

Correção cirúrgica da coartação da aorta nos primeiros seis meses de vida

Luciano Cabral ALBUQUERQUE*, Marco Antônio GOLDANI*, Juremir João GOLDANI*, Rubens Lorentz ARAÚJO*, Ricardo Medeiros PIANTÁ*, Luciane Barreneche NARVAES*, Júlia de Barros MACHADO*, Jeferson AITA*, João Batista PETRACCO*

RBCCV 44205-583

Albuquerque L C, Goldani M A, Goldani J J, Araújo R L, Piantá R M, Narvaes L B, Machado J B, Aita J, Petracco J B - Correção cirúrgica da coartação da aorta nos primeiros seis meses de vida. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2002; 17(2): 29-35.

RESUMO: Objetivo: Avaliar os resultados imediatos e tardios da correção cirúrgica da coartação da aorta torácica (CoAo) nos primeiros seis meses de vida.

Casística e Métodos: Entre janeiro de 1994 e maio de 2001, 89 pacientes foram submetidos à correção de CoAo pelas técnicas de aortoplastia com *flap* de subclávia (Grupo 1 / n=49), e resseção com anastomose término-terminal (Grupo 2 / n=40). Foram analisadas e comparadas as seguintes variáveis: idade no momento da operação, presença de anomalias intracardíacas, gradiente de pressão pré e pós-operatório, complicações e mortalidade cirúrgicas, bem como sobrevida tardia livre de eventos.

Resultados: Houve predomínio do sexo masculino (n=60 - 68%) e a grande maioria dos casos foram operados no primeiro mês de vida, por insuficiência cardíaca (IC) refratária (n=62 - 70%). A CoAo apresentou-se isolada em 23 (26%) pacientes, e associada a defeitos intracardíacos em 66 (74%). O gradiente médio pré e pós-operatório foi, respectivamente, de 42 mmHg e 4,5 mmHg, não havendo diferença entre os grupos. As complicações cirúrgicas mais freqüentes foram hipertensão arterial persistente (n=27), estenose residual (n=5) e sangramento (n=3), e a mortalidade operatória foi de 10,2% (n=9), sendo significativamente maior nos casos com cardiopatias associadas (12% vs. 4% - p<0,05). Não houve diferença na incidência de complicações e mortalidade entre os grupos. A ocorrência de recoartação tardia foi de 16% no grupo 1 e 15% no grupo 2 (p=NS), e a taxa de sobrevida livre de eventos em 60 meses foi de 76% e 81%, respectivamente (p=NS).

Conclusões: A maioria dos casos de CoAo manifesta nos primeiros meses de vida requer correção ainda precocemente, por IC refratária. A mortalidade cirúrgica é significativa naqueles pacientes com defeitos intracardíacos; não houve diferenças na morbi-mortalidade e na incidência de recoartação, entre as técnicas cirúrgicas empregadas.

DESCRITORES: Coartação aórtica, cirurgia. Aorta torácica, anormalidades

Trabalho realizado no Serviço de Cirurgia Cardiovascular do Hospital São Lucas - Faculdade de Medicina da PUCRS. Porto Alegre, RS, Brasil.

Recebido para publicação em dezembro de 2001.

* Do Hospital São Lucas - Faculdade de Medicina da PUCRS.

Endereço para correspondência: Luciano Cabral Albuquerque. Centro Clínico do HSL-PUCRS. Av. Ipiranga 6690, conj. 615. Porto Alegre, RS, Brasil. CEP 90610-000. Tel.: (51)3336-8190 - Fax: (51)3339-9040. e-mail: alb.23@terra.com.br

INTRODUÇÃO

A Coarctação da aorta torácica (CoAo), quando clinicamente sintomática nos primeiros meses de vida, em geral, manifesta-se por insuficiência cardíaca grave e por vezes refratária, necessitando tratamento cirúrgico precoce ^(1,2).

Historicamente, a correção nessa faixa etária tem revelado consideráveis taxas de mortalidade, estenose residual, e recoarctação tardia, além de envolver dificuldades técnicas peculiares ⁽³⁻⁵⁾.

Em 1945, CRAFOORD & NYLIN ⁽⁶⁾ descreveram o reparo cirúrgico da CoAo na infância, através da ressecção seguida de anastomose término-terminal (T-T), técnica considerada de fácil reprodutibilidade nas crianças maiores e nos adultos, mas acompanhada de alto grau de estenose residual no recém-nascido e no lactente ^(7,8).

Em 1966, WALDHAUSEN & NAHRWOLD ⁽⁵⁾ introduziram a aortoplastia com *flap* de subclávia esquerda como técnica preferencial de correção na infância, propondo vantagens como menor extensão de dissecação, preservando circulação colateral, e um menor potencial de re-estenose circunferencial.

Em nosso meio, relevante contribuição foram os estudos de MEIER et al. ⁽⁹⁾, que introduziram a aortoplastia com mobilização extensa da artéria subclávia esquerda, sem necessidade de sua ligadura ou sacrifício de artérias intercostais, técnica bastante aplicável a crianças maiores e adultos jovens.

Além disso, alguns autores nos anos 70 apresentaram sua experiência utilizando *patch* de PTFE ou Dacron ^(10,11) para ampliação da zona de estreitamento, estratégia posteriormente abandonada em crianças menores, pelo desenvolvimento tardio de pseudo-aneurismas ^(12,13). Mais recentemente, a constatação de que a remoção do tecido embriologicamente relativo ao ductus arteriosus diminui as chances de recoarctação ⁽¹⁴⁻¹⁶⁾ tem levado alguns grupos a proporem uma ressecção mais ampliada da aorta acometida, e anastomose T-T com fio absorvível ⁽¹⁷⁻²⁰⁾.

O objetivo do presente estudo é apresentar a experiência de 7 anos do Serviço de Cirurgia Cardiovascular do Hospital São Lucas da PUCRS, no tratamento cirúrgico da CoAo nos primeiros 6 meses de vida, utilizando as técnicas de aortoplastia com *flap* de subclávia ou ressecção com anastomose término-terminal.

CASUÍSTICA E MÉTODOS

Foram analisados, retrospectivamente, os prontuários de 89 pacientes menores de 6 meses de idade, 60 (68%) do sexo masculino e 29 (32%) do feminino, submetidos à correção de CoAo entre janeiro de 1994 e maio de 2001.

No grupo 1, 49 pacientes foram submetidos à técnica de aortoplastia com *flap* de subclávia esquerda, através de toracotomia no 4º espaço intercostal esquerdo (EICE). Foram amplamente dissecadas a artéria subclávia, a aorta descendente proximal e a porção distal do arco transversal, e o ductus arteriosus

foi ligado, quando presente. Após a infusão de heparina 1000 U/kg, a artéria subclávia foi seccionada distalmente e incisada no sentido longitudinal, transpondo a zona de estreitamento. Foram procedidas a ressecção de parte do tecido endotelial responsável pela coarctação, e a rotação da subclávia, empregando-se sutura contínua de polipropileno (Prolene®) ou poligliconato (PDS®) para a istmoplastia.

O grupo 2 foi constituído de 40 pacientes, nos quais a técnica de correção realizada foi a ressecção completa da zona de CoAo, seguida de anastomose T-T. Mediante toracotomia no 4º EICE, procedeu-se à dissecação ampliada do arco transversal e da aorta descendente proximal, com ligadura de 2 a 4 artérias intercostais e mobilização maior da artéria subclávia. O ductus arteriosus foi ligado, quando indicado, e infundida heparina na dose de 1000 U/kg. Após ressecção transversal da zona de coarctação, foi realizada sutura contínua com fio de polipropileno (Prolene®) ou de poligliconato (PDS®).

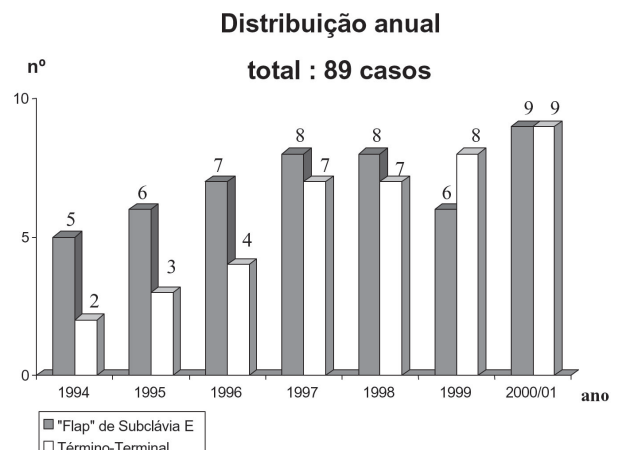
Em ambos os grupos, até o ano de 1995, utilizamos fio de polipropileno 6 ou 7-0 (16 casos), quando passamos a ter disponível o fio absorvível de poligliconato 6 ou 7-0, utilizado como rotina a partir de então (73 casos).

Nos casos de comunicação interventricular associada (CIV), realizamos a bandagem da artéria pulmonar no mesmo ato operatório, após o desclameamento da aorta.

O Gráfico 1 apresenta a frequência anual das duas técnicas empregadas, no qual podemos observar que no início dessa experiência houve um claro predomínio da técnica de Waldhausen, ao passo que atualmente essa distribuição já é equivalente.

Cardiopatias intracardíacas associadas ocorreram em 66 casos, sendo as mais frequentes CIV (n=34), comunicação interatrial (n=27), hipoplasia do arco aórtico (n=7), valva aórtica bicúspide e/ou estenose aórtica (n=5) e transposição das grandes artérias (n=2).

GRÁFICO 1
DISTRIBUIÇÃO DAS TÉCNICAS EMPREGADAS DURANTE O PERÍODO DO ESTUDO.



O acompanhamento pós-alta hospitalar constou de revisões semestrais com realização de ecocardiograma bidimensional para controle do gradiente, e internações intercorrentes, quando necessárias.

Foram ainda analisadas e comparadas, entre os grupos, as variáveis gradiente de pressão residual, taxas de mortalidade cirúrgica e recoartação tardia, e sobrevida livre de eventos.

Para análise estatística, os dados foram submetidos ao teste T de Student para amostras independentes, e ao teste exato de Fischer, considerando-se significativo o valor de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Todos os pacientes encontravam-se internados em Unidade de Tratamento Intensivo (UTI) Neonatal ou Pediátrica, gravemente sintomáticos, e foram diagnosticados pelo ecocardiograma bidimensional, o qual revelou um gradiente médio de pressão através da coartação de 41,7 mmHg (31 a 62 mmHg). A idade no momento da operação variou de 1 a 176 dias (mediana 27 dias), sendo 70% dos casos operados ainda no período neonatal, por insuficiência cardíaca congestiva refratária (Gráfico 2).

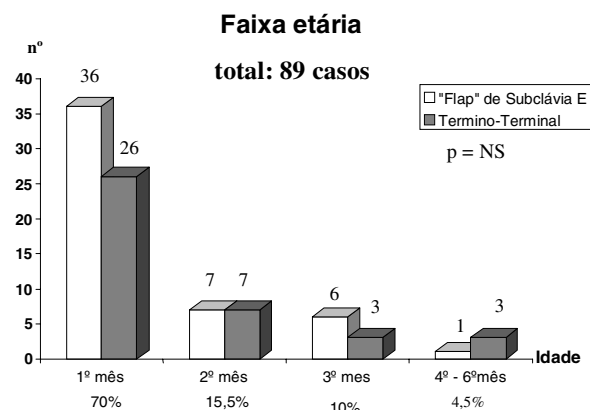
Em 75% da amostra ($n=66$), havia associação de outros defeitos intracardíacos, enquanto apenas 25% dos pacientes ($n=23$) apresentavam CoAo isoladamente

2 ($p=NS$). As demais complicações pós-operatórias relativas ao procedimento foram hipertensão arterial persistente (30%) e sangramento com necessidade de reintervenção (3,4%). Não houve ocorrência de isquemia grave nem de atrofia do membro superior esquerdo nos casos submetidos à técnica de Waldhausen, nem de paraplegia na técnica de ressecção com anastomose T-T.

A mortalidade cirúrgica global foi de 10,1% ($n=9$), sendo relacionada em 8 pacientes a complicações de cardiopatias estruturais associadas, e à infecção respiratória em recém-nascido de baixo peso (1980 g) em 1 caso com CoAo isolada, não havendo diferença significativa entre os grupos. A razão de chances para óbito intra-hospitalar em pacientes com cardiopatias associadas foi de 2,8 (Gráfico 3).

No seguimento tardio médio foi de 42 meses (3 a 60 meses), a taxa de recoartação (definida como gradiente ecocardiográfico igual ou superior a 20 mmHg) foi de 15,7%, sendo 8 casos no grupo 1 e 6 casos no grupo 2 ($p=NS$). A probabilidade de sobrevivência livre de eventos em 60 meses foi de 76% no grupo 1 e 81% no grupo 2 ($p=NS$ - Gráfico 4).

GRÁFICO 2
DISTRIBUIÇÃO ETÁRIA NO MOMENTO DA INDICAÇÃO DA OPERAÇÃO



($p < 0,05$). O tempo médio de permanência em UTI foi de 3,7 dias (1 a 34 dias), e o tempo médio de internação 12,6 dias (6 a 34 dias), não havendo diferença significativa entre os grupos.

O gradiente residual médio de pressão, no pós-operatório intra-hospitalar, foi de 6 mmHg no grupo 1 e de 3,9 mmHg no grupo 2 ($p=NS$), tendo ocorrido 5 casos de estenose residual (definida por gradiente ecocardiográfico igual ou superior a 20 mmHg), 3 no grupo 1 e 2 no grupo

GRÁFICO 3
MORTALIDADE CIRÚRGICA DA COAO EM CASOS COM E SEM DEFEITOS INTRACARDÍACOS ASSOCIADOS

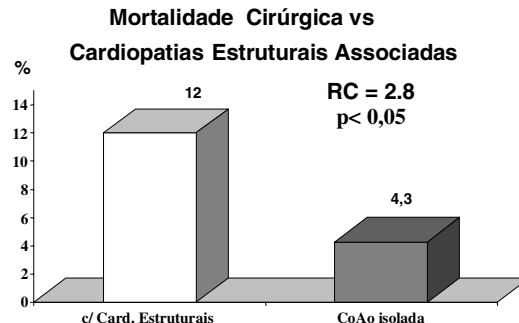
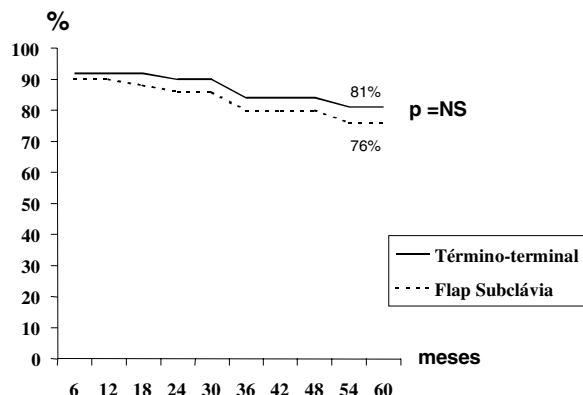


GRÁFICO 4
SOBREVIDA TARDIA LIVRE DE REINTERVENÇÃO



Dos 14 casos de recoarctação, 8 foram no grupo 1 e 6 no grupo 2 ($p=NS$); 9 foram submetidos à angioplastia percutânea por cateter-balão, com sucesso, 3 foram reoperados (todos com interposição de enxerto de PTFE) e 2 morreram antes de intervenção.

COMENTÁRIOS

Quando clinicamente evidente nos primeiros meses de vida, a CoAo em geral se apresenta com IC refratária, freqüentemente acompanhada de falência renal e acidose metabólica. A alta mortalidade relacionada a esse quadro de hipoperfusão distal e hipertensão arterial sustentada exige imediata intervenção para alívio do processo obstrutivo.

Não obstante o consenso sobre a necessidade de correção no momento do diagnóstico, a técnica de escolha para o reparo da CoAo sintomática nessa fase da vida permanece controversa, principalmente em relação à incidência de recoarctação tardia, que na literatura é tão variável como entre 4 a 60%⁽²¹⁻²⁴⁾. Em crianças abaixo de 2 anos, as técnicas mais freqüentemente utilizadas são a aortoplastia com *flap* de subclávia (WALDHAUSEN & NAHRWOLD⁽⁵⁾) e a ressecção com anastomose T-T (CRAFOORD & NYLIN⁽⁶⁾).

A favor da técnica de WALDHAUSEN & NAHRWOLD⁽⁵⁾, diversos autores advogam sua mais rápida e fácil execução em crianças menores, o não sacrifício de intercostais e o menor potencial de restenose circunferencial. Entretanto, sua maior limitação tem sido as repercussões circulatórias no membro superior esquerdo (MSE), que podem levar à perda ou atrofia da extremidade, descrita em algumas séries⁽²⁵⁻²⁶⁾. Felizmente, esta complicação tem ocorrido em menos de 1% dos casos, e, segundo autores como FENCHEL et al.⁽²⁷⁾ e HAN et al.⁽²⁸⁾, pode ser minimizada com a ligadura rotineira da origem da artéria vertebral, manobra que também evita o desenvolvimento de síndrome do roubo de subclávia.

No trabalho de HAN et al.⁽²⁸⁾, em 126 neonatos submetidos à aortoplastia com *flap* de subclávia, não houve nenhum caso de isquemia grave de MSE; as complicações inerentes ao procedimento foram quilotórax ($n=4$), lesão do nervo laríngeo recorrente ($n=1$), paralisia frênica ($n=1$) e síndrome de Horner ($n=1$). A mortalidade hospitalar foi de 11% (nenhum óbito em CoAo isolada) e 10% dos pacientes apresentaram recorrência da coarctação no seguimento tardio. Alguns detalhes técnicos enfatizados, que sustentam estes bons resultados, são a remoção completa do "degrau" formado pelo tecido de proliferação miointimal ao nível da estenose, e a ampliação da aortotomia longitudinal até bem abaixo do sítio de estreitamento e do ductus remanescente.

Em defesa da técnica de ressecção e

anastomose T-T, os argumentos mais consistentes são o não sacrifício da artéria subclávia e a remoção completa do tecido ductal, histologicamente relacionado à gênese da recoarctação e considerado por alguns autores como o maior determinante de recorrência.

CONTE et al.⁽²⁹⁾ utilizaram a ressecção ampliada seguida de anastomose T-T em 307 pacientes no período neonatal, a maioria dos quais com outros defeitos intracardíacos (70%). A mortalidade cirúrgica global foi de 17%, mas de apenas 2% nos casos de CoAo isolada; a baixa incidência para a faixa etária de recoarctação tardia (10%) foi resolvida com sucesso por angioplastia transluminal percutânea (ATP), e a probabilidade de sobrevida livre de reoperação em 10 anos foi de 93%, reforçando a indicação pelos autores desta abordagem.

Mais recentemente, VAN SON et al.⁽¹⁶⁾ analisaram o tecido aórtico removido de 25 pacientes com idade média de 22 dias, submetidos a ressecção ampliada da CoAo, sem gradiente de pressão residual no ecocardiograma ou HAS no pós-operatório (supostamente "bem corrigidos"). Todas as amostras histológicas demonstraram a presença de tecido ductal na aorta descendente, com extensão entre 3,9 a 5,2 mm, que se projetava em contiguidade à parede lateral ou à região do istmo, corroborando os achados descritos por outros autores^(8,14,15,17,19,20,29,30).

Em nossa experiência, antes de 1994, a técnica de WALDHAUSEN & NAHRWOLD⁽⁵⁾ era utilizada quase que exclusivamente em crianças menores com CoAo sintomática, havendo um considerável "conforto" dos cirurgiões com essa abordagem. Como demonstrado no Gráfico 1, iniciamos, timidamente nessa época, a realizar a ressecção e anastomose T-T, ao passo que nos últimos 4 anos, a afinidade por uma ou outra técnica foi substituída por critérios anatômicos individualizados, na tomada de decisão intra-operatória. Atualmente, através da análise de fatores como idade e peso da criança, extensão da zona de coarctação, padrão de distribuição das artérias intercostais, diâmetro da subclávia e da aorta descendente, grau de estabilidade hemodinâmica, e necessidade de procedimentos associados, optamos por qual das técnicas descritas deve ser empregada, desde que, se realizada a operação de WALDHAUSEN & NAHRWOLD⁽⁵⁾, proceda-se a remoção do "degrau" de tecido de proliferação miointimal.

Nossos resultados não apontam diferenças significativas entre as técnicas nos desfechos estudados: a mortalidade intra-hospitalar foi 10,2% vs. 10%, a ocorrência de recoarctação tardia foi 16,6% vs. 15%, e a probabilidade de sobrevida livre de reintervenção em 60 meses foi de 76% vs. 81%, respectivamente para os grupos 1 e 2.

Achados semelhantes foram reportados por COBANOGLU et al.^(31,32), que em sua série mais recente, estudaram 86 pacientes abaixo de 3 meses submetidos à aortoplastia com *flap* de subclávia ($n=47$) ou à ressecção e anastomose T-T ($n=39$). Houve comparável taxa de mortalidade precoce (8,5% vs. 5,1%), recoarctação (10,5% para ambas) e sobrevida livre de

reoperação em 10 anos (90% vs. 86%). Os autores ressaltam que a recoarctação, embora com incidência semelhante, ocorre por diferentes mecanismos: por tensão excessiva na linha de sutura na anastomose T-T (mais do que pela utilização ou não de fio absorvível, e pela sutura contínua ou com pontos separados), e pela proliferação de tecido ductal não ressecado, na técnica de WALDHAUSEN & NAHRWOLD⁽⁵⁾.

Na verdade, devemos entender a coarctação da aorta na infância como uma entidade anátomo-patológica complexa, que requer o mesmo cuidado dispensado às cardiopatias consideradas como mais graves, tanto no aspecto de planejamento cirúrgico, quanto de cuidados intensivos pós-operatórios. Ainda hoje, não obstante o aprimoramento técnico e cirúrgico, a mortalidade da correção cirúrgica precoce permanece entre 5% e 25% na maioria dos grupos, incrementada em até 10 vezes pela associação com outros defeitos intracardíacos, em especial a CIV^(28-30,32,33).

As complicações cirúrgicas ainda relevantes permanecem sendo a hipertensão arterial sistêmica (HAS) persistente e a recoarctação a médio e longo prazo. A incidência de HAS tem sido descrita como tão alta quanto 60%, mesmo em casos sem gradiente residual⁽³⁾, constituindo a mais comum intercorrência clínica nesses pacientes, e tendo como principal preditor de risco o tempo prolongado de exposição da porção cranial do organismo à pressão elevada, o que levaria à acomodação do reflexo barorreceptor e à diminuição da complacência da aorta proximal, muitas vezes irreversíveis; nesse sentido, o uso agressivo de prostaglandina E1 para tentar otimizar o estado

hemodinâmico pré-operatório é recomendado⁽¹⁶⁾.

Em relação à recoarctação tardia, sua ocorrência em 15,7% de nossos pacientes é condizente com a apontada nos trabalhos mais recentes^(16,28-30,32,33), nossa política em seu manejo tem sido indicar a angioplastia percutânea, e na série descrita a abordagem foi satisfatória em promover o alívio de sintomas e redução do gradiente para menos de 20 mmHg em todos os casos em que a técnica foi utilizada (n=9). Embora tenha sido claramente demonstrado que a ATP de CoAo nativa apresenta uma taxa superior a 40% de re-estenose significativa em 2 anos (P1,P2,P3), os resultados da técnica têm sido bastante promissores no manejo da recorrência pós-cirúrgica, principalmente por envolver menores riscos.

CONCLUSÃO

Em conclusão, podemos afirmar que a coarctação da aorta quando clinicamente manifesta nos primeiros meses de vida, em geral determina insuficiência cardíaca refratária e óbito, se não corrigida precocemente. Em nossa amostra, as técnicas de aortoplastia com flap de subclávia e ressecção com anastomose T-T apresentaram resultados comparáveis em termos de eficácia, mortalidade intra-hospitalar e incidência de recoarctação a longo prazo. A mortalidade cirúrgica da correção da CoAo nessa faixa etária permanece expressiva, e está diretamente relacionada à presença de defeitos intracardíacos associados.

RBCCV 44205-583

Albuquerque L C, Goldani M A, Goldani J J, Araújo R L, Piantá R M, Narvaes L B, Machado J B, Aita J, Petracco J B - Surgical repair of aortic coarctation under than six months of age. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2002; 17(2): 28-34.

ABSTRACT: Objective: To evaluate early and late results of aortic coarctation (CoAo) surgical repair in early months of life.

Material and Methods: Between January 1994 and May 2001, 89 patients were submitted to CoAo repair by subclavian artery flap angioplasty (Group 1 - n=49) or resection with end-to-end anastomosis (Group 2 - n=40). We analyzed and compared the mean age at operation, associated cardiac malformations, pre and postoperative aortic pressure gradient, surgical complications and mortality, and actuarial freedom from events curve.

Results: Most of patients were male (n=60 - 68%) and underwent to aortic repair under than one month of age, with severe heart failure (n=62 - 70%). CoAo was associated with intracardiac defects in 66 cases (74%). The aortic pressure gradient before and after surgery was 42 mmHg and 4,5 mmHg, respectively. Postoperative complications were persistent arterial hypertension (n=27), residual stenosis (n=5) and bleeding (n=3), and operative mortality was 10,2% (n=9), markedly higher in patients with associated cardiac malformations (12% vs. 4% - p<0,05). There were no differences in complications and mortality in both groups. Late re-coarctation was 16% in group 1 and 15% in group 2 (NS) and actuarial freedom from events in 60 months was 76% and 81%, respectively (NS).

Conclusions: Most of surgical repair in symptomatic CoAo during early months is a life-saving procedure, due to severe heart failure; operative mortality is significant in patients with others cardiac defects; there were no differences in morbidity, mortality and recurrent coarctation rate between two surgical techniques performed.

DESCRIPTORS: Aortic coarctation, surgery. Aorta, thoracic, abnormalities.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Shinebourne EA, Tam AS, Elseed AM Paneth M, Lennox SC, Cleland WP - Coarctation of the aorta in infancy and childhood. *Br Heart J* 1976; **38**: 375-80.
2. Yee ES, Soifer SJ, Turley K, Verrier ED, Fishman NH, Ebert PA - Infant coarctation: a spectrum in clinical presentation and treatment. *Ann Thorac Surg* 1986; **42**: 488-93.
3. Cohen M, Fuster V, Steele PM, Driscoll D, McGoon DC - Coarctation of the aorta: long-term follow-up and prediction of outcome after surgical correction. *Circulation* 1989; **80**: 840-5.
4. Quaegebeur JM, Jonas RA, Weinberg AD, Blackstone EH, Kirklin JW - Outcomes in seriously ill neonates with coarctation of the aorta: a multiinstitutional study. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994; **108**: 841-54.
5. Waldhausen JA & Nahrwold DL - Repair of coarctation of the aorta with a subclavian flap. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1966; **51**: 532-3.
6. Crafoord C & Nylin G - Congenital coarctation of the aorta and its surgical treatment. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1945; **14**: 347-61.
7. Körfer R, Meyer H, Kleikamp G, Bircks W - Early and late results after resection and end-to-end anastomosis of coarctation of the thoracic aorta in early infancy. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985; **89**: 616-22.
8. Van Son JA, Daniels O, Vicent JG, Van Lier HJ, Lacquet LK - Appraisal of resection and end-to-end anastomosis for repair of coarctation of the aorta in infancy: preference for resection. *Ann Thorac Surg* 1989; **48**: 496-502.
9. Meier MA, Lucchese FA, Jazbik W, Nesralla IA, Mendonça JT - A new technique for repair of aortic coarctation: subclavian flap aortoplasty with preservation of arterial blood flow to the left arm. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1986; **92**:1005-12.
10. Reul GJ Jr, Kabbani SS, Sandiford FM, Wukasch DC, Cooley DA - Repair of coarctation of the thoracic aorta by patch graft aortoplasty. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1974; **68**: 696-704.
11. Fleming WH, Sarafian LB, Clarck EB et al. - Critical aortic coarctation: patch aortoplasty in infants less than age 3 months. *Am J Cardiol* 1979; **44**: 687-90.
12. Hehle FW, Mulch J, Rautenburg HW, Schlepper M, Scheld HM - Incidence and pathogenesis of late aneurysms after patch graft aortoplasty for coarctation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1986; **92**: 226-30.
13. DeSanto A, Bills RG, King H, Waller B, Brown JW - Pathogenesis of aneurysm formation opposite prosthetic patches used for coarctation repair: an experimental study. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1987; **94**:720-3.
14. Russell GA, Berry PJ, Watterson K, Dhasmana JP, Wisheart JD - Patterns of ductal tissue in coarctation of the aorta in the first three months of life. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991; **102**: 596-601.
15. Jones RA - Coarctation: do we need to resect ductal tissue? *Ann Thorac Surg* 1991; **52**: 604-7.
16. Van Son JA, Falk V, Schneider P, Smedts F, Mohr FW - Repair of coarctation of the aorta in neonates and young infants. *J Card Surg* 1997; **12**:139-46.
17. Vouhé PR, Trinquet F, Lecompte Y et al. - Aortic coarctation with hypoplastic aortic arch: results of extended end-to-end aortic arch anastomosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1988; **96**: 557-63.
18. Van Heurn LW, Wong CM, Spiegelhalter DJ et al. - Surgical treatment of aortic coarctation in infants younger than three months: 1985 to 1990. Success of extended end-to-end arch aortoplasty. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994; **107**: 74-86.
19. Zehr KJ, Gillinov AM, Redmond JM et al. - Repair of coarctation of the aorta in neonates and infants: a thirty-year experience. *Ann Thorac Surg* 1995; **59**: 33-41.
20. Rajasinghe HA, Reddy VM, van Son JA et al. - Coarctation repair using end-to-side anastomosis of descending aorta to proximal aortic arch. *Ann Thorac Surg* 1996; **61**: 840-4.
21. Jacobsen JR, Wennevold A, Boesen I - Coarctation of the aorta operated upon in infancy: long-term follow-up. *Eur J Cardiol* 1979; **10**: 123-9.

22. Campbell J, Delorenzi R, Brown J et al. - Improved results in newborns undergoing coarctation repair. *Ann Thorac Surg* 1980; **30**: 273-80.

23. Bergdahl LA, Blackstone EH, Kirklin JW, Pacifico AD, Barger LM Jr. - Determinants of early success in repair of aortic coarctation in infants. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1982; **83**: 736-42.

24. Brouwer MH, Kuntze CE, Ebels T, Talsma MD, Eijgelaar A - Repair of aortic coarctation in infants. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991; **101**:1093-8.

25. Todd PJ, Dangerfield PH, Hamilton DI, Wilkinson JL - Late effects on the left upper limb of subclavian flap aortoplasty. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1983; **85**: 678-81.

26. Geiss D, Williams WG, Lindsay WK, Rowe RD - Upper extremity gangrene: a complication of subclavian artery division. *Ann Thorac Surg* 1980; **30**: 487-9.

27. Fenchel G, Steil E, Seybold-Epting W, Seboldt H, Apitz J, Hoffmeister HE - Repair of symptomatic aortic coarctation in the first three months of life: early and late results after resection and end-to-end anastomosis and subclavian flap angioplasty. *J Cardiovasc Surg* 1988; **29**: 257-63.

28. Han MT, Hall DG, Maché A, Rittenhouse EA - Repair of neonatal aortic coarctation. *J Pediatr Surg* 1995; **30**:709-12.

29. Conte S, Lacour-Gayet F, Serraf A et al. - Surgical management of neonatal coarctation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995; **109**: 663-75.

30. Uddin MJ, Haque AE, Salama AL, Uthman BC, Abushaban LA, Shuhaiber HJ - Surgical management of coarctation of the aorta in infants younger than five months: a study of fifty-one patients. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 2000; **6**:252-7.

31. Cobanoglu A, Teply JF, Grunkemeier GL, Sunderland CO, Starr A - Coarctation of the aorta in patients younger than three months: a critique of the subclavian flap operation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985; **89**:128-35.

32. Cobanoglu A, Thyagarajan GK, Dobbs JL - Surgery for coarctation of the aorta in infants younger than 3 months: end-to-end repair versus subclavian flap angioplasty: is either operation better? *Eur J Cardiothorac Surg* 1998; **14**:19-26.

33. Wu JL, Leung MP, Karlberg J, Chiu C, Lee J, Mok CK - Surgical repair of coarctation of the aorta in neonates: factors affecting early mortality and re-coarctation. *Cardiovasc Surg* 1995; **3**:573-8.