

Avaliação da Valva Aórtica. Estudo Anatômico em 100 Corações Humanos Normais

Marcelo Biscegli Jatene, Rosangela Monteiro, Maria Helena Guimarães, Siomara Christina Veronezi, Márcia Kyiomi Koike, Fabio Biscegli Jatene, Adib Domingos Jatene

São Paulo, SP

Objetivo - Avaliar aspectos anatômicos da valva aórtica que possam ser úteis em situações de diagnóstico e tratamento cirúrgico.

Métodos - Foram estudados 100 corações humanos normais fixados, sendo 84% do sexo masculino, 61% caucasianos, com idade entre 9 e 86 (média $30 \pm 15,5$) anos. Os aspectos avaliados, relacionados à idade, sexo e raça foram: número e altura das válvulas; tamanho das lúnulas; distância intercomissural externa e interna; posição do óstio coronariano em relação à valva aórtica; posição do septo interventricular em relação à valva aórtica; espessura das válvulas.

Resultados - Todos os corações avaliados possuíam valva aórtica trivalvular. Com relação a altura da válvula e o tamanho da lúnula, a válvula coronariana esquerda foi maior, seguida pela coronariana direita e pela não coronariana. As distâncias intercomissurais externa e interna apresentaram valores médios de $24,6 \pm 5,7$ e $19,7 \pm 7$ mm, respectivamente. Com relação à posição dos óstios coronarianos, em um caso, os 2 óstios saíam do seio coronariano esquerdo e, em outro, o óstio era supracomissural. O diâmetro médio da aorta foi $21,8 \pm 3,6$ mm, não havendo diferenças sexuais e raciais significativas, e mostrando-se progressivamente maior com o aumento da idade. A espessura das válvulas não revelou diferenças significativas nos 3 pontos avaliados.

Conclusão - O anel aórtico não se mostrou uma circunferência perfeita apresentando variações de medida do anel, nas válvulas e na relação com o septo interventricular.

Palavras-chave: coração, anatomia, valva aórtica.

Nas últimas décadas, alguns aspectos revigoraram o interesse pela anatomia do coração, dentre eles o emprego, cada vez mais freqüente, de técnicas cirúrgicas conservadoras nas valvas cardíacas. As complicações tromboembólicas nas próteses mecânicas, assim como as roturas, reestenoses e calcificações nas biopróteses, são as maiores causas de morbidade e mortalidade nos pacientes submetidos à substituição valvar, o que evidencia que, apesar da grande evolução tecnológica e de estudos constantes, não se obteve, ainda, um substituto ideal para a valva natural, seja ele mecânico ou biológico, que tenha grande longevidade e baixa trombogenicidade¹⁻⁵. Dessa forma, em portadores de valvopatias, o emprego de técnicas conservadoras vêm sendo progressivamente utilizado nos vários centros²⁻⁶. Assim, o interesse na morfologia das valvas cardíacas, que durante as décadas de 60 e 70 ficou limitado aos aspectos patológicos, devido ao grande número de substituições valvares por próteses, foi ampliado e o conhecimento mais apurado da anatomia normal passou a assumir importante papel no sucesso das plastias valvares, já que muitas decisões tomadas durante a operação são baseadas na avaliação visual das alterações. O conhecimento detalhado de aspectos anatômicos da valva aórtica visa melhorar o entendimento de sua anatomia e auxiliar na obtenção de melhores resultados em procedimentos conservadores, promovendo retorno à normalidade anatômica e funcional, bem como definir alguns detalhes da arquitetura da valva aórtica, necessários ao desenvolvimento e à fabricação de próteses. Além disso, o conhecimento e a compreensão da estrutura e da função de valvas cardíacas normais e patológicas são cruciais na seleção de pacientes para cirurgia e no planejamento do melhor caminho terapêutico a ser seguido.

As dificuldades técnicas encontradas nas cirurgias reparadoras da valva aórtica devem-se às suas características anatômicas, bem como o estado de preservação de suas válvulas^{2,7}. Os mecanismos de fechamento da valva aórtica são mais precisos do que aqueles envolvidos na dinâmica das valvas atrioventriculares, que apresentam maior superfície de coaptação e amplas estruturas subvalvares, facilitando a realização de correções plásticas sem substituição por prótese⁷⁻¹¹.

Instituto do Coração do Hospital das Clínicas - FMUSP
Correspondência: Marcelo Biscegli Jatene - Rua João Moura, 1535 - 05412-003 - São Paulo, SP
Recebido para publicação em 15/4/98
Aceito em 24/3/99

Estudos específicos da anatomia da valva aórtica, como os realizados por Silver e Roberts¹², Swanson e Clark¹³, Thubrikar e cols.¹⁴ e Angelini e cols.¹⁵ visam melhor definir aspectos peculiares desta valva, estudando algumas variáveis lineares em cada válvula, além da avaliação da anatomia, propriamente dita constatando a presença de fenestrações próximas às comissuras valvares.

Apesar do relato em algumas publicações dos aspectos comentados, existem pontos que necessitam melhor estudo e este trabalho tem como objetivo a avaliação da anatomia da valva aórtica, buscando com o máximo de informações sobre as válvulas, posição dos óstios e relações anatómicas, facilitar os procedimentos cirúrgicos conservadores ou de troca da valva aórtica.

Métodos

Foram estudados 100 corações humanos normais, de indivíduos sem cardiopatia prévia, fixados segundo a técnica de moldagem das cavidades e estruturas com flocos de algodão embebidos em formalina a 10%¹⁶. Oitenta e quatro por cento dos corações pertenciam a indivíduos do sexo masculino, 61% caucasianos, com idades entre 9 e 86 anos ($30 \pm 15,45$) e com massa cardíaca variando de 107 a 463g ($259,47 \pm 59,3$). Segundo informações fornecidas pelo Instituto de Medicina Legal do Departamento de Polícia Científica da Secretaria de Segurança Pública do Estado de São Paulo e pela análise de patologista, todos os corações pertenciam a indivíduos sem referência de cardiopatias prévias. Em 90% do material avaliado, a causa mortis foi relacionada a trauma e, nos 10% restantes, o óbito havia sido ocasionado por doenças não-relacionadas ao sistema cardiovascular.

Utilizando-se de um paquímetro e fio de algodão número zero foram realizadas algumas avaliações nos seios de Valsalva e nas três válvulas da valva aórtica: coronariana esquerda (CE); coronariana direita (CD) e não coronariana (NC).

Número e altura das válvulas (fig. 1) – altura: obtida colocando-se no ponto médio entre as comissuras o fio de algodão esticado do fundo do seio de Valsalva até a borda livre das válvulas, respeitando-se a sua curvatura e, em seguida, transferindo esta medida para o paquímetro;

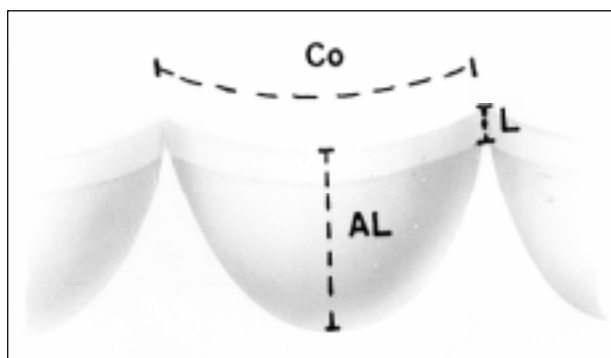


Fig. 1 - Esquema demonstrando o local das medidas em uma das três válvulas. AL - altura da válvula; L - largura da lúnula; Co - comprimento da lúnula.

Tamanho da lúnula (fig. 1) avaliada sob 2 aspectos – largura: avaliada ao nível das comissuras; comprimento: medido esticando-se o fio de algodão na superfície de cada válvula ao nível da borda livre, acompanhando sua curvatura;

Distâncias intercomissurais (fig. 2) – externa: medida esticando-se fio de algodão pela parede da aorta ligando uma comissura a outra, de forma que a soma das 3 medidas represente a circunferência da aorta; interna: obtida ligando-se as comissuras com fio de algodão na menor distância entre elas;

Posição do óstio e sua relação com o seio de Valsalva correspondente (fig. 3) -com o auxílio do fio de algodão mediu-se a distância do óstio até as comissuras e o fundo do seio de Valsalva;

Posição do septo interventricular em relação à valva aórtica (fig. 4) avaliada sob os seguintes aspectos: distância entre a extremidade septal e a comissura CD-CE (medida A); distância entre a extremidade septal e a comissura CD-NC (medida B); distância do septo à comissura NC-CE (medida C); diâmetro aórtico (medida D).

Foi também estabelecida a relação $C/D \times 100$ para determinar a porcentagem de área livre do anel aórtico e, conseqüentemente, avaliar a posição e porcentagem de área ocupada pelo septo em relação à via de saída do ventrículo esquerdo (VSVE).

Espessura das válvulas (fig. 5) - avaliada macroscopicamente em três diferentes pontos da superfície de cada válvula: borda livre, fundo do seio de Valsalva e o ponto intermediário entre os anteriores. A avaliação foi realizada por inspeção visual, sem que se houvesse feito medidas da espessura com aparelhos específicos, em função da delicadeza do tecido das válvulas. Não se realizou estudo histológico das válvulas, o que forneceria informações mais precisas, para se manter a integridade dos espécimes anatómicos a serem utilizados em estudos futuros.

Todos os aspectos estudados foram relacionados com as variáveis sexo, idade e raça.

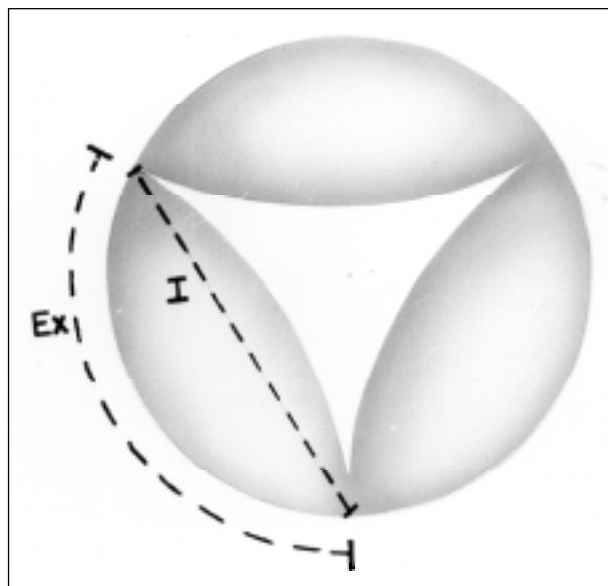


Fig. 2 - Esquema demonstrando as distâncias intercomissurais externas (Ex) e internas (I).

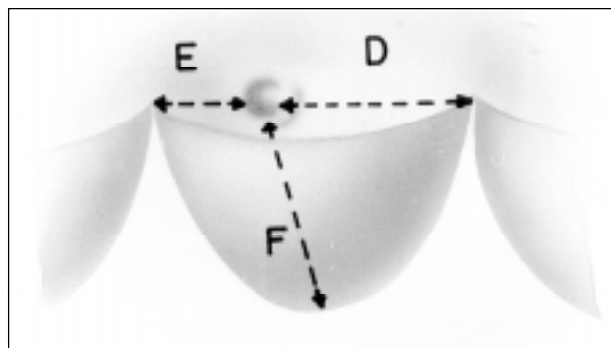


Fig. 3 - Esquema da posição do óstio em relação a comissura à esquerda (E); comissura à direita (D) e fundo do seio de Valsalva (F).

Resultados

Todos os corações avaliados possuíam valva aórtica trivalvular.

A altura média das válvulas foi $15,0 \pm 1,98$ mm apresentando a válvula CE maiores dimensões, seguido da CD e da NC, que se mostraram semelhantes entre si. O mesmo padrão foi observado na largura e comprimento da lúnula que apresentaram valores médios de $4,4 \pm 0,96$ mm e $30,2 \pm 7,1$ mm, respectivamente (tab. I).

No estudo das distâncias entre as comissuras, observou-se que a distância intercomissural externa foi maior no seio de Valsalva CE, seguido do CD e do NC. No entanto, a distância intercomissural interna mostrou-se maior no seio NC, seguida do CE e CD. A distância intercomissural média externa foi $24,6 \pm 5,7$ mm e interna $19,7 \pm 7,0$ mm; os valores médios individuais de cada válvula e agrupados em função do sexo, idade e raça podem ser observados na tabela II.

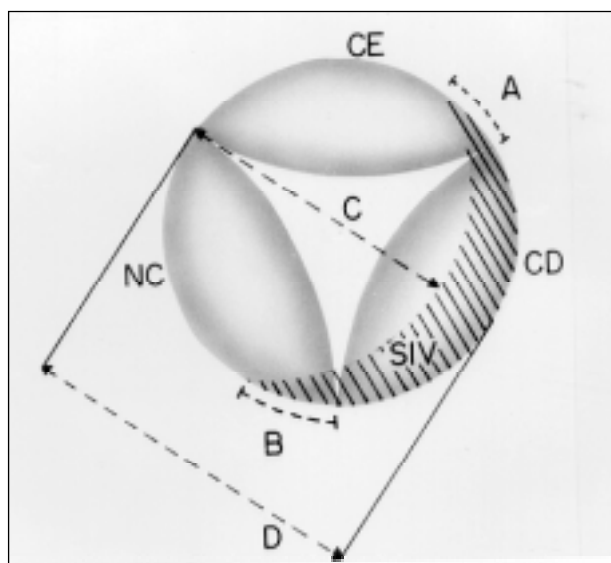


Fig. 4 - Esquema da posição do septo interventricular (SIV) em relação a valva aórtica. CE - coronariano esquerdo; CD - coronariano direito; NC - não coronariano; A - distância entre a extremidade septal e a comissura CD-CE; B - distância entre a extremidade septal e a comissura CD-NC; C - distância do septo à comissura NC-CE; D - diâmetro aórtico.



Fig. 5 - Esquema (frente e perfil) demonstrando os três locais de avaliação da espessura das válvulas.

Com relação à posição dos óstios coronarianos, em um caso, ambos os óstios se encontravam no seio CE e, em outro, o óstio era supracomissural. Nos demais, as variações eram pequenas e apenas de posição do respectivo óstio, em relação ao seio de Valsalva correspondente (tab. III).

No estudo da posição do septo interventricular (SIV), em relação ao anel aórtico e suas estruturas, as medidas A, B e C apresentaram valores médios de $9,5 \pm 5,3$ mm; $5,7 \pm 4,2$ mm e $19,2 \pm 2,9$ mm, respectivamente, não mostrando diferenças, estatisticamente significantes, entre sexo, raça e idade. O diâmetro médio da aorta (medida D) foi $21,8 \pm 3,6$ mm, não havendo diferenças sexuais e raciais significativas. No entanto, a medida D foi menor em corações com idade < 40 anos e se mostrou, progressivamente maior, com o aumento da idade. Assim a relação $C/D \times 100$ revelou valores médios de $89,1 \pm 14,6$ mm, sendo maior em corações de indivíduos com < 40 anos (tab. IV).

A avaliação macroscópica da espessura das válvulas, avaliada em três pontos de sua superfície, não revelou diferenças, sendo praticamente constante.

Discussão

Considerando que o presente estudo se propôs a analisar apenas corações normais, a seleção do material se revestiu de extrema importância. Antes de serem incluídos na amostra, todos os corações foram, criteriosamente, analisados e tiveram a hipótese de doença cardíaca prévia afastada, evitando-se a possibilidade de obtenção de peças anatómicas com alterações morfológicas devidas a doença cardíaca ou à repercussão de distúrbios funcionais em outros órgãos. Um aspecto que merece ser discutido é o peso dos corações. Segundo Gardner e cols.¹⁷, o peso médio do coração no homem é cerca de 328g com variações que oscilam entre 256g e 390g e, na mulher, cerca de 244g, variando entre 198g e 270g. Contudo, Linzbach¹⁸ afirma que o peso do coração humano pode chegar a 500g, sem apresentar alterações patológicas. Em situações onde o trabalho do órgão está, cronicamente, aumentado, como em atletas ou em trabalhadores que exerçam intensa atividade física, a elevação do peso do coração não é causada por um aumento no número de fibras musculares e sim pelas fibras musculares que se tornam mais espessas e mais longas. Além disso, com já demonstrado por vários auto-

Tabela I - Valores médios da altura das válvulas e tamanho das lúnulas (largura e comprimento) em mm								
Medida	Válvula	Média Geral	Sexo		Faixa Etária		Raça	
			Masculino	Feminino	< 40	≥ 40	Caucasiano	Não Caucasiano
Altura	CE	15,2	15,2	14,9	15,0	16,2	15,3	15,1
	CD	15,0	15,2	14,5	14,9	16,2	15,1	15,0
	NC	14,9	15,0	14,6	14,8	15,5	14,9	14,8
Largura	CE	4,6	4,6	4,3	4,5	4,9	4,5	4,6
	CD	4,4	4,4	4,2	4,4	4,6	4,3	4,5
	NC	4,3	4,3	4,2	4,3	4,6	4,3	4,3
Comprimento	CE	30,6	30,7	29,3	30,0	34,1	30,2	30,9
	CD	30,1	30,4	27,9	29,4	33,9	29,9	30,3
	NC	30,0	30,3	28,2	29,4	33,5	29,6	30,6

CE- coronariana esquerda; CD- coronariana direita; NC- não coronariana.

Tabela II - Valores Médios das Distâncias Intercomissurais Externa e Interna (em mm).								
Distância Intercomissural	Válvula	Média Geral	Sexo		Faixa Etária		Raça	
			Masculino	Feminino	< 40	≥ 40	Caucasiano	Não Caucasiano
Externa	CE	25,2	25,4	23,5	24,4	29,3	24,0	25,5
	CD	24,5	24,5	23,8	23,6	29,4	23,1	25,2
	NC	24,1	24,4	22,1	23,6	27,0	23,3	23,8
Interna	CE	19,8	20,0	18,5	19,3	22,7	18,8	21,4
	CD	19,2	19,2	18,7	18,7	22,2	17,9	20,9
	NC	20,0	20,1	19,1	19,6	22,3	18,5	21,8

CE- coronariana esquerda; CD- coronariana direita; NC- não coronariana.

Tabela III - Valores médios das distâncias do óstio e sua relação com o seio de Valsalva correspondente (em mm)								
Distância do Ostio até	Seio de Valsalva	Média Geral	Sexo		Faixa Etária		Raça	
			Masculino	Feminino	< 40	≥ 40	Caucasiano	Não Caucasiano
Comissura à esquerda	CE	9,6	9,7	9,3	9,3	12,0	9,5	9,8
	CD	11,1	11,2	10,7	10,7	13,9	11,2	11,1
Comissura à direita	CE	11,0	10,9	10,8	10,5	13,4	10,5	11,6
	CD	11,1	11,3	9,9	10,8	13,0	10,7	11,7
Fundo do seio de Valsalva	CE	13,3	13,4	13,0	13,0	14,9	13,3	13,4
	CD	14,8	15,0	13,8	14,6	16,1	14,9	14,7

CE- coronariano esquerdo; CD- coronariano direito.

res, o peso do coração está diretamente relacionado à superfície corpórea do indivíduo^{19,20}.

Entre os vários dados obtidos em nosso estudo, alguns se mostraram de maior interesse dentro do amplo capítulo de estudo da valva aórtica e suas relações.

Na análise das distâncias intercomissurais, observamos que a medida da distância intercomissural externa mostrou-se maior no seio de Valsalva CE, seguido pelo CD e NC. No entanto, quando analisamos a distância intercomissural interna, observamos mudanças nos dados, com maiores valores no seio NC, seguido pelo CE e CD, na maioria dos grupos estudados, reforçando a constatação de que o anel aórtico tem dimensões variáveis e que não forma uma circunferência perfeita ao nível das comissuras. Vollebergh e Becker²¹, em estudo das distâncias intercomissurais de

200 corações humanos, também demonstraram variações, porém o seio CD foi maior, seguido pelo NC e CE, ao contrário de nossas observações. Além disso, Thubrikar e cols.²² demonstraram, em investigação in vivo em corações de cães, que a valva aórtica é uma estrutura dinâmica e que os parâmetros geométricos mudam a cada ciclo cardíaco. Neste aspecto, uma avaliação exclusivamente anatômica em espécimes serviria, principalmente, ao fornecimento de informações que o cirurgião precisaria dispor no momento em que necessita abordar a valva aórtica. Estudos em espécimes apresentam alguns aspectos que diferem do coração no momento de uma operação, como por exemplo o rigor mortis²³ e a retração por fixação. Entretanto, a influência destes fatores é mais significativa sobre as câmaras ventriculares. Tei e cols.²⁴, em grupo controle do estudo da

Tabela IV - Valores médios da posição do septo interventricular e sua relação com a valva aórtica (em mm)							
Medidas	Média Geral	Sexo		Faixa Etária		Raça	
		Masculino	Feminino	< 40	≥ 40	Caucasiano	Não Caucasiano
A	9,5	9,3	9,8	10,3	9,6	8,7	10,6
B	5,7	5,9	4,6	7,1	7,3	5,3	6,2
C	19,2	19,3	18,7	18,4	20,6	18,8	19,8
D	21,8	19,8	21,6	21,5	25,9	21,6	22,1
Relação C/D	89,1	89,2	88,3	85,6	80,8	88,1	90,6

A- distância entre a extremidade septal e a comissura CD-CE; B- distância entre a extremidade septal e a comissura CD-NC; C- distância do septo à comissura NC-CE; D- diâmetro aórtico.

valva atrioventricular direita, observaram em avaliação comparativa entre três grupos, valores semelhantes para corações não fixados, formolizados e avaliados por ecocardiogramas. Observações semelhantes foram relatadas por Scholz e cols.²⁵ e Maron e cols.²⁶, em estudo da massa cardíaca, circunferências valvares e espessura ventricular.

O conhecimento do design da valva aórtica normal, responsável pela sua eficiência e longevidade, e das variações de sua geometria são importantes nas técnicas cirúrgicas conservadoras e no desenvolvimento e fabricação de próteses semelhantes à valva natural^{9,13,22,27}. Especificamente a este aspecto, em nosso meio, Fontes e cols.²⁸ apresentaram interessante relato, revelando ser a raiz da aorta, estrutura semelhante a uma esfera, englobando aí o anel e a valva aórtica, o que traria implicações na confecção de próteses, que deveria respeitar esta disposição anatômica.

Quando analisamos o tamanho da lúnula, a média das distâncias intercomissurais e a altura média das válvulas, em relação a sexo e idade, os valores mostraram-se maiores em corações de homens, apresentando progressivo aumento com a idade. Krovetz e cols.²⁹, em estudo clínico que relacionava a idade com o tamanho da valva aórtica, observaram que há um aumento do volume da aorta com o avanço da idade e constataram que, após os 40 anos de idade, a aorta e o anel aórtico tornam-se progressivamente dilatados, confirmando os achados de nosso estudo.

A avaliação macroscópica da espessura das válvulas realizada por nós em três diferentes pontos, não apresentou alterações significativas. Sabemos que existem modificações estruturais e diferenças na espessura das válvulas, e estas só podem ser demonstradas através de um estudo microscópico específico. Contudo, optamos pelo estudo macroscópico, uma vez que, em plastias, algumas decisões são tomadas durante o próprio ato cirúrgico, baseadas apenas na observação do cirurgião. Sahasakul e cols.³⁰, com o auxílio de um micrômetro de alta precisão, realizaram medi-

das em pontos diferentes da valva aórtica em 200 espécimes anatômicos humanos, onde observaram que em corações de mulheres com idade <20, a espessura da parte média das válvulas CE e NC era maior que nos demais pontos. Também notaram que a espessura de cada válvula aumentou significativamente com a idade, não somente durante a infância e adolescência mas, também, na idade adulta. No entanto, tais variações não foram significativas estatisticamente quando relacionadas aos demais parâmetros.

Outro aspecto a ser observado é a relação do SIV com a valva aórtica e a VSVE. Constatou-se que a relação C/D foi maior em corações de indivíduos com idade <40 anos e progressivamente menor com o aumento da idade, sugerindo que, talvez, a VSVE mostre uma tendência a diminuir, proporcionalmente, sua área, em relação ao diâmetro aórtico com o aumento da idade. Isto eventualmente está relacionado com algum processo clínico, que leve a hipertrofia de suas estruturas musculares - SIV e musculatura da parede livre do VE - associado ao aumento do diâmetro aórtico observado. Ainda dentro da relação do SIV com a valva aórtica, um aspecto prático assume importante papel em casos de cirurgia, onde ocorra necessidade de ampliação do anel aórtico, para implante de prótese valvar. O perfeito conhecimento da posição do SIV facilita muito o acesso e o procedimento cirúrgico, sem riscos maiores de lesão do SIV e consequências graves, como infartos do SIV, segundo Stolf e cols.³¹, que ampliaram o anel aórtico em 25 pacientes com diagnóstico de estenose ou disfunção de prótese aórtica com resultados satisfatórios.

Em conclusão, observamos que, após o estudo dos parâmetros descritos, o anel aórtico não se mostrou uma circunferência perfeita, com variações de medidas no anel, nas válvulas, nas relações entre as três válvulas e na relação com o SIV. Quanto ao sexo, idade e grupo étnico, observou-se que no sexo masculino, as distâncias intercomissurais apresentaram valores maiores e, também, aumento progressivo do diâmetro aórtico, com o avançar da idade.

Referências

1. Braunwald E. Heart disease: A textbook of cardiovascular medicine. 4ª ed. Philadelphia: WB Saunders Co, 1992: 1043-53.
2. Lavitola PL, Dallan LA, Tarasoutchi F, et al. Procedimento conservador na correção de defeito valvar aórtico em associações com outras cardiopatias. Arq Bras Cardiol 1987; 48: 351-3.
3. McClung JA, Stein JH, Ambrose JA, Herman MV, Reed GE. Prosthetic heart valves - A review. Prog Cardiovasc Dis 1983; 26: 237-71.
4. Pomerantzeff PMA, Azevedo JG, Ratti M, et al. Plástica da valva mitral em pacientes consecutivos: como é a evolução tardia? Avaliação clínica e ecocardiográficas. Rev Bras Cir Cardiovasc 1991; 6: 63-79.
5. Pomerantzeff PMA, Yochtomi Y, Fabri HA, et al. Reoperações valvares: experiência do InCor-FMUSP. Rev Bras Cir Cardiovasc 1991; 6: 182-9.
6. Jatene FB, Monteiro R, Jatene MB, Magalhães MHG, Fukushima JT, Jatene AD. Estudo do anel mitral e trigonos fibrosos com diferentes variáveis. Rev Bras Cir Cardiovasc 1991; 6: 190-4.
7. Trusler GA, Williams WG, Smallhorn JF, Freedom RM. Late results after repair of aortic insufficiency associated with ventricular septal defect. J Thorac Cardiovasc Surg 1992; 103: 276-81.
8. Bongiovani HL, Ribeiro PJF, Évora PRB, Brasil JCF, Reis CL, Sgarbieri RN - Plastia valvar aórtica por ampliação de válvula com pericárdio bovino: nota prévia. Rev Bras Cir Cardiovasc 1988; 3: 130-3.
9. Mercer JL, Benedicty M, Bahson HT. The geometry and construction of the aortic leaflet. J Thorac Cardiovasc Surg 1973; 65: 511-8.
10. Ribeiro PJF, Bongiovani HL, Évora PRB, et al. Plastia valvar aórtica por ampliação de válvulas com pericárdio bovino. Rev Bras Cir Cardiovasc 1990; 5: 99-105.
11. Carpentier A. Cardiac valve surgery: The "French correction". J Thorac Cardiovasc Surg 1983; 86: 323-37.
12. Silver MA, Roberts WC. Detailed anatomy of the normally functioning aortic valve in hearts of normal and increased weight. Am J Cardiol 1985; 55: 454-61.
13. Swanson WM, Clark RE. Dimensions and geometric relationships of the human aortic valve as a function of pressure. Cir Res 1974; 35: 871.
14. Thubrikar M, Nolan SP, Boscher LP. The cyclic changes and structure of the base of the aortic valve. Am Heart J 1980; 99: 217-24.
15. Angelini A, Ho SY, Anderson RH, et al. The morphology of the normal aortic valve as compared with the aortic having two leaflets. J Thorac Cardiovasc Surg 1989; 98: 362-7.
16. Jatene FB, Magalhães MHG, Oliveira PR, Jatene AD. Técnica de preservação de corações através de perfusão sob pressão. Arq Bras Cardiol 1991; 57: 93-6.
17. Gardner E, Gray DJ, O'Rahilly R. Anatomia. Estudo Regional do Corpo Humano. 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1971: 325-46.
18. Linzbach AJ. Heart failure from the point of view of quantitative anatomy. Am J Cardiol 1960; 5: 370-82.
19. Gutgesell HP, Rembold CM. Growth of the human heart relative to body surface area. Am J Cardiol 1990; 65: 662-8.
20. Eckner FAO, Brown BW, Davidson DL, Glasgow S. Dimensions of normal hearts: after standard fixation by controlled pressure coronary perfusion. Arch Pathol 1969; 88: 497-507.
21. Vollebergh FEMG, Becker AE. Minor congenital variations of cusp size in tricuspid aortic valves. Possible link with isolated aortic stenosis. Br Heart J 1977; 39: 1006-11.
22. Thubrikar M, Piepgrass WC, Shaner TW, Nolan SP. The design of the normal aortic valve. Am J Physiol 1981; H795-801.
23. Curti HJV, Sanches PCR, Carvalhal SS. Rigor mortis cardíaco. Arq Bras Cardiol 1985; 45: 439-46.
24. Tei C, Pilgrim JP, Shah PM, Ormiston JA, Wong M. The tricuspid valve annulus: study of size and motion in normal subjects and in patients with tricuspid regurgitation. Circulation 1982; 66: 665-71.
25. Scholz DG, Kitzman DW, Hagen PT, Ilstrup DM, Edwards WD. Age-related changes in normal human hearts during the first 10 decades of life. Part I (growth): a quantitative anatomic study of 200 specimens from subjects from birth to 19 years old. Mayo Clin Proc 1988; 63: 126-36.
26. Maron BJ, Henry WL, Roberts WC, Epstein SE. Comparison of echocardiographic and necropsy measurements of ventricular wall thicknesses in patients with and without disproportionate septal thickening. Circulation 1977; 55: 341-6.
27. Davila JC. The mechanics of cardiac valves. In: Merendino KA (editor). Prosthetic Valves for Cardiac Surgery. Springfield: Charles C. Thomas Publishers, 1960: 3-21.
28. Fontes RD, Bonassa J, Jatene AD. Configuração esférica do aparelho valvar aórtico. Arq Bras Cardiol 1991; 57: 385-8.
29. Krovetz LJ. Age-related changes in size of the aortic valve annulus in man. Am Heart J 1975; 90: 569-74.
30. Sahasakul Y, Edwards WD, Naessens JM, Tajik AJ. Age-Related changes in aortic and mitral valve thickness: Implications for two-dimensional echocardiograph based on an autopsy study of 200 normal human hearts. Am J Cardiol 1988; 62: 424-30.
31. Stolf NAG, Santos GG, Kajita LJ, et al. Ampliação do anel aórtico e/ou da aorta ascendente. Arq Bras Cardiol 1986; 46: 239-43.