

Troca valvar aórtica minimamente invasiva: uma alternativa à técnica convencional

Minimally invasive aortic valve replacement: an alternative to the conventional technique

Jeronimo Antonio Fortunato Júnior¹, Alexandre Gabelha Fernandes², Jeferson Roberto Sesca², Rogério Paludo³, Maria Evangelista Paz⁴, Luciana Paludo⁵, Marcelo Luiz Pereira⁶, Amélia Araujo⁷

DOI: 10.5935/1678-9741.20120099

RBCCV 44205-1424

Resumo

Objetivo: Demonstrar o uso da cirurgia minimamente invasiva para tratamento da valva aórtica e comparar seus resultados com o método tradicional.

Métodos: Entre 2006 e 2011, 60 pacientes foram submetidos à cirurgia na valva aórtica, após consentimento escrito, destes 40 pela técnica minimamente invasiva com acesso por minitoracotomia ântero-lateral direita (Grupo 1/G1) e 20 por esternotomia mediana (Grupo 2/G2). Comparamos os tempos operatórios e a evolução pós-operatória intra-hospitalar.

Resultados: Os tempos médios de circulação extracorpórea (CEC) e pinçamento aórtico no G1 foram, respectivamente, $142,7 \pm 59,5$ min e $88,6 \pm 31,5$ min e, no G2, $98,1 \pm 39,1$ min e $67,7 \pm 26,2$ min ($P < 0,05$), uma diferença nas medianas de 39 minutos no tempo de CEC e 23 minutos no pinçamento aórtico foram observados a favor da técnica convencional. A

perda sanguínea pelos drenos torácicos foi significativamente menor no grupo minimamente invasivo: $605,1 \pm 679,5$ ml (G1) versus 1617 ± 1390 ml (G2) ($P < 0,05$). Os tempos médios de internamento em UTI e hospitalar foram menores em G1: $2,3 \pm 1,8$ dias e $5,5 \pm 5,4$ dias versus $5,1 \pm 3,6$ dias e $10 \pm 5,1$ dias em G2 ($P < 0,05$), respectivamente. O uso de drogas vasoativas no pós-operatório também foi menor no grupo minimamente invasivo 12,8% em G1 versus 45% em G2.

Conclusão: Troca valvar aórtica com o uso de técnicas minimamente invasivas, apesar de demonstrar maiores tempos intraoperatórios, não afeta os resultados pós-operatórios, que nesta casuística mostraram-se melhores quando comparado ao método tradicional.

Descritores: Procedimentos cirúrgicos minimamente invasivos. Valva aórtica/cirurgia. Doenças das valvas cardíacas.

1. Hospital da Cruz Vermelha Brasileira - filial do Paraná Universidade Positivo; Cirurgião cardíaco, Mestre em Clínica Cirúrgica, Professor de Cirurgia Cardiovascular e Torácica da Universidade Positivo. Demonstração de técnica alternativa à cirurgia cardíaca convencional.
2. Hospital da Cruz Vermelha Brasileira - filial do Paraná Universidade Positivo; Residente em Cirurgia Cardíaca.
3. Hospital da Cruz Vermelha Brasileira - filial do Paraná Universidade Positivo; Perfusionista.
4. Hospital da Cruz Vermelha Brasileira - filial do Paraná Universidade Positivo; Instrumentadora cirúrgica.
5. Hospital da Cruz Vermelha Brasileira - filial do Paraná Universidade Positivo; Anestesiologista.
6. Hospital da Cruz Vermelha Brasileira - filial do Paraná Universidade Positivo; Cirurgião assistente.

7. Hospital da Cruz Vermelha Brasileira - filial do Paraná Universidade Positivo; cardiologista. Acompanhamento pré e pós-operatório.

Trabalho realizado no Hospital da Cruz Vermelha Brasileira Filial do Paraná / Universidade Positivo, Curitiba, PR, Brasil.

Endereço para correspondência:
Jeronimo Antonio Fortunato Júnior
Rua Amaury GG Matei, 50 – Santo Inácio
Curitiba, PR, Brasil – CEP 82010-620.
E-mail: jfjunior@uol.com.br

Artigo recebido em 9 de maio de 2012
Artigo aprovado em 3 de outubro de 2012

Abreviaturas, acrônimos & símbolos	
AVC	Acidente vascular cerebral
BIS	Índice bispectral
CCVA	Cirurgia cardíaca minimamente invasiva
CEC	Circulação extracorpórea
G1	Grupo 1
G2	Grupo 2
HTK	Histidina-triptofano-cetoglutarato
Min	Minutos
PVC	Pressão venosa central
TEE	Ecocardiografia transesofágica
UTI	Unidade de terapia intensiva

Abstract

Objectives: To demonstrate the use of minimally invasive surgery for aortic valve replacement and compare your results with the traditional method.

Methods: Between 2006 and 2011 sixty patients underwent surgery on aortic valve, after written consent, these 40 by minimally invasive technique with right anterior minithoracotomy access (Group 1/G1) and 20 by median

sternotomy (Group 2/G2). Compare the operating times and postoperative evolution intra-hospital.

Results: The average times of bypass and aortic cross-clamp in G1 were, respectively, 142.7 ± 59.5 min and 88.6 ± 31.5 min and, in G2, 98.1 ± 39.1 min and 67.7 ± 26.2 min ($P < 0.05$), a difference in medians of 39 minutes in bypass time and 23 minutes in aortic cross-clamp were observed in favour of conventional technique. The blood loss by the thoracic drains was significantly lower in the Group: minimally invasive 605.1 ± 679.5 ml (G1) versus 1617 ± 1390 ml (G2) ($P < 0.05$). The average time of ICU and hospital stay were shorter in G1: 2.3 ± 1.8 and 5.5 ± 5.4 days versus 5.1 ± 3.6 and 10 ± 5.1 in G2 ($P < 0.05$), respectively. Vasoactive drug use was also less post-operative at 12.8% in minimally invasive group G1 versus 45% in G2.

Conclusion: Aortic valve replacement through minimally invasive techniques, although intraoperative times larger, not demonstrate affect postoperative results that this case proved best when compared to the traditional approach.

Descriptors: Surgical procedures, minimally invasive. Aortic valve/surgery. Heart valve diseases.

INTRODUÇÃO

A cirurgia cardíaca minimamente invasiva (CCVA) tem aumentado em popularidade nos últimos 15 anos. As pequenas incisões têm sido associadas a bom efeito estético e menor trauma cirúrgico, consequentemente menor dor e rápida recuperação pós-operatória. Durante algum tempo, mesmo esses argumentos não atraíam a atenção da população médica. Com a maior divulgação da técnica e melhores resultados em relatos recentes, esse conceito vem se modificando. Os benefícios das mínimas incisões se sustentaram principalmente com a confirmação da redução dos custos hospitalares, sem prejudicar os resultados já alcançados com esternotomia mediana [1-3].

Também nos últimos anos, utilizando acessos alternativos, desenvolveu-se o implante percutâneo ou transapical de valva aórtica e os dispositivos endovasculares, desde endopróteses para aorta até anéis de redução anular para valva mitral e dispositivos para oclusão de defeitos congênitos interatriais ou interventriculares [4-8].

Mesmo assim, a esternotomia mediana ainda é o acesso tradicional para tratamento cirúrgico das doenças do coração, pois permite excelente controle de todas as estruturas cardíacas e afirma-se como uma técnica segura, com baixa morbimortalidade.

Nosso objetivo é demonstrar o uso da cirurgia minimamente invasiva para tratamento da valva aórtica e comparar seus resultados com o da técnica convencional (esternotomia mediana).

MÉTODOS

Este é um trabalho retrospectivo e reuniu todos os pacientes submetidos à cirurgia na valva aórtica no período de 2006 a 2011. Sessenta pacientes foram submetidos à cirurgia valvar, destes 40 com a técnica minimamente invasiva e acesso preferencialmente por toracotomia ântero-lateral direita (Grupo 1/G1) e 20 por esternotomia mediana (Grupo 2/G2). As características clínicas pré-operatórias estão descritas na Tabela 1. Na seleção dos dados da Tabela 1, optou-se pela apresentação da disfunção valvar aórtica predominante: estenose ou insuficiência que definiam o quadro clínico e a indicação cirúrgica, seja pelo gradiente transvalvar ou refluxo aórtico na ecocardiografia.

Os critérios de exclusão para procedimento minimamente invasivo incluíram: reoperações, necessidade de revascularização miocárdica concomitante ou em pacientes que optassem pela técnica convencional. Todos os pacientes do G1 assinaram autorização para realização do procedimento alternativo.

Tabela 1. Características clínicas pré-operatórias dos grupos cirúrgicos.

Variáveis	Acesso minimamente invasivo	Esternotomia mediana	Valor de P
Sexo masculino	30/75%	15/75%	Ns
Idade	52,4±15,1	58,6±14,3	Ns
Fração de ejeção	60,5±9,3	55,4±11,8	Ns
Hipertensão	27/67,5%	16/80%	Ns
Diabetes	2/5%	3/15%	Ns
Fibrilação atrial pré-operatória	5/12,5%	3/15%	Ns
Disfunção valvar predominante			
Insuficiência	19/47,5%	6/30,0%	Ns
Estenose	21/52,5%	14/70%	Ns

Ns = não significante

Avaliação ecocardiográfica, coronariografia e Doppler vascular de artérias carótidas foram realizados em todos os pacientes, enquanto Doppler vascular periférico e de aorta abdominal somente em pacientes submetidos à circulação extracorpórea (CEC) periférica (G1).

Todos os pacientes desta casuística foram submetidos a protocolo específico de anestesia, utilizado sistematicamente na instituição, com o intuito de extubação imediata na sala cirúrgica. A técnica utilizou o aparelho para análise de eletroencefalografia contínua (BIS®), com cálculo do índice bispectral, para avaliar a profundidade anestésica e sua superficialização ao final da cirurgia. Os anestésicos ramifentaniol® e propofol® foram utilizados. Foram extubados na sala cirúrgica pacientes com: BIS acima de 60, nível de consciência responsiva, ventilação pulmonar adequada e estabilidade hemodinâmica em tempo médio de 15 a 30 minutos (min) após a sutura da pele.

No G1, foi realizada uma minitoracotomia direita (± 5 cm) no 2° ou 3° espaço intercostal direito ou miniesternotomia superior em J. A CEC periférica foi realizada pelos vasos femorais [9,10] todos os procedimentos de G1 foram realizados com o apoio da videoscopia torácica.

Na CEC periférica, foi utilizado um manômetro com pressão negativa, para drenagem venosa a vácuo. Os kits de canulação femoral arterial (17 French) e venosa (21 French), idealizados para CEC periférica, foram utilizados em todos esses casos (DLP®, Medtronic Inc., Minneapolis, USA).

Cardioplegia sanguínea fria intermitente foi realizada em raiz de aorta ou óstios coronários, nos primeiros 20 casos do G1 e nos 20 casos do G2. Nos últimos 20 casos do G1, foi utilizada a solução de histidina-triptofano-cetoglutarato (HTK) ou comercialmente conhecida como Custodiol®, na infusão de 20 ml/kg de peso em dose única.

Ecocardiografia transesofágica (TEE) foi realizada em todos os pacientes do G1, tanto para introdução das cânulas arterial e venosa como para o acompanhamento e confirmação do resultado cirúrgico.

Os instrumentais utilizados no G1 envolveram um toroscópio com diâmetro de 5 ou 10 mm, conforme a necessidade de campo visual e angulação de lente

de 30°. Os instrumentais (ESTECH® Inc, Califórnia, USA) idealizados especificamente para cirurgia cardíaca, incluíram: afastador de tórax, tesouras, empurradores de nó, pinça de aorta (Chitwood®), porta agulha e contra porta agulha. Outros instrumentos, como pinças, eletrocautério, câmeras de vídeo e fonte de luz, foram os mesmos utilizados nas laparoscopias convencionais.

No G2, utilizou-se uma esternotomia mediana e CEC com canulação de aorta e átrio direito, ambos pela técnica convencional. Pinçamento transtorácico e cardioplegia sanguínea intermitente foram realizados em todos os pacientes.

Técnica cirúrgica para acesso minimamente invasivo

1. Em todos os casos do G1, foi realizada intubação orotraqueal com cânula de Carlens® ou Portecs®, para oclusão do pulmão direito durante a cirurgia. Nos casos de miniesternotomia, onde não se abria a pleura direita, essa oclusão não foi necessária.

2. Após a introdução da cânula, assegurou-se a efetiva oclusão unilateral direita e manutenção da oxigenação com um único pulmão.

3. Punção de vaso central, jugular ou subclávio para infusão de drogas e monitoração da pressão venosa central (PVC). Foi preferível sempre a punção do lado direito, pois uma complicação como pneumotórax, não diagnosticada no lado esquerdo poderia ser gravíssimo e impedir a oclusão do pulmão direito.

4. Utilizamos como rotina um protocolo para extubação imediata na sala cirúrgica. A combinação de ramifentaniol® e propofol® foi utilizada e a profundidade anestésica avaliada pelo Índice Bispectral (BIS).

5. Pás adesivas para desfibrilação transtorácica foram coladas na região torácica esquerda, anterior e posterior.

6. A CEC foi montada de forma convencional, testada a rede de vácuo, com o uso de um manômetro de pressão negativa conectado ao reservatório venoso do oxigenador. Esse teste foi feito durante o preenchimento do circuito e retirada de bolhas. Variações de 40 a 100 mmHg foram utilizadas para permitir drenagem venosa adequada.

7. Foi dissecada a artéria femoral esquerda e puncionada a veia femoral direita, ainda antes da heparinização (Figura 1). Os tubos de CEC direcionados para o campo operatório, posicionados sob os membros inferiores.

8. A minitoracotomia ântero-lateral direita foi utilizada em pacientes com insuficiência aórtica ou estenose com pequena ou moderada calcificação. Realizou-se uma incisão no bordo esternal direito estendendo-a lateralmente com 5 cm de comprimento, o intercosto foi incisado até se observar a artéria mamária direita. O 2º intercosto foi acessado em pacientes brevilineos ou com tórax pequeno na radiografia torácica e o 3º espaço intercostal nos demais pacientes (Figura 2).

9. Miniesternotomia superior em J foi utilizada marcando-se o 3º intercosto e realizando-se uma incisão de 5 cm, que teve início neste ponto, seguindo cranialmente.



Fig. 1 - Posição do paciente, campo operatório e acessos periféricos para CEC. A: visão panorâmica do campo operatório; B: incisão de 2 cm em região inguinal esquerda para exposição arterial e punção percutânea de veia femoral direita

A esternotomia foi realizada desde a fúrcula esternal até o terceiro espaço intercostal para a direita, procurando-se não afetar a artéria mamária direita. Esse último acesso foi utilizado em todos os pacientes que apresentavam grave calcificação valvar e anular (Figura 3).

10. A videotoracoscopia foi utilizada em todos os pacientes, sendo introduzida no 2º intercosto, lateralmente à incisão torácica, seja por minitoracotomia ântero-lateral ou miniesternotomia. Essa opção de visualização ampliou o campo visual e auxiliou na visualização e canulação do óstio coronário direito nos casos de cardioplegia ostial, na observação do ventrículo esquerdo em casos de distensão dessa cavidade (cardioplegia em raiz aórtica) e na visualização e limpeza do interior do ventrículo esquerdo na busca de êmbolos de cálcio ou debris (Figura 4).

11. Um afastador torácico ESTECH® com uma única lâmina metálica de 4 cm de largura foi usado para exposição da cavidade em ambas as técnicas alternativas. O afastador de “Finochietto” pediátrico foi utilizado como boa opção em alguns casos, mas o tamanho curto das lâminas impediu seu uso mais rotineiro.

12. Seguiu-se a dissecação e identificação do pericárdio. Abriu-se o pericárdio sobre a aorta ascendente desde a deflexão pericárdica até o encontro da aurícula direita. Pontos de exposição foram usados para manter o pericárdio aberto e tracionados na parede torácica.

13. Após heparinização plena, realizou-se a canulação dos vasos femorais, primeiramente a veia femoral direita, que já puncionada, introduziu-se um guia metálico rígido que progredia até o átrio direito, confirmado com TEE. Dilatadores foram introduzidos sequencialmente para dilatar o vaso até que a cânula, com dilatador oclusivo, fosse introduzida até o átrio direito, novamente sendo necessário assegurar sua posição com TEE. Depois de posicionada a cânula venosa, esta foi fixada na pele e conectada ao tubo venoso da CEC.

14. O mesmo procedimento foi feito com a canulação arterial, somente neste caso, a progressão da cânula seguiu até seu comprimento máximo, na aorta abdominal. Conectada ao segmento arterial no tubo de CEC, se testava a permeabilidade e pulso.

15. Uma incisão de 2 cm foi realizada no 2º espaço intercostal com linha axilar anterior, para colocação da pinça transtorácica de Chitwood® nos pacientes submetidos a minitoracotomia ântero-lateral, a videoscopia auxiliou o pinçamento da aorta realizado de forma lateral junto à deflexão pericárdica. O pinçamento transtorácico na miniesternotomia foi realizado através da incisão torácica com pinça convencional (DeBakey®) (Figura 5A).

16. Nesse momento, iniciou-se a CEC. A necessidade de maior ou menor drenagem foi orientada pelo cirurgião, que solicitava variações na pressão do vácuo, avaliando o completo esvaziamento do átrio direito.

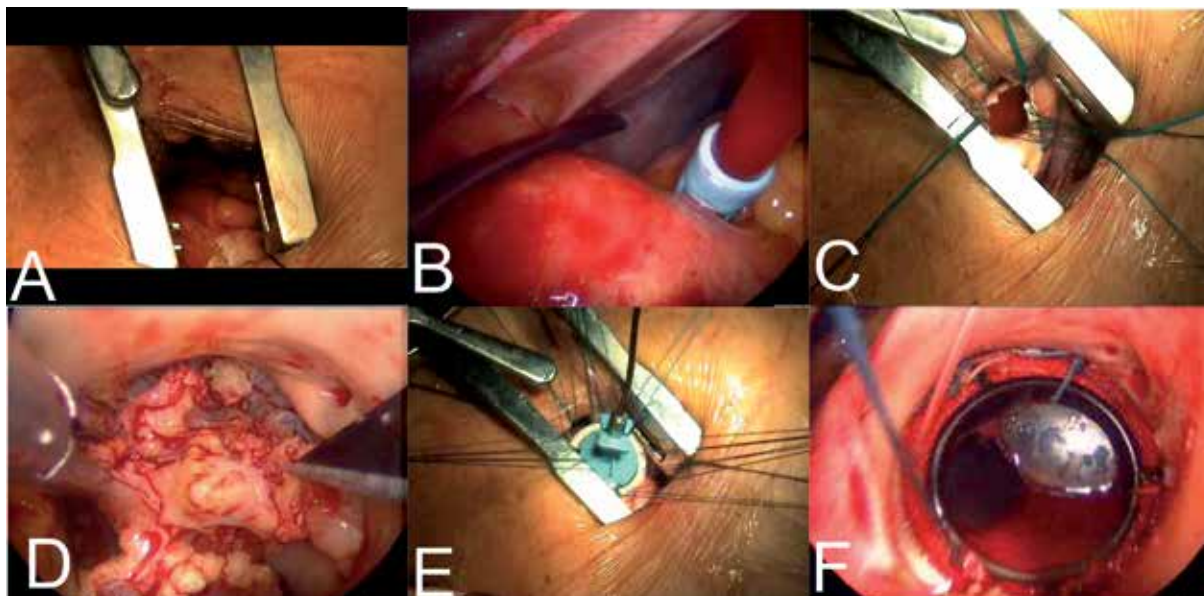


Fig. 2 - Minitoracotomia ântero-lateral direita e uso de afastador de Finochietto pediátrico ou ESTECH®. A: panorâmica; B: pinçamento aórtico lateral com pinça de Chitwood®; C: exposição da aorta via minitoracotomia; D: videotoracoscopia com visualização de valva aórtica calcificada; E: implante da prótese aórtica, sendo possível observar o tamanho da incisão proporcional ao diâmetro da prótese; F: prótese metálica implantada

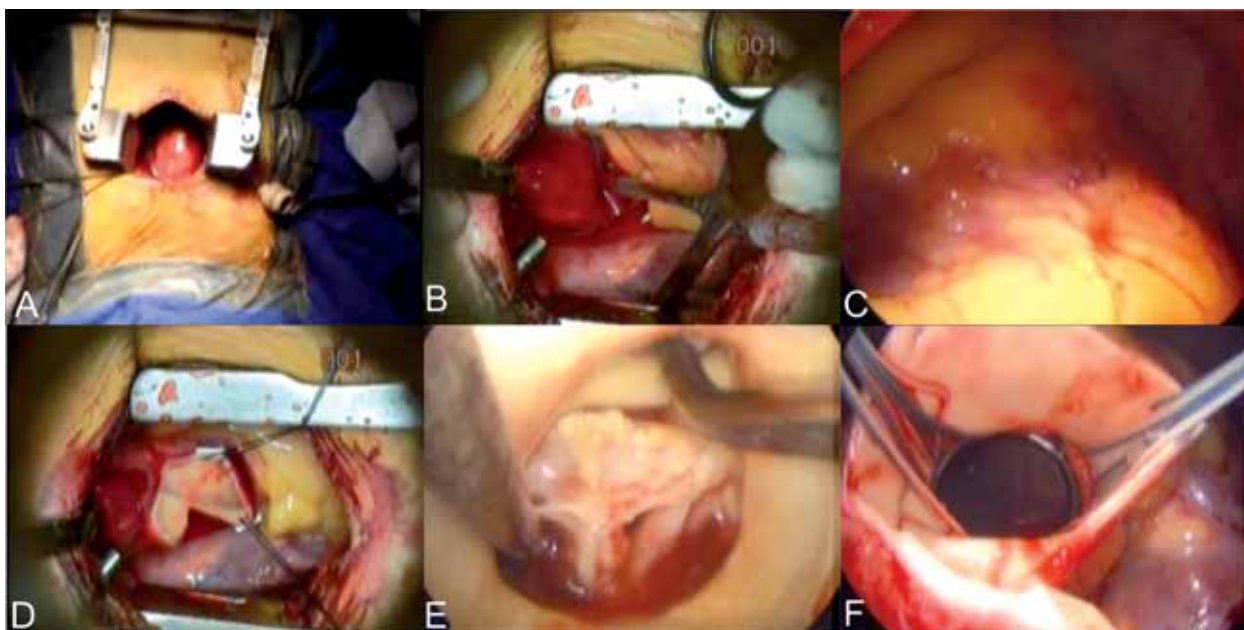


Fig. 3 - Miniesternotomia superior em J, desde o 3º intercosto até a fúrcula esternal. A: exposição com afastador rígido e exposição da aorta ascendente após abertura do pericárdio. Trocater para videoscopia posicionado lateralmente à direita, por contraincisão; B: pinçamento transtorácico, com observação da ótica no campo operatório e início de infusão cardioplégica em raiz de aorta com cânula rígida; C: observação de distensão do ventrículo esquerdo durante cardioplegia em raiz aórtica; D: aortotomia transversa; E: cardioplegia realizada em óstios coronários; F: prótese metálica implantada



Fig. 4 - Observação do coração por videotoracoscopia. A: visualização do óstio e folheto coronariano direito; B: observação do ventrículo esquerdo; C: visualização do interior do ventrículo esquerdo na busca de êmbolos de cálcio ou debrís



Fig. 5 - Pinçamento aórtico nos procedimentos minimamente invasivos. A: colocação da pinça transtorácica de Chitwood® nos pacientes submetidos a toracotomia ântero-lateral, a videoscopia auxiliou no pinçamento realizado lateralmente à aorta junto ao recesso pericárdico, entre aorta e artéria pulmonar; B: aortotomia transversa com pontos equidistantes, colocados na face anterior da aorta para exposição; C: o pinçamento transtorácico na miniesternotomia foi realizado através da incisão torácica com pinça convencional (DeBakey®), e cardioplegia em raiz aórtica

17. Previamente ao pinçamento transtorácico, confeccionou-se uma bolsa na raiz aórtica para introdução da cânula de cardioplegia, que foi usada ao final do procedimento também para retirada de ar das cavidades esquerdas. Essa mesma cânula foi retirada sempre em CEC e com baixo fluxo, para diminuir os riscos de dissecação da aorta.

18. Cardioplegia sanguínea hipotérmica 4/1 foi realizada a cada 15 minutos e a CEC mantida entre 28 e 30 graus. Nos casos em que foi utilizada solução de HTK (Custodiol®), somente uma infusão (20 ml/kg de peso) foi feita na raiz aórtica para realizar todo o procedimento, os óstios coronários foram canulados nos casos de insuficiência aórtica predominante ou onde se observa (pela videoscopia) distensão do ventrículo esquerdo. Nesses casos, mais rigor em manter 28° foi solicitado ao perfusionista, pois a solução de HTK mantém seu máximo efeito [12].

19. Nesse momento, abria-se a cavidade cardíaca através de aortotomia transversal. Foram utilizados somente fios para exposição da valva aórtica: dois pontos de poliéster equidistantes, nas faces ântero-lateral e ântero-medial da aorta proximal (Figura 5B).

20. Nenhuma aspiração de ventrículo foi usada

alternativamente para drenar o ventrículo esquerdo, para esse fim foi utilizada uma cânula de aspiração introduzida pela aortotomia até o ventrículo esquerdo e, após a colocação da prótese valvar, através de seus folhetos.

21. Seguiu-se a troca da valva aórtica em todos os casos de forma convencional.

22. Após finalização do tempo cirúrgico principal, procurou-se ter muita atenção para máxima retirada de ar das cavidades cardíacas, também orientada pelo TEE. O primeiro passo foi realizar a posição máxima de Trendelenburg. A cânula de cardioplegia, instalada na raiz aórtica, foi suficiente para aspirar todo o ar residual no ventrículo esquerdo. Nesse momento, o TEE confirmava a completa eliminação do ar das cavidades cardíacas, antes da saída de CEC. Períodos de interrupção de CEC com aspiração constante de raiz aórtica ajudavam na deaeração.

23. Fios de marcapasso (2) foram colocados no ventrículo direito ainda em CEC, com o coração drenado.

24. Após revisão da hemostasia, iniciou-se solução de protamina (1/1) por infusão contínua. Antes de se completar, a reversão da heparina, retirava-se a cânula venosa. Já que a introdução foi percutânea, somente compressão local foi realizada.

25. Depois de revertida a anticoagulação, uma bolsa com fio prolene 4-0 “em U”, foi confeccionada na artéria ao redor da cânula femoral, para oclusão após sua retirada.

26. Um dreno torácico foi suficiente para drenagem, colocado em posição subxifoide nas miniesternotomias ou no 5º intercosto com linha axilar anterior nos casos de minitoracotomia ântero-lateral.

27. Terminadas todas as suturas, superficializava-se a anestesia, conforme protocolo anestésico. Foram extubados na sala cirúrgica pacientes com: BIS acima de 60, nível de consciência responsiva, ventilação pulmonar adequada e estabilidade hemodinâmica em tempo médio de 15 a 30 minutos após a sutura da pele.

Análise estatística

Dados contínuos foram expressos em média \pm desvio padrão e categorias avaliadas em frequências e percentagens. Para comparação de variáveis contínuas o teste t ou exato de Fisher foram utilizados. O valor de $P < 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo.

RESULTADOS

As cirurgias realizadas por esternotomia mediana antecederam a experiência da equipe cirúrgica com procedimentos minimamente invasivos em valva aórtica (13 pacientes) e também foram realizados nos casos que necessitaram alguma intervenção além da troca valvar: 1) três casos de revascularização concomitante da artéria descendente anterior; 2) três casos de reoperação valvar e 3) um paciente que optou pelo procedimento aberto.

No G1, a troca valvar aórtica foi realizada em todos os pacientes (40 casos). Optamos em 33 casos pelo implante de prótese metálica (St. Jude Medical System®). Sete pacientes com idade superior a 70 anos receberam implante de prótese biológica (Braile Biomédica®). Miniesternotomia

superior em J para a direita foi realizada em dez pacientes, por apresentarem calcificação valvar grave e dilatação da aorta ascendente, nos demais casos 75% (30/40 casos), realizamos uma minitoracotomia anterolateral direita através do 2º (5/30 casos) ou 3º espaço intercostal (25/30 casos) (Figura 6).

Dentre os 20 pacientes do G2, sete receberam prótese biológica (Braile Biomédica®) e treze uma prótese metálica (St. Jude Medical System®), esternotomia mediana foi realizada em todos os pacientes.

Os tempos médios de CEC e pinçamento aórtico no G1 foram, respectivamente: $142,7 \pm 59,5$ min e $88,6 \pm 31,5$ min e, no G2, $98,1 \pm 39,1$ e $67,7 \pm 26,2$ ($P < 0,05$), uma diferença nas medianas de 39 min no tempo de CEC e 23 min no pinçamento aórtico foi observada a favor da técnica convencional. Em nosso serviço, utilizamos sistematicamente a tentativa de extubação imediata, ou seja, ainda na sala de cirurgia. 92,5% dos pacientes do G1 foram extubados logo após o término da cirurgia e somente 75% foram extubados em G2 (Tabela 2).

A perda sanguínea total pelos drenos torácicos foi significativamente menor no grupo minimamente invasivo: $605,1 \pm 679,5$ ml (G1) contra 1617 ± 1390 ml (G2) ($P < 0,05$). Os tempos médios de internamento em unidade de terapia intensiva (UTI) e hospitalar foram menores em G1: $2,3 \pm 1,8$ e $5,5 \pm 5,4$ dias versus $5,1 \pm 3,6$ e $10 \pm 5,1$ em G2 ($P < 0,05$), respectivamente. O uso de drogas vasoativas no pós-operatório também foi menor no grupo minimamente invasivo 12,8% em G1 contra 45% em G2 (Tabela 3).

Dois (5%) pacientes foram a óbito no grupo submetido ao procedimento minimamente invasivo e um (5%) no grupo de esternotomia mediana, sem significância estatística. Complicações pós-operatórias foram observadas em ambos os grupos e não demonstraram diferença significativa, sendo relatadas na Tabela 4.



Fig. 6 - Opções de acesso das minitoracotomias para tratamento cirúrgico da valva aórtica. Minitoracotomia ântero-lateral direita: A: acesso no 2º espaço intercostal direito; B: 3º espaço intercostal direito e hemiesternotomia superior; C: acesso da fúrcula até o 3º intercosto em J

Tabela 2. Tempos cirúrgicos.

Variáveis	Acesso minimamente invasivo	Esternotomia mediana	Valor de P
Tempo de CEC (minutos)			
Mediana	127,0	88,0	
Média +desvio padrão	142,7±59,5	98,1±39,1	0,004
Pinçamento aórtico (minutos)			
Mediana	80,0	57,0	
Média+desvio padrão	88,6±31,5	67,7±26,2	0,012
Extubação na sala cirúrgica	37/92,5%	15/75,0%	0,031
Tipo de válvula			
Biológica	7/17,5%	7/35,0%	Ns
Metálica	33/82,5%	13/65%	Ns

Ns = não significante

Tabela 3. Variáveis pós-operatórias.

Variáveis	Acesso minimamente invasivo	Esternotomia mediana	Valor de P
Unidade de terapia intensiva (dias)	1-10	2-14	
Mediana	2,0	3,5	
Média +desvio padrão	2,3±1,8	5,1±3,6	0,001
Internação hospitalar (dias)	2-25	4-20	
Mediana	3,5	8,0	
Média+desvio padrão	5,5±5,4	10,0±5,1	0,002
Drenagem torácica total (ml)	100-2850	300-5000	
Mediana	300	925	
Média+desvio padrão	605,1±679,5	1617,5±1390,8	0,002
Hemoderivados (unidades)	45	40	
Mediana	0,3	1,5	
Média+desvio padrão	1,13±1,54	2,0±1,9	0,029
Drogas vasoativas (número)	5	9	
Média+desvio padrão	12,8%	45%	0,002

Tabela 4. Complicações pós-operatórias.

Variáveis	Acesso minimamente invasivo	Esternotomia mediana	Valor de P
Mortalidade	2/5%	1/5%	Ns
Eventos neurológicos	3/7,5%	1/5%	Ns
Nova fibrilação atrial	3/7,5%	2/10%	Ns
Insuficiência renal	2/5%	2/10%	Ns
Insuficiência respiratória	2/5%	3/15%	Ns
Derrame pleural	2/5%	1/5%	Ns
Infecção de ferida operatória	0/0%	1/5%	Ns
Reoperação por sangramento	3/7,5%	1/5%	Ns
Dissecção de aorta ascendente	3/7,5%	2/10%	Ns
Conversão para esternotomia	2/5%	—	Ns

Ns = não significante

DISCUSSÃO

O conceito de mínimas incisões para cirurgias no coração ocorreu em meados dos anos noventa. Nesse início, introduziram-se as incisões menores para acesso às válvulas mitral, aórtica e coronária, como as hemiesternotomias superior ou inferior com transecção do esterno e as toracotomias laterais [11,12]. Toracotomia esquerda para revascularização única de artéria descendente anterior e

direita para acesso a valva mitral ou coronária direita. A toracotomia ântero-lateral direita já tinha sido utilizada no passado com preferência nas doenças mitrais, mas foi descontinuada a partir dos melhores resultados com as toracotomias medianas ou esternotomias [13-15].

À exceção da revascularização miocárdica sem CEC, a cirurgia minimamente invasiva, principalmente sob a valva aórtica, chegou a ser considerada impeditiva diante da alta taxa de morbimortalidade, quando comparada à técnica

convencional. Bridgewater et al. [16] demonstraram 43% de morbimortalidade na cirurgia minimamente invasiva contra 7% nas cirurgias convencionais para tratamento da valva aórtica. Mesmo quando outros centros demonstravam resultados mais animadores, ainda assim não atraíam a atenção dos cirurgiões cardíacos no mundo [17,18].

Atualmente, a cirurgia cardíaca minimamente invasiva tem demonstrado seus melhores resultados quando utiliza o auxílio da videotoracoscopia. Além desses equipamentos de vídeo, também foi implementado o acesso extratorácico para CEC, ou seja, o chamado “*port-access technology*”, uma técnica inovadora para acesso vascular periférico e endopinçamento aórtico [9,18]. A inclusão do pinçamento transtorácico não modificou a ideia da técnica. Brinkman et al. [19] apresentaram a experiência favorável do uso de *port-access* no tratamento cirúrgico da valva aórtica, utilizando pinçamento transtorácico com pinça flexível de Cosgrove®.

Desde 1995 são apresentados estudos multicêntricos para demonstrar a eficácia desse novo método. Galloway et al. [10], em 1999, reuniram dados de 121 centros, e incluíram 1.063 pacientes operados pelas técnicas minimamente invasivas, apresentando resultados similares aos da cirurgia convencional, com a vantagem da menor agressão, dor e uso de hemoderivados, além da alta hospitalar e retorno às atividades habituais muito mais precoces. Em 2009, o mesmo Dr. Galloway reportou seus dados de uma década de experiência com o método [2]. Também Grossi et al. [20] e Greco et al. [21], em 2002, e Mishra et al. [22], em 2005, relataram as experiências altamente favoráveis da técnica videoassistida.

Especificamente em valva aórtica, Tabata et al. [23] apresentaram sua experiência com 1005 pacientes submetidos a técnica minimamente invasiva para tratar as doenças da aorta, incluindo desde a simples troca valvar como também procedimentos sob a aorta ascendente, raiz aórtica e reoperações, referindo excelentes resultados pós-operatórios. Cunningham et al. [24], em 2011, reportaram após 101 pacientes uma curta curva de aprendizado e resultados semelhantes aos encontrados com a técnica convencional, quando tratou a valva aórtica por minitoracotomia.

No Brasil, Jatene et al., em 1997, Souto et al., em 2000, e Salerno et al., também em 2000, relataram suas primeiras experiências com cirurgia videoassistida, mas ainda na periferia do coração. Mulinari et al. [25], em 1997, apresentaram suas experiências com miniesternotomia sob visão direta, incluindo, entre outros, também procedimentos sobre a valva aórtica e concluíram que a miniesternotomia é acesso seguro e cursa com baixa morbimortalidade. Dias et al. [26], em 2001, reportaram sua experiência positiva com miniesternotomia no tratamento da valva aórtica.

Também outros autores nacionais utilizaram as

miniesternotomias para tratar a valva aórtica e definiram a técnica alternativa como comparável ao procedimento tradicional. Nessas casuísticas, a CEC era usada de forma convencional e não assistida a vácuo, bem como a canulação era transtorácica, ocupando o mesmo campo operatório. Essa opção cirúrgica exigia maiores incisões torácicas, diminuindo o benefício estético e a esperada redução do desconforto pós-operatório [27-29].

Somente a partir de 2005 com o início de nossa experiência [30-32] e da experiência de Poffo et al., em 2006 [33], iniciou uma nova fase da cirurgia cardíaca minimamente invasiva em nosso meio, incluindo a cirurgia videoassistida, os procedimentos intracavitários através de CEC periférica, a assistência a vácuo e as minitoracotomias.

A minitoracotomia ântero-lateral direita foi a mais utilizada nesta casuística, realizada no 2º ou 3º espaço intercostal, com incisão variável entre 4 e 7 cm e auxílio da cirurgia videoassistida permitiu adequada visibilização da valva aórtica, tornando possível a sua troca. Gersak et al. [34], em 2003, realizaram pioneiramente troca valvar aórtica sob visão totalmente indireta, ou seja, por cirurgia videoassistida. Para tanto, utilizaram uma incisão submamária de 3 cm, na altura do 3º espaço intercostal esquerdo, o que permitia visão perpendicular da valva aórtica e impedia qualquer auxílio por visão direta. Plass et al. [35] utilizaram a minitoracotomia ântero-lateral na maioria dos seus casos e definiram o melhor espaço intercostal pela análise tridimensional da tomografia.

A videocirurgia é mais utilizada nas afecções atrioventriculares e auxilia em várias atitudes cirúrgicas intratorácicas. Apesar de não enfatizadas nos procedimentos mínimos para tratamento da valva aórtica, observamos, em nossa casuística, que a utilização da videoscopia amplia o campo visual em vários momentos. A visualização do óstio coronário direito é difícil mesmo nas grandes incisões, bem como a cúspide coronariana direita. A limpeza do ventrículo esquerdo pode ser realizada com mais segurança quando utilizamos a visão assistida hoje realizada de forma indireta, inclusive na cirurgia convencional. Todos esses procedimentos podem ser implementados com o auxílio da videocirurgia. O procedimento videoassistido também auxilia no pinçamento transtorácico na minitoracotomia direita, pois permite excelente visualização da aorta, da artéria pulmonar e da aurícula esquerda, diminuindo o risco de lesão dessas estruturas, como já é observado quando tratamos as doenças das valvas atrioventriculares [19].

Na maioria dos nossos pacientes (30/40 casos), utilizamos o acesso via minitoracotomia ântero-lateral direita de 5 cm, no 3º espaço intercostal. Em dez (25%) pacientes com doença aórtica, o acesso foi realizado com hemiesternotomia em J. Optamos por esse acesso nos casos em que a aorta ascendente era muito dilatada ou a valva aórtica muito calcificada, já que com essa técnica a visão

direta facilita o pinçamento aórtico e o manuseio da valva comprometida. Outros acessos como hemiesternotomia em “T invertido” “H” ou “L para a esquerda” também têm sido sugeridos por alguns autores, mas estão associados a maior trauma, menor benefício estético e/ou antiálgico [36-38].

Os tempos de CEC e anóxia miocárdica foram maiores no G1, semelhantes aos encontrados na literatura, porém sem prejudicar os benefícios da técnica [19,39]. Outros autores têm demonstrado que, com a maior experiência com o método, esses tempos se tornam quase similares aos da esternotomia [23,40,41]. Em nossa série, no grupo de acesso mínimo, demonstramos tempos de CEC e pinçamento aórtico, respectivamente: $142,7 \pm 59,5$ min e $88,6 \pm 31,5$ min. Esses dados foram comparáveis aos apresentados por Plass et al. [35], em artigo publicado sobre o tema em 2009, ou seja, maiores do que com a esternotomia mediana, mas semelhantes em relação à morbimortalidade [42,43].

Os tempos de evolução pós-operatória reduzidos no grupo minimamente invasivo desta série também foram confirmados por outros autores [44]. Esses autores sugerem que o menor contato com a cavidade torácica mantém a expansibilidade e a função pulmonar, facilitando a extubação mais precoce e recuperação pós-operatória mais acelerada. Este fato, também foi identificado quando demonstramos o alto índice de extubação imediata em nosso G1 (92,5%). Provavelmente essa manutenção da função pulmonar, a maior estabilidade torácica associada à redução da dor pós-operatória são os responsáveis pelos melhores tempos hospitalares, quando comparamos aos tempos de recuperação após a esternotomia mediana [45,46].

A necessidade de suporte inotrópico foi maior no G2 (42%) e somente 12% nos casos de procedimentos minimamente invasivos. Esse fato é pouco discutido nos trabalhos apresentados na literatura, mas foi referido por Moustafa et al. [46], comparando 0% contra 50% de inotrópicos usado somente nos casos de esternotomia convencional. Também Szwerc et al. [47] compararam a esternotomia parcial e total na cirurgia de valva aórtica e também observaram redução no uso de inotrópicos no procedimento alternativo.

Sangramento cirúrgico principalmente no pós-operatório foi muito reduzido no G1 comparado ao procedimento convencional ($P < 0,05$). O uso de hemoderivados também foi menor em nossa série. Esses são elementos muito enfatizados por vários autores que referem, além dos menores tempos hospitalares, redução das perdas sanguíneas e uso de hemoderivados nos casos de cirurgias minimamente invasivas [11,48,49].

Reoperação por sangramento foi baixa e similar em ambos os grupos analisados (7,5% vs. 5%). Vanoverbeke et al. [41] evidenciaram 7,5% de reexploração por sangramento no grupo minimamente invasivo sem diferença ao comparar com a técnica convencional e Brinkman et al. [19], em

2010, 8,1% de reoperações por sangramento nos pacientes submetidos a port-access.

O uso do acesso via femoral considerado como complicador nas cirurgias minimamente invasivas não foi associado a maiores complicações em nossa casuística. Somente 1 paciente do G1 apresentou complicações no sítio de canulação arterial, sendo submetido a reexploração. A canulação femoral (extratorácica) facilita o uso das mínimas incisões, pois não ocupa espaço no campo cirúrgico. Comentários sobre custos adicionais, entre cânulas e instrumentais, foram contestados por muitos autores, que confirmaram a redução dos custos hospitalares totais, quando utilizam os mínimos acessos [44,45,50].

A conversão para esternotomia ocorreu em 2 (5%) casos do G1, ambos por dissecação em aorta ascendente impossível de ser tratada pelas mínimas incisões. Um terceiro caso de dissecação foi corrigido com sucesso, pela minitoracotomia. Notamos que quando usamos a minitoracotomia encontramos maior dificuldade nas correções de pequenos sangramentos na sutura de aorta, evoluindo algumas vezes para dissecações maiores. Refletindo sobre essas complicações, um cuidado complementar foi utilizado por nossa equipe, com pinçamento da aorta em baixas pressões, ráfia da aortotomia em dois planos, retirada da cânula de cardioplegia e controle de sangramentos (mesmo que mínimos) sempre em CEC e baixas pressões. Uma meta-análise publicada em 2009 [48] incluiu 4856 pacientes submetidos à troca de valva aórtica por procedimentos mínimos ou convencional, referindo 3% de conversão para esternotomia. Neste mesmo relato não houve diferença na mortalidade, apesar de tempos de CEC e pinçamento aórtico superiores.

Três (7,5%) pacientes evoluíram com acidente vascular cerebral (AVC) no G1 e 1 (5%) no G2, sem diferença significativa entre os grupos e, em ambos, foi observada relação direta da complicação à grave calcificação da valva aórtica sem sugerir relação com embolia aérea. Somente um paciente do G1 evoluiu com seqüela permanente. Também Modi et al. [51] referiram 2,6% de AVC, em 12 anos de uso das cirurgias minimamente invasivas.

Outras complicações menores, como fibrilação atrial, derrame pleural e outros, foram semelhantes em ambos os grupos. Em relação a mortalidade e complicações pós-operatórias, observamos que a morbimortalidade não foi diferente nos grupos estudados. Um relato de 2009, publicado pela associação europeia de cirurgia cardiotorácica, Scarci et al. [49] revisaram 115 artigos e confirmaram que os procedimentos minimamente invasivos não aumentam os riscos de morte ou outras complicações maiores, e fica na preferência do paciente ou na experiência da equipe cirúrgica o uso do método.

Seis pacientes do grupo de cirurgia aberta (esternotomia) apresentavam procedimentos concomitantes. Nos três casos de revascularização associada da artéria coronária

descendente anterior, devido ao mínimo acréscimo no tempo cirúrgico, não consideramos fator de influência nos resultados perioperatórios. As reoperações poderiam ser encaradas como viés neste trabalho, mas o número reduzido de casos aparentemente não interferiu nos resultados. Muitos autores internacionais têm utilizado as mínimas incisões também em reoperações de valva aórtica, mas optamos por não utilizá-la neste início de experiência [23]. A maior ênfase deste trabalho foi demonstrar a viabilidade do método e a semelhança nos resultados pós-operatórios, principalmente no que se refere à morbimortalidade.

CONCLUSÃO

As maiores vantagens da técnica minimamente invasiva foram observadas no mínimo trauma cirúrgico, na menor dor pós-operatória e na reduzida perda sanguínea, em consequência verificou-se menor uso de hemoderivados e curtos períodos de recuperação pós-operatória, estatisticamente menor quando comparados aos encontrados com a técnica convencional.

Nesta amostra pudemos demonstrar que a técnica minimamente invasiva pode ser utilizada com segurança e eficácia nos casos de cirurgia para tratamento valva aórtica, sem modificar os resultados já encontrados com a esternotomia mediana.

O acesso por miniesternotomia em casos de estenose aórtica gravemente calcificada é uma boa opção à técnica por minitoracotomia direita, mantendo-se assim a ideia das mínimas incisões.

REFERÊNCIAS

1. Gersak B, Sostaric M, Kalisnik JM, Blumauer R. The preferable use of port access surgical technique for right and left atrial procedures. *Heart Surg Forum*. 2005;8(5):E354-63.
2. Galloway AC, Schwartz CF, Ribakove GH, Crooke GA, Gogoladze G, Ursomanno P, et al. A decade of minimally invasive mitral repair: long-term outcomes. *Ann Thorac Surg*. 2009;88(4):1180-4.
3. Modi P, Hassan A, Chitwood WR Jr. Minimally invasive mitral valve surgery: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2008;34(5):943-52.
4. Rossi RI, Cardoso CO, Machado PR, Francois LG, Horowitz ES, Sarmiento-Leite R. Transcatheter closure of atrial septal defect with Amplatzer device in children aged less than 10 years old: immediate and late follow-up. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2008;71(2):231-6.
5. Chamié F, Chamié D, Ramos S, Tress JC, Victor R. Fechamento percutâneo das comunicações interatriais complexas. *Rev Bras Cardiol Invas*. 2006;14(1):47-55.
6. Gaia DF, Palma JH, Ferreira CBND, Souza JAM, Agreli G, Gimenes MV, et al. Implante transcater de valva aórtica: resultados atuais do desenvolvimento e implante de uma nova prótese brasileira. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2011;26(3):338-47.
7. Gaia DF, Palma JH, Ferreira CB, Souza JA, Agreli G, Guilhen JC, et al. Transapical aortic valve implantation: results of a Brazilian prosthesis. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2010;25(3):293-302.
8. Leon MB, Smith CR, Mack M, Miller DC, Moses JW, Svensson LG, et al; PARTNER Trial Investigators. Transcatheter aortic-valve implantation for aortic stenosis in patients who cannot undergo surgery. *N Engl J Med*. 2010;363(17):1597-607.
9. Baldwin JC. Editorial (con) re minimally invasive port-access mitral valve surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1998;115(3):563-4.
10. Galloway AC, Shemin RJ, Glower DD, Boyer JH Jr, Groh MA, Kuntz RE, et al. First report of the Port Access International Registry. *Ann Thorac Surg*. 1999;67(1):51-6.
11. Cosgrove DM 3rd, Sabik JF, Navia JL. Minimally invasive valve operations. *Ann Thorac Surg*. 1998;65(6):1535-8.
12. Cosgrove DM 3rd, Sabik JF. Minimally invasive approach to aortic valve operations. *Ann Thorac Surg*. 1996;62(2):596-7.
13. Grossi EA, Galloway AC, Ribakove GH, Zakow PK, Derivaux CC, Baumann FG, et al. Impact of minimally invasive valvular heart surgery: a case-control study. *Ann Thorac Surg*. 2001;71(3):807-10.
14. Calafiore AM, Giammarco GD, Teodori G, Bosco G, D'Annunzio E, Barsotti A, et al. Left anterior descending coronary artery grafting via left anterior small thoracotomy without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg*. 1996;61(6):1658-63.
15. Lisboa LAF. Minitoracotomia para revascularização do miocárdio com artéria torácica interna em lesão isolada proximal na artéria coronária interventricular anterior ou na artéria coronária direita: estudo prospectivo de 120 pacientes [Tese de Doutorado]. São Paulo:Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo;1999.
16. Bridgewater B, Steyn RS, Ray S, Hooper T. Minimally invasive aortic valve replacement through a transverse sternotomy: a word of caution. *Heart*. 1998;79(6):605-7.
17. Navia JL, Cosgrove DM 3rd. Minimally invasive mitral valve operations. *Ann Thorac Surg*. 1996;62(5):1542-4.
18. Morh FW, Falk V, Diegeler A, Walther T, van Son JA, Autschbach R. Minimally invasive port-access mitral valve surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1998;115(3):567-74.

19. Brinkman WT, Hoffman W, Dewey TM, Culica D, Prince SL, Herbert MA, et al. Aortic valve replacement surgery: comparison of outcomes in matched sternotomy and PORT ACCESS groups. *Ann Thorac Surg.* 2010;90(1):131-5.
20. Grossi EA, Galloway AC, LaPietra A, Ribakove GH, Ursomanno P, Delianides J, et al. Minimally invasive mitral valve surgery: a 6-year experience with 714 patients. *Ann Thorac Surg.* 2002;74(3):660-3.
21. Greco E, Barriuso C, Castro MA, Fita G, Pomar JL. Port-access cardiac surgery: from a learning process to the standard. *Heart Surg Forum.* 2002;5(2):145-9.
22. Mishra YK, Khanna SN, Wasir H, Sharma KK, Mehta Y, Trehan N. Port-access approach for cardiac surgical procedures: our experience in 776 patients. *Ind Heart J.* 2005;57(6):688-93.
23. Tabata M, Umakanthan R, Cohn LH, Bolman RM 3rd, Shekar PS, Chen FY, et al. Early and late outcomes of 1000 minimally invasive aortic valve operations. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2008;33(4):537-41.
24. Cunningham MJ, Berberian CE, Starnes VA. Is transthoracic minimally invasive aortic valve replacement too time-consuming for the busy cardiac surgeon? *Innovations.* 2011;6(1):10-4.
25. Mullinari LA, Tyszka AL, Costa FDA, Carvalho RG, Silva Jr. AZ, Giublin R, et al. Miniesternotomia: um acesso seguro para a cirurgia cardíaca. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 1997;12(4):335-9.
26. Dias AR, Dias RR, Gaiotto F, O. Júnior JL, Cerqueira FMCN, Grinberg M, et al. Miniesternotomia no tratamento de lesões da valva aórtica. *Arq Bras Cardiol.* 2001;77(3):221-4.
27. Castilho F, Arnoni AS, Arnoni RT, Rivera JA, Almeida AFS, Abdulmassih Neto C, et al. Miniesternotomia e mini-incisão: experiência inicial do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2000;15(1):39-43.
28. Dias RR, Sobral MLP, Avelar Junior SF, Santos GG, Lima MAVB, Haddad V, et al. Cirurgia da valva aórtica: estudo prospectivo e randomizado da miniesternotomia versus cirurgia convencional. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 1999;14(2):98-104.
29. Tyszka AL, Watanabe R, Cabral MMC, Cason AM, Hayashi EK, Nogueira GA, et al. Acesso minimamente invasivo para troca da valva aórtica: resultados operatórios imediatos comparativos com a técnica tradicional. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2004;19(1):34-41.
30. Fortunato Jr JA, Branco Filho AA, Granzotto PCN, Moreira LMS, Martins ALM, Pereira ML, et al. Videotoroscopia para fechamento de fístula coronário-pulmonar: relato de caso. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2010;25(1):109-11.
31. Fortunato Jr JA, Branco Filho AD, Branco A, Martins ALM, Pereira M. Reoperação de valva mitral totalmente endoscópica: relato de caso. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2008;23(3):411-4.
32. Fortunato Jr JA, Branco Filho AA, Branco A, Martins ALM, Pereira ML, Ferraz JGG, et al. Padronização da técnica para cirurgia cardíaca videoassistida: experiência inicial. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2008;23(2):183-9.
33. Poffo R, Pope RB, Selbach RA, Mokross CA, Fukuti F, Silva Júnior I, et al. Cirurgia cardíaca videoassistida: resultados de um projeto pioneiro no Brasil. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2009;24(3):318-26.
34. Gersak B, Sostaric M, Kalisnik JM. Endoscopic aortic valve replacement. *Heart Surg Forum.* 2003;6(6):E197-9.
35. Plass A, Scheffel H, Alkadhi H, Kaufmann P, Genoni M, Falk V, et al. Aortic valve replacement through a minimally invasive approach: preoperative planning, surgical technique, and outcome. *Ann Thorac Surg.* 2009;88(6):1851-6.
36. Suenaga E, Suda H, Katayama Y, Sato M, Yamada N. Limited upper sternotomy for minimally invasive aortic valve replacement. *Kyobu Geka.* 2000;53(12):1028-31.
37. Nair RU, Sharpe DA. Limited lower sternotomy for minimally invasive mitral valve replacement. *Ann Thorac Surg.* 1998;65(1):273-4.
38. Gundry SR, Shattuck OH, Razzouk AJ, del Rio MJ, Sardari FF, Bailey LL. Facile minimally invasive cardiac surgery via ministernotomy. *Ann Thorac Surg.* 1998;65(4):1100-4.
39. Cooley DA. Minimally invasive valve surgery versus the conventional approach. *Ann Thorac Surg.* 1998;66(3):1101-5.
40. Aris A, Cámara ML, Montiel J, Delgado LJ, Galán J, Litvan H. Ministernotomy versus median sternotomy for aortic valve replacement: a prospective, randomized study. *Ann Thorac Surg.* 1999;67(6):1583-7.
41. Vanoverbeke H, Van Belleghem Y, Francois K, Caes F, Bové T, Van Nooten G. Operative outcome of minimal access aortic valve replacement versus standard procedure. *Acta Chir Belg.* 2004;104(4):440-4.
42. Bakir I, Casselman FP, Wellens F, Jeanmart H, De Geest R, Degrieck I, et al. Minimally invasive versus standard approach aortic valve replacement: a study in 506 patients. *Ann Thorac Surg.* 2006;81(5):1599-604.
43. Corbi P, Rahmati M, Donal E, Lanquetot H, Jayle C, Menu P, et al. Prospective comparison of minimally invasive and standard techniques for aortic valve replacement: initial experience in the first hundred patients. *J Card Surg.* 2003;18(2):133-9.
44. Cohn LH, Adams DH, Couper GS, Bichell DP, Rosborough DM, Sears SP, et al. Minimally invasive cardiac valve surgery improves patient satisfaction while reducing costs of cardiac valve replacement and repair. *Ann Surg.* 1997;226(4):421-6.

-
45. Doll N, Borger MA, Hain J, Bucerius J, Walther T, Gummert JF, et al. Minimal access aortic valve replacement: effects on morbidity and resource utilization. *Ann Thorac Surg.* 2002;74(4):S1318-22.
 46. Moustafa MF, Benckart DH, Wiechmann RJ, Savage Minimally Invasive Aortic Valve Surgery *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* 2007;472:15-6.
 47. Szwerc MF, Benckart DH, Wiechmann RJ, Savage EB, Szydowski GW, Magovern GJ Jr, et al. Partial versus full sternotomy for aortic valve replacement. *Ann Thorac Surg.* 1999;68(6):2209-13.
 48. Brown ML, McKellar SH, Sundt TM, Schaff HV. Ministernotomy versus conventional sternotomy for aortic valve replacement: a systematic review and meta-analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2009;137(3):670-9.
 49. Scarci M, Young C, Fallouh H. Is ministernotomy superior to conventional approach for aortic valve replacement? *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2009;9(2):314-7.
 50. Christiansen S, Stypmann J, Tjan TD, Wichter T, Van Aken H, Scheld HH, et al. Minimally-invasive versus conventional aortic valve replacement: perioperative course and mid-term results. *Eur J Cardiothorac Surg.* 1999;16(6):647-52.
 51. Modi P, Rodriguez E, Hargrove WC 3rd, Hassan A, Szeto WY, Chitwood WR Jr. Minimally invasive video-assisted mitral valve surgery: a 12-year, 2-center experience in 1178 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2009;137(6):1481-7.