

Evolução de crianças com idade inferior a 2 anos submetidas a implante de marcapasso cardíaco permanente

Late results with permanent cardiac pacing in children less than two years of age

Eduardo Kohls Toralles¹, João Ricardo Michielin Sant'Anna², Guaracy Teixeira Filho³, Renato Abdala Karam Kalil⁴, Paulo Roberto Prates⁵, Roberto Tofani Sant'Anna⁶, Ivo Abrahão Nesralla⁷

Resumo: A estimulação epicárdica predomina no implante de marcapasso em crianças pequenas. **Objetivo:** revisar a evolução de pacientes menores de dois anos submetidos a estimulação epimiocárdica após a alta hospitalar e até uma década. **Método:** Estudo de coorte histórica entre 1997 e 2010 que incluiu 34 pacientes, 22 (64,7%) do sexo feminino e 12 (35,3%) do masculino, com idades variando de 1 dia a 22 meses, submetidos a implante de marcapasso utilizando cabo-eletrodo epimiocárdico sem sutura e gerador unicameral (VVI). A arritmia predominante foi o bloqueio atrioventricular (n=30; 88,2%); 29 (85,3%) tinham cardiopatia estrutural e 22 (67,4%) haviam sido previamente submetidos a cirurgia cardíaca. Acompanhados durante um tempo médio de 60,5 meses, tiveram registrados os eventos adversos e calculada a probabilidade de sobrevida conforme Kaplan-Meyer. **Resultados:** Ocorreram três óbitos (8,8%) por infecção, cirurgia cardíaca ou mal súbito. A mortalidade foi superior naqueles sem cirurgia cardíaca prévia (16,7% *versus* 4,5%). Ao longo do acompanhamento, cinco pacientes (14,7%) necessitaram de nova intervenção, dois por infecção e três para reimplante de cabo-eletrodo. Um dos pacientes submetidos a nova intervenção por infecção evoluiu para óbito. A probabilidade de sobrevida foi de 93,8% no primeiro ano e 90,3% até 10º ano. A sobrevida livre de eventos adversos foi de 90,8% no primeiro ano, 79,8% do 5º ao 9º e 66,5% no 10º ano. **Conclusão:** Os resultados evidenciam sobrevida satisfatória das crianças após o implante epicárdico, especialmente aquelas com cirurgia cardíaca prévia. O implante de cabo-eletrodo epimiocárdico merece cuidados adicionais em pacientes com estatura reduzida, malformações cardíacas específicas, acesso dificultado à veia cava superior ou com procedimento cirúrgico associado.

Descritores: Marcapasso cardíaco, Estimulação Epimiocárdica, Criança

Abstract: Objective: Epicardial stimulation remains the technique of choice for pacing in small children. Our objective is to review the results of epicardial pacemaker implantation in patients with less than 2 years of age and after hospital discharge. **Methods:** Historical cohort study including 34 patients with age ranging from one day to 22 months with hospital discharge after permanent pacemaker implantation with a sutureless epimyocardial electrode and single chamber generator (VVI mode) between 1997 and 2010. Twenty-two patients were female and 12 male. Predominant arrhythmia was atrioventricular block (30 patients; 88.2%). Twenty-nine patients (85.3%) had structural heart disease and 22 (67.4%) had been submitted to a previous heart surgery. Patients were followed-up for a mean time of 60.5 months. Recorded events were analyzed and probability of survival was estimated according to Kaplan-Meyer analysis. **Results:** There were 3 (8.8%) deaths, due to infection, heart surgery or sudden death. Increased mortality was observed for patients without previous heart surgery (16.7% versus 4.5%). Five patients (14.7%) required pacemaker reintervention during the follow-up, 2 due to infection and 3 to re-implant the electrode. One of the patients who had a reintervention due to infection died. Probability of survival was 93.8% in the first year and 90.3% subsequently up to the 10 years of follow-up. Event-free survival was 90.8% in the first year, 79.8% from year 5 to 9, 66.5% after 10 years. **Conclusion:** This

1 - MD - Estudante de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). 2 - PhD - Cirurgião Cardiovascular. 3 - MD - Cirurgião Cardiovascular. 4 - PhD - Cirurgião Cardiovascular. 5 - MD - Cirurgião Cardiovascular. 6 - MD - Cirurgião Cardiovascular. 7 - PhD - Cirurgião Cardiovascular.

Correspondência: Renato Abdala Karam Kalil. Av Princesa Isabel, 395 - Bairro Santana. Porto Alegre - RS. CEP: 90620-000. E-mail: kalil.pesquisa@gmail.com

Artigo submetido em 09/2013 e publicado em 03/2014.

study demonstrates the probability of satisfactory survival after epicardial pacemaker implantation, especially in patients with previous heart surgery. Epimyocardial electrode implantation deserves consideration in patients with small physical structure, those with specific cardiac malformations, and difficult access to superior vena cava or those who need to have an associated surgical procedure.

Keywords: Cardiac Pacemaker, Epicardial Pacing, Children

Introdução

O implante de marcapasso definitivo em crianças de idade reduzida frequentemente requer toracotomia e cabos-eletrodos epimicárdicos, dadas a pequena dimensão física dos pacientes e a presença de malformações cardíacas. A técnica apresenta risco aumentado pela abordagem invasiva e as associações frequentes com cardiopatia subjacente e operação cardíaca recente¹.

Os cabos-eletrodos epimicárdicos têm longevidade reduzida se comparados aos transvenosos, devido ao aumento do limiar de estimulação que ocorre com o passar do tempo²⁻⁵ e o risco de fratura⁶. Embora cabos-eletrodos epimicárdicos com liberação de corticoide possam reduzir o aumento do limiar e o comprometimento do sistema⁶⁻⁸, o implante de marcapasso em crianças permanece um desafio, especialmente em neonatos ou pacientes de pouca idade, nos quais o tamanho do gerador torna-se significativo. Assim, é esperada uma morbilidade aumentada mesmo após a alta hospitalar¹.

O presente estudo relata a evolução após a alta hospitalar de pacientes com idade inferior a dois anos submetidos a implante de marcapasso pela técnica epimicárdica.

Método

Realizou-se um estudo de coorte histórica, sobre a evolução após a alta hospitalar de pacientes pediátricos portadores de marcapasso cardíaco.

Entre setembro de 1997 e outubro de 2010, 34 pacientes com idade entre 1 dia e 22 meses (média de 10,7 meses, mediana 10 meses), dos quais 22 (64,7%) eram de sexo feminino e 12 (35,3%), do masculino, foram submetidos a implante de marcapasso no Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul. O cabo-eletrodo epimicárdico sem sutura foi implantado por toracotomia e as crianças receberam alta hospitalar após o procedimento.

A arritmia que motivou o implante foi o bloqueio atrioventricular em 30 (88,2%) e a doença do nódulo sinusal em quatro (11,8%). Vinte e dois (64,7%) desenvolveram arritmia após cirurgia cardíaca. Entretanto, 12 (35,3%) não passaram por cirurgia cardíaca prévia ao implante: em

cinco (14,7%) deles, a indicação para o implante foi a bradicardia sintomática na ausência de malformação cardíaca subjacente e outros sete (20,6%) apresentavam malformação cardíaca. A tabela 1 descreve defeitos cardíacos identificados nos pacientes estudados.

Características operatórias e da estimulação

O modo de estimulação foi o ventricular (modo VVI) em todos os pacientes. Foram utilizadas diferentes técnicas para o implante do cabo-eletrodo epimicárdico, com predomínio da minitoracotomia subxifoide, utilizada em 29 (85,3%) casos e o cabo-eletrodo ventricular foi implantado predominantemente na face diafragmática do ventrículo direito. Em cinco pacientes (14,7%), todos com cirurgia cardíaca prévia, o implante ocorreu por minitoracotomia lateral esquerda.

O local originalmente utilizado para o posicionamento do gerador de pulsos foi a região epigástrica em 31 (88,2%) e o aparelho foi implantado em posição posterior ao músculo reto abdominal por extensão da incisão subxifoide. Em três, o aparelho foi posicionado na loja suprarenal.

Tabela 1: Cardiopatia estrutural identificada em 34 pacientes com idade inferior a dois anos submetidos a implante de marcapasso.

Cardiopatia estrutural	n	%
Ausente	5	14,71
Comunicação interventricular	12	35,29
Isolada *	7	20,59
Combinada *	5	14,71
Atresia tricúspide e pulmonar	1	2,94
Transposição dos grandes vasos	4	11,76
Isolada	1	2,94
Com comunicação interventricular *	3	8,82
Tetralogia de Fallot *	2	5,89
Defeito do septo atrioventricular	8	23,53
Isolado	7	20,59
Combinado *	1	2,94
Hipoplasia de ventrículo esquerdo *	1	2,94
Coração univentricular *	1	2,94

* 7 pacientes sem cirurgia prévia.

Os cabos-eletrodos utilizados foram do tipo sem sutura, de diferentes procedências e configurações, pois a tecnologia oferecida mudou ao longo da experiência cirúrgica. Inicialmente foram implantados cabos-eletrodos unipolares com revestimento fractal *Biotronik ELC 35S* (35 cm de comprimento) e, posteriormente, cabos-eletrodos bipolares com liberação de corticoide comercializados pela *Biotronik* ou pela *St Jude Medical*. Durante o implante, o limiar de estimulação aceitável foi de 1,4 V, com duração de pulso de 0,5 ms e onda R (caso identificada) superior a 4 mV.

Os cuidados pós-operatórios seguiram a rotina da Instituição e os pacientes permaneceram internados inicialmente em unidade pediátrica de cuidados intensivos e, após a estabilização clínica, na ala de pediatria. Na alta hospitalar foram agendadas consultas de seguimento para avaliação da estimulação cardíaca, a primeira, um mês após o procedimento cirúrgico e as demais, com intervalos de quatro a seis meses.

Avaliação dos resultados

História clínica, registros da cirurgia, prontuário hospitalar e informações de avaliações do implante após a alta hospitalar foram revisados de modo retrospectivo para verificar a evolução pós-operatória. A data definida para a avaliação final do implante de marcapasso foi julho de 2011, tendo sido obtida a avaliação atualizada de 33 pacientes (97%), incluindo aqueles que faleceram durante o acompanhamento.

As informações referem-se a intervalos de tempo que variaram de 5 a 160 meses, com média de 60,5 meses e um total de 1.633 meses. Foram considerados desfechos os eventos adversos que implicaram intervenção não prevista para substituição de cabo-eletrodo, reposicionamento de gerador ou óbito. Não foram incluídas as trocas eletivas do gerador de pulso, que fazem parte da rotina de cuidados ao paciente com marcapasso.

Os dados foram coletados nos prontuários ou obtidos com o médico assistente. Foram registrados em tabelas de contingência e submetidos ao programa *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS-Inc., Chigago, IL). As informações foram expressas, quando apropriado, sob a forma de média \pm erro padrão. O teste qui-quadrado foi aplicado quando indicado. Foi realizada análise atuarial da sobrevida utilizando-se o método de Kaplan-Meier, sendo referidos a perspectiva de sobrevida percentual e o desvio padrão. O nível de significância considerado foi um alfa crítico de 5%.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul e o projeto de pesquisa foi registrado sob número 4123/08.

Resultados

Mortalidade tardia

Foram registrados três óbitos, perfazendo uma mortalidade de 8,8%. Um óbito resultou de infecção que exigiu novo implante 19 meses após a primeira intervenção cirúrgica em um paciente com coração univentricular e sem cirurgia prévia. Outro ocorreu dois meses após o implante do marcapasso para correção cirúrgica de hipoplasia de ventrículo esquerdo em um paciente com bradiarritmia associada a defeito cardíaco. O terceiro ocorreu dois meses após o implante, de modo súbito, em um paciente com cirurgia prévia de comunicação interventricular e atresia pulmonar.

Nos pacientes sem cirurgia cardíaca prévia, foi observada mortalidade de 16,7% (2 em 12). Ainda que óbitos tenham ocorrido em pacientes com malformação cardíaca, a mortalidade foi maior que a observada em pacientes com cirurgia cardíaca prévia (4,5% ou 1 em 22 pacientes), porém a diferença não foi estatisticamente significativa (Teste Exato de Fisher=0,279; qui-quadrado de Pearson=1,418 e $p=0,234/ns$).

Durante a evolução, cinco pacientes (14,7%) necessitaram de nova intervenção relativa ao marcapasso implantado, sendo duas consequentes a infecção do sistema, com 14 e com 48 meses de evolução, e três para reimplante de cabo-eletrodo por elevação do limiar de estimulação, com quatro, 22 e 108 meses de evolução. Um dos pacientes em que foi necessária a remoção do sistema e posterior implante de marcapasso evoluiu para óbito por infecção, evento já mencionado.

Considerada a soma de óbitos e complicações, houve maior prevalência no grupo de pacientes sem cirurgia cardíaca prévia e que implantaram marcapasso (2 óbitos e 2 complicações, totalizando quatro eventos em 12 pacientes ou 33,3%) que no grupo com indicação de marcapasso após cirurgia cardíaca (um óbito e 2 complicações, perfazendo 3 eventos em 22 pacientes ou 16,6%). Entretanto, a diferença não foi significativa (teste exato de Fischer=0,211; qui-quadrado de Pearson=1,843 e $p=0,175/ns$).

A perspectiva de sobrevida dessas crianças com marcapasso, conforme análise de Kaplan-Meier, foi de 94,1 + 4% entre o terceiro e o 18º mês, reduzindo-se para 90,6 + 5,2% aos 24 meses, valor que se manteve subsequentemente (Figura 1 e Tabela 2).

Pacientes com cirurgia cardíaca prévia mostraram sobrevida superior a dos não cirúrgicos, sendo que os valores de 95,5 + 4,4% e 81,5 + 11,9 no 18º mês foram mantidos além do 5º ano após a cirurgia (Figura 2 e Tabela 2).

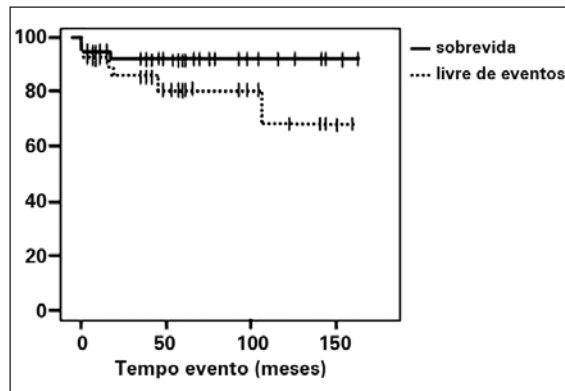


Figura 1: Sobrevida tardia e sobrevida livre de eventos de crianças que implantaram marcapasso e receberam alta hospitalar.

Tabela 2: Probabilidade de sobrevida dos pacientes conforme a etiologia da arritmia que motivou o implante do marcapasso.

Meses	Sobrevida					
	%	dp	%	dp	%	dp
3	94,1	4	95,5	4,4	91,7	8
6	94,1	4	95,5	4,4	91,7	8
12	94,1	4	95,5	4,4	91,7	8
18	94,1	4	95,5	4,4	81,5	11,9
24	90,6	5,2	95,5	4,4	81,5	11,9
36	90,6	5,2	95,5	4,4	81,5	11,9
48	90,6	5,2	95,5	4,4	81,5	11,9
60	90,6	5,2	95,5	4,4	81,5	11,9

PO: pós-operatório; dp: desvio padrão.

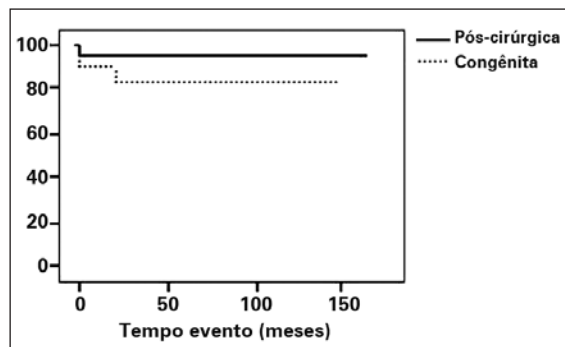


Figura 2: Sobrevida dos pacientes conforme a etiologia da arritmia.

A sobrevida livre de eventos adversos foi de 94,1 + 4% no terceiro mês, reduzindo-se para 91,2 + 4,9% até o 18º mês e 84,2 + 6,5% até o 36º mês. Pacientes com cirurgia prévia ao implante mostraram sobrevida livre de eventos mais favorável, comparativamente àqueles sem cirurgia (Figura 3 e Tabela 3).

Para aqueles em que a indicação foi pós-cirúrgica, a sobrevida livre de eventos adversos foi de 95,5 + 6,1% no terceiro mês e manteve-se estável em 90,9 + 6,1%. Naqueles sem cirurgia prévia, os

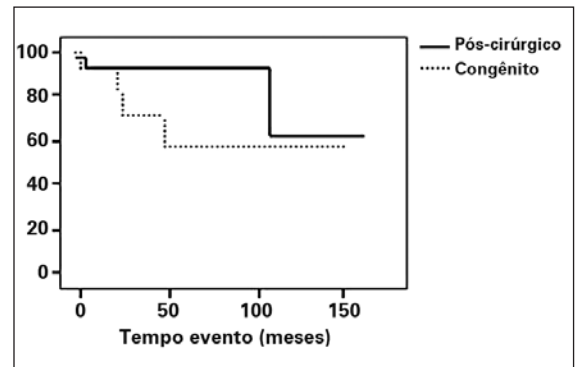


Figura 3: Comparação da sobrevida livre de eventos entre casos de implante devidos a cirurgia cardíaca prévia e por arritmia de etiologia congênita.

Tabela 3: Probabilidade de sobrevida dos pacientes sem eventos adversos (óbito ou complicação de marcapasso), conforme a etiologia da arritmia.

PO meses	Livres de eventos					
	Total		Cirúrgica		Congênita	
	%	dp	%	dp	%	dp
3	94,1	4	95,5	4,4	91,7	8
6	91,2	4,9	90,9	6,1	91,7	8
12	91,2	4,9	90,9	6,1	91,7	8
18	91,2	4,9	90,9	6,1	71,3	14
24	84,2	6,5	90,9	6,1	71,3	14
36	84,2	6,5	90,9	6,1	71,3	14
48	79,2	7,8	90,9	6,1	57	17
60	79,2	7,8	90,9	6,1	57	17

PO: pós-operatório; dp: desvio padrão.

valores foram de 91,7 + 8% no 3º mês, decaindo progressivamente para 57 + 17% no 4º ano de evolução. Os valores refletem o maior número de complicações e óbitos observados nesse grupo, em comparação àqueles com cirurgia cardíaca prévia (333% versus 16,6%, já mencionados).

Discussão

Apenas 1% da população que requer implante de marcapasso tem idade inferior a 21 anos^{2,9}. A prevalência de dano ao tecido de condução após a cirurgia cardíaca é de cerca de 1% das operações, sendo a causa predominante de implante de marcapasso em pacientes pediátricos nas instituições que realizam procedimentos corretivos cardíacos^{2,4,6,10}. Outra indicação importante é o bloqueio atrioventricular congênito, com ocorrência de um para cada 20.000 nascimentos^{2,4}. Essas duas etiologias foram responsáveis pela indicação de marcapasso na presente série, com predomínio da pós-cirúrgica (22 de 34 pacientes ou 64,7%), o que se justifica pelo fato da Instituição realizar um número elevado de procedimentos cirúrgicos

em crianças. Outras indicações mais raras são a terapêutica de arritmias¹¹, a cardiomiopatia hipertrofica obstrutiva^{12,13} e a síndrome do QT longo¹⁴.

As técnicas utilizadas no implante mostram a influência da condição anatômica ou da associação com a cirurgia cardíaca, sendo usuais a epimiocárdica via toracotomia (mínima ou convencional) ou a transvenosa, de caráter menos invasivo. A estimulação epimiocárdica está reservada aos casos em que o implante transvenoso é dificultado ou impossibilitado pela situação anatômica, o tamanho corporal reduzido do paciente ou quando há cirurgia cardíaca prévia ou concomitante, em especial se o bloqueio cardíaco decorre de correção de defeito congênito^{2,7,15,16}.

O implantes epimiocárdicos ocorreram predominantemente por técnica subxifoide, em que o gerador é sepultado na fáscia do músculo reto abdominal, na mesma incisão. Pelo acesso facilitado na abordagem subxifoide, o cabo-eletrodo é fixado na superfície diafragmática do ventrículo direito, área com pouca aderência pericárdica quando há cirurgia prévia. Outra vantagem dessa abordagem é evitar a toracotomia, o que minimiza a tração frequente que é imposta aos cabos-eletrodos epimiocárdicos pela respiração e o movimento dos membros superiores⁶.

Os cabos-eletrodos epimiocárdicos usualmente possuem um limiar agudo de estimulação elevado, cujo valor não diminui de modo significativo ao longo do tempo. A presença de fibrose do miocárdio por cicatrização ou aderência pericárdica após cirurgia com pericardiostomia contribui para essa situação. O limiar crônico elevado pode determinar desgaste precoce da bateria do gerador pelo maior consumo de energia^{2,5,7,17,18} e até mesmo requerer o implante de um novo cabo-eletrodo. Contribui para o desgaste precoce da bateria o fato da estimulação cardíaca em pacientes muito jovens exigir frequência mais elevada. Na população avaliada, uma nova operação foi necessária para o implante de cabo-eletrodo em três dos 34 pacientes (8,82%) devido a fibrose miocárdica e elevação do limiar de estimulação, porcentagem aceitável frente ao tempo de seguimento.

É possível que cabos-eletrodos epimiocárdicos com liberação de esteroide reduzam a ocorrência de fibrose miocárdica. Além disso, podem apresentar longevidade semelhante à de cabos-eletrodos transvenosos convencionais⁷, independente do local de implante e da associação com a cirurgia cardíaca¹⁹. Se combinados com geradores com recurso de autocaptura, para qual é desejável a condição de bipolaridade presente nos modelos mais atuais, os cabos-eletrodos com liberação de esteroide podem auxiliar na redução do consumo

de energia de estimulação e no aumento da vida útil dos geradores, reduzindo a necessidade de intervenções rotineiras de troca de aparelho^{19,20}.

Na presente série não foi detectada fratura de cabo-eletrodo requerendo novo implante, embora esse evento seja citado por outros autores^{2,17} e já tenha sido observado em pacientes de nossa Instituição não incluídos neste estudo.

A maioria dos óbitos tardios em crianças com marcapasso ocorre em casos de malformação cardíaca^{6,15}, o que também foi observado nesta investigação, posto que todos os que faleceram apresentavam defeito cardíaco. A persistência de problema hemodinâmico (como cirurgia paliativa, defeito cirúrgico residual ou presença de prótese valvar cardíaca) é apontada como fator de risco em pacientes com idade até 18 anos e cirurgia cardíaca prévia ao implante de marcapasso¹⁰.

Complicações com risco de óbito não podem ser desprezadas, o que é exemplificado pelo óbito consequente a infecção do sistema de marcapasso em um dos pacientes descritos. A literatura indica prevalência de óbito por complicação do marcapasso em cerca de 2% dos casos e considera reduzida a importância da estimulação cardíaca como fator de mortalidade^{2,6,10,16,17}.

No que diz respeito à expectativa de sobrevivência, a estimativa de 90,3% até o 10º ano para pacientes com alta hospitalar pode ser vista como satisfatória, uma vez que muitos apresentavam bloqueio cardíaco secundário à cirurgia, que não é necessariamente curativa. O resultado obtido é superior aos valores encontrados na literatura^{6,10}, que variam de 72 a 75,4%, porém incluindo o risco hospitalar, o que justifica a diferença observada.

O implante epimiocárdico utilizado nesta série obedece a critérios estabelecidos ainda na década de 1980, quando se postulou o implante transvenoso para pacientes com idade igual ou superior a quatro anos, de peso igual ou superior a 15 kg, sem *shunt* direita-esquerda, com conexão adequada entre a veia cava e o átrio direito, não submetidos simultaneamente a cirurgia cardíaca²¹. A experiência dos autores em cirurgia cardíaca pediátrica reforçou a indicação da técnica epimiocárdica.

A miniaturização dos geradores de pulso, a redução no diâmetro dos cabos-eletrodos transvenosos e a disponibilidade de introdutores facultando a disponibilidade de veia cefálica de diâmetro suficiente para a introdução de cabos-eletrodos têm permitido a estimulação transvenosa mesmo em neonatos e o uso de sistemas com sincronismo atrioventricular sequencial em pacientes com idade até três anos²¹.

Resultados favoráveis têm sido observados em grandes séries de pacientes com implante trans-

venoso^{15,22}. A factibilidade do implante por veia femoral foi bem demonstrada, sendo alternativa para situações específicas^{10,23}. Não se deve esquecer, entretanto, que em crianças o implante transvenoso pode apresentar problemas advindos do crescimento, como deslocamento ou fratura de cabos-eletrodos. Ainda que minimizados pela criação de alças intracardíacas aumentadas ou reposicionamento periódico, o risco de aderências persiste^{11,23}.

Em conclusão, a experiência apresentada indica que o implante de cabo-eletrodo epimicocárdico para implante de marcapasso em pacientes com estatura corporal reduzida, malformações cardíacas específicas, acesso dificultado à veia cava superior ou oportunidade cirúrgica deve ser considerado, dada a probabilidade de sobrevida satisfatória após o implante. Mesmo aqueles que realizam o implante de marcapasso após a cirurgia cardíaca evoluem com morbidade e mortalidade reduzidas. Todavia, os eventos registrados determinam a necessidade de acompanhamento tardio periódico para eventuais intervenções.

Referências

- Sachweh JS, Velasquez-Jimenez JF, Schöndube FA, Daebritz SH, Dörge H, Mühler EG, et al. Twenty years experience with pediatric pacing: epicardial and transvenous stimulation. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2000;17(4):455-61.
- Kerstjens-Fredrikse MWS, Bink-Boelkens MTE, de Jongste MJL, Homan van der Heide JNH. Permanent cardiac pacing in children: morbidity and efficacy of follow-up. *Int J Cardiol*. 1991;33(2):207-14.
- Henglelein D, Gillet pc, Shannon C, Burns G. Long-term follow-up of pulse width threshold of transvenous and myo-epicardial leads. *Pacing Clin Electrophysiol*. 1984;7(2):203-14.
- Nordlander R, Pehrsson SK, Book K, Zatterqvist P, Fahlen-Vepsa I. Clinical experience of pacemaker treatment in children. *Scand J Thorac Cardiovasc Surg*. 1992;26(1):69-72.
- Williams WG, Hesslein PS, Kormos R. Exit block in children with pacemakers. *Clin Prog Electrophysiol Pacing* 1986;4:478-89.
- Cohen MI, Bush DM, Vetter VL, Tanel RE, Wieand TS, Gaynor W, et al. Permanent epicardial pacing in pediatric patients. Seventeen years of experience and 1200 output patients. *Circulation*. 2001;103(21):2585-90.
- Beaufort-Krol GC, Mulder H, Nagelkerke D, Waterbolk TW, Bink-Boelkens MT. Comparison of longevity, pacing, and sensing characteristics of steroid-eluting Epicardial versus conventional endocardial leads in children. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1999;117(3):253-8.
- Aellig NC, Balmer C, Dodge-Khatami A, Rahn M, Prêtre R, Bauersfeld U. Long-term follow-up after pacemaker im-
- plantarion in neonates and infants. *Ann Thorac Surg*. 2007;83(4):1420-4.
- Bink-Boelkens MTHE. Cardiac pacing in infants and children. *Neth J Cardiol*. 1992;5:199-202.
- Costa R, Silva KR, Marinelli Filho M, Tamaki WT, Crevelari ES, Moreira LFP. Marcapasso cardíaco definitivo em crianças com bradiardia pós-operatória: resultados tardios. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2005;20(4):392-7.
- Bevilacqua L, Hordof A. Cardiac pacing in children. *Curr Opin Cardiol*. 1998;13(1):48-55.
- Rishi F, Hulse E, Auld DO, McRae G, Kaltman J, Kanter K, et al. Effects of dual-chamber pacing for pediatric patients with hypertrophic obstructive cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol*. 1997;29(4):734-40.
- Mann C, Antretter H, Hammerer I. Pacemaker therapy in a pediatric patient with hypertrophic obstructive cardiomyopathy and rapid intrinsic atrioventricular conduction. *Pediatr Cardiol*. 1999;20(3):229-31.
- Dorostkar PC, Eldar M, Belhassen B, Scheinman MM. Long-term follow-up of patients with Long-QT syndrome treated with b-blockers and continuous pacing. *Circulation*. 1999;100(24):2431-6.
- Gillette PC, Shannon C, Blair H, Garson A Jr, Porter CJ, McNamara DG. Transvenous pacing in paediatric patients. *Am J Heart J*. 1983;105(5):843-7.
- Valadares LC, Rincon LG, Mota CCC. Análise do perfil clínico de crianças e adolescentes com marcapasso cardíaco: experiência de um serviço de estimulação cardíaca artificial. *RELAMPA, Rev. Lat.-Am. Marcapasso Arritm*. 2012;25(4):280-7.
- Esperer HD, Singer H, Riede FT, Blum U, Mahmoud FO, Weniger J. Permanent Epicardial and transvenous single- and dual chamber pacing in children. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1993;41(1):21-7.
- Weber H, Schmitz L, Eigster G, Hellberg K, de Vivie ER. Permanent pacing in the pediatric age group: indications and long-term results. *Pace*. 1983;6:95.
- Cutler NG, Karpawich PP, Cavitt D, Hakimi M, Walters HL. Steroid-eluting Epicardial pacing electrode: six years experience of pacing thresholds in a growing pediatric population. *Pacing Clin Electrophysiol*. 1997;20 (12 Pt 1):2943-8.
- Bauersfeld U, Nowak B, Molinari L, Malm T, Kampmann C, Schonbeck MH, et al. Low-energy Epicardial pacing in children: the benefit of autcapture. *Ann Thorac Surg*. 1999;68(4):1380-3.
- Till JA, Jones S, Ropwland E, Shineboure EA, Ward DE. Endocardial pacing in infants and children 15kg or less in weight: Medium-term follow-up. *Pacing Clin Electrophysiol*. 1990;13(11 Pt 1):1385-92.
- Ward DE, Jones S, Camm AJ. Long-term endocardial pacing in congenital heart disease. *Pacing Clin Electrophysiol*. 1985;3:133-44.
- Antretter H, Colvin J, Schweigmann U, Hangler H, Hofer H, Dunst K, et al. Special Problems Of Pacing In Children. *Indian Pacing Electrophysiol J*. 2003;3(1):23-33.