

## ECOCARDIOGRAFIA - PRINCÍPIOS BÁSICOS E ECOCARDIOGRAMA NORMAL\*

Sérgio C. PONTES \*\*  
J. Eduardo M. R. SOUSA\*\*\*

A ecocardiografia é um método diagnóstico recentemente introduzido na cardiologia, que utiliza som de altíssima frequência, muito superior àquela que corresponde ao limiar da audição humana (20.000 ciclos/s), chamada ultrassom<sup>2,3</sup>.

As frequências empregadas pelos aparelhos de ecocardiografia encontram-se em uma faixa próxima a 2,5 milhões de ciclos/s (megahertz). O ultrassom propaga-se com facilidade em meios sólidos e líquidos e pobremente no ar, sempre em linha reta, à semelhança de um feixe de luz de uma lanterna.

Para a realização deste exame, a fonte emissora de ultrassom (transdutor) é colocada em contato direto com o tórax do paciente sobre o precórdio, havendo a interposição apenas de uma tênue camada de gel colóide, que tem por finalidade eliminar o ar existente entre as duas superfícies. O transdutor possui como elemento básico um cristal piezoelétrico, que é excitado 1.000 vezes por segundo.

Esta excitação ocorre em um curto lapso de tempo (1 milionésimo de segundo), dando origem a um impulso sonoro. Nos 999 milionésimos de segundo que precedem um novo impulso, o transdutor atua como receptor, enviando os sons refletidos das estruturas cardíacas a um circuito que os transforma em imagens, dispostas em uma tela de osciloscópio ou em registro em papel fotográfico ou foto polaróide. As imagens obtidas correspondem, portanto, aos impulsos que são refletidos, sempre que o feixe ultrassônico passa de um meio para outro de densidade diferente. Isto significa que as interfaces entre sangue e endocárdio, epicárdio e pericárdio, tecido valvar e sangue, podem refletir as ondas ultrassônicas, que retornam ao transdutor, em diferentes espaços de tempo, dependendo da distância que se encontram dele. Deste modo, as imagens são dispostas na tela, de acordo com o tempo em que as ondas sonoras refletidas levam para retornar ao transdutor. Portanto, se a interface encontra-se próxima do transdutor, sua imagem correspondente ficará na parte superior da tela e, ao contrário, se está localizada mais distante deste, será vista na parte inferior da tela ou do traçado. Além disso, o ecocardiógrafo possui um sistema eletrônico de calibração, para distância (cm) e tempo (s), que é registrado juntamente com o traçado do coração, possibilitando a medida real das espessuras, cavidades, amplitude e tempo de movimentação das diferentes estruturas.

### TÉCNICA DE OBTENÇÃO DO ECOCARDIOGRAMA

Devido ao fato de que o ar comporta-se como isolante acústico e o osso produz reflexões de grande intensidade, conseguimos obter imagens satisfatórias somente com o transdutor posicionado nos espaços intercostais, sobre o precórdio, em áreas nas quais o pulmão não se interpõe entre ele e o coração. Esta região ideal é chamada "janela ecocardiográfica". Após colocarmos o transdutor no 3º ou 4º espaço intercostal esquerdo, junto ao bordo esternal, damos a ele diferentes inclinações, dependendo das estruturas que desejamos estudar. Existem basicamente 6 posições do transdutor, sendo que as primeiras 4 encontram-se alinhadas em um mesmo plano (Fig 1) e são utilizadas para a visualização das cavidades ventriculares, valva mitral, raiz da aorta, valva aórtica e átrio esquerdo. As outras duas, localizadas em planos diferentes, são usadas para o registro da valva pulmonar e valva tricúspide.

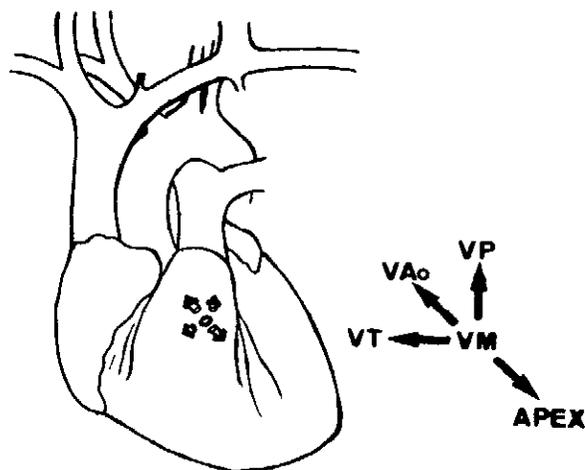


Fig. 1. Diferentes posições do transdutor, para a localização das estruturas. VT = valva tricúspide; VAo = valva aórtica; VP = valva pulmonar; VM = valva mitral.

A fig. 2. mostra, em sua parte inferior, o corte ântero-posterior do coração, no qual encontram-se as primeiras 4 posições do transdutor. Na parte superior da mesma figura, tem-se um traçado ecocardiográfico contínuo, no qual o transdutor é movido gradativamente da posição 1 para a 4. Na posição 1 temos, seguindo em sequência, as seguintes estruturas, da região mais próxima para a mais distante do transdutor: parede anterior do ventrículo direito (PA), cavidade do ventrículo direito (VD), septo inter ventricular (S), cavidade ventricular esquerda (VE), músculo papilar posterior (MP), parede posterior do ventrículo esquerdo (PP) e o pericárdio (P). Na posição 2, observamos praticamente a mesma sequência anterior, porém sem os ecos do músculo papilar, que são substituídos pelas linhas que correspondem às suas cordoalhas (C).

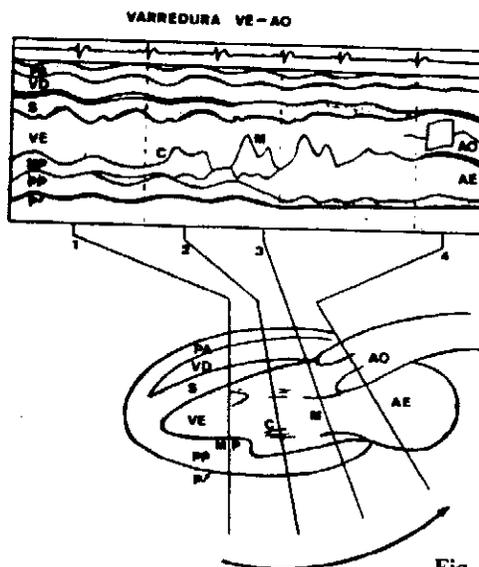


Fig. 2

\* Trabalho realizado no Setor de Ecocardiografia da Seção Complementar de Diagnóstico e Terapêutica do Instituto "Dante Pazzanese" de Cardiologia do Estado de São Paulo.

\*\* Médico do Setor de Ecocardiografia.

\*\*\* Chefe da Seção Complementar de Diagnóstico e Terapêutica; Livre Docente de Cardiologia da Escola Paulista de Medicina; Professor Titular de Cardiologia da Faculdade de Medicina da Fundação do ABC.

Nesta posição, são feitas as medidas dos diâmetros e os cálculos da função contrátil do ventrículo esquerdo. Na posição 3, os ecos das cordoalhas dão lugar ao registro da valva mitral (M). Movimentando-se o transdutor ligeiramente para cima, há o desaparecimento do folheto posterior da valva mitral, permanecendo apenas o anterior, com sua excursão ampla, por assumir posição mais perpendicular ao feixe de ultrassom. Neste trecho do traçado, a distância entre o folheto anterior da valva mitral e o septo inter-ventricular corresponde a via de saída do ventrículo esquerdo. Na posição 4, vê-se na parte superior do traçado a parede anterior e a via de saída do ventrículo direito. Em seguida, a parede anterior da aorta, ecos dos folhetos anterior e posterior da valva aórtica e parede posterior da aorta (Ao); após, a cavidade atrial esquerda (AE) e a parede posterior do átrio esquerdo.

A parede anterior do átrio esquerdo confunde-se com a parede posterior da aorta.

Verifica-se, pela varredura, que o septo afila-se progressivamente, desde a cavidade do ventrículo esquerdo até “transformar-se” na parede anterior da aorta.

Por outro lado, o folheto anterior da valva mitral continua-se com a parede posterior da aorta e a parede posterior do ventrículo esquerdo, com a do átrio esquerdo. Os folhetos anterior e posterior aórticos são vistos no interior deste vaso, exibindo o formato característico de “caixa”, durante a sístole, e de uma única linha na diástole. As posições 5 e 6, que serão discutidas adiante, são utilizadas para o registro das valvas tricúspide e pulmonar.

### CAVIDADES VENTRICULARES E SEPTO INTER-VENTRICULAR

Para o estudo das cavidades ventriculares e do septo inter-ventricular, faz-se o traçado ecocardiográfico com o transdutor na posição 2.

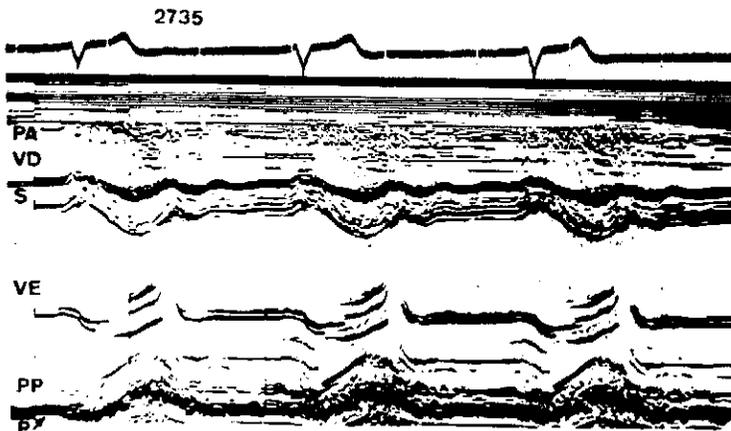


Fig. 3

No traçado da fig. 3, temos, na parte superior, a parede anterior do ventrículo direito (PA) que movimenta-se posteriormente, em cada sístole. Entre ela e o septo inter-ventricular, encontra-se a cavidade ventricular direita (VD).

O septo inter-ventricular (S) apresenta movimento posterior, em direção à cavidade do ventrículo esquerdo (VE), durante a sístole. No início da diástole, o septo inter-ventricular mostra um entalhe, que coincide com a fase do enchimento ventricular rápido, logo após a abertura da valva mitral.

A parede anterior do ventrículo direito, o septo interventricular e a parede posterior do ventrículo esquerdo tornam-se mais espessos na sístole, o que ocasiona uma redução nos diâmetros de ambos os ventrículos. Os diâmetros diastólico e sistólico do ventrículo esquerdo são medidos através das linhas que unem a superfície posterior do septo inter-ventricular à da parede posterior do

VE, no início do complexo QRS (diástole) e no ponto de máxima excursão anterior da parede posterior (sístole). Através das medidas dos diâmetros sistólico e diastólico do VE pode-se estimar seu volume aproximado, sua função contrátil e com isso caracterizar-se, com segurança, a presença de sobrecarga de volume ou de aumento de volume ventricular associado a um comprometimento funcional.

Precedendo o início da sístole do VE, há uma pequena depressão, tanto no septo inter-ventricular como na parede posterior, que ocasiona um aumento no diâmetro da cavidade. Isto é atribuído às contrações atrial esquerda e isovolumétrica do VE.

### VALVA MITRAL

Movendo-se o transdutor para cima, na posição 3, ocorre substituição dos ecos das cordoalhas da valva mitral por seus folhetos anterior e posterior.

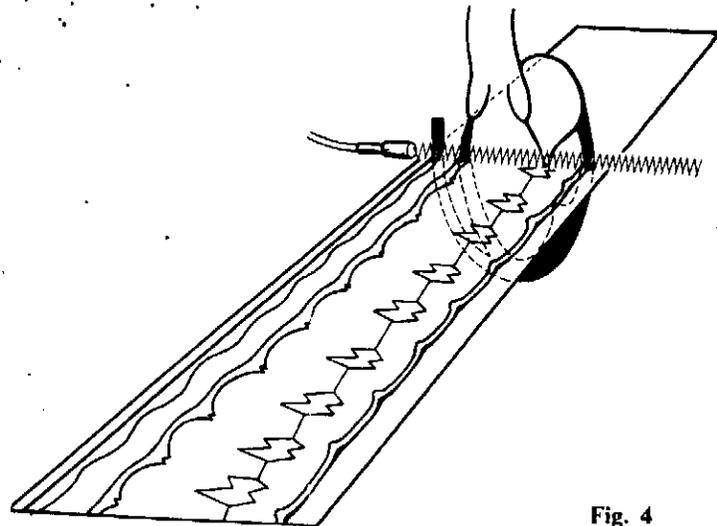


Fig. 4

Na fig. 4, temos um esquema didático, no qual o transdutor encontra-se localizado nesta posição e o traçado transpassa o coração, no local em que ele é atravessado pelo feixe ultrassônico. Neste desenho pode-se verificar a disposição real das estruturas e sua relação com aquela observada no registro gráfico.

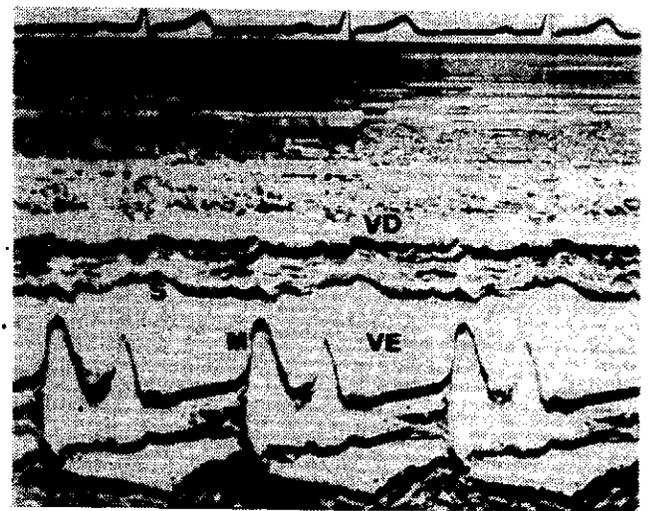


Fig. 5 – Traçado da valva mitral. VD = cavidade do ventrículo direito; S = septo inter-ventricular; VE = cavidade do ventrículo esquerdo; M = valva mitral.

Na fig. 5, vemos o aspecto característico do traçado da valva mitral, no interior da cavidade do VE. Durante a diástole, o folheto anterior assume um aspecto semelhante ao da letra M e o posterior ao da letra W. Isto se dá, devido às variações do fluxo sanguíneo, através da valva mitral.

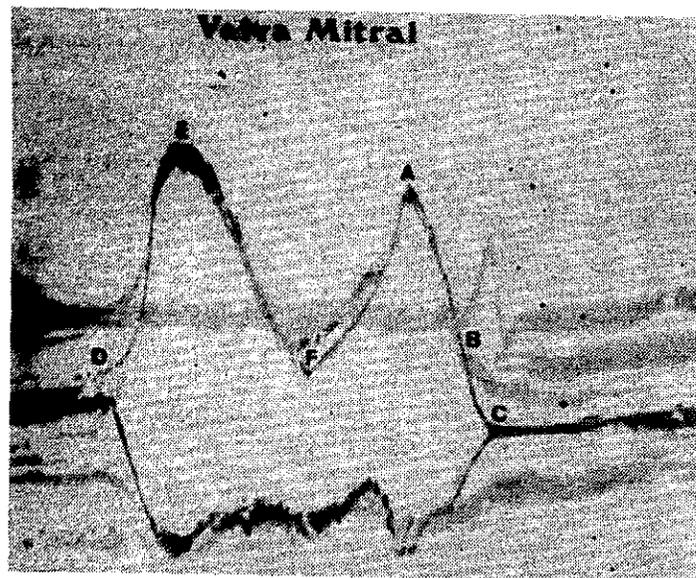


Fig. 6

Na fig. 6, temos uma ampliação do traçado desta valva, na qual estão indicados seus diferentes acidentes. O segmento DE ocorre na abertura do folheto anterior. Após o enchimento rápido ventricular, o fluxo lateral aos folhetos e a modificação nas pressões nas câmaras esquerdas tendem a fechar parcialmente a valva (segmento EF). Em seguida, a contração atrial esquerda reabre a valva (segmento FA). Com o relaxamento atrial, a valva inicia o seu fechamento, que é completado no ponto C pela contração ventricular. O segmento CD é originado por ecos de ambos os folhetos coaptados, durante a sístole.

O movimento anterior deste segmento se deve à movimentação sistólica anterior de todo o anel mitral. Ocasionalmente, observa-se um ponto B, entre os pontos A e C, que marca nitidamente a separação entre o relaxamento atrial e a contração do VE.

### VALVA AÓRTICA E ÁTRIO ESQUERDO

Dirigindo-se o transdutor para cima e para a esquerda, até a posição 4, obtemos as imagens da via de saída do VD, na parte superior do traçado, seguindo-se a aorta com os folhetos anterior e posterior, no seu interior e, abaixo, a cavidade e parede posterior do átrio esquerdo (Fig. 7).

Na fig. 7, a imagem do folheto aórtico anterior (FA) é dada pelos ecos do folheto coronariano direito e a do posterior (FP), pelos ecos refletidos do folheto acoronariano.

No início da sístole, ambos distanciam-se um do outro e permanecem separados, descrevendo 2 linhas paralelas, que irão juntar-se rapidamente, no início da diástole. Esta movimentação dos folhetos produz o aspecto bastante característico de "caixa", durante a sístole. Ocasionalmente, registra-se uma outra linha correspondente ao folheto coronariano esquerdo, entre as outras duas, na sístole. À semelhança da valva mitral, quando os folhetos aórticos encontram-se coaptados, há a formação de uma única linha.

As paredes anterior e posterior da aorta movimentam-se paralelamente, dirigindo-se anteriormente na sístole. Este movimento, embora ainda não totalmente esclarecido, é atribuído ao

enchimento do átrio esquerdo, que deslocaria a aorta para frente, pela contiguidade de sua parede anterior, com a parede posterior da aorta.

Normalmente, o diâmetro da aorta, no final da diástole, é aproximadamente igual ao do átrio esquerdo no fim da sístole, resultando em uma relação entre eles de aproximadamente 1:1.

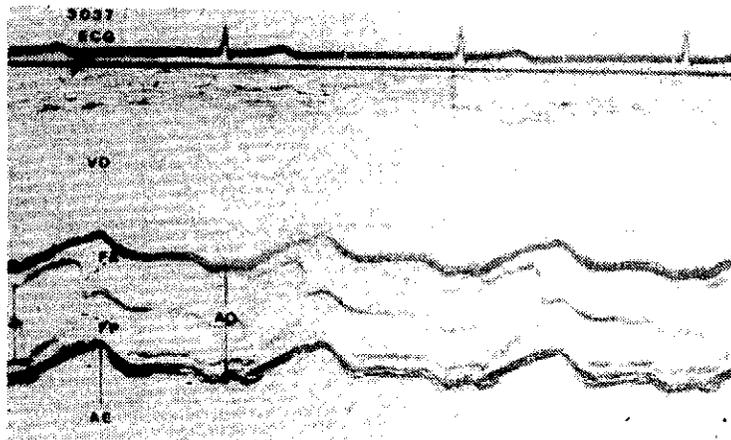


Fig. 7 - Traçado da valva aórtica. ECG = eletrocardiograma; VD = via de saída do ventrículo direito; Ao = aorta; AE = cavidade atrial esquerda.

### VALVA TRICÚSPIDE

A valva tricúspide, em indivíduos normais, encontra-se localizada atrás do esterno. Para a sua visualização, o transdutor deve ser inclinado bem para a direita, a partir da posição 3. Devido à sua localização e ao fato de que seus folhetos não são perpendiculares ao feixe ultrassônico, conseguimos obter, na maioria das vezes, apenas o registro parcial dos folhetos (Fig. 8).

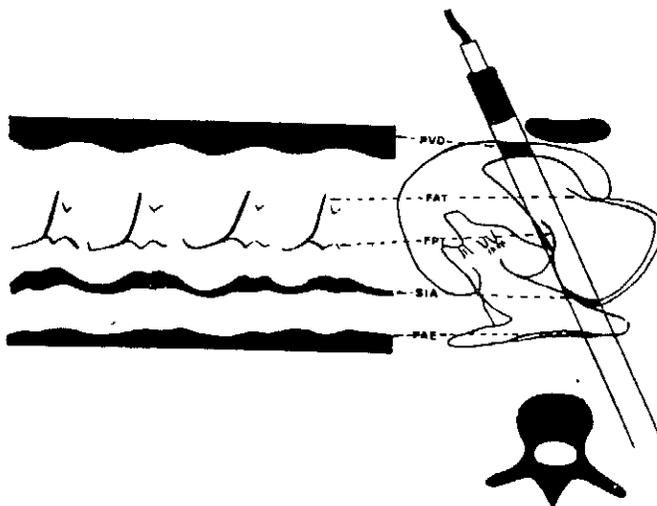


Fig. 8 - Traçado da valva tricúspide e sua correlação com o corte transversal do coração. PVD = parede anterior do ventrículo direito; FAT = folheto anterior da valva tricúspide; FPT = folheto posterior da valva tricúspide; SIA = septo interatrial; PAE = parede posterior do átrio esquerdo.

Sua morfologia é muito semelhante à da valva mitral (Fig. 9), diferenciando-se somente por sua posição superior, no traçado ecocardiográfico. Acima da valva tricúspide encontram-se os ecos da parede anterior do ventrículo direito (VD); abaixo dela, seguem-se o átrio direito (AD), septo inter-atrial (SIA) e o átrio esquerdo (AE).

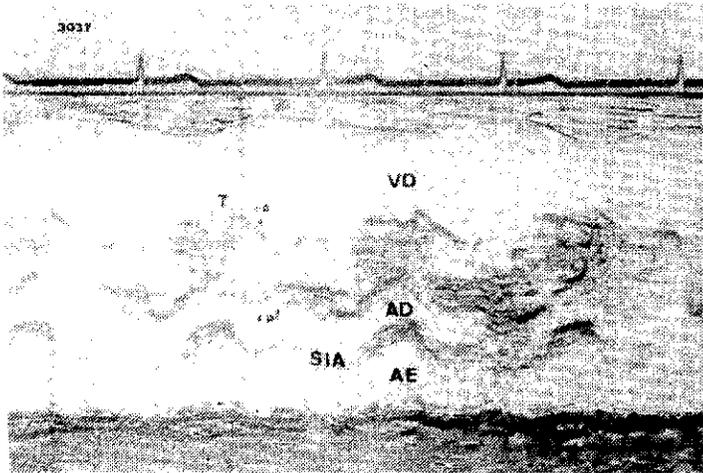


Fig. 9 – Traçado da valva tricúspide.  
FA = folheto anterior da valva tricúspide; FP = folheto posterior da valva tricúspide.

### VALVA PULMONAR

A valva pulmonar encontra-se próxima à parede torácica, de tal forma localizada que o feixe de ultrassom torna-se paralelo ao folheto anterior e perpendicular ao posterior (Fig. 10).

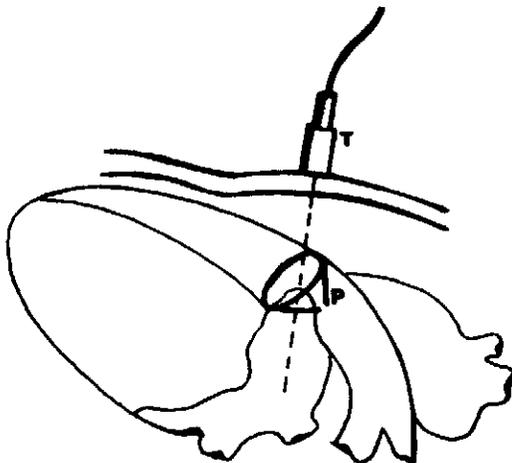


Fig. 10 – Esquema mostrando a posição da valva pulmonar em relação ao feixe ultrassônico.  
P = valva pulmonar; T = transdutor.

Assim sendo, somente o folheto posterior tem a possibilidade de refletir o ultrassom, produzindo imagem. Para examinarmos a valva pulmonar, localizamos primeiramente a raiz da aorta, com o transdutor posicionado no 2º espaço intercostal esquerdo, próximo à borda esternal. Em seguida, voltamos o transdutor medialmente e o inclinamos para cima, até o aparecimento de

um conglomerado de ecos da crista supra-ventricularis, e do eco do folheto posterior da valva pulmonar. Pode-se, também, a partir da posição em que se registra a valva mitral, dirigir-se o transdutor medialmente e para cima, até o encontro dos ecos da crista supra-ventricularis e o folheto posterior da valva pulmonar.

A valva pulmonar, em indivíduos normais, na maioria das vezes, é registrada parcialmente devido a interposição do pulmão, a cada batimento cardíaco e na inspiração.

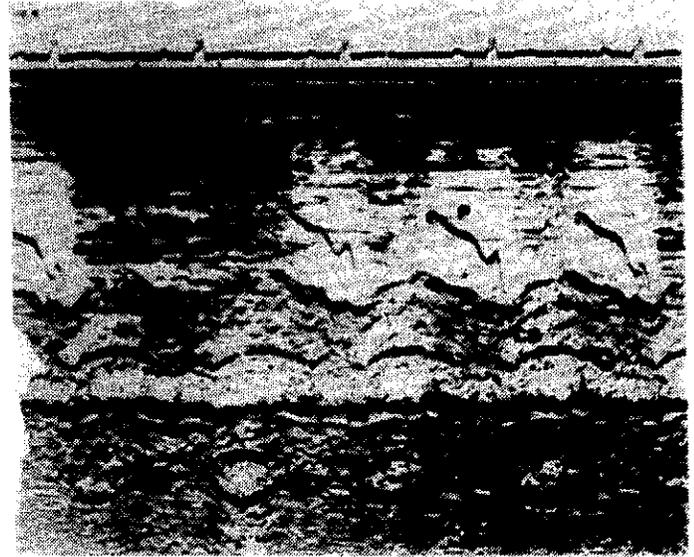


Fig. 11 – Traçado da valva pulmonar.

Na fig. 11, temos um traçado da valva pulmonar, no qual vê-se a parede da via de saída do VD, em sua parte superior (PA), em seguida, o folheto posterior da valva pulmonar (P) e logo abaixo dele, o conglomerado de ecos da crista supra-ventricularis (CS). Se observarmos com cuidado a movimentação do folheto pulmonar posterior, verificamos que esta é bastante semelhante à do folheto posterior da valva aórtica isolado.



Fig. 12

A fig. 12 evidencia o traçado ampliado da valva pulmonar, com seus diferentes acidentes. O segmento EF corresponde ao período em que a valva pulmonar encontra-se fechada. A onda

PONTES Jr, S. C. & SOUSA, J. E. M. R. Ecocardiografia – princípios básicos e ecocardiograma normal. Arq. med. ABC, 1: 5-9, 1978.

"A" é uma pequena depressão, geralmente presente no término do segmento EF, ocasionada pela movimentação do folheto posterior da valva pulmonar, ao transmitir-se a pressão da contração atrial direita ao ventrículo direito e à sua via de saída. O segmento BC corresponde ao movimento de abertura do folheto pulmonar posterior. O segmento CD ocorre durante a sistole, período em que a valva pulmonar permanece aberta. O segmento DE ocorre no fechamento da valva pulmonar, no início da diástole.

#### REFERÊNCIAS

#### BIBLIOGRÁFICAS

1. CHANG, S. Ecocardiografia-técnicas. Buenos Aires, Panamericana, 1978.

2. FEIGENGAUM, H. Echocardiography. 2. ed. Philadelphia, Lea & Febiger, 1976.

3. KLEID, J.J. Echocardiography-interpretation and diagnosis. New York, Appleton-Century-Crofts, 1978.

Recebido para publicação em 27-10-1978.  
Aprovado para publicação em 31-10-1978.