

Volume Ventricular Esquerdo Crítico na Estenose Aórtica no Primeiro Ano de Vida. Sua Importância na Seleção de Pacientes Candidatos à Correção Univentricular Pós-Valvotomia

Critical Left Ventricular Volume in Aortic Stenosis in First Year of Life - Its Importance in Patients Selection Candidates to Univentricular Surgical Correction Pos-valvotomy

Marco Aurélio Santos, Vitor Manuel Pereira Azevedo, Maria Ourinda Mesquita da Cunha
Instituto Nacional de Cardiologia Laranjeiras e Instituto Nacional do Câncer - Rio de Janeiro, RJ

OBJETIVO

Análise do volume diastólico final ventricular esquerdo crítico, definido como o menor volume aceitável para a manutenção do débito cardíaco, na seleção de pacientes com estenose aórtica pós-valvotomia, candidatos à correção univentricular.

MÉTODOS

Estudo retrospectivo em 21 pacientes com estenose aórtica, durante o primeiro ano de vida, e 232 compilados da literatura. Arbitraram-se como normais os valores do volume diastólico final (VDF) de 20 a 60 ml/m². Foi comparado o VDF dos grupos que foram ao óbito com aqueles que sobreviveram. Procurou-se, também, estabelecer uma correlação da idade e volume ventricular, na época da valvotomia, entre os grupos. Por fim, determinou-se o VDF esquerdo crítico, obtido através de uma relação teórica entre o VDF esquerdo e frequência cardíaca para diferentes frações de ejeção e determinados índices cardíacos (IC): 2.000 e 2.500 ml/min/m².

RESULTADOS

Para valores do VDF <20ml/m² e >60 ml/m², houve significância estatística entre os mortos e os sobreviventes ($p < 0,0001$). Entretanto, na faixa entre 20 e 60 ml/m², esta significância foi menor ($p = 0,0309$). Também ocorreu uma maior incidência de óbito naqueles, com apresentação na primeira semana de vida. Para um IC de 2.500 ml/min/m² e uma frequência cardíaca de 140 bpm, o VDF crítico será de 26 ml/m² se a fração de ejeção (FE) do ventrículo esquerdo for de 0,70 e de 44,5 ml/m², se a FE for de 0,40.

CONCLUSÃO

A análise do volume ventricular esquerdo crítico pode adicionar mais um parâmetro na indicação da correção univentricular em pacientes com estenose aórtica pós-valvotomia, durante o primeiro ano de vida.

PALAVRAS-CHAVE

estenose aórtica; volume ventricular esquerdo, prognóstico; correção univentricular

OBJECTIVE

Analysis of critical end diastolic left ventricular volume (EDLVV), defined as the lowest acceptable volume to keep cardiac output, in the selection of patients with post-valvotomy aortic stenosis, candidates to univentricular correction.

METHODS

A retrospective study in 21 patients with aortic stenosis, during the first year of life, and 232 patients compiled from literature. Values of end diastolic volume (EDLVV), from 20 to 60 ml/m² were determined as normal. The EDLVV of deceased patients was compared to that from survival patients. A correlation between the age and EDLVV was carried out at the time of valvotomy, between the groups. Finally, the critical EDLVV through the theoretical relationship between the EDLVV and heart rate for different ejection fractions and designated cardiac indexes (CI): 2,000 and 2,500 20-60 ml/min/m² was determined.

RESULTS

For EDLVV values <20ml/m² and >60 ml/m², there was statistical significance between deceased and survival patients ($p < 0.0001$). However, in the range between 20 and 60 ml/m², that significance was lower ($p = 0.0309$). A greater incidence of death took place among those who showed it in the first week of life. For a CI of 2,500 ml/min/m² and a heart rate (HR) of 140 bpm, critical EDLVV will be 26 ml/m² if left ventricular ejection fraction (LVEF) is 0.70, and 44.5 ml/m², if LVEF is 0.40.

CONCLUSION

The analysis of critical end diastolic left ventricular volume (EDLVV) can add another parameter in the indication of univentricular correction in patients with post-valvotomy aortic stenosis, during the first year of life.

KEY WORDS

aortic stenosis; left ventricular volume; prognostic, univentricular correction

Correspondência: Marco Aurélio Santos • Rua Bulhões de Carvalho, 245/301 • 22081-000 • Rio de Janeiro, RJ
E-mail: masantos@cardiol.br

Recebido em 28/12/04 • Aceito em 4/03/05

A estenose aórtica no primeiro ano de vida tem uma alta mortalidade pós-valvotomia, seja através de cateter balão ou cirúrgica^{1,2}. Em parte, esta alta mortalidade pode ser justificada pelas reduzidas dimensões de volume do ventrículo esquerdo desses pacientes, que são insuficientes para manter um débito cardíaco adequado pós-valvotomia. Tanto os estudos empíricos quanto a criação de modelos fisiológicos sugerem que, mesmo na ausência de lesões associadas, a sobrevida torna-se pouco provável para aqueles pacientes com volumes ventriculares abaixo de 20 ml/m²,³⁻¹⁰. Sendo assim, esses pacientes deveriam ser candidatos a uma correção univentricular do tipo Norwood e, posteriormente, a um procedimento tipo Fontan.

Um dos fatores determinantes nesta decisão será a dimensão do pequeno ventrículo esquerdo¹¹⁻¹⁴. Embora este pequeno ventrículo esquerdo possa vir a se desenvolver, pela sua capacidade de crescimento, ele deverá ter, necessariamente, um volume mínimo aceitável para manter um débito cardíaco adequado, imediatamente após uma valvotomia. O grande questionamento então será: "Qual o menor volume aceitável que o ventrículo esquerdo deverá ter e ainda ter condições de manter um débito cardíaco adequado após valvotomia?"

MÉTODOS

Foi realizada análise retrospectiva do volume diastólico final (VDF) ventricular esquerdo em 21 pacientes portadores de estenose aórtica, no período neonatal, e comparados a 232 compilados da literatura. Foram, arbitrariamente, considerados normais os valores de VDF compreendidos numa faixa de 20 a 60 ml/m². Foi comparado o VDF ventricular esquerdo dos que faleceram e dos que sobreviveram. Estabeleceu-se, também, uma relação do VDF com a idade na época da valvotomia entre grupos. Por fim, representou-se, graficamente, uma relação teórica entre o VDF e a frequência cardíaca (FC) para diferentes frações de ejeção do ventrículo esquerdo e determinados índices cardíacos, a partir da equação: débito cardíaco (DC) = VDF x fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) x FC, ou seja, VDF = DC / FEVE x FC. A partir dessa relação, foi possível se obter o VDF crítico, isto é, o menor VDF aceitável para a manutenção do débito cardíaco.

RESULTADOS

A tabela I apresenta o VDF do ventrículo esquerdo em 18 pacientes portadores de estenose aórtica neonatal. Dez sobreviveram a valvuloplastia por cateter balão e oito pacientes faleceram. Estes grupos de pacientes apresentavam VDF de 51,5±25,1 e 38,4±2,5 ml/m² (p=0,28).

A análise da tabela II demonstra valores do VDF de 177 pacientes (incluindo 18 da nossa série), que foram divididos em três grupos, de acordo com o valor do VDF (<20; 20-60 e >60ml/m²). Para valores do VDF <20 ml/m² e >60 ml/m², houve significância estatística entre

os mortos e os sobreviventes (p<0,0001). Entretanto, na faixa entre 20-60 ml/m², esta significância estatística foi pequena (p=0,0309).

Quando se incluiu a idade, na época da valvulotomia aórtica (tab. III), e correlacionou-se com o valor do VDF, observou-se que, de 0-10 dias, 15 dos 27 sobreviveram e 12 faleceram, sendo que 18 tinham VDF na faixa de 20-60 ml/m². A partir dos 10 dias de vida, a possibilidade de sobrevivência aumentou, sendo que a quase totalidade estava na faixa de valores de VDF compreendida entre 20-60 ml/m².

A figura 1 representa, graficamente, uma família de curvas teóricas, obtidas pelas relações entre o VDF e a FC para diferentes frações de ejeção e índices cardíacos. A seta horizontal aponta para o VDF crítico. Sendo assim, um neonato com VDF crítico de 26 ml/m² poderá sobreviver, temporariamente, se apresentar FC de 140 bpm, FEVE de 0,70, obtendo um índice cardíaco de 2.500 ml/m². Para este mesmo índice cardíaco e FC, bastará uma FEVE de 0,40, desde que o VDF crítico aumente para 44,5 ml/m².

DISCUSSÃO

A mortalidade precoce pós-valvotomia em neonatos e lactentes com estenose aórtica é elevada, numa faixa de zero a 100%, com mediana de 31%, um quartile inferior de zero e um quartile superior de 50%. Contrariamente, a valvotomia aórtica, após o primeiro ano de vida, tem uma taxa de mortalidade precoce na faixa de zero a 18%, com mediana de 3% e quartile superior de 7%¹⁵. É possível que essa mortalidade seja ainda maior se todos os pacientes fossem submetidos a este procedimento. Por outro lado, é possível que com o desenvolvimento de técnicas menos

Tabela I - Relação do VDF com a sobrevida ou morte pós-valvotomia aórtica

| n | VDF (ml/m ²) | Literatura | p | |
|--------|--------------------------|------------|---------------------|-------|
| Vivos | 14 | 42,6±26,8 | Koevakim 1998 | 0,11 |
| Mortos | 5 | 21,8±7,2 | | |
| Vivos | 19 | 50,0±8,0 | Hammon 1988 | <0,05 |
| Mortos | 14 | 20,0±4,0 | | |
| Vivos | 19 | 37,0±17,0 | Grundt 1986 | NS |
| Mortos | 5 | 36,0±7,0 | | |
| Vivos | 10 | 51,5±25,1 | Santos/Azevedo 2002 | 0,28 |
| Mortos | 8 | 38,4±2,5 | | |

VDF - volume diastólico final.

Tabela II - Relação do VDF com a sobrevida ou morte pós-valvotomia

| n | VDF (ml/m ²) | | | p (linhas) | |
|-------------|--------------------------|---------|--------|------------|--------|
| | <20 | 20-60 | >60 | | |
| Vivos | 109 | 3 | 63 | 43 | <0,001 |
| Mortos | 68 | 17 | 47 | 4 | <0,001 |
| Total | 177 | 20 | 110 | 47 | <0,001 |
| p (colunas) | <0,0001 | <0,0001 | 0,0309 | <0,0001 | |

Bühlmeyer, Ziemer, Burch, Parsons, Hoffman, Huhta, Mocellin, Santos, Zeevi, Latson, Lofland. VDF - volume diastólico final.

invasivas que as cirúrgicas, o diagnóstico mais precoce e o melhor conhecimento e manuseio de cuidados intensivos, esses resultados possam ser mais promissores.

Tabela III - Relação do VDF com a idade na época da valvotomia entre sobreviventes e óbitos

| Idade (dias) | n | VDF (ml/m ²) | | | Vivos | Mortos |
|--------------|----|--------------------------|-------|-----|-------|--------|
| | | <20 | 20-60 | >60 | | |
| 00-10 | 27 | 6 | 18 | 3 | 15 | 12 |
| 11-20 | 12 | 0 | 10 | 2 | 12 | 0 |
| 21-30 | 3 | 0 | 2 | 1 | 3 | 0 |
| 31-40 | 5 | 0 | 5 | 0 | 4 | 1 |

Bühlmeier, Karl, Lakier, Messina, Zeevi, Hoffman, Santos, Rhodes, Shink, Latson, Mocellin. VDF - volume diastólico final.

Existe uma série de fatores que justificam o porquê da não sobrevivência desses pacientes pós-valvotomia. Defeitos associados graves, como a coarctação da aorta, hipoplasia do arco aórtico, malformações da valva mitral, estenoses subvalvular ou supra-ventricular, ou grandes shunts ao nível atrial, ventricular ou ductus arteriosus, adicionam, substancialmente, a possibilidade de uma mortalidade precoce pós-valvotomia^{13,14}. A literatura também chama a atenção para o fato de que muitos pacientes morrem imediatamente após o procedimento, em função de complicações inerentes ao procedimento, manutenção da disfunção ventricular esquerda, decorrente da fibroelastose ou isquemia subendocárdica^{6,9,15}, ou, até mesmo, em consequência da repetição do procedimento.

Os pacientes com estenose aórtica, que se apresentam no período neonatal, têm uma mortalidade mais elevada em função de uma menor fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE)⁹, como também de uma redução do VDF (tab. II). Sendo assim, tudo que é necessário para a melhora do quadro clínico é tão somente um aumento no VDF ou da FEVE.

Existem inúmeras possibilidades de se inferir, indiretamente, as dimensões do ventrículo esquerdo. Uma delas seria a aferição dos diâmetros do anel mitral ou aórtico, obtidos ao estudo angiográfico ou ecocardiográfico. A literatura vem apresentando trabalhos que demonstram uma correlação significativa entre as dimensões do anel aórtico e a possibilidade de sobrevida: inferior a 4 mm⁷, 5 mm⁴, 6 mm¹¹ ou 6,5 mm¹². No estudo realizado por Rhodes e cols.⁷, não foram encontrados sobreviventes em pacientes com anéis de diâmetro aórtico inferior a 7,5 mm. Por sua vez, Latson e cols.⁵ também não observaram pacientes com diâmetro de valva mitral de dimensões críticas que apresentassem, de forma independente, dimensões do ventrículo esquerdo aumentadas. Para uma avaliação mais correta, o ideal seria a determinação direta do volume do ventrículo esquerdo, o que, muitas vezes, não é uma tarefa fácil, em função de sua metodologia. Schiller e cols.¹⁶ utilizaram uma metodologia complexa, porém, encontraram resultados similares àqueles obtidos por um método mais simples, descrito por Wyatt e cols.¹⁷ (ambos os investigadores utilizaram a medida da massa,

porém, a aferição do volume foi obtida pela diferença entre os volumes internos e externos dos ventrículos).

A avaliação do volume ventricular esquerdo pode ser obtida pela seguinte fórmula¹⁷: $\text{volume} = 4,12b^2$ (b=medida do diâmetro do eixo menor).

Para o cálculo do volume diastólico final, todas as medidas devem ser realizadas em diástole.

Se o ventrículo esquerdo tem uma configuração normal, tudo que se necessita para a aferição do seu volume é utilizar, diretamente, a fórmula acima descrita com a medida do diâmetro do eixo menor. Entretanto, quando a sua configuração é anormal, três variáveis podem ocorrer. Primeira, a medida terá que ser correta e também no local certo, já que uma única medida em local inapropriado produziria um erro de avaliação e que estaria elevada ao quadrado; segunda, na estenose aórtica neonatal, o ventrículo esquerdo tende a ser mais globular que em situações normais. Assim, a medida da área de secção transversal deverá ser feita utilizando-se o eixo maior, por exemplo, πab , onde a é o raio do eixo longo. Desse modo, à aferição são incorporadas duas medidas, e não o quadrado de uma (eixo menor), minimizando o erro estimado. Terceira, não é rara a presença de sinusoides miocárdicos em recém-nascidos e lactentes com estenose aórtica. Bühlmeier e cols.¹⁸, em um estudo cineangiocardiógráfico, determinaram o volume ventricular em 18 pacientes com estenose aórtica valvular crítica. Em 7 desses pacientes, os sinusoides miocárdicos estiveram presentes. Quando os sinusoides miocárdicos foram incluídos nesta determinação, o VDF do ventrículo esquerdo, foi maior que 120% do normal em 7 pacientes, normal, em 6, e 80% inferior ao normal em 5 pacientes. Já quando os sinusoides miocárdicos foram excluídos, houve uma redução média no volume ventricular de 6% nos 7 pacientes. Para o total do grupo, o VDF do VE permaneceu ainda aumentado acima de 120% em 6, porém, reduzido abaixo de 80% em 8 pacientes.

Já há algum tempo, a literatura vem apresentando publicações que tentam correlacionar o volume ventricular esquerdo diastólico final com a sobrevida pós-valvotomia (tabs. I e II).

Os valores normais do volume ventricular esquerdo até os dois anos de vida, obtidos através do estudo angiográfico determinados por Graham e cols.³, foram de $42 \text{ ml/m}^2 \pm 10 \text{ ml/m}^2$.

Uma outra observação demonstrada pela literatura é que os ventrículos de menor volume são encontrados em pacientes com menor idade e, conseqüentemente, aqueles que se apresentam criticamente enfermos, logo após o nascimento, e que têm uma elevada mortalidade pós-valvotomia (tab. III). Na nossa casuística, essa mortalidade alcançou as cifras de 100% dos nove

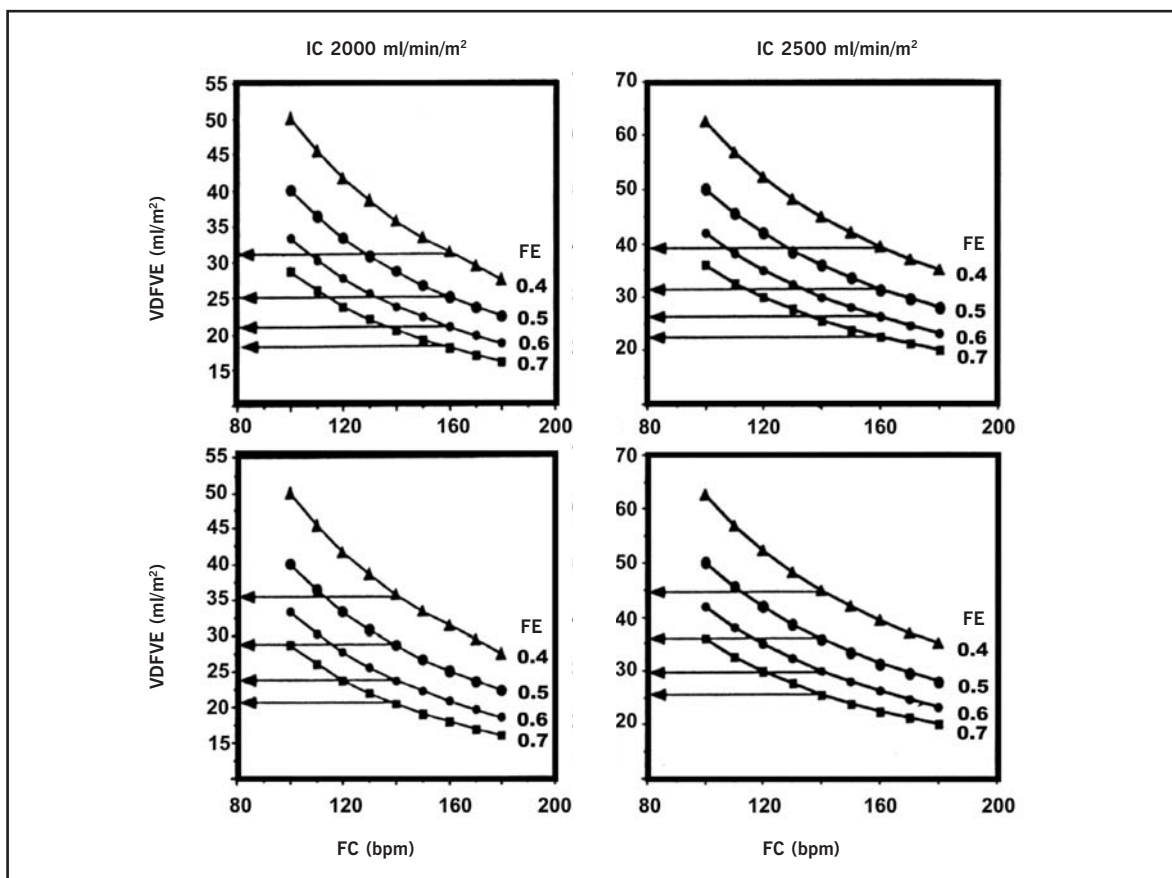


Fig. 1 - Gráficos representativos para demonstrar as relações entre o volume diastólico final do ventrículo esquerdo (ordenadas) e a frequência cardíaca (abscissas) para diferentes frações de ejeção e determinados índices cardíacos: 2.000 e 2.500 ml/min/m². A seta horizontal aponta para os volumes diastólicos finais do ventrículo esquerdo (volume crítico), a cada fração de ejeção, e índice cardíaco para frequências de 160 bpm (painel superior) e 140 bpm (painel inferior). VDFVE - volume diastólico final do ventrículo esquerdo; FC - frequência cardíaca; IC - índice cardíaco; FE - fração de ejeção

pacientes que foram submetidos a valvuloplastia com cateter balão, na primeira semana de vida⁹.

Em função das distorções na configuração ventricular e nos possíveis erros na determinação do volume diastólico ventricular esquerdo, duas indagações devem ser feitas: 1) como se poderia valorizar a real determinação e importância do volume diastólico final do ventrículo esquerdo? 2) O que determina quando um volume é muito pequeno?

Para tentar responder a estas questões, consideremos a fisiologia básica do débito cardíaco: débito cardíaco = VDF x FEVE x FC.

Esta formulação nos permite relacionar o VDF ao débito cardíaco e FC para qualquer FEVE. Se decidirmos por um débito cardíaco mínimo que um recém-nascido ou lactente necessita para sobreviver nas primeiras semanas pós-valvotomia, período em que o ventrículo esquerdo encontra-se em adaptação, e determinamos qual a FC máxima é aceitável, então, poderemos construir uma família de curvas que definirá essas relações. Estas estão demonstradas na figura 1. Nesta figura, as setas apontam para o VDF crítico que será o menor volume aceitável para manter um determinado índice cardíaco para

qualquer FEVE e FC de 140 e 160 bpm. Muito embora os índices cardíacos selecionados sejam baixos, estes pacientes podem sobreviver por algum tempo se uma terapia de suporte adequada for utilizada. Por esses gráficos podemos ver que um VDF de 20 ml/m² poderá manter a vida do bebê somente se a FEVE for de 0,60 ou superior. Um índice cardíaco de 2.500 ml/min/m² (limite inferior do normal) e uma FC de 140 bpm, aceitável para o primeiro mês de vida, necessitará um VDF de 26 ml/m² se a FEVE for 0,70; 36 ml/m² para uma FEVE de 0,50 e de 44,5 ml/m² para uma FEVE de 0,40.

No exemplo de um neonato com VDF de 20 ml/m² e FEVE de 0,40 e FC de 160 bpm, o índice cardíaco será de 1.280 ml/min/m², o que é muito baixo para manutenção da vida. Nessa situação, parece-nos mais fisiológico que o procedimento mais adequado pós-valvotomia seja a indicação para uma correção univentricular. Entretanto, se, em função da desobstrução valvar e melhora das condições clínicas com medidas inotrópicas, a FEVE se elevar para 0,60, o débito cardíaco aumentará para 1.920 ml/min/m², o que permitiria a sobrevivência, desde que houvesse um aumento progressivo do volume ventricular.

Se, entretanto, tal aumento não ocorrer, parece-nos ser a correção univentricular o procedimento de eleição.

Um grande número de neonatos e lactentes já apresenta VDF e FEVE adequados, mesmo antes da valvotomia, podendo, entretanto, haver melhora desses parâmetros com o sucesso do procedimento. Lamentavelmente, é muito difícil prever quanto de aumento da FEVE e do VDF ocorrerá nos primeiros dias pós-valvotomia. O fator limitante desse processo é dado pelo grau de fibroelastose endocárdica e fibrose miocárdica que já existiu na vida intra-uterina^{9,15,18}. Como estes processos são progressivos, justificam-se os procedimentos de parto prematuro¹⁹⁻²¹ ou, até mesmo, a desobstrução valvular no feto²²⁻²⁵.

Em conclusão, o nosso trabalho não tem por objetivo determinar o volume ventricular crítico como uma grandeza

exata, como normalmente é feito utilizando-se fórmulas matemáticas, como as de Simpson, Dodge e outras. Portanto, o volume ventricular crítico não representa um parâmetro anatômico, expresso em ml/m² de superfície corporal, mas sim fisiológico, dependente de variáveis, como frequência cardíaca, fração de ejeção, índice cardíaco etc., sendo, portanto, variável num mesmo paciente.

É evidente que muitos fatores devem ser considerados na decisão de qual tipo de procedimento deve ser o ideal, para neonatos e lactentes portadores de estenose aórtica crítica pós-valvotomia. Muitas vezes, a própria presença de defeitos associados podem contribuir na seleção dos pacientes. Entretanto, quando a questão for à correção univentricular versus correção biventricular, o parâmetro VDF crítico adiciona a possibilidade de uma decisão mais coerente para este grupo de pacientes criticamente enfermos.

REFERÊNCIAS

1. Zeevi B, Keane JF, Castaneda AR et al. Neonatal critical valvar aortic stenosis. A comparison of surgical and balloon dilatation therapy. *Circulation* 1989; 80: 831-9.
2. McCrindle BW, Blackstone EH, Williams WG et al. Are outcomes of surgical versus transcatheter balloon valvotomy equivalent in neonatal critical aortic stenosis? *Circulation* 2001; 104(Suppl I): 152-8.
3. Grahan TJ, Jarmakani JM, Canent RV et al. Left heart volume estimation in infancy and childhood: re-evaluation of methodology and normal values. *Circulation* 1971; 43: 895-904.
4. Edmunds LH, Wagner HR, Heymann MA. Aortic valvotomy in neonates. *Circulation* 1980; 61: 421-7.
5. Latson LA, Cheatham JP, Gutgesell HP. Relation of the echocardiographic estimate of left ventricular size to mortality in infants with severe left ventricular outflow obstruction. *Am J Cardiol* 1981; 48: 887-91.
6. Mocellin R, Sauer U, Simon B et al. Reduced left ventricular size and endocardial fibroelastosis as correlates of mortality in newborns and young infants with severe valve stenosis. *Pediatr Cardiol* 1983; 4: 265-72.
7. Rhodes LA, Colan SD, Sanders SP. Predictors of survival in neonates with critical aortic stenosis. *Circulation* 1991; 84: 2325-35.
8. Hammon JW, Lupinetti FM, Maples S et al. Predictors of operative mortality in critical valvular aortic stenosis presenting in infancy. *Ann Thorac Surg* 1988; 45: 537-40.
9. Santos MA, Azevedo VM. Neonate aortic stenosis. Importance of myocardial perfusion in prognosis. *Arq Bras Cardiol* 2002; 79: 251-5.
10. Kovalchin JP, Brook MN, Rosental EL et al. Echocardiographic, hemodynamic and morphometric predictors of survival after two-ventricle repair in infants with critical aortic stenosis. *J Am Coll Cardiol* 1998; 32: 337-44.
11. Pelech AN, Dyck JD, Trusler GA et al. Critical aortic stenosis survival and management. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1987; 94: 510-7.
12. Lakier JB, Lewis AB, Heymann MA et al. Isolated aortic stenosis in the neonate: natural history and hemodynamic consideration. *Circulation* 1974; 50: 801-8.
13. Karl TR, Sano S, Brawn WJ et al. Critical aortic stenosis in the first month of life: surgical results in 26 infants. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 1990; 50: 105-9.
14. Messina LM, Turley K, Stanger P et al. Successful aortic valvotomy for severe congenital valvular aortic stenosis in the newborn infant. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1984; 88: 92-6.
15. Hoffman JIE. Aortic stenosis. In: Moller JH, Neal WA. *Fetal, Neonatal and Infant Cardiac Disease*. Norwalk, CT: Apple & Lange, 1990: 451-74.
16. Schiller NB, Skiöldebrand CG, Schiller EJ et al. Canine left ventricular mass estimation by two-dimensional echocardiography. *Circulation* 1983; 68: 210-6.
17. Wyatt HL, Heng MK, Meerbaun S et al. Cross-sectional echocardiography I. Analysis of mathematic models for quantifying mass of the left ventricle in dogs. *Circulation* 1979; 60: 1104-13.
18. Bühlmeier K, Simon B, Mocellin R, Saner U. Clinical angiocardigraphic and functional studies in the assessment of critical valvular aortic stenosis. *Paediatric Cardiology* 2, pg 220-36. In: Godman MJ, Marques RM (Eds). *Paediatric Cardiology*. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1979: 220-36.
19. Burch M, Redington AN, Carvalho JS et al. Open valvotomy for critical aortic stenosis in infancy. *Br Heart J* 1991; 65: 156-8.
20. Parsons MK, Moreau GA, Graham TP et al. Echocardiographic estimation of critical ventricular size in infants with isolated aortic valve stenosis. *J Am Coll Cardiol* 1991; 18: 1049-55.
21. Loffland GK, Mc Crindle BW, Williams WG et al. Critical aortic stenosis in the neonate: a multi-institutional study of management, outcomes and risk factors. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001; 121: 10-27.
22. Maxweel D, Allan L, Tynan M. Balloon dilatation of the aortic valve in the fetus. *Br Heart J* 1991; 65: 156-8.
23. Lopes LM, Cha SC, Kajita LJ et al. Balloon dilatation of the aortic valve in the fetus. A case report. *Fetal Diagn Ther* 1996; 11: 296-300.
24. Kohl T, Starland G, Allan LD et al. World experience of percutaneous ultrasound-guided balloon valvuloplasty in human fetuses with severe aortic valve obstruction. *Am J Cardiol* 2000; 85: 1230-3.
25. Huhta JC, Carpenter RJ, Moise KJ et al. Prenatal diagnosis and postnatal management of critical aortic stenosis. *Circulation* 1987; 75: 573-6.

O arquivo disponível sofreu correções conforme ERRATA publicada no Volume 85 Número 4 da revista.