin{aligned} D_2 &= VF - VR \\ D_3 &= VF - VL \end{aligned}$$

A cujas igualdades, tomadas isoladamente, pode aplicar-se o raciocínio anterior, provando dêsse modo que uma mesma deflexão de uma derivação standard pode provir de combinações tão diversas como as cinco enunciadas. Ora, isso acarreta desvantagens muito grandes para a análise racional dos traçados, dificultando a emancipação da Eletrocardiografia dos critérios puramente empíricos em que, sob certos aspectos, ainda se vê confinada. Por conseguinte, a vantagem das derivações unipolares sôbre as bipolares parece coisa já *a priori* indiscutível.

É necessário, todavia, aqui como alhures, distinguir bem entre um postulado de ordem teórica e aquêles processos e aparelhos que visam pô-lo em execução no plano das realizações práticas. Parece-nos que ficou suficientemente demonstrada a conveniência de obter derivações unipolares dos membros (como de outros pontos também). Cabe, porém, a pergunta: é possível fazê-lo?

Os métodos empregados apresentam-se, todos, como inspirados na hipótese do triângulo equilátero, de Einthoven. Partindo daí, Wilson ideou o seu terminal central, cuja finalidade é assegurar-nos um eletródio de potencial zero. Finalmente, aceitando as afirmativas de Wilson e tirando delas e de suas experiências novas deduções, Goldberger criou o seu tipo especial de eletródio indiferente e uma técnica própria de registo das variações de potencial dos membros. Antes de examinarmos traçados que se pretende sejam de derivações unipolares das extremidades, necessitamos discutir, portanto:

- a) a validade da hipótese de Einthoven;
- b) o valor teórico e prático dos eletródios de potencial zero dela deduzidos, à frente dos quais se encontra o terminal central de Wilson;
- c) a justeza e exatidão das idéias de Goldberger.

$$VL - VR = D_1$$

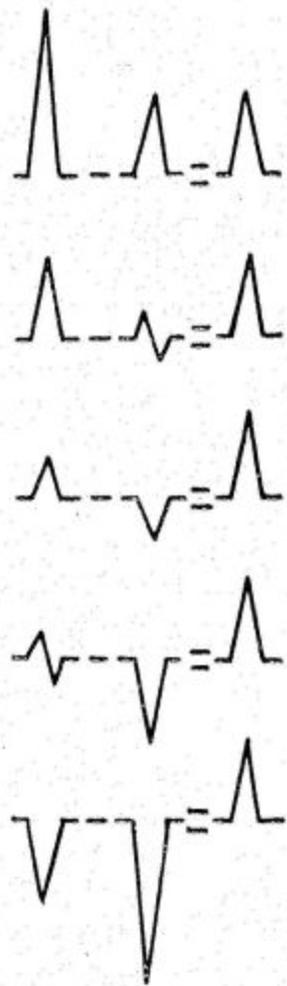


Fig. 1

(modificada de Sodi)

II

Esquema triangular de Einthoven.
Exposição e crítica.

Como se trata de matéria já amplamente debatida e para a qual não trazemos nenhuma nova contribuição de ordem pessoal, limitaremos a discussão da hipótese de Einthoven aos seus elementos essenciais. Os que se interessarem pelas minúcias da questão, poderão encontrar, na bibliografia nacional, um excelente trabalho de Luiz Décourt (15), onde o assunto é amplamente ventilado.

Utilizando, para a colocação dos seus eletrodos, os dois braços e a perna esquerda, Einthoven avança a hipótese de que as inserções destes três membros no tronco podem ser tomadas, sem erro apreciável, como os vértices de um triângulo equilátero (fig. 2). No centro do triângulo estaria o coração.

A totalidade das diferenças de potencial geradas no coração pelo trabalho do órgão poderia ser representada, em cada momento de sua atividade, por uma resultante, a que chamamos hoje "eixo elétrico cardíaco" (*). Trata-se de uma grandeza vetorial, dotada de magnitude, direção e sentido e cuja exata apreciação só pode ser feita em forma espacial. Como isso envolve dificuldades teóricas e técnicas muito grandes, Einthoven procura calcular não o eixo elétrico verdadeiro, mas seu valor manifesto, isto é, sua projeção sobre o plano frontal, que é o plano do triângulo equilátero das derivações.

Na fig. 2, o valor manifesto do eixo elétrico é representado pelo vetor AB . Sua projeção, em amplitude e sentido, sobre os três lados do triângulo, nos dá as deflexões A_1B_1 , A_2B_2 e A_3B_3 . Em virtude da convenção segundo a qual são tomadas as derivações standard, considera-se positivo o sentido de R para L , de R para F e de L para F e negativo o sentido contrário. Nos casos de eixo elétrico sem desvio, como o representado na fig. 2, todas as deflexões são positivas.

Denomina-se ângulo α o compreendido entre a reta AB e a horizontal, considerando-se como 0° o segmento à direita do ponto de origem e como $\pm 180^\circ$ o oposto. Os valores angulares para baixo da horizontal são considerados

(*) Einthoven não usava essa expressão, cuja introdução em Eletrocardiografia se deve, parece, a White.

positivos e para cima, negativos. A magnitude do eixo elétrico (considerando sob êste nome, como no geral se faz, a projeção ou valor manifesto do eixo elétrico verdadeiro) é dada pelo tamanho do vetor AB .

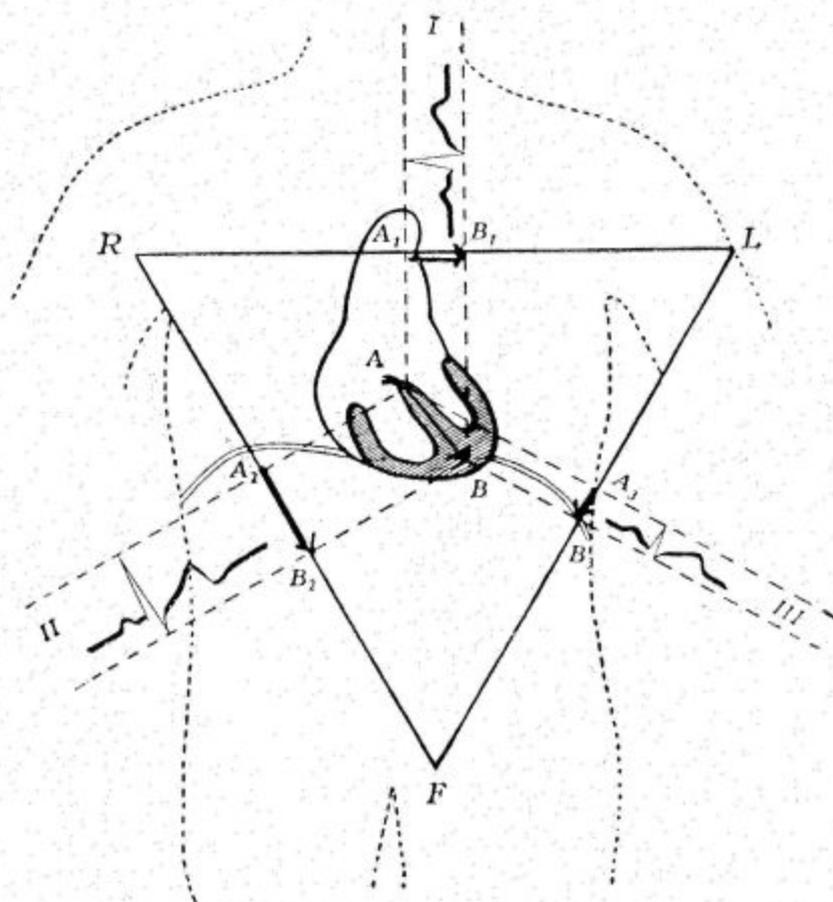


Fig. 2
Triângulo de Einthoven (Boden)

Partindo dessa concepção de um esquema triangular, Einthoven deduz duas proposições fundamentais:

- a) o potencial registado em uma derivação é igual à soma algébrica dos potenciais registados nas outras duas.

Êste primeiro princípio, vulgarmente designado como “lei de Einthoven”, é comumente representado pela igualdade:

$$D_2 = D_1 + D_3$$

na qual se atende ao sentido convencional em que são tomadas as derivações. O enunciado que apresentámos tem um carácter mais geral.

b) o potencial registado em uma derivação é proporcional ao cosseno do ângulo formado pelo eixo elétrico com essa derivação.

Como já dissemos que o ângulo formado pelo eixo elétrico com a horizontal, isto é, com a primeira derivação, se denomina α , temos que:

$$A_1 B_1 = AB \cos \alpha$$

Da mesma forma se pode deduzir que:

$$A_2 B_2 = AB \cos (\alpha - 60^\circ)$$

$$A_3 B_3 = AB \cos (120^\circ - \alpha).$$

Einthoven dá as fórmulas para calcularmos o ângulo α e a magnitude do eixo elétrico, o que, de momento, não nos interessa.

A análise geométrica e trigonométrica confirma as suas deduções, sendo fácil demonstrar que a equilateralidade do triângulo é a condição necessária e suficiente para que os postulados se cumpram.

Base e fundamento da esmagadora maioria dos trabalhos eletrocardiográficos posteriores que, implícita ou explicitamente, a admitem, a hipótese de Einthoven tem sido alvo de numerosas e enérgicas críticas, chegando alguns autores a considerá-la como despida de qualquer utilidade e fonte de um sem-número de inconvenientes.

A verdade é que a aceitação do esquema triangular implica numa série de pressupostos:

- a) a de que o triângulo é equilátero e que os pontos fora dêle têm um potencial desprezível, funcionando apenas como condutores;
- b) a de que o coração é um ponto material, ocupa o centro do triângulo, não se desloca durante todo o período de atividade cardíaca e pode ser representado por um único dipolo resultante;
- c) a de que o corpo é um condutor homogêneo, ao qual se podem aplicar as leis dos condutores em volume.

O próprio Einthoven, o que é reconhecido mesmo pelos adversários mais intransigentes de sua doutrina, como Wolferth, foi o primeiro em assinalar as deficiências de sua hipótese, reconhecendo que:

- a) existem acentuadas diferenças entre o valor verdadeiro do eixo elétrico e sua projeção no plano frontal;
- b) o triângulo não é estritamente equilátero e os potenciais das pernas não são exatamente iguais, embora a diferença existente seja mínima;
- c) o coração, a rigor, não pode ser considerado como um ponto material e não está no centro do esquema;
- d) o corpo não é um condutor homogêneo.

Dessas objeções, a fundamental, aquela que tira à hipótese de Einthoven a possibilidade de uma exatidão matemática, é a primeira. Sendo o coração um órgão tridimensional, as forças eletromotoras originadas nêle terão, no plano frontal, uma projeção variável de acôrdo com a inclinação da direção das forças em relação ao plano. Forças paralelas ao plano frontal projetar-se-ão nêle em verdadeira grandeza; forças perpendiculares terão uma projeção nula e as forças oblíquas projetar-se-ão em tamanho variável, proporcional ao coseno do ângulo formado pelo plano frontal e a direção da força. Um sistema bidimensional de derivações é incapaz de captar a componente pósterio-anterior do eixo elétrico, cujo valor variável e não determinado destrói qualquer possível proporcionalidade entre o mesmo eixo e seu valor manifesto (vem daí a criação das chamadas derivações sagitais, cuja análise não interessa ao nosso caso).

A objeção acima é aceita por alguns partidários da teoria de Einthoven e não invalida a aplicação do esquema, já que éste foi concebido com pleno conhecimento de sua limitação. Bastará que se prove, como a clinica e a experimentação o tem feito, que a componente pósterio-anterior não é a mais importante, para que se possa admitir uma certa proporcionalidade entre o eixo elétrico e o valor manifesto. Sem o rigor de uma relação matemática, isso nos daria uma aproximação suficiente para as necessidades da clinica.

Para tanto, porém, é necessário admitir o esquema de Einthoven no plano frontal e, como já vimos que isto implica em um certo número de pressupostos, é chegada a hora de analisá-los.

A EQUILATERALIDADE DO TRIÂNGULO — Se considerarmos o assunto sob o ponto de vista geométrico, bastará a inspeção da fig. 2 ou de outras análogas dos tratados de eletrocardiografia para verificarmos que o verdadeiro triângulo das derivações não é equilátero, nem sequer isósceles e que, como acentua Katz (32), são necessárias algumas aproximações arbitrárias para conferir-lhe aquela propriedade.

Fica esclarecido, portanto, que é desnecessária qualquer discussão do assunto sob o ponto de vista geométrico, já que a não-equilateralidade do triângulo é evidente. Resta investigarmos a questão sob o ponto de vista físico.

Uma primeira demonstração é dada pelos trabalhos de Cohn, repetidos por Arrighi (1), nos quais os autores traçam, no tórax de um paciente, um triângulo equilátero, em cujos vértices colocam os três eletródios das derivações clássicas. Os traçados obtidos são em tudo semelhantes aos traçados standard, o que prova que o organismo se comporta *como se* as inserções dos dois braços e da perna esquerda ocupassem os vértices de um triângulo equilátero.

Prova mais robusta foi aduzida por Wilson, cujo trabalho sobre as diferenças de potencial nas regiões vizinhas do coração (50) estabelece de forma clara que, para além de 10 a 15 polegadas (25 a 37,5 cms), a contar do coração, a queda dos potenciais é tão pronunciada que todos os pontos fora desse perímetro podem ser considerados como de potencial próprio desprezível, funcionando apenas como condutores.

Disso se deduz que os três pontos de tomada das derivações, embora não equidistantes do coração, na prática funcionam como tais, já que a distância a que se encontram coloca-os, aos três, em idêntica situação.

Aliás, como vários autores assinalam, não é necessário recorrermos à hipótese triangular para provarmos a igualdade:

$$D_2 = D_1 + D_3$$

Ela deriva, axiomáticamente, do fato da diferença entre duas grandezas quaisquer ser sempre igual à soma algébrica das diferenças entre cada uma delas e uma terceira. A explanação desse postulado, que já foi feito de várias formas, é muito simples:

$$D_1 = VL - VR \quad (a)$$

$$D_2 = VF - VR \quad (b)$$

$$D_3 = VF - VL \quad (c)$$

Basta adicionarmos (a) e (c), e temos:

$$D_1 + D_3 = (VL - VR) + (VF - VL) = VF - VR$$

E, como duas quantidades iguais a uma terceira são iguais entre si:

$$D_1 + D_3 = D_2$$

A POSIÇÃO DO CORAÇÃO — No citado trabalho de Wilson (50), vimos que o potencial dos pontos afastados do coração é praticamente desprezível. Mas lá mesmo podemos verificar que, a contar de uma certa distância (10 a 15 polegadas), a aproximação do coração influencia os eletrodos vizinhos daquele órgão de maneira cada vez mais considerável, não podendo ser aplicados os princípios do triângulo equilátero.

Surge, daí, a possibilidade de deslocamentos do coração virem a influenciar as variações de potencial dos membros, alterando a distância que os separa do órgão central da circulação. Koch-Momm e Molz, com pesquisas realizadas em modelos, puderam demonstrar cabalmente a alteração das relações do esquema triangular pelo que a primeira deles denomina

“funções perturbadoras”, as quais surgiam sempre que o gerador se afastava do centro do modelo.

Como pondera muito acertadamente Décourt, as conclusões de ambos autores são plenamente válidas, mas desde que aplicadas às condições da experiência. O que não é justo é transpô-las para o organismo, pois não se podem comparar os grandes deslocamentos do gerador, nas experiências citadas, com os pequenos deslocamentos do coração durante uma revolução cardíaca.

Kountz e colaboradores (34-35) procurando explicar as divergências sobre bloqueios de ramo e focos de origem das extrassístoles, mostram como mudanças de posição do coração podem dar origem a importantes modificações do traçado, algumas das quais costumam ser atribuídas a hipertrofia ventricular ou falhas de condução. Trabalhos da escola de Katz, aos quais aludiremos dentro de um momento, falam no mesmo sentido e interpretam tais modificações como devidas a alterações de contato do coração com os órgãos vizinhos (31). Voltaremos sobre a questão.

Quanto ao fato do coração não estar situado no centro do triângulo, já vimos no parágrafo anterior, analisando um trabalho de Wilson, que, sob o ponto de vista físico, ele é o centro do triângulo, já que condiciona as diferenças de potencial.

Que o coração não é um ponto material, não resta dúvida. Mas trabalhos de Craib (14) sobre o campo elétrico que cerca o miocárdio em atividade, demonstram que esse campo é idêntico quer se use um dipolo artificial, quer se utilize um coração de batrácio ou de mamífero. Teriamas aí uma prova de que o coração pode ser substituído por um dipolo resultante, sem que disso advenha erro sensível.

O ORGANISMO COMO CONDUTOR HOMOGÊNEO — Em apêndice a esse mesmo trabalho de Craib, Canfield considera o corpo como uma esfera, desprezando a cabeça e pescoço e os membros. Compara os traçados standard com os obtidos por Craib em sua esfera de líquido de Ringer e, da similitude deles, conclui que o organismo deve ser também um condutor homogêneo.

Bem diversa é a opinião de Katz e sua escola. Em uma série de trabalhos, iniciados em 1932, este cardiologista procura demonstrar que a forma do eletrocardiograma é condicionada pela desigual condutibilidade dos elementos que cercam o coração e pelo maior ou menor contato das diferentes partes do órgão com seus vizinhos. Haveria, portanto, no coração, zonas favorecidas, cujas alterações são facilmente transmitidas aos membros, e zonas mudas, cujo contato deficiente com os bons condutores do mediastino torna-las-ia destituídas de expressão eletrocardiográfica. Katz conse-

guiu, inclusive, modificar tal situação interpondo, entre estas zonas e os órgãos vizinhos, elementos bons condutores.

Os trabalhos da escola de Katz são de molde a impressionar quem queira examiná-los sem parti pris. Concordam com os já citados de Kountz e podem ser também relacionados com o de Eyster, Maresh e Krasno (18). Estes autores medem a impedância dos diferentes tecidos e chegam à conclusão que é muito desigual para uns e outros, sendo o sangue o de resistência específica mais baixa e, conseqüentemente, êle e os músculos (pela grande quantidade de sangue que contêm) os melhores condutores. Do mesmo modo demonstram que os potenciais decrescem de modo diverso no coração de tartaruga *in situ* e fazendo-o pulsar num meio homogêneo.

Outros autores chegam, porém, a resultados opostos. Sulzer e Duchosal (47-48), com os seus Planogramas, concluem que a discordância entre os seus traçados é devida à excessiva proximidade, do coração, de um dos oito eletródios que empregam. E dizem textualmente: "Ao contrário, o maior ou menor afastamento de certos eletródios não desempenha papel apreciável, a partir de certa distância. O que equivale a dizer que o fator *irregularidade anatômica* — a forma do corpo — não desempenha nenhum papel".

Em 1943, Kaufman e Johnston (33), em trabalho destinado a solucionar a discordância entre os que consideram o corpo um condutor homogêneo (Wilson e Craib) e os que se opõem a êsse conceito (Katz, Eyster e colaboradores e Wolferth e colaboradores), chegam à conclusão de que: "o músculo, o pulmão normalmente insuflado e o fígado têm resistência específica da mesma ordem de magnitude". "Estas experiências", continuam, "estabelecem experimentalmente a validez do pressuposto que os erros cometidos nos estudos teóricos sobre a forma do eletrocardiograma, ao considerar uniformes, no tocante à sua resistência específica, os tecidos que cercam o coração, são destituídos de importância prática".

Como dissemos, entre os adversários da teoria de Einthoven, Kaufman e Johnston citam Wolferth. Com Livezey e Wood (64), êste autor estuda D_1 , precordiais obtidas dos pontos 3, 4 e 5 e alguns tipos próprios de derivações e conclui, entre outras coisas, dizendo que: "it would seem advisable, at least for the present, to regard with a certain amount of skepticism the time-honored and elaborate, theoretical, electro-cardiographic superstructure which has been erected upon Einthoven's assumptions, since there is now reason to doubt the complete validity of the two most important ones, namely, (1) that the body acts as a homogeneous fluid conductor, and (2) that the heart functions as an electrical point with regard to each of the three extremities".

Em trabalhos de 1944, (29-63), Wolferth e colaboradores insistem sobre a matéria; no segundo deles, em que se comparam traçados obtidos com o terminal central de Wilson e com um processo próprio (sobre o qual volta-

remos), é bem característico o seguinte trecho: "Among the various reasons for suspecting that the Einthoven hypothesis is subject to enormous error are the easily demonstrable differences in decrement of potential variation above and below the diaphragm as distance from the heart increases".

O mexicano Carral (12) repetiu algumas das experiências de Wolferth e chegou à conclusão que os traçados obtidos com o processo *RS* de Wolferth eram inferiores aos correspondentes feitos com o terminal central de Wilson. E Ashman, Ferguson, Gremillion e Byer (6), por sua vez, estudando o gradiente ventricular humano normal e referindo-se ao trecho de Wolferth por nós transcrito, dizem: "Our conclusion is that, with respect to the mean electrical axis, no "enormous error" can be introduced by the Einthoven triangle method. That there may be minor errors, especially when the heart is very horizontal, is likely, as a later paper will point out; but the errors in normal chests are nearly negligible practically, and can be allowed for in analysis. With respect to the initial instantaneous axis of the *QRS* complex, it is possible that the error may be greater".

TRABALHOS QUE ABRANGEM A HIPÓTESE DE EINTHOVEN COMO UM TODO. Algumas demonstrações deixam de parte os aspectos particulares da hipótese de Einthoven para ocuparem-se dela como um todo.

No terreno experimental, é muito interessante um antigo trabalho de Fahr e Weber (19), no qual estes autores, utilizando cadáveres de indivíduos recentemente falecidos, criavam diferenças de potencial, por meio de eletródios ligados a uma bateria, e registavam-nas com o auxílio de dois galvanômetros. Era possível calcular a direção da força eletromotora ou diretamente ou por meio das derivações. A utilização dos dois processos mostrou que as discordâncias não iam além de 10°, o que representa um bom grau de aproximação para as necessidades clínicas.

Wilson (53), em 1931, dá uma demonstração teórica do acerto da hipótese de Einthoven, baseada em princípios de física elementar. De sua exposição deduz que a validade do esquema triangular depende unicamente de não ser a resistência do circuito do galvanômetro alterada pela introdução da força eletromotora utilizada para a padronização, e de mais nenhuma condição.

Goldberger (25), recentemente, traz uma nova demonstração experimental, alicerçada em certos postulados de ordem teórica. Seu processo consiste em procurar pontos separados por 180° e situados no plano frontal. Segundo a hipótese de Einthoven, tais pontos deverão ter potenciais de mesma magnitude, mas de polaridade oposta. Reunindo os dois pontos por um condutor, este deverá funcionar como um eletródio indiferente, de potencial zero. Como, doutra parte, a soma dos potenciais das extremidades, colhidos

pela técnica de Wilson ou do autor, é zero *por construção* (*), os traçados obtidos deverão ser idênticos apenas caso o esquema triangular seja válido, pois se comparam duas técnicas das quais uma é independente d'ele. Como há coincidência completa, Goldberger conclui pela validez.

RESUMO:— Considerando quanto ficou dito, vê-se que não existe ainda acôrdo entre os autores a respeito da validez do esquema triangular. Argumentos muito sérios, de ordem experimental, obrigam a duvidar de sua integral aplicação à realidade orgânica. Doutra parte, certos achados de experimentação, deduções de ordem teórica e a sua comprovada concordância com a maioria dos fatos clínicos aconselham a considerar a hipótese de Einthoven como uma aproximação cabalmente suficiente para as necessidades comuns da clínica e como o melhor instrumento de compreensão dos fatos eletrocardiográficos que até hoje nos foi dado utilizar.

(*) Veremos esse ponto no próximo capítulo.

III

Eletródios indiferentes de potencial zero.

Terminal central de Wilson.

Uma vez que "derivação unipolar" significa conjugação de um eletródio explorador com um outro de potencial zero, é natural que os investigadores se tenham empenhado na obtenção dêste último.

O primeiro, cronologicamente, e também o mais prático e difundido, foi o processo de Wilson, o "terminal central" conhecido de todos os cardiologistas. Dêle nos ocuparemos adiante.

Os autores alemães idearam alguns tipos bastante rigorosos e, infelizmente, pouco práticos de eletródios de potencial zero. Moltz (38) imergia os pacientes (com exceção da cabeça), em uma banheira forrada por uma grade de cobre e cheia de uma solução condutora (Leitungswasser). O eletródio indiferente era constituído precisamente pela grade, a qual recolheria as variações de potencial da superfície corpórea, conservando um potencial médio zero. Os resultados não corresponderam à expectativa. Kienle utilizou um processo semelhante.

Eckey e Fröhlich (16) modificaram a técnica de Molz de vários modos. O paciente era completamente imerso em água destilada, respirando por um tubo colocado na boca. Seu corpo ficava estendido sobre uma grade isoladora, de madeira e era envolvido, sem contato, por uma grade de cobre. Sendo o líquido água destilada, os eletrólitos nela presentes só podiam provir da superfície do corpo. Os autores realizam suas medidas com precisão plenamente satisfatória e chegam à conclusão de que as variações de potencial do eletródio indiferente não excedem 0,2 a 0,3 milivolt. A comparação da grade de cobre com a água que a rodeava não denotava diferença de potencial, ao passo que êste era perceptível comparando a grade com a água por ela circunscrita. Eckey e Fröhlich acentuam a concordância dos seus resultados com os obtidos por meio do terminal central de Wilson. Um pouco mais recentemente (1939), Burger realizou também experiências análogas; deixamos de comentá-las por não termos podido conseguir o trabalho respectivo.

Os métodos alemães, como se verifica pela descrição, não podem ser aplicados senão em condições muito especiais. O único processo praticamente

utilizável é o de Wilson, em sua forma inicial ou com a modificação de Goldberger.

O trabalho fundamental (56) a respeito data de 1934. Com o intuito de obter derivações precordiais e das extremidades comparáveis com as derivações diretas, Wilson, Johnston, Macleod e Barker idealizaram um tipo especial de eletródio indifferente. Os eletródios são colocados nos dois braços e na perna esquerda, como para a tomada das derivações clássicas. Cada eletródio é conectado, através de uma resistência de 5.000 ohms, com um cabo terminal central. As três resistências devem ser iguais e suficientemente grandes em relação à maior resistência corporal entre dois quaisquer dos três eletródios. De início, Wilson e colaboradores usaram resistências de 25.000 ohms; mas isso tornava o eletrocardiógrafo demasiado sensível à indução por correntes alternadas.

Ao tempo em que foi lançado, o terminal central de Wilson era ligado de forma que uma variação de potencial, no eletródio explorador, em sentido positivo, correspondia a uma deflexão para baixo. Sabemos que, mais tarde, foi convencionado o contrário, sistema que usamos até hoje.

Os autores afirmam que, em qualquer momento, a soma das diferenças de potencial entre o terminal central e três eletródios quaisquer, ligados a êle, é igual a zero. A demonstração disso é a seguinte:

Seja VT o potencial do terminal central e r a magnitude das três resistências iguais através das quais êle está unido aos eletródios. Chamemos de VA , VB , e VC o potencial de cada um dêles e de I_a , I_b e I_c as correntes que fluem dêsses três eletródios para o terminal central. As leis de física permitem escrever:

$$\begin{aligned}VA - VT &= r I_a \\VB - VT &= r I_b \\VC - VT &= r I_c\end{aligned}$$

Somando essas equações membro a membro, temos:

$$(VA - VT) + (VB - VT) + (VC - VT) = r I_a + r I_b + r I_c$$

Aplicando as leis de Kirchhoff sobre correntes derivadas, podemos considerar o segundo membro dessa igualdade como igual a zero. Conseqüentemente:

$$(VA - VT) + (VB - VT) + (VC - VT) = 0 \quad (\text{c. q. d.})$$

Daí podemos deduzir:

$$VA + VB + VC - 3VT = 0$$

donde:

$$VA + VB + VC = 3VT$$

ou:

$$VT = \frac{VA + VB + VC}{3}$$

Das deduções referentes ao terminal central interessa-nos o que diz respeito ao potencial dos membros. No trabalho citado, Wilson e colaboradores, calculando o valor das diferenças de potencial entre o terminal central e cada um dos electródios, assim desenvolvem o assunto:

Consideremos que os três electródios estão colocados, respectivamente, no braço direito, braço esquerdo e perna esquerda. Procuremos a diferença de potencial entre o terminal central e um deles, o da perna esquerda, por exemplo. Podemos escrever:

$$(VC - VT) + (VT - VA) = VC - VA \quad (1)$$

$$(VC - VT) + (VT - VB) = VC - VB \quad (2)$$

Da equação:

$$(VA - VT) + (VB - VT) + (VC - VT) = 0$$

podemos deduzir:

$$VC - VT = (VT - VA) + (VT - VB).$$

Se substituirmos $VC - VA$ por e_b e $VC - VB$ por e_c , a adição das equações (1) e (2) dá:

$$VC - VT = \frac{e_b + e_c}{3},$$

Da mesma forma, pode ser provado, fazendo $VB - VA = e_a$, que:

$$VA - VT = -\frac{e_a + e_b}{3}$$

e que:

$$VB - VT = \frac{e_a - e_c}{3}.$$

Depois de discutirem a legitimidade de poder considerar VA , VB e VC como sendo os potenciais dos membros, os autores fazem referência a um

outro trabalho seu (54), em que equações idênticas, a respeito dos potenciais dos membros, são deduzidas da hipótese de Einthoven.

O interesse do tema para o nosso assunto obriga-nos a examiná-lo mais de perto.

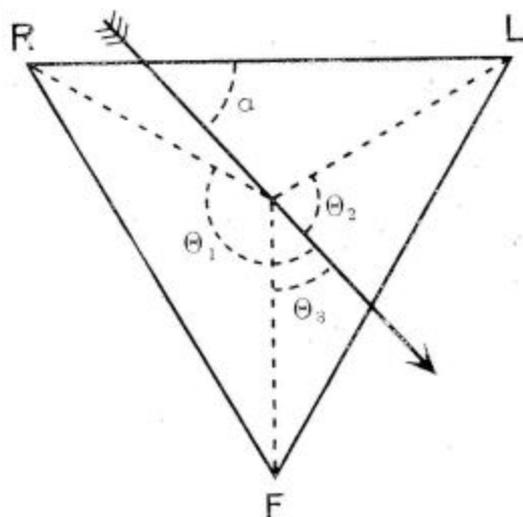


Fig. 3 (Wilson)

Wilson já havia demonstrado (56) que o potencial V de um ápice do triângulo de Einthoven é proporcional ao cosseno do ângulo θ formado pelo eixo elétrico com a linha traçada do centro do triângulo até o ápice em estudo. Considerando a fig. 3, podemos representar os potenciais dos três ápices da seguinte forma:

$$VR = A \cos \theta_1 \quad (1)$$

$$VL = A \cos \theta_2 \quad (2)$$

$$VF = A \cos \theta_3 \quad (3)$$

nas quais A é apenas um fator de proporcionalidade.

Recordemos que Einthoven representava as deflexões das derivações standard por e_1 , e_2 e e_3 , o potencial manifesto por E e o ângulo formado pela direção deste com a horizontal por α . Considerando as equações que estabelecem os valores de e_1 , e_2 e e_3 em função do ângulo α e dos potenciais das extremidades, podemos escrever:

$$e_1 = VL - VR = E \cos \alpha = A (\cos \theta_2 - \cos \theta_1) \quad (4)$$

$$e_2 = VF - VR = E \cos (\alpha - 60^\circ) = A (\cos \theta_3 - \cos \theta_1) \quad (5)$$

$$e_3 = VF - VL = E \cos (120^\circ - \alpha) = A (\cos \theta_3 - \cos \theta_2) \quad (6)$$

Referindo os ângulos θ_1 , θ_2 e θ_3 ao ângulo α , podemos escrever:

$$\theta_1 = 210^\circ - \alpha$$

$$\theta_2 = \alpha + 30^\circ$$

$$\theta_3 = 90^\circ - \alpha$$

Substituindo esses valores na equação (4), temos:

$$e_1 = E \cos \alpha = A [\cos (30^\circ + \alpha) - \cos (210^\circ - \alpha)] = A (\sqrt{3} \cos \alpha)$$

donde se tira:

$$E = \sqrt{3} A$$

e

$$A = \frac{E}{\sqrt{3}}$$

Substituindo, na equação (3), A e $\cos \theta_3$ por seus valores, temos:

$$VF = \frac{E}{\sqrt{3}} \cos (90^\circ - \alpha) = \frac{E}{\sqrt{3}} \sin \alpha$$

Se quisermos exprimir o potencial da perna esquerda em função das derivações standard, podemos escrever:

$$e_2 + e_3 = E [\cos (\alpha - 60^\circ) + \cos (120^\circ - \alpha)] = E (\sqrt{3} \sin \alpha)$$

donde:

$$VF = \frac{E}{\sqrt{3}} \sin \alpha = \frac{(e_2 + e_3) \sin \alpha}{\sqrt{3} \times \sqrt{3} \sin \alpha} = \frac{e_2 + e_3}{3}$$

Da mesma forma, é possível provar que:

$$VR = - \frac{e_1 + e_2}{3}$$

$$VL = \frac{e_1 - e_3}{3}$$

Essas expressões nos dão os potenciais das extremidades em função das derivações standard.

É possível chegar a essas mesmas equações lidando apenas com valores literais, sem utilizar a análise trigonométrica.

Consideremos as equações:

$$D_1 = VL - VR \quad (1)$$

$$D_2 = VF - VR \quad (2)$$

$$D_3 = VF - VL \quad (3)$$

e ainda, como última equação, sobre a qual voltaremos adiante:

$$VR + VL + VF = 0 \quad (4)$$

tirando desta última o valor de VR , temos:

$$VR = -VL - VF$$

substituindo êsse valor em (1) e (2), temos:

$$D_1 = VL - VR = VL - (-VL - VF) = 2VL + VF \quad (5)$$

$$D_2 = VF - VR = VF - (-VL - VF) = 2VF + VL \quad (6)$$

tirando de (3) o valor de VL , temos:

$$VL = VF - D_3$$

substituindo êsse valor em (6), resulta:

$$D_2 = 2VF + VL = 2VF + VF - D_3 = 3VF - D_3$$

donde:

$$VF = \frac{D_2 + D_3}{3}$$

Da mesma forma, substituindo o valor de VL em (5), provamos que:

$$VF = \frac{D_1 + 2D_3}{3}$$

Esta última equação nos serve para calcular VL , pois:

$$VL = VF - D_3 = \frac{D_1 + 2D_3}{3} - D_3 = \frac{D_1 + 2D_3 - 3D_3}{3} = \frac{D_1 - D_3}{3}$$

Finalmente, VR :

$$\begin{aligned} VR &= -VL - VF = -\frac{D_1 - D_3}{3} - \frac{D_2 + D_3}{3} = \\ &= \frac{-D_1 + D_3 - D_2 - D_3}{3} = -\frac{D_1 + D_2}{3} \end{aligned}$$

Vimos, assim, os fundamentos teóricos do terminal central de Wilson. Parece estar provado, rigorosamente, que o seu potencial permanece constante durante todo o ciclo da atividade cardíaca e que as variações de potencial nos ápices do triângulo de Einthoven, calculadas pelo método trigonométrico de Wilson ou pelo método literal, podem ser registadas, com seu auxílio, tais como a teoria as prevê.

No entanto, julgamos aventurosa uma afirmação categórica nesse sentido. Da mesma forma como a justeza da lei de Einthoven deriva das condições da convenção com que se trabalha em eletrocardiografia e não depende da validade ou não do esquema triangular, assim também os valores deduzidos por Wilson e seus colaboradores para os potenciais das extremidades, sendo certos, assim o são por construção e não porque derivem do esquema triangular. Como a lei de Einthoven, verificam-se nas condições do esquema triangular; mas verificam-se também fora d'êlo, tanto assim que, utilizando valores literais que não pressupõem a exatidão da hipótese de Einthoven, chegámos às mesmas fórmulas que Wilson, o qual parte de uma análise trigonométrica do esquema triangular.

Isso não significa, de forma alguma, que o terminal central perca o valor que lhe foi atribuído por Wilson. Assim como, segundo já dissemos, a comprovação experimental e clínica da hipótese de Einthoven confere-lhe um grau de aproximação da realidade que autoriza plenamente o seu uso, da mesma maneira as medidas realizadas, direta e indiretamente com o terminal central, mostram que as variações de potencial de que é sede são de magnitude tão pequena que autoriza o seu emprêgo e justifica as conclusões que daí se tirem.

Esse parece ser, também, o pensamento de Goldberger, expresso sobretudo em um de seus últimos trabalhos (25). Storti (46), com experiências em modelo, pretende provar que o potencial 0 não permanece fixo no centro do triângulo, senão que deve ser considerado como uma função senoidal do ângulo α , apresentando variações de acôrdo com os desvios de eixo. É provável que essas variações existiam, realmente, mas devem ser de magnitude muito pequena. Os trabalhos de Eckey e Fröhlich, já mencionados, parecem provar, apesar da opinião contrária de Wolferth, que elas não ultrapassam 0,3 de milivolt.

IV

A técnica “aumentada” de Goldberger.

Terminal central do mesmo autor.

Estudo comparativo dos dois terminais centrais.

Em abril de 1942, Emanuel Goldberger publica o primeiro de uma série de artigos sobre derivações unipolares das extremidades (20). Nesse trabalho, aceitando as idéias de Wilson sobre potencial das extremidades e sobre o terminal central, apresenta duas inovações, que desenvolve em trabalhos ulteriores. Suas idéias são aceitas integralmente pela escola de Ann Arbor.

As inovações apresentadas por Goldberger referem-se à técnica de obtenção das derivações unipolares das extremidades e à estrutura do eletródio indiferente.

Quanto à técnica de tomada das derivações, Goldberger considera, muito justamente, que a necessidade de aumentar a sensibilidade do galvanômetro, tal como é feito na técnica de Wilson, constitui um inconveniente apreciável. Procura remediá-lo, lançando mão de um artifício que consiste em desligar o cabo do terminal central que vai ao membro cujo potencial se busca. Goldberger afirma que esse procedimento em nada modifica a morfologia dos diversos acidentes e dá-lhes uma amplitude aumentada de 50 % sobre os valores da técnica de Wilson, sem que seja necessário modificar a sensibilidade do galvanômetro.

Aos traçados obtidos com sua técnica denomina "derivações unipolares *aumentadas* das extremidades". Designa-as com os mesmos símbolos empregados por Wilson, precedendo-os de um "a" minúsculo.

O fundamento teórico da sua técnica é o seguinte:

Suponhamos que se vai obter a derivação unipolar aumentada do braço direito. Uma vez que o cabo correspondente do terminal central é desligado, o potencial deste terminal será igual ao potencial médio das outras duas extremidades, ou seja:

$$\frac{VL + VF}{2}$$

Ora, já sabemos que:

$$VR + VL + VF = 0$$

donde se tira:

$$VL + VF = -VR$$

e

$$\frac{VL + VF}{2} = -\frac{VR}{2}$$

Como já explicámos, qualquer derivação pode ser representada pelo potencial do electródio distal, menos o potencial do electródio proximal que, no caso, é o terminal central. Podemos, pois, escrever:

$$aVR = VR - \frac{-VR}{2} = \frac{2VR + VR}{2} = \frac{3}{2} VR$$

Fica assim provado que a técnica de Goldberger aumenta a amplitude das derivações unipolares das extremidades em 50 %, sem prejudicar os demais elementos da deflexão.

Como as unipolares de Wilson, as unipolares aumentadas de Goldberger podem ser relacionadas com as derivações standard. Em apêndice a um de seus trabalhos (21), Goldberger desenvolve o cálculo para chegar àquele objetivo. Parte das equações estabelecidas por Wilson para os potenciais dos ápices da esquema triangular (ver capítulo anterior). Considerando o potencial do braço direito, escreve:

$$VR = -\frac{D_1 + D_2}{3}$$

e como

$$aVR = \frac{3}{2} VR$$

temos:

$$aVR = \frac{3}{2} \times \left(-\frac{D_1 + D_2}{3} \right) = -\frac{D_1 + D_2}{2}$$

Demonstra, da mesma forma, que:

$$aVL = \frac{D_1 - D_3}{2}$$

$$aVF = \frac{D_2 + D_3}{2}$$

Tôdas essas equações, como reiteradamente temos afirmado, são verdadeiras por construção e independem de qualquer pressuposto de ordem teórica.

Com o intuito de simplificar a construção do terminal central, Goldberger procurou verificar se seriam necessárias as resistências empregadas por Wilson. Para isso, construiu um terminal central análogo ao deste autor, mas no qual os cabos eram fios elétricos comuns sem as resistências. A razão pela qual julgou-se autorizado a proceder assim é que, se consideramos a soma dos potenciais dos três membros, aos quais o terminal central está ligado, como O , aplicando a lei de Kirchhoff, podemos concluir que o potencial do terminal central é também O . É necessário lembrar que as coisas, eletricamente, não são tão simples; mas Goldberger considera que a resistência da pele e eletródios é suficientemente alta para assegurar-nos contra as quedas de potencial.

O autor apresenta vários traçados feitos, comparativamente, com o seu terminal central e com o de Wilson, utilizando eletrocardiografos de corda e de válvulas amplificadoras, e conclui pela identidade prática dos dois terminais.

A primeira inovação apresentada por Goldberger, isto é, a técnica "aumentada" de derivações unipolares das extremidades, é por nós aceita sem restrições, sendo mesmo a técnica que empregamos em nossa prática eletrocardiográfica. Os traçados apresentados neste trabalho, com exceção dos que se referem a experiências, foram todos obtidos com a técnica aumentada.

A segunda inovação, isto é, o terminal central sem as resistências empregadas por Wilson, pareceu-nos que devesse ser objeto de alguma verificação experimental.

A experiência *A* foi a primeira da série por nós imaginada. Tomando os dois braços e a perna esquerda, colocámos em cada um deles dois eletródios. Os eletródios que chamaremos proximais eram colocados, no antebraço, na face anterior, logo abaixo da dobra do cotovelo; na perna, na face interna, logo abaixo da articulação do joelho. Os eletródios que chamaremos distais eram colocados, no antebraço, em sua face anterior, sobre a articulação do punho; na perna, em sua face interna, logo acima da articulação do tornozelo. Para a experiência foram utilizados um terminal central tipo Wilson e outro tipo Goldberger.

A fig. 4 permite acompanhar o desenrolar da experiência em um homem de 23 anos, sadio. A distância entre os eletródios colocados no antebraço era de 8 cms. e entre os da perna, de 11 cms.. Inicialmente o terminal de Wilson foi ligado aos eletródios distais e o de Goldberger, aos proximais. Utilizaram-se os cabos do braço direito e da perna esquerda do eletrocardiografo. A sensibilidade foi regulada para 1 mv — 2 cms; o comutador foi colocado como para obter D_2 . No traçado 1 daquela figura, o cabo da perna esquerda foi ligado ao terminal de Wilson e o do braço direito ao de Goldberger; no traçado 2, fêz-se o inverso. A série inferior de traçados foi obtida com o terminal de Goldberger ligado aos eletródios distais e o de Wilson aos proximais.

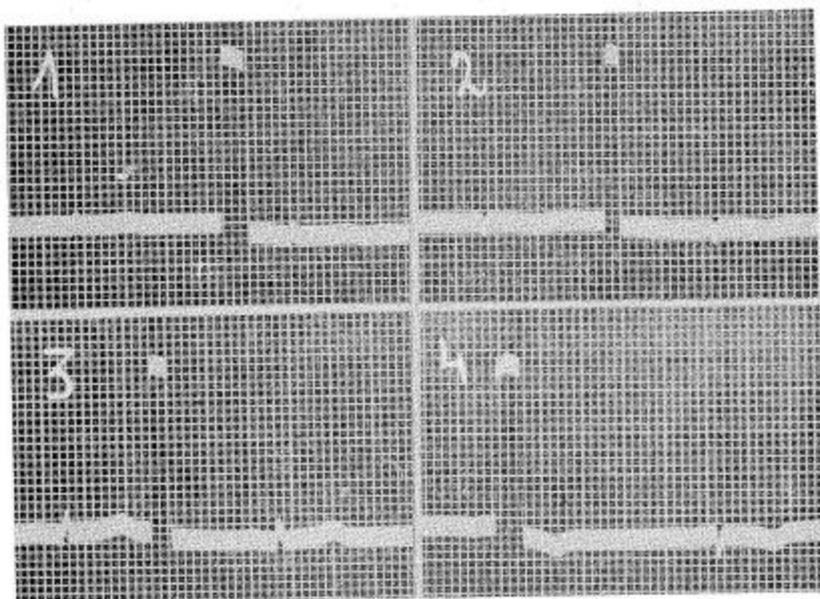


Fig. 4

Experiência A — Variações de potencial obtidas comparando um terminal central de Wilson e um de Goldberger.

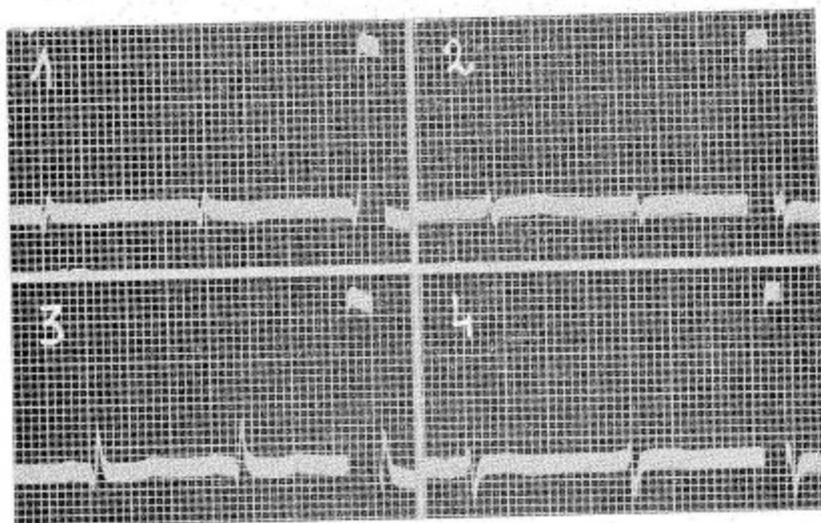


Fig. 5

Mesma experiência da figura anterior, em um outro paciente.

No traçado 3, o cabo da perna esquerda foi ligado ao terminal de Goldberger e o do braço direito ao de Wilson; no traçado 4, fêz-se o inverso.

Observa-se que, em todos os traçados, colhem-se deflexões. Quando o terminal de Wilson está ligado aos eletródios distais, as deflexões são mínimas;

quando êle está ligado aos eletródios proximais, as deflexões são maiores; no caso, estas últimas atingem 1,5 mm.

A fig. 5 mostra o resultado da mesma experiência, realizada em uma senhora de 28 anos, sadia. As conexões foram feitas na mesma ordem da observação anterior. A distância entre os eletródios do antebraço era de 7 cms. e entre os da perna, de 10 cms. Observa-se que, quando o terminal de Wilson está ligado aos eletródios distais, as deflexões são muito pequenas; quando êle está ligado aos eletródios proximais, as deflexões são bastante consideráveis, atingindo a maior 4,5 mms.

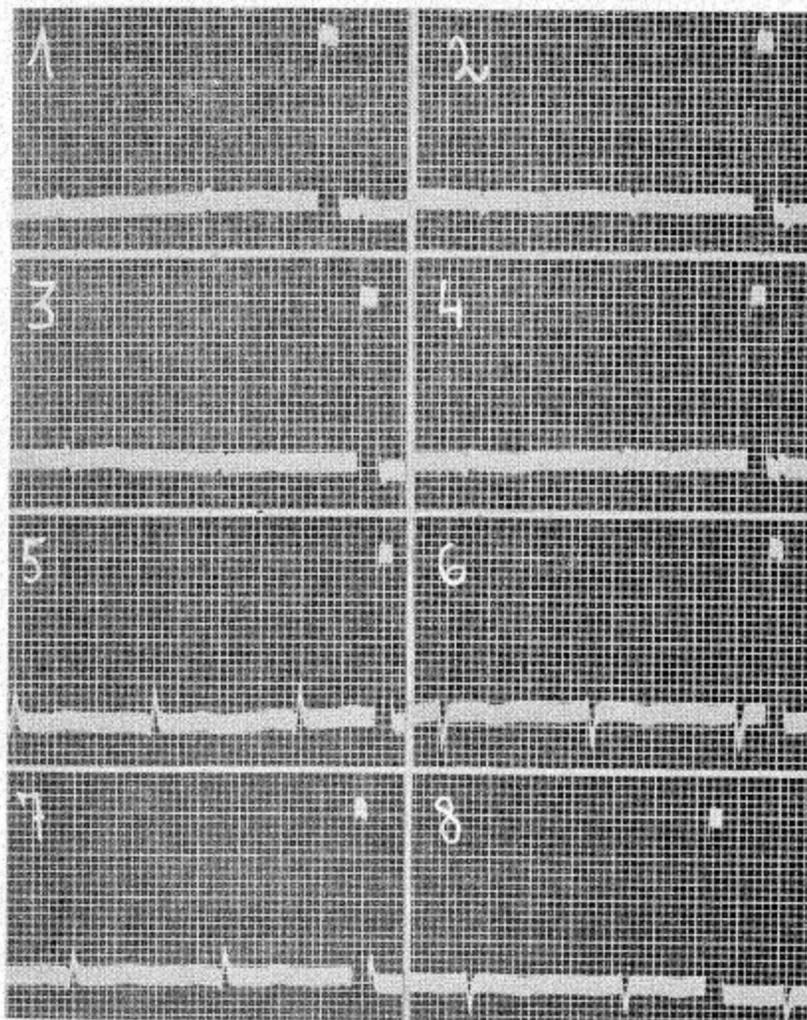


Fig. 6

Experiência B — Variações de potencial obtidas combinando dois terminais centrais tipo Wilson (1 e 2), um tipo Wilson e outro Goldberger (3, 4, 5 e 6) e dois tipo Goldberger (7 e 8).

Estes resultados, bastante curiosos, levaram-nos a realizar a experiência *B*, fig. 6, na qual empregámos dois terminais de Wilson e dois de Goldberger. A colocação dos eletródios, cabos e manejo do eletrocardiógrafo foram iguais nesta experiência e na anterior. A paciente é a mesma dos traçados da fig. 5. A primeira série de traçados (1 e 2) foi obtida ligando um terminal de Wilson aos eletródios proximais e outro aos distais. Na segunda série (3 e 4), um terminal de Wilson foi ligado aos eletródios distais e um terminal de Goldberger aos proximais (reproduz a série superior das observações anteriores). Na terceira série (5 e 6), um terminal de Goldberger foi ligado aos eletródios distais e um terminal de Wilson aos proximais (reproduz a série inferior das observações anteriores). Na última série (7 e 8), um terminal de Goldberger foi ligado aos eletródios distais e outro aos proximais. Em cada série, os traçados ímpares foram obtidos com o terminal "distal" ligado ao cabo da perna esquerda e o terminal "proximal" ligado ao cabo do braço direito; os traçados pares foram obtidos fazendo o inverso.

Observa-se que, em todos os traçados, colhem-se deflexões. Quando se usam dois terminais de Wilson, as deflexões são mínimas. Quando se usam dois terminais de Goldberger, as deflexões são apreciáveis, atingindo a maior 2,5 mm. Quando se procura combinar um terminal de Wilson e um de Goldberger, o resultado é variável: com o terminal de Wilson em posição distal, as deflexões são pequenas, ligeiramente mais pronunciadas que na primeira série; com o terminal de Goldberger em posição distal, as deflexões são bem pronunciadas, mais que na última série, atingindo a maior 3,5 mm.

O resultado destas experiências parece indicar que é forçoso admitir uma certa diferença de comportamento entre os terminais tipo Wilson e tipo Goldberger.

As duas experiências mostram, também, que a situação proximal ou distal do eletródio de Wilson ou, correspondentemente, do de Goldberger, influencia de modo considerável a amplitude das deflexões registadas (referimo-nos, é claro, às condições da experiência); não chegámos a alcançar o motivo dessa diferença.

A experiência *C* reproduz uma das experiências de Goldberger, modificada. Os eletródios são colocados como nas experiências anteriores. A sensibilidade do galvanômetro é a usual: 1 mv = 1 cm. Todos os traçados representam D_2 standard. Na primeira coluna, os cabos do eletrocardiógrafo são conectados aos eletródios distais; em 1, os proximais ficam sem conexões; em 2, são unidos pelo terminal de Goldberger e, em 3, pelo de Wilson. Os terminais são utilizados apenas para estabelecer conexão entre os eletródios não aproveitados na obtenção do traçado. Na segunda coluna, os cabos do eletrocardiógrafo são conectados aos eletródios proximais; em 1, os distais

ficam sem conexões; em 2, são unidos pelo terminal de Goldberger e, em 3, pelo de Wilson. Os traçados estão reproduzidos nas figs. 7 e 8.

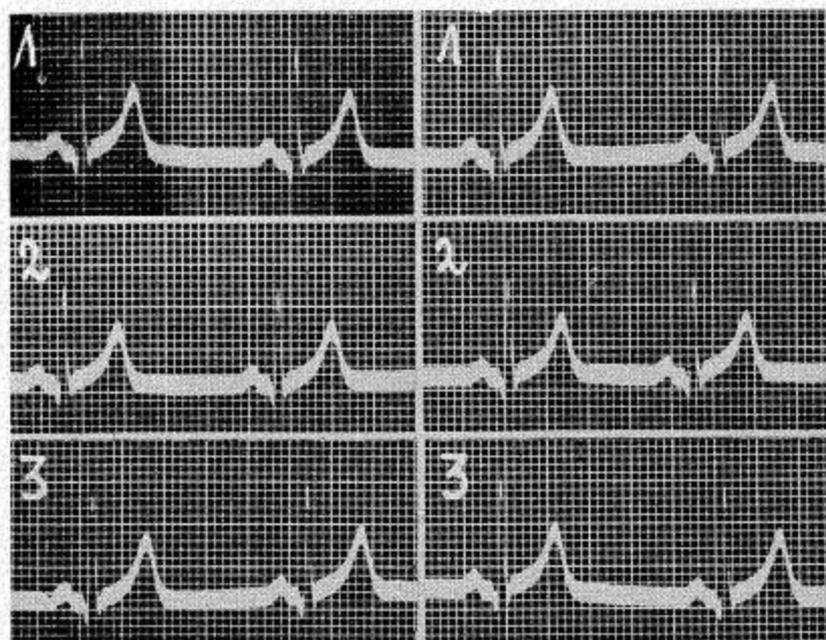


Fig. 7

Experiência C — Segunda derivação, obtida com diferentes técnicas, a fim de observar a influência dos terminais contras sobre o potencial de eletrodos vizinhos.

Na fig. 7, o paciente é o mesmo rapaz da experiência A. A mensuração da distância do ápice de Q ao ápice de R nos dá os mesmos valores nas duas colunas: 16 mm em 1 e 3 e 14,2 mm em 2.

Na fig. 8, a paciente é uma senhora de 39 anos, sadia. A distância entre os eletrodos do antebraço é de 7,5 cms; entre os da perna é de 11 cm. A mensuração dá valores sensivelmente iguais, nas duas colunas, em cinco traçados; os complexos do traçado 2 da 1.^a coluna são um pouco menores.

A experiência D foi realizada com a mesma paciente das experiências A e B. Foram tomadas as derivações unipolares das extremidades pela técnica de Goldberger e Wilson, uma vez com o terminal de Goldberger e outra com o de Wilson. Os resultados, com os dois terminais, são praticamente idênticos e a relação entre as amplitudes obtidas com uma e outra técnica é praticamente igual à relação 3:2 (fig. 9).

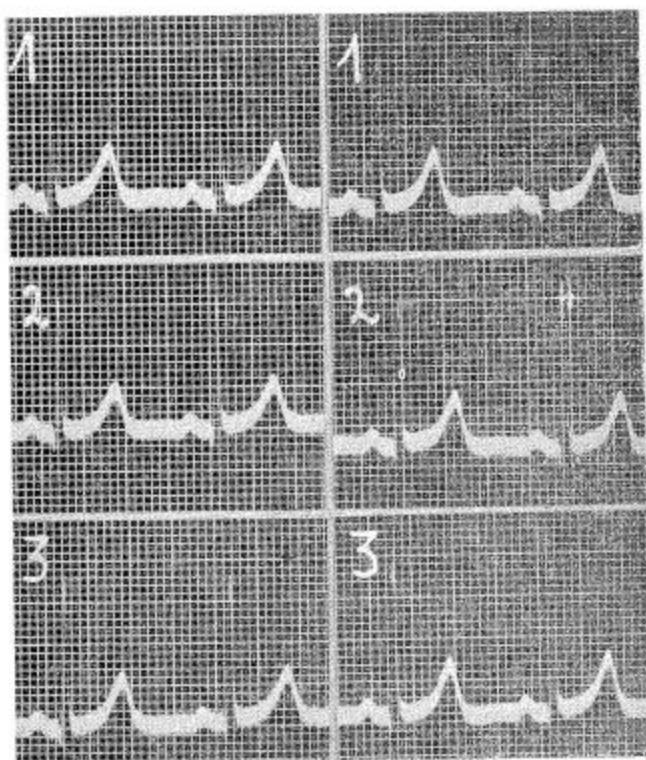


Fig. 8
Mesma experiência da figura anterior, em um
outro paciente.

Destas últimas experiências se deduziria que os dois terminais mais ou menos se equivalem na prática, embora o de Wilson pareça ser, como na fig. 7, o que mais se aproxima das condições ideais.

O conjunto de dados de ordem experimental que acabamos de enunciar, oriundos de observações refeitas por nós várias vezes, leva-nos a crer que o terminal central de Goldberger não pode ser considerado idêntico ao de Wilson, pois sofre variações de potencial bastante superiores, o que importa, logicamente, em uma causa de erro maior. Essas variações se mantêm, todavia, num grau de magnitude que permite o seu uso na prática clínica; mas seu emprêgo em trabalhos de investigação se nos afigura menos aconselhável.

Parece-nos razoável supor que a causa da diferença encontrada reside no fato de Goldberger confiar demasiadamente na resistência pele-eletródios, a qual possivelmente não se mantenha sempre no grau de elevação necessário; a justeza dessa explicação precisaria ser verificada por meio de mensurações apropriadas.

Com o terminal central de Wilson

Técnica de Wilson

Técnica de Goldberger

Com o terminal central de Goldberger

Técnica de Wilson

Técnica de Goldberger

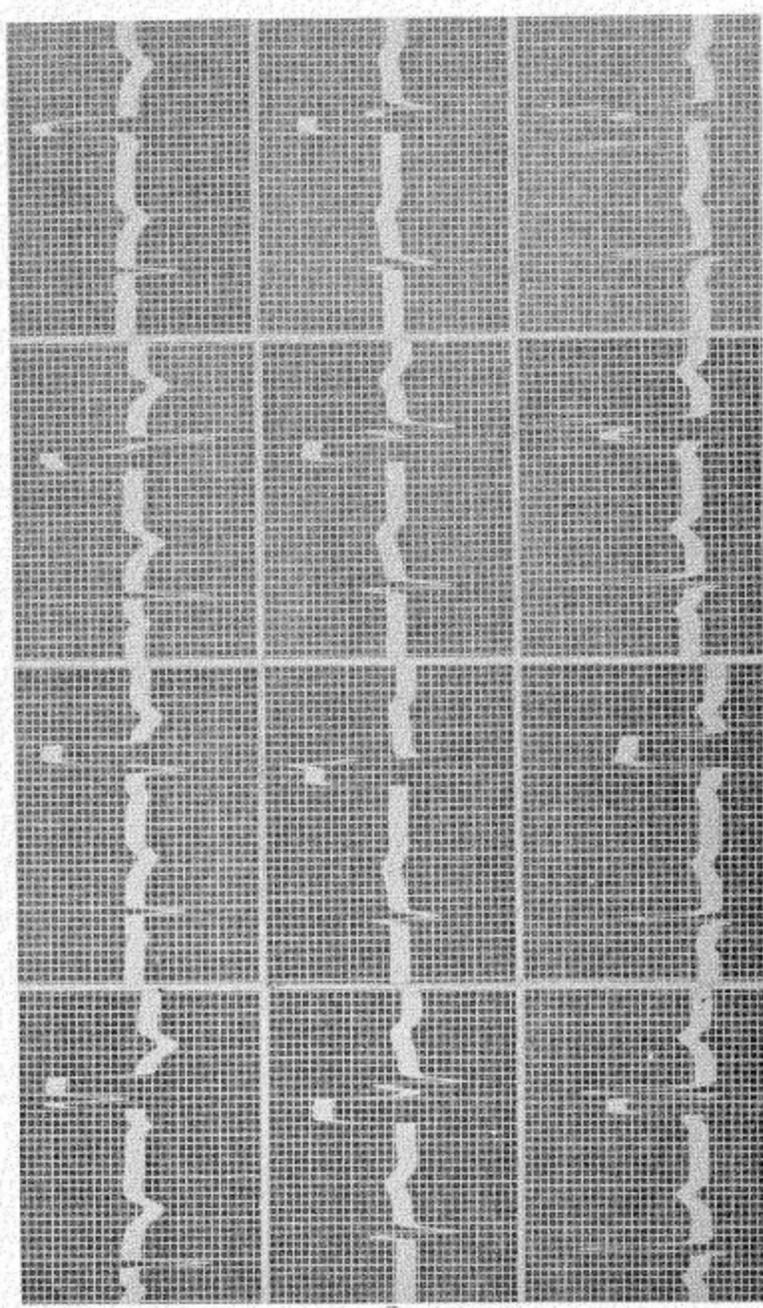


Fig. 9
Derivações unipolares das extremidades, obtidas, em uma mesma paciente, com diferentes técnicas.

V

**Obtenção das derivações unipolares
das extremidades na prática.**

**Dispositivos que visam facilitar a
tomada das derivações.**

**Descrição de um tipo especial de comutador
(modelo do autor).**

Não é suficiente que os fundamentos teóricos da obtenção das derivações unipolares das extremidades estejam certos. Para que este tipo especial de traçados eletrocardiográficos tenha a merecida vulgarização, é necessário que a sua tomada possa ser feita de modo fácil e rápido.

Em se tratando de derivações unipolares das extremidades obtidas com a técnica de Wilson, o procedimento é simples. Ligam-se os três cabos do terminal central aos eletródios do braço direito, braço esquerdo e perna esquerda, colocados como para obter as derivações standard. O cabo central do terminal central vai ligado ao cabo do braço direito do eletrocardiógrafo. No cabo do braço esquerdo, liga-se o eletródio usualmente empregado para obter as derivações precordiais. O comutador do eletrocardiógrafo deve ser colocado como para obter a derivação *I*. Os potenciais de cada membro se obtêm colocando o pequeno eletródio ligado ao cabo do braço esquerdo no membro cujo potencial se procura. Sucede, portanto, que tanto cada um dos braços como a perna esquerda, ao ser tomada a derivação unipolar respectiva, ficam com dois eletródios: o que está ligado ao terminal central e o eletródio explorador. A amplitude das deflexões obtidas é, em muitos casos, pequena e convém aumentar a sensibilidade do galvanômetro de uma vez e meia ou duas. Como nem sempre se consegue fazer esse aumento em proporção exata (dupla, por exemplo), é necessário, mesmo trabalhando com eletrocardiógrafos de espelho, fazer a standardização em cada derivação, sempre que se queiram efetuar cálculos em que a amplitude entre como fator; para as necessidades clínicas, uma tal exatidão é dispensável.

Podemos dizer, resumindo, que a técnica de Wilson é relativamente simples, no que se refere às conexões dos eletródios, mas apresenta o inconveniente de obrigar a modificar a sensibilidade do galvanômetro.

Como já explicámos, para obviar este inconveniente Goldberger ideou sua técnica de derivações unipolares "aumentadas" das extremidades. O princípio prático em que se baseia consiste em desligar o cabo do terminal central que vai ao membro cujo potencial se procura. Para obter esse tipo de deri-

vações podem ser usados tanto o terminal central de Wilson como o de Goldberger, ambos já descritos por nós. O procedimento é como segue: — Para obter o potencial de um membro, ligam-se dois dos cabos do terminal central aos outros dois membros, um a cada um dêles, colocando os eletródios como para obter as derivações standard. O terceiro cabo do terminal central fica livre. O cabo central do terminal central é ligado ao cabo do braço direito do eletrocardiografo. O cabo do braço esquerdo do eletrocardiografo, funcionando como eletródio explorador, é ligado ao eletródio do membro cujo potencial se procura. O comutador do eletrocardiografo deve ser colocado como para obter a derivação *I*. Não se altera a sensibilidade do galvanômetro.

Este último pormenor constitui, precisamente, a grande vantagem do método. Este, porém, apresenta o sério inconveniente do grande número de comutações a serem feitas, o que importa em perda de tempo, em desasossêgo para os pacientes nervosos e, nos aparelhos que utilizam baterias, em maior desgaste das mesmas. Basta dizer que o número mínimo de conexões e desconexões necessárias para obter os potenciais dos três membros é de 12.

Na necessidade de fazer o menor número possível de ligações reside, supomos nós, o motivo de um pequeno pormenor que apresentam os traçados de Goldberger. Realmente, o habitual é que se obtenha primeiro o potencial do braço direito, depois o do braço esquerdo e finalmente o da perna esquerda. É claro que esta ordem é apenas convencional, sendo completamente indiferente começar por qualquer membro. Goldberger, no entanto, enuncia sempre em primeiro lugar o potencial do braço esquerdo, depois o do braço direito e, afinal, o da perna esquerda. Isto se deve, pensamos nós, à circunstância de que as derivações unipolares aumentadas das extremidades são geralmente obtidas logo após as derivações standard; como Goldberger utiliza o cabo do braço esquerdo para ligá-lo ao eletródio explorador, aproveita o fato dêle já estar ligado àquele membro e começa por aí o seu traçado.

Tanto no que se refere à técnica de Wilson como à de Goldberger, dissemos sempre que o eletródio explorador era ligado ao cabo do braço esquerdo e o terminal central ao cabo do braço direito, devendo o comutador do eletrocardiografo ser colocado em D_1 . Isso não é, porém, uma condição obrigatória; podemos ligar o eletródio explorador ao cabo da perna esquerda e o terminal central ao cabo do braço direito, pondo o comutador em D_2 , ou ligar o eletródio explorador ao cabo da perna esquerda e o terminal central ao cabo do braço esquerdo, indo o comutador para D_3 . O essencial, para respeitar a convenção referente à polaridade, é que o eletródio explorador seja ligado ao cabo distal e o terminal central ao cabo proximal. Sabemos que o braço direito é considerado proximal em relação aos outros dois membros e que o braço esquerdo o é em relação à perna.

Com o intuito de evitar o impecilho das múltiplas conexões, têm sido ideados alguns tipos de comutadores. Ocupar-nos-emos de dois dê'es, de procedência norte-americana, e descreveremos depois um modelo próprio, que idealizámos e fizemos construir visando aproveitar as vantagens da técnica de Goldberger, sem incorrer em seus inconvenientes.

M. S. White (49), da Escola de Medicina da Aviação de Randolph Field, no Texas, apresenta um comutador para obtenção de derivações standard e derivações precordiais do tipo *CR*, *CL* e *CF*. A peculiaridade do aparelho é que permite a ligação de quatro pacientes ao mesmo tempo. Um comutador especial seleciona, dos quatro, aquê'le cujo traçado vai ser feito. No exame de coletividades, compreende-se que o processo apresenta certa vantagem, pois, enquanto se toma um traçado, outros pacientes já vão sendo preparados para exame. Noutras circunstâncias, o dispositivo é supérfluo; aliás, mesmo em exames de grupos, dois ou três jogos de eletródios poderiam folgadoamente dar cabo da tarefa.

O autor declara que o seu aparelho serve também para obter derivações unipolares, desde que se ligue ao paciente o terminal central de Wilson. Acreditamos que assim seja, mas não vemos, no caso, qual a utilidade do comutador descrito, já que seria mais simples conectar diretamente o terminal central ao eletrocardiógrafo.

Clayton B. Ethridge e Myer H. Stolar, de Washington, no "American Heart Journal" de junho de 1945 (17), descrevem um tipo de comutador capaz de dar as derivações standard, precordiais do tipo *CR*, *CL* e *CF* e derivações unipolares do tipo Wilson. O aparelho consta, essencialmente, de quatro rodas comutadoras, do tipo usado nos aparelhos de rádio, cada uma capaz de dar oito conexões distintas e munidas de um polo de contato comum. Resistências de 5.000 ohms, convenientemente dispostas, asseguram ao aparelho o caráter de terminal central tipo Wilson.

O manejo é simples. O aparelho, como todos os congêneres, é intercalado entre o eletrocardiógrafo e o paciente. Para a tomada de qualquer derivação, o comutador do eletrocardiógrafo é deixado na derivação correspondente aos cabos empregados para a conexão. No caso de derivações precordiais ou unipolares de tipo Wilson, o aparelho utiliza, além dos três que vão aos membros, um quarto cabo, onde é ligado o eletródio explorador. Declaram os autores que seu aparelho deve ser olhado como um tipo fundamental, no qual se podem introduzir modificações capazes de torná-lo apto para obter derivações unipolares aumentadas tipo Goldberger. Tal como foi feito, o aparelho não as obtém diretamente e, embora os autores refiram a possibilidade de aperfeiçoamentos, não explicam como executá-los nem o caminho a seguir para chegarmos a êste tipo especial de derivações.

Em princípios do ano de 1945, procurando depurar a técnica de Goldberger do inconveniente representado pelas muitas conexões, pusemo-nos a trabalhar em um comutador que nos permitisse eliminar êste óbice. Iniciámos

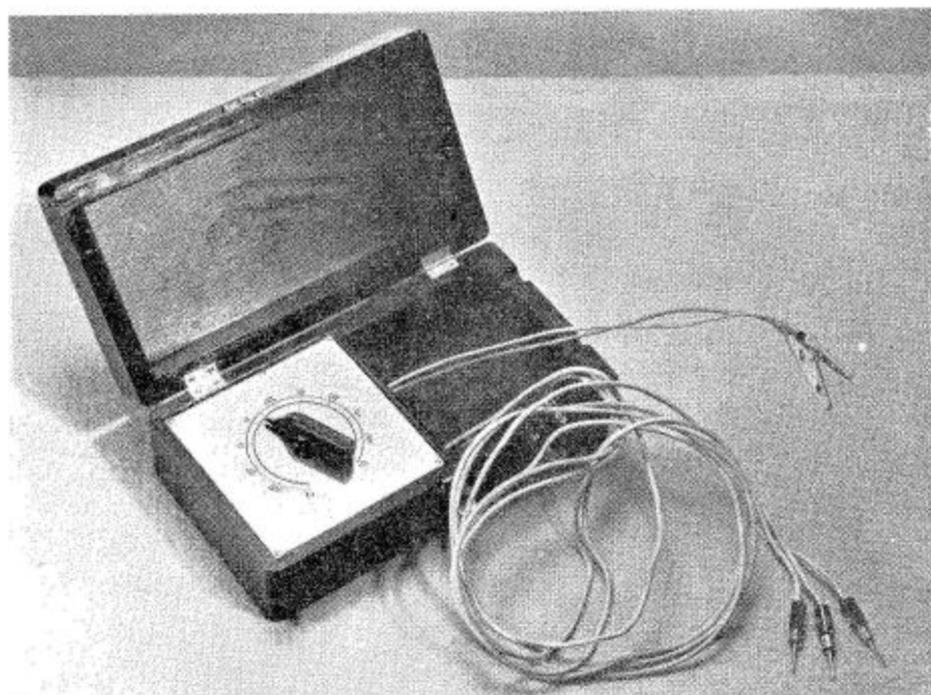


Fig. 10

Comutador de derivações (modelo do autor). Vêm-se os dois cabos, munidos de pinças-jacaré, que estabelecem a conexão entre os cabos do electrocardiografo, de um lado, e a flecha e a ponte, do outro. Vêm-se também os três cabos que vão ao paciente. Os cabos, quando fora de uso, são guardados no depósito que se vê na metade direita da caixa.

com um aparelho que permitia colher as derivações standard e as de Goldberger, aperfeiçoando-o depois, até capacitá-lo a obter todos os tipos habituais de derivações, com exceção daquelas em que o eletródio indifferente é colocado no dorso e nas quais se necessitam empregar dois eletródios munidos de cabos isoladores, sendo então mais conveniente suprimir qualquer comutador intermediário. Convém recordar que êste tipo de derivações vem sendo progressivamente abandonado.

A peça principal do nosso aparelho é uma chave comutadora de desenho especial, a qual poderia ser comparada, com certa aproximação, à letra Y. Feita de material isolante, é revestida, na sua fase inferior, por uma placa metálica de mesmo formato, com a particularidade de que a haste do Y metálico é interrompida, conforme se vê na fig. 12. A peça formada pelos dois

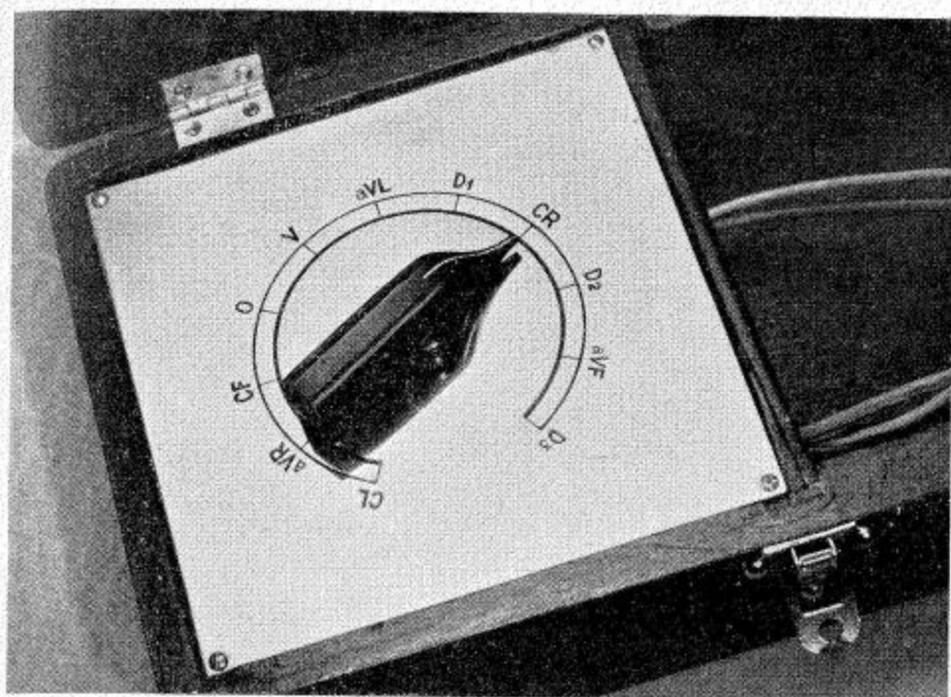


Fig. 11

Vista parcial do aparelho, em que se percebem, no mostrador, as indicações referentes às diversas derivações.

ramos do *Y* metálico e um fragmento da haste, a cujo conjunto denominaremos *ponte*, é ligada, através de contatos apropriados, a uma pinça-jacaré, à qual deve ser prêsso o cabo do eletrocardiógrafo que funcione como proximal. A peça formada pelo restante da haste e pela base do *Y* metálico, a cujo conjunto denominaremos *flecha*, é ligada, através de contatos apropriados, a uma segunda pinça-jacaré, à qual deve ser prêsso o cabo do eletrocardiógrafo que funcione como distal. Para evitar confusões, os cabos a que estão prêsas as duas pinças-jacaré são de cores diferentes e as pinças estão assinaladas com as iniciais *P* (proximal) e *D* (distal).

No tabuleiro circular para o qual fica voltada a face da chave comutadora que carrega o *Y* metálico, acham-se cinco bornes, que podem ser vistos nos desenhos das figs. 12 e 13. Quatro dêsses bornes estão dispostos numa circunferência concêntrica ao tabuleiro e de raio um pouco menor que o dêste. Êsses bornes são: *D* e *D'*, que, através de contatos apropriados, estão em conexão com o cabo do aparelho que vai ter ao braço direito do paciente; *E*, que, de maneira idêntica, está ligado ao cabo do aparelho que vai ter ao braço esquerdo, e *P*, cuja união é feita com o cabo do aparelho que vai ter

à perna. O fato de corresponderem dois bornes ao braço direito e apenas um a cada um dos outros membros prende-se a razões de construção.

O tabuleiro circular pôde ser considerado como dividido em doze setores de 30° cada um. Se, na fig. 13, considerarmos um raio que vá à porção superior do círculo como 0° , isto é, o eixo de origem, e convencionando que os valores angulares crescem indefinidamente no sentido dos ponteiros do relógio, o borne E estará colocado em 0° , P em 120° e D em 240° , o que equivale a dizer que os três bornes principais formam entre si ângulos de 120° . O borne D' está colocado em 210° , o que representa uma distância angular de 30° de D . Os dois bornes correspondentes ao braço direito estão ligados por um travessão situado na face inferior do tabuleiro.

O quinto borne, representado nos desenhos por uma figura elíptica, está situado em 330° . A distância do centro desse borne ao centro do tabuleiro é igual à distância que vai da metade da zona interrompida da haste do Y metálico ao centro da junção do fragmento da haste com os dois braços do Y . O grande eixo desse borne é calculado de modo a superar a distância que medeia entre os dois fragmentos da haste do Y , de forma que, quando esta é colocada em 330° , o borne elíptico estabelece contato entre as duas porções, isto é, entre a ponte e a flecha.

O Y é construído de modo que seus dois braços e a haste estejam separados por ângulos de 120° . Os braços continuam-se por prolongamentos, um para cada braço, dirigidos em sentido convergente. A parte da haste do Y que pertence à flecha é também continuada por dois prolongamentos, que partem dela em sentido divergente. Tanto os prolongamentos dos braços da ponte como os da haste da flecha têm seu eixo situado numa mesma circunferência, cujo raio é igual ao da circunferência em que estão assentes os bornes D , D' , E e P ; a largura dos prolongamentos excede ligeiramente o diâmetro dos bornes. Esses apêndices são terminados por um contôrno semi-circular, cujo centro está situado a uma distância angular de 30° do eixo dos segmentos a que estão prêsos. Para esclarecer melhor o assunto, consideremos a haste do Y assente em 0° . Os dois prolongamentos da flecha estender-se-iam, respectivamente, de 0° a 30° e de 0° (360°) a 330° . Um dos braços da ponte ficaria colocado em 120° e seu prolongamento iria de 120° a 150° . O outro braço estaria em 240° , com o prolongamento estendido de 240° a 210° . Essa discriminação, pode ser acompanhada na fig. 13, posição aVL .

A chave comutadora está fixa a um eixo que passa pelo centro do tabuleiro circular e gira acionada por um botão situado no mostrador do aparelho. O indicador do botão assinala a posição fornecida pela chave comutadora. Conforme se pode ver na fotografia da fig. 11, as derivações estão indicadas, de 30° em 30° , na seguinte ordem: CL , aVR , CF , O (posição de descanso), V (unipolares de Wilson), aVL , D_1 , CR , D_2 , aVF , D_2 . O centro da parte

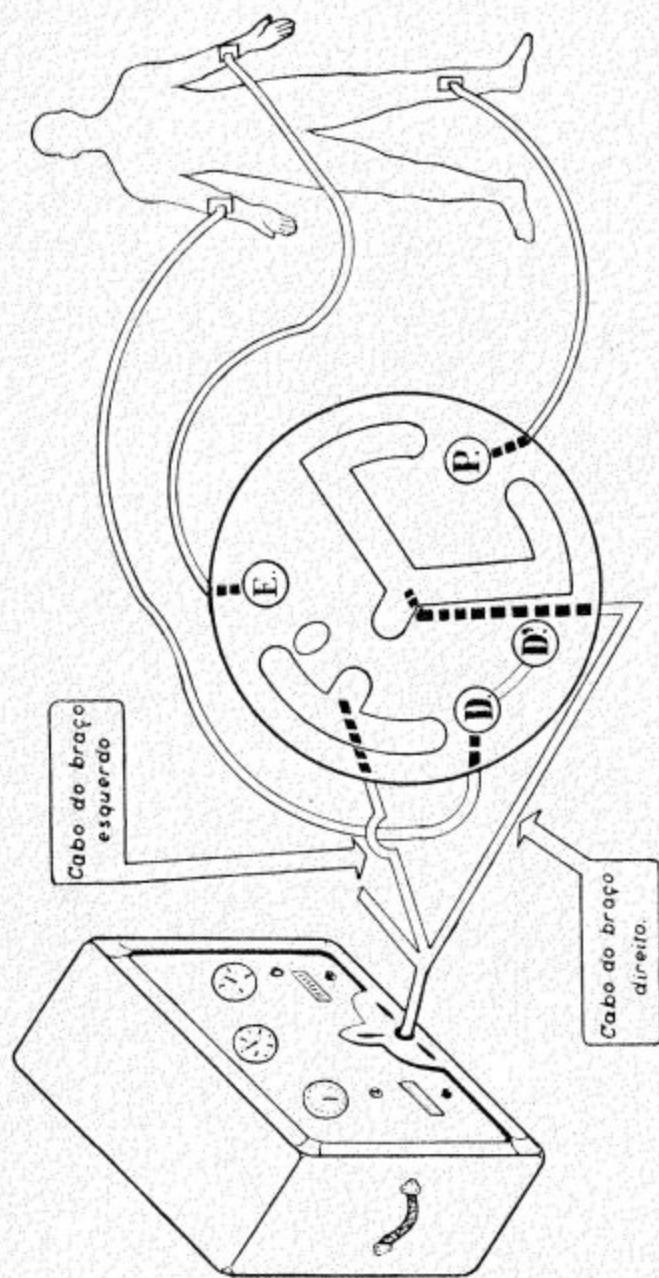


Fig. 12

Vêm-se as conexões do aparelho com o electrocardiografo e com o paciente. A chave comutadora ocupa a posição O. Percebe-se facilmente que esse comutador pode ser incorporado directamente ao electrocardiografo, substituindo o comutador de derivações comum.

interrompida do mostrador corresponde a uma segunda posição de descanso, assinalada por *N* no esquema da fig. 13.

Razões de construção impedem que as derivações figurem, no mostrador, na ordem habitualmente usada. Isso, porém, não obsta que sejam tomadas nessa ordem, bastando colocar o comutador nas posições correspondentes. O

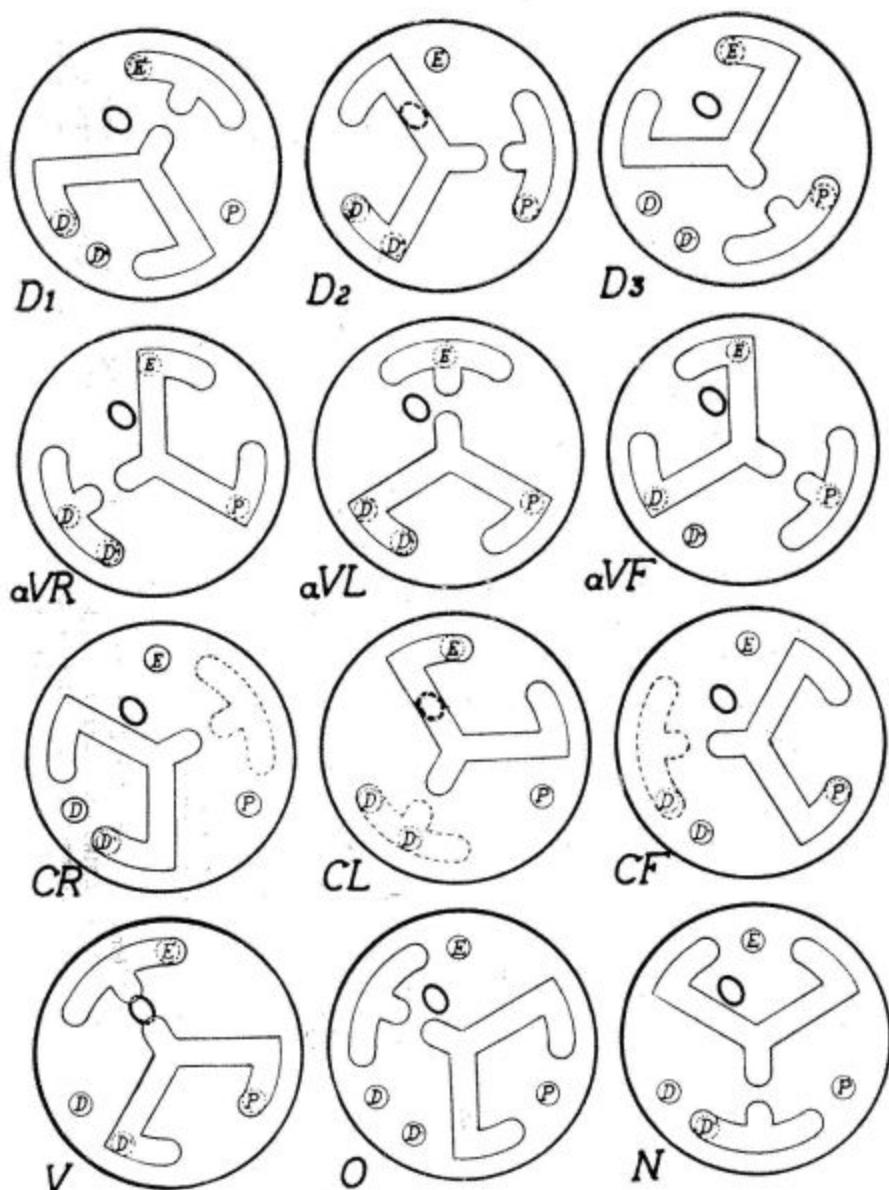


Fig. 13

Esquema das comutações correspondentes às diversas derivações. A ponte fica ligada ao cabo proximal do eletrocardiógrafo. A seta mantém-se em conexão com o cabo distal; o pontilhado mostra as posições em que ela fica excluída. Para explicação, ver o texto.

botão e, por conseguinte, a chave comutadora, podem ser girados em qualquer sentido.

Analisemos, agora, as diferentes posições da chave comutadora, lembrando, preliminarmente, que a ponte fica ligada ao cabo proximal e a flecha, ao distal. A análise pode ser acompanhada no esquema da fig. 13.

D_1 — Haste colocada em 30° . A ponte toma contato com o borne do braço direito e a flecha, com o do braço esquerdo.

D_2 — Haste colocada em 90° . A ponte toma contato com os bornes do braço direito e a flecha, com o borne da perna esquerda. O borne elíptico é coberto pelo outro braço da ponte, o que nada significa, já que se trata de um borne isolado.

D_3 — Haste colocada em 150° . A ponte toma contato com o borne do braço esquerdo e a flecha, com o da perna.

aVR — Haste colocada em 240° . A ponte toma contato com os bornes do braço esquerdo e da perna, unindo-os; a flecha toma contato com os bornes do braço direito.

aVL — Haste colocada em 0° . A ponte toma contato com os bornes da perna esquerda e do braço direito, unindo-os; a flecha toma contato com o borne do braço esquerdo.

aVF — Haste colocada em 120° . A ponte toma contato com os bornes do braço direito e do braço esquerdo, unindo-os; a flecha toma contato com o borne da perna esquerda.

Antes de descrevermos as precordiais, é necessário um esclarecimento. Não julgamos necessário dotar o aparelhos de um cabo especial para estas derivações. A razão é que, em tôdas as técnicas atuais, o cabo empregado para êsse fim é o do eletródio distal, parecendo-nos preferível, chegado o momento de obter CR , CL , CF ou qualquer V , desligá-lo do jacaré correspondente à flecha e, munindo-o do eletródio precordial, colocá-lo em contato com o ponto do precórdio ou de outra região que a técnica desejada indicar. Feito êste parêntese, prossigamos:

CR — Haste colocada em 60° . A ponte toma contato com o borne do braço direito; a flecha fica desligada.

CL — Haste colocada em 210° . A ponte toma contato com o borne do braço esquerdo; a flecha fica desligada e cobre os dois bornes do braço direito, o que não tem significação. O borne elíptico é coberto pelo mesmo braço da ponte que toma contato com o borne do braço esquerdo; o fato não tem importância, já que o borne elíptico é um borne isolado.

CF — Haste colocada em 270° . A ponte toma contato com o borne da perna esquerda; a flecha fica desligada e cobre o borne do braço direito, o que não tem significação.

V — Haste colocada em 330° . A ponte toma contato com os bornes da perna esquerda e do braço direito, unindo-os; a flecha toma contato com o borne do braço esquerdo. O borne elíptico estabelece o contato entre a ponte e a flecha, formando das duas peças um todo único. Como o cabo distal está desligado do jacaré correspondente, vale apenas o contato do cabo proximal com a ponte; o todo formado pela ponte e a flecha, unidas pelo borne elíptico e prolongadas pelos cabos que vão ao paciente, funciona como um terminal central.

O — Haste colocada em 300° . Não existe nenhum contato da ponte nem da flecha. É a posição de repouso ou zero.

N — Inicial da palavra "nenhuma", esta letra designa uma posição em que a haste está colocada em 180° . Nenhuma derivação é obtida, mas, como há contato da flecha com o borne acessório do braço direito, julgamos a posição menos perfeita do que a anterior para servir de ponto de repouso e excluímo-la do mostrador.

TÉCNICA DE MANEJO DO APARELHO — Colocam-se os eletródios no paciente como para a tomada das derivações standard. O cabo do aparelho que está assinalado, no pino terminal, com as iniciais *B. D.*, é conectado com o eletródio do braço direito, o de iniciais *B. E.* é ligado ao eletródio do braço esquerdo e o marcado com as iniciais *P. E.* é unido ao eletródio da perna esquerda. A pinça-jacaré assinalada com a inicial *P* é presa ao cabo do eletrocardiógrafo que vai funcionar como proximal e a outra pinça-jacaré é conectada com o cabo distal (fig. 12). O eletrocardiógrafo é ligado e o seu comutador colocado na derivação correspondente aos cabos utilizados. Os cuidados referentes à standardização, etc., são os usuais.

Para obter as derivações standard e as derivações unipolares "aumentadas" das extremidades (técnica de Goldberger) basta colocar o botão comutador do nosso aparelho na posição correspondente e registrar o traçado. Para obter derivações precordiais do tipo *CR*, *CL*, *CF* ou derivações unipolares segundo a técnica de Wilson (sejam elas precordiais, unipolares das extremidades ou outras), o cabo do eletrocardiógrafo que funcionar como distal deverá ser desligado, como já dissemos, da pinça-jacaré correspondente e munido de um eletródio com cabo isolador (como os que acompanham os eletrocardiógrafos modernos), o qual será colocado naquêles pontos do precórdio ou de outras regiões, donde se devam derivar os potenciais em estudo.

Derivações unipolares podem ser obtidas tanto com o terminal central de Wilson como com o de Goldberger. Nosso aparelho permite empregar um ou outro tipo, segundo as preferências do cardiologista, bastando, para termos o terminal de Wilson, munir os cabos que vão ao paciente, das resistências necessárias; foi o que fizemos no modelo de nosso uso.

Acreditamos que esse aparelho, de construção relativamente fácil, custo pouco elevado e manejo simplíssimo, represente uma contribuição de importância prática não desprezível, já que pode cooperar apreciavelmente para a introdução das derivações unipolares, sobretudo das unipolares das extremidades, na rotina eletrocardiográfica tornando a obtenção das mesmas menos enervante para o paciente e muito mais simples, rápida e cômoda para o médico.

VI

Derivações unipolares das extremidades:

Fundamentos eletrofisiológicos gerais.

Padrões normais.

Posição eletrocardiográfica do coração.

Para bem compreender a gênese dos acidentes eletrocardiográficos nas derivações unipolares das extremidades, é indispensável um conhecimento prévio de certas noções fundamentais de eletrofisiologia, que procuraremos resumir aqui.

Se considerarmos uma fibra muscular em repouso, ela pode ser tomada como eletricamente neutra. Excitando-a, com um estimulante adequado, em um ponto qualquer *A*, determina-se o estabelecimento de uma diferença de potencial, funcionando a zona não excitada como eletropositiva em relação à zona excitada.

Como a fibra muscular é boa condutora, a excitação se propagará em tôdas as direções e poderemos verificar que as novas zonas atingidas passarão, também, a comportar-se como eletronegativas em relação às zonas em repouso. No momento em que a excitação se haja espalhado por tôda a fibra, cessarão as diferenças de potencial entre seus diferentes pontos.

Os efeitos da excitação esgotam-se com o tempo e sobrevém o fenômeno da recuperação. Nas condições mais elementares, a zona primeiramente excitada é também aquela por onde o processo recuperativo se inicia. Torna-se ela, então, eletropositiva em relação às mais. A onda de recuperação progride, a zona eletropositiva vai ampliando o seu âmbito, até que tôda a fibra retorna à condição primitiva de repouso e de equipotencialidade.

Várias são as teorias que procuram interpretar êsses fenômenos. Das antigas, a mais difundida é a da negatização. Segundo ela, o efeito da excitação seria abaixar o potencial do ponto excitado, tornando-o relativamente negativo em comparação com a zona de repouso, cujo potencial permaneceria inalterado. Entre as teorias modernas, é geralmente preferida a do "dipolo", baseada em trabalhos de Craib e de Wilson, Macleod e Barker. Segundo pensam seus autores, a onda de excitação, considerada em seu avanço, estaria sempre colocada entre uma zona não ativada, de potencial *aumentado* ou relativamente positivo e uma zona já ativada, de potencial *diminuído* ou relativamente negativo. A diferença principal com

a teoria anterior está em que os autores acreditam que o potencial da zona em repouso não permanece constante, mas modifica-se em sentido positivo.

Os pontos imediatamente adjacentes à zona de transição, em um e outro lado têm polaridades opostas. Os situados na zona não ativada, pelo seu potencial relativamente positivo, podem ser considerados como polos positivos ou anódios. Os colocados na zona ativada, em virtude do potencial relativamente negativo, podem ser considerados como polos negativos ou catódios. A reunião de um anódio e um catódio denomina-se "dipolo".

O próprio Craib explicará melhor: "A corrente flui dos sítios de maior potencial para os de menor potencial; podemos dizer que a corrente penetra no condutor pela primeira região e sai pela última. Tôda região de entrada é um anódio e tôda região de saída, um catódio. A combinação dêsse anódio e dêsse catódio na fronteira do condutor é o que, por brevidade, se denomina dipolo e é neste sentido que o termo deve ser empregado". (14)

Quando a onda de excitação progride, a posição dos dipolos altera-se paralelamente e podemos dizer, em sentido figurado, que o dipolo se desloca no mesmo sentido que a onda de excitação: será então o dipolo de excitação ou de ativação. Com polaridades dispostas em sentido contrário, teremos o dipolo de recuperação ou de repolarização.

Ao avançar, o dipolo de ativação transmite seu potencial positivo para as regiões às quais se dirige e seu potencial negativo para as regiões de onde provém. Se imaginarmos um eletródio colocado no caminho de um dipolo de ativação que se aproxima dêle, teremos, portanto, que o eletródio vai registrando potenciais de positividade cada vez maior à medida que o dipolo se aproxima, até que o polo positivo dêste ultrapassa o eletródio. O potencial cai, então, chega a zero no ponto entre os dois polos e atinge o máximo de negatividade quando é alcançado pelo polo negativo. Continuando o dipolo seu caminho, afasta-se cada vez mais do eletródio, cuja negatividade decresce paulatinamente até voltar a zero.

Analiseemos, à luz dêsses conhecimentos, a atividade cardíaca, focando especialmente os ventrículos; o que dissermos valerá, *mutatis mutandis*, para as aurículas.

A onde de ativação, penetrando na zona ventricular pelo feixe de His, percorre as ramificações do sistema específico em tôda a sua extensão e espalha-se pela rêde de Purkinje. Daí partem os dipolos em sentido centrífugo, em direção à superfície externa do ventrículo. Podemos dizer, assim, que os dipolos de ativação percorrem o miocárdio ventricular, perpendicularmente, de dentro para fora, ou seja, da face endocárdica para a epicárdica.

Um eletródio colocado na superfície epicárdica, ao começar o período de ativação da massa ventricular, registra uma variação de potencial positiva,

a qual vai aumentando à medida que o dipolo de ativação se aproxima do eletródio. Quando, afinal, a superfície epicárdica é atingida, a polaridade do eletródio se inverte, caindo da positividade máxima para a máxima negatividade. Com o afastamento da onda de ativação em direção a outros pontos, a negatividade do eletródio vai diminuindo até voltar ao nível iso-elétrico.

O registo gráfico deste fenômeno dar-nos-ia, inicialmente, uma deflexão positiva (convencionalmente, para cima); depois, uma rápida e ampla deflexão que, ultrapassando a linha iso-elétrica, continuaria em sentido negativo, e, finalmente, uma deflexão de retôrno ao nível zero. A deflexão rápida mediana é chamada "deflexão intrínseca", cabendo às duas outras as denominações de "pré e pós-intrínsecas".

Um eletródio colocado na cavidade ventricular é influenciado apenas pelo polo negativo do dipolo e, conseqüentemente, experimenta variações de potencial apenas em sentido negativo. O registo gráfico se caracterizará por uma deflexão para baixo, seguida da volta ao normal.

Levando em conta apenas a porção ventricular, podemos considerar o coração como uma esfera ôca, de paredes medianamente espessas, à qual se haja retirado uma calota; o orifício disto resultante corresponde à porção basal dos ventrículos, com seus orifícios valvulares.

A onda de excitação parte da face endocárdica dos ventrículos para a face epicárdica. O septo, sendo ativado ao mesmo tempo (*) de ambos os lados, não influi no balanço dos potenciais. Devemos considerar, portanto, o ventrículo direito, o ventrículo esquerdo e a base.

O ventrículo direito tem paredes delgadas, que o dipolo de ativação atravessa em tempo curto. Se registarmos as variações de potencial de um eletródio explorador colocado sobre a face epicárdica do ventrículo direito, veremos que o gráfico se caracteriza por uma pequena deflexão positiva, após a qual vem uma profunda deflexão negativa, para terminar com a volta ao ponto O. Designando essas deflexões com os símbolos usados em Eletrocardiografia, diremos que o potencial do ventrículo direito se caracteriza por uma onda *R* pequena, seguida de uma onda *S* profunda.

O ventrículo esquerdo tem paredes espessas, que o dipolo de ativação tarda em atravessar. Procedendo de forma análoga à anterior, veremos que o gráfico resultante se caracteriza por uma ampla deflexão positiva, seguida de uma pequena deflexão negativa. Com o mesmo direito, diremos que o potencial do ventrículo esquerdo se caracteriza por uma onda *R* ampla seguida de uma onda *S* pequena, às vêzes ausente.

Nos dois casos, é necessário medir a duração da deflexão pré-intrínseca, o que equivale a dizer, o tempo que tarda a aparecer a deflexão intrínseca.

(*) Veja-se a parte correspondente aos bloqueios de ramo.

Esse intervalo mede o tempo empregado pela onda de excitação para atravessar a parede ventricular, o qual é menor à direita do que à esquerda, sendo a diferença 2 a 3 centésimos de segundo.

A base está voltada para a cavidade ventricular. A chegada da onda de ativação e sua disseminação pela rede de Purkinje corresponde, dentro da cavidade, ao momento de negatividade máxima. Daí em diante, com o afastamento dos dipolos, o potencial negativo vai caindo, até chegar a zero. O gráfico do potencial da base ou das cavidades se caracteriza, pois, por uma única deflexão negativa, que devemos chamar *QS*.

Em realidade, as coisas são um pouco mais complexas; como, porém, estamos apenas fazendo um apanhado do assunto, as noções expendidas são suficientes.

Vejamos agora como se apresentarão as derivações unipolares das extremidades. Sabemos que os membros têm um potencial próprio desprezível, funcionando apenas como condutores; o que iremos investigar, de fato, é o potencial das inserções dos membros no tronco.

Tendo em mente a situação anatômica, verificamos que o ombro direito será influenciado, sobretudo, pelas variações do potencial da base, a qual é a parte do coração mais próxima daquela região e voltada para ela. Deduzimos daí que o potencial do braço direito, nos casos normais, será predominantemente ou exclusivamente negativo.

Os potenciais do ombro esquerdo e do quadril do mesmo lado já não podem ser deduzidos tão facilmente dos dados de anatomia porque, como é sabido, não existe paralelismo entre eixo elétrico e eixo anatômico. O que podemos dizer é que o ventrículo esquerdo e o ventrículo direito colaboram na determinação dos potenciais tanto do ombro esquerdo como da perna.

Passemos agora ao estudo descritivo das curvas eletrocardiográficas obtidas nas derivações unipolares dos membros.

Já sabemos que elas são designadas pelos símbolos *VR* (unipolar do braço direito), *VL* (unipolar do braço esquerdo) e *VF* (unipolar da perna esquerda). Goldberger propõe que se designem as derivações obtidas com sua técnica antepondo àquêles símbolos a letra "a" (minúsculo). Teríamos, pois *aVR*, *aVL* e *aVF*. Não existe, ainda, nenhuma convenção a respeito. De nossa parte, logo que passamos a usar a técnica de Goldberger, adotamos-lhe também a nomenclatura; mas, ultimamente, por amor à simplificação, voltamos aos símbolos propostos por Wilson, indicando apenas, no sítio apropriado, qual a técnica empregada. No caso deste trabalho, os traçados de casuística foram todos obtidos com a técnica "aumentada".

Os acidentes de cada derivação devem ser designados de acôrdo com a convenção da "American Heart Association".

TRAÇADOS NORMAIS — A tabela I, tirada de Goldberger (21), dá os valores normais máximos e mínimos dos diferentes acidentes, para os traçados obtidos com a técnica daquele autor. Os valores são expressos em milímetros, estando o galvanômetro estandardizado de modo que 1 mv = 1 cm.

TABELA I

Valores normais para as derivações unipolares das extremidades
(Técnica de Goldberger)

	VR		VL		VF	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
P	-0,4	- 2	-1	1,5	0	2,5
Q	-2	-17	0	- 2	0	- 3
R	0	1,8	1	10	1,2	20
R'	0	4	0	2	0	5
S	0	-17	0	- 8	0	- 6,8
S'	—	—	0	- 2	0	- 1,5
T	-0,8	- 3,5	-1	1,5	0	4
U	0	- 0,5	0	0,5	0	0,5

Goldberger acentua muito em seus trabalhos que, como sua técnica obtém um aumento da amplitude sem modificar a sensibilidade do galvanômetro, os valores devem ser expressos em milímetros e não em milivolts, pois julga que fica alterada a relação 1 mv = 1 cm, a qual passaria a ser 1 mv = 1,5 cm. Parece-nos que o assunto necessita ser explicado com mais clareza. Se o galvanômetro está graduado de modo que uma corrente de 1 milivolt dê uma deflexão de 1 centímetro, então, sejam quais forem as conexões realizadas com os cabos que vão ao paciente, uma deflexão de 1 cm corresponderá sempre a 1 mv e 1,5 cm = 1,5 mv e não a 1 mv apenas. Mas, objetar-se-á, se o potencial do membro não sofreu alteração, como poderemos dizer que aumentou em 50%?

A resposta é que não foi o potencial do membro que aumentou em 50%, mas sim a deflexão que pretende representar êsse potencial — e aumentou porque, ao invés de comparar o potencial do membro com um eletródio de potencial zero, a técnica de Goldberger faz com que êste eletródio adquira um potencial de sentido contrário ao do membro e equivalente à sua metade. O galvanômetro regista esta diferença "aumentada" e, se VL, segundo Wilson, era igual a 1 milivolt, comparando-o com o inverso de sua metade,

isto é, com $-VL/2 = \frac{1}{2}$ milivolt, o galvanômetro acusará a diferença $VL - (-VL/2) = VL + VL/2 = 3/2VL$. A deflexão que medir 1,5 cm vale, efetivamente, 1,5 mv; mas isso corresponde, para o membro em estudo, a um potencial de 1 mv apenas. É nesse sentido que nos parece devam ser tomadas as palavras de Goldberger; doutra forma, seriam absurdas.

Para a descrição dos acidentes, sem minúcias de mensuração, é muito cômoda a convenção de escrever os símbolos correspondentes com letra maiúscula ou minúscula, conforme sejam de grande ou pequena amplitude. Os casos intermediários deverão ser explicados de forma mais explícita. Assim, se tivermos uma derivação em que o *QRS* é formado por um grande *R* e um *S* pequenino, diremos: *QRS* do tipo *Rs*. Se a amplitude do acidente, fôr mediana, diremos: "de amplitude mediana". É uma notação menos precisa mas bastante mais cômoda e a prática nos tem mostrado que é de grande utilidade na descrição dos traçados e no ensino.

Bem estabelecidas essas noções, passemos à descrição dos traçados normais:

VR — As deflexões da derivação do braço direito, normalmente, são tôdas elas negativas. O *QRS* é representado, as mais das vêzes, por uma única deflexão negativa *QS*; em certos casos, um pequeno acidente positivo *R* precede a deflexão negativa, que será chamada então de *S*, ou vem depois dela, o que faz com que a designemos por *Q*. Numas poucas ocasiões, a deflexão negativa encontra-se entre dois pequenos acidentes positivos, *R* e *R'*. Empregando a notação a que fizemos referência, diremos que o *QRS* de *VR*, nos casos normais, apresenta-se dos tipos *QS*, *rS*, *Qr* ou *rSr'*.

VL — Não existe, para esta derivação, um tipo determinado que pudéssemos considerar normal. *P*, na maioria das vêzes, é positivo, mas pode acontecer o contrário. O *QRS* apresenta uma grande variedade de tipos, dependendo isso da maior ou menor inclinação do eixo elétrico cardíaco. *T* costuma ser positivo; sua análise deve ser feita em conjunção com a do *QRS*. Também no tocante às outras derivações esta regra deve ser seguida; em *VL*, porém, mais do que em nenhuma.

VF — Muito embora Goldberger declare que o padrão normal de *VF* é justamente o inverso do de *VR*, não é essa a nossa impressão. A maioria dos casos caracteriza-se, realmente, por um *P* positivo, um *QRS* do tipo *R*, *qR* ou *Rs* e um *T* positivo; mas o número de casos normais em que aparece uma deflexão negativa importante do *QRS* é muito maior do que aquêles em que surgem *R* ou *R'* de boa amplitude em *VR*.

Já dissemos que os dois ventrículos colaboram tanto na formação de *VL* como de *VF*. Sabemos, além disso, que o potencial do ventrículo direito, nos casos normais, é do tipo *rS*, enquanto que o potencial do ventrículo esquerdo consta de um *R*, acompanhado ou não de pequenas deflexões

negativas. Isso nos habilita a compreendermos a morfogênese dos traçados em *VL* e *VF*.

Nos corações situados em posição vertical, o braço esquerdo é influenciado pelo potencial do ventrículo direito, ao passo que a perna esquerda recebe o potencial do ventrículo esquerdo. Teremos, portanto, em *VL*, um *QRS* do tipo *rS* e em *VF*, um *QRS* do tipo *R*, que pode ou não vir acompanhado de pequenas deflexões negativas (*q* ou *s*).

Nos corações dispostos obliquamente e mais ou menos deitados sobre o diafragma, o ventrículo esquerdo envia seu potencial para o braço esquerdo, ao passo que o ventrículo direito vai condicionar o potencial da perna esquerda. Teremos, portanto, em *VL*, um *QRS* do tipo *R*, com as variantes já mencionadas, enquanto que *VF* terá seu *QRS* tipo *rS*.

Êstes dois tipos extremos da normalidade correspondem, respectivamente, ao desvio de eixo elétrico para a direita e ao desvio de eixo elétrico para a esquerda. Quando tratarmos do diagnóstico da hipertrofia ventricular, desenvolveremos melhor êste ponto, que guarda estreita correlação com aquêle tema.

Wilson, analisando as relações entre derivações standard, derivações unipolares precordiais e derivações unipolares das extremidades, estabeleceu o que denomina posições eletrocardiográficas do coração. Como o próprio autor recomenda insistentemente, é preciso não confundir posição eletrocardiográfica com posição anatômica, do mesmo modo como não se confunde eixo anatômico com eixo elétrico.

Considerando que a deflexão principal de *VR* é negativa, Wilson compara apenas os potenciais do braço esquerdo e da perna esquerda, descrevendo cinco posições:

Posição vertical — Os complexos ventriculares de *VL* assemelham-se aos de *V₁* e *V₂*; os complexos ventriculares de *VF* assemelham-se aos de *V₅* e *V₆*.

Posição semivertical — Os complexos ventriculares de *VL* são de pequena amplitude; os complexos ventriculares de *VF* assemelham-se aos de *V₅* e *V₆*.

Posição intermédia — Os complexos ventriculares de *VL* e *VF* assemelham-se entre si e se parecem, em forma e tamanho, aos de *V₅* e *V₆*.

Posição semihorizontal — Os complexos ventriculares de *VL* assemelham-se aos de *V₅* e *V₆*; os complexos ventriculares de *VF* são pequenos.

Posição horizontal — Os complexos ventriculares de *VL* assemelham-se aos de *V₅* e *V₆*; os complexos ventriculares de *VF* assemelham-se aos de *V₁* e *V₂*.

Quando não existe relação evidenciável entre os complexos das derivações unipolares das extremidades e das unipolares precordiais, denomina-se a essa situação *posição indeterminada*.

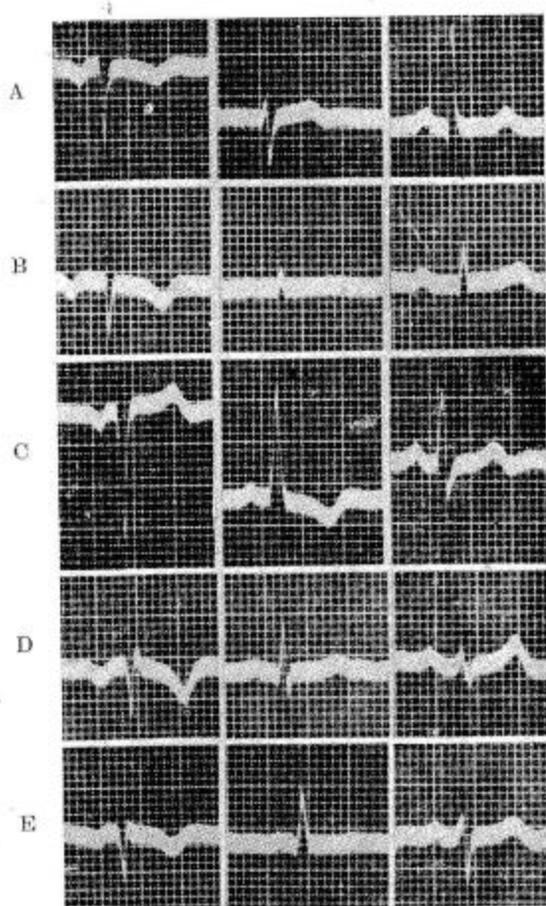


Fig. 14
Posições eletrocardiográficas do coração: A) vertical; B) semi-vertical; C) intermédia; D) semi-horizontal; E) horizontal. Supõe-se que as derivações precordiais correspondentes sejam de configuração normal.

Na fig. 14, estão representadas as derivações unipolares das extremidades correspondentes aos cinco tipos descritos. Ao considerar êsses traçados, é necessário supor que as precordiais correspondentes apresentavam-se com aspecto normal. Fazemos êsse esclarecimento, porque há o risco de imaginar alguém que se julga a posição eletrocardiográfica unicamente pelo potencial das extremidades; ora, isto é um erro grave. Quando se fala que esta ou aquela derivação deve assemelhar-se a uma determinada precordial,

rão se considera a forma normal da precordial, mas sim a forma de que se reveste no caso em aprêço.

Temos repisado que não existe paralelismo obrigatório entre eixo elétrico e eixo anatômico, posição eletrocardiográfica e posição anatômica do coração. Isso não impede, entretanto, que os indivíduos normais apresentem uma certa correlação entre êstes dados. Assim, admite-se, embora haja alguma controvérsia a respeito, que o longilíneo tem uma tendência ao desvio de eixo elétrico para a direita e uma posição eletrocardiográfica de vertical até intermédia; com o brevilíneo sucede o contrário, tendendo o eixo elétrico ao desvio para a esquerda e situando-se a posição eletrocardiográfica desde a intermédia até a horizontal.

VII

Variações devidas à posição e variações
respiratórias das derivações unipolares
das extremidades.

Casuística.

Uma vez que as variações constitucionais de posição do coração são capazes de motivar diferenças na configuração das curvas eletrocardiográficas, é de esperar que outras causas que alteram a posição daquele órgão possam também influir sobre as mesmas.

Uma das causas de modificação dos traçados são as mudanças de posição do paciente. Sabe-se que as curvas eletrocardiográficas apresentam variações, se mudarmos o paciente da posição em decúbito dorsal para o decúbito lateral esquerdo ou direito ou para a posição sentada. Vem a pêlo lembrar aqui os trabalhos de Kountz (12), onde se prova que um cão modifica em sentidos opostos o desvio do eixo elétrico cardíaco conforme seja deitado de dorso ou de ventre.

Em patologia humana, causas freqüentes de mudanças de posição do coração são os processos pulmonares em que aquele órgão é empurrado para o hemitórax sã ou, ao contrário, atraído para o hemitórax doente. Nessas circunstâncias, não é fácil prever as alterações verificadas, pois, pode suceder que o coração se desloque de tal forma que as relações entre os ventrículos

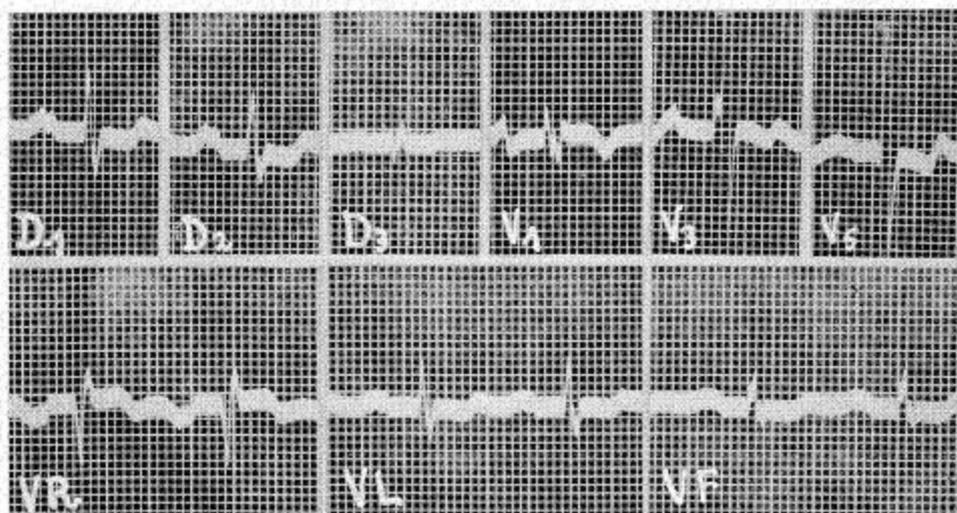


Fig. 15

e o braço e perna esquerdos, de um lado, e a base e braço direito, de outro lado, mantenham-se praticamente inalteradas, caso em que o eletrocardiograma será normal. Em outros casos, pode ser até menor a alteração verificada, mas processar-se de tal forma que influencie profundamente o traçado. Considere-se, ainda, que além dos deslocamentos do coração devemos considerar sua rotação sobre o eixo longitudinal o que exerce, sobre as curvas galvânométricas, influência muito mais pronunciada que o simples deslocamento.

Quando, às mudanças de posição, se juntam causas patológicas capazes, por si mesmas, de alterarem o eletrocardiograma, imbricam-se os diferentes resultados dando curvas de interpretação às vezes muito difícil. A

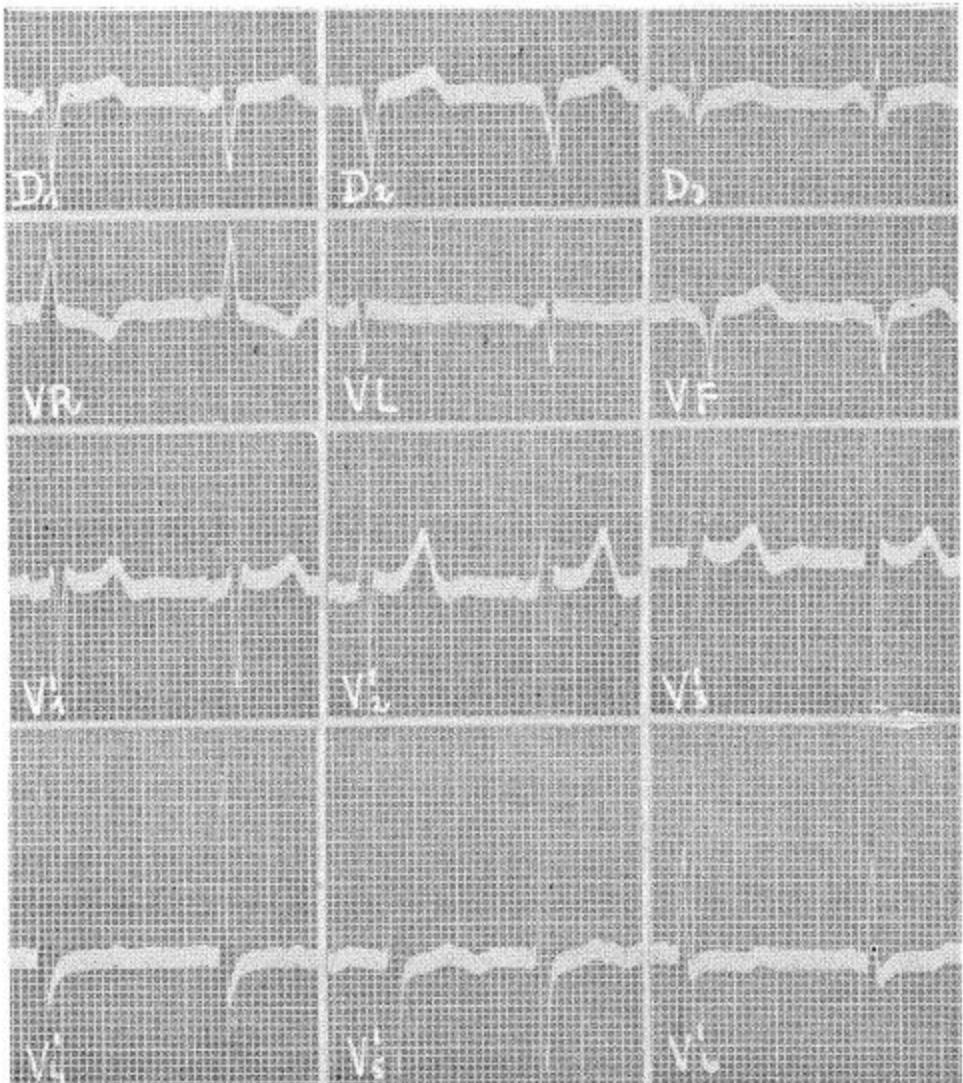


Fig. 16

fig. 15 mostra um desses casos. Trata-se de um paciente de 55 anos, longilíneo estênico, portador de um processo tuberculoso que o levou a um fibrotórax, à direita, com dextroposição do coração. Nestes últimos anos, sua tensão arterial se vem elevando com bastante rapidez e oscila, agora, em torno de 240 mm para a Mx. e 150 mm para a Mn. Temos, portanto, um processo pulmonar crônico, capaz de levá-lo a um *cor pulmonale* crônico, uma hipertensão arterial prounciada, motivo para uma hipertrofia ventricular esquerda, e uma mudança de posição do coração, por desvio do mediastino. O traçado mostra um eixo elétrico normal, com desnível de *ST* e anomalias de *T* que imputamos à hipertrofia ventricular esquerda, mais alterações prounciadas do miocárdio auricular e um bloqueio aurículo-ventricular incompleto, com um espaço *PR* de 0,28 seg.

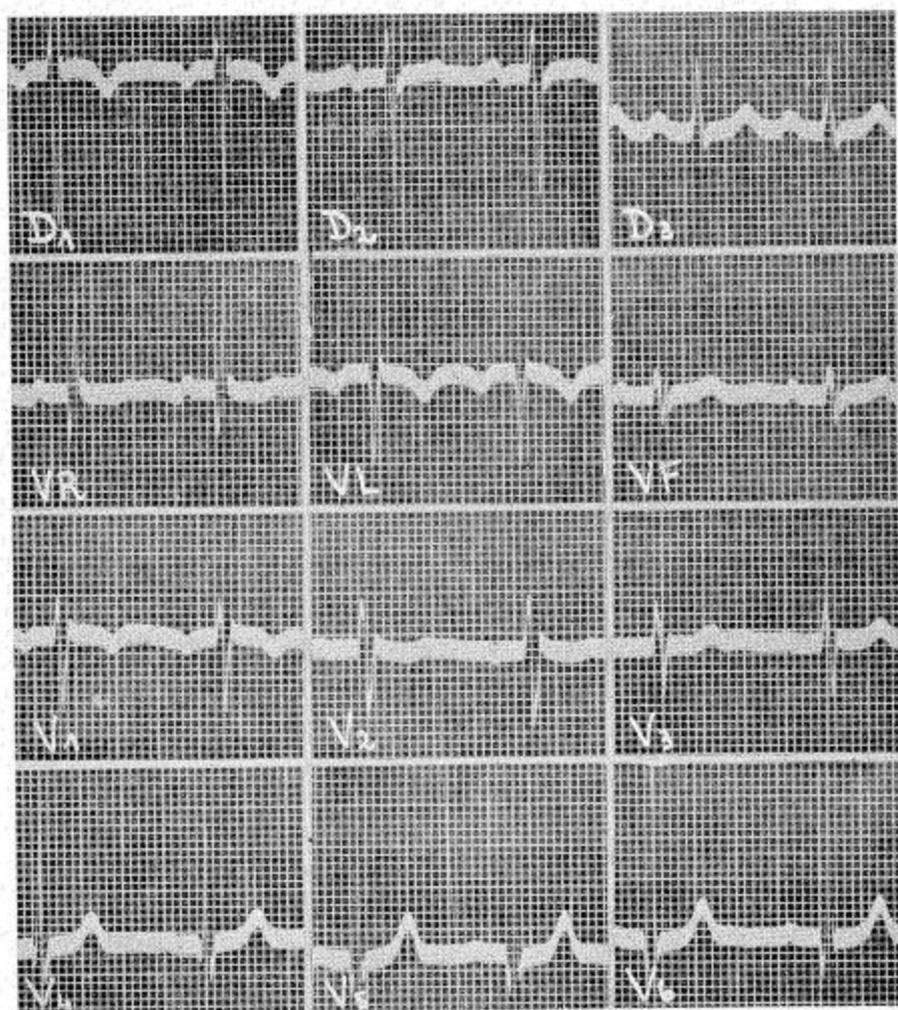


Fig. 17

A título de curiosidade apenas, juntamos dois casos de dextrocardia, ambos de situs inversus universalis. O primeiro (fig. 16) é um homem de 68 anos com cardiopatia aterosclerótica e tensão arterial de 230 mm por 110 mm. As unipolares das extremidades mostram *VL* semelhante ao que poderíamos esperar de *VR*, em um caso análogo sem dextrocardia. *VR*, por sua vez, mostra os sinais de hipertrofia ventricular esquerda que um paciente comum iria apresentar no potencial do braço esquerdo. Quanto a *VF*, o aspecto é o que se poderia esperar da hipertrofia e não dá maiores indicações sobre a inversão visceral. As precordiais estão assinaladas de forma especial; é que, como não teria sentido utilizarmos os pontos habituais, usamo-los como se fôsem contados da esquerda para a direita: V_1' , no quarto espaço intercostal esquerdo junto ao esterno; V_2' , no ponto simétrico, do lado direito, etc. Percebem-se bem os sinais de hipertrofia ventricular.

O caso da fig. 17 é o de uma mulher de 48 anos, portadora de uma aortite sífilítica. O traçado, como o anterior, revela a troca de *VR* e *VL*, sem alteração específica de *VF*. As precordiais foram tomadas como no caso anterior.

O problema das variações respiratórias do eletrocardiograma já havia sido ventilado nos trabalhos fundamentais de Einthoven e, desde então, deu origem a bibliografia bastante copiosa. Em um outro trabalho nosso (37), ocupámo-nos do assunto no que diz respeito ao diagnóstico de hipertrofia ventricular. Neste capítulo, vamos examinar um aspecto das relações entre esse problema e as derivações unipolares das extremidades.

O único estudo de que temos notícia neste terreno, é o de Annie Mary Lyle (36), referente à interpretação do Q_3 profundo. No citado artigo, a autora socorre-se, para melhor avaliar a natureza coronária ou não da onda Q , da tomada de D_3 em inspiração e das unipolares das extremidades, com a técnica normal e em inspiração. Das suas conclusões se depreende que o processo lhe foi de bastante auxílio para atingir o fim colimado.

Para o nosso estudo, seleccionámos um grupo de estudantes de medicina, de idade variável entre 18 e 25 anos, sem antecedentes mórbidos de importância e sem nenhuma sintomatologia atual, tanto sob o ponto de vista geral, como principalmente sob o ponto de vista cárdio-vascular. Os pacientes foram classificados segundo o tipo constitucional.

Os eletrocardiogramas foram obtidos com o paciente em decúbito dorsal. Obtiveram-se as três derivações standard e as unipolares dos três membros, com a técnica de Goldberger. Imediatamente após a tomada de cada derivação em condições respiratórias normais, era ela repetida em inspiração profunda. Afastados os eletrocardiogramas que nos pareceram tecnicamente

pouco satisfatórios (dois traçados) ficámos com nove casos, representados nas figuras 18 a 26, cuja análise passaremos a fazer:

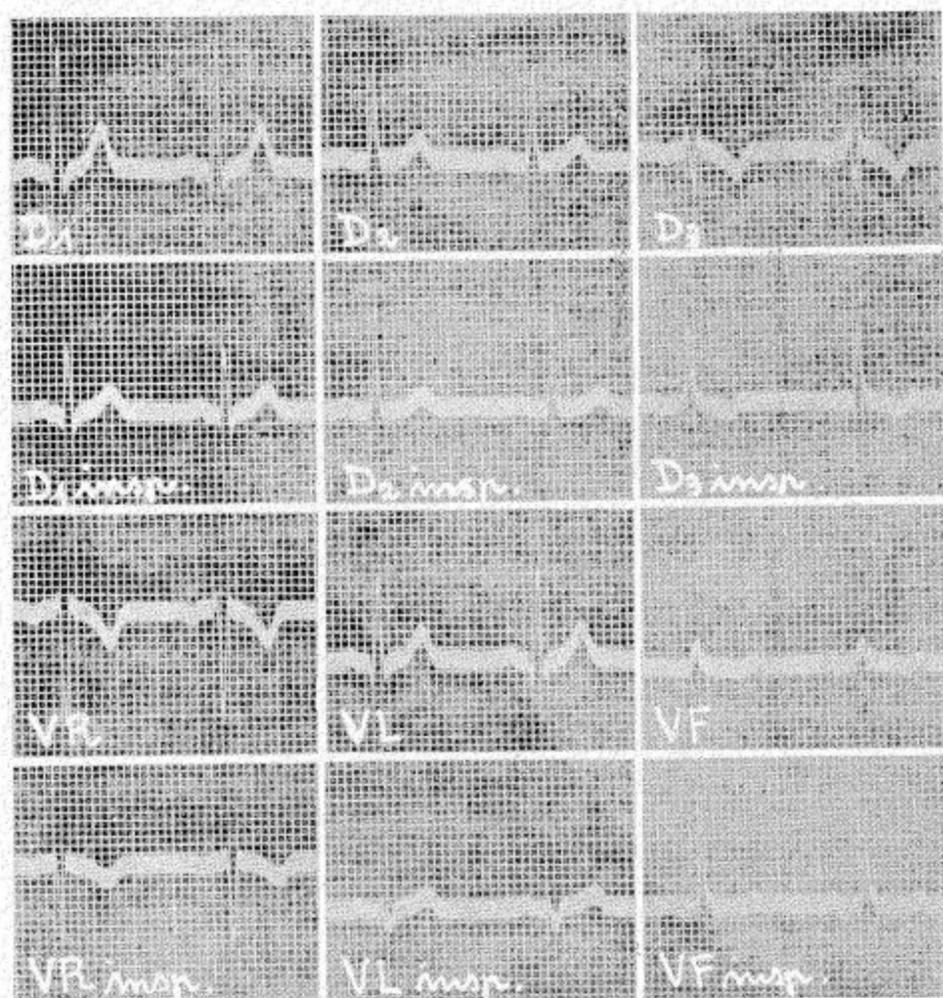


Fig. 18

. *Caso 1* — Paciente brevilineo. Com a inspiração profunda os complexos de D_1 reduziram sua amplitude à metade. Em D_2 , o QRS ficou igual e T achatou-se um pouco. Em D_3 , o QRS passou do tipo rSr' para o tipo R e a negatividade de T diminuiu para menos de metade.

Unipolares das extremidades — Em VR, a amplitude de S e, sobretudo, de T diminuem apreciavelmente. Em VL, quase desaparece o Q; R reduz-se a uma pequeníssima deflexão e S torna-se um pouco maior e espessado. Em VF, ao contrário, R, de pequenino, torna-se amplo e desaparece a fase negativa de T.

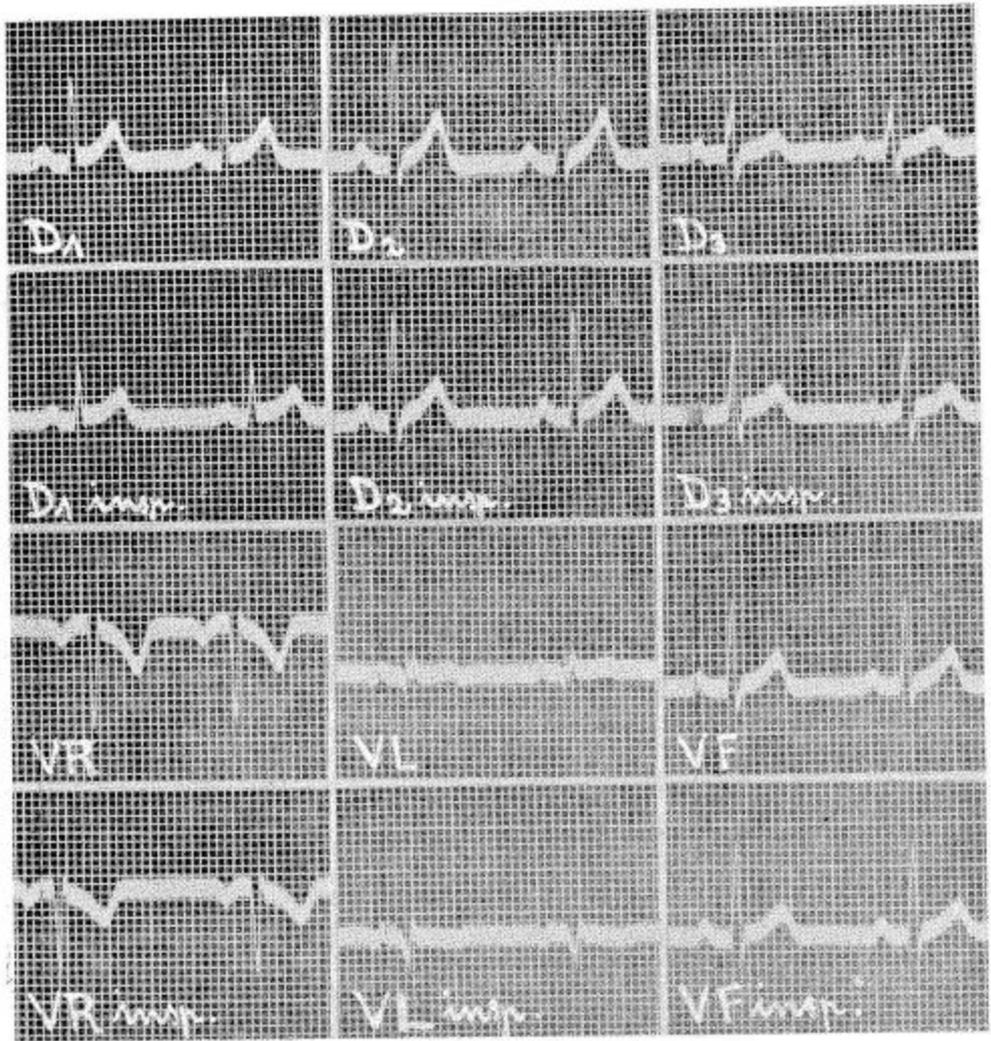


Fig. 19

Caso 2 — Paciente brevilíneo. Com a inspiração profunda, os complexos de D_1 reduziram sua amplitude quase à metade. D_2 mostra apenas uma ligeira diminuição da amplitude de T . Em D_3 , aumentou um pouco a amplitude dos complexos e acentuou-se o difasismo de P .

Unipolares das extremidades — Em VR houve ligeira diminuição da amplitude dos complexos, principalmente de T . Em VL , acentua-se o difasismo de P , Q torna-se mais profundo e T achata-se. Em VF , aumenta a amplitude de P .

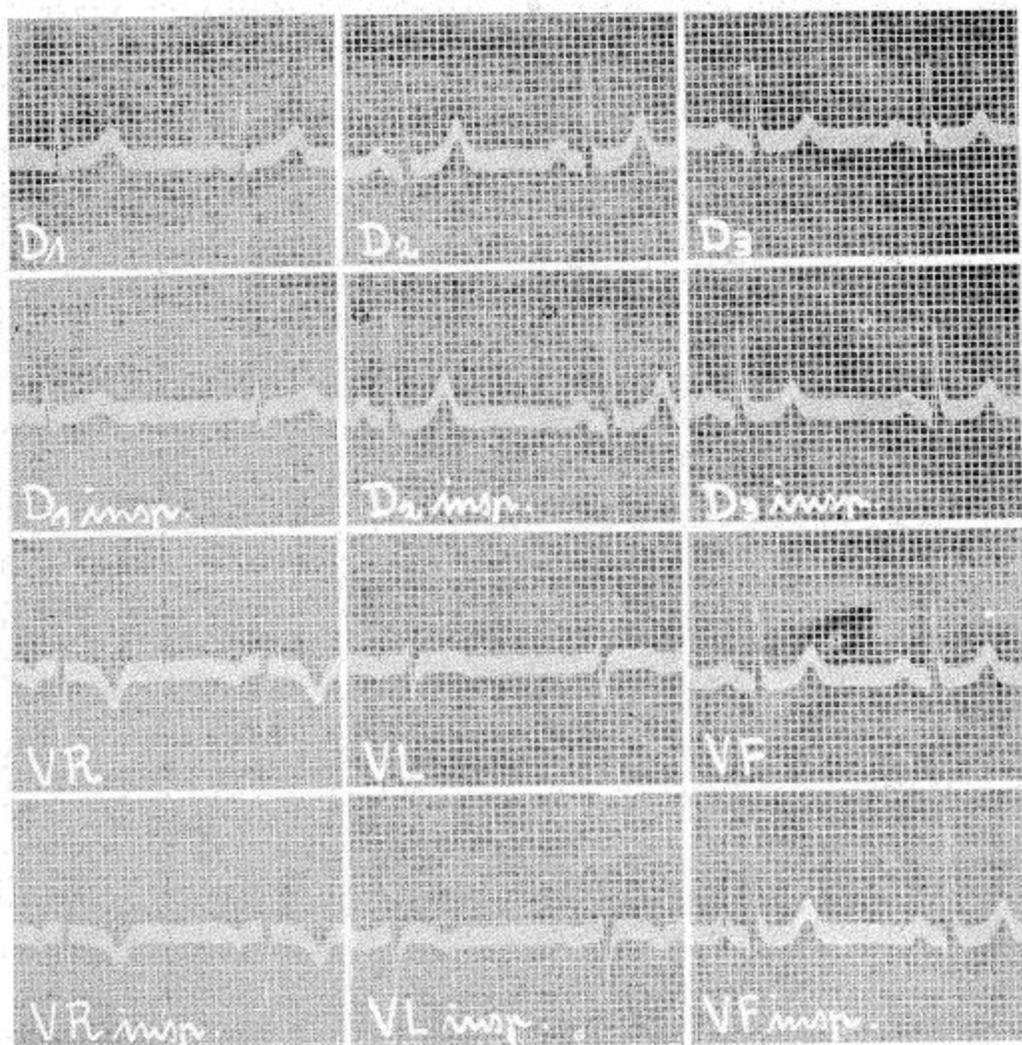


Fig. 20

Caso 3 — Paciente normolíneo. Com a inspiração profunda, diminuem de amplitude tanto *R* como *S*, em D_1 , e *T* achata-se. Em D_2 e D_3 há uma diminuição geral da amplitude, pouco pronunciada.

Unipolares das extremidades — Diminui um pouco a amplitude dos complexos normais, em *VR*. A mesma coisa sucede em *VL* e em *VF*. *VR* e *VL* mostram extrassístoles nodais, baixas em *VR* e médias em *VL*. Com a inspiração profunda, tanto numa derivação como noutra, diminuiu a amplitude do complexo extrassistólico. Tratando-se de extrassístoles, apenas assinalamos o fato.

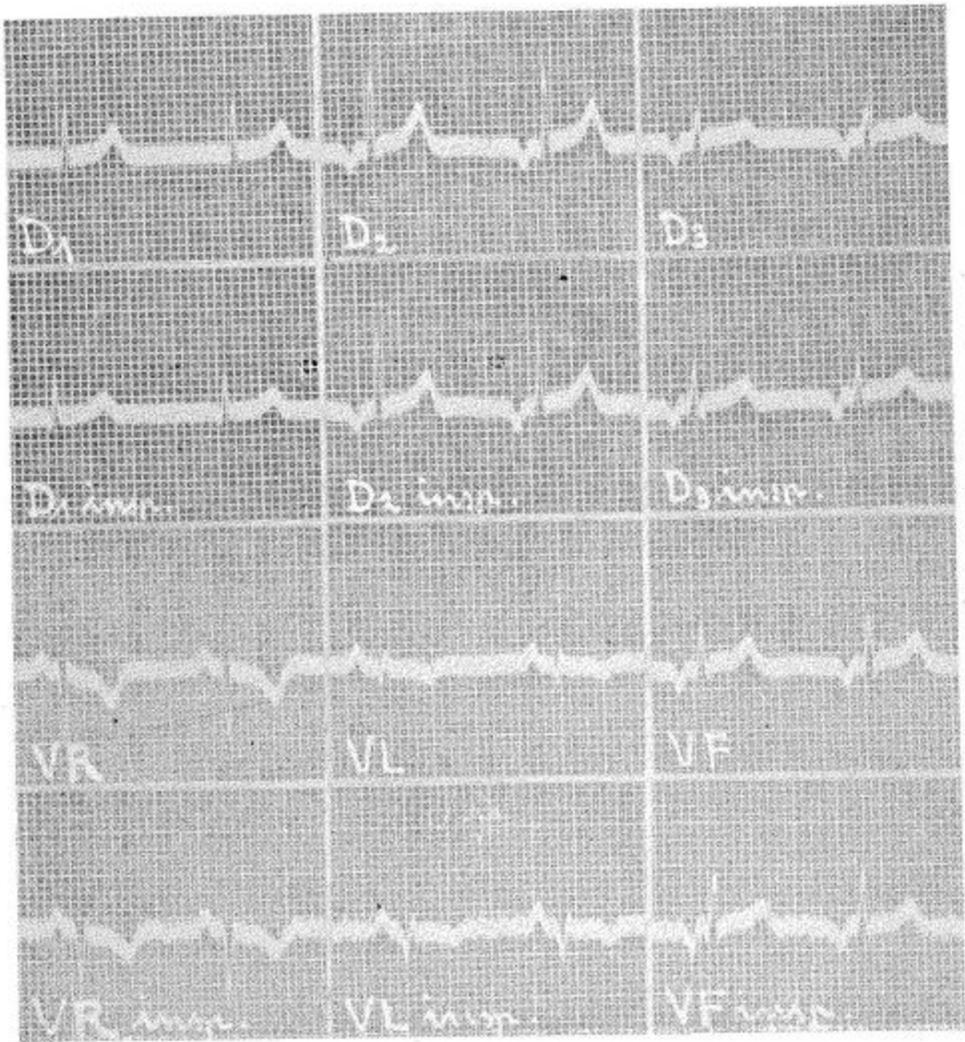


Fig. 21

Caso 4 — Paciente longilíneo. Trata-se de um rapaz, sem lesão orovalvular, que apresenta *P* isoelétrico em D_1 e negativo em D_2 e D_3 . *P-R* de 0 seg, 10 (ritmo nodal superior. A frequência é de 75 batimentos por minuto). Em D_1 , a inspiração produz diminuição geral de amplitude. D_2 mostra apenas um ligeiro achatamento de *T*. Em D_3 há um pequeno aumento de amplitude do *QRS* e de *T*.

Unipolares das extremidades — *VR* apresenta uma discreta diminuição de amplitude dos seus complexos; *P* é positivo. *VL* e *VF* apresentam o mesmo fenômeno: com a inspiração, *P*, e *QRS*, cuja deflexão principal é oposta em sentido a *P*, aumentam ambos de amplitude. *T* permanece sem maiores modificações nos dois casos.

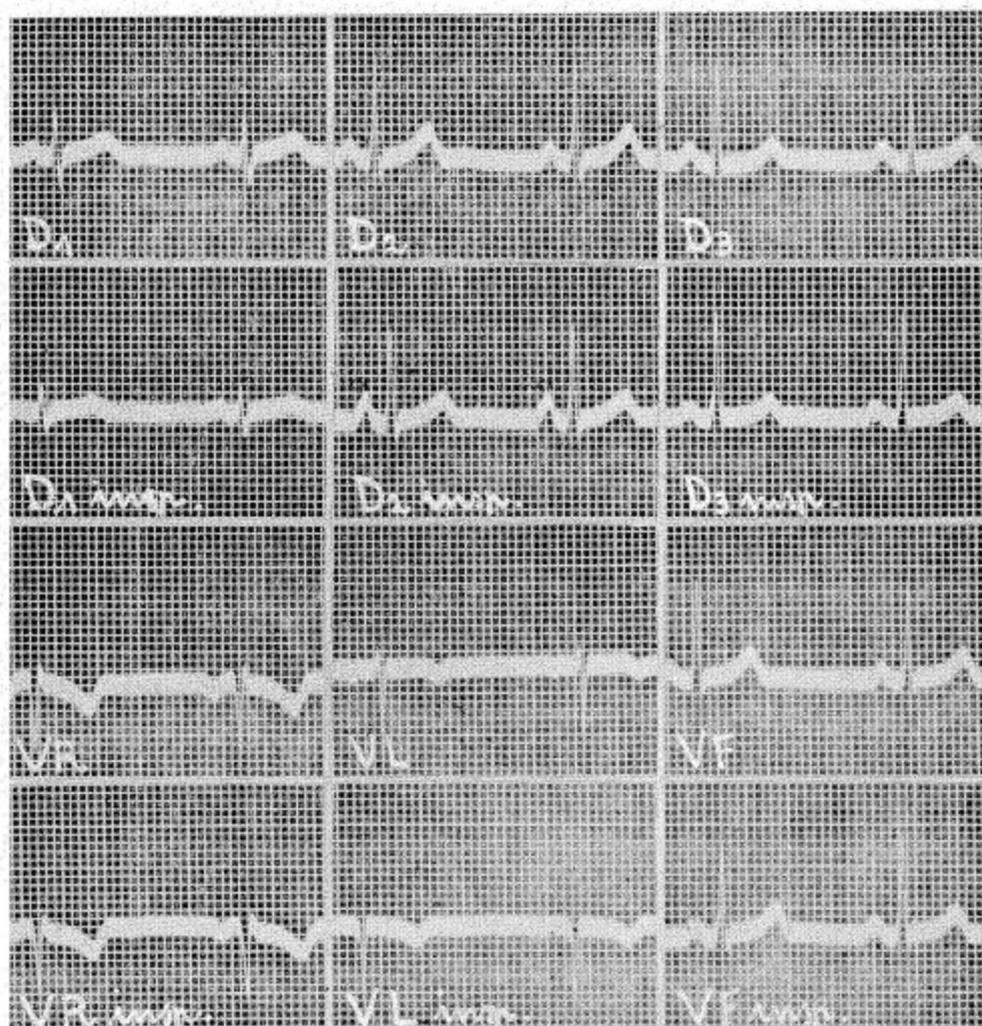


Fig. 22

Caso 5 — Paciente longilíneo. Com a inspiração profunda, há uma diminuição apreciável da amplitude de todos os complexos, em D_1 . Em D_2 , P torna-se bastante mais amplo. Em D_3 , não há modificações apreciáveis.

Unipolares das extremidades — VR mantém-se, praticamente inalterada. Em VL , P torna-se isolétrico, S permanece igual e T aumenta a sua negatividade. Em VF , P torna-se mais amplo e o QRS permanece inalterado.

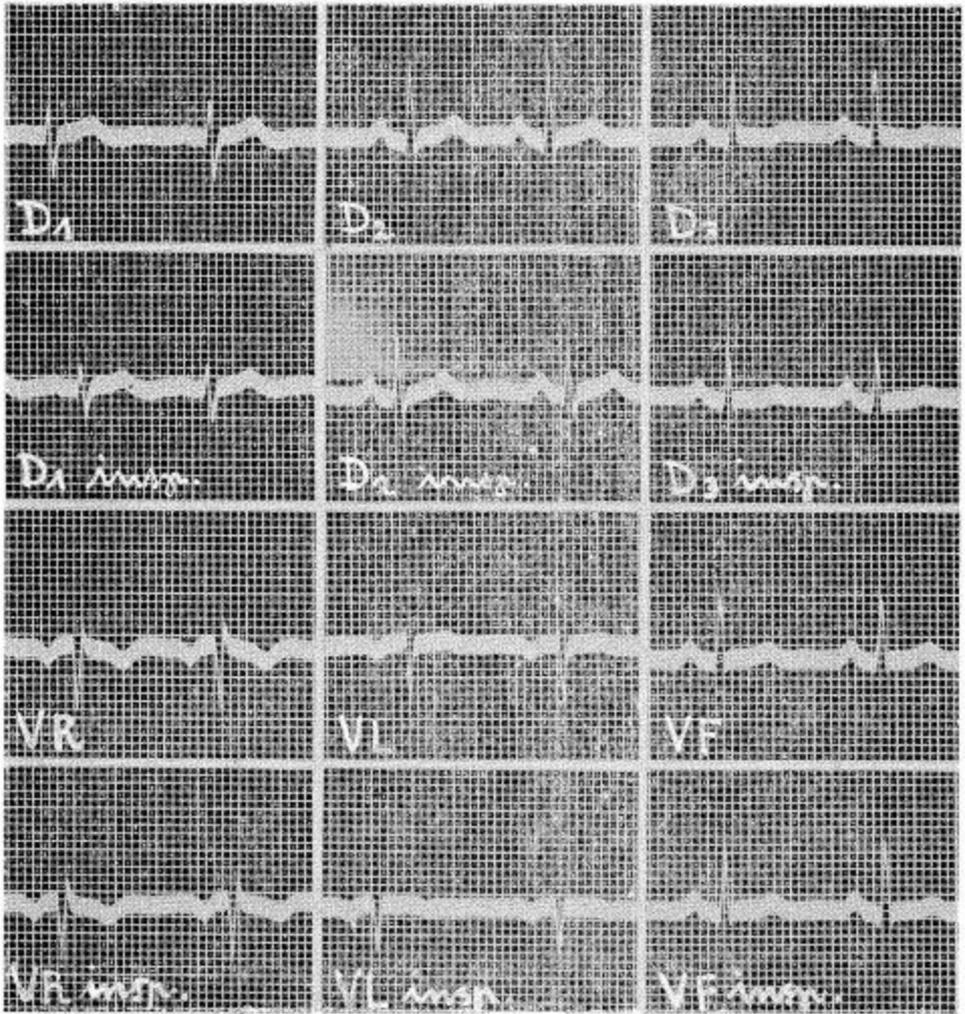


Fig. 23

Caso 6 — Paciente longilíneo. A inspiração profunda determina ligeira diminuição dos complexos de D_1 . D_2 mantém-se, praticamente, inalterada. Em D_3 , normaliza-se uma ligeira depressão do ST .

Unipolares das extremidades — VR permanece idêntica. Em VL , S diminui bastante de amplitude. VF continua sem alteração,

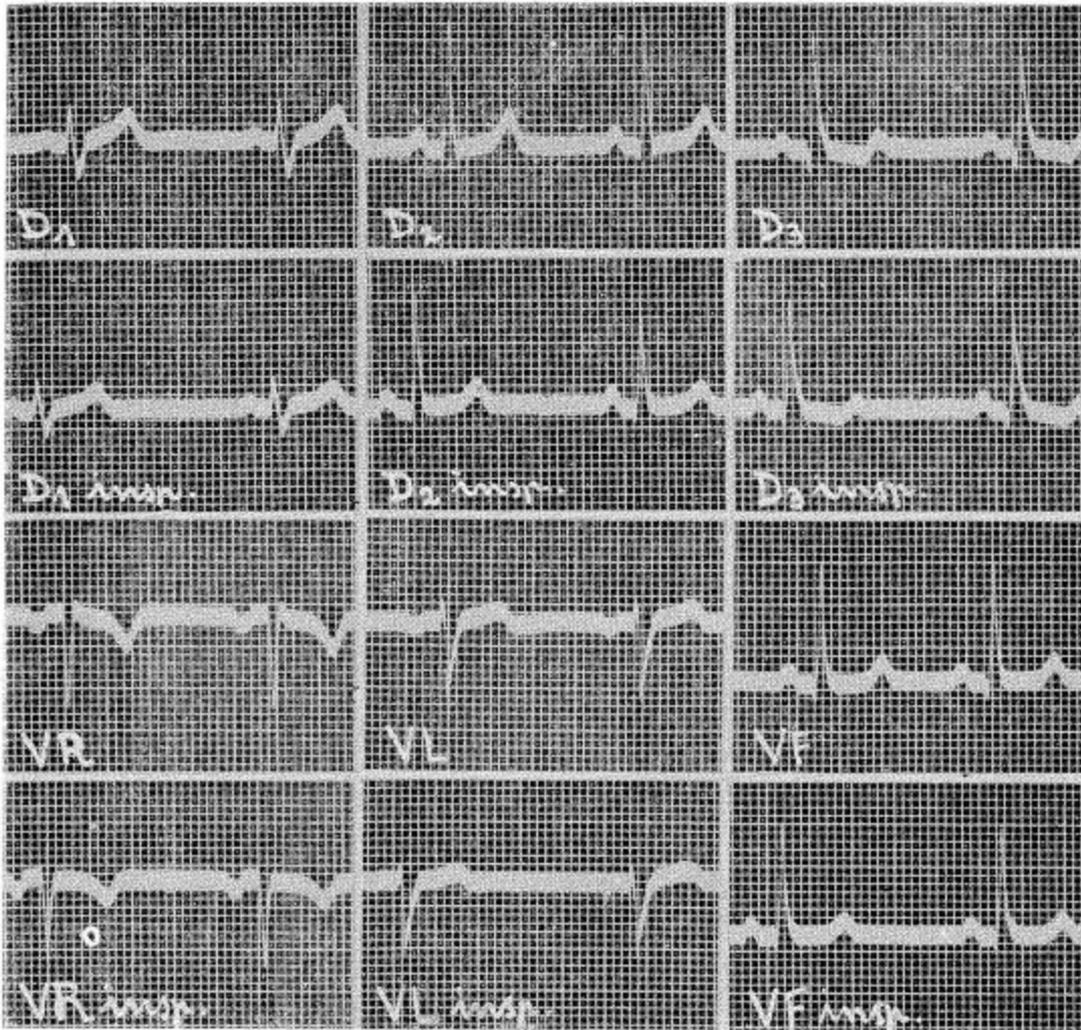


Fig. 24

Caso 7 — Paciente longilíneo. Com a inspiração profunda, diminui a amplitude dos complexos em D_1 , R encurta ligeiramente e T achata-se em D_2 ; diminui o difasismo de T em D_3 .

Unipolares das extremidades — Diminui um pouco a amplitude dos complexos de VR . Diminui a negatividade de P e a amplitude de S , em VL . VF permanece inalterada.

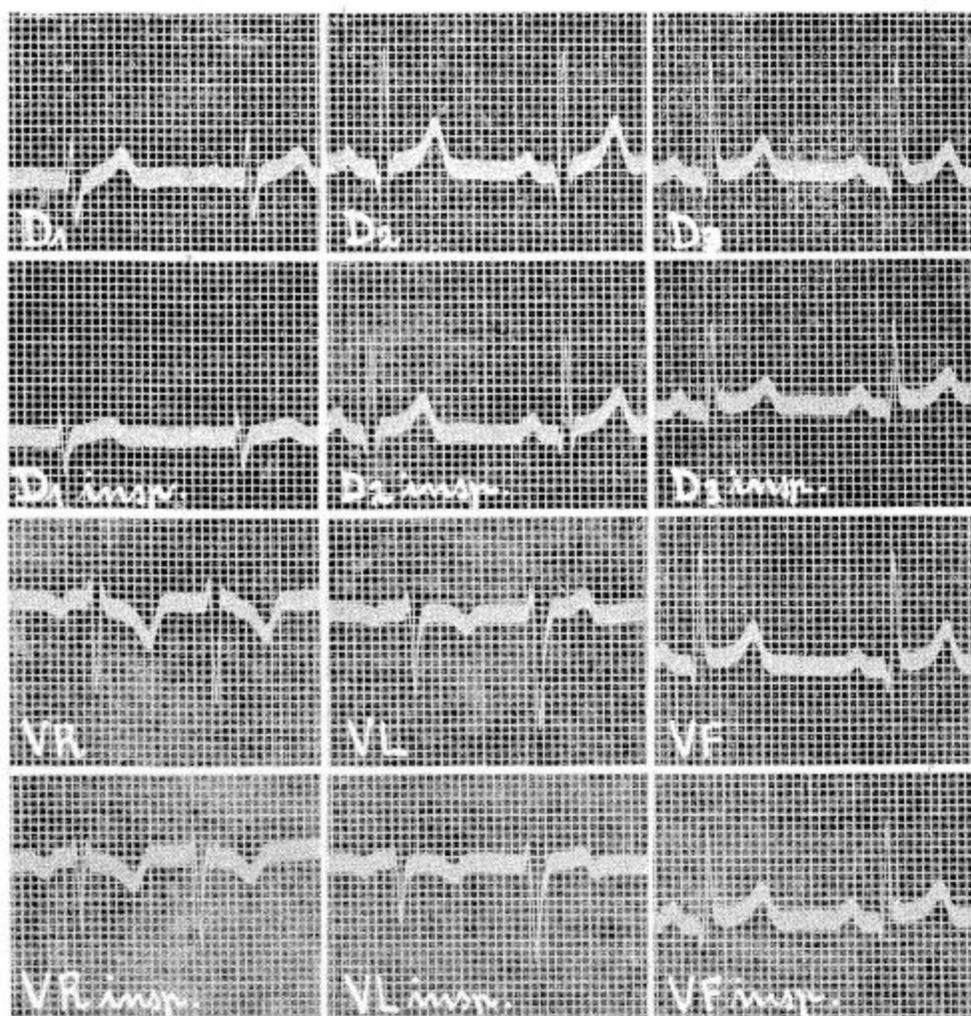


Fig. 25

Caso 8 — Paciente longilíneo. Com a inspiração profunda, observa-se diminuição da amplitude dos complexos em D_1 . D_2 permanece inalterada e D_3 aumenta ligeiramente a amplitude de seus acidentés.

Unipolares das extremidades — VR se mantém, praticamente, inalterada. Em VL , R diminui, S aumenta e T torna-se francamente negativo. Em VF , R aumenta bastante e T torna-se um pouco mais amplo.

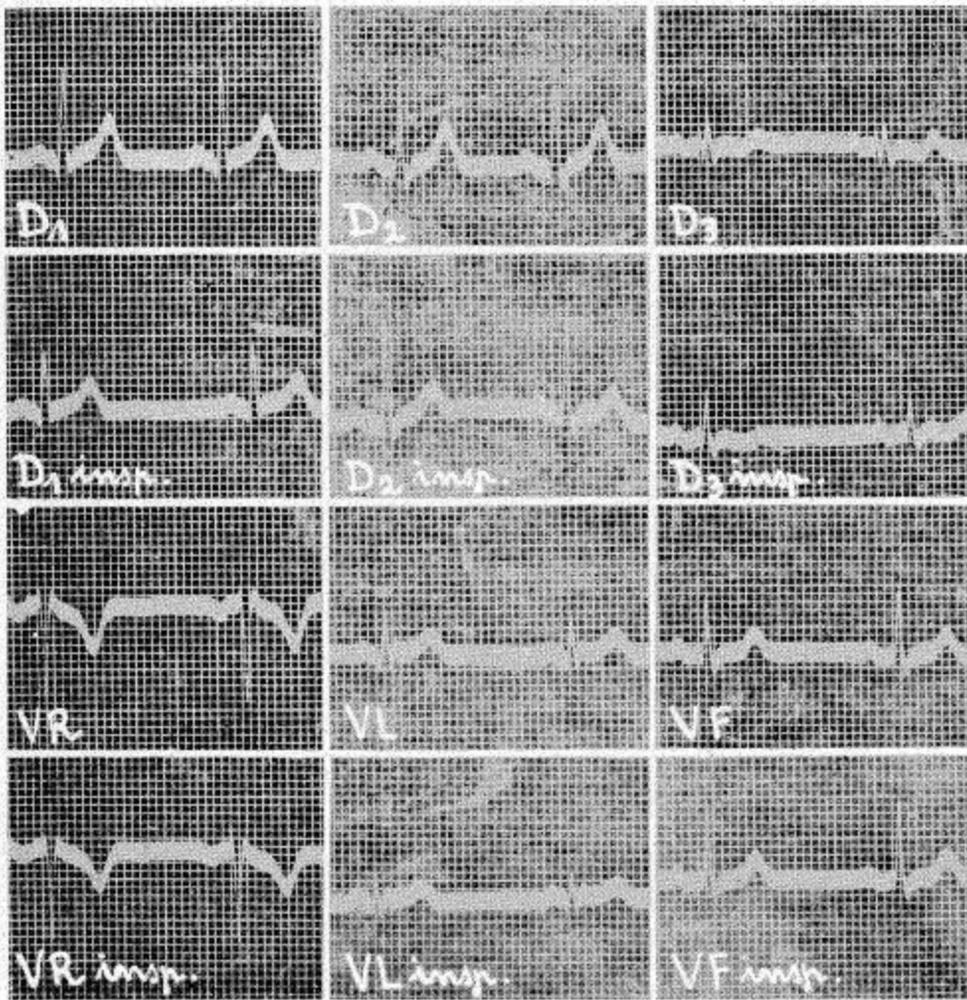


Fig. 26

Caso 9 — Paciente longilíneo. Com a inspiração profunda, diminui apreciavelmente a amplitude dos complexos de D_1 . D_2 mostra apenas uma diminuição de amplitude de T . D_3 vê aumentar ligeiramente a amplitude de R .

Unipolares das extremidades — Diminuem ligeiramente os complexos de VR . Diminui de forma apreciável o R de VL , diminuindo também o T . VF apresenta R e T de amplitude ligeiramente aumentada.

Dêsses casos pode ser aproximado o paciente cujo traçado se vê na fig. 27. É um rapaz de 23 anos, sofrendo apenas de distúrbios neurovegetativos. Tipo constitucional longilíneo. Além das derivações usuais, colhemos D_1 e D_3 em inspiração e VL e VF também em inspiração. Por ignorarmos, na época, a importância das variações respiratórias de VR ,

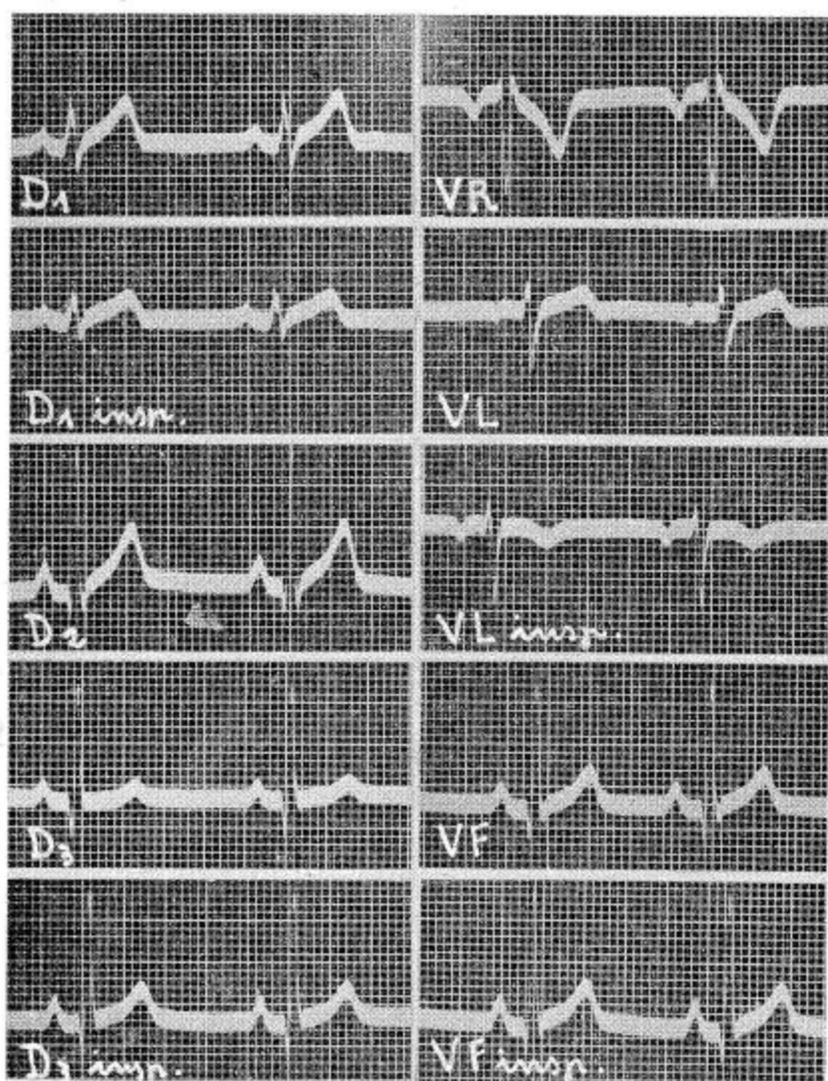


Fig. 27

deixamos de incluí-la em inspiração. O traçado mostra pronunciada diminuição de amplitude nos complexos de D_1 e ligeiro aumento nos de D_3 . Nas unipolares, S tornou-se mais profundo em VL e R um pouco mais amplo em VF . O que chama a atenção, maiormente, no caso, é a profunda

alteração de T em VL , pois sua polaridade se inverte, passando de uma boa amplitude em sentido positivo para amplitude também boa, mas em sentido negativo.

Chama logo a atenção, nessa série, a frequência das modificações respiratórias de D_1 , uma vez que ela é geralmente considerada como menos sensível que D_3 nesta prova.

O fato dessas duas derivações serem sujeitas a variações respiratórias de frequência e amplitude muito maior do que D_2 , leva a indagar qual o membro responsável por isso. Ter-se-á tendência a inculpar VL , que é parte componente de ambas e está situado em posição mais favorável para surpreender as mudanças de posição. Entretanto, é necessário notar que VR e VF modificam-se com a mesma frequência, mas em sentidos opostos, de modo que a diferença, isto é, D_2 , não se altera (veja fig. 1, na Introdução).

As variações de sentido de T , como no caso da fig. 27, mostram-nos que é necessária muita prudência para avaliar esse acidente, fugindo ao difundido abuso de diagnosticar logo afecções coronárias ou lesões miocárdicas.

Na frequência com que ocorreram alterações respiratórias dos diversos acidentes, não foi possível pôr em evidência o fator biotipológico. O número de casos é demasiado pequeno para tirar daí alguma conclusão.

VIII

Derivações unipolares das extremidades
e eixo elétrico cardíaco.

Ao tempo em que se iniciaram e começaram a tomar vulto os trabalhos eletrocardiográficos, poucas questões despertaram maior interesse do que a referente ao eixo elétrico cardíaco. Einthoven havia estabelecido as fórmulas para calcular a magnitude e a direção do vetor e os investigadores se deixavam arrastar pela tentação de exprimir o normal e o patológico em graus angulares. Surgiram os diferentes métodos e esquemas para a avaliação rápida do ângulo α e os clínicos puseram-se a campo, para introduzir em sua faina diária o novo elemento de juízo.

Cedo vieram as desilusões. A discordância entre os dados clínicos e anátomo-patológicos, de um lado, e os valores encontrados pelo cálculo, de outro, fizeram com que êstes últimos fôssem sendo encarados com crescente cepticismo. A análise geométrica foi substituída quase totalmente pela valorização empírica das alterações do traçado e o transferidor foi deixado de lado.

Havia para isso muitas e boas razões. O cálculo da direção do eixo elétrico, sem ser difícil, era um pouco trabalhoso. Suas informações eram inseguras, como quando falava em desvio para a direita em casos que a necropsia demonstrava serem de hipertrofia ventricular esquerda. Os próprios limites da normalidade eram julgados de modo diverso pelo diferentes autores.

No entanto, havia alguma coisa de aproveitável em tudo aquilo. O que prejudicou os estudos sobre o eixo elétrico foi a falta de conhecimento sobre o que êle realmente representava e o fato de se lhe exigir mais do que podia dar. A avaliação do eixo elétrico em graus de ângulo é desaconselhavel para os usos da clínica; mas pode ter e tem sua utilidade nos estudos de fisiologia e fisiopatologia cardíacas.

É necessário, contudo, precisar bem o significado dos termos. O que se designa geralmente por eixo elétrico cardíaco é tão-somente a expressão da diferença máxima de potencial desenvolvida no trabalho do órgão. Tal diferença corresponde a um momento, apenas, do trabalho cardíaco, aquêle assinalado no eletrocardiograma pelo ápice da deflexão máxima do *QRS*.

Uma fração de segundo antes ou depois, o jogo dos potenciais tem distribuição diversa e o eixo elétrico, considerado como tal o *vetor que representa a força eletromotora cardíaca em determinado instante de sua atividade*, já não é o mesmo. Por conseguinte, da forma como é avaliado, sua determinação tem um alcance relativo. Melhor seria se pudéssemos calcular a totalidade das forças eletromotoras desenvolvidas no trabalho cardíaco.

Foi o que imaginaram Wilson, Macleod, Barker e Johnston, em seu trabalho sobre a determinação e o significado das áreas da deflexão ventricular do eletrocardiograma (38). A idéia é avaliar, por meio de um planímetro, as áreas circunscritas pelas diferentes deflexões que exprimem a atividade ventricular. Quando existem áreas acima e abaixo da linha isoeletrica (como sucede freqüentemente com o *QRS*), faz-se a soma algébrica de umas e outras.

Para medir, é necessário uma unidade. Wilson e colaboradores referem sua unidade à diferença de potencial e ao tempo. Considerando que o galvanômetro é graduado de modo a dar uma deflexão de um centímetro para uma diferença de potencial de um milivolt, convencionam como unidade de área o microvolt-segundo, que vem a ser a milésima-parte da área que tem 1 cm de altura e o comprimento correspondente ao tempo de um segundo. Os eletrocardiógrafos de procedência norte-americana têm uma marcação de tempo dividida em frações de 0,04 seg. cada um. O pequeno quadrilátero delimitado por duas linhas de tempo contíguas e com um milímetro de altura tem uma área de 4 microvolts-segundo (m. v. s.). Ashman e Byer (31) propõem que se tome a êsse quadrilátero por unidade, ao invés de fazer a conversão.

Avaliando a área do *QRS* em pelo menos duas das derivações clássicas, podemos utilizar os valores encontrados para calcular o eixo elétrico cardíaco durante toda a duração do *QRS*, isto é, durante toda a fase de ativação. Por sua significação e para diferenciá-lo do outro, chama-se a êste *eixo elétrico médio*. Como se trata de um vetor, usamos o símbolo correspondente e escrevemos, para o eixo elétrico médio do *QRS*: \vec{AQRS} .

Com igual razão, podemos avaliar a área da onda de regressão ou *T*. Expressa nas mesmas unidades, será também uma grandeza vectorial e nós a representaremos por \vec{AT} .

Se a onda de regressão seguisse exatamente o mesmo caminho que a onda de ativação, \vec{AT} seria igual em magnitude a \vec{AQRS} e subtraindo o primeiro vetor do segundo teríamos resto zero. Tal porém não se dá. As duas ondas seguem caminhos distintos e, por isso, a diferença entre os dois vetores não é nula.

A essa diferença entre as áreas do *QRS* e do *T* denomina-se *eixo elétrico médio do QRST* ou, mais simplesmente, *gradiente ventricular*. O símbolo correspondente é *AQRST* ou *AG*. O nome é o aportuguesamento do inglês "gradient". Os autores de língua espanhola escrevem também "gradiente". Parece-nos mais prudente deixá-lo assim do que traduzi-lo por "inclinação" ou "declive" ventricular. Talvez servisse "gradação".

A noção de gradiente apresenta-se muito promissora. Como é sabido, o processo de repolarização não segue a mesma marcha que o processo de despolarização; é devido a isso que o *QRS* e *T* têm o mesmo sentido, quando deveriam ser opostos. É sabido também que a onda de repolarização marcha mais lentamente, o que dá ao *T* sua conformação arredondada e sua espessura. Quando esta última deflexão se altera, pode fazê-lo em consequência de alterações do *QRS*, como em alguns casos de bloqueio de ramo, ou em virtude de modificação no estado do miocárdio. No primeiro caso, o gradiente permanece inalterado; no segundo, modifica-se. É fácil compreender a vantagem que se pode tirar disso para o diagnóstico diferencial de certos estados mórbidos.

As mensurações de Wilson e os trabalhos de Ashman (2, 3, 4, 5 e 6) são baseados nas derivações clássicas, mas o gradiente ventricular pode ser calculado igualmente a partir das unipolares das extremidades.

Os cardiólogos mexicanos da escola de Chavez (referências em Sodi — Nuevas Bases de Electrocardiografía) apresentaram algumas fórmulas próprias para a avaliação do eixo elétrico médio. Sodi tem uma fórmula para esse cálculo, que nos pareceu digna de atenção.

Éle parte do princípio que, como a soma dos potenciais das três extremidades é igual a zero, não é possível que tenham todos o mesmo sinal; deverão ser dois positivos e um negativo ou vice-versa. Denomina *P* ao potencial de sinal distinto (seja positivo ou negativo) e *R* e *R'* os potenciais de mesmo sinal, designados nessa ordem obedecendo ao sentido dos ponteiros do relógio. Procura o ângulo *X*, formado pelo eixo elétrico médio e a perpendicular à derivação em cujos extremos estão os potenciais com o mesmo sinal (quando são positivos) ou pelo eixo e o prolongamento, em sentido contrário, da perpendicular à derivação em cujos extremos estão os potenciais de mesmo sinal (quando são negativos). A fórmula é a seguinte, com os potenciais expressos em unidades de área:

$$X = \frac{60 R'}{-P} - 30$$

O autor dá a marcha do raciocínio para chegar à fórmula, mas não explica a proveniência e significação dum fator Δ que introduz em seus cálculos, o que nos impede de opinar a respeito.

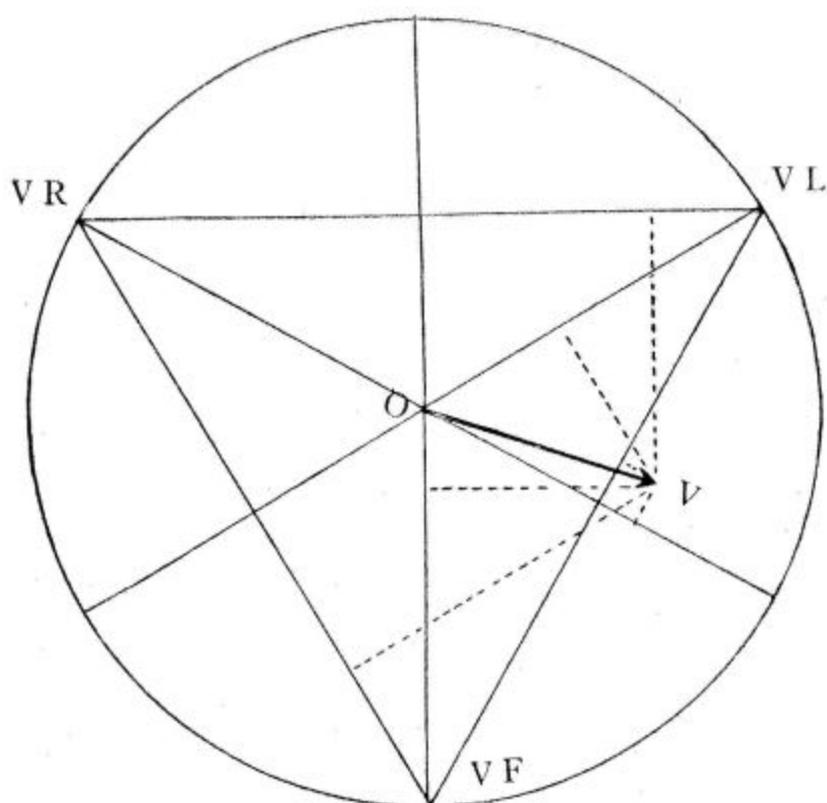


Fig. 28 (Sodi)

Determinação do eixo elétrico médio pelo processo de Cabrera.

O Dr. Cabrera, assistente de Sodi, ideou um processo geométrico para o cálculo do eixo elétrico médio, partindo das unipolares dos membros. Na fig. 28 podemos acompanhar o seu método. Começa traçando o triângulo de Einthoven. Traça a seguir a bissetriz de cada ângulo, prolongando-a até o lado oposto. São as linhas dos potenciais. Nestas linhas marca, em unidades de comprimento, valores correspondentes às áreas da deflexão em estudo, indo do centro do triângulo para o potencial em foco quando o valor é positivo e do centro para o lado oposto quando o valor é negativo. Dos pontos assinalados levanta perpendiculares e no entrecruzamento destas determina o ponto *V*. A união desse ponto ao centro do triângulo, segundo diz o autor, nos daria a direção e a magnitude do eixo elétrico médio.

Para não tornarmos nossa exposição demasiado enfadonha, deixaremos de lado a crítica trigonométrica do processo. Diremos apenas que êle determina, efetivamente, a direção do eixo elétrico e, nesse sentido, segue os passos de G. Fahr, autor de um processo análogo, publicado em 1920. Quanto

à magnitude do eixo, porém, o processo apresenta um erro de dedução. Para chegarmos ao valor exato, devemos multiplicar a magnitude achada pela raiz quadrada de três.

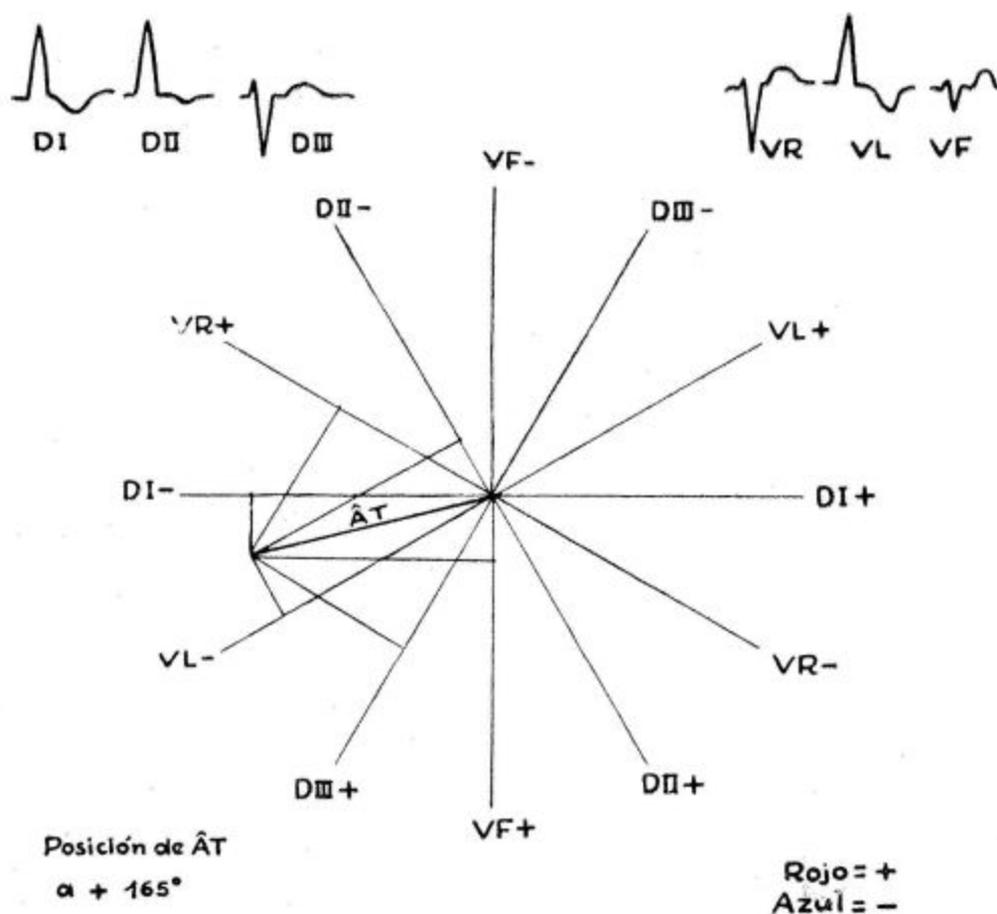


Fig. 29 (Sodi)

Posição de $\hat{A}T$ a $+165^\circ$ e sua pretendida projeção sobre as linhas das derivações clássicas e das unipolares dos membros.

A fig. 29 reproduz uma gravura do livro de Sodi, onde o processo é aplicado em sentido inverso; conhecendo a magnitude e direção de $\hat{A}T$, o autor procura determinar a área dessa deflexão nas derivações standard e nas unipolares dos membros. Na parte superior há a representação gráfica das derivações obtidas. Medindo em milímetros, temos:

$D_1 = -30$	$VR = 22$
$D_2 = -8$	$VL = -30$
$D_3 = 22$	$VF = 8$

Tanto a lei de Einthoven como a equação $VR + VL + VF = 0$ ficam satisfeitas com êsses valores. Basta, entretanto, aplicar qualquer das equações referentes à relação entre derivações clássicas e unipolares dos membros, para vermos a falha do processo. Assim:

$$D_1 = VL - VR = -30 - 22 = -52$$

em lugar de -30 ! E, para reforçar o que dissemos há pouco, veja-se que $-52 = -30 \times \sqrt{3}$.

Muito interessantes, sob o ponto de vista prático, são os processos que avaliam as variações do eixo elétrico pelas modificações de amplitude e sentido dos diversos acidentes. Para bem compreendermos essas modificações, imaginemos um coração colocado no centro do triângulo de Einthoven e girando no sentido dos ponteiros do relógio. A direção para a qual aponta o eixo elétrico médio marca, no dizer de Pardee (40), o sentido em que a corrente flui ao longo dos membros.

Com um eixo de -30° (desvio para a esquerda), VL é do tipo R , acompanhado ou não de pequenas deflexões negativas; VF é do tipo rS .

Com um eixo de 0° (horizontal), VL conserva o mesmo aspecto; VF apresenta um QRS com deflexões pequenas.

Com um eixo de 30° (normal), VL e VF são semelhantes e ambas dos tipos R , qR , R_s ou qR_s .

Com um eixo de 60° (normal), VL apresenta um QRS com deflexões pequenas; VF é do tipo R ou suas variantes

Com um eixo de 90° (vertical), VL apresenta-se do tipo rS ; VF é do tipo R ou suas variantes.

Com um eixo de 120° (desvio para a direita), VL é do tipo rS ; VF é do tipo R ou suas variantes e VR diminui de amplitude.

E assim poderíamos fechar o ciclo. Tomámos êsses exemplos, porque são os mais comuns; mas o raciocínio é feito, para todos os casos, da mesma forma.

Wilson e Goldberger chamam a atenção para a importância de VL na avaliação do eixo elétrico. VL com acidentes de pequena amplitude corresponde ao eixo elétrico normal; o aumento da positividade marca a rotação do eixo para a esquerda; um aumento da negatividade significa marcha para a direita.

IX

**Derivações unipolares das extremidades e
hipertrofia ventricular.**

Casuística.

Dentre as causas mais comuns de desvio de eixo elétrico, duas sobressaem pela freqüência; a rotação do órgão sobre seu eixo longitudinal e a hipertrofia da fibra miocárdica. Ambas influem poderosamente no aspecto final das curvas eletrocardiográficas, sendo, muitas vezes, difícil separar a parte que cabe a cada um dos processos na gênese de um determinado desvio.

Foram as derivações precordiais, sobretudo as unipolares de Wilson, que permitiram a resolução das principais incógnitas referentes ao problema da hipertrofia ventricular. Não queremos dizer com isso que estejam tôdas resolvidas; existem ainda alguns pontos a esclarecer, sendo o principal dêles o do diagnóstico precoce da hipertrofia. No entanto, progredimos muito nesse terreno, nestes últimos anos.

As possibilidades de diagnóstico de hipertrofia ventricular, levando em conta exclusivamente o desvio angular do eixo elétrico, são desiguais no tocante aos dois ventrículos. Um desvio de eixo elétrico para a direita que ultrapasse um tanto o limite dos 90° , já pode ser considerado quase com certeza como expressão de hipertrofia. Um desvio de eixo para a esquerda, mesmo bastante pronunciado, pode corresponder ainda a uma variação normal.

Por isso mesmo, não podemos limitar-nos à simples apreciação do ângulo α e devemos, preferentemente, voltar nossa atenção para as alterações do segmento *ST* e da onda *T*, que acompanham os estados de hipertrofia. De um modo geral, o espessamento do miocárdio ventricular tem como efeito eletrocardiográfico uma modificação das relações entre *QRS* e *T*, tendendo êste a colocar-se em oposição à maior deflexão daquele. O segmento *ST*, nos casos de hipertrofia pronunciada, desnivela-se em sentido oposto à maior deflexão do *QRS*, acompanhando, por conseguinte, o *T*.

Arlie Barnes (7), analisando casos de hipertrofia ventricular, descreve o que chama *sobrecarga ventricular*. Trata-se de uma insuficiência das trocas metabólicas da fibra cardíaca que a levariam a um estado fisiopatológico especial, descrito pelo autor como um *estado de fadiga*. O conceito de sobrecarga ventricular teve larga aceitação em eletrocardiografia. Contra êle insurge-se Wilson (61), alegando que não se pode empregar uma expressão

de ordem mecânica para caracterizar alterações de um método gráfico oriundas de processos de natureza físico-química.

No tocante às derivações unipolares das extremidades, o problema da hipertrofia ventricular pode, como nas derivações standard, ser abordado de duas maneiras: considerando a posição do eixo elétrico ou as alterações morfológicas dos traçados.

Sobre o primeiro ponto dissemos já o essencial. Cremos que deverá ficar reservado para a indagação de certos problemas de fisiopatologia cardíaca e para o estudo do gradiente ventricular. Em nossa opinião, os esforços de interpretação devem convergir para o terreno das alterações morfológicas, procurando compreendê-las e explicá-las melhor.

Existe, normalmente, uma desigualdade anatômica entre os dois ventrículos, que levaria todos os indivíduos normais a apresentarem um desvio de eixo para a esquerda, não fôsse a ação equilibradora exercida pela rotação cardíaca e pela verticalidade ou semiverticalidade de um certo número de corações. O ventrículo esquerdo domina o direito, já em condições fisiológicas. Quando surge a hipertrofia ventricular esquerda, ela vem apenas agravar uma desigualdade já existente. Ao contrário, a hipertrofia ventricular direita tem por efeito atenuar esta desigualdade ou fazê-la desaparecer, como muito bem explica Wilson (61).

Goldberger (23), estudando através de múltiplas derivações unipolares a distribuição dos potenciais nas diferentes zonas do corpo, conclui pela necessidade de utilizar algumas novas derivações, como indício de hipertrofia ventricular. Recomenda, especialmente, uma derivação colhida no hipocôndrio direito, que julga muito útil para o diagnóstico de hipertrofia ventricular direita, e uma outra obtida na região supra-escapular esquerda, que seria de grande auxílio para o reconhecimento da hipertrofia ventricular esquerda. Em sua opinião, as derivações das extremidades, unipolares ou não, prestam-se muito para a confusão dos efeitos devidos à hipertrofia com outros devidos à posição cardíaca. Em um outro trabalho (21), divide os casos de desvio para a esquerda em quatro tipos, dois correspondentes ao desvio de eixo e dois outros correspondentes à hipertrofia ventricular. Para os desvios para a direita, cria três tipos; sendo um para o desvio puro e dois para a hipertrofia.

Em verdade, não se pode seguir muito ao pé da letra uma classificação em tipos, pois, trata-se de uma gradação quase insensível de situações, umas ainda dentro do normal, outras já no terreno do patológico. A distância a que ficam situados os eletródios nas derivações dos membros faz com que as influências que regulam a distribuição dos potenciais cardíacos cheguem até eles como um mixto indiscriminado de efeitos. A única coisa que se

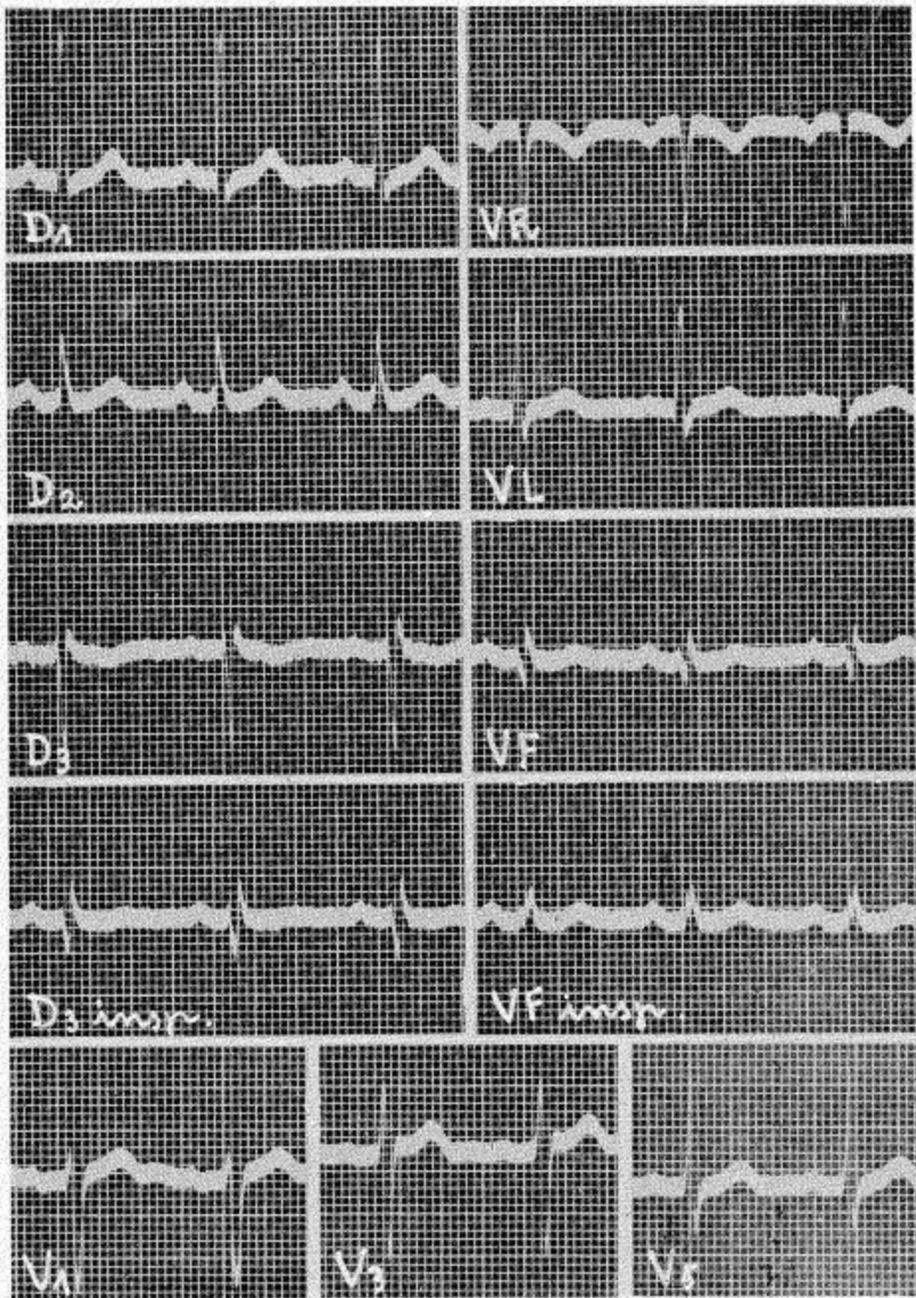


Fig. 30

pode razoavelmente fazer é diagnosticar os casos claros e recorrer às precordiais, nos duvidosos.

Melhor que a descrição verbal, esclarecerão o assunto alguns casos.

Na fig. 30, vemos o eletrocardiograma de um homem de 41 anos, apresentando moderada obesidade e hipertensão arterial de 184×110 mm, de tipo benigno. O eletrocardiograma mostra, nas standard, um desvio de eixo elétrico para a esquerda. A prova da inspiração forçada encurta notavelmente S_2 . Não há sinais de hipertrofia ventricular nas precordiais. As unipolares das extremidades mostram um coração em posição eletrocardiográfica semi-horizantal, sem outro qualquer elemento patológico. A pequena modificação sofrida por VF em inspiração, sugere que o encurtamento de S_2 se tenha feito à custa do R de VL .

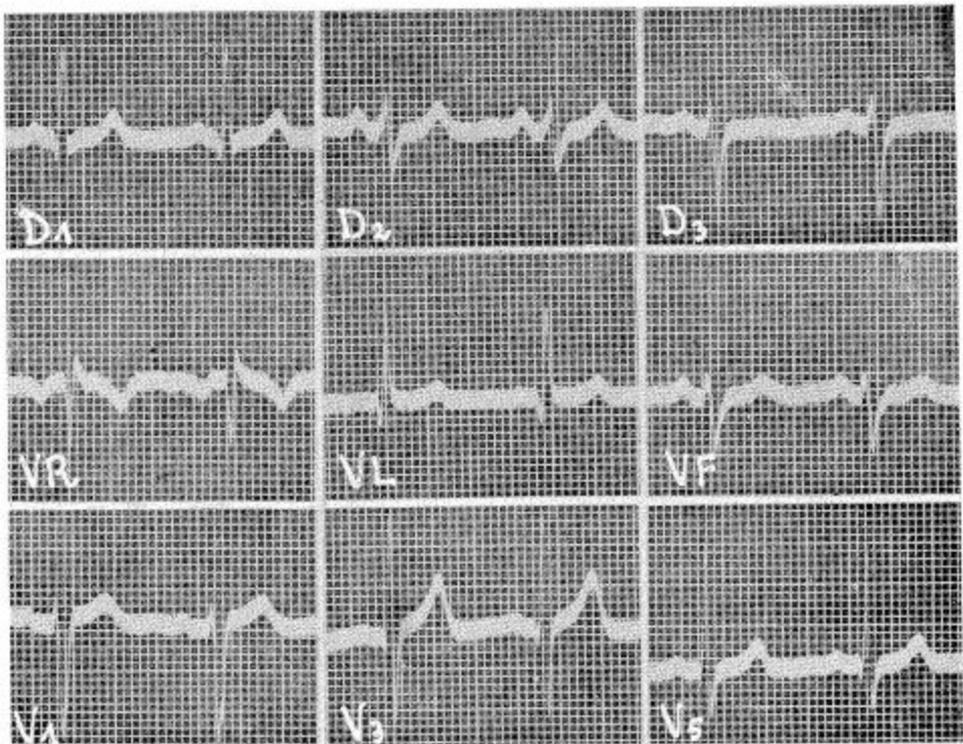


Fig. 31

Na fig. 31, temos o traçado de um homem de 46 anos, moderadamente obeso, que de dois anos a esta parte vem apresentando ligeira dispnéia de esforço. Tensão arterial: 210/130. As derivações standard mostram acentuado desvio de eixo elétrico para a esquerda, com S_2 profundo e T_3 achatado. As derivações precordiais são normais. As unipolares das extremidades mostram um coração em posição eletrocardiográfica horizontal. R é

um pouco mais pronunciado do que de hábito, em *VR*. A duração do *QRS* mostra-se aumentada para 0,12 seg. É um aspecto sugestivo de hipertrofia ventricular esquerda, mau grado a negatividade das precordiais.

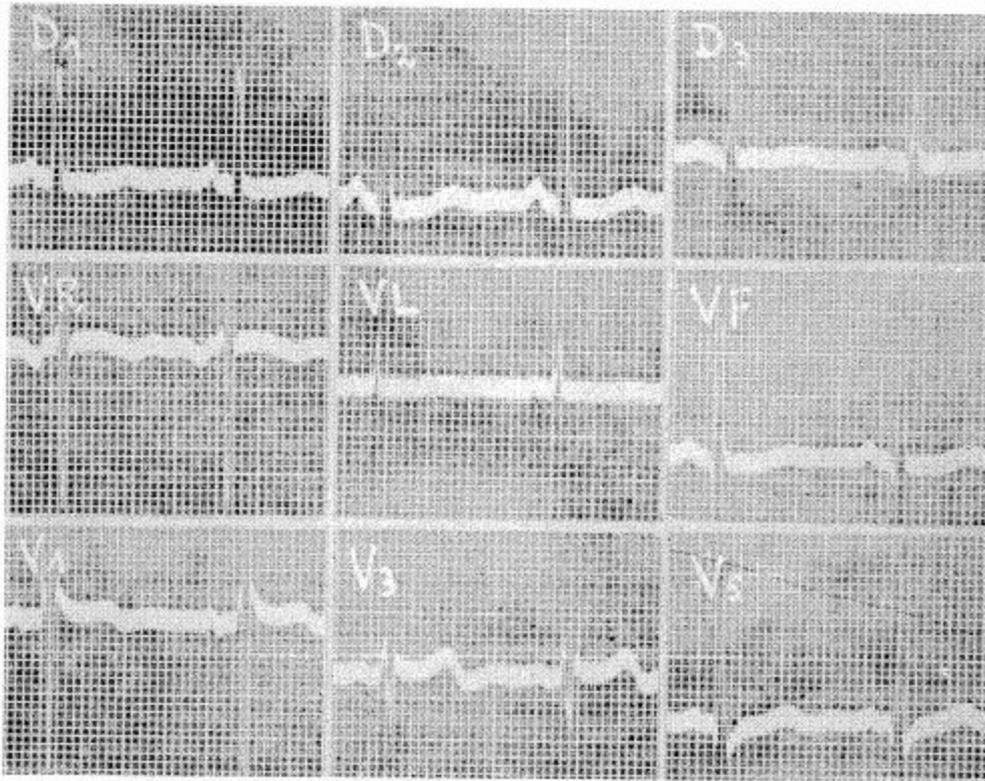


Fig. 32

A figura 32 mostra um caso de hipertensão de tipo maligno, em uma mulher de 48 anos. Tensão arterial: 215/110. Focos hemorrágicos retinianos. Sinais discretos de insuficiência ventricular esquerda. As derivações standard mostram um achatamento de T_1 e T_3 com desnível minus de *ST* em D_1 e D_2 . Não há desvio de eixo elétrico. As precordiais revelam sinais moderados de hipertrofia ventricular esquerda. As unipolares das extremidades mostram um coração em posição eletrocardiográfica semi-vertical (motivo porque não há desvio de eixo, mau grado a hipertrofia ventricular existente). *T* é achatado em *VL*. *VF* apresenta também um *T* achatado, com desnível minus de *ST*. *S* é muito profundo em *VR*, com *T* cuja amplitude não é proporcional à do complexo rápido. O diagnóstico de hipertrofia ventricular pode ser feito tanto pelas derivações standard como pelas unipolares dos membros.

Na fig. 33, o eletrocardiograma é de um paciente de 41 anos, que apresenta uma tensão arterial de 200/120, com fundo de olho do tipo 2 da classificação de Keith e Wagener. As standard revelam sinais de hipertrofia ventricular, com desnível minus de *ST* e negatividade de *T* em D_1 ,

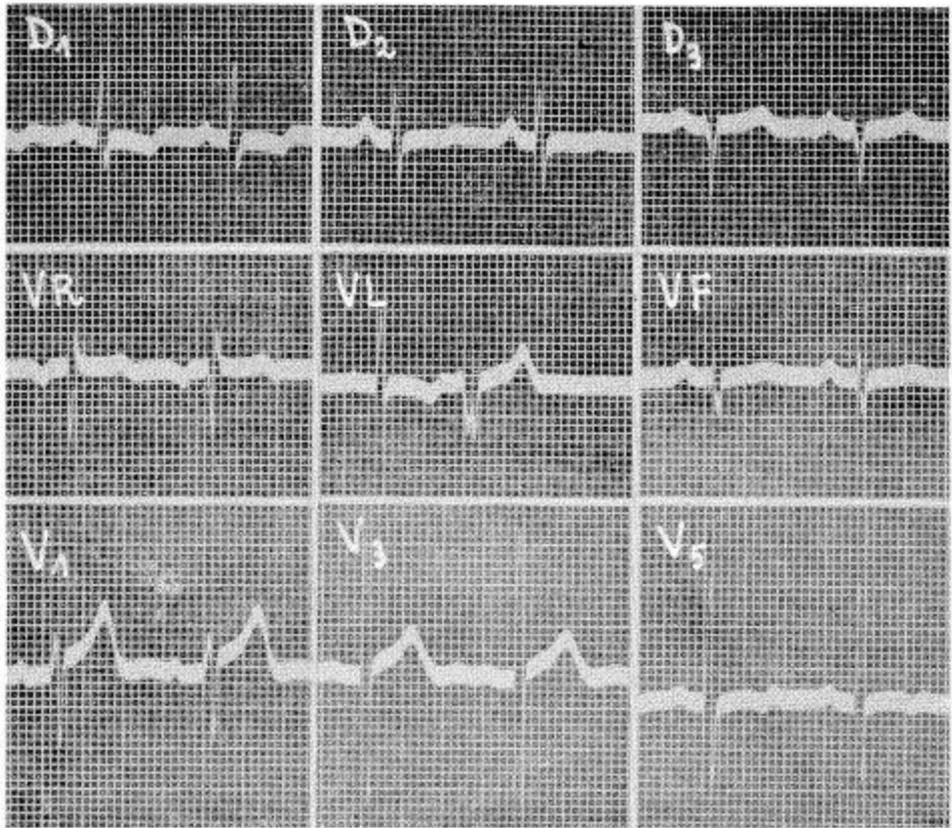


Fig. 33

e *T* achatado em D_2 . Desvio de eixo elétrico para a esquerda. As precordiais mostram sinais de hipertrofia ventricular esquerda. Nas unipolares das extremidades, vemos um *R* um pouco amplo em *VR*, com desnível plus do *ST* e *T* positivo. Em *VL*, há desnível minus do *ST*, com *T* negativo (o segundo complexo é uma extrassistole ventricular). *VF* não apresenta particularidades chamativas. Coração em posição eletrocardiográfica horizontal. As alterações de *ST* e *T* contribuem decisivamente para o diagnóstico de hipertrofia ventricular.

Na fig. 34, temos o traçado de um homem de 46 anos, com tensão arterial de 230/145, e uma história recente de oclusão coronária. As standard mostram desnível minus de *ST* e achatamento de *T* em D_1 . Em

D_2 e D_{3a} , nota-se uma onda Q , acompanhada de um desnível minus de ST e de negatividade de T . As derivações precordiais são perfeitamente características de hipertrofia ventricular esquerda. As unipolares das extremidades revelam desnível oponente de ST e positividade de T em VR . VL não apresenta características especiais. VF mostra um Q de 3,5 mm, acompa-

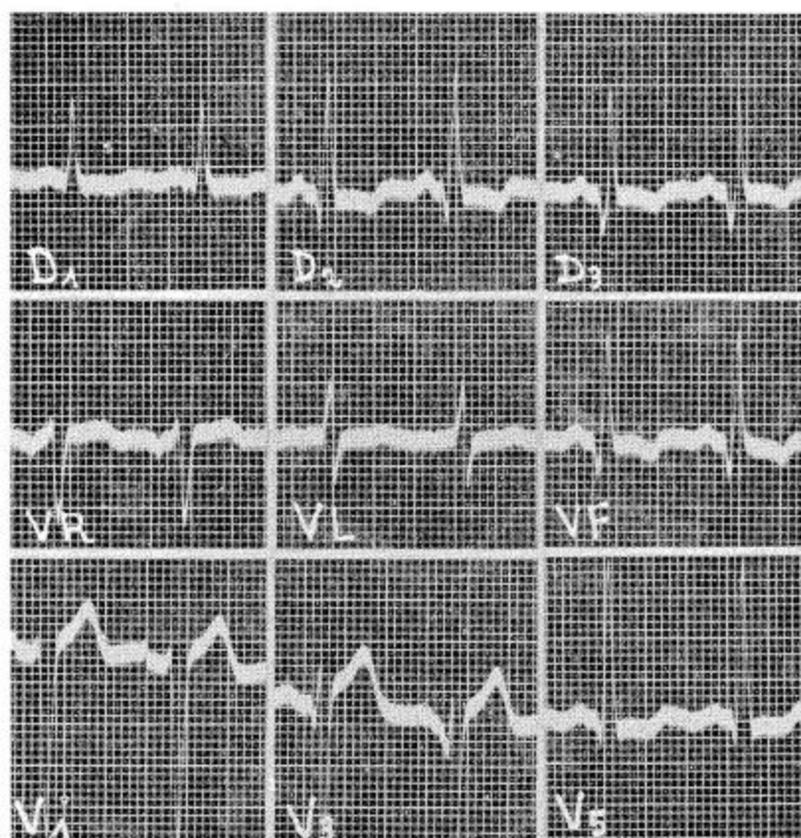


Fig. 34

nhado de desnível oponente de ST e negatividade de T . Coração em posição eletrocardiográfica intermédia ou semivertical. Vê-se a imbricação dos sinais de hipertrofia ventricular esquerda com os sinais de oclusão coronária, de parede posterior.

O paciente cujo traçado se vê na fig. 35 é um homem de 47 anos, com hipertensão arterial maligna. Fundo de olho do tipo III de Keith e Wagnener. Tensão arterial de 260/165. Insuficiência renal progressiva. As derivações standard mostram desvio do eixo elétrico para a esquerda, desnível minus de ST e negatividade de T em tôdas as derivações. As precordiais revelam acentuada hipertrofia ventricular esquerda. Coração em

posição eletrocardiográfica horizontal. *VR* mostra um desnível opoente de *ST* e *T* positivo. *VL* não apresenta característicos especiais. *VF* é do tipo *rS* e mostra desnível minus de *ST* com *T* negativo. A hipertrofia ventricular esquerda está bem caracterizada nos três tipos de derivações.

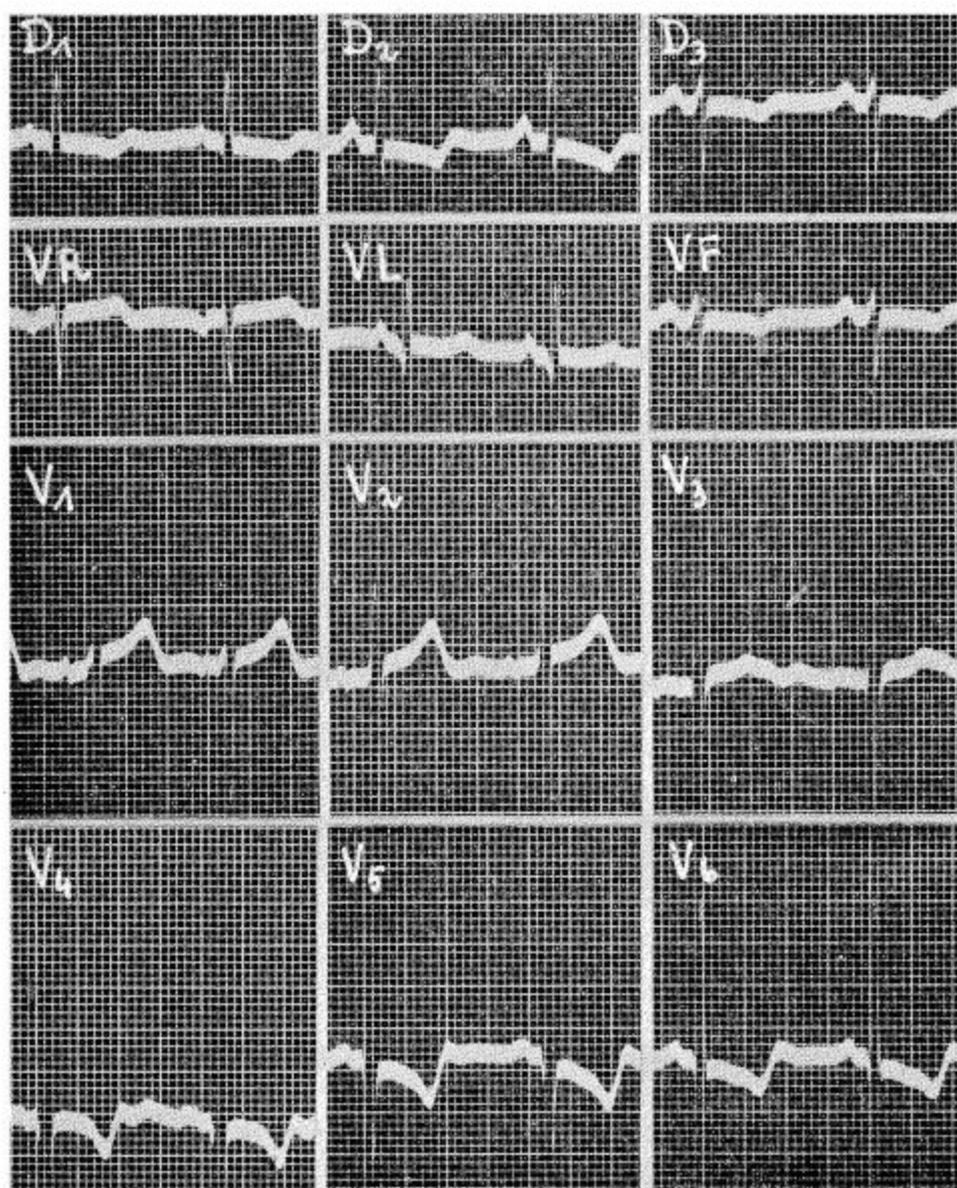


Fig. 35

A fig. 36 é o eletrocardiograma de um homem de 49 anos, com hipertensão arterial tendente à malignidade. Tensão arterial 220/125. Fundo

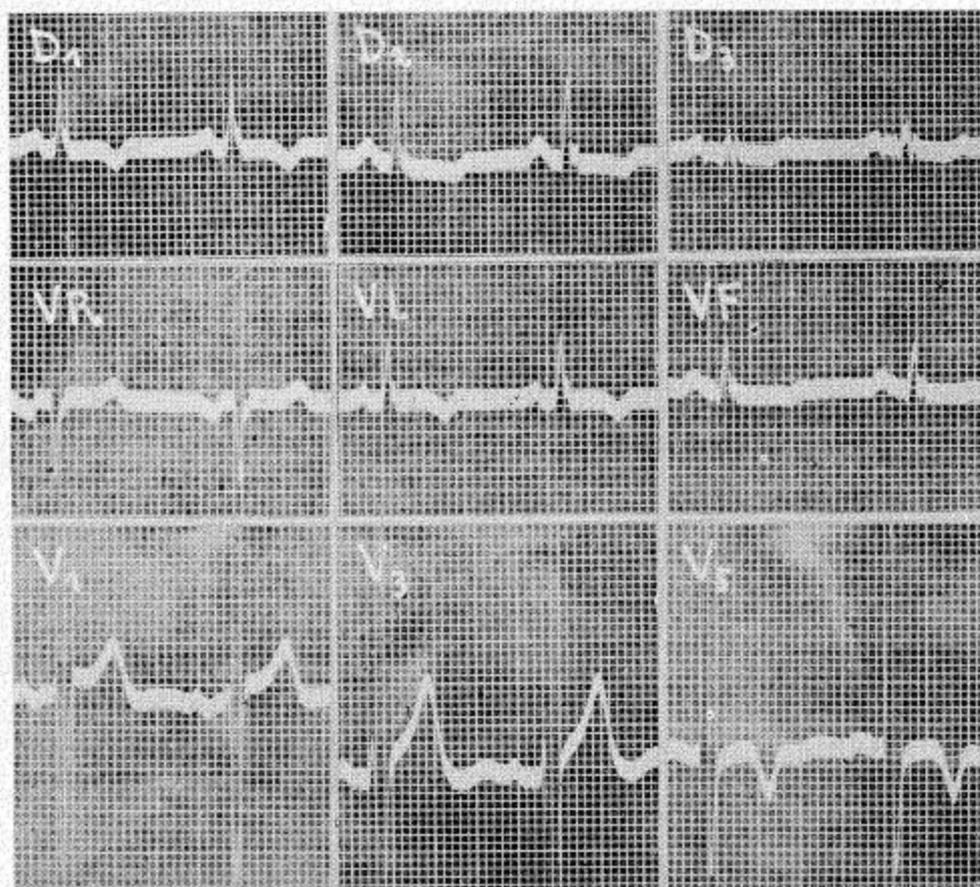


Fig. 36

de olho tipo II de Keith e Wagener. As derivações standard mostram sinais de hipertrofia ventricular esquerda, sem desvio de eixo. As precordiais confirmam a hipertrofia ventricular. Em *VR*, observa-se um leve desnível oponente de *ST* e positividade de *T*. *VL* e *VF* são muito semelhantes e em ambas se nota o desnível minus de *ST* e a negatividade de *T*. Coração em posição eletrocardiográfica intermédia.

O traçado da fig. 37 pertence a um paciente de 65 anos, com cardiopatia aterosclerótica. Tensão arterial de 180/105. As derivações standard mostram sinais de hipertrofia ventricular esquerda, sem desvio de eixo. As precordiais confirmam a hipertrofia ventricular. *VR* apresenta-nos desnível oponente de *ST* e *T* positivo. *VL* e *VF* assemelham-se no tocante ao *QRS*; em ambas há desnível oponente de *ST*, sendo *T* negativo em *VL* e positivo em *VF*. Coração em posição eletrocardiográfica intermédia. São claros os sinais de hipertrofia ventricular.

Sintetizando as observações e referindo-nos tão-somente às derivações unipolares das extremidades, verificamos que, dos dois processos mencionados

como capazes de diagnosticar a hipertrofia ventricular, o referente aos desvios do eixo foi o de menor valia. É que esse vector é de tal modo influenciado pela posição do coração que seu aproveitamento como dado semiótico

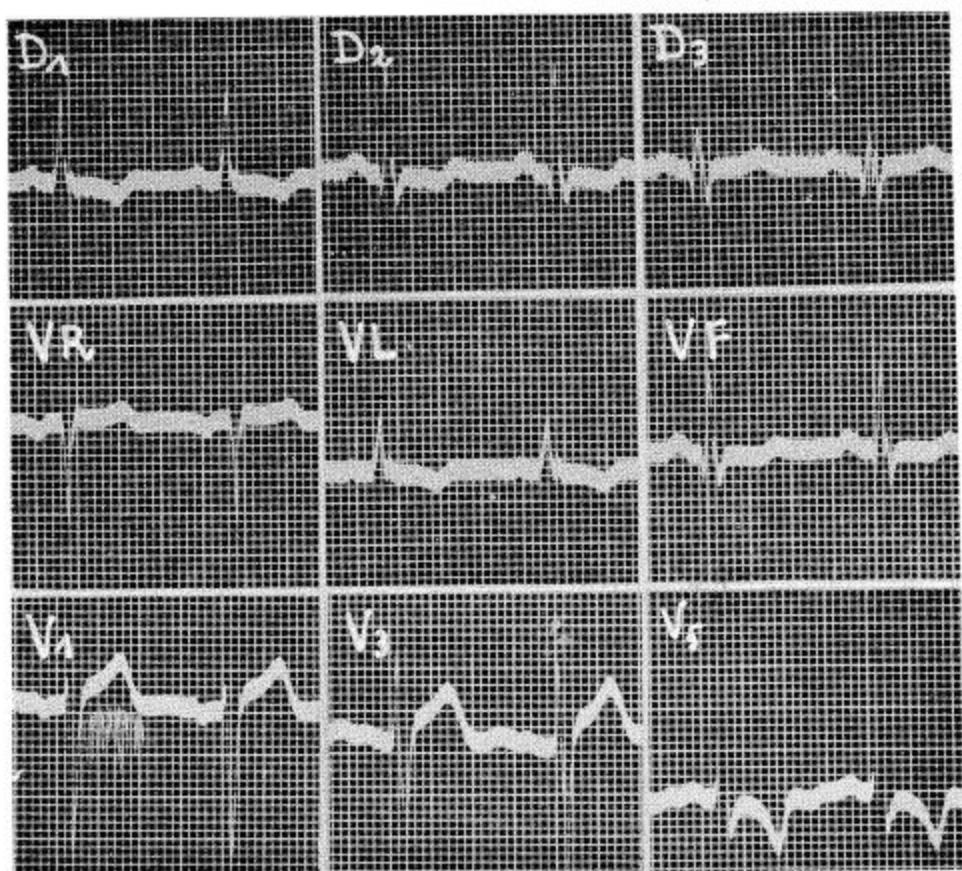


Fig. 37

fica sujeito a severas restrições. Não sucede o mesmo com a análise das variações de forma do eletrocardiograma, a qual, se conduzida de acôrdo com os conhecimentos fisiopatológicos de que já dispomos sôbre os fenômenos de ativação e repolarização do miocárdio, é capaz de orientar-nos em um grande número de casos.

A aplicação dêsse método aos nossos casos revelou uma apreciável concordância com os dados clínicos e subsidiários de que dispúnhamos. E serviu também para valorizar *VR*, cujas alterações em *ST* e *T* mostraram ser sensíveis e de apreciável constância.

Por serem os princípios gerais os mesmos, exemplificámos apenas com casos de hipertrofia ventricular esquerda; a hipertrofia ventricular direita, — e isso é sabido de todos os cardiologistas, — ter-nos-ia levado, *mutatis mutandis*, às mesmas conclusões.

X

Derivações unipolares das extremidades e
bloqueios de ramo.

Casuística.

Ritmos circulares.

Extrassístoles.

Casuística.

Como no caso das hipertrofias ventriculares, a posição cardíaca influi também na configuração dos traçados de bloqueio de ramo. Esse foi um dos fatores que motivou as discordâncias por tanto tempo mantidas entre os autores a respeito da determinação do ramo bloqueado. Foi mais uma vez Wilson, com seus memoráveis trabalhos a respeito, quem esclareceu definitivamente a questão, habilitando-nos para resolver a quase totalidade dos fatos duvidosos.

Os trabalhos do mestre de Ann Arbor não só terminaram de vez com nossas dúvidas a respeito, como representaram um grande triunfo para o método eletrocardiográfico, mostrando como este recurso semiótico foi capaz de vencer onde a própria Anatomia Patológica não conseguira firmar pé.

As idéias do sábio americano sobre a gênese dos acidentes do traçado permitem compreender como se apresentarão eles nas derivações unipolares das extremidades. Bloqueado um ramo do feixe de His, a onda de excitação desce pelo outro para ativar o ventrículo correspondente; de lá, através do septo inter-ventricular, passa o estímulo para o ventrículo cujo ramo foi bloqueado, ativando-o por sua vez. Tais noções permitem-nos antecipar vários conceitos:

a) considerando a menor velocidade da onda de excitação no miocárdio inespecífico e o asincronismo da ativação ventricular, podemos calcular que o *QRS* se apresentará com sua duração aumentada em alguns centésimos de segundo;

b) uma vez que um dos ventrículos é ativado em primeiro lugar, a marcha dos dipolos de ativação através do septo não será contrabalançada, como normalmente, pelo fenômeno idêntico originado no outro ventrículo. Por conseguinte, a cavidade correspondente ao ramo bloqueado começara apresentando um potencial positivo, transmissível às regiões para as quais está voltada;

c) logo que a onda de ativação chegar a esta última cavidade, o potencial tornar-se-á bruscamente negativo; à medida que os dipolos se forem afastando da zona sub-endocárdica, a negatividade cavitária diminuirá. As

zonas influenciadas por esse ventrículo acusarão a negatividade brusca e, quando fronteiras à superfície epicárdica do ventrículo em foco, mostrarão depois a positividade resultante da travessia da parede ventricular pelos dipolos de ativação.

Como sabemos, outrossim, que a onda de regressão sofre, nestes casos, uma mudança em seu trajeto não paralela à mudança de trajeto da onda de ativação, podemos avançar mais uma previsão:

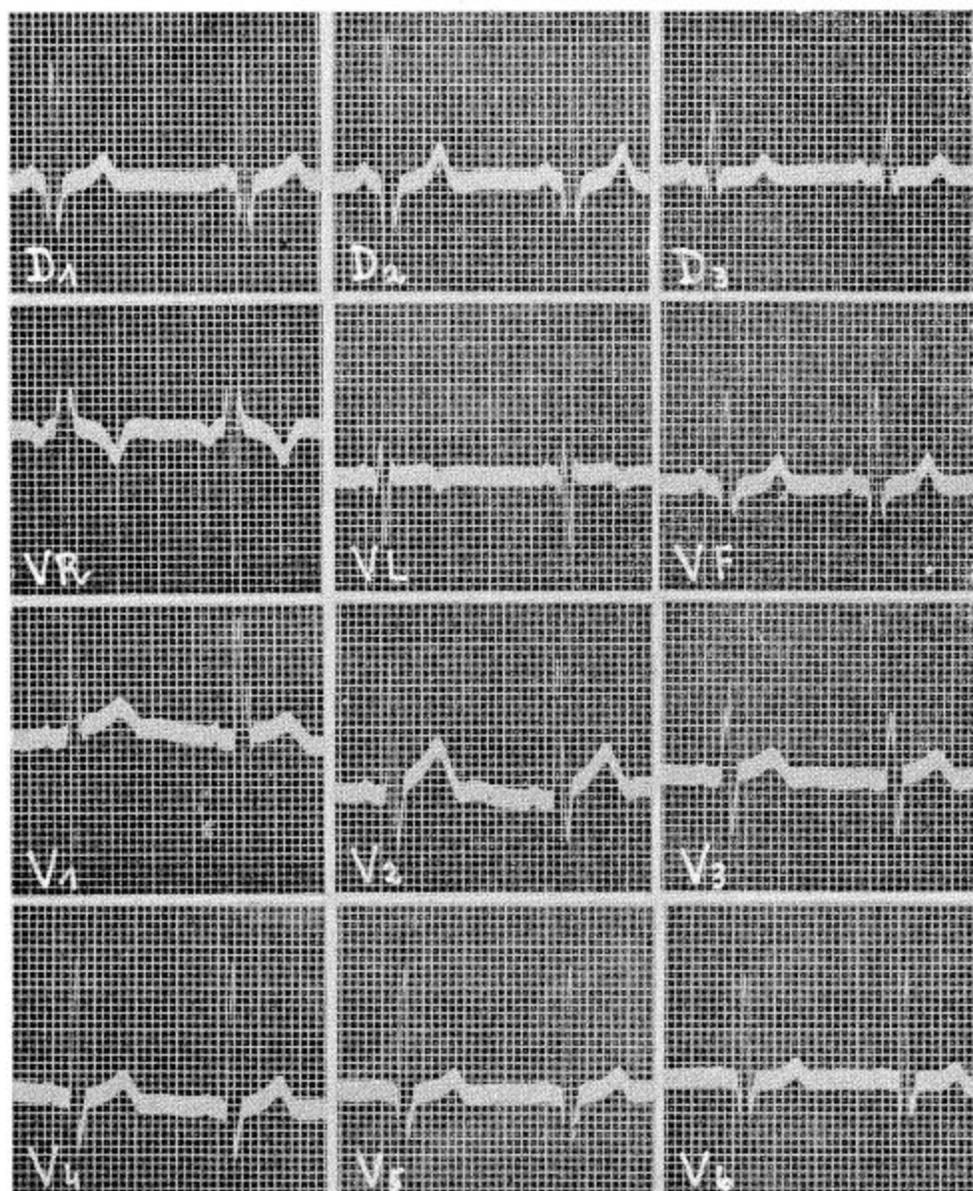


Fig. 38

d) a onda *T* apresentará modificações em sua relação com o *QRS*. Em terminologia mais moderna, diríamos: haverá alteração do gradiente ventricular.

A prática confirma plenamente essas deduções de ordem teórica. Veja-mo-las nos traçados:

A fig. 38 mostra o eletrocardiograma de um rapaz de 20 anos que, após uma perturbação de ordem neurológica não de todo esclarecida, começou a queixar-se de palpitações. O exame clínico nada revela de anormal. Antecedentes sem particularidade. O traçado mostra um bloqueio incompleto do ramo direito. *VR* e *VF* são o inverso uma da outra, sendo completa a semelhança de *VF* com *D₁* e *D₂* e com *V₅* e *V₆*. *VL* aproxima-se de *V₁*; *T*, porém, é negativo. Posição eletrocardiográfica vertical. Veja-se o *QRS* do tipo *RSR'* em *V₁*.

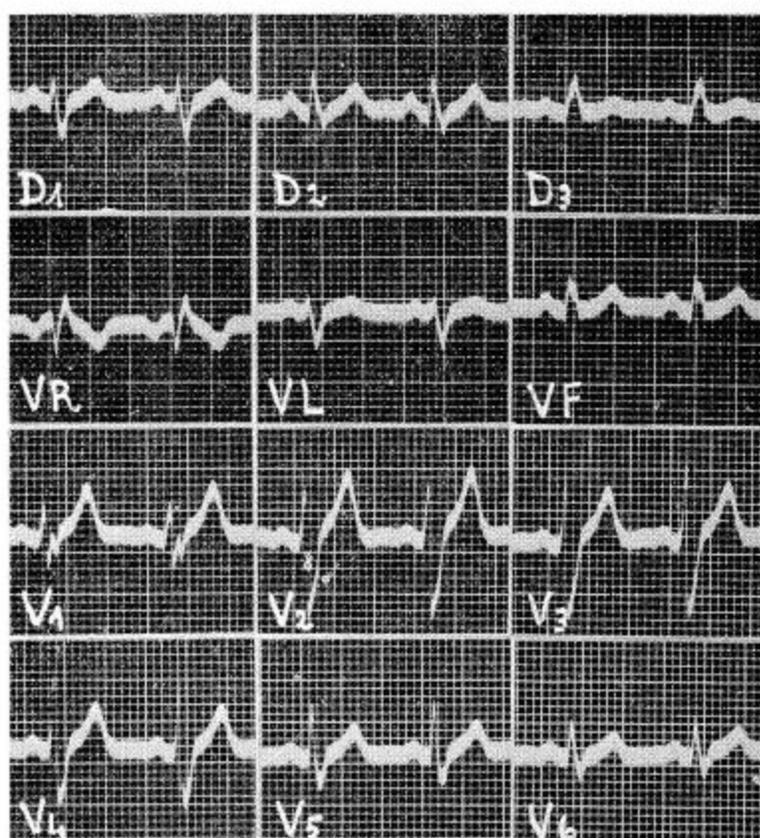


Fig. 39

O traçado da fig. 39 pertence a um homem de 62 anos, moderadamente hipertenso, o qual foi acometido de dor percardial que o médico-assistente atribuiu a oclusão coronária. O gráfico revela um bloqueio incompleto do

ramo direito, com baixa voltagem dos complexos nas derivações clássicas. *VR* mostra um *R* cuja amplitude rivaliza com a de *Q* e cuja área é bem maior. *VL* assemelha-se a *D₁* e *V₁* e *V₂*; *T* é oponente. *VF* assemelha-se a *D₃* e *V₆*. Todos os complexos são de pequena amplitude. Nota-se o entalhe no ramo ascendente de *S*, em *V₁*. Posição eletrocardiográfica vertical. A nossa interpretação foi de bloqueio incompleto de ramo direito e aspecto eletrocardiográfico sugestivo de dano miocárdico difuso.

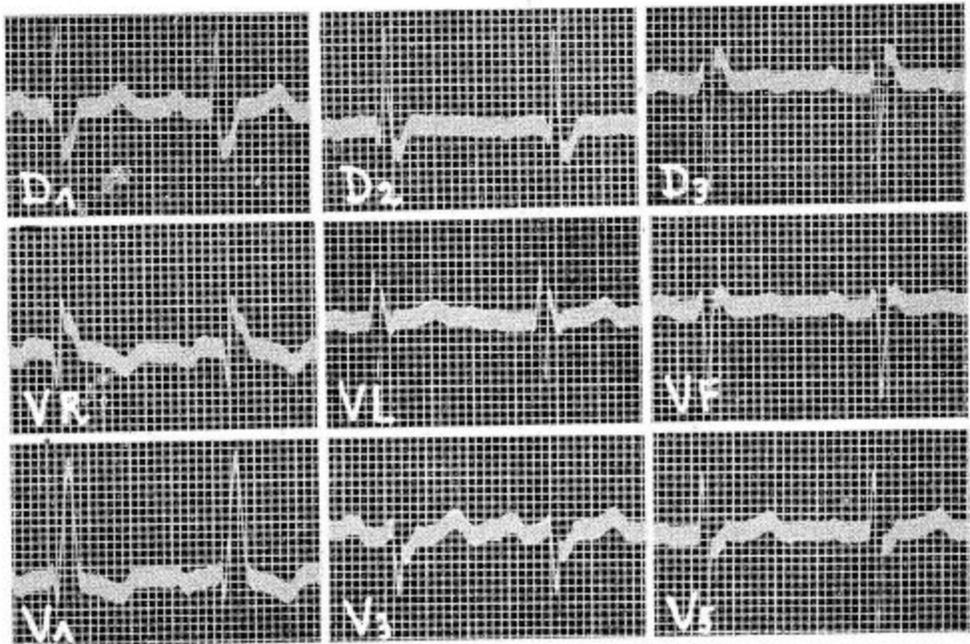


Fig. 40

Na fig. 40, trata-se de um homem de 61 anos, pronunciadamente obeso, recolhido a um hospital de alienados por sintomatologia atribuída a arteriosclerose cerebral. O eletrocardiograma mostra um bloqueio completo de ramo direito, do tipo 3 de Bayley e Pardee. *VR* mostra um *R* mais amplo do que *Q* e de uma área muito maior; *T* é oponente. *VL* e *VF* assemelham-se razoavelmente e parecem-se a *V₅*. Posição eletrocardiográfica intermédia. O aspecto de *VR*, neste caso, é dos mais sugestivos.

A senhora cujo traçado reproduzimos na fig. 41 tem 47 anos. Tensão arterial de 175/110. Wassermann ++. Outros antecedentes: sem importância. Exame clínico sem particularidades, afora o dado tensional. O eletrocardiograma revela um bloqueio completo do ramo direito, também do

tipo 3. *VR* apresenta um *R* um pouco menos amplo do que *Q*, mas de duração bastante maior. *VL* assemelha-se a *D*₁ e *V*₅ e *V*₆. *VF* é pequeno. Posição eletrocardiográfica semi-horizantal. Os sinais que mencionámos, descrevendo a sucessiva ativação dos dois ventrículos, percebem-se bem em *V*₁.

O paciente do traçado seguinte (fig. 42) é um homem de 33 anos, cujo exame clínico nada revela de anormal. Antecedentes sem importância. O

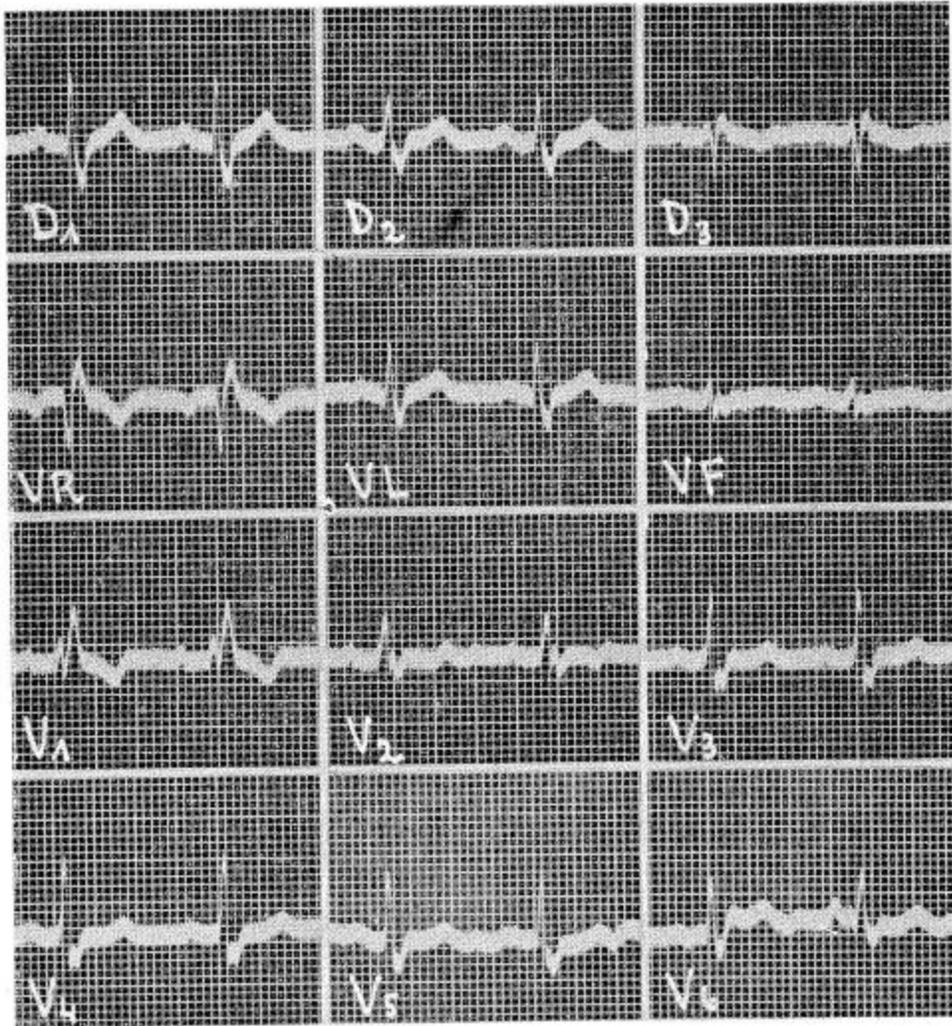


Fig. 41

eletrocardiograma é o de um bloqueio completo de ramo direito, classificável entre os tipos 1 e 2 de Pardee. *VR* mostra ainda o mesmo aspecto: um *Q* mais ou menos profundo e de curta duração seguido por *R* alargado e espessado; no caso, *R* é de amplitude menor. *VL* é do tipo *QS*, com *T* opoente;

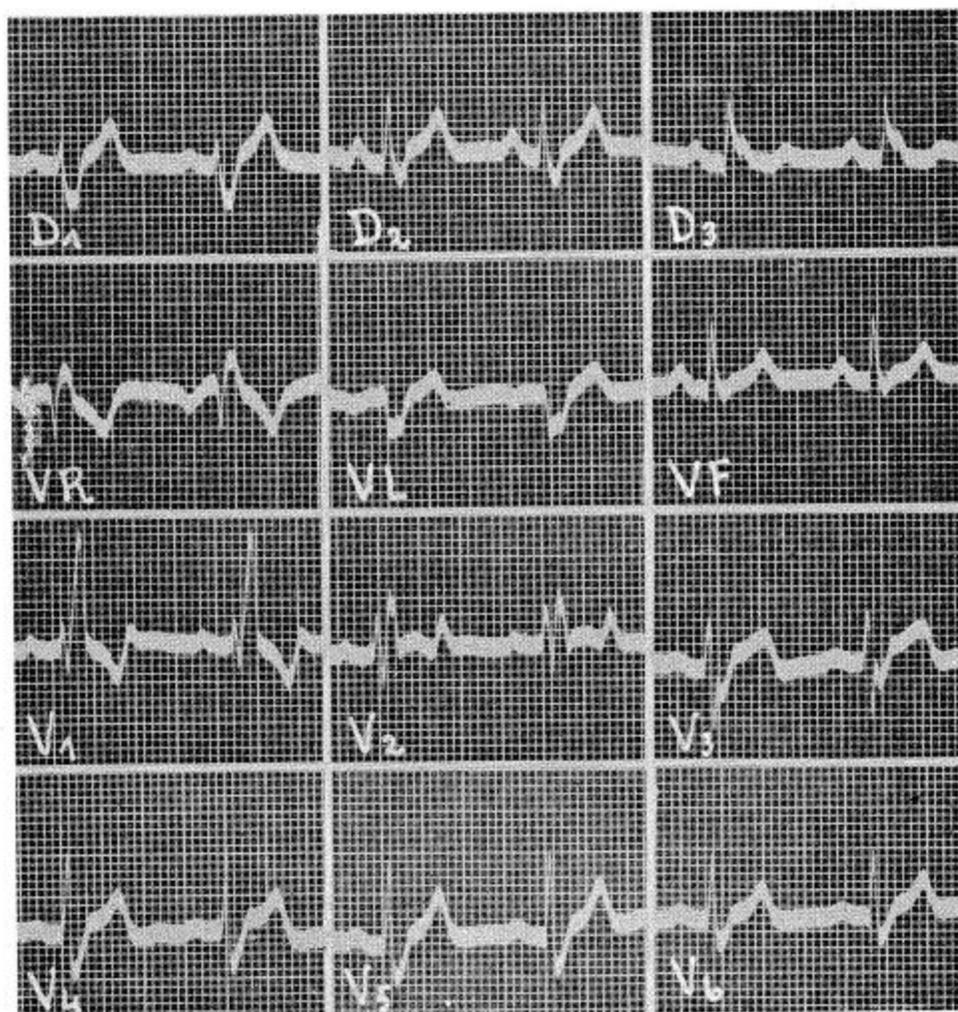


Fig. 42

a derivação de que mais se aproxima é de D_1 . VF mostra um R amplo e um S pequeno e espessado; assemelha-se a V_6 . A posição eletrocardiográfica pode ser classificada como vertical.

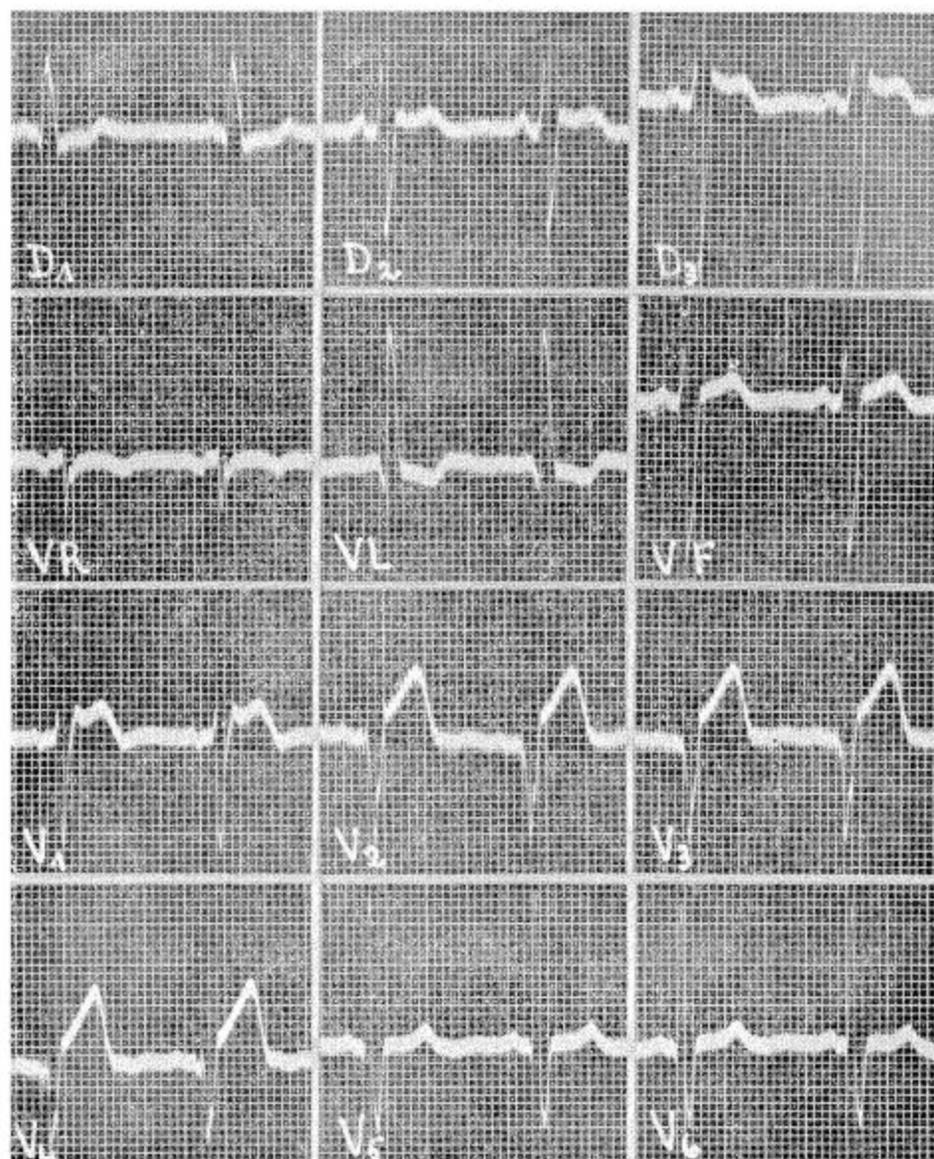


Fig. 43

Um velho de 68 anos é o paciente da fig. 43. Quadro clínico e psiquiátrico de esclerose senil. O traçado revela um bloqueio incompleto de ramo esquerdo. Sabemos como é difícil diferenciar, muitas vezes, o bloqueio de ramo esquerdo incompleto e a hipertrofia ventricular esquerda; no caso, po-

rém, é possível a diferenciação. *VR* mostra um aspecto pouco significativo. *VL* é semelhante a *D₁* e *V₆* (seria mais aproximada ainda de *V₇*). *VF* é semelhante a *D₃* e *V₁*. Ambas mostram desnível de *ST* em sentido opoente. *T* é também oposto à deflexão principal do *QRS*.

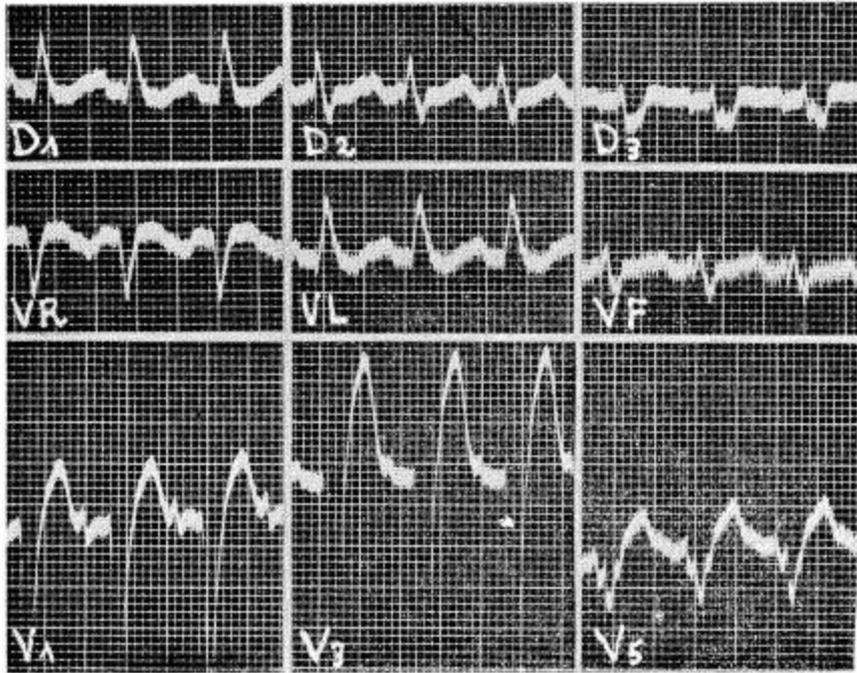


Fig. 44

Na fig. 44, vemos um bloqueio completo do ramo esquerdo, do tipo discordante. A paciente era uma senhora de 45 anos, enviada por um colega para exame eletrocardiográfico; não pudemos obter os dados clínicos referentes ao caso. *VR* mostra uma única deflexão negativa *QS*, seguido de *ST* ligeiramente desnivelado para cima e de *T* negativo. *VL* assemelha-se a *D₁*; si tivéssemos obtido derivações mais para a esquerda do esterno, como *V₆* e *V₇*, os complexos seriam, sem dúvida, semelhantes aos de *D₁* e *VL*. *VF* é pequeno. Posição eletrocardiográfica semi-horizontal.

Na fig. 45, temos o eletrocardiograma de um homem de 30 anos, cuja variada sintomatologia subjetiva apresenta um carregado conteúdo neurótico. O exame clínico e radiológico não revela anormalidade. Antecedentes sem importância. O traçado mostra um bloqueio completo de ramo esquerdo; *P-R* é normal. *VR* é semelhante ao tipo que já vimos na hipertrofia ventri-

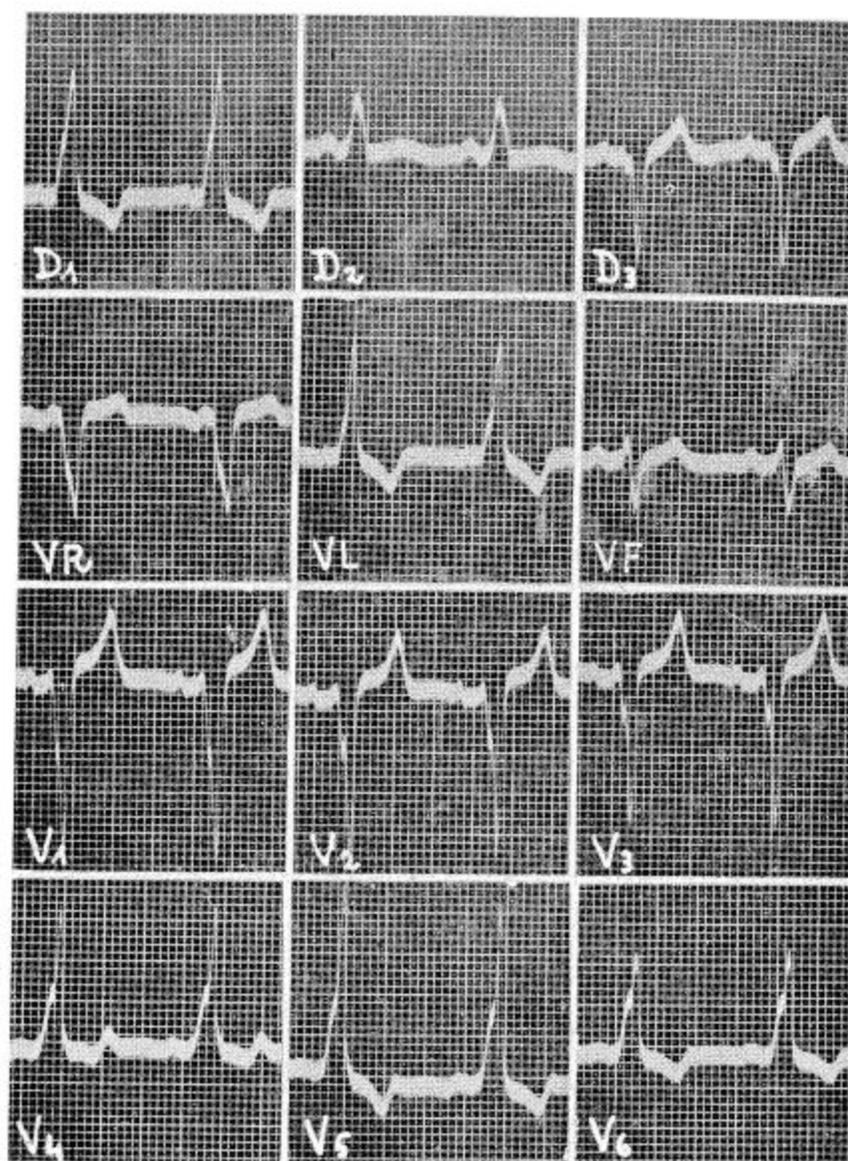


Fig. 45

cular esquerda. V_L semelhante a D_1 e às derivações da esquerda do precórdio, com amplo R e com ST e T oponentes. V_F guarda semelhança com D_3 e as derivações V_1 e V_2 , mas sua amplitude é pequena. Posição eletrocardiográfica semi-horizantal ou horizantal. O paciente goza de boa capacidade funcional. Refere palpitações, sensação de afogamento imotivada e outras queixas variadas, mas nada que se possa considerar uma crise de taquicardia paroxística ou moléstia capaz de lesar o sistema de condução. O paciente, que nos fôra enviado para um parecer, recusou submeter-se a provas farmacodinâmicas.

Um tipo especial e muito curioso de bloqueio de ramo foi descrito por Wolff, Parkinson e White (65), em 1930. Não nos deteremos aqui sobre as questões de patogenia da conhecida síndrome de bloqueio de ramo com *PR* curto. Queremos, entretanto, fazer referência a um trabalho de Wilson, Rosenbaum, Hecht e Johnston (42), porque nêle é mencionada a possível utilização das unipolares das extremidades no esclarecimento de alguns pontos da patogenia da síndrome. Os autores pensam que há grande probabilidade dessa curiosa anomalia eletrocardiográfica ser devida à uma condução aurículo-ventricular anormal, através de um ou mais feixes aberrantes do tipo do que descreveu Kent. No esclarecimento do caminho seguido pela onda de ativação, as unipolares das extremidades prestariam também sua

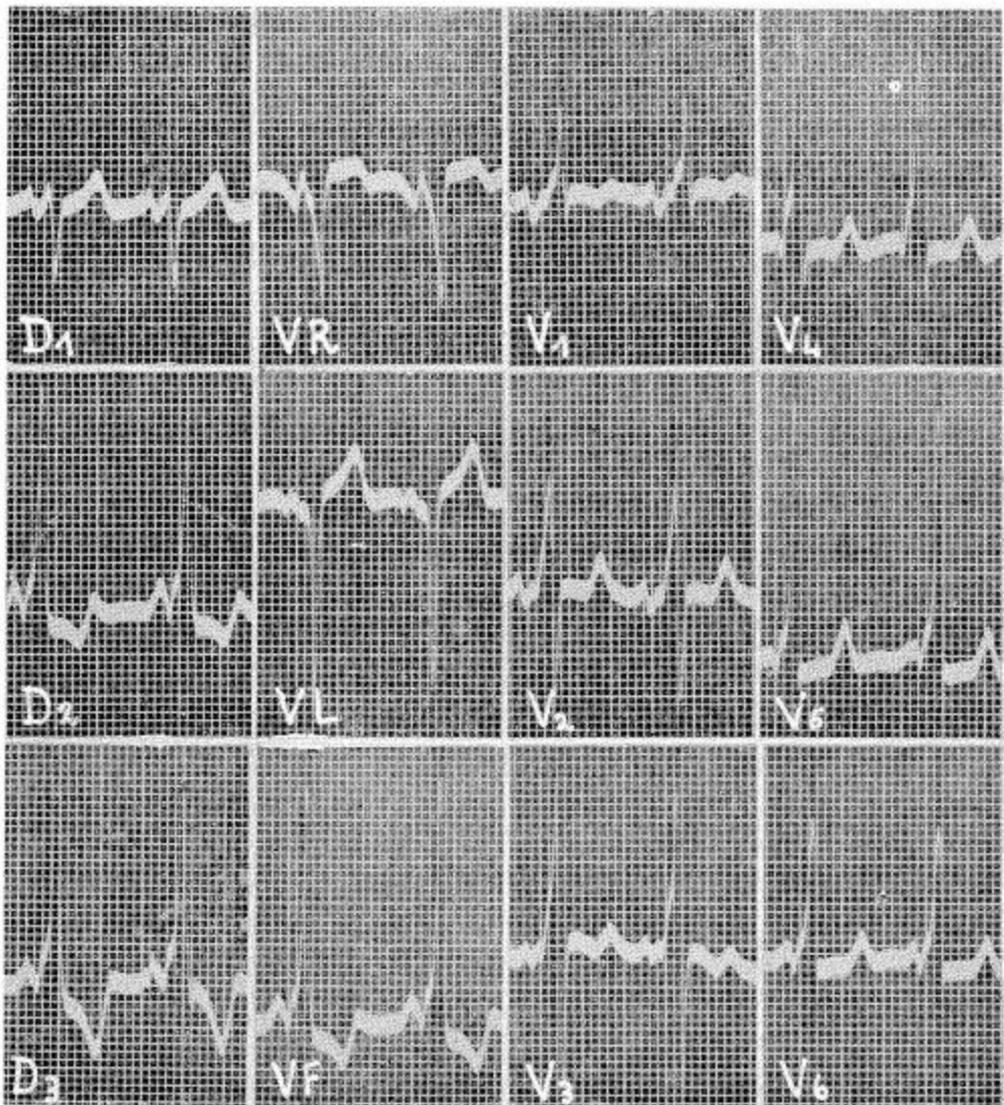


Fig. 46

colaboração, embora, como é óbvio, o papel principal deva caber às derivações precordiais e esofágicas.

A fig. 46 mostra um traçado deste tipo. Trata-se de um homem de 21 anos, portador de estenose mitral reumatisal. A capacidade funcional é muito boa, a ponto de o paciente ter um lugar efetivo em um quadro de foot-ball no interior do Estado. Conta uma história de palpitações, mas nada que possa ser considerado uma crise de taquicardia paroxística. O paciente freqüenta o Ambulatório de Cardiologia dirigido pelo Dr. Mario Salis e nos foi cedido por ele e pelo Dr. Manuel Gonzalez com a finalidade de obtenção do presente traçado. A curva eletrocardiográfica é complexa. Ao lado do encurtamento do tempo de condução aurículo-ventricular, percebe-se o alargamento do tempo de condução intraventricular para 0,12 seg.. O traçado das derivações standard, no que se refere apenas ao complexo ventricular, poderia ser interpretado como uma curva de hipertrofia ventricular direita pronunciada. As precordiais mostram, em V_1 , um R cujo ápice chega 0,06 seg. depois do início do QRS ; o ramo ascendente de R está fortemente manchado. Caminhando para a esquerda, não há porém normalização do aspecto da curva, chegando o ápice de R em V_6 0,09 seg. depois do início do QRS . VR mostra um aspecto semelhante ao observado nas hipertrofias ventriculares esquerdas e bloqueios de ramo esquerdo, com um QS profundo seguido de um ST opoente e T muito pequeno, negativo. VL apresenta um QS muito profundo com ST e T opoentes. VF mostra um R muito amplo com ST desnivelado para baixo e T difásico, PR curto + bloqueio incompleto de ramo esquerdo + hipertrofia ventricular direita? Síndrome de Wolff, Parkinsen e White enxertada, portanto, num traçado de sobrecarga ventricular direita? O caso, como se vê, necessitaria um estudo mais aprofundado, que o tempo e a circunstância de não ser um paciente nosso não permitiram fôsse feito. Posição eletrocardiográfica vertical.

As figs. 47 e 48 referem-se a um jovem estudante de medicina, sem lesão oro-valvular, cujo traçado de repouso pode ser visto na primeira dessas figuras. Vê-se o bloqueio de ramo esquerdo, do tipo concordante, com PR curto, e extrassístoles ventriculares. VR mostra o aspecto, já conhecido, dos bloqueios de ramo esquerdo, mais as extrassístoles, cuja morfologia geral assemelha-se bastante ao batimento normal. VL apresenta um pequeno Q , seguido de um R alargado e com seu ramo ascendente fortemente manchado; ST desnivelado para baixo e T difásico. O complexo extrassistólico tem forma oposta. Em VF , R tem um ramo ascendente de duração aumentada e manchado junto ao ápice. T positivo. O complexo extrassistólico é bastante diferente, sem ser oposto ao complexo normal.

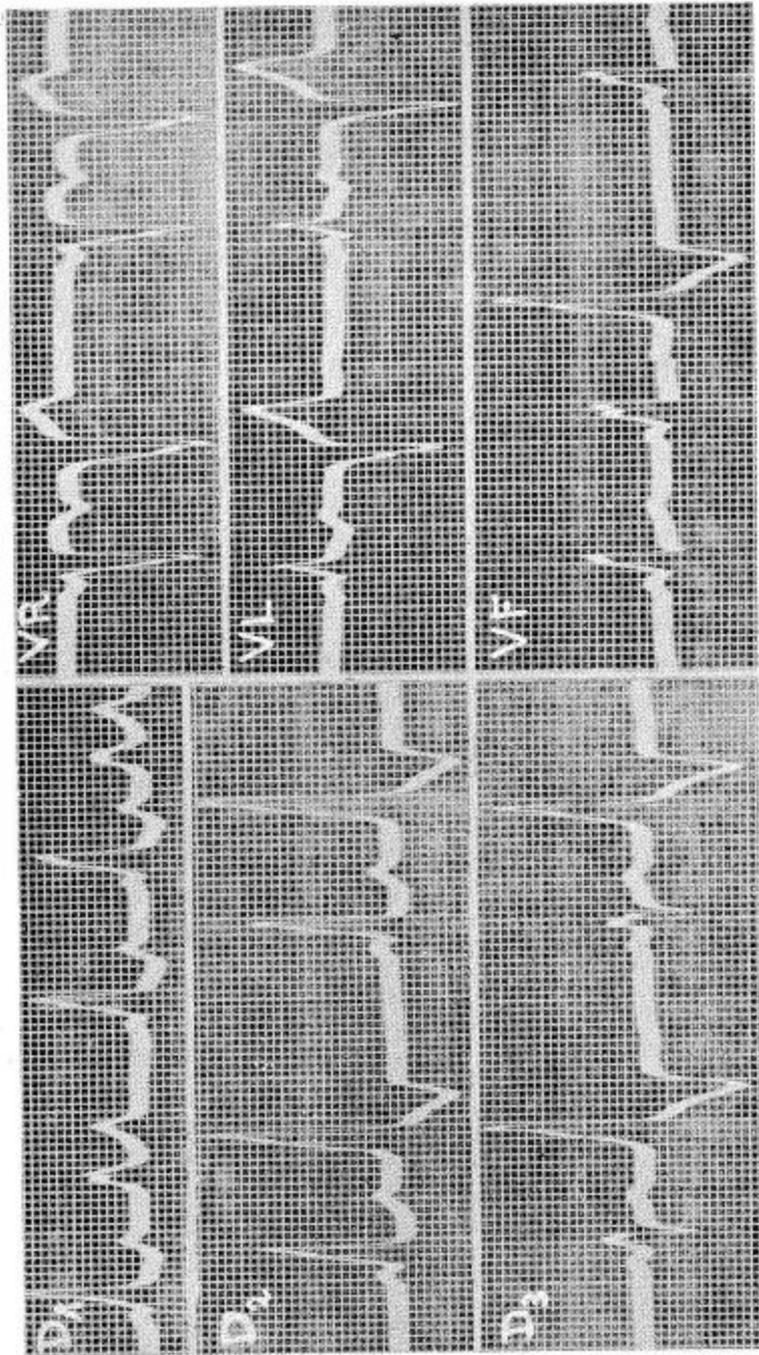


Fig. 47

A fig. 48 é um traçado do mesmo paciente, numa crise de taquicardia paroxística supraventricular, provocada pelo esforço e acompanhada de normalização do tempo de condução aurículo-ventricular. A onda *P* não é perceptível em *VR*; mas pode ser notada, no ramo ascendente de *T*, em *VL* e *VF*.

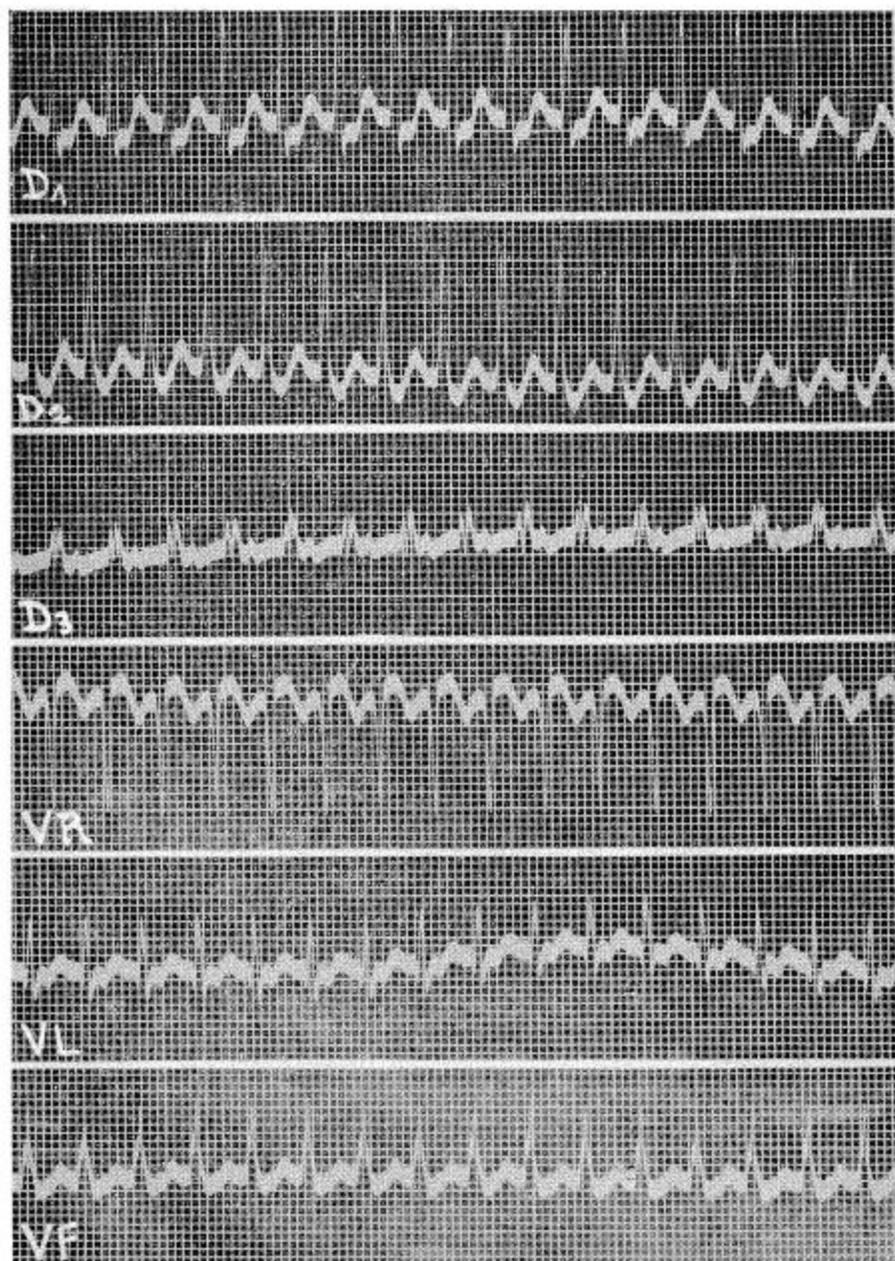


Fig. 48

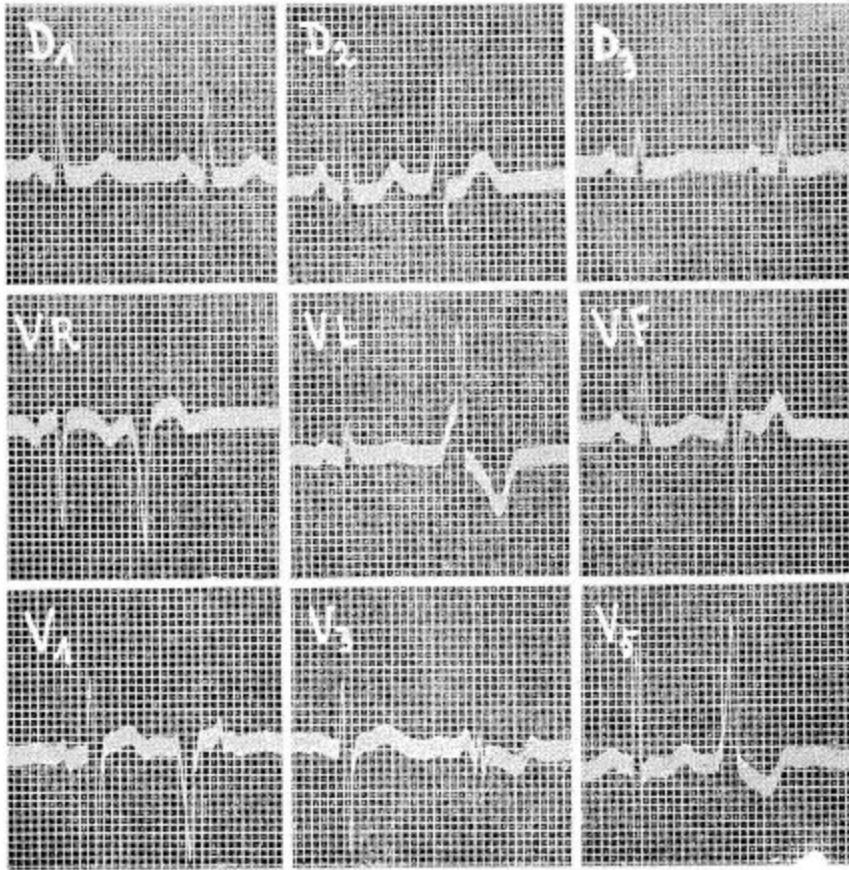


Fig. 49

No tocante aos outros tipos de arritmia, como é facilmente compreensível, as derivações das extremidades, sejam elas unipolares ou bipolares, darão informações da mesma valia. Talvez devêssemos abrir uma exceção para o caso das extrasístoles ventriculares, aproximando-as da questão dos bloqueios. É assunto bastante controvertido, o da localização do foco de origem das extrasístoles ventriculares e não nos parece oportuno trazer para este trabalho a discussão existente a respeito. Apesar disso e para que se tenha uma idéia da morfologia das extrasístoles ventriculares nas derivações unipolares das extremidades, inserimos alguns tipos de complexos extrasistólicos, que podem ser vistos nas figuras 49 a 52.

Goldberger afirma (21) que as derivações unipolares das extremidades prestam-se muito bem para avaliar a marcha do impulso através da aurícula.

já que, como se sabe, existe pronunciado paralelismo entre o eixo anatômico e o eixo elétrico auricular. Exemplifica com um caso de flutter auricular.

Na fig. 53, temos o traçado de um homem de 64 anos, moderadamente hipertenso, com sintomatologia clínica de esclerose coronária e fibrilação auricular permanente. O traçado das unipolares das extremidades não revela qualquer elemento que nos permita avaliar a marcha do impulso através da aurícula.

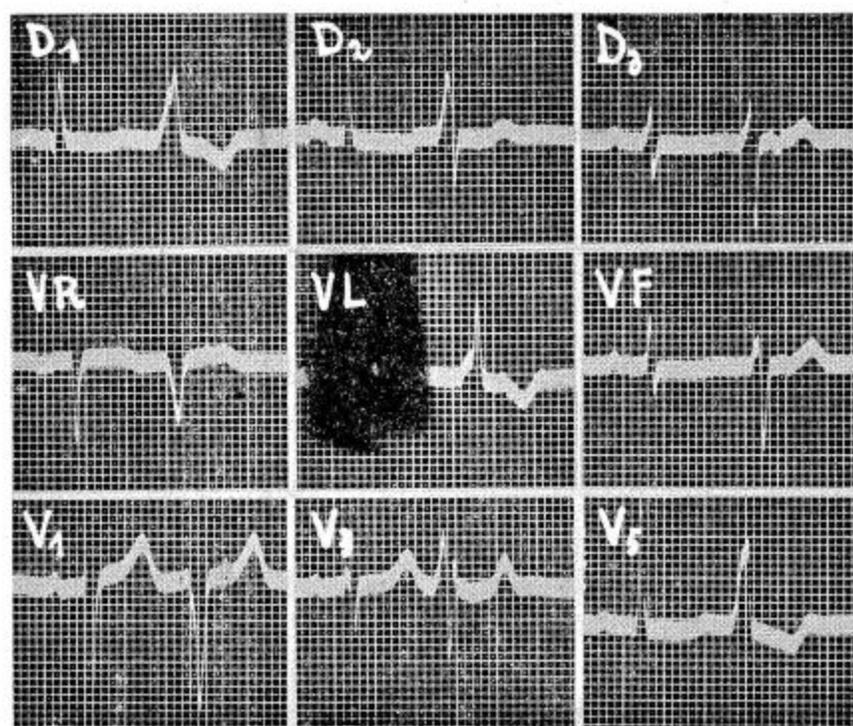


Fig. 50

Coisa diferente sucede no traçado da fig. 55, pertencente a uma paciente de 46 anos, portadora de uma estenose mitral reumatisal. O traçado normal da paciente pode ser visto na figura 54. O da fig. 55 corresponde a um surto paroxístico de fibrilo-flutter auricular. É possível verificar, em *VL*, que a variação do potencial auricular desenha uma curva de tipo senoidal, correspondente ao percurso de 360° que se admite seja feito pela onda de ativação auricular nestes casos.

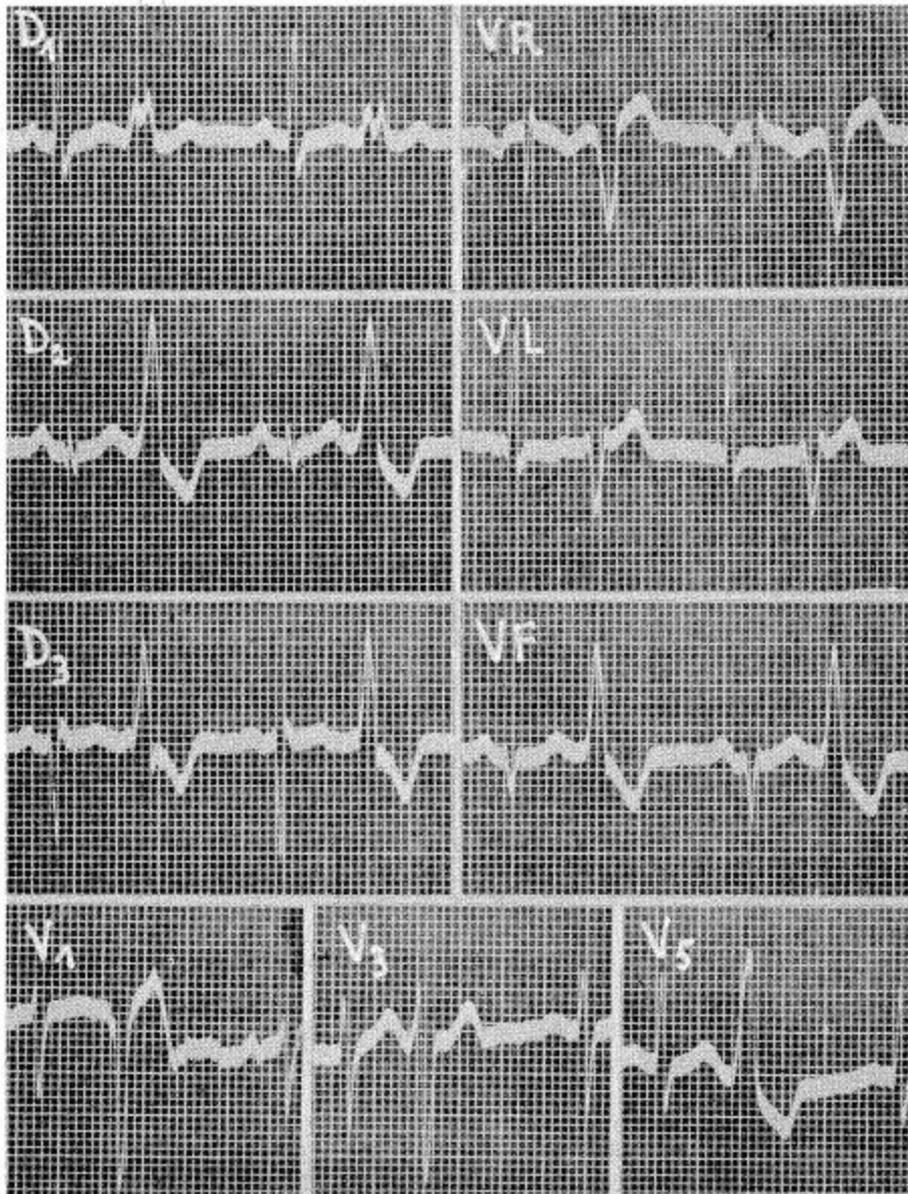


Fig. 51

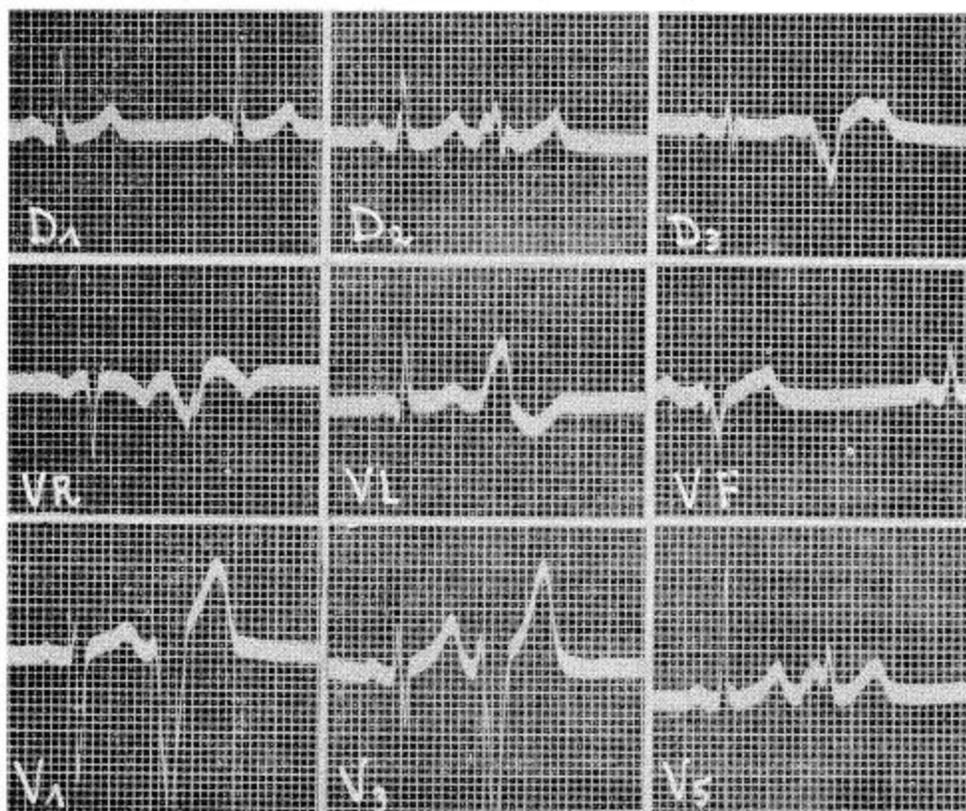


Fig. 52

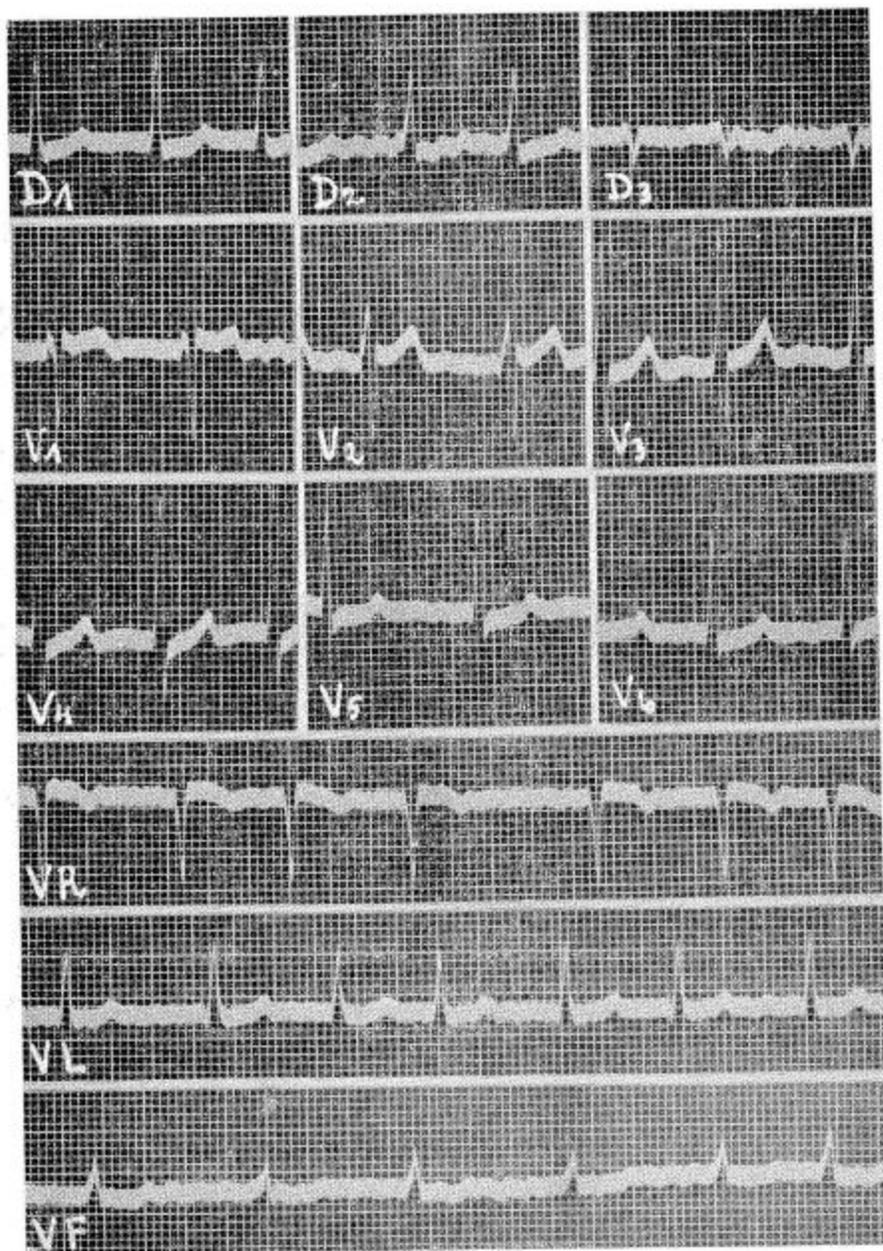


Fig. 53

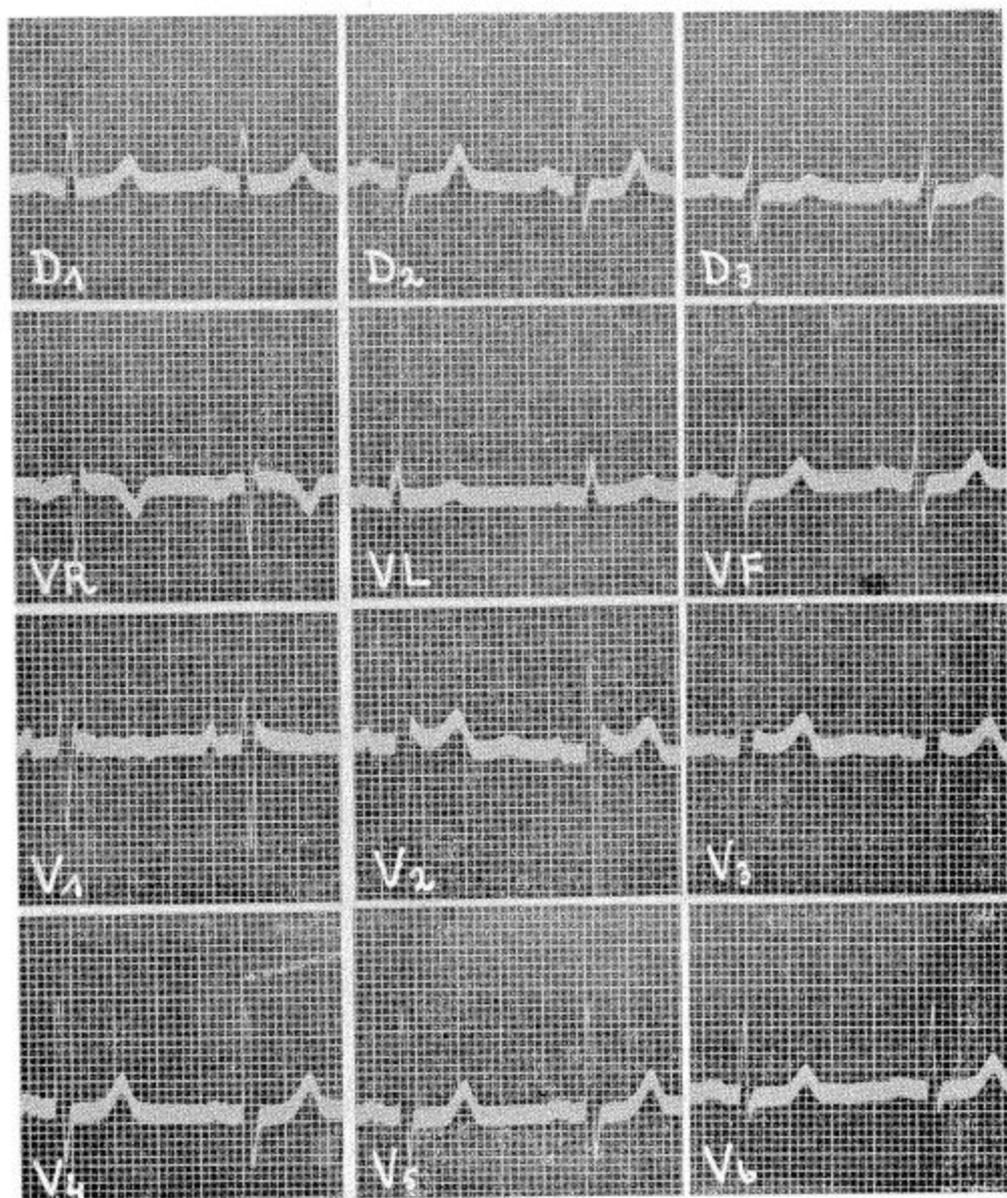


Fig. 54

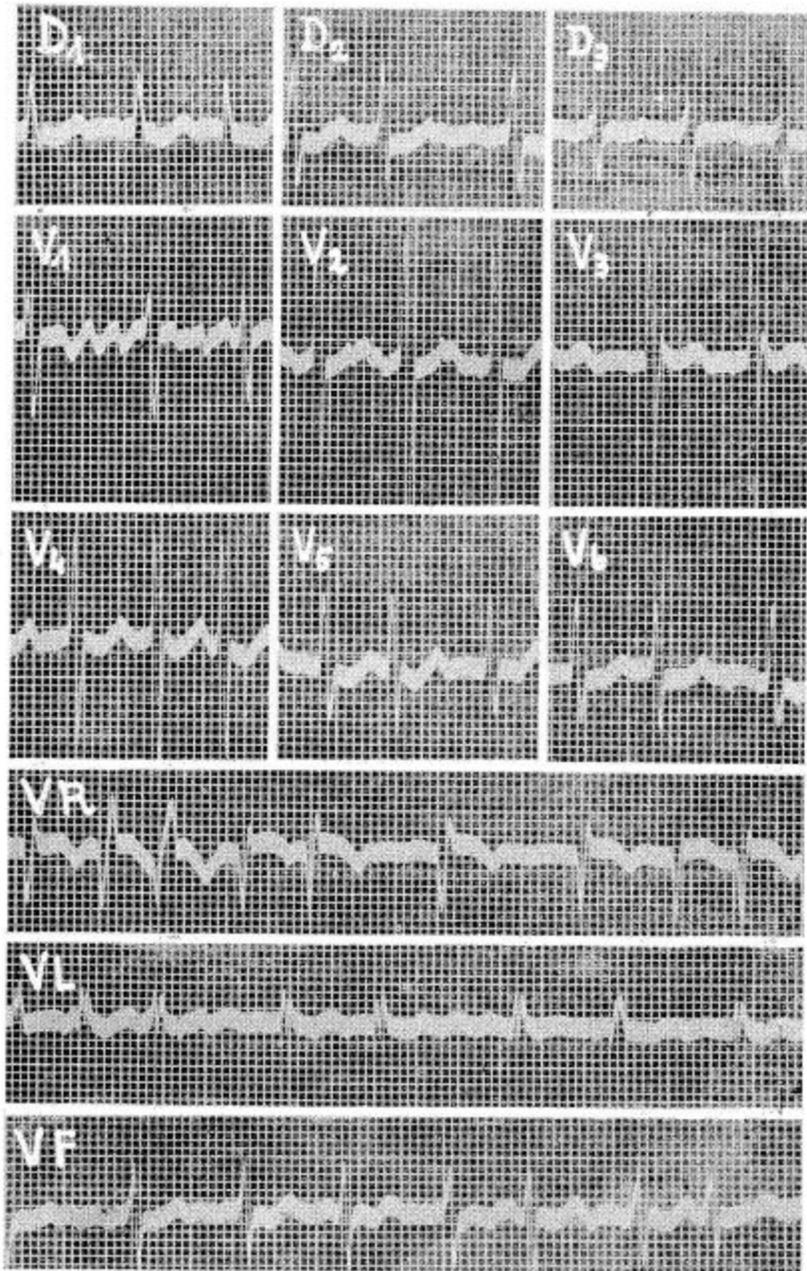


Fig. 55

XI

Derivações unipolares das extremidades e
enfarte do miocárdio.

Casuística.

As alterações eletrocardiográficas produzidas pelo enfarte de uma zona miocárdica poderão ser melhor compreendidas se tivermos em mente algumas idéias gerais sobre a evolução das lesões na região enfartada e sobre a gênese dos acidentes do eletrocardiograma.

A oclusão de um ramo arterial coronário acarreta a necrose de uma parte mais ou menos considerável do território muscular por êle irrigado. A zona necrosada, morta, deixa de ser sede de variações de potencial e comporta-se apenas passivamente, transmitindo variações de potencial das regiões vizinhas. Se o foco de necrose é suficientemente extenso para ocupar tôda a espessura da parede ventricular, o potencial negativo da cavidade do ventrículo transmite-se através da região morta e vai dar, nos eletródios situados em face dessa região, uma variação negativa, precoce, traduzida no traçado sob forma de onda *Q*.

O aparecimento dessa onda *Q* está condicionado pelo tempo, mais ou menos rápido, necessário para que a zona não irrigada se inative de todo. Até que isto suceda, na região central do enfarte, e mesmo depois, nas regiões adjacentes, outros fenômenos ocorrem. Variações de potencial na zona limítrofe entre os tecidos sãos e os atingidos condicionam alterações do segmento *ST* (a chamada *onda monofásica de Pardee*). Além disso, há zonas de transição em que o processo de repolarização, embora chegue a completar-se, fica retardado em relação ao normal, o que condiciona alterações da onda *T*.

Bayley, em uma série de esplêndidos trabalhos (8, 9, 10 e 11), aprofunda os nossos conhecimentos sobre o assunto, criando alguns novos conceitos sobre as alterações eletrocardiográficas no enfarte recente. Para êle, haveria uma transição gradativa entre o músculo íntegro e a zona necrosada. Logo após o tecido são, teríamos uma primeira zona, a que chama *zona isquêmica*, na qual o processo de repolarização se processa com algum atraso, acarretando modificações de onda *T*. Adiante, teríamos a *zona lesada*, causa dos deslocamentos de *ST*. Finalmente, viria a zona propriamente necrosada ou morta.

Wilson e colaboradores, em numerosos trabalhos, estudaram exaustivamente as alterações eletrocardiográficas obtidas com derivações unipolares nos casos de enfarte do miocárdio, descrevendo várias localizações eletrocardiográficas dos enfartes ventriculares. Sua nomenclatura traz maior precisão ao diagnóstico topográfico, mas, como joga principalmente com as derivações precordiais e um pouco com as esofágicas, deixaremos de utilizá-las aqui.

Consideraremos, portanto, como geralmente se faz, o enfarte tipo anterior, abrangendo a parede anterior do ventrículo esquerdo, a porção adjacente do septo inter-ventricular e a ponta do coração, e o enfarte tipo posterior, que compreende a parede posterior do mesmo ventrículo e a zona do septo que lhe fica vizinha.

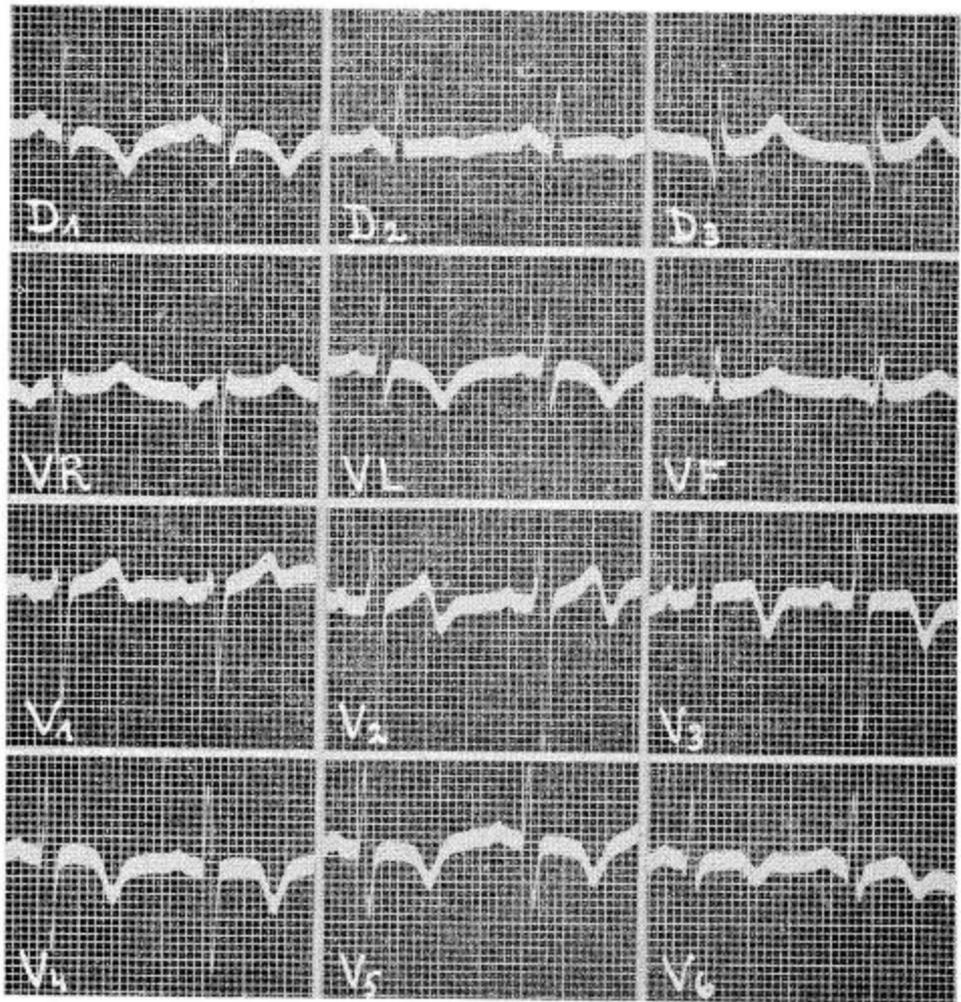


Fig. 56

No caso da fig. 56, trata-se de um extenso enfarte de parede anterior, em um homem de 55 anos de idade. O traçado foi tomado durante a semana que sucedeu ao enfarte, cuja data precisa não foi possível estabelecer. *VR* mostra um *QRS* normal, pequeno desnível positivo de *ST* e onda *T* positiva. Em *VL*, vemos um *QRS* do tipo *RS*, *ST* desnivelado e concavo para baixo e *T* negativo, de tipo coronário. *VF* é normal.

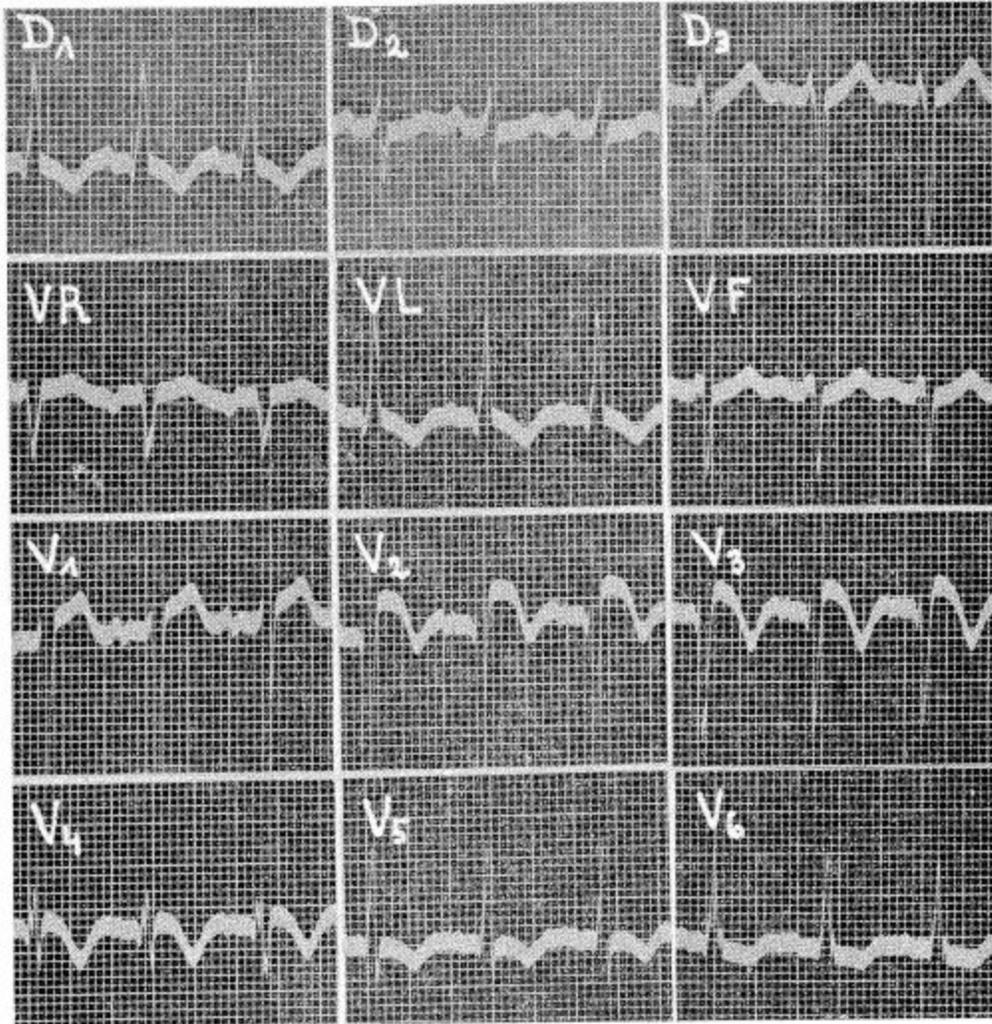


Fig. 57

A fig. 57 corresponde a um homem de 61 anos. O traçado, tirado 36 horas após a crise dolorosa, revela um extenso enfarte de parede anterior. *VR* mostra um *QRS* do tipo *RS*, um pouco manchado no ramo ascendente do *S*; *ST* ligeiramente desnivelado para cima e *T* positivo. Em *VL*, nota-se uma pequena onda *Q*, seguida de um *R* amplo; a junção *RS-T* é isocelétrica

e *T* é negativo. *VF* mostra um *R* pequenino e espesso, seguido por um *S* profundo; *ST* está ligeiramente deprimido e *T* é positivo.

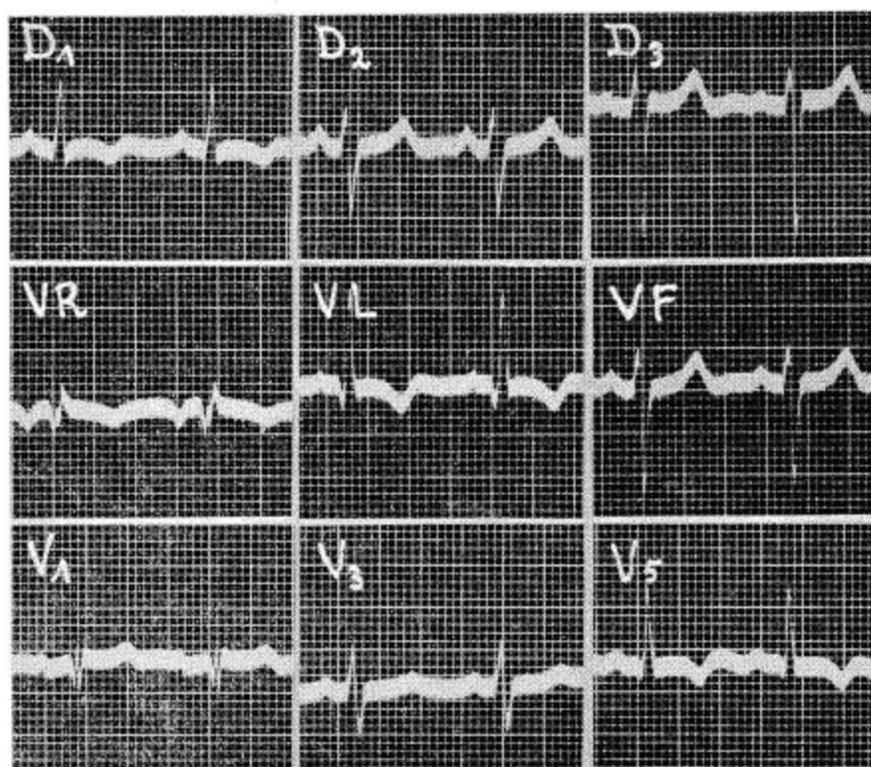


Fig. 58

A fig 58 mostra o eletrocardiograma de um homem de 61 anos, acometido de oclusão coronária quatro dias antes da obtenção do traçado.

Trata-se de um enfarte de parede anterior, ou enfarte ântero-lateral na classificação de Wilson. *VR* mostra um *Q* pequeno e manchado, ao qual se segue um *R* também pequeno; *ST* é isoeletrico e se continua por um *T* negativo. Em *VL*, notamos um pequeno *Q*, seguido de um *R* amplo; *ST* está ligeiramente deprimido e côncavo para baixo e continua-se por um *T* negativo. *VF* é do tipo *RS*, com *ST* normal e *T* positivo.

A fig. 59 corresponde a um paciente de 48 anos, cuja oclusão coronária datava de um mês antes. São bem pronunciadas as alterações de um enfarte de parede anterior. *VR* apresenta-se com aspecto praticamente normal. *VL* mostra um *QRS* do tipo vibratório, *ST* desnivelado e côncavo para baixo e *T* negativo. *VF* mostra um *Q* de 1,5 mm, ligeiro desnivelamento de *ST* para cima e *T* positivo.

Na fig. 60, temos o traçado de um paciente de 52 anos, com um enfarte de parede anterior que datava de 20 dias. *VR* mostra um *Q* dominante, ao

qual se segue um *R* de 3 mm de amplitude; *ST* está desnivelado para baixo e vem terminar numa onda *T* isoclétrica. *VL* mostra um *R* amplo, precedido de um *Q* apenas esboçado; *ST* é normal e *T* é negativo. Em *VF*, um pequenino *R* precede um *S* alargado, manchado e profundo; *ST* é normal e *T* é positivo.

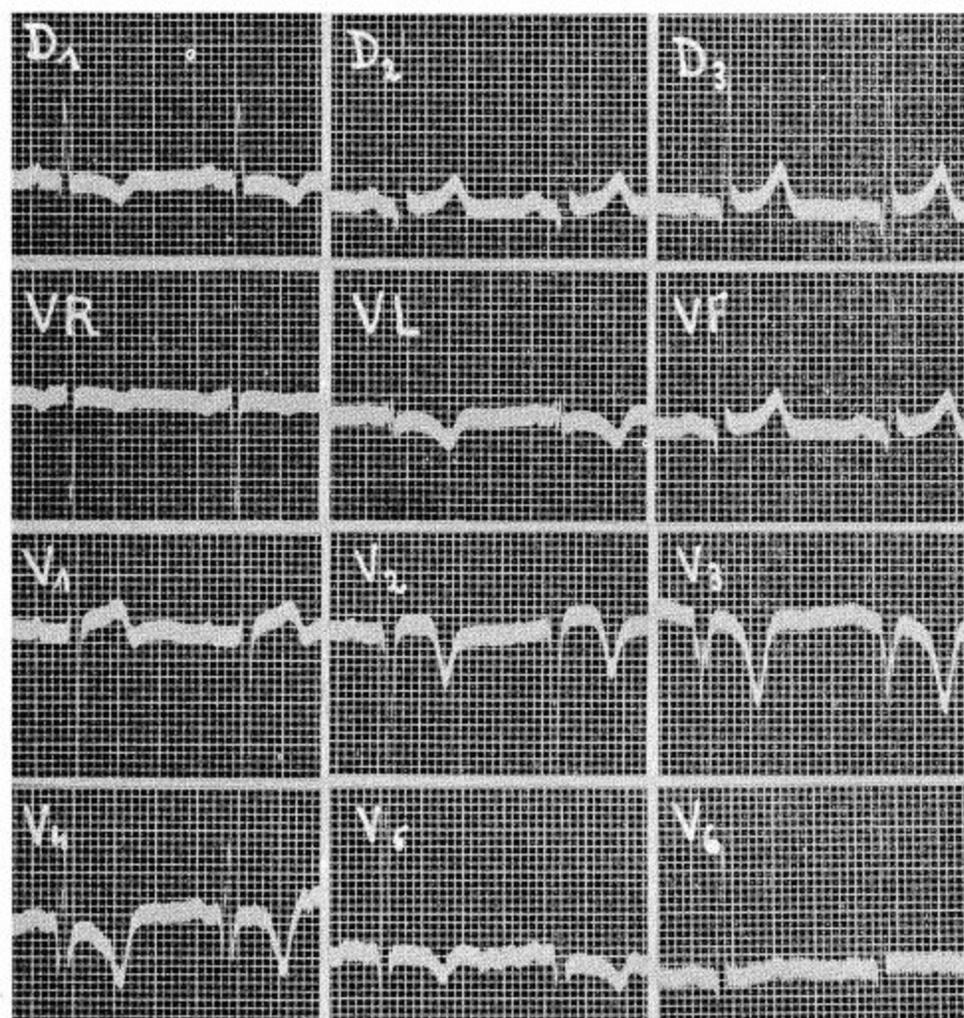


Fig. 59

A fig. 61 é de um caso de enfarte miocárdico que datava de 38 horas, em uma senhora de 44 anos. As derivações standard sugerem um enfarte de parede posterior; nas derivações precordiais, existe negatividade de *T* em tôdas, sem alterações do QRS. Trata-se de um caso semelhante ao descrito por Wilson (61), para o qual poderia caber a interpretação de um enfarte antigo e outro recente ou a de um enfarte apical em um coração em posição

vertical. *VR* mostra um *QRS* normal, ligeiro desnivelamento de *ST* para cima e *T* negativo. *VL* é normal, com *T* negativo. *VF* mostra um *Q* de tamanho quase igual ao de *R* e um *T* negativo.

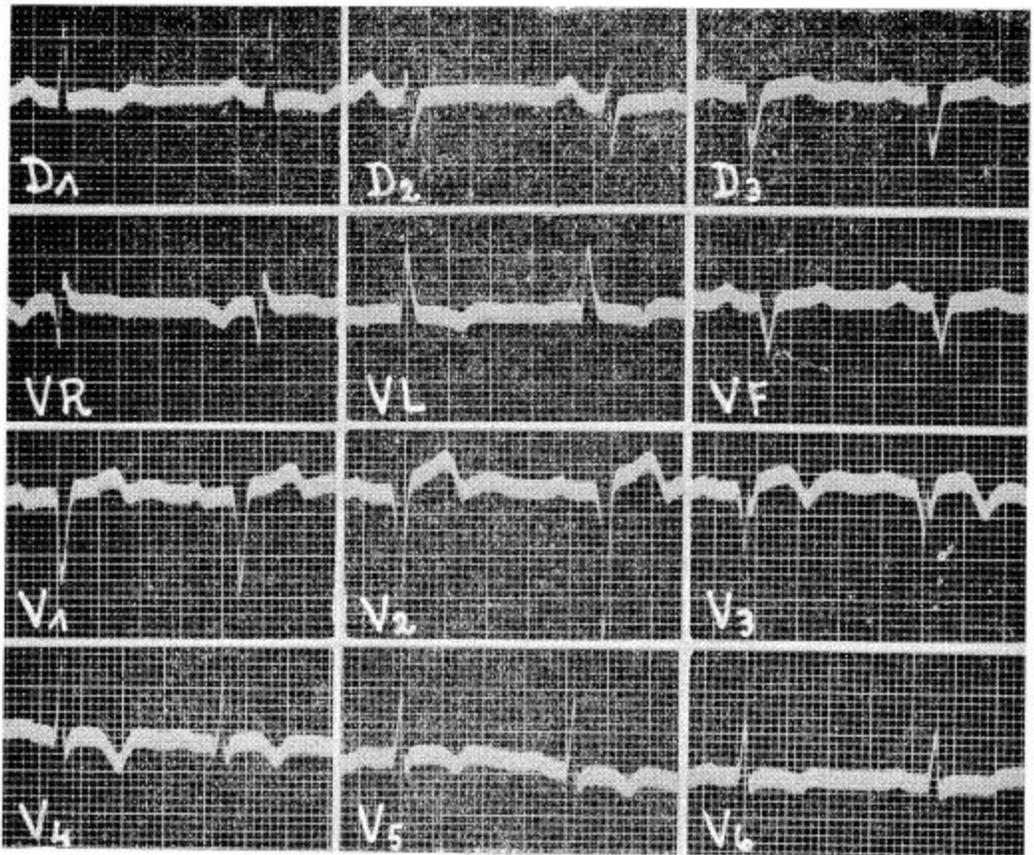


Fig. 60

O paciente da fig. 62 apresentara um quadro clínico de enfarte de miocárdio três meses e dois dias antes da obtenção do traçado. Trata-se de um caso de enfarte localizado na parede posterior. *VR* é praticamente normal. *VL* exhibe um *R* amplo; *ST* é normal e *T* é positivo. *VF* apresenta um *Q* profundo e um *T* negativo. A inspiração profunda modifica a correlação de amplitudes nesta última derivação, diminuindo os acidentes negativos e aumentando os positivos; no entanto, o aspecto de combinação *Q-T* do traçado mantém-se. A significação desta onda *Q* profunda em *D₃* e suas relações com as unipolares das extremidades deram origem a um interessante trabalho de Myers e Oren (39).

Nosso último traçado, representado na fig. 63, pertence a um paciente acometido de surtos repetidos de dor precordial, o primeiro dos quais datava

de 5 meses antes. Naquela ocasião, um traçado feito por nós revelava um enfarte de parede anterior. Enviado pelo médico assistente para revisão, verificamos nêle a associação de elementos pertencentes ao enfarte de parede

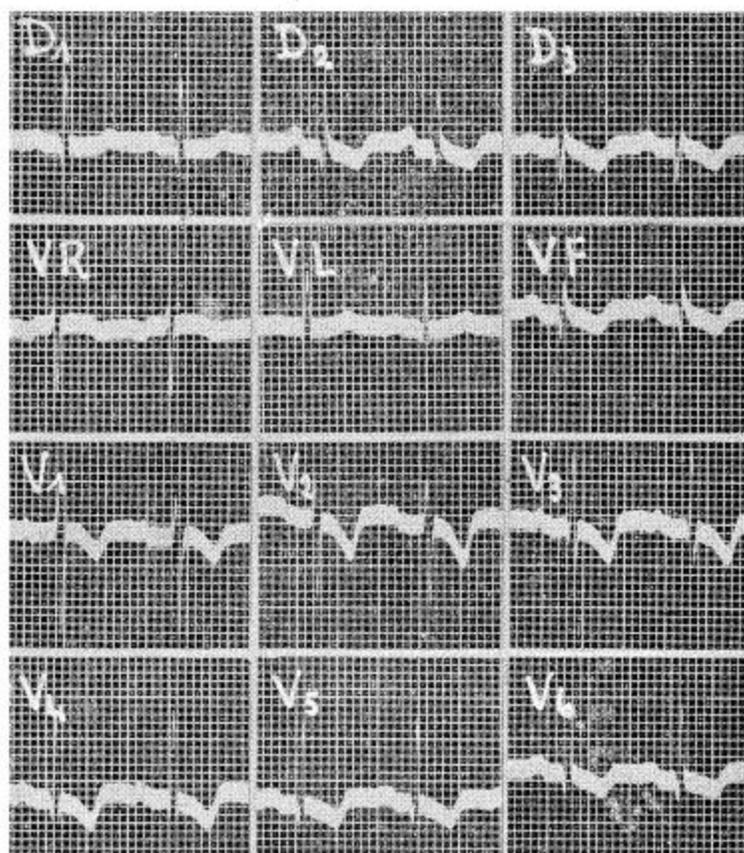


Fig. 61

anterior com sinais mais recentes, imputáveis a um enfarte de parede posterior. *VR* apresenta um *QRS* em *M*, sendo o segundo acidente positivo mais amplo do que o primeiro; *ST* é retilíneo e *T*, positivo. Em *VL*, vemos um *R* único, seguido de um *ST* retilíneo, ligeiramente deprimido para baixo e seguido de um *T* achatado, positivo. Em *VF*, o *QRS* é do tipo *W*, sendo *Q* menor do que *S*; *ST* é normal e *T* é negativo.

Como vimos na apreciação desses casos, é difícil traçar padrões que nos orientem com exatidão a respeito da localização do enfarte de acordo com as derivações unipolares das extremidades. Não significa isso uma desvantagem delas em relação às derivações clássicas, pois também essas apresentam, muitas vezes, traçados de interpretação difícil, sobretudo quando colocados em face das derivações precordiais ou esofágicas. Isso se deve

a que as alterações motivadas pelo enfarte, por serem circunscritas a porções mais ou menos limitadas do miocárdio, podem ser melhor estudadas por um eletródio explorador que se desloque em vários sentidos, nas proximidades da região doente. As derivações unipolares dos membros "olham" o enfarte de longe; é natural que não distingam certas minúcias com tanta

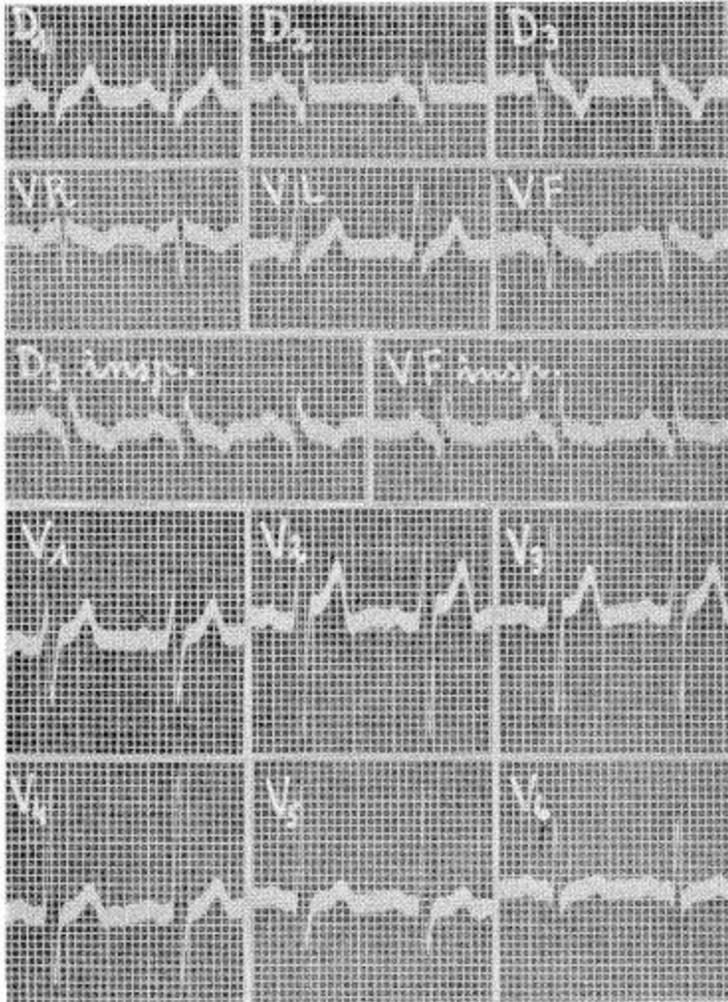


Fig. 62

precisão como aquelas que contemplam o espetáculo da primeira fila. A posição do coração intervém, nas unipolares das extremidades, de maneira importante, fazendo com que o aspecto das curvas apareça muito desigual, segundo os casos. Quem confrontar as descrições de Wilson (61), Goldberger (21), Sodi (45) e, na literatura nacional, Pondé (41) e Cotrim (13),

com os traçados que apresentamos e umas com as outras, verá que não existe uniformidade, ainda, sobre que se deva considerar como característico de enfarte anterior e de enfarte posterior nas derivações unipolares das extremidades. Sem esmiuçarmos os caracteres de cada acidente, diríamos por nossa

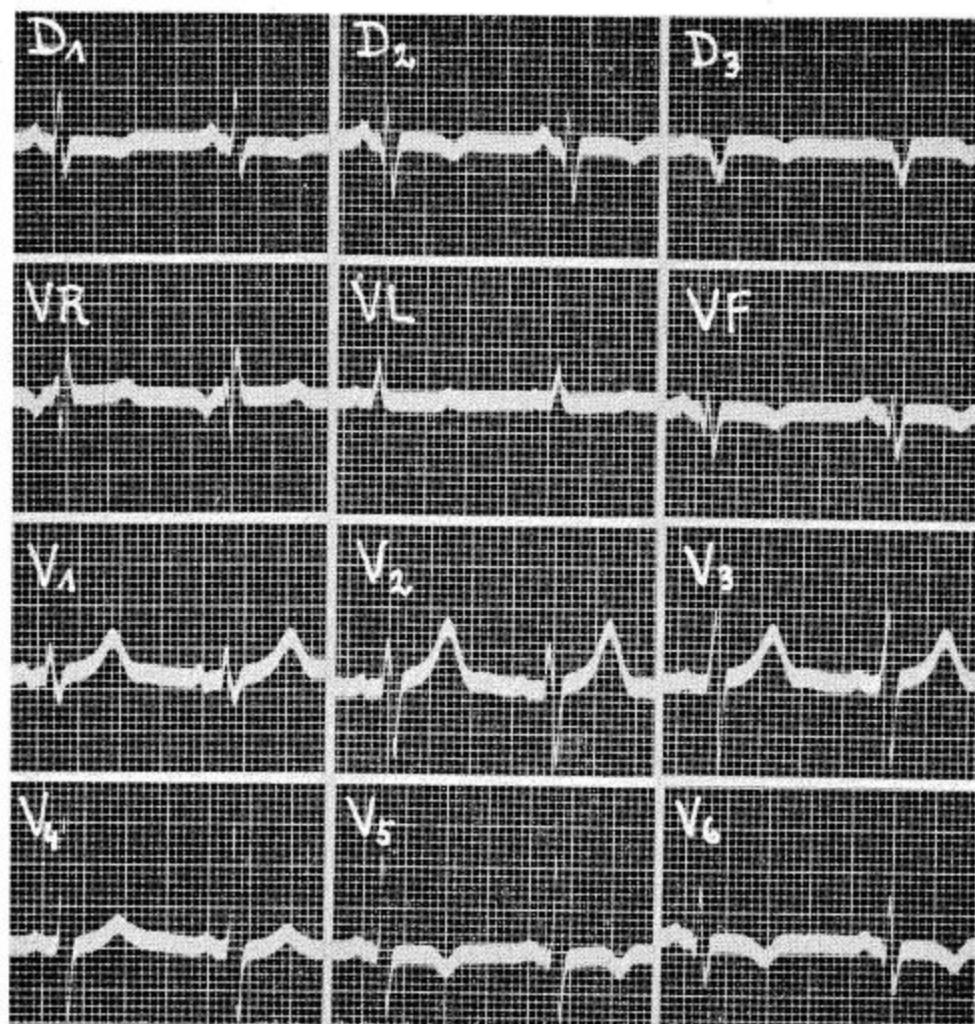


Fig. 63

vez, que as alterações significativas de enfarte (onda *Q*, modificações de *ST* e da onda *T*) devem ser sobretudo procuradas em *VL*, nos casos de enfarte anterior, e em *VF*, nos casos de enfarte posterior.

XII

Considerações finais.

Chegados ao termo do nosso trabalho, parece-nos que é tempo de sintetizar em uns poucos conceitos os elementos essenciais do que foi exposto.

Vimos como o exame do problema das derivações uni ou bipolares mostrava, pelo menos em teoria, a superioridade das primeiras.

Compreendendo que essa superioridade teórica podia ser anulada ou, pelo menos, muito diminuída, pelas dificuldades de ordem prática para obter derivações unipolares dos membros, estudámos os processos pelos quais se pretende que sejam obtidas.

Começámos fazendo a análise do esquema triangular de Einthoven, à luz dos trabalhos fundamentais referentes ao mesmo. Dessa análise concluímos que certas objeções feitas à hipótese do triângulo equilátero têm peso suficiente para que não possamos aceitá-la como integralmente válida, mas sim como uma boa e útil aproximação da realidade.

Passando ao estudo do terminal central de Wilson, chegámos à conclusão que, para propósitos clínicos, na frase de seu criador, êle se apresenta como elemento de grande valia. Para fins de investigação, não sendo perfeito, é entretanto o melhor eletródio indiferente de que dispomos.

Revisando as idéias de Goldberger, concordámos plenamente com sua técnica de obtenção de derivações unipolares das extremidades. Quanto ao terminal central dêsse autor, julgamos ter apresentado dados experimentais que demonstram ser êle sede de variações de potencial apreciáveis, o que o torna menos fiel que o terminal de Wilson. Por êsse motivo, afirmámos ser o seu uso desaconselhavel em trabalhos de pesquisa; sua utilização em clínica estaria mais justificada, dada a pequenez da causa de êrro existente, embora, mesmo aqui, o terminal de Wilson mereça a nossa predileção.

Ao comparar entre si os dois terminais, verificámos que a posição proximal ou distal em que estivessem colocados, um em relação ao outro, tinha influência decisiva na amplitude das variações de potencial registadas; trata-se de um fato novo, para o qual não temos, de momento, explicação plausível.

Convencidos da utilidade de um comutador que simplifique a tomada das diferentes derivações e em face da insuficiência dos modelos existentes, apresentamos um aparelho de nossa invenção, para preencher a finalidade indicada.

Sem pretendermos ser juiz em causa própria, julgamo-nos autorizado a afirmar que esse aparelho satisfaz plenamente às necessidades práticas para as quais foi criado, contribuindo, assim, para a maior difusão das derivações unipolares das extremidades, seu objetivo principal.

Munidos da fundamentação teórica e das possibilidades práticas que tornam viável a obtenção de derivações unipolares das extremidades, começamos por fixar-lhes, de acordo com a lição dos mestres no assunto, as características normais.

Passámos daí à apreciação de algumas variantes da normalidade e das principais condições mórbidas nas quais poderia o uso destas derivações ser indicado.

Abordámos, de início, as variações devidas às mudanças de posição e aos movimentos respiratórios. Apresentámos, aí, o estudo de um pequeno número de casos, do qual se deprende não ser muito estreita a relação entre o tipo constitucional e as variações respiratórias. Outra conclusão sobre o mesmo assunto, considerada não probante pelo pequeno número de casos, é de que os movimentos respiratórios repercutam mais ou menos com a mesma intensidade nos potenciais dos três membros, ficando D_2 quase sempre inalterada em virtude das variações de VR contrabalançarem as de VF .

Estudando, a seguir, o problema do eixo elétrico e de sua determinação, criticámos um dos métodos existentes, retificando-o no que se refere ao cálculo da magnitude desse vetor.

Finalmente, apresentámos conceitos gerais e casuística própria sobre hipertrofia ventricular, bloqueios de ramo, ritmos circulares, extrassístoles e enfarte de miocárdio, e, sempre que foi possível e oportuno, fixámos nossa posição com respeito a esses problemas, considerando em cada situação o papel desempenhado pelas derivações em estudo.

Sendo pouco, foi o possível.

Bibliografía.

- 1 — *Arrighi, F. D.* — El Eje Eléctrico del Corazón en el Espacio — El Ateneo, Buenos Aires, 1938.
- 2 — *Ashman, R. and Byer, E.* — The Normal Human Ventricular Gradient. I — Factors Which Affect Its Direction and Its Relation to the Mean QRS Axis. — *Am. Heart J.*, 25:16, 1943.
- 3 — *Ashman, R. and Byer, E.* — The Normal Human Ventricular Gradient. II — Factors Which Affect Its Manifest Area and Its Relationship to the Manifest Area of the QRS Complex. — *Am. Heart J.*, 25:36, 1943.
- 4 — *Ashman, R., Gardberg, M. and Byer, E.* — The Normal Human Ventricular Gradient. III — The Relations Between the Anatomic and Electrical Axes — *Am. Heart J.*, 26:473, 1943.
- 5 — *Ashman, R.* — The Normal Human Ventricular Gradient. IV — The Relationship Between the Magnitudes, Δ QRS and \hat{G} , and Deviations of the RS-T Segment — *Am. Heart J.*, 26:495, 1943.
- 6 — *Ashman, R., Ferguson, F. P., Gremillion, A. I. and Byer, E.* — The Normal Human Ventricular Gradient. V — The Relationship Between Δ QRS and G , and the Potential Variations of the Body Surface — *Am. Heart J.*, 29:697, 1945.
- 7 — *Barnes, A. R.* — *Electrocardiographic Patterns* — Charles C. Thomas, Springfield, Baltimore, 1940.
- 8 — *Bayley, H. R.* — *Fundamental Relations of the Instantaneous Electrical Axis of Cardiac Accession* — Reprinted from *Medical Times*, 1930.

- 9 — *Bayley, H. R.*, — The Potential Produced by the Cardiac Muscle. A General and a Particular Solution — Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine, 17:699, 1939.
- 10 — *Bayley, H. R.*, — On Certain Applications of Modern Electrocardiographic Theory to the Interpretation of Electrocardiograms Which Indicate Myocardial Disease — Am. Heart J., 26:769, 1943.
- 11 — *Bayley, H. R., La Due, J. S., and York, D. J.*, — Further Observations on the Ischemia-Injury Pattern Produced in the Dog by Temporary Occlusion of a Coronary Artery — Am. Heart J., 27:657, 1944.
- 12 — *Carral, R.* — Estudio crítico de las derivaciones unipolares — Arch. Instituto de Cardiología, México, 15:161, 1945.
- 13 — *Cotrim, N. de S.* — Complexo ventricular nas derivações precordiais múltiplas — Livraria Ateneu, Rio de Janeiro, 1944.
- 14 — *Craib, W. B.* (*Apendix by Canfield, R.*) — A Study of the Electrical Field Surrounding Active Heart Muscle — Heart, 14:71, 1927-28.
- 15 — *Décourt, Luiz V.* — O Eixo Elétrico Cardíaco. Métodos para sua determinação e limites da normalidade — Cia Melhoramentos de São Paulo, São Paulo (s/data).
- 16 — *Eckey, P., und Fröhlich, P.* — Zur Frage der unipolaren Ableitung des Elektrokardiogramms — Arch. f. Kreislauf., 2:349, 1938.
- 17 — *Ethridge, C. B., and Stolar, M. H.* — A Simple Switching Device to Facilitate the Recording of Electrocardiograms Embodying Multiple Types of Leads — Am. Heart J., 29:732, 1945.
- 18 — *Eyster, J. A. E., Maresh, F. and Krasno, M. K.* — The Nature of the Electrical Field Around the Heart — Am. J. of Physiol., 106:574, 1933.
- 19 — *Fahr e Weber* — cit. por Décourt (n.º 15 desta bibliografia).
- 20 — *Goldberger, E.* — A Simple, Indifferent, Electrocardiographic Electrode of Zero Potential and a Technique of Obtaining Augmented Unipolar Extremity Leads. — Am. Heart J., 23:483, 1942.
- 21 — *Goldberger, E.* — The aVI, aVr and aVf Leads. A Simplification of Standard Lead Electrocardiography — Am. Heart J., 24:378, 1942.
- 22 — *Goldberger, E.* — Studies on unipolar leads. IV. The Effects of Digitalis — Am. Heart J., 28:370, 1944.
- 23 — *Goldberger, E.* — An Interpretation of Axis Deviation and Ventricular Hypertrophy — Am. Heart J., 28:621, 1944.

- 24 — *Goldberger, E. and Schwartz, S. P.* — Electrocardiograms in Which the Main Deflection are Directed Downward in the Standard Leads — *Am. Heart J.*, 29:62, 1945.
- 25 — *Goldberger, E.* — The Validity of the Einthoven Triangle Hypothesis — *Am. Heart J.*, 29:369, 1945.
- 26 — *Goldberger, E.* — The Effects of Amyl Nitrite on the Downward T Wave of the Electrocardiogram. — *Am Heart J.*, 30:60, 1945
- 27 — *Goldberger, E.* — The Differentiation of Normal from Abnormal Q Waves — *Am. Heart J.*, 30:341, 1945.
- 28 — *Goldberger, E.* — The Basic Electrocardiographic Patterns in Bundle Branch Block — *J. Lab. and Clin. Med.*, 30:213, 1945.
- 29 — *Helm, J. D., Helm, G. H. and Wolfarth, M. D.* — The Distribution of Potential of Ventricular Origin Below the Diaphragm and in the Esophagus — *Am. Heart J.*, 27:755, 1944.
- 30 — *Johnston, F. D., Rosenbaum, F. F., and Wilson, F. N.* — The Ventricular Complex in Multiple Precordial Leads — *Modern Concepts of Cardiovascular Disease*, vol. 12, n.s 6 e 7, 1943.
- 31 — *Katz, L. N.* — *Electrocardiography* — Lea & Febiger, Philadelphia, 1941.
- 32 — *Katz, L. N.* — Concerning a New Concept of the Genesis of the Electrocardiogram — *Am. Heart J.*, 13:17, 1937.
- 33 — *Kaufman, M. D. and Johnston, F. D.* — The Electrical Conductivity of the Tissues Near the Heart and its Bearing on the Distribution of the Cardiac Action Currents — *Am. Heart J.*, 26:42, 1943.
- 34 — *Kountz, W. B., Prinzmetal, M., Pearson, E. F. and Koenig, K. F.* — The Effect of Position of the Heart on the Electrocardiogram. I — The Electrocardiogram in Revived Perfused Human Hearts in Normal Position — *Am. Heart J.*, 10:605, 1935.
- 35 — *Kountz, W. B., Prinzmetal, M. and Smith, J. R.* — The Effect of Position of the Heart on the Electrocardiogram. II — Observations upon the Electrocardiogram Obtained from a Dog's Heart Placed in the Human Pericardial Cavity — *Am. Heart J.*, 10:614, 1935.
- 36 — *Lyle, A. M.*, — Further Observations on the Deep Q₃ of the Electrocardiogram — *Am. Heart J.*, 28:199, 1944.
- 11 — R. M. G. M.

- 37 — *Maciel, Rubens M. G.* — O Diagnóstico Electrocardiográfico da Hipertrofia Ventricular — Tese de concurso para a docência-livre de Clínica Prope-
deútica Médica, Livraria do Globo, Pôrto Alegre, 1945.
- 38 — *Molz, B.* — Über die unipolaren Ableitung des Elektrokardiogramms —
Pflüger's Archiv. f. d. ges. Physiol. 242:416, 1939.
- 39 — *Myers, G. B., and Oren, B. G.* — The Use of The Augmented Unipolar
Left Leg Lead in the Differentiation of the Normal from Abnormal Q
Wave in Standard Lead III — Am. Heart J., 29:708, 1945.
- 40 — *Pardee, H. E. B.,* — Clinical Aspects of the Electrocardiogram — Paul
B. Hoeber, Inc. New York — London, 1941.
- 41 — *Pondé, A. A.* — Estudo clínico do enfarte do miocárdio — Separata dos
Anais da Faculdade de Medicina da Bahia, vol IV, 1944-45.
- 42 — *Rosenbaum, F. F., Hecht, H. H., Wilson, F. N., and Johnston, F. D.* — The
Potential Variations of the Thorax and the Esófagus in Anomalous Atrio-
ventricular Excitation (Wolff-Parkinson-White Syndrome) — Am. Heart
J., 29:281, 1945.
- 43 — *Rosenbaum, F. F., Wilson, F. N. and Johnston, F. D.* — Changes in the
Precordial Electrocardiogram Produced by Extension of Anteroseptal Myo-
cardial Infarction — Am. Heart J., 30:11, 1945.
- 44 — *Sodeman, W. A., Johnston, F. D. and Wilson, F. N.* — The Q₁ Deflection
of the Electrocardiogram in Bundle Branch Block and Axis Deviation —
Am. Heart J., 28:271, 1944.
- 45 — *Sodi Pallares, D.* — Nuevas Bases de Electrocardiografía — Edición del
Instituto Nacional de Cardiología, México, D. F., 1945.
- 46 — *Storti* — cit. por Decourt (n.º 15 desta bibliografia).
- 47 — *Sulzer, R. et Duchosal, P. W.* — Planographie, nouvelle méthode d'enre-
gistrement électrocardiographique selon deux dérivations simultanées —
Archives des Maladies du Coeur, 31:682, 1938.
- 48 — *Sulzer, R. et Duchosal, P. W.* — Application de la planographie à l'étude
de la distribution des potentiels du coeur à da surface du corps — Archi-
ves des Maladies du Coeur, 31:686, 1938.
- 49 — *White, M. S.* — A Device for Obtaining Electrocardiographic Leads from
the Precordium — Am. Heart J., 23:116, 1942.
- 50 — *Wilson, F. N.* — The Distribution of the Potential Differences Produced
by the Heart Beat within the Body and at its Surface — Am. Heart
J., 5:599, 1930.

- 51 — *Wilson, F. N., Macleod, G. A., and Barker, P. S.* — The Interpretation of the Initial Deflections of the Ventricular Complex of the Electrocardiogram. *Am. Heart Jour.* 6:637, 1931.
- 52 — *Wilson, F. N., Macleod, G. A. and Barker, P. S.* — The T Deflection of the Electrocardiogram. *Trans. of the Assoc. of Am. Physicians.* 46:29, 1931.
- 53 — *Wilson, F. N., Macleod, A. G., Barker, P. S.* — The Accuracy of Einthoven's Equation — *Am. Heart J.*, 7:203, 1931.
- 54 — *Wilson, F. N., Macleod, A. G., Barker, P. S.* — The Potential Variations Produced by the Heart Beat at the Apices of Einthoven's Triangle — *Am. Heart J.*, 7:207, 1931.
- 55 — *Wilson, F. N., Macleod, A. G. and Barker, P. S.* — The Order of Ventricular Excitation in Human Bundle Branch Block — *Am. Heart J.*, 7:305, 1932.
- 56 — *Wilson, F. N., Johnston, F. D., Macleod, A. G. and Barker, P. S.* — Electrocardiograms that Represent the Potential Variations of a Single Electrode — *Am. Heart J.* 9:447, 1934.
- 57 — *Wilson, F. N., Macleod, G. A., Barker, P. S., and Johnston, F. D.* — The Determination and the Significance of the Areas of the Ventricular Deflections of the Electrocardiogram — *Am. Heart J.*, 10:46, 1934.
- 58 — *Wilson, F. N.* — The Electrocardiogram in Diseases of Coronary Arteries — in *Levy, R. L., Diseases of the Coronary Arteries and Cardiac Pain*, The MacMillan Company, New York, 1936.
- 59 — *Wilson, F. N., Johnston, F. D., Cotrim, N., and Rosenbaum, F. F.* — Relations Between the Potential Variations of the Ventricular Surfaces and the Form of the Ventricular Electrocardiograms in Leads from the Precordium and the Extremities. *Trans. Assoc. Am. Phys.* 16:258, 1941.
- 60 — *Wilson, F. N.* — Concerning the Form of the QRS Deflections of the Electrocardiogram in Bundle Branch Block — *J. of the Mount Sinai Hospital*, 8:1110, 1942.
- 61 — *Wilson, F. N., Johnston, F. D., Rosenbaum, F. F., Erlanger, H., Hecht, H., Cotrim, N., Barker, P. S., Scarsi, R., and Oliveira, R. M.* — The Precordial Electrocardiogram — *Am. Heart J.*, 27:19, 1944.
- 62 — *Wolfert, C. C. and Wood, F. C.* — The Electrocardiographic Diagnosis of Coronary Occlusion by the Use of Chest Leads — *Am. J. M. Sc.* 183:30, 1932.

- 63 — *Wolferth, C. C. and Livezey, M. M.* — A Study of Methods of Making So-Called Unipolar Electrocardiograms — *Am. Heart J.*, 27:764, 1944.
- 64 — *Wolferth, C. C., Livezey, M. M. and Wood, F. C.* — The Relationships of Lead I, Chest Leads from the C₃, C₄ and C₅ Positions, and certain Leads Made from Each Shoulder Region: the Bearing of These Observations Upon the Einthoven Equilateral Triangle Hypothesis and Upon the Formation of Lead I — *Am. Heart J.*, 21:215, 1941.
- 65 — *Wolff, L., Parkinson, J., and White, P. D.* — Bundle Branch Block With Short P-R Interval in Healthy Young People Prone to Paroxysmal Tachycardia — *Am. Heart J.*, 5:685, 1930.

ÍNDICE

	Págs.
Prefácio	7
Introdução	11
I — Derivações bipolares e unipolares. Generalidades	17
II — Esquema triangular de Einthoven. Exposição e crítica	23
III — Eletrodios indiferentes de potencial zero. Terminal central de Wilson	35
IV — A técnica "aumentada" de Goldberger. Terminal central do mesmo autor. Estudo comparativo dos dois terminais centrais	45
V — Obtenção das derivações unipolares das extremidades na prática. Dispositivos que visam facilitar a tomada das derivações. Descrição de um tipo especial de comutador (modelo do autor)	57
VI — Derivações unipolares das extremidades. Fundamentos eletrofisiológicos gerais. Padrões normais. Posição eletrocardiográfica do coração	71
VII — Variações devidas à posição e variações respiratórias das derivações unipolares das extremidades. Casuística	83
VIII — Derivações unipolares das extremidades e eixo elétrico cardíaco	101
IX — Derivações unipolares das extremidades e hipertrofia ventricular. Casuística	109
X — Derivações unipolares das extremidades e bloqueios de ramo. Casuística. Ritmos circulares. Extrassístoles. Casuística	121
XI — Derivações unipolares das extremidades e enfarte do miocárdio. Casuística	143
XII — Considerações finais	155
Bibliografia	159