

## APARELHO VALVAR MITRAL: UM ENFOQUE ANÁTOMO-ECOCARDIOGRÁFICO

HERALDO JOSÉ VIVARELLI CURTI\*, MARIA CRISTINA FURIAN FERREIRA\*\*, SANDRA APARECIDA FERREIRA\*\*,  
GLÁUCIA RUGGERI BERETTA\*\*\*, JOSÉ EDSON ZARONI PINTO\*\*\*, ARMANDO MIGUEL JR\*\*\*\*,  
ANTONIO BENEDITO PRADO FORTUNA\*\*\*\*\*

*Os autores estudam a forma do anel mitral, a disposição das cordalhas e das cúspides em 34 corações normais fixados, em que a valva foi mantida coaptada através da injeção de formalina no interior do ventrículo esquerdo. Considerando a grande similaridade entre a arquitetura sistólica fisiológica desta câmara e aquela presente no coração normal de cadáver necropsiado dentro das primeiras horas após a morte, admitem que aquele método de estudo reproduz a configuração do aparelho mitral presente no final da sístole e, por isso, estabelecem comparações entre os achados anatômicos encontrados daquele modo com aqueles observados à ecocardiografia naquela fase de revolução cardíaca.*

*O anel mitral tem a forma de um parabolóide hiperbólico, o que explica porque o corte ecográfico "apical 4 câmeras", que explora as regiões mais deprimidas deste anel e a incidência mais propícia para detectar segmentos cuspidianos mais salientes para o átrio esquerdo. Nesta incidência o diâmetro valvar é ligeiramente maior ( $2,43 \pm 0,45$  cm contra  $1,99 \pm 0,41$  cm), as cúspides formam um ângulo mais obtuso*

*( $127,41 \pm 16,45^\circ$  contra  $102,05 \pm 16,21^\circ$ ) e o ponto de coaptação valvar é um pouco mais superficial ( $0,45 \pm 0,17$  cm contra  $0,59 \pm 0,16$  cm) que na incidência "para-esternal" —fotografias que, somadas, concorrem para deixar maiores segmentos de ambas as cúspides mais próximas da linha que habitualmente se utiliza à ecocardiografia clínica, para definir o plano valva' (LPVE—linha de plano valvar ecográfico). Em oito (23,5%) dos 34 casos o folheto anterior ultrapassou esta linha em cerca de 0,2 cm, numa extensão de 0,9 cm e em um (3%) um segmento de 0,5 cm de extensão ultrapassou-a em 0,1 cm. Foram encontradas cordas (1ª ordem e/ou cordas comissurais) redundantes (redundância de 0,25 cm, em média) em 100% dos casos. Esta redundância, que não pôde ser explicada por possível artefato na fixação das cúspides em posição fechada, pode ser responsável pelo aparecimento, à ecocardiografia de casos de miocardiopatia hipertrófica, dos ecos móveis no segmento CD, quando o fluxo sob alta velocidade na via de saída do VE poderia "aspirá-las" através de efeito Venturi.*

**Arq. Bras. Cardiol. 53/2: 85-92 — Agosto 1989**

Estudos da estrutura do aparelho valvar mitral são realizados, na maioria das vezes, em necropsias, com o coração aberto de maneira convencional ou por dissecação de corações fixados em formalina<sup>1-7</sup>. Neste trabalho estudamos a anatomia mitral normal através da injeção de fixador no interior da cavidade ventricular esquerda de modo a provocar a coaptação das cúspides. Utilizando esta técnica simples, descrevemos a forma tridimensional do anel mitral, a disposição espacial das cordas e dos músculos papilares e a morfologia assumida pelas cúspides coaptadas,

procurando relacionar os dados obtidos com os habitualmente verificados durante a sístole fisiológica no estudo ecográfico da valva mitral.

O preparo das peças que utilizamos e o estado hipercontrátil em que, habitualmente, se apresenta o coração de cadáveres autopsiados dentro de 8 horas após o óbito<sup>8,9</sup> permitiu a obtenção de espécimes com "características sistólicas", o que, por sua vez, contribuiu para reconstituir-se a estrutura aproximada do aparelho mitral normal, tal como momentaneamente ele se apresenta no final da sístole.

\* Coordenador do Departamento de Anatomia Patológica da PUCAMP e responsável pelo serviço de Ecocardiografia do Hospital e Maternidade "Celso Pierro".

\*\* Assistente dos Departamentos de Anatomia Patológica e Clínica Médica da PUCAMP.

\*\*\* Residente do 2º ano do Departamento de Anatomia Patológica da PUCAMP.

\*\*\*\* Professor Adjunto da Disciplina de Cardiologia da PUCAMP

\*\*\*\*\* Chefe da Disciplina de Cardiologia da PUCAMP.

## MATERIAL E MÉTODOS

**Terminologia anatômica** — Como a sinonímia para diversas estruturas do aparelho valvar mitral é extensa<sup>10</sup>, não havendo consenso sobre os melhores nomes, apresentamos, a seguir, dentro de uma descrição convencional da anatomia mitral, as denominações utilizadas neste trabalho e os termos correlatos que podem ser mais familiares.

Chamamos aparelho valvar mitral o conjunto formado pelas cúspides, anel valvar, cordoalhas, músculos papilares e segmentos da parede ventricular onde se implantam. As denominações cúspides, folhetos e lascíneas são sinônimas, embora a nomenclatura anatômica recomende o uso da primeira. Uma das cúspides é denominada anterior (ântero-medial, septal, ântero-septal, aórtica, maior) e a outra, posterior (póstero-lateral, mural, menor). Ambas apresentam uma zona lisa (zona clara) e uma rugosa (borda de luxo, borda festonada, zona áspera, zona de coaptação, área de contato, área de fechamento, zona de aposição). Esta última região foi designada “áspera” por apresentar-se, à palpação, como umá região de maior espessamento e, à transiluminação, menos transparente. Nela se inserem a maioria das cordas. A cúspide posterior tem, ainda, uma zona basal, próxima do anel mitral, onde se inserem várias cordas originadas dos músculos papilares e mesmo da parede posterior do ventrículo esquerdo. A linha de coaptação valvar é indicada pela presença de borda ligeiramente sobrelevada e mais consistente de tecido valvar. A cúspide anterior mantém uma relação de contigüidade com as cúspides aórtica coronariana esquerda e não coronariana, delimitando, com elas, uma região triangular denominada membrana aortoseptal (aortovertricular, transição mitroaórtica, septo intervalvar). O anel mitral nesta região é pouco visível, sendo melhor definido ao nível da cúspide posterior. Esta cúspide apresenta, na maioria dos casos 2 incisuras (comissuras acessórias) que delimitam 3 “scallops”, folhetos comissurais ou ainda, cúspides acessórias (nomina anatômica). São elas a cúspide acessória anterior, a mediana e a posterior. As comissuras ântero-interna (anterior) e póstero-externa (posterior) são regiões do tecido valvar situadas na junção das duas cúspides e nela se insere um peculiar tipo de cordoalha, a chamada corda comissural. As cúspides coaptadas formam uma fenda de fechamento (rim a ou linha de fechamento, linha comissural) que pode ser bem apreciada através do átrio esquerdo. As cordoelhas, comumente, são identificadas como de 1ª, 2ª ou 3ª ordem segundo sua inserção na borda livre, na zona rugosa ou na transição desta região com a zona lisa. Dentre estas cordas distinguem-se as cordas comissurais — situadas nas regiões das comissuras ântero-externa e póstero-externa, as cordas das incisuras — situadas entre as cúspides acessórias da cúspide posterior — e as cordas de 3ª ordem, chamadas cordas de suporte — cordas mais espessas que se espraiam na cúspide anterior a partir da zona rugosa em direção a transição aortoseptal<sup>11</sup> (fig. 1).

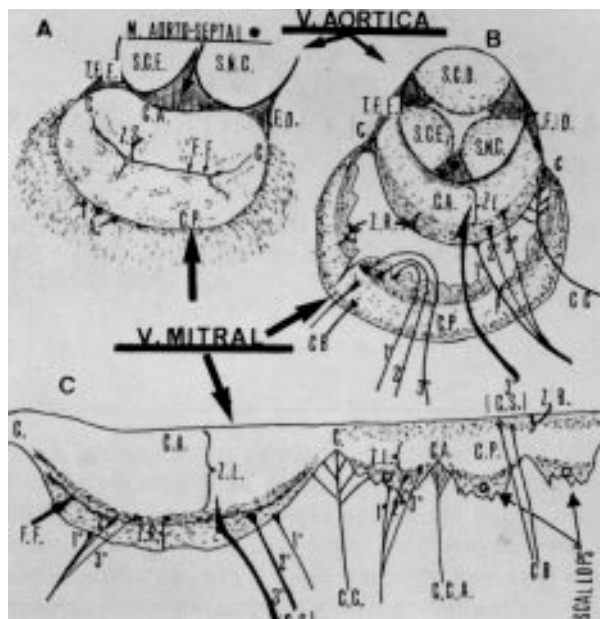


Fig. 1 — Desenhos esquemáticos da valva mitral e sua relação com a valva aórtica. A — Valva mitral fechada e vista pelo átrio esquerdo, tal como ilustrado nas figuras 4,3 II e 7; notar a “zona livre sulcada”, (ZS) e a fenda de fechamento (FF); C = comissuras; TFD, TFE = trígono fibroso direito e esquerdo; SCE = seio coronariano esquerdo e não coronariano; CA, CP = cúspides anterior e posterior; A = anel valvar. B — Valva mitral e aórtica abertas, vistas por baixo; notar implantação das cordoalhas de 1ª, 2ª e 3ª ordem e a corda de 3ª ordem de maior resistência, a corda suporte (CS); notar também a zona lisa (ZL) e zona rugosa (ZR); CB = corda basal; CC = corda comissural. C — Valva mitral aberta pela comissura anterior; apresentação “clássica”, destacando os 3 “scallops” da cúspide posterior; CA = comissura acessória com a sua corda característica (CCA).

**Terminologia ecocardiográfica** — Os planos ecocardiográficos aqui analisados foram o “para-esternal longitudinal esquerdo” (sagital para-esternal) e o plano “apical-quatro câmaras”, não sendo analisado o “plano duas câmaras”<sup>12</sup>. O primeiro passa pela cúspide aórtica direita e pela não coronariana, cortando o ápex e os dois folhetos da valva mitral (fig. 2, 3). O outro bisecciona o coração pondo a mostra as suas 4 câmaras, passa atrás da valva aórtica, pelo ápex e ainda secciona as valvas tricúspide e mitral (fig. 3, 5). O “plano do anel mitral” (PAM), tal como definido nos textos de ecocardiografia, é encontrado pela união, por uma linha imaginária, dos pontos de inserção das cúspides no anel mitral (fig. 2, 5, 6) e a medida desta linha fornece o diâmetro do óstio mitral no plano estudado. Entretanto, embora seja aquele o termo usado, correntemente, no jargão ecocardiográfico, preferimos usar neste estudo da valva mitral a denominação “plano valvar ecográfico” e chamar aquela linha de “linha do plano valvar ecográfico” (LPVE), pois, como veremos, não existe, realmente, um PAM e esta denominação parece-nos bastante inadequada para uma análise tridimensional da valva.

Foi injetada formalina tamponada no interior da cavidade ventricular esquerda em 34 corações nor-

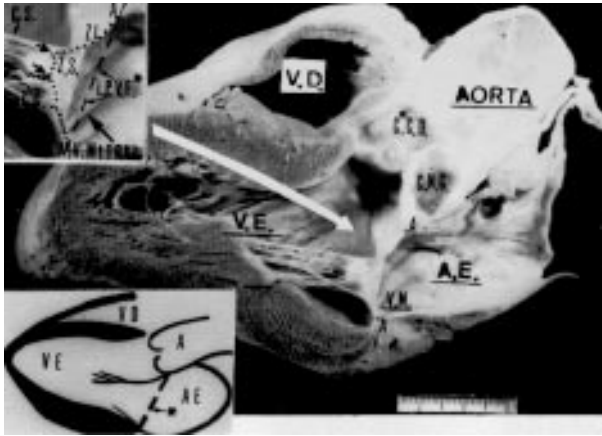


Fig. 2 — Coração cortado segundo o corte ecográfico “para-esternal longitudinal esquerdo”: no canto superior esquerdo está o detalhe da valva mitral, onde as duas setas grossas mostram o início e o final da “zona livre sulcada” situada entre a fenda se fechando (seta inferior) e a implantação de uma corda suporte de 3<sup>o</sup> ordem (seta superior, CS); notar ainda a linha imaginária utilizada à ecografia para definir o “plano valvar” (\*LPVE); no canto inferior esquerdo a mesma linha (\*) aparece na representação esquemática do corte em questão: ZL = zana lisa; A — Anel valvar; ZC — Zona de coaptação; CCD — cúspide coronariana direita, CNC — cúspide não coronariana.



Fig. 3 — Coração sem o átrio esquerdo e, parcialmente, sem o direito, visto por cima: as 4 agulhas vistas na parte superior da foto (asterisco) passam por 4 planos variantes do plano de exploração ecográfica “4 — câmaras” e as inferiores (estrela) referem-se a 4 variantes do plano “para-esternal esquerdo”; FF — fenda de fechamento (reforcada para maior clareza); CD, CE, NC = cúspides sigmoídeas aórticas direita, esquerda e não coronariana, respectivamente; FA, FP = folhetos anterior e posterior da v. mitral; AA = resquícios do apêndice atrial esquerdo.

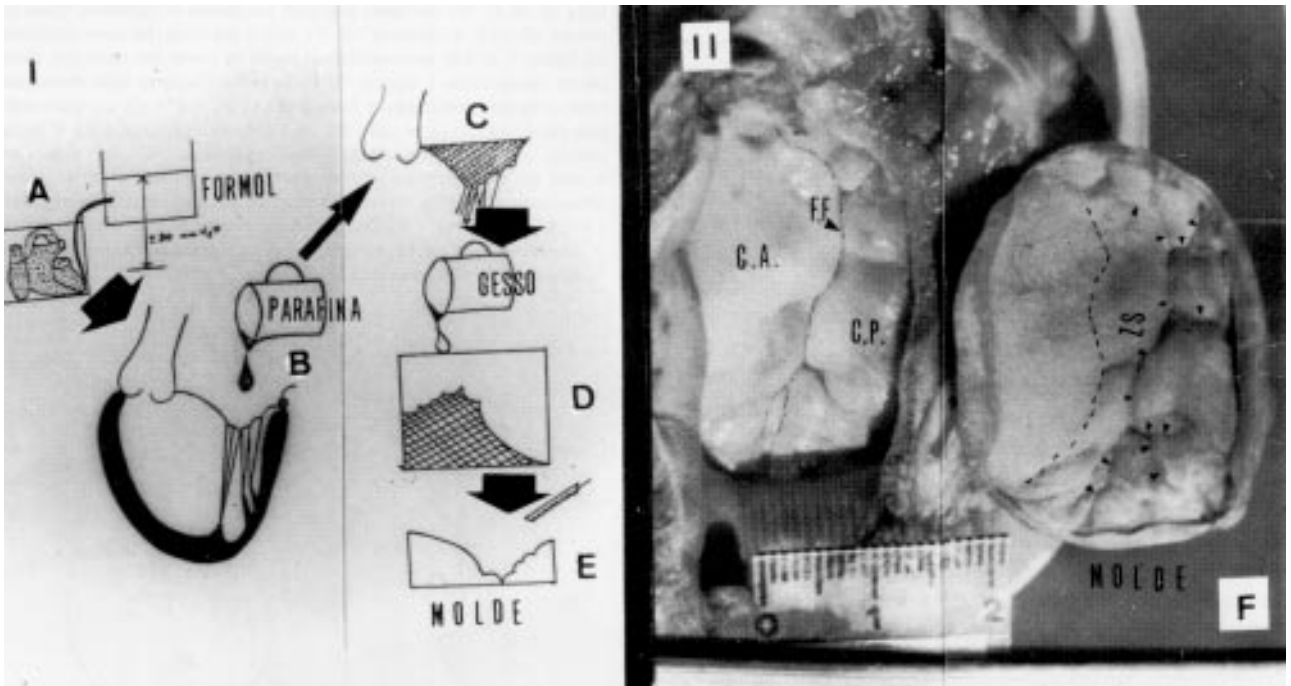


Fig. 4 — Método de preparação dos espécimes. A — Fixação por injeção intraventricular de formalina tamponada e concomitante imersão da peça; B — parafina liquefeita é derramada pelo átrio esquerdo amplamente aberto logo após o término da fixação; C — molde de parafina (hachurado); D — gesso é derramado sobre o molde de parafina; E, F — contramolde de gesso reproduz fielmente a superfície atrial das cúspides coaptadas. Notar a grande irregularidade da superfície valvar, especialmente da cúspide posterior: a “zona livre sulcada” (ZS) fica entre a linha tracejada e a fenda de fechamento (FF).

mais retirados até, no máximo, 8 horas após o óbito. Para isto utilizou-se cateter transfixado no ápex, sendo a aorta clampeada (fig. 4). As pressões de injeção variaram de 10 a 30 cm de água, evitando-se valores mais elevados porque provocam dilatação da cavidade, modificando a conformação ventricular adquirida

após o pleno estabelecimento do rigor mortis cardíaco<sup>8,9</sup>. O átrio foi previamente aberto, o que permitiu a retirada de coágulos das cavidades e também observar a existência de refluxos através das cúspides. A ocorrência de regurgitação significativa, segundo nossa experiência, sempre denuncia a existência de cardio-



patia — usualmente valvopatias — ou então de acentuada autólise. Consideramos regurgitação significativa todo jato com calibre maior que 1 mm de diâmetro. Por isso, somente corações sem qualquer refluxo ou com regurgitação mínima foram utilizados neste estudo. As baixas pressões utilizadas foram suficientes para provocar o fechamento das cúspides e forar mantidas constantes por contínua injeção de fixada que normalmente extravasa pelas veias de Thebesius. Os corações foram ainda imersos em formalina por cerca de 8 horas para acelerar a fixação dos espécimes. A distensão do ventrículo e o endurecimento dos tecidos provocados pela formalina, permite manter a valva mitral permanentemente coaptada, mesmo após o término da fixação e, nesta posição, as cúspides formam uma fenda de fechamento, facilmente vista pelo átrio esquerdo (fig. 1A e 4).

**Estudo do anel, cúspides, cordoalha e papilares** — Devido a um especial interesse na revelografia da superfície atrial das lascíneas coaptadas, foram feitos moldes desta região por meio de parafina liquefeita derramada através do átrio esquerdo amplamente aberto (fig. 4). Foram então, produzidos contra-moldes de gesso, que reproduziram fielmente os inúmeros acidentes daquela superfície (fig. 4).

Os moldes foram cortados segundo os 2 planos de exploração ecográfica apresentados. Como se pode depreender de sua descrição, estes dois planos não são precisamente definidos e, na verdade, vários planos passam por aquelas áreas referenciais (fig. 3). O uso dos moldes permitiu estudar a morfologia da superfície atrial das cúspides em 4 variantes de cada um dos planos ecográficos, o que não seria possível fazer-se em uma peça sem danificá-la a ponto de impedir este tipo de análise. Tal como na ecocardiografia, procedeu-se em seguida, ao estudo do perfil da valva nestes planos. Nas diversas secções realizadas foi sempre identificada a linha do plano valvar ecográfico (LPVE) (fig. 5).

Nos moldes seccionados segundo os planos a pouco descritos analisamos os seguintes parâmetros (fig. 6): 1) medida da dimensão da LPVE (medida do diâmetro do anel nos dois planos de estudo); 2) ângulo formado pelas cúspides (cujo vértice se encontra no ponto de coaptação); 3) distância do ponto de coaptação à LPVE (medida da “profundidade” da fenda de fechamento); 4) grau de proximidade entre o segmento mais proeminente de qualquer uma das duas cúspides à LPVE; 5) estudo da arquitetura da superfície atrial de ambas cúspides e da posição das cordoalhas em torno da zona de coaptação; 6) forma tridimensional do anel da mitral

As medidas foram feitas por 3 diferentes pesquisadores nas 4 variantes de cada plano ecográfico para cada valva, assumindo-se a média aritmética destes valores como a medida a ser considerada em cada caso.

Os corações foram, depois, abertos segundo uma das variantes do plano ecográfico, “4 câmaras”, ou

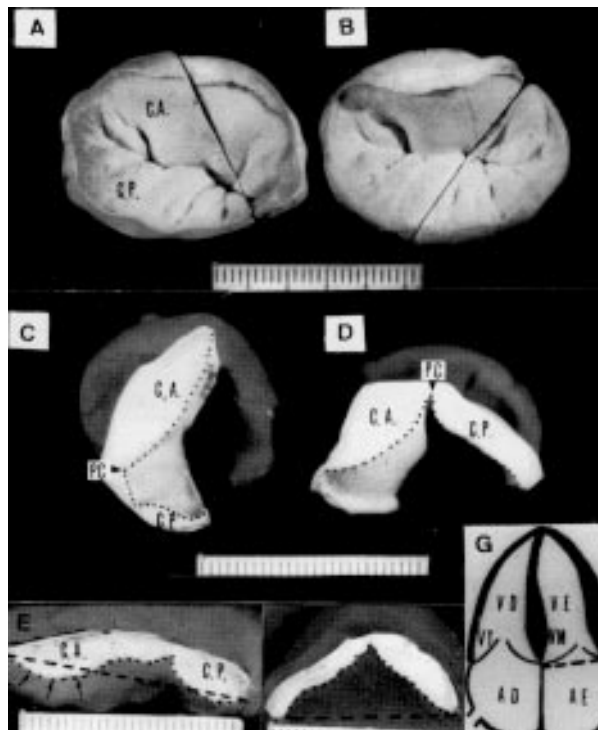


Fig. 5 — Moldes da superfície atrial de uma mesma valva mitral coaptada (A, B, C, D), cortadas segundo os planos ecográficos “para-esternal” (A, C) e “4-câmaras” (B, D), vistos por cima, tal como ilustrado na figura 7. C e D representam o perfil de corte em cada um deste plano: notar como o ângulo formado pelas cúspides (que correspondem a região pontilhada) é mais fechado ( $\hat{A} = 87^\circ$ ) em C (“para-est”) que em D (“4-C”) ( $\hat{A} = 100^\circ$ ); PC = Ponto de coaptação; E e F representam cortes de 2 valvas distintas cortadas em “4-C”: notar, em E, que um segmento de 1 cm de extensão do folheto anterior (setas) ultrapassam a LPVE (tracejada) em 0,2 em enquanto o mesmo não é verificado na valva F: CA, CP = cúspides anterior e posterior; a = esquema mostrando as estruturas evidenciadas pela incidência “4-C”; notar LPVE tracejada.

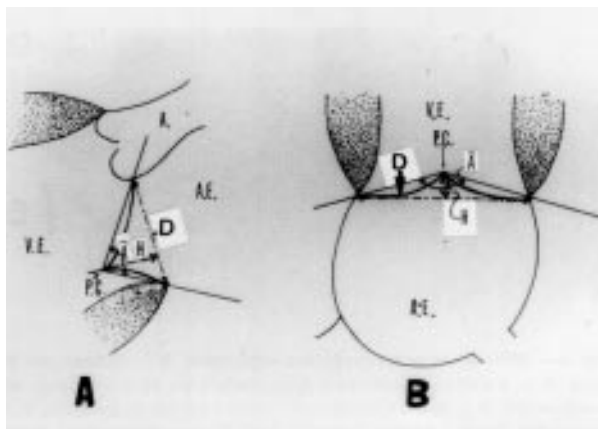


Fig. 6 — Esquemas dos cortes “para-esternal” (A) e “4-C” (B) ilustrando os 3 parâmetros medidos: D = “diâmetro valvar” medido na LPVE (tracejada); H = distância do ponto de coaptação (PC) em relação a LPVE; A = ângulo formado pelas lascíneas anterior e posterior.

segundo variantes do “para-esternal esquerdo” para a análise da disposição tridimensional dos vários grupos cordais.

As cúspides foram, por fim, retiradas para proceder-se, tal como preconizado no estudo convencional da valva mitral<sup>11</sup>, a medidas da zona livre e da zona rugosa, bem como da distância da linha de coaptação em relação à margem livre.

Fragments das duas cúspides foram retirados para estudo histológico em todos os casos, bem como, do anel mitral e de ambos os músculos papilares. Os resultados foram expressos em valores médios com seus desvios-padrão e a sua significância foi determinada pelo teste de “t” pareado.

## RESULTADOS

Na tabela I encontram-se as medidas dos diâmetros valvares, dos ângulos formados pelas lascíneas e da profundidade do ponto de coaptação. Os primeiros nove casos foram os únicos que apresentaram mínima regurgitação mitral durante a injeção de formalina. Os jatos eram únicos, filiformes, originados em pontos (0,5 cm) de uma das duas comissuras e com direções variadas.

**TABELA I - Valores do “diâmetro” valvar, ângulo formado pelas cúspides e profundidade do ponto de coaptação nos planos “para-esternal” e “4 câmaras”.**

Caso	“para-esternal esquerda”		“quatro câmaras”			
	diâmetro (cm)	ângulo (grau)	profundidade (cm)	diâmetro (cm)	ângulo (grau)	profundidade (cm)
1	1,8	93	0,8	2,1	112	0,7
2	1,6	95	0,8	2,2	120	0,5
3	2,3	114	0,5	2,6	140	0,4
4	2,1	116	0,4	2,8	160	0,3
5	1,5	85	0,7	1,8	120	0,4
6	1,9	96	0,5	2,3	144	0,4
7	2,5	112	0,8	3,0	135	0,4
8	1,2	72	0,7	2,1	100	0,4
9	2,2	122	0,7	2,5	136	0,4
10	1,8	90	0,8	2,1	133	0,4
11	1,1	109	0,4	1,5	111	0,4
12	1,9	128	0,4	2,5	140	0,4
13	1,3	85	0,5	1,5	100	0,4
14	1,9	115	0,6	2,5	142	0,3
15	2,2	108	0,6	2,5	143	0,4
16	1,8	100	0,5	2,0	124	0,3
17	1,4	82	0,6	1,4	111	0,4
18	2,3	84	0,4	2,4	120	0,5
19	1,9	113	0,7	3,3	155	0,3
20	2,9	108	0,6	3,0	124	0,6
21	1,9	108	0,6	2,8	135	0,5
22	2,3	106	0,8	2,5	127	0,7
23	2,4	102	0,6	2,5	130	0,7
24	1,9	95	0,6	2,8	150	0,3
25	2,2	76	1,0	3,2	112	0,8
26	2,0	83	0,7	2,4	108	0,7
27	2,7	120	0,6	2,8	135	0,3
28	2,6	125	0,1	2,8	116	0,2
29	1,8	72	0,7	2,0	91	0,5
30	2,4	123	0,4	2,7	142	0,3
31	2,3	106	0,4	2,7	130	0,5
32	1,9	84	0,8	2,3	106	0,9
33	1,6	116	0,4	2,4	138	0,3
34	2,1	127	0,5	2,7	142	0,2
média	1,99	102,05	0,59	2,43	127,41	0,45
	±	±	±	±	±	±
d.p.	0,41	16,21	0,16	0,45	16,45	0,17

Valores significativos < 0,05

No plano para-esternal o diâmetro médio foi de 1,99 cm e o desvio padrão 0,41 cm. No plano “4 câmaras”, esta dimensão foi sempre ligeiramente maior atingindo o valor médio de 2,43 cm, sendo o desvio padrão de 0,45 cm. Portanto, esta medida do perfil da valva no plano “4 câmaras” foi, em média 22,0% maior que no plano para-esternal. Individualmente estudados os 34 pares de moldes, a medida “4 câmaras” do diâmetro valvar foi de 4,6 a 73,0% maior que a medida “para-esternal”.

O ângulo formado pelas cúspides foi sempre significativamente mais agudo na incidência para-esternal esquerda (ângulo médio = 102±16,21°) do que nas “4 câmaras” (média = 127,41±16,45°). Portanto, no plano “4 câmaras” o ângulo formado pelas lascíneas foi, em média, 25,5% mais aberto que no plano para-esternal (fig. 5C, D, E, F).

A profundidade do plano de coaptação foi ligeiramente menor nos moldes “4 câmaras” (média = 0,59 ± 0,16 cm) que nos seccionados segundo o plano para-esternal (média = 0,45 ± 0,17 cm), o que significa que o ponto de coaptação das lascíneas estava um pouco mais próximo do “plano valvar ecográfico” no primeiro plano.

O estudo do grau de proximidade das áreas mais proeminentes das cúspides em relação a LVPE evidenciou que em 9 (26,4%) dos 34 casos a cúspide anterior ultrapassou aquela linha em cerca de 0,2 cm, numa extensão média 0,9 cm e em apenas um caso (3,4%) o folheto posterior teve este comportamento (tab. II).

**TABELA II - Médias da extensão do segmento cuspidiano que ultrapassa a “linha do plano valvar ecográfico” (LPVE) e da maior distância deste segmento a esta linha**

caso	Cúspide anterior		Cúspide posterior	
	maior distância cúspide / LPVE (cm)	extensão (cm)	maior distância cúspide / LPVE (cm)	extensão (cm)
4	0,2	1,0	-	-
7	0,2	1,3	-	-
12	0,5	1,0	-	-
14	0,1	0,5	-	-
19	-	-	0,1	0,5
27	0,2	1,0	-	-
31	0,2	1,3	-	-
33	0,1	1,5	-	-
34	0,1	1,8	-	-
média	0,2+	1,17 +	-	-
d.p.	0,12	0,36	-	-

(p < 0,05)

Estudando a superfície atrial de ambas as cúspides colocadas “em posição sistólica”, observamos segmentos de uma mesma cúspide mais salientes ao lado de outros menos proeminentes. As áreas mais proeminentes ficavam entre os pontos de ancoramento das cordoalhas que, por sua vez, fixavam as cúspides em níveis mais baixos. Esta irregularidade foi particularmente evidente em toda a cúspide anterior, em que o aparelho cordal se insere quase que em toda a sua face ventricular (fig.4, 7).

Na cúspide anterior, as regiões mais deprimidas surgiram, do mesmo modo que na posterior, como foveolas ou como sulcos, podendo-se mesmo falar em uma “zona sulcada”, em contraste com a superfície atrial restante desta cúspide bastante lisa (fig. 1A). Estas depressões, que ocorriam nos pontos de implantação de cordoalhas de 3º ordem alcançavam, no máximo, metade da distância existente entre a linha de fechamento (que constituía seu limite posterior) e o segmento anterior do anel mitral. Esta “zona sulcada” era constituída, em parte, pela zona rugosa e, em parte, pela região normalmente conhecida no estudo convencional da valva mitral, como zona lisa, ultrapassando a primeira, em média, em 0,4 cm. A zona rugosa, por sua vez, mediu, em média 0,9 cm ao nível do segmento médio desta cúspide. Na cúspide posterior, a zona rugosa freqüentemente, confundiu-se com a própria cúspide, não sendo medida por este motivo (fig. 1, 2, 7).

Em ambas as cúspides, a linha de fechamento ficou, em média, 0,4 cm da borda livre. Esta linha esteve sempre contida na zona rugosa. A zona lisa da cúspide anterior mediu, em média 2,2 cm e, na posterior, não foi identificada com segurança, parecendo que, contrariamente ao relato na literatura<sup>4</sup>, ela não tem uma definição clara em toda a extensão do folheto posterior, sendo descontínua e, algumas vezes inexistente (tab. III). Portanto, na cúspide anterior, partindo-se da transição mitro-aórtica (segmento anterior do anel mitral) tivemos a “zona livre lisa”, a “zona livre sulcada” (denominações propostas por nós), a linha de coaptação e, finalmente, a zona de coaptação com a sua margem livre (fig. 1, 2, 3, 7).

Com base na disposição da cordoalha da cúspide anterior em relação a linha de fechamento, pôde-se dividi-las em cordoalha para a margem livre, para a zona de coaptação e para a zona livre sulcada. Estas últimas correspondiam à implantação de cordoalha de 38 ordem. Foram encontradas cordas frouxas e discretamente redundantes (redundância média de 0,25 cm) em 100% dos casos. Elas foram identificadas como cordoalha de 1ª ordem e/ou cordoalha comissural (fig. 7). A forma do anel mitral em todos os casos pôde ser geometricamente definida como a de um parabolóide hiperbólico. As regiões mais proeminentes para o interior do átrio esquerdo foram os segmentos médios das cúspides anteriores (região da membrana aorto-septal) e da cúspide posterior (região da concha

comissural média) (fig. 8). O estudo histológico dos papilares, anel e cúspides não revelou qualquer anormalidade.

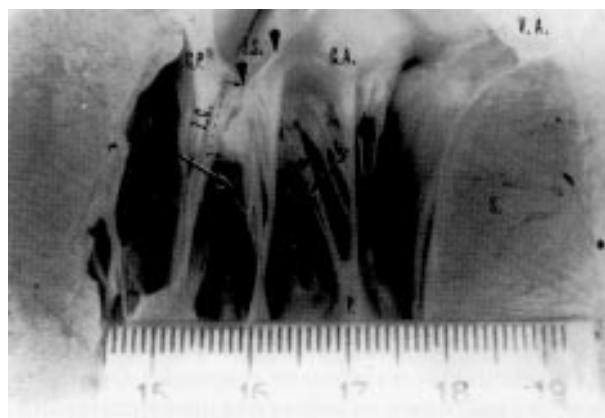


Fig. 7 — As duas setas maiores oblíquas apontam para duas cordoalhas redundantes de 1º ordem ao lado de todas as outras estiradas (\* = cordoalhas de 2º e 3º ordem; seta grossa = cordoalha de suporte); as duas pontas de seta verticais delimitam a “zona livre-sulcada” (ZS); a linha pontilhada ZC é a zona de coaptação; 8 = septo interventricular; VA — valva aórtica.

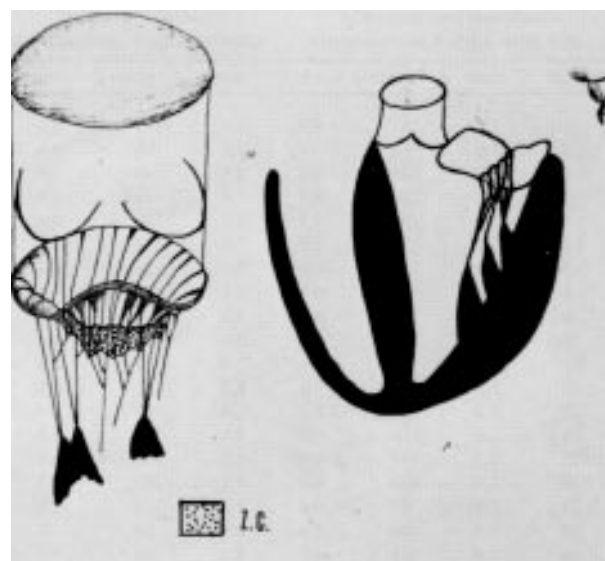


Fig. 8 — Esquema da valva mitral, observada segundo a ilustração à direita: a forma do anel é a de um parabolóide hiperbólico e as faces justapostas de coaptação estão-ilustradas como uma região pontilhada na região mais profunda do aparelho valvar (ZC).

**TABELA III - Extensão das zonas lisa e rugosa das cúspides mitrais medidas em valvas abertas e dimensão da “zona livre lisa”, “zona livre sulcada” e zona de coaptação medidas em valvas fechadas por injeção de fixador sob pressão no interior do VE.**

	Cúspide anterior (CM)	Cúspide posterior (CM)
Zona lisa	2,2 ± 0,6	?
Zona rugosa	0,9 ± 0,6	?
Zona livre lisa	1,8 ± 0,2	-
Zona livre sulcada	0,9 ± 0,4	-
Zona de coaptação	0,4 ± 0,2	0,4 ± 0,3

(P ± 0,05)

## COMENTÁRIOS

O presente estudo, que pretende estabelecer uma correlação entre achados anatômicos e aspectos ecológicos sistólicos da valva mitral normal tem como limitação o fato de não se saber, precisamente, o quanto o coração do cadáver reproduz a configuração sistólica do ventrículo esquerdo. Não é correto, entretanto, o argumento de que não se sabe em que fase da revolução cardíaca o coração parou. Ao parar, o coração



torna-se hiper-relaxado e, após a inexorável ação do rigor mortis cardíaco, ele fica hipercontraído, até mais do que numa potente sístole ventricular experimentalmente potencializada pelo uso de substâncias adrenérgicas<sup>8,9,13,14</sup>.

Já constatamos, em trabalho experimental com corações caninos, que o volume ventricular esquerdo pós-rigor é cerca de 77% menor que o volume presente imediatamente após o sacrifício do animal e que o óstio mitral, sob a ação daquele fenômeno bioquímico, reduz-se em torno de 36%. As paredes ventriculares, por sua vez, ficam 47% mais espessas e os papilares mudam a sua disposição espacial, alterando o ângulo que formam entre si logo após a parada cardíaca (em torno de 31°) de forma a ficarem quase paralelos<sup>9</sup>. Estas cifras são semelhantes àquelas apresentadas por Sonnenblick<sup>13</sup> como valores normais da contração fisiológica deste ventrículo, e por isso, cremos que o ventrículo esquerdo de corações normais, à necrópsia, apresenta uma arquitetura próxima àquela vista no final da sístole, o que também já foi confirmado por outro autor<sup>15</sup>.

A partir desta constatação, encorajamo-nos a estabelecer comparações entre alguns achados anatómicos de corações processados segundo o método aqui descrito com dados obtidos ecograficamente durante a sístole ventricular.

Na verdade, atualmente, entendemos que o estudo do coração na necrópsia segundo o método aqui proposto poderá ser bastante apropriado para definir a existência de prolapso da valva mitral, pois o ventrículo pós-rigor é uma câmara hipercontraída e, como se sabe, manobras clínicas que levam a hipercontração do VE favorecem a redundância valvar e o aparecimento de prolapso mitral<sup>12</sup>.

Este método de estudo permitiu-nos observar que a superfície da valva mitral colocada em “posição sistólica” é muito mais irregular que aquela sugerida pelo exame ecográfico habitualmente realizado. Entretanto, isto decorre da falta de um direcionamento da atenção para o estudo destes detalhes, pois temos verificado que, na ecocardiografia convencional, a análise cuidadosa da superfície atrial das cúspides é capaz de revelar as saliências e reentrâncias aqui descritas. Não é incomum encontrarmos, na incidência “4 câmaras”, a cúspide anterior com a forma de um “S deitado”, ou de uma “colher”. Esta análise pode ser importante para revelar alguns casos como os que temos defrontado, em necrópsias do nosso serviço, em que somente a “zona sulcada” (entre as cordealhas de 3ª ordem mais laterais e fenda de fechamento) mostra-se prolapsada.

O estudo do diâmetro, da profundidade do ponto de coaptação cuspidiana e do ângulo formado pelas lascíneas nos moldes seccionados segundo os dois planos ecográficos escolhidos revelou que na incidência “apical 4 câmaras”, maiores segmentos de ambas as cúspides são examinadas (diâmetro médio = 2,31 ± 0,49 cm contra 1,94 ± 0,44 cm). Além disso, uma maior extensão

delas está mais próxima da linha do “plano valvar ecográfico”, pois o vértice onde se tocam — o ponto de coaptação — é mais superficial (0,47 ± 0,14 cm contra 0,58 ± 0,15 cm). E, ainda mais, o ângulo que formam entre si (127,96 ± 13,68°) é mais aberto que na incidência “para-esternal” (104,6 ± 12,26°).

Isto vem ajudar a explicar porque os prolapso mitrais são mais facilmente visíveis na exploração “4 câmaras”, pois proeminências de um ou de ambos os folhetos somam-se àquela normalmente vista neste plano. Foi nesta incidência que encontramos, em 9 casos, uma elevação no folheto anterior além da LP-VE, havendo um caso em que isto ocorreu com o folheto posterior.

As diferenças de grau da proeminência valvar em direção ao átrio esquerdo constatadas entre os 2 tipos de exploração ecográfica aqui em estudo foi explicada pela forma assumida pelo anel mitral, que tem uma estrutura tridimensional mais complexa que aquela comumente imaginada.

Neste aspecto o nosso achado concorda com os resultados de outro autor<sup>16</sup> que, através de uma reconstituição ecográfica da arquitetura do anel, chegou a mesma forma encontrada por nós e que, geometricamente, é definida como um parabolóide hiperbólico. Grosseiramente esta figura pode ser comparada a uma sela, onde as partes salientes ficam na transição mitroaórtica da cúspide anterior e na área central da cúspide posterior. As comissuras, por sua vez, ficam em planos mais baixos que as regines centrais das cúspides.

Outra comparação que ajuda a compreender a forma assumida pelas cúspides coaptadas é a de um “vale de encostas, ora mais, ora menos íngremes — ora mais, ora menos elevadas — no fundo do qual corre um rio sinuoso” (a fenda de fechamento), cuja profundidade varia segundo o local de análise. Na região das comissuras, “as encostas são mais baixas, menos íngremes e também têm suas bases situadas nos níveis mais inferiores do que todo o conjunto de encostas. Portanto, nas regiões comissurais e nas suas proximidades, o ângulo formado pelas cúspides (as “encostas”) é o menos agudo (menos íngreme) e, portanto, elas ficam mais próximas da LPVE (a linha que une os “cumes” das “encostas”). Como a exploração da incidência “4 câmaras” é a que passa mais aproximadamente destas regiões deprimidas, entende-se que esta incidência é mais sensível para detectar prolapso.

Portanto, não existe um plano definido que passe pelo anel mitral e o chamado “plano da valva mitral” é um artificialismo utilizado pelos ecocardiografistas, especialmente na avaliação da existência de prolapso desta valva.

O estudo das peças dissecadas permitiu verificar que algumas das delgadas cordoalhas de 1ª ordem e as cordas comissurais, sempre se apresentam frouxas e ligeiramente redundantes, enquanto que as cordas de 2ª ordem e as cordas suportes, mais laterais em relação à linha de fechamento, estão sempre estiradas.

não sendo possível, mesmo manipulando todo o sistema cordal com uma pinça, deixar artificialmente todas as cordas distendidas .

Este aspecto sugeriu-nos que isso também possa ocorrer em vida e decorre do fato destas últimas (as cordas estiradas) serem mais curtas que as anteriores, o que não é “compensado” nem mesmo por uma eventual inserção em um ponto mais alto dos papilares. Parece-nos, também, coerente a hipótese que estas delgadas cordas não participem da contenção valvar durante a sístole a sua delicada compleição, pouco apropriada para suportar as elevadas tensões desta fase da revolução cardíaca. O achado de cordoalha redundante nestas valvas em posição “sistólica”, igualmente, talvez explique o ocasional achado à ecocardiografia unidimensional, em casos de miocardiopatia hipertrófica (que tem cavidade pequena tal como ocorre no hipercontraído coração pós-rigor), no chamado segmento CD (sístole ventricular), de estruturas móveis na região da valva mitral, ocasião em que tais cordas estariam sujeitas à “aspiração” provocada pelo efeito Venturi da ejeção ventricular na via de saída do VE.

### SUMMARY

*The shape of the mitral valve ring, the position of its chordae and of its leaflets were studied in 34 normal hearts fixed through intra-ventricular injection of tamponate formalin. As the authors have assumed that the post-rigor left ventricle has an architecture very similar to that seen at the end of ventricular systole, comparisons were made between the anatomical and the echocardiographic features usually seen at the end of the phase of the cardiac cycle.*

*The mitral ring has the shape of a hyperbolic paraboloid, and this peculiar geometry explains why the “apical — four chambers” view, which explores the most superficial ring segments, is the more appropriate view for detecting mitral valve prolapses.*

*In that incidence the valvar diameter is longer ( $2.43 \pm 0.45$  cm) that in the “parasternal view” ( $1.99 \pm 0.45$  cm) and the angle made by the leaflets is comparatively less acute (“four chambers” =  $127.41 \pm 16.45^\circ$ ; “parasternal” =  $102.05 \pm 0.17^\circ$ ). In the “four chamber” view the point of coaptation (which represents the vertex of the referred angle) is  $0.45 \pm 0.17$  cm from the echographic line usually taken as the valvar plane (EVPL — echocardiographic valvar plane line) whereas in the other view, it is more distant from this*

*line ( $0.59 \pm 0.16$  cm). These two last factors make both leaflets closer to the left atrium and explains why mitral valve prolapse, when present, is more easily seen in that incidence.*

*In the “four chamber” view, in nine cases (23.5%) the anterior leaflet has surpassed the EVPL by a mean distance of 0.2 cm and in only one case (3%) the posterior leaflet has shown this behavior ( $d = 0.1$  cm). In all cases redundant first order chordae (mean 0.25 cm redundancy) were found in the distended mitral valve apparatus and this finding could not be explained as being the result of an artifact fixation. The authors have assumed that this is a real phenomenon and that redundant chordae would be subject to an “aspiration” caused by the Venturi effect, during physiologic ventricular ejection.*

### REFERÊNCIAS

- Chiechi MA, Lees WM, Thompson R — Functional anatomy of the normal mitral valve. *J Thorac Surg*, 32: 378, 1956.
- Plessis LA, Marchand P — The anatomy of the mitral valve and its associated structures. *Thorax*, 19: 221, 1964.
- Silverman ME, Hurst JW — The mitral valve complex. *Am Heart J*. 76:399, 1968.
- Raganathan N, Lam JH, Wigle ED et al — Morphology of the human mitral valve. The valve leaflet. *Circulation*, 42: 459, 1970.
- Perloff JK, Roberts WC — The mitral apparatus. *Circulation*, 46: 227, 1972.
- Walmley R — Anatomy of human mitral valve in adult cadaver and comparative anatomy of the valve. *Br Heart J*. 40: 351, 1978.
- Datta AK, Mukherje M, Ghosh S — Morphology and morphology of the mitral valve in normal human heart. *Indian Heart J*. 36:384, 1984.
- Curti HJV, Sanches PCR, Carvalhal SS — Rigor mortis cardíaco. *Arq Bras Cardiol*, 45: 439, 1985.
- Curti HJV, Ferreira MCF, Ferreira SA e col — Alterações da arquitetura ventricular esquerda provocadas pelo rigor mortis cardíaco. *Ciências da Saúde*, 2: 51, 1987.
- Fortuna ABP — Anatomia cirúrgica da valva mitral — Campinas, 1983 (Tese Livre-Doc Universidade Estadual de Campinas).
- Ranganathan MB, Lam JHC — Morphology of the human mitral valve. *Circulation*, 41: 459, 1970.
- Feigenbaum H — Mitral valve prolapse. In: Feigenbaum H — *Echocardiography*, 4<sup>th</sup> ed. Philadelphia, Lea-Febiger, 1986, p 272.
- Sonnenblick EH, Ross J, Covell JW et al — The ultrastructure of the heart in systole and diastole. *Circ Res*, 21: 423, 1967.
- Hort W — Makroskopische and mikrometrische untersuchungen in myokard verschieden stark gefullter linker kammern. *Virchows Arch Path Anat Physiol Med*, 333: 523, 1960.
- Maron BJ, Henry WL, Roberts WC — Comparison of echocardiographic and necropsy measurements of ventricular wall thicknesses in patients with and without desproportional septal thickening. *Circulation*, 55: 341, 1976.
- Levine R, Triulzi MO, Harrigan P et al — The relationship of mitral annular shape to the diagnosis of mitral valve prolapse. *Circulation*, 75: 756, 1986.