

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

**LÍCIA CAMPOS VALADARES**

**IMPLANTE DE MARCA-PASSO EM CRIANÇAS E  
ADOLESCENTES:**

**análise evolutiva e experiência de um serviço**

**Belo Horizonte**

**2015**

LÍCIA CAMPOS VALADARES

**IMPLANTE DE MARCA-PASSO EM CRIANÇAS E  
ADOLESCENTES:**

**análise evolutiva e experiência de um serviço**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Medicina pelo Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde.

Área de concentração: Saúde da Criança e do Adolescente

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cleonice de Carvalho Coelho Mota

Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rose Mary Ferreira Lisboa da Silva

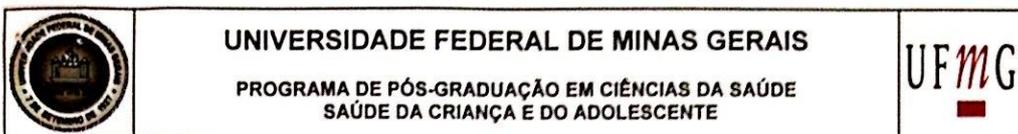
Belo Horizonte  
Faculdade de Medicina  
Universidade Federal de Minas Gerais  
2015

V136i Valadares, Lícia Campos.  
Implante de marca-passo em crianças e adolescentes  
[manuscrito]: análise evolutiva e experiência de um serviço. / Lícia Campos Valadares. -- Belo Horizonte: 2015.  
104f.: il.  
Orientador: Cleonice de Carvalho Coelho Mota.  
Coorientador (a): Rose Mary Ferreira Lisboa da Silva.  
Área de concentração: Saúde da Criança e do Adolescente.  
Dissertação (mestrado): Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina.

1. Marca-passo Artificial. 2. Estimulação Cardíaca Artificial. 3. Cardiopatias Congênitas. 4. Dissertações Acadêmicas. I. Mota, Cleonice de Carvalho. II. Silva, Rose Mary Ferreira Lisboa da. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina. IV. Título

NLM : WG 26

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca J. Baeta Vianna – Campus Saúde UFMG



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**IMPLANTE DE MARCAPASSO EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES: ANÁLISE EVOLUTIVA E EXPERIÊNCIA DE UM SERVIÇO**

### LÍCIA CAMPOS VALADARES

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde - Saúde da Criança e do Adolescente, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ciências da Saúde - Saúde da Criança e do Adolescente, área de concentração Ciências da Saúde.

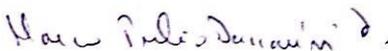
Aprovada em 21 de dezembro de 2015, pela banca constituída pelos membros:



Prof.<sup>a</sup> Cleonice de Carvalho Coelho Mota - Orientadora  
UFMG



Prof.<sup>a</sup> Rose Mary Ferreira Lisboa da Silva - Coorientadora  
UFMG

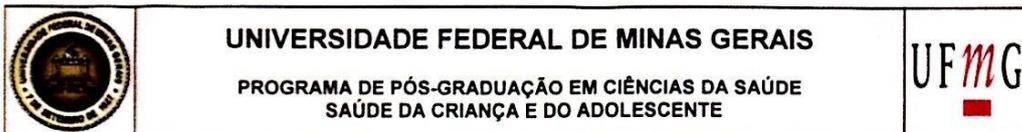


Prof. Marco Tulio Baccharini Pires  
UFMG



Prof.<sup>a</sup> Zilda Maria Alves Meira  
UFMG

Belo Horizonte, 21 de dezembro de 2015.



## ATA DA DEFESA DA DISSERTAÇÃO DA ALUNA LÍCIA CAMPOS VALADARES

Realizou-se, no dia 21 de dezembro de 2015, às 14:30 horas, sala 062 (andar térreo) da Faculdade de Medicina, da Universidade Federal de Minas Gerais, a defesa de dissertação, intitulada "IMPLANTE DE MARCAPASSO EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES: ANÁLISE EVOLUTIVA E EXPERIÊNCIA DE UM SERVIÇO", apresentada por LÍCIA CAMPOS VALADARES, número de registro 2013650544, graduada no curso de MEDICINA, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências da Saúde - Saúde da Criança e do Adolescente, à seguinte Comissão Examinadora formada pelos Professores Doutores: Cleonice de Carvalho Coelho Mota - Orientadora (UFMG), Rose Mary Ferreira Lisboa da Silva - Coorientadora (UFMG), Marco Tulio Baccharini Pires (UFMG) e Zilda Maria Alves Meira (UFMG).

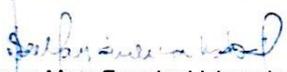
A Comissão considerou a dissertação:

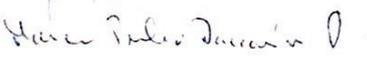
Aprovada

Reprovada

Finalizados os trabalhos, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, vai assinada por mim e pelos membros da Comissão.  
Belo Horizonte, 21 de dezembro de 2015.

  
 Prof.<sup>a</sup> Cleonice de Carvalho Coelho Mota ( Doutora )

  
 Prof.<sup>a</sup> Rose Mary Ferreira Lisboa da Silva ( Doutora )

  
 Prof. Marco Tulio Baccharini Pires ( Doutor )

  
 Prof.<sup>a</sup> Zilda Maria Alves Meira ( Doutora )

 19/01/2016  
 CONFERE COM ORIGINAL  
 Centro de Pós-Graduação  
 Faculdade de Medicina - UFMG

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE -  
SAÚDE DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE**

Reitor: **Prof. Jaime Arturo Ramirez**

Vice-Reitora: **Profª. Sandra Regina Goulart Almeida**

Pró-Reitor de Pós-Graduação: **Prof. Rodrigo Antônio de Paiva Duarte**

Pró-Reitor de Pesquisa: **Profª. Adelina Martha dos Reis**

Diretor da Faculdade de Medicina: **Prof. Tarcizo Afonso Nunes**

Vice-Diretor da Faculdade de Medicina: **Prof. Humberto José Alves**

Coordenadora do Centro de Pós-Graduação: **Prof. Luiz Armando Cunha de Marco**

Subcoordenadora do Centro de Pós-Graduação: **Profa. Ana Cristina Côrtes Gama**

Chefe do Departamento de Pediatria: **Profª. Cláudia Regina Lindgren Alves**

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde – Saúde da Criança e do Adolescente: **Prof. Eduardo Araújo Oliveira**

Subcoordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde – Saúde da Criança e do Adolescente: **Prof. Jorge Andrade Pinto**

Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde – Saúde da Criança e do Adolescente:

**Profª. Ana Cristina Simões e Silva – Titular**

**Prof. Leandro Fernandes Malloy Diniz - Suplente**

**Prof. Eduardo Araújo de Oliveira - Titular**

**Profª. Eleonora Moreira Lima - Suplente**

**Prof. Alexandre Rodrigues Ferreira - Titular**

**Prof. Cássio da Cunha Ibiapina - Suplente**

**Prof. Jorge Andrade Pinto - Titular**

**Profª Helena Maria Gonçalves Becker – Suplente**

**Profª. Juliana Gurgel – Titular**

**Profª Ivani Novato Silva - Suplente**

**Profª. Maria Cândida Ferrarez Bouzada Viana – Titular**

**Profª Luana Caroline dos Santos - Suplente**

**Prof. Sérgio Veloso Brant Pinheiro – Titular**

**Prof. Marcos José Burle de Aguiar - Suplente**

**Profª Roberta Maia de Castro Romanelli – Titular**

**Profª. Débora Marques de Miranda - Suplente**

**Suelen Rosa de Oliveira – Discente Titular**

**Izabel Vasconcelos Barros Poggiali – Discente Suplente**

## DEDICATÓRIA

Para Ana Luíza, que me fez conhecer um sentimento primitivo, arrebatador e  
sobrenatural chamado amor de mãe.

Para sempre, serei muito grata a você, filha, porque seu sorriso e seu cheirinho  
amenizaram todos os problemas que encontrei pelo caminho.

Por você, está concluída uma etapa muito importante da minha vida.

## AGRADECIMENTOS

Este estudo foi desenvolvido durante um tempo de grande aprendizado para mim. Enquanto me dedicava a ele, eu vivi a experiência mais transformadora da minha vida: a maternidade. E então, vendo dentinhos nascer enquanto eu concluía esta dissertação, eu virei mãe e mestre. Durante esse tempo, várias pessoas estiveram ao meu lado. Agradecê-las significa reconhecer que eu sou uma pessoa de muita sorte.

À Cleo, que me orientou não apenas profissionalmente, eu agradeço por ter sido, além de orientadora, segunda mãe. Por isso, não existem palavras para expressar minha gratidão;

à Rose, minha co-orientadora, pelos esforços incessantes para que pudéssemos obter o melhor desta pesquisa;

à Leonor, por ter participado, de maneira intensa e carinhosa, da minha formação em estimulação cardíaca artificial;

à equipe do Laboratório de Estimulação Cardíaca Artificial do Hospital das Clínicas da UFMG, pelo convívio alegre;

aos colegas do grupo de Cardiologia Pediátrica do HC-UFMG, pelos conhecimentos compartilhados;

aos pacientes que concordaram em participar deste estudo, por terem contribuído para meu crescimento profissional;

aos meus pais e irmãos, maiores exemplos de que uma família se estrutura com amor e respeito. Suas presenças, mesmo quando à distância, me fazem plena de felicidade;

ao Zé, que me ensinou o amor despretensioso. Com ele eu fiz a coisa mais linda da minha vida: Analu. Tê-los comigo nesse tempo de grande transformação, me fez ter a certeza de que tudo vale a pena por amor.

Deus, por favor, continue colocando pessoas lindas no meu caminho. Obrigada!

E, assim, eu encerro um ciclo importante na minha vida com a perspectiva de que um novo tempo, com mais aprendizado e novas conquistas, está por vir...

## RESUMO

O implante de marca-passo é uma opção terapêutica importante no tratamento dos distúrbios da condução atrioventricular na faixa etária pediátrica. Entretanto, existem poucos estudos registrados sobre o assunto. Objetivo: descrever a experiência de um hospital público com a estimulação cardíaca no paciente pediátrico com bloqueio atrioventricular (BAV). Métodos: estudo observacional e retrospectivo de 50 pacientes com BAV, registrados no período de 1988 a 2013. A análise envolveu caracterização da amostra, dados clínicos e laboratoriais, tipo de marca-passo, técnica de implante, limiar de estimulação, complicações e presença de disfunção ventricular associada à estimulação cardíaca artificial. Resultados: a média de idade foi de 81,75 meses (DP  $\pm$  67,32), com mediana de 60 meses, sendo 60% do gênero feminino. O tempo de acompanhamento variou de 1 a 20 anos (média  $10,8 \pm 4,7$  anos). Nos pacientes com bloqueio atrioventricular total (BAVT) congênito, o marca-passo foi implantado em idade mais precoce quando comparado aos implantes realizados por outras causas, sendo esta diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,001$ ). As principais causas que levaram ao implante de marca-passo foram BAVT congênito (54%) e BAV no pós-operatório de cirurgias para correção de cardiopatia congênita estrutural (34%). Causas menos frequentes foram bradicardia ou pausas maiores que 3 segundos associadas a doença do nó sinusal, Doença de Chagas, BAV de segundo grau Mobitz tipo II, síndrome de Kearns Sayres e ritmo juncional. Com relação à técnica de implante dos eletrodos do marca-passo, em 52,0% dos casos o eletrodo foi posicionado no endocárdio e em 48,0% no epicárdio sendo que, destes, 75% foram substituídos por eletrodos endocárdicos posteriormente. Cardiopatia congênita associada ocorreu em 50% dos pacientes. Houve diferença estatisticamente significativa dos limiares de estimulação atrial (LEA) cinco anos após o implante de marca-passo nos pacientes com cardiopatia congênita estrutural, o mesmo não ocorrendo com os limiares de estimulação ventricular. Observou-se tendência à estabilidade da impedância ventricular no período analisado e aumento de impedância atrial 5 anos após o implante do eletrodo; esse aumento não foi estatisticamente significativo ( $p = 0,758$ ) pelo teste de Wilcoxon. Vinte e seis por cento dos pacientes foram submetidos a troca de gerador devido à falência da bateria. Eletrodos atriais foram substituídos em 14% e os ventriculares em 10% dos pacientes. Utilizando a curva de Kaplan-Meier, observou-se maior sobrevida livre de eventos nos pacientes com BAV congênito quando comparados ao grupo de BAV pós-operatório, sendo essa diferença estatisticamente significativa ( $p = 0,018$ ); entretanto, nenhuma diferença foi observada nos pacientes com BAVT com e sem cardiopatia congênita estrutural ( $p = 0,694$ ). Complicações ocorreram em 34% dos pacientes, e, em 76,5% (13/17) destes casos elas foram relacionadas aos eletrodos, todos com mecanismo de fixação ativa. Disfunção ventricular esquerda ocorreu em 24% (6/25) dos pacientes cujos ecocardiogramas foram analisados neste estudo. Entretanto, não foi possível atribuir esse evento exclusivamente à estimulação cardíaca artificial. Conclusão: é importante considerar as diferenças anatômicas e fisiológicas das crianças ao escolher o sistema de estimulação cardíaca e a técnica de implante. Considerando a alta prevalência de complicações, é mandatório o acompanhamento clínico e laboratorial desses pacientes.

Palavras-chave: marca-passo, estimulação cardíaca artificial, crianças e adolescentes, técnicas de implante, cardiopatia congênita estrutural, complicações

## ABSTRACT

Pacemaker implantation is an important therapeutic option in the treatment of atrioventricular conduction disorders in pediatric patients; however, few studies have broached this subject. Objective- To describe the clinical profile and outcomes on pediatric patients with atrioventricular block (AVB) and permanent pacing. Methods- This observational and retrospective study was carried out in 50 patients diagnosed with AVB from 1988 to 2013. The analysis encompassed demographic and social characteristics, clinical and laboratorial data, and association with structural congenital heart defects, type and technique of pacemaker implantation, pacing threshold, complications and presence of ventricular dysfunction secondary to cardiac pacing. Results- The mean age was 81.7 months (SD  $\pm$  67.3) and median of 60 months; 60.0% of patients were female. The period of follow-up ranged from 1 to 20 (mean:  $10.8 \pm 4.7$ ) years. In patients with congenital complete AVB, the pacemaker was implanted at an earlier age when compared with other causes, ( $p < 0.001$ ). The main indications for pacemaker implantation were congenital complete AVB (54.0%) and post-operative complete AVB (34.0%). Other less frequent causes were bradycardia or pauses of at least three seconds related to sick sinus syndrome, Chagas disease, second-degree AVB Mobitz II, Kearns Sayres syndrome and junctional rhythm. Regarding the implantation techniques, the electrodes were placed using the endocardial approach in 52.0% and the epicardial in 48.0%, from which 75.0% were subsequently replaced by endocardial electrodes. Associated congenital heart disease occurred in 50.0% of patients. After a period of five years following the pacemaker implantation in patients with structural congenital heart disease, there were significant difference of atrial pacing thresholds ( $p=0,028$ ) which did not occur with ventricular pacing thresholds. After a similar period of follow-up, the ventricular impedance showed a tendency of stability and the increase of the atrial impedance was not significant ( $p = 0.758$ ). At least once 26% of patients had to undergo a reoperation due to battery depletion. Atrial electrodes were replaced in 14,0% and ventricular electrodes in 10,0% of patients. Using the Kaplan-Meier estimator, a longer survival free of events was seen among patients with congenital AVB when compared to the group pacing for post-operative AVB ( $p = 0.018$ ); however, no difference was found among patients with congenital complete AVB with and without congenital heart disease ( $p=0,694$ ). Complications occurred in 34% (17/50) of the patients and in 76,5% (13/17) complications were related to the electrodes, all of which with active fixation mechanism. Left ventricular dysfunction occurred in 24.0% (6/25) of patients who had echocardiographic reports analyzed in this study. However, it was not possible to attribute this event exclusively to cardiac pacing. Conclusions- It is important to consider children's anatomical and physiological particularities when choosing the pacing system and the implantation technique. Taking into account the high prevalence of complications it is mandatory the pacemaker programming and control besides patient's clinical and laboratorial follow-up.

Keywords: pacemaker, cardiac pacing, atrioventricular block, children and adolescents, implant techniques, structural congenital heart disease, complications

## LISTA DE GRÁFICOS

Grafico1	Média das impedâncias dos eletrodos atrial (IA) e ventricular (IV) em 10 anos de seguimento .....	67
Gráfico 2	Média dos limiares de estimulação atrial (LEA) e ventricular (LEV) em 10 anos de seguimento .....	68
Gráfico 3	Probabilidade acumulada de sobrevida livre de eventos dos pacientes ao longo de 20 anos de acompanhamento .....	74
Gráfico 4	Probabilidade acumulada de sobrevida livre de eventos nos pacientes com bloqueio atrioventricular total (BAVT) congênito e pós-operatório .....	75

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Distribuição percentual das causas que levaram ao implante de marca-passo (n=50) .....	60
Tabela 2	Distribuição percentual das cardiopatias congênitas registradas nos pacientes com bloqueio atrioventricular total (BAVT) congênito de acordo com os tipos de defeitos estruturais (n=7) ....	61
Tabela 3	Distribuição percentual das cardiopatias congênitas registradas nos pacientes com bloqueio atrioventricular total (BAVT) em pós-operatório de correção de cardiopatia congênita estrutural de acordo com os tipos de defeitos estruturais (n=17) .....	61
Tabela 4	Parâmetros dos eletrodos no momento do implante .....	62
Tabela 5	Comparação entre as idades dos pacientes de acordo com a categoria de bloqueio atrioventricular total (BAVT) no momento do implante de marca-passo (n=44) .....	64
Tabela 6	Associação entre modo de estimulação e idade no momento do implante (n=50) .....	64
Tabela 7	Associação entre idade no momento do implante e posicionamento do eletrodo (n=50) .....	65
Tabela 8	Dados técnicos dos eletrodos .....	66
Tabela 9	Média dos limiares de estimulação atrial (LEA) cinco anos após o implante de marca-passo nos pacientes com bloqueio atrioventricular total (BAVT) de acordo com a presença ou ausência de cardiopatia congênita estrutural (n=24) .....	69
Tabela 10	Média dos limiares de estimulação ventricular (LEV) cinco anos após o implante de marca-passo nos pacientes com bloqueio atrioventricular total (BAVT) de acordo com a presença ou ausência de cardiopatia congênita estrutural (n=44) .....	69
Tabela 11	Complicações relacionadas aos eletrodos e à técnica de implante com risco potencial de aumentar a morbidade (n=17) .....	71
Tabela 12	Associação entre complicações e presença de cardiopatia congênita estrutural nos pacientes com bloqueio atrioventricular total (BAVT) (n=44) .....	72
Tabela 13	Associação entre complicações e presença de cardiopatia congênita estrutural nos pacientes com bloqueio atrioventricular total (BAVT) congênito (n=27) .....	72
Tabela 14	Associação entre complicações e presença de cardiopatia congênita estrutural nos pacientes com bloqueio atrioventricular total (BAVT) congênito e pós-operatório (n=44) .....	73
Tabela 15	Comparação da sobrevida livre de eventos entre os pacientes em relação ao tipo de bloqueio atrioventricular total (BAVT) .....	76

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACC	American College of Cardiology
AHA	American Heart Association
AV	Atrioventricular
BAV	Bloqueio atrioventricular
BAVT	Bloqueio atrioventricular total
BPEG	British Pacing and Electrophysiology Group
Bpm	Batimentos por minuto
CDI	Desfibrilador interno implantável
CIA	Comunicação interatrial
CIV	Comunicação interventricular
DDD	Estimulação atrioventricular sincronizada
DNS	Doença do nó sinusal
DP	Desvio-padrão
DSAV	Defeito do septo atrioventricular
DSAVT	Defeito do septo atrioventricular forma total
ECG	Eletrocardiograma
FC	Frequência cardíaca
FE	Fração de ejeção
IA	Impedância atrial
IV	Impedância ventricular
HC	Hospital das Clínicas
HRS	Heart Rhythm Society
LEA	Limiar de estimulação atrial
LEV	Limiar de estimulação ventricular
NASPE	North American Society of Pacing and Electrophysiology
TGA	Transposição das grandes artérias
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
VD	Ventrículo direito
VE	Ventrículo esquerdo
VVI	Estimulação ventricular e inibição por evento ventricular sentido pelo marca-passo

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	14
	REFERÊNCIAS .....	16
2	<i>CORPUS</i> TEÓRICO .....	19
2.1	Nomenclatura .....	21
2.2	Técnicas de implante .....	22
2.2.1	Implante endocárdico .....	22
2.2.2	Implante epicárdico .....	23
2.3	Periodicidade de realização de telemetria .....	24
2.4	Indicações para implante de marca-passo em crianças e adolescentes ..	25
2.4.1	Bloqueio atrioventricular .....	28
2.4.1.1	Bloqueio atrioventricular total congênito .....	29
2.4.1.2	Bloqueio atrioventricular em pós-operatório de cirurgia para correção de cardiopatia congênita estrutural .....	32
2.4.2	Doença do nó sinusal .....	34
2.4.3	Síndrome do QT longo .....	34
2.5	Complicações .....	35
2.6	Miocardiopatia dilatada e disfunção ventricular .....	37
2.7	Avaliação ecocardiográfica da função ventricular .....	39
	REFERÊNCIAS .....	42
3	OBJETIVOS .....	49
3.1	Objetivo primário .....	49
3.2	Objetivos secundários .....	49
4	PACIENTES E MÉTODOS .....	50
4.1	Desenho do estudo .....	50
4.2	População .....	50
4.2.1	Critérios de inclusão .....	50
4.2.2	Critérios de exclusão .....	51
4.3	Variáveis .....	51
4.3.1	Variáveis de caracterização da população .....	51
4.3.2	Variáveis clínicas .....	51
4.3.3	Variáveis relacionadas com o marca-passo .....	52
4.3.3.1	Via de acesso .....	52
4.3.3.2	Modo de estimulação .....	53
4.3.3.3	Dados da telemetria .....	53
4.3.4	Avaliação ecocardiográfica da função ventricular .....	54
4.3.5	Presença de complicações .....	54
4.4	Análise estatística .....	55
4.5	Métodos da revisão da literatura .....	55
4.6	Aspectos éticos .....	56
	REFERÊNCIAS .....	57
5	RESULTADOS .....	59
5.1	Características gerais da população .....	59
5.2	Dados do marca-passo no momento do implante .....	62
5.3	Associação de variáveis .....	63

5.3.1	Gênero .....	63
5.3.2	Causa e idade no momento do implante .....	63
5.3.3	Modo de estimulação e técnica de implante .....	64
5.4	Seguimento .....	65
5.4.1	Parâmetros do marca-passo .....	65
5.4.2	Variáveis laboratoriais .....	69
5.4.3	Complicações .....	70
6	DISCUSSÃO .....	77
	REFERÊNCIAS .....	89
7	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	96
	GLOSSÁRIO .....	98
	APÊNDICES E ANEXO .....	100

## 1 Introdução

O implante de marca-passo é eficaz em reduzir a mortalidade e a morbidade dos pacientes, bem como melhorar sua qualidade de vida<sup>1,2</sup>.

A estimulação cardíaca artificial tem sido utilizada para o tratamento de bradiarritmias desde 1932 quando Albert Hyman<sup>3</sup>, nos Estados Unidos, realizou o primeiro implante de marca-passo externo. Em 1958, Senning implantou o primeiro marca-passo endocárdico em paciente adulto. Em crianças, o primeiro marca-passo externo foi implantado em 1957 por Lillehei, da Universidade de Minnesota<sup>4</sup> e, dois anos depois, foi realizado o primeiro implante de marca-passo transvenoso na população pediátrica<sup>5</sup>.

As crianças representam menos de um por cento dos pacientes usuários de marca-passo<sup>6</sup>. Entretanto, elas constituem um grupo de pacientes que merecem especial atenção, uma vez que os impactos da dissincronia ventricular esquerda induzida pelo marca-passo são mais significativos em crianças devido à perspectiva de estimulação cardíaca artificial por décadas<sup>7</sup>.

Os aspectos técnicos que envolvem o implante de marca-passos cardíacos definitivos evoluíram muito ao longo dos últimos cinquenta anos, não somente no que diz respeito à tecnologia empregada, mas também aos aspectos que envolvem o planejamento pré-operatório, os acessos anatômicos<sup>8</sup>, bem como ao acompanhamento dos pacientes após o procedimento<sup>9</sup>. A realização de telemetria à distância, sem que o paciente precise comparecer à unidade de saúde, foi recentemente descrita como responsável por aumentar a segurança da estimulação cardíaca artificial em crianças, através da detecção precoce de disfunções no sistema de estimulação cardíaca artificial<sup>9</sup>.

Na população pediátrica, a questão do tamanho dos aparelhos e a falta de critérios para a sua utilização limitaram muito o número de implantes<sup>10,11</sup>. As indicações para implante de marca-passo em crianças e adolescentes são influenciadas por aspectos peculiares a essa faixa etária: tamanho reduzido do paciente, tamanho relativamente grande do marca-passo em relação ao paciente, comprometimento dos eletrodos com o crescimento da criança, frequente associação dos distúrbios da condução

atrioventricular (AV) com malformações cardíacas congênitas estruturais e aspecto estético<sup>12,13</sup>. A partir dos anos 80, com a diminuição do tamanho dos geradores, houve redução da duração do tempo cirúrgico dos procedimentos realizados e das feridas cirúrgicas<sup>8</sup>. Atualmente, o implante de marca-passo constitui importante ferramenta no arsenal terapêutico para distúrbios de condução AV, inclusive em recém-nascidos<sup>11,14</sup>.

A principal indicação de implante de marca-passo em crianças e adolescentes ocorre nos pacientes com bradiarritmias e que apresentam sintomas de baixo débito cardíaco, como bloqueio atrioventricular total (BAVT) e/ou doença do nó sinusal (DNS)<sup>15</sup>. A principal indicação é a bradicardia decorrente de bloqueio atrioventricular (BAV) no pós-operatório de cirurgia cardíaca, respondendo por mais da metade dos casos, seguida do BAVT congênito<sup>16</sup>.

A via de acesso preferencial tem sido a epicárdica. O implante de marca-passo por acesso transvenoso, que tem apresentado os melhores resultados quanto à ocorrência de aumento do limiar, é pouco utilizado em crianças pequenas devido ao reduzido calibre de suas veias. Além disso, quando utilizado o acesso pelas veias jugular ou subclávia, fica difícil o alojamento do gerador de pulsos na parede abdominal, que é o local mais adequado por estar menos sujeito à erosão da pele<sup>17</sup>.

Apesar de ser um tratamento eficaz para garantir a sobrevivência de crianças e adolescentes com bradiarritmia sintomática, o implante de marca-passo cardíaco pode apresentar uma série de complicações capazes de contribuir, sobremaneira, para uma má qualidade de vida após o implante<sup>18-20</sup>.

À medida que aumenta o número de crianças com cardiopatia congênita que sobrevivem às cirurgias corretivas dessas cardiopatias, aumenta o número de crianças com BAVT no pós-operatório que necessitam de estimulação cardíaca artificial<sup>21</sup>.

O objetivo deste trabalho é descrever a experiência do Laboratório de Estimulação Cardíaca Artificial do Hospital das Clínicas (HC) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) com a estimulação cardíaca em crianças e adolescentes bem como avaliar a evolução clínica desses pacientes que são acompanhados nos ambulatórios de Cardiologia Pediátrica do HC-UFMG.

O trabalho foi motivado pela experiência da autora como médica do referido laboratório desde fevereiro de 2010. Ao atender crianças e adolescentes nesse laboratório, a autora

se viu frente à falta de protocolo específico para o registro de dados referentes a esses pacientes, ao marca-passo e à cirurgia de implante de marca-passo. Além disso, não se conhecia, até a realização do presente estudo, seu perfil clínico e evolutivo.

Pretende-se, dessa forma, contribuir para ampliar o conhecimento acerca da população de crianças e adolescentes com marca-passo que são acompanhadas no HC-UFMG e, dessa forma, abrir perspectivas para a padronização de condutas que possam uniformizar o registro de dados e fazer a detecção precoce de problemas clínicos passíveis de tratamento, como a disfunção ventricular esquerda induzida pela estimulação cardíaca artificial.

## REFERÊNCIAS

1. Proclemer A, Ghidina M, Gregori D, Facchin D, Rebellato L, Zakja E, et al. Trend of the main clinical characteristics and pacing modality in patients treated by pacemaker: data from the Italian Pacemaker Registry for the quinquennium 2003-07. *Europace*. 2010;12:202-9.
2. Tomaske M, Harpes P, Woy N, Bauersfeld U. The efficacy of ventricular pacing with device automaticity in paediatric patients. *Europace*. 2008;10(7):838-43.
3. Furman S. Early history of cardiac pacing and defibrillation. *Indian Pacing Electrophysiol J*. 2002;2(1):2-3.
4. Lillehei CW, Levi MJ, Bonnabeau R, Long DM, RD. S. The use of myocardial electrode and pacemaker in the management of acute postoperative and postinfarction complete heart block. *Surgery*. 1964;56:463-72.
5. Furman S, Schwedel JB. An intracardiac pacemaker for Stokes-Adams seizures. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2006;29(5):453-8.
6. Wilhelm BJ, Thone M, El-Scheich T, Livert D, Angelico R, Osswald B. Complications and Risk Assessment of 25 Years in Pediatric Pacing. *Ann Thorac Surg*. 2015;100(1):147-53.
7. Janousek J, van Geldorp IE, Krupickova S, Rosenthal E, Nugent K, Tomaske M, et al. Permanent cardiac pacing in children: choosing the optimal pacing site: a multicenter study. *Circulation*. 2013;127(5):613-23.
8. Bronchtein. Implante de marca-passo cardíaco definitivo. Aspectos cirúrgicos. *Rev SOCERJ*. 2002;15(2):102-12.

9. Zartner PA, Toussaint-Goetz N, Photiadis J, Wiebe W, Schneider MB. Telemonitoring with implantable electronic devices in young patients with congenital heart diseases. *Europace*. 2012;14(7):1030-7.
10. Janousek J, Tomek V, Chaloupecky V, Gebauer RA. Dilated cardiomyopathy associated with dual-chamber pacing in infants: improvement through either left ventricular cardiac resynchronization or programming the pacemaker off allowing intrinsic normal conduction. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2004;15(4):470-4.
11. Kurosaki K, Miyazaki A, Watanabe K, Echigo S. Long-term outcome of isolated congenital complete atrioventricular block pacing since neonatal period: experience at a single Japanese institution. *Circ J*. 2008;72(1):81-7.
12. Murayama H, Maeda M, Sakurai H, Usui A, Ueda Y. Predictors affecting durability of epicardial pacemaker leads in pediatric patients. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2008;135(2):361-6.
13. Aellig NC, Balmer C, Dodge-Khatami A, Rahn M, Pretre R, Bauersfeld U. Long-term follow-up after pacemaker implantation in neonates and infants. *Ann Thorac Surg*. 2007;83(4):1420-3.
14. Taketazu M, Loughheed J, Yoo SJ, Lim JS, Hornberger LK. Spectrum of cardiovascular disease, accuracy of diagnosis, and outcome in fetal heterotaxy syndrome. *Am J Cardiol*. 2006;97(5):720-4.
15. Taylor-Albert E, Reichlin M, Toews WH, Overholt ED, Lee LA. Delayed dilated cardiomyopathy as a manifestation of neonatal lupus: case reports, autoantibody analysis, and management. *Pediatrics*. 1997;99(5):733-5.
16. Moak JP, Barron KS, Hougen TJ, Wiles HB, Balaji S, Sreeram N, et al. Congenital heart block: development of late-onset cardiomyopathy, a previously underappreciated sequela. *J Am Coll Cardiol*. 2001;37(1):238-42.
17. Jaeggi ET, Hamilton RM, Silverman ED, Zamora SA, Hornberger LK. Outcome of children with fetal, neonatal or childhood diagnosis of isolated congenital atrioventricular block. A single institution's experience of 30 years. *J Am Coll Cardiol*. 2002;39(1):130-7.
18. Pakarinen S, Oikarinen L, Toivonen L. Short-term implantation-related complications of cardiac rhythm management device therapy: a retrospective single-centre 1-year survey. *Europace*. 2010;12(1):103-8.
19. Klug D, Vaksmann G, Jarwe M, Wallet F, Francart C, Kacet S, et al. Pacemaker lead infection in young patients. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2003;26(7 Pt 1):1489-93.
20. Olgun H, Karagoz T, Celiker A, Ceviz N. Patient- and lead-related factors affecting lead fracture in children with transvenous permanent pacemaker. *Europace*. 2008;10(7):844-7.

21. Silveti MS, Drago F, Grutter G, De Santis A, Di Ciommo V, Rava L. Twenty years of paediatric cardiac pacing: 515 pacemakers and 480 leads implanted in 292 patients. *Europace*. 2006;8(7):530-6.

## **2 CORPUS TEÓRICO**

A utilização de marca-passos cardíacos totalmente implantáveis para o tratamento a longo prazo das bradiarritmias constitui-se em uma das mais importantes intervenções médicas dos últimos cinquenta anos. Desde então, tem sido demonstrada sua eficácia em reduzir a mortalidade e a morbidade dos pacientes, bem como melhorar sua qualidade de vida<sup>1,2</sup>.

A estimulação cardíaca artificial em crianças tem algumas especificidades determinadas pela idade, crescimento corporal, presença de cardiopatias estruturais associadas, acesso venoso limitado e risco de trombose venosa. Além disso, devido à perspectiva de estimulação cardíaca a longo prazo e considerando a probabilidade de desenvolvimento de miocardiopatia dilatada nesses pacientes, é muito importante a criteriosa escolha do sítio de implante do eletrodo ventricular com o objetivo de minimizar a ocorrência dessa complicação<sup>3</sup>.

Recentemente, a evolução da estimulação cardíaca artificial expandiu de forma significativa sua aplicação em crianças. Vários fatores têm contribuído para essa ampliação e, entre eles, citam-se a redução do tamanho dos geradores, a redução do diâmetro dos eletrodos unipolares ou bipolares, o aumento da eficácia dos sistemas endocárdicos de fixação ativa, a evolução dos sistemas com resposta automática de frequência e o surgimento de novas técnicas de implante endocárdico<sup>4,5</sup>.

Os marca-passos podem ser temporários, utilizados para o tratamento de bradicardias temporárias, ou definitivos, indicados nos casos de bradiarritmias irreversíveis. Dependendo da quantidade de polos que estão em contato com o miocárdio, os marca-passos podem ser classificados em unipolares ou bipolares. Quanto à localização, podem ser uni, bi ou multicameraias, dependendo do número de câmaras cardíacas que são estimuladas. Exemplo de marca-passos multicameraias são os ressincronizadores, nos quais os dois ventrículos são estimulados. Os marca-passos de demanda são os que favorecem o ritmo próprio do paciente<sup>6</sup>. Os marca-passos convencionais são sistemas que monitoram constantemente o ritmo cardíaco, estimulando ininterruptamente o coração desde que a frequência cardíaca espontânea seja menor que a programada.

Basicamente, são constituídos por uma fonte de energia (bateria), um circuito eletrônico e eletrodos. A fonte de energia e o circuito são acondicionados numa cápsula de titânio hermeticamente fechada, constituindo o gerador de pulsos<sup>7</sup>. Os cabos eletrodos de estimulação cardíaca são arames condutores com capas de revestimento, que conduzem os impulsos elétricos ao coração e possibilitam o retorno dos sinais elétricos do coração aos geradores de pulso. Uma de suas extremidades conecta-se ao dispositivo, enquanto a outra mantém contato com o tecido cardíaco. Para se conectarem ao tecido cardíaco, os eletrodos utilizam dois métodos de fixação: ativa e passiva. No primeiro, uma parte do cabo eletrodo atravessa o miocárdio e nele é fixado por meio de uma espiral ou hélice. No segundo, nenhuma parte do cabo eletrodo é parafusada no endocárdio. A ponta é inserida no tecido trabeculado e mantém sua posição graças às aletas presentes na sua extremidade distal<sup>8</sup>.

Quanto à polaridade, tanto os cabos-eletrodos unipolares como os bipolares requerem um polo negativo e um polo positivo para completar o circuito elétrico. Na configuração unipolar, o condutor leva o estímulo ao polo da ponta que está em contato com o miocárdio. A diferença básica entre as duas configurações reside no local em que está situado o polo positivo. Na estimulação unipolar, os tecidos e líquidos corporais conduzem a corrente elétrica ao polo positivo, que é a caixa do gerador de pulso. Na estimulação bipolar, um segundo condutor leva o sinal elétrico do polo negativo ou ponta do cabo-eletrodo ao polo positivo<sup>9</sup>.

O cabo-eletrodo atua como um corpo estranho que desencadeia uma resposta de irritação localizada no endocárdio. Cabos-eletrodos revestidos com esteroides proporcionam liberação contínua de dexametasona ou outro corticoide, o que limita o processo inflamatório na interface do cabo-eletrodo com o endocárdio. Nesse caso, os limiares de estimulação permanecem estáveis ao longo do tempo, o que aumenta a longevidade do gerador de pulso<sup>10,11</sup>.

O cabo-eletrodo ideal deve ter um raio pequeno, que resulta em impedância alta de estimulação, com conseqüente aumento da longevidade do gerador. Deve, ainda, ter uma superfície suficientemente grande para detectar os sinais elétricos intrínsecos da despolarização cardíaca, mas sem, no entanto, detectar sinais elétricos de outras fontes<sup>12</sup>.

A evolução da microeletrônica permitiu que os marca-passos implantados pudessem ser reprogramados por meio de telemetria. Dentre os parâmetros programáveis, destacam-se a frequência, a amplitude do pulso, a sensibilidade, os períodos refratários, o intervalo AV, o modo de estimulação, a histerese e a resposta automática de frequência. A realização periódica de telemetria permite ajuste dos parâmetros conforme o quadro clínico do paciente, proporcionando uma estimulação cardíaca com o máximo de segurança, conforto e eficácia<sup>13,14</sup>.

A bateria é uma fonte limitada de energia e apresenta um desgaste progressivo durante a vida útil do sistema, mesmo com o marca-passo inibido. A medida da frequência magnética é o parâmetro mais simples e seguro para controlar o desgaste do gerador. Normalmente, os marca-passos têm sua frequência magnética reduzida de 5ppm a 15 ppm meses antes do seu esgotamento completo, permitindo que se indique a troca profilática e eletiva do gerador de pulsos antes que ocorram disfunções no sistema<sup>13</sup>.

## 2.1 Nomenclatura

A grande variedade dos marca-passos cardíacos tornou necessária a criação de um código para definir o modo de estimulação empregado. O código atual foi proposto pela *North American Society of Pacing and Electrophysiology* (NASPE) e pelo *British Pacing and Electrophysiology Group* (BPEG) e utiliza cinco letras, como se segue:<sup>15,16</sup>

- a) Primeira letra - representa a câmara estimulada: A (átrio), V (ventrículo), D (átrio e ventrículo) e O (nenhuma).
- b) Segunda letra- identifica a câmara sentida: A (átrio), V (ventrículo), D (átrio e ventrículo) e O (nenhuma)
- c) Terceira letra- identifica a resposta do marca-passo à detecção de um sinal natural: T (deflagração), I (inibição), D (deflagração e inibição) e O (sem resposta)
- d) Quarta letra- identifica as capacidades de programação, se apresenta telemetria ou resposta de frequência: P (programável), M (multiprogramável), R (com resposta de frequência), C (telemetria) e O (nenhuma)

- e) Quinta letra – identifica a presença de funções antitaquicardia: P (pacing), S (shock), D (pacing + shock) e O (nenhuma).

Normalmente, o modo de estimulação é identificado pelas três primeiras letras. Os mais frequentemente utilizados são: AAI, VVI, AAT, VVT, DDD, VDD, VVIR, DDDR.

## **2.2 Técnicas de implante**

Com relação à posição dos eletrodos, os sistemas podem ser endocárdicos, se implantados por via transvenosa, ou epicárdicos, se implantados por toracotomia.

A escolha da técnica de implante de marca-passo em crianças e adolescentes deve levar em consideração três fatores principais: o tamanho do paciente, a presença de defeitos estruturais intracardíacos que impedem o implante via seio venoso e a presença de anomalias vasculares<sup>10</sup>.

### **2.2.1 Implante endocárdico**

A preferência pela técnica endocárdica deve-se à sua simplicidade, rapidez e possibilidade de uso de anestesia local, o que facilita o procedimento<sup>17</sup>.

Em crianças, entretanto, nem sempre é possível a realização do procedimento com anestesia local, uma vez que, nesse caso, é necessária cooperação do paciente.

Não há consenso na literatura com relação ao peso mínimo da criança que possibilitaria o acesso transvenoso para implante de marca-passo<sup>18</sup>. Há relato de implante transvenoso bem sucedida pela veia cava superior esquerda persistente de marca-passo em duas crianças com peso inferior a 10 kg<sup>19</sup>.

Os eletrodos endocárdicos apresentam melhores limiares de estimulação e de sensibilidade em relação aos epicárdicos em fase precoce e tardia após o implante. A preferência pela estimulação cardíaca no endocárdio em relação ao epicárdio deve-se ao

maior risco de complicações a médio e longo prazos associadas à estimulação epicárdica. Com os avanços tecnológicos, os dispositivos estão menores, o que permite seu implante em neonatos e crianças pequenas<sup>20</sup>. Geralmente, o gerador é posicionado na região infraclavicular direita ou esquerda. Uma alternativa é implantar o sistema via veia femoral e alojar o gerador na região abdominal. Nesse caso, o gerador fica apoiado em tecidos moles, reduzindo a possibilidade de traumatismos, os quais são comuns devido à hiperatividade das crianças<sup>5,21</sup>.

Em virtude dos problemas ocasionados pelo crescimento e que podem levar a fratura e disfunção dos eletrodos, uma alternativa nos implantes endocárdicos é deixar uma alça do eletrodo no interior do átrio direito, conhecida como *loop* atrial, que vai sendo desfeita conforme o crescimento<sup>22</sup>.

### **2.2.2 Implante epicárdico**

A técnica epicárdica está restrita a poucas indicações, como presença de valvopatia tricúspide, prótese tricúspide, endocardite, anomalias venosas, lactentes ou crianças pequenas – por restrição de peso e dificuldade de via de acesso, quando está indicado o implante de marca-passo durante uma cirurgia cardíaca ou nos casos emergenciais em que não se dispõe de radioscopia<sup>23</sup>. O pequeno calibre das veias tem sido uma dificuldade progressivamente menos relatada na literatura, à medida em que aumenta a experiência e diminui o tamanho dos eletrodos. Recentemente, a estimulação em ápice ou parede livre do ventrículo esquerdo (VE) por via epicárdica tem se mostrado benéfica<sup>3</sup>.

O implante de marca-passo pela técnica epicárdica tem como consequência a necessidade de maiores limiares de estimulação ventriculares, mesmo quando são usados eletrodos revestidos em esteroides com o objetivo de amenizar a reação inflamatória no eletrodo após o implante. Além disso, eles possuem menor impedância, o que resulta em desgaste maior do gerador<sup>10</sup>.

### 2.3 Periodicidade de realização de telemetria

Os pacientes com marca-passo definitivo devem ser acompanhados rotineiramente para prevenir disfunções, programar o sistema de estimulação conforme as necessidades clínicas e ajustar o consumo de energia do gerador para obter o máximo de segurança do aparelho com a maior longevidade possível<sup>14</sup>. De acordo com documento da NASPE, o médico que realiza o implante de marca-passo deve, obrigatoriamente, realizar o acompanhamento do mesmo ou encaminhá-lo para centro de referência onde ele possa ser avaliado periodicamente<sup>24</sup>. Não existem protocolos específicos para o acompanhamento de crianças após o implante de marca-passo. Em adultos, esse controle é feito a cada seis ou 12 meses. Em crianças, entretanto, é desejável que a telemetria seja realizada semestralmente<sup>2</sup>.

Ao receber alta hospitalar, após o implante de marca-passo, o paciente recebe o cartão do registro do gerador e cabos-eletrodo e é orientado a portá-lo sempre.

De acordo com as Diretrizes Brasileiras de Dispositivos Cardíacos Eletrônicos Implantáveis<sup>25</sup>, a periodicidade da realização de telemetria deve ser a seguinte: no momento da alta hospitalar, 30 dias após o implante, a cada três ou seis meses, dependendo do tipo de estimulação e condição clínica, ou quando necessário, por intercorrências.

A NASPE e o *American College of Cardiology* (ACC) definiram os pré-requisitos básicos para o treinamento de profissionais que queiram ingressar num serviço de estimulação cardíaca artificial<sup>24</sup>.

A avaliação eletrônica do marca-passo tem por objetivo a análise do estado da bateria, dos limiares de estimulação e sensibilidade, e das impedâncias. Inclui, também, a recuperação e análise de eventos armazenados. No primeiro ano de avaliações após o implante de marca-passo, a maioria dos parâmetros avaliados permanece estável. Os parâmetros mais frequentemente ajustados durante as telemetrias incluem as amplitudes de pulso atrial e ventricular com base nos limiares de estimulação medidos, objetivando otimizar o gasto de bateria<sup>13</sup>.

O Laboratório de Estimulação Cardíaca Artificial do HC-UFGM possui equipamentos adequados e equipe treinada para a realização de telemetria em marca-passos de diversos fabricantes. Os limiares de estimulação e de sensibilidade, bem como as medidas de impedância do cabo-eletrodo e a voltagem da bateria, são aferidos em cada consulta.

#### **2.4 Indicações para implante de marca-passo em crianças e adolescentes**

O advento dos dispositivos implantáveis de estimulação cardíaca alterou o prognóstico e a qualidade de vida de pacientes com diversas cardiopatias. Com a difusão do uso do marca-passo cardíaco, inúmeras indicações para seu implante têm sido acrescentadas nos últimos anos<sup>26</sup>.

Em geral, as indicações de implante de marca-passo em crianças e adolescentes são similares às aquelas propostas para adultos. Entretanto, algumas particularidades devem ser observadas: perfil diferenciado quanto à doença de base com o número crescente de sobreviventes com cardiopatias estruturais congênitas corrigidas cirurgicamente; definição variável de bradicardia em diferentes idades; maior dificuldade técnica de implante de marca-passo por acesso venoso; maior frequência de marca-passo epicárdico via toracotomia; escassez de ensaios clínicos na população pediátrica<sup>26</sup>.

Nos últimos anos, a rápida evolução da estimulação cardíaca artificial expandiu de forma significativa sua aplicação em crianças. Vários fatores contribuíram para isso, como a redução do tamanho dos geradores, a redução do diâmetro dos eletrodos uni ou bipolares, o aumento da eficácia dos sistemas endocárdicos de fixação ativa, a evolução dos sistemas com resposta automática de frequência e o surgimento dos sistemas bicamerais de eletrodo único, além da introdução de novas técnicas de implante endocárdico<sup>4</sup>.

A principal indicação para o implante de marca-passo definitivo em crianças ocorre nas bradiarritmias com sintomas de baixo débito cardíaco. Os sinais de baixo débito são bastante típicos: bradicardia, dispneia, insuficiência cardíaca, cansaço, intolerância ao

exercício, síncope, pré-síncope, cianose, inapetência, baixo ganho pômdero-estatural, dificuldade no aprendizado, irritabilidade, dificuldade de amamentação<sup>27</sup>.

O uso da estimulação cardíaca artificial permanente em crianças e adolescentes ocorre, principalmente, em casos de bloqueios atrioventriculares (BAV) congênitos e pós-operatórios. Outras condições menos frequentes que podem levar ao implante de marca-passo nessa faixa etária são: síndrome do QT longo congênito, DNS, BAV adquiridos não cirúrgicos e miocardiopatia hipertrófica com obstrução significativa da via de saída de VE<sup>18,28</sup>.

Segundo as recomendações das diversas diretrizes, as indicações de marca-passo podem ser classificadas em classe I, classe II (a e b) e classe III, com níveis de evidência A, B e C. A classe I reúne indicações para as quais existe concordância quanto à necessidade de estimulação cardíaca. A classe II refere-se a condições nas quais, apesar de o marca-passo ser frequentemente utilizado, não existe concordância geral quanto à sua necessidade. A classe III diz respeito às condições nas quais existe concordância geral de que o marca-passo não é necessário. O nível de evidência A é baseado em estudos clínicos randomizados ou metanálise; no nível B, há relato de apenas um estudo clínico randomizado ou estudos não randomizados; no nível C englobam-se os relatos de experiências individuais no assunto ou relatos de caso<sup>26</sup>.

As principais indicações de implante de marca-passo de acordo com as diretrizes da *American Heart Association* (AHA), do ACC e do *Heart Rhythm Society* (HRS) estão listadas abaixo, de acordo com a classificação e níveis de evidência<sup>26</sup>.

#### *Classe I* – Indicação inequívoca para implante de marca-passo

- BAV de segundo grau avançado ou BAV de terceiro grau associado à bradicardia sintomática, disfunção ventricular ou baixo débito. (C)
- DNS correlacionada com sintomas durante bradicardia – frequência cardíaca (FC) inapropriadamente baixa para idade. (B)
- BAV de segundo grau avançado ou BAV de terceiro grau no pós-operatório de cirurgia cardíaca sem expectativa de reversão ou duração maior que sete dias. (C)

- BAV de terceiro grau congênito com ritmo de escape, QRS alargado, ectopia ventricular complexa ou disfunção ventricular. (B)
- BAV de terceiro grau congênito em lactente com FC menor que 55 batimentos por minuto (bpm) ou FC menor que 70 bpm na presença de cardiopatia congênita. (C)
- BAV avançado em qualquer nível anatômico associado à doença neuromuscular, como distrofia muscular miotônica, síndrome de Kearns-Sayre, distrofia de Erb, com ou sem sintomas. (B)

Classe IIa - Benefícios provavelmente superam os riscos. A indicação de implante do marca-passo é razoável:

- Cardiopatia congênita e bradicardia sinusal para prevenção de episódios recorrentes de taquicardia intra-atrial reentrante. DNS intrínseca ou secundária a tratamento antiarrítmico. (C)
- BAV de terceiro grau congênito após o primeiro ano de vida com FC média 50 bpm, pausas ventriculares abruptas com duração de duas a três vezes o ciclo basal, ou associada a sintomas devido a incompetência cronotrópica. (B)
- Bradicardia sinusal com cardiopatia congênita complexa com FC em repouso menor que 40 bpm ou pausas ventriculares maiores que três segundos. (C)
- Cardiopatia congênita com repercussão hemodinâmica devido a bradicardia sinusal ou perda da sincronia AV. (C)
- Síncope não explicada em paciente com história progressiva de cirurgia cardíaca complicada por BAVT transitório com bloqueio fascicular residual, após excluídas outras causas de síncope. (B)
- Pacientes de alto risco com síndrome do QT longo congênito. (C)

Classe IIb – Benefícios potencialmente superam os riscos. O implante de marca-passo pode ser considerado:

- BAV de terceiro grau transitório no pós-operatório de cirurgia cardíaca após reversão espontânea a ritmo sinusal com bloqueio bifascicular residual. (C)

- BAVT congênito em crianças e adolescentes assintomáticos, com FC aceitável, QRS estreito e função ventricular normal. (B)
- Bradicardia sinusal assintomática após reparo biventricular de cardiopatia congênita com FC de repouso menor que 40 bpm ou pausas maiores que 3 segundos. (C)
- Prevenção de fibrilação atrial sintomática refratária em pacientes com síndrome do QT longo associada a doença do nó sinusal.

Classe III - Risco maior do que o benefício. Marca-passo não deve ser indicado:

- BAV transitório do pós-operatório com retorno a condução AV normal em paciente assintomático. (B)
- Bloqueio bifascicular assintomático com ou sem BAV de primeiro grau após cirurgia cardíaca, sem história de BAV completo transitório. (C)
- BAV de segundo grau tipo I assintomático.
- Bradicardia sinusal assintomática com intervalo mais longo menor que três segundos e FC mínima maior que 40 bpm. (C)
- Atividade ventricular ectópica complexa ou frequente sem taquicardia ventricular sustentada na ausência de síndrome do QT longo. (C)
- *Torsades de pointes* por causas reversíveis. (A)

#### 2.4.1 Bloqueio atrioventricular

BAV é o atraso ou interrupção da condução do impulso cardíaco entre átrios e ventrículos. Pode ser dividido em<sup>29</sup>:

- BAV de primeiro grau: é um atraso anormal na condução do estímulo através do nó AV. Apresenta-se como um prolongamento do intervalo PR e o QRS mantém sua configuração original. Pode ocorrer em crianças saudáveis ou na presença de doenças como miocardite, miocardiopatia e cardiopatia congênita estrutural. Não exige tratamento específico.

- BAV de segundo grau: no Mobitz tipo I (fenômeno de Wenchebach), o intervalo PR aumenta progressivamente até ocorrer uma pausa devido ao aumento do período refratário do nó AV, com onda P sem o complexo QRS. O intervalo PR que sucede a pausa é menor que o intervalo PR que a precede. Apesar de poder estar presente em crianças normais, ocorre, mais comumente, em pacientes com miocardite, infarto agudo do miocárdio, miocardiopatia, cardiopatia congênita, toxicidade por digoxina e em pós-operatório de cirurgias cardíacas. Geralmente não é necessário tratamento. No Mobitz tipo II, há um prolongamento do período refratário no sistema de His-Purkinje. Geralmente é causado por uma lesão orgânica no sistema de condução, tendo prognóstico pior do que o Mobitz tipo I. O intervalo PR permanece constante no eletrocardiograma (ECG), o QRS geralmente está alargado e ocorrem ondas P bloqueadas sem aumento progressivo do intervalo PR. Pode ocorrer evolução súbita para BAVT. O bloqueio da condução AV pode ocorrer com uma relação de 3:2, por exemplo. O tratamento deve ser direcionado para a causa do bloqueio. Em alguns casos pode-se indicar o implante de marca-passo devido ao potencial risco de evolução para BAVT.
- BAV 2:1: caracteriza-se pela alternância de duas ondas P para cada complexo QRS, evidenciando uma alternância entre ondas P conduzidas com ondas P bloqueadas.
- BAV avançado: ocorre quando mais de 50% das ondas atriais estão bloqueadas e ocasionalmente uma onda de ativação atrial consegue atingir e despolarizar os ventrículos. O bloqueio da condução atrioventricular pode ocorrer com uma relação 3:1; 4:1 etc.
- BAV de terceiro grau ou BAVT: indica ausência de condução dos estímulos dos átrios para os ventrículos. No ECG, as ondas P são totalmente dissociadas dos complexos QRS, e a frequência atrial é superior à ventricular.

#### **2.4.1.1 Bloqueio atrioventricular total congênito**

BAVT congênito é uma rara anomalia no sistema de condução intracardíaco, ocorrendo em 1/11.000 a 1/20.000 nascidos vivos<sup>28,30-33</sup>.

É chamado congênito quando é diagnosticado na fase intrauterina, ao nascimento ou no primeiro mês de vida<sup>30,34</sup> ou infantil, quando diagnosticado entre um mês e quinze anos de idade<sup>35</sup>.

Doenças autoimunes maternas são a causa de 90 a 99% dos casos diagnosticados nos primeiros seis meses de vida devido à passagem transplacentária de anticorpos maternos anti-Ro/SSA ou anti-La/SSB que, uma vez atingindo a circulação fetal, desencadeiam uma resposta inflamatória que leva a fibrose irreversível do sistema de condução. Dentre essas doenças, o lúpus eritematoso sistêmico é a mais comum<sup>35</sup>.

Recentemente foram descritas mutações genéticas nas vias SCN5A e NKX2.5 que podem estar envolvidas nos distúrbios de condução<sup>36</sup>.

Com relação à evolução dos pacientes, acredita-se que o BAVT congênito diagnosticado na fase intrauterina ou nos primeiros dias de vida difere daquele diagnosticado numa fase mais tardia da vida da criança em termos de necessidade mais precoce de marca-passo, pior prognóstico e maior risco de desenvolvimento de miocardiopatia dilatada<sup>28</sup>.

Dados da literatura revelam que a maioria dos casos detectados na fase pré-natal e não associados a cardiopatias congênitas estruturais estão associados com a presença de anticorpos anti-Ro/SSA na mãe. Por outro lado, a maioria dos casos detectados após o primeiro ano de vida não estão associados com anticorpos anti-Ro/SSA maternos tanto na mãe quanto na criança. A porcentagem de positividade do anti-Ro varia de acordo com o método laboratorial empregado. A presença de anticorpos anti-Ro na mãe e no feto tem significativas implicações patogenéticas. Esses anticorpos atravessam a placenta a partir da décima sexta semana de gestação e atingem o coração do feto, onde eles são três vezes mais prevalentes do que nos outros tecidos fetais. No coração fetal, esses anticorpos têm pelo menos três efeitos: podem induzir miocardite, podem ser arritmogênicos e podem interferir com a apoptose. Os autoanticorpos presentes na circulação fetal são depurados do sangue seis meses após o nascimento. Em contraste, eles são continuamente produzidos pela mãe, podendo ser identificados no sangue materno vários anos após o nascimento de um filho com BAVT<sup>34</sup>. Esses anticorpos estão associados com o desenvolvimento de anormalidades cardíacas, hepáticas, hematológicas e cutâneas no neonato. Os efeitos dos anticorpos maternos no fígado,

sangue e pele do neonato são reversíveis após seis a oito meses de vida, quando esses anticorpos são depurados do sangue. Entretanto, os efeitos sobre o tecido cardíaco são irreversíveis<sup>37</sup>.

A patogênese do BAVT não está completamente elucidada. Apenas 2% dos fetos de mães com anticorpos anti-Ro e anti-La apresentam disfunção do nó AV. Além disso, apesar de as mães terem os anticorpos, elas podem não desenvolver a doença. Postula-se que, apesar dos anticorpos fazerem parte da gênese da doença, eles não são suficientes. Fatores genéticos e ambientais parecem ter importância dentro desse contexto<sup>37</sup>. Além disso, 4 a 20% dos casos de BAVT congênito detectados ao nascimento e não associados com malformações estruturais macroscópicas ocorrem em filhos de mães que não possuem anticorpos anti-Ro/SSA detectáveis. Por outro lado, 50% dos casos de BAV detectados no feto estão associados com malformações cardíacas envolvendo a junção AV, principalmente conexão AV univentricular, transposição corrigida das grandes artérias e isomerismo atrial<sup>34</sup>, sendo o isomerismo atrial esquerdo a malformação mais comum<sup>38</sup>.

Geralmente, o BAVT é bem tolerado na ausência de anomalias sistêmicas, cardíacas ou de insuficiência cardíaca. Entretanto, o prognóstico é ruim quando o BAVT se associa à hidropisia fetal, evidenciada pelo acúmulo de líquidos em mais de uma cavidade corporal do feto, como consequência de insuficiência cardíaca<sup>38</sup>. Um estudo multicêntrico sobre a história natural do BAVT congênito demonstrou que a hidropisia fetal ocorreu em 40% (22/55) dos fetos com essa afecção. Essa associação mórbida de doenças apresenta evolução para óbito em todos os casos, independentemente da presença de cardiopatia congênita associada<sup>39</sup>.

Estudo multicêntrico observou BAVT associado com anticorpos maternos anti-Ro/SSa em 80% dos casos. Nesse estudo, as seguintes variáveis foram associadas a alta mortalidade: idade gestacional menor que 20 semanas ao diagnóstico, frequência ventricular menor ou igual a 50 bpm, hidropisia fetal e disfunção ventricular ao diagnóstico. A mortalidade intrauterina foi quatro vezes maior nos fetos diagnosticados com menos de 20 semanas de gestação, quando comparados àqueles cujo diagnóstico foi feito após 23 semanas. Morbidade associada com estimulação cardíaca artificial, bem como prevalência de miocardiopatia secundária à estimulação cardíaca artificial

não foram avaliadas adequadamente devido à grande variabilidade de tempo de seguimento dos pacientes incluídos no estudo<sup>40</sup>.

Em 29 casos de BAVT congênito reportados por Jaeggi e cols.<sup>28</sup> (2002), 90% eram imune-mediados e foram associados com 43% de mortalidade a longo prazo. Nos casos diagnosticados após o primeiro mês de vida, o prognóstico é melhor<sup>41</sup>.

Observações sugerem que o prognóstico está diretamente relacionado ao estado imune materno, uma vez que o prognóstico a longo prazo das crianças com BAVT não imune-mediado foi favorável, mesmo quando a doença foi diagnosticada no feto<sup>35</sup>.

#### **2.4.1.2 Bloqueio atrioventricular total em pós-operatório de cirurgia para correção de cardiopatia congênita estrutural**

A principal indicação para o implante de marca-passo em crianças e adolescentes é a bradicardia por BAVT no pós-operatório de cirurgias para correção de cardiopatias congênitas estruturais, respondendo por mais da metade dos implantes, seguida do BAVT congênito<sup>10,42</sup>.

Pacientes submetidos à correção cirúrgica de comunicação interventricular (CIV) têm grande risco de evoluir com BAVT no pós-operatório precoce ou tardiamente. Estudo que avaliou retrospectivamente o resultado cirúrgico de 922 pacientes, sendo 197 com defeito do septo atrioventricular (DSAV), 222 com tetralogia de Fallot e 503 com CIV isolada, constatou que 0,9% dos pacientes necessitaram de implante precoce de marca-passo por BAVT e 0,3 a 0,7% necessitaram desse implante tardiamente. Assim, concluiu-se que o BAVT transitório no pós-operatório implica acompanhamento rigoroso dos pacientes devido ao risco de evolução tardia para BAVT permanente<sup>43</sup>.

Devido ao grande risco de causar morte súbita, os BAV de segundo grau avançado e de terceiro grau que persistem por mais de sete dias no período pós-operatório são considerados como classe I para indicação do implante de marca-passo<sup>26</sup>. Recomenda-se um prazo de sete dias após a cirurgia cardíaca para indicar o implante uma vez que pode ocorrer a recuperação espontânea da função normal do sistema de condução nesse

período. Nesses casos, quando ocorre a recuperação completa do ritmo, os pacientes têm bom prognóstico. Se existe recuperação incompleta do sistema de condução com bloqueio bifascicular residual, o implante de marca-passo é classe IIb<sup>26</sup>. Há relatos de instabilidade tardia do sistema de condução, de modo que este fato pode contribuir para a ocorrência de morte súbita no período de pós-operatório tardio. Recomenda-se, portanto, que seja feito acompanhamento criterioso desses pacientes<sup>44</sup>.

A correção de cardiopatias congênitas pelo cateterismo cardíaco também pode levar a BAVT como complicação. O fechamento percutâneo de comunicação interatrial (CIA) é considerado uma alternativa segura a curto e longo prazo quando comparado com cirurgia aberta, com menores riscos de complicações. O BAVT é uma rara complicação tardia de ambos os métodos de fechamento de CIA – o percutâneo e a cirurgia aberta. Há relato de dois pacientes que desenvolveram BAVT 48 horas após implante de Amplatzer® por cateterismo para fechamento de CIA. O tratamento para esta complicação foi a retirada cirúrgica da prótese após sete dias de pós-operatório, com completa resolução do distúrbio de condução atrioventricular<sup>45</sup>.

Há relato na literatura de paciente que desenvolveu BAVT no pós-operatório de implante percutâneo de valva pulmonar e evoluiu, espontaneamente, para ritmo sinusal após três semanas de pós-operatório. O mais comum é após colocação de Amplatzer® para fechar CIV<sup>46</sup>.

Além do pós-operatório de cirurgia para correção de cardiopatia congênita, há que se considerar, também, o BAVT que se desenvolve após estudo eletrofisiológico. Investigação que avaliou as consequências a longo prazo de procedimentos de crioablação para taquicardia por reentrada nodal realizada em 61 pacientes, no período de 2003 a 2008, evidenciou a ocorrência de BAV transitório em 10 pacientes (16,4%)<sup>47</sup>. Em contrapartida, estudo que avaliou a evolução de pacientes submetidos à ablação por radiofrequência devido a taquicardia por reentrada nodal em 67 pacientes evidenciou a ocorrência de BAV de segundo grau sintomático com necessidade de implante de marca-passo em apenas um paciente (1,4%)<sup>48</sup>.

Melo e cols.<sup>49</sup> (2012) relataram a experiência em estudo eletrofisiológico com 125 crianças com idade inferior a 15 anos. Nesse grupo, apenas dois pacientes (1,6%) desenvolveram BAV após o procedimento. Em nenhum desses casos, entretanto, houve necessidade de implante de marca-passo definitivo.

### 2.4.2 Doença do nó sinusal

Na DNS existe lesão do nó sinusal e/ou da junção sinoatrial e da parede atrial. A doença caracteriza-se, do ponto de vista eletrofisiológico, pela redução do automatismo sinoatrial e/ou por instabilidade da parede atrial. Nesses pacientes, o ECG frequentemente revela bradicardia sinusal, a manifestação mais típica<sup>50</sup>.

A DNS manifesta-se como incompetência cronotrópica, na qual há resposta inadequada do nó sinusal ao exercício ou ao estresse. O implante de marca-passo com resposta de frequência é benéfico ao restaurar o cronotropismo durante o exercício<sup>26</sup>. Em crianças, pode ser complicação de cirurgia cardíaca<sup>44</sup>.

Em pacientes que evoluem com sintomas de baixo débito cardíaco devido à bradicardia por DNS, a indicação para implante de marca-passo é classe I, nível de evidência B<sup>26</sup>.

### 2.4.3 Síndrome do QT longo

A síndrome do QT longo congênito é causa importante de síncope graves que podem evoluir para morte súbita em crianças. Nesses pacientes, os episódios de síncope são desencadeados por taquicardia ventricular polimórfica, tipo *torsades de pointes*<sup>51</sup>.

Existem treze genes associados a essa síndrome, sendo três deles responsáveis pelos tipos mais comuns da doença: KCNQ1 (síndrome do QT longo tipo 1), KCNH2 (síndrome do QT longo tipo 2) e SCN5A (síndrome do QT longo tipo 3). A identificação da mutação genética é importante no sentido de direcionar o tratamento e, com isso, melhorar a sobrevida dos pacientes. O uso de betabloqueadores, por exemplo, tem sua maior e menor eficácia na redução da prevalência de morte súbita, respectivamente, nos tipos 1 e 3 dessa doença. O desenvolvimento de *torsades de pointes*, grave arritmia ventricular que pode levar a morte súbita, é precipitado por pausas na condução AV. Dentro desse contexto, o uso de marca-passo é benéfico ao impedir o aparecimento dessas pausas. De acordo com o consenso atual do ACC/AHA/HRS, o uso de marca-passo está indicado nos casos de taquicardia

ventricular sustentada pausa-dependente, independente do prolongamento do intervalo QT<sup>52</sup>. Entretanto, devido ao grande risco de desenvolvimento de fibrilação ventricular, muitos grupos preferem implantar o desfibrilador interno<sup>53</sup>.

## 2.5 Complicações

O implante de marca-passo em crianças é procedimento seguro, com resultados favoráveis a longo prazo. Há registro de baixo índice de complicações como resultado de avanço tecnológico e experiência crescente com o uso de estimulação cardíaca artificial em crianças e adolescentes, o que a torna segura e eficiente nessa população<sup>35</sup>.

A ocorrência de eventos adversos em crianças é mais frequente do que em adultos devido ao processo de crescimento, ao estilo de vida mais ativo, à maior frequência de traumas e à maior ocorrência de infecções localizadas ou sistêmicas que podem afetar o sistema de marca-passo<sup>54</sup>. Estima-se entre 10 a 30% a incidência de problemas com o marca-passo em crianças<sup>18,55-60</sup>.

As complicações podem estar relacionadas aos eletrodos, à técnica de implante, ao desgaste precoce da bateria, ao crescimento da criança e à disfunção ventricular esquerda secundária à estimulação crônica em ventrículo direito<sup>35</sup>.

Um problema peculiar na estimulação cardíaca da criança é originado pelo seu crescimento, o qual afeta e compromete tanto os eletrodos endocárdicos como os epicárdicos. Após o implante, os eletrodos são circundados por tecido fibroso e/ou endotelial, o que geralmente dificulta ou impede sua liberação durante o crescimento, ocasionando sua tração. Esta, se transmitida à ponta do eletrodo, causa piora progressiva dos limiares de estimulação e de sensibilidade, em virtude do aumento da fibrose, ocasionando falha de captura ou de sensibilidade. Em virtude dos problemas ocasionados pelo crescimento, uma das alternativas nos implantes em crianças é deixar uma alça do eletrodo, conhecida como *loop*, que vai sendo desfeita conforme o crescimento<sup>57,58</sup>.

Estudo realizado por Murayama e cols.<sup>18</sup> (2008) evidenciou que o único preditor estatisticamente significativo de falência de eletrodos epicárdicos e endocárdicos foi a

associação com cardiopatia congênita estrutural. Para o autor, a presença de cicatrizes e fibrose no miocárdio, bem como inúmeros fatores ainda desconhecidos e relacionados ao epicárdio e ao endocárdio onde os eletrodos são implantados, podem estar envolvidos na gênese das complicações relacionadas aos eletrodos nesse grupo de pacientes. Tais achados foram corroborados por estudo posterior no qual o prognóstico foi pior, com maior índice de complicações, dentre os pacientes com cardiopatia congênita estrutural associada à estimulação cardíaca artificial.

Baruteau e cols.<sup>35</sup> (2012) em estudo com 141 pacientes com BAVT relataram prevalência de complicações de 9,2%, sendo endocardite e fratura de eletrodos as mais comuns.

As complicações relacionadas aos marca-passos são: fratura, infecção no sítio de implante, deslocamento e trombose. A importância da correta avaliação dos eletrodos a fim de identificar problemas é evidente nos casos de pacientes dependentes do marca-passo, nos quais um mau funcionamento pode ocasionar graves problemas, inclusive a morte do paciente<sup>57</sup>.

Avanços tecnológicos, especialmente o advento dos eletrodos revestidos por corticoide e os eletrodos bipolares, diminuiram as diferenças entre os eletrodos epicárdicos e endocárdicos no que diz respeito aos limiares de estimulação e à sensibilidade<sup>60,61</sup>. Com relação às potenciais complicações que podem ocorrer com os eletrodos, como perda de captura ou sensibilidade, deslocamento ou fratura, aumento dos limiares de estimulação, não há diferença estatisticamente significativa ao se comparar eletrodos epicárdicos e endocárdicos embebidos em esteroides<sup>62</sup>.

À telemetria, alguns achados sugerem problemas com eletrodos, como aumento dos limiares de estimulação e falhas de sensibilidade ou de captura<sup>62</sup>.

Ao se comparar a prevalência de fraturas de eletrodos entre adultos e crianças, observa-se maior prevalência nesse último grupo. Isso pode ser explicado pelo fato de as crianças adotarem estilo de vida mais ativo<sup>56,63</sup>.

A oclusão venosa é uma temida complicação da via de acesso transvenosa. Figa e cols.<sup>64</sup> (1997) relataram frequência de oclusão venosa de 21%. Bar-Cohen e cols.<sup>65</sup> (2006) demonstraram que a incidência de oclusão venosa em crianças é semelhante à observada

em adultos, e que idade, superfície corporal e características dos eletrodos não predizem claramente a presença de complicações.

A falência de um eletrodo pode levar a arritmias, *under* ou *oversensing* e falha de captura, expondo o paciente dependente de marca-passo a risco de morte e, portanto, justificando a imediata troca do eletrodo quando o problema é detectado<sup>66</sup>.

Análise retrospectiva de 189 crianças que se submeteram a implante de marca-passo pela técnica endocárdica entre 1994 e 2005, constatou a presença de fratura em 7,2% dos eletrodos implantados, sendo a maioria deles eletrodos ventriculares (89%). O único fator de risco para o maior frequência de fraturas foi a presença de eletrodos de fixação ativa<sup>57</sup>, fator esse não comprovado em trabalho prévio<sup>58</sup>. Dos pacientes em que houve fratura, 72% tinham cardiopatia congênita associada. Nesse estudo, a média de tempo decorrido entre o implante e a detecção da fratura foi de  $57,3 \pm 35$  meses. Fato a ser considerado é que, do total de fraturas, 47% foram identificadas durante a telemetria em pacientes completamente assintomáticos<sup>57</sup>.

Um estudo que analisou retrospectivamente a ocorrência de eventos adversos relacionados ao marca-passo VVIR implantado por técnica endocárdica em 117 crianças, constatou que, dos 22 casos em que houve falhas no sistema, 20 (90,9%) ocorreram devido a problemas com os eletrodos<sup>58</sup>.

Outro fator associado a maior índice de disfunção dos eletrodos é a utilização de eletrodos unipolares<sup>67,68</sup>.

## **2.6 Miocardiopatia dilatada e disfunção ventricular**

A estimulação cardíaca em ventrículo direito (VD) tem sido a terapia padrão no tratamento de crianças com BAV de segundo grau avançado e BAVT nas últimas décadas. Entretanto, insuficiência cardíaca congestiva e miocardiopatia dilatada podem ser desencadeadas pela estimulação crônica em VD. A prolongada dissincronia ventricular induzida pela estimulação crônica em ápice de VD está associada a remodelamento e disfunção de VE, com dilatação e hipertrofia assimétrica do mesmo<sup>69</sup>.

Kim e cols.<sup>33</sup> (2007) avaliaram os resultados a longo prazo da estimulação cardíaca artificial em pacientes com BAVT congênito, sem cardiopatia estrutural associada e sem disfunção ventricular no momento do implante de marca-passo. Neste estudo, foram incluídos 63 pacientes, com média de idade de 6,5 anos no momento do implante, e média de tempo de acompanhamento de 9,9 anos. Do total de pacientes, vinte tinham marca-passo VVI, e 43, marca-passo DDD. Seis por cento dos pacientes apresentaram miocardiopatia dilatada durante o período de acompanhamento. Eletrodo ventricular posicionado no ápice do VD e complexo QRS alargado foram preditores de disfunção ventricular esquerda ( $p < 0,05$ ).

Estudo recente, que analisou a evolução de vinte pacientes com BAVT congênito isolado e com marca-passo implantado no período neonatal, evidenciou que 20% dos pacientes apresentaram miocardiopatia dilatada entre um e cinco anos de idade<sup>34</sup>.

Estudos em pacientes que possuem marca-passo relataram associação entre estimulação apical de VD por tempo prolongado e remodelamento cardíaco e prognóstico a longo prazo. A dissincronia eletromecânica induzida pela estimulação apical de VD e a reversão da miocardiopatia dilatada após a troca para sistema de estimulação biventricular corroboram a hipótese de efeitos deletérios da estimulação em ápice de VD sobre a função sistólica de VE<sup>70,71</sup>.

Entretanto, a miocardiopatia dilatada não se desenvolve em todos os pacientes submetidos a estimulação em ápice de VD, sugerindo a existência de susceptibilidade individual<sup>70,72</sup>.

Udink ten Cate e cols.<sup>73</sup> (2001) relataram que a presença de anticorpos anti-SSA/Ro e anti-SSB/LA é um importante fator de risco para o desenvolvimento de miocardiopatia dilatada em pacientes com BAV congênito. Esses achados são corroborados pelos resultados do estudo de Baruteau e cols.<sup>35</sup> (2012), que acompanhou evolutivamente 141 pacientes com BAVT não imune submetidos a estimulação cardíaca artificial e não evidenciou nenhum caso de miocardiopatia dilatada após média de tempo de acompanhamento de  $11,6 \pm 6,7$  anos, apesar da alta prevalência de estimulação apical de VD nesse grupo. Estudo anterior com pacientes adultos sugere que a estimulação prolongada em ápice de VD, isoladamente, parece não estar associada com o desenvolvimento de disfunção sistólica de VE em pacientes com BAVT não imune<sup>74</sup>.

Na tentativa de reverter a disfunção ventricular esquerda, postula-se a utilização da terapia de ressincronização cardíaca, com estimulação biventricular. Além disso, há que se fazer monitoramento criterioso desses pacientes não apenas em relação a ritmo cardíaco e funcionamento do marca-passo, mas também avaliação da função ventricular<sup>37,69</sup>.

A avaliação ecocardiográfica periódica está indicada para todos os pacientes submetidos a estimulação cardíaca artificial. A modificação para modo de estimulação biventricular (ressincronização cardíaca) ou para posicionamento do eletrodo no ventrículo sistêmico – geralmente o esquerdo – está indicada assim que se detecta dilatação ou disfunção ventricular<sup>75</sup>. Pode haver reversão da dissincronia ventricular e da insuficiência cardíaca após a ressincronização cardíaca<sup>69</sup>.

Recentemente comprovaram-se, também, os efeitos deletérios da estimulação crônica de VD sobre a função diastólica de VE em crianças, sendo essa disfunção mais significativa quando o eletrodo de VD foi implantado no ápice em comparação ao septo ventricular<sup>76</sup>.

## **2.7 Avaliação ecocardiográfica da função ventricular**

A avaliação ecocardiográfica da função ventricular pode ser feita por várias técnicas.

As dimensões e espessura da cavidade ventricular ao final da sístole e da diástole podem ser avaliadas pela técnica unidimensional ou modo M, que permite estimar a porcentagem de encurtamento sistólico da dimensão ventricular esquerda, os volumes ventriculares ao final da diástole e da sístole calculados a partir do método de Teichholz e a fração de ejeção (FE) do ventrículo esquerdo. Essa última medida é obtida a partir da diferença entre os volumes ventriculares diastólico final e sistólico final dividida pelo volume diastólico final multiplicado por 100. A desvantagem do método unidimensional reside no fato de o mesmo apenas expressar adequadamente a função sistólica global quando não existem alterações segmentares de motilidade ventricular ou de remodelamento do VE<sup>77</sup>.

Com a técnica bidimensional (2D), por meio do método de Simpson ou de discos, é possível melhor caracterização da FE do VE. A Sociedade Americana de Ecocardiografia definiu em 55% o limite inferior da normalidade para FE em adultos<sup>78</sup>. Em crianças, valores de FE situados entre 54% e 75% são considerados normais<sup>79</sup>. A ecocardiografia bidimensional permite, também, estimar a porcentagem de encurtamento do VE, medida amplamente utilizada para avaliar a função global de VE. Valores situados entre 28% e 40% são considerados normais<sup>80</sup>.

Os diferentes métodos utilizados para calcular a FE pela ecocardiografia bidimensional têm grandes variabilidades intra e interobservadores. Isso é muito significativo em pacientes com disfunção ventricular, nos quais a avaliação ecocardiográfica é importante para orientar manejo clínico. Dentro desse contexto, a ecocardiografia tridimensional promove uma avaliação mais confiável e reprodutível desse parâmetro. Além disso, permite uma avaliação segmentar, e não apenas global, da função miocárdica<sup>81</sup>.

Mesmo com FE normal, podem existir anormalidades da contração miocárdica, as quais podem ser aferidas por técnicas ecocardiográficas mais sensíveis, como Doppler tecidual, *strain*, *strain rate* e *speckle tracking*<sup>82</sup>. As técnicas de *strain* e *strain rate* derivam das medidas de velocidade do Doppler tecidual e são usadas para avaliar a deformação miocárdica, apresentando grande sensibilidade mesmo na detecção de alterações subclínicas da função sistólica segmentar<sup>83</sup>. A técnica do *speckle tracking*, identifica pontos intramiocárdicos brilhantes e os acompanha durante o ciclo cardíaco, permitindo quantificar a deformação miocárdica em duas dimensões com boa acurácia e sensibilidade<sup>83</sup>.

A técnica de Doppler tecidual é promissora na investigação da função sistólica global e segmentar. A velocidade sistólica do miocárdio, medida na região do anel valvar mitral, reflete o encurtamento sistólico longitudinal do miocárdio e pode se mostrar reduzida precocemente em pacientes com disfunção sistólica e FE ainda normal. Essa técnica tem a desvantagem de não ser adequada para avaliação da função sistólica nos segmentos apicais do VE. O Doppler tecidual também avalia de forma adequada a função diastólica. A vantagem do seu uso na avaliação de doenças congênitas em pediatria é que essa técnica não depende da geometria do miocárdio e pode ser aplicada para avaliar morfologia de qualquer câmara. Permite comparação da função de vários

segmentos do miocárdio simultaneamente, o que é importante para avaliação de dissincronia. Suas limitações estão relacionadas à dependência da angulação do transdutor e à característica unidimensional da avaliação da movimentação do miocárdio. É uma técnica muito útil na avaliação de cardiopatias congênitas, nas quais a geometria ventricular está alterada<sup>81</sup>.

Doppler tecidual e *speckle tracking* fornecem informações sobre função sistólica global e regional. Como são técnicas independentes da geometria ventricular, nisso diferindo da FE, podem ser usadas na avaliação do VE, do VD e em casos de coração funcionalmente univentricular. Assim, são ideais para avaliação de pacientes com cardiopatia congênita bem como no pós-operatório de correção dessas cardiopatias, uma vez que, nesses casos, há alteração da geometria ventricular<sup>83</sup>.

O Doppler mitral é utilizado na avaliação da função diastólica uma vez que esse parâmetro se altera em função do relaxamento ventricular, do grau de rigidez da câmara e das modificações das pressões de enchimento. Em indivíduos normais, o fluxo transmitral predominante ocorre precocemente na diástole após a abertura da valva mitral - onda E. Em pacientes com miocardiopatia dilatada, o Doppler pulsátil do fluxo mitral - ondas E, A e tempo de desaceleração - se correlaciona melhor com as pressões de enchimento do VE, classe funcional e prognóstico do que a FE. Algumas variáveis da função diastólica, como o tempo de desaceleração da onda E e a relação E/e' apresentam boa correlação com a pressão capilar pulmonar e têm valor prognóstico adicional à FE do VE<sup>84</sup>.

O índice de desempenho ventricular (índice de Tei) é a razão entre a soma dos tempos de contração e relaxamento isovolumétrico pelo tempo de ejeção, variáveis que podem ser obtidas pela técnica de Doppler. Como integra elementos das funções sistólica e diastólica, é considerado índice de função sistodiastólica global<sup>83</sup>.

## REFERÊNCIAS

1. Proclemer A, Ghidina M, Gregori D, Facchin D, Rebellato L, Zakja E, et al. Trend of the main clinical characteristics and pacing modality in patients treated by pacemaker: data from the Italian Pacemaker Registry for the quinquennium 2003-07. *Europace*. 2010;12:202-9.
2. Tomaske M, Harpes P, Woy N, Bauersfeld U. The efficacy of ventricular pacing with device automaticity in paediatric patients. *Europace*. 2008;10(7):838-43.
3. Kubus P, Materna O, Gebauer RA, Matejka T, Gebauer R, Tlaskal T, et al. Permanent epicardial pacing in children: long-term results and factors modifying outcome. *Europace*. 2012;14(4):509-14.
4. Silveti MS, Drago F, De Santis A, Grutter G, Rava L, Monti L, et al. Single-centre experience on endocardial and epicardial pacemaker system function in neonates and infants. *Europace*. 2007;9(6):426-31.
5. Costa R. Implante de marca-passo endocárdico permanente pela via transfemorale em crianças - resultados tardios. 2001, 123p. Tese. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2001.
6. Mateos JCP, Melo CS, Kormann DS, EIP M. Conceitos básicos na estimulação cardíaca. In: Melo CS, Mateos JCP, Gonçalves JGF, Greco OT, OS J, editors. *Temas de Marca-passo*. São Paulo: Casa Leitura Médica; 2011. p. 157-8.
7. Mateos JCP, Melo CS, Kormann DS, EIP M. Conceitos básicos na estimulação cardíaca. In: Melo CS, Mateos JCP, Gonçalves JGF, Greco OT, OS J, editores. *Temas de Marca-passo*. 4 ed. São Paulo: Casa Leitura Médica; 2011. p. 154-5.
8. Cuvillier E, CS M. Cabos-eletrodos. In: Melo CS, Mateos JCP, Gonçalves JGF, Greco OT, OS J, editores. *Temas de Marca-passo*. 4 ed. São Paulo: Casa Leitura Médica; 2011. p. 180-1.
9. Cuvillier E, CS M. Cabos-eletrodos. In: Melo CS, Mateos JCP, Gonçalves JGF, Greco OT, OS J, editores. *Temas de Marca-passo*. 4 ed. São Paulo: Casa Leitura Médica; 2011. p. 192-3.
10. Sachweh JS, Vazquez-Jimenez JF, Schondube FA, Daebritz SH, Dorge H, Muhler EG, et al. Twenty years experience with pediatric pacing: epicardial and transvenous stimulation. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2000;17(4):455-61.
11. Mateos JCP, Mateos JCP, Vargas RNA, Mateos EIP, Pachon MZC, Lobo TJ, et al. Comparação dos parâmetros eletrofisiológicos das estimulações ventriculares direita convencional e septal. *Reblampa*. 2006;19(4):231-7.
12. Cuvillier E, CS M. Cabos eletrodos. In: Melo CS, Mateos JCP, Gonçalves JGF, Greco OT, OS J, editores. *Temas de Marca-passo*. 4 ed. São Paulo: Casa Leitura Médica; 2011. p. 207.

13. van Eck JW, van Hemel NM, de Voogt WG, Meeder JG, Spierenburg HA, Crommentuyn H, et al. Routine follow-up after pacemaker implantation: frequency, pacemaker programming and professionals in charge. *Europace*. 2008;10(7):832-7.
14. van Eck JW, van Hemel NM, Grobbee DE, Buskens E, Moons KG. FOLLOWPACE study: a prospective study on the cost-effectiveness of routine follow-up visits in patients with a pacemaker. *Europace*. 2006;8(1):60-4.
15. Bernstein AD, Daubert JC, Fletcher RD, Hayes DL, Luderitz B, Reynolds DW, et al. The revised NASPE/BPEG generic code for antibradycardia, adaptive-rate, and multisite pacing. North American Society of Pacing and Electrophysiology/British Pacing and Electrophysiology Group. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2002;25(2):260-4.
16. Melo CS, Pereira CA, Garcia FS, Paiva TCN, Baccaglini WRC, CA AJ. Código de nomenclatura de marca-passos e desfibriladores. *Relampa*. 2011;24(4):271-6.
17. Melo CS, Andrade JCS, OT G. Técnicas cirúrgicas para o implante de marca-passos. In: Melo CS, Mateos JCP, Gonçalves JGF, Greco OT, OS J, editores. *Temas de Marca-passo*. 4 ed. São Paulo: Casa Leitura Médica; 2011. p. 237.
18. Murayama H, Maeda M, Sakurai H, Usui A, Ueda Y. Predictors affecting durability of epicardial pacemaker leads in pediatric patients. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2008;135(2):361-6.
19. Dalili M, Alizadeh A, Haghjoo M. Successful Implantation of Transvenous Pacing System via Persistent Left Superior Vena Cava and Coronary Sinus in Small Children. *Indian Pacing Electrophysiol J*. 2011;10(12):551-5.
20. Gabbarini F, G A. Selective-site pacing in paediatric patients: use of the SelectSecure System and risk of vein occlusion. *Europace*. 2010;12:1286-9.
21. Mateos JCP, Melo CS, Mateos EIP, Mateos JCP, RNA V. Marca-passo Definitivo em crianças. In: Melo CS, Mateos JCP, Gonçalves JGF, Greco OT, OS J, editores. *Temas de Marca-passo*. 4 ed. São Paulo: Casa Leitura Médica; 2011. p. 407.
22. Sato G, Glenn WW. Teflon envelope protection for cardiac electrodes in growing swine. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1970;59(6):830-6.
23. Bronchtein. Implante de marca-passo cardíaco definitivo. Aspectos cirúrgicos. *Rev SOCERJ*. 2002;15(2):102-12.
24. Hayes DL, Naccarelli GV, Furman S, Parsonnet V, Reynolds D, Goldschlager N, et al. NASPE training requirements for cardiac implantable electronic devices: selection, implantation, and follow-up. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2003;26(7 Pt 1):1556-62.
25. Martinelli Filho M, Zimmerman LI, Lorga AM, Vasconcelos JTM, Lorga Filho A, Fagundes AA, et al. Diretrizes Brasileiras de Dispositivos Cardíacos Eletrônicos Implantáveis. *Arq Bras Cardiol* 2007;89(6):210-37.

26. Brignole M, Auricchio A, Baron-Esquivias G, Bordachar P, Boriani G, Breithardt O, Cleland J, Deharo J, Delgado V, Elliott PM, Gorenek B, Israel CW, Leclercq C, Linde C, Mont L, Padeletti L, Sutton R, Vardas PE. 2013 ESC Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy. The Task Force on cardiac pacing and resynchronization therapy of the European Society of Cardiology (ESC). Developed in collaboration with the European Heart Rhythm Association (EHRA). *Europace* 2013;15:1070-1118.
27. Taylor-Albert E, Reichlin M, Toews WH, Overholt ED, Lee LA. Delayed dilated cardiomyopathy as a manifestation of neonatal lupus: case reports, autoantibody analysis, and management. *Pediatrics*. 1997;99(5):733-5.
28. Jaeggi ET, Hamilton RM, Silverman ED, Zamora SA, Hornberger LK. Outcome of children with fetal, neonatal or childhood diagnosis of isolated congenital atrioventricular block. A single institution's experience of 30 years. *J Am Coll Cardiol*. 2002;39(1):130-7.
29. Pastore CA, Pinho C, Germiniani H, Samesima N, R. M. Sociedade Brasileira de Cardiologia. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre análise e emissão de laudos eletrocardiográficos. *Arq Bras Cardiol*. 2009;93:1-19.
30. Kelle AM, Backer CL, Tsao S, Stewart RD, Franklin WH, Deal BJ, et al. Dual-chamber epicardial pacing in neonates with congenital heart block. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2007;134(5):1188-92.
31. Kurosaki K, Miyazaki A, Watanabe K, Echigo S. Long-term outcome of isolated congenital complete atrioventricular block pacing since neonatal period: experience at a single Japanese institution. *Circ J*. 2008;72(1):81-7.
32. Moak JP, Barron KS, Hougen TJ, Wiles HB, Balaji S, Sreeram N, et al. Congenital heart block: development of late-onset cardiomyopathy, a previously underappreciated sequela. *J Am Coll Cardiol*. 2001;37(1):238-42.
33. Kim JJ, Friedman RA, Eidem BW, Cannon BC, Arora G, Smith EO, et al. Ventricular function and long-term pacing in children with congenital complete atrioventricular block. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2007;18(4):373-7.
34. Brucato A, Jonzon A, Friedman D, Allan LD, Vignati G, Gasparini M, et al. Proposal for a new definition of congenital complete atrioventricular block. *Lupus*. 2003;12(6):427-35.
35. Baruteau AE, Fouchard S, Behaghel A, Mabo P, Villain E, Thambo JB, et al. Characteristics and long-term outcome of non-immune isolated atrioventricular block diagnosed in utero or early childhood: a multicentre study. *Eur Heart J*. 2012;33(5):622-9.
36. Pashmforoush M, Lu JT, Chen H, Amand TS, Kondo R, Pradervand S, et al. Nkx2-5 pathways and congenital heart disease; loss of ventricular myocyte lineage specification leads to progressive cardiomyopathy and complete heart block. *Cell*. 2004;117(3):373-86.

37. Capone C, Buyon JP, Friedman DM, Frishman WH. Cardiac manifestations of neonatal lupus: a review of autoantibody-associated congenital heart block and its impact in an adult population. *Cardiol Rev.* 2012;20(2):72-6.
38. Assad RS, Thomaz PG, Valente AS, Costa R, Barbero-Marcial M, AS O. Avaliação experimental de novo eletrodo para implante de marca-passo em fetos. *Rev Bras Cir Cardiov.* 2006;21(3):272-82.
39. Schmidt KG, Ulmer HE, Silverman NH, Kleinman CS, Copel JA. Perinatal outcome of fetal complete atrioventricular block: a multicenter experience. *J Am Coll Cardiol.* 1991;17(6):1360-6.
40. Eliasson H, Sonesson SE, Sharland G, Granath F, Simpson JM, Carvalho JS, et al. Isolated atrioventricular block in the fetus: a retrospective, multinational, multicenter study of 175 patients. *Circulation.* 2011;124(18):1919-26.
41. Villain E, Coatedoat-Chalumeau N, Marijon E, Boudjemline Y, Piette JC, Bonnet D. Presentation and prognosis of complete atrioventricular block in childhood, according to maternal antibody status. *J Am Coll Cardiol.* 2006;48(8):1682-7.
42. Ward DE, Jones S, Shinebourne EA. Long-term transvenous pacing in children weighing ten kilograms or less. *Int J Cardiol.* 1987;15(1):112-5.
43. Lin A, Mahle WT, Frias PA, Fischbach PS, Kogon BE, Kanter KR, et al. Early and delayed atrioventricular conduction block after routine surgery for congenital heart disease. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2010;140(1):158-60.
44. Stephenson EA, AM. D. Electrophysiology, pacing and devices. In: Anderson RH, Baker EJ, Penny DJ, Redington AN, Rigby ML, G W, editors. *Paediatric Cardiology.* 3 ed. Philadelphia: Churchill Livingstone/Elsevier; 2010. p. 379-413.
45. Al-Anani SJ, Weber H, Hijazi ZM. Atrioventricular block after transcatheter ASD closure using the Amplatzer septal occluder: risk factors and recommendations. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2010;75(5):767-72.
46. Ruf B, Eicken A, Hess J. Transient complete atrioventricular block after percutaneous pulmonary valve implantation. *Cardiol Young.* 2010;20(6):704-6.
47. LaPage MJ, Saul JP, Reed JH. Long-term outcomes for cryoablation of pediatric patients with atrioventricular nodal reentrant tachycardia. *Am J Cardiol.* 2010;105(8):1118-21.
48. Kantoch MJ, Atallah J, Soni RN. Atrio-ventricular conduction following radiofrequency ablation for atrio-ventricular node reentry tachycardia in children. *Europace.* 2010;12(7):978-81.
49. Melo SL, Scanavacca MI, Pisani C, Darrieux F, Hachul D, C H, et al. Ablação com radiofrequência de arritmia na infância. Registro observacional em 125 crianças. *Arq Bras de Cardiol.* 2012;98(6):514-8.

50. Mateos JCP . Estudo eletrofisiológico transesofágico. Rev Bras Marc Arrit. 1989;2:1-12.
51. Kannankeril PJ, FA F. Disorders of cardiac rhythm and conduction. In: Allen HD, Driscoll DJ, Shaddy RE, TF F, editors. Moss and Adams' - Heart Disease in Infants, Children and Adolescents: including the Fetus and Young Adult. 1. 17 ed. Philadelphia: Lippincott Willian & Wilkins; 2008. p. 293-342.
52. Gao Y, Liu W, Li C, Qiu X, Qin X, Guo B, et al. Common Genotypes of Long QT Syndrome in China and the Role of ECG Prediction. *Cardiology*. 2016;133(2):73-8.
53. Mateos JCP, Melo CS, Mateos EIP, Mateos JCP, RNA V. Marca-passo Definitivo em Crianças. In: Mateos JCP, Gonçalves JGF, Greco OT, O SJ, editors. Temas de Marca-passo. 4 ed. São Paulo: Casa Leitura Médica; 2011. p. 402-3.
54. Silvetti MS, Drago F, Grutter G, De Santis A, Di Ciommo V, Rava L. Twenty years of paediatric cardiac pacing: 515 pacemakers and 480 leads implanted in 292 patients. *Europace*. 2006;8(7):530-6.
55. Pakarinen S, Oikarinen L, Toivonen L. Short-term implantation-related complications of cardiac rhythm management device therapy: a retrospective single-centre 1-year survey. *Europace*. 2010;12(1):103-8.
56. Klug D, Vaksmann G, Jarwe M, Wallet F, Francart C, Kacet S, et al. Pacemaker lead infection in young patients. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2003;26(7 Pt 1):1489-93.
57. Olgun H, Karagoz T, Celiker A, Ceviz N. Patient- and lead-related factors affecting lead fracture in children with transvenous permanent pacemaker. *Europace*. 2008;10(7):844-7.
58. Silvetti MS, Drago F, Marcora S, Rava L. Outcome of single-chamber, ventricular pacemakers with transvenous leads implanted in children. *Europace*. 2007;9(10):894-9.
59. Haug B, Kjelsberg K, Lappegard KT. Pacemaker implantation in small hospitals: complication rates comparable to larger centres. *Europace*. 2011;13(11):1580-6.
60. Bakhtiary F, Dzemali O, Bastanier CK, Moritz A, Kleine P. Medium-term follow-up and modes of failure following epicardial pacemaker implantation in young children. *Europace*. 2007;9(2):94-7.
61. Roubertie F, Le Bret E, Thambo JB, Roques X. Intra-diaphragmatic pacemaker implantation in very low weight premature neonate. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2009;9(4):743-4.
62. Odim J, Suckow B, Saedi B, Laks H, Shannon K. Equivalent performance of epicardial versus endocardial permanent pacing in children: a single institution and manufacturer experience. *Ann Thorac Surg*. 2008;85(4):1412-6.

63. Lee JC, Shannon K, Boyle NG, Klitzner TS, Bersohn MM. Evaluation of safety and efficacy of pacemaker and defibrillator implantation by axillary incision in pediatric patients. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2004;27(3):304-7.
64. Figa FH, McCrindle BW, Bigras JL, Hamilton RM, Gow RM. Risk factors for venous obstruction in children with transvenous pacing leads. *Pacing Clin Electrophysiol.* 1997;20(8 Pt 1):1902-9.
65. Bar-Cohen Y, Berul CI, Alexander ME, Fortescue EB, Walsh EP, Triedman JK, et al. Age, size, and lead factors alone do not predict venous obstruction in children and young adults with transvenous lead systems. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2006;17(7):754-9.
66. Le Franc P, Klug D, Jarwe M, Lacroix D, Delfaut P, Kouakam C, et al. Extraction of endocardial implantable cardioverter-defibrillator leads. *Am J Cardiol.* 1999;84(2):187-91.
67. Cohen MI, Bush DM, Vetter VL, Tanel RE, Wieand TS, Gaynor JW, et al. Permanent epicardial pacing in pediatric patients: seventeen years of experience and 1200 outpatient visits. *Circulation.* 2001;103(21):2585-90.
68. Fortescue EB, Berul CI, Cecchin F, Walsh EP, Triedman JK, Alexander ME. Patient, procedural, and hardware factors associated with pacemaker lead failures in pediatrics and congenital heart disease. *Heart Rhythm.* 2004;1(2):150-9.
69. Kim HW, Kim GB, Bae EJ, Noh C, Kim WH, HS K. Cardiac resynchronization therapy for left ventricular dysfunction induced by chronic right ventricular pacing in a child. *J Korean Med Sci.* 2010;25:1809-13.
70. Thambo JB, Bordachar P, Garrigue S, Lafitte S, Sanders P, Reuter S, et al. Detrimental ventricular remodeling in patients with congenital complete heart block and chronic right ventricular apical pacing. *Circulation.* 2004;110(25):3766-72.
71. Beaufort-Krol GC, Schasfoort-van Leeuwen MJ, Stienstra Y, MT. B-B. Longitudinal Echocardiographic follow-up in children with congenital complete atrioventricular block. *Pacing Clin Electrophysiol* 2007;30:1339-43.
72. Sweeney MO, Hellkamp AS. Heart failure during cardiac pacing. *Circulation.* 2006;113(17):2082-8.
73. Udink ten Cate FE, Breur JM, Cohen MI, Boramanand N, Kapusta L, Crosson JE, et al. Dilated Cardiomyopathy in isolated congenital complete atrioventricular block: early and long-term risk in children. *J Am Coll Cardiol.* 2001;37(4):1129-34.
74. Sagar S, Shen WK, Asirvatham SJ, Cha YM, Espinosa RE, Friedman PA, et al. Effect of long-term right ventricular pacing in young adults with structurally normal heart. *Circulation.* 2010;121(15):1698-705.

75. Verma AJ, Lemler MS, Zeltser IJ, Scott WA. Relation of right ventricular pacing site to left ventricular mechanical synchrony. *Am J Cardiol.* 2010;106(6):806-9.
76. Ortega MC, Morejon AEG, Serrano GR. Função diastólica em crianças com marca-passo com defeitos cardíacos: septo VS ápice. *Arq Bras Cardiol.* 2015;105(2):184-7.
77. Barbosa MM, Nunes MCP, Campos Filho O, Camarozano A, Rabischoffsky A, Maciel BC, et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. Diretrizes das Indicações da Ecocardiografia. *Arq Bras Cardiol.* 2009;93(supl3):e265-e302.
78. Lang RM, Bierig M, Devereaux RB, Flachskampf FA, Foster E, PA P, et al. Chamber quantification writing group; American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee; European Association of Echocardiography. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiography.* 2005;18:1440-63.
79. Kimball TR, Michelfelder EC. Echocardiography. In: Allen HD, Driscoll DJ, Shaddy RE, Feltes TF, editors. *Moss and Adams' Heart Disease in infants children and adolescents Including the fetus and young adult.* 1. 7 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2008. p. 127.
80. Kimball TR, Michelfelder EC. Echocardiography. In: Allen HD, Driscoll DJ, Shaddy RE, Feltes TF, editors. *Moss and Adams' Heart Disease in infants, children and adolescents Including the fetus and young adult* 1. 7 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2008. p. 137.
81. Dragulescu A, LL. M. Developments in echocardiographic techniques for the evaluation of ventricular function in children. *Arch Cardiov Dis.* 2010;103:603-14.
82. Cote AT, Harris KC, Panagiotopoulos C, Sandor GG, Devlin AM. Childhood obesity and cardiovascular dysfunction. *J Am Coll Cardiol.* 2013;62(15):1309-19.
83. Vogel MC. Imaging and functional assessment by novel echocardiographic techniques. In: Anderson RH, Baker EJ, Penny DJ, Redington AN, Rigby ML, Wernovsky G, editors. *Paediatric Cardiology.* 3 ed. Philadelphia: Churchill Livingstone Elsevier; 2010. p. 357.
84. Somaratne JB, Whalley GA, Gamble GD, RN. D. Restrictive filling pattern is a powerful predictor of heart failure events post acute myocardial infarction and in established heart failure: a literature-based meta-analysis. *J Card Fail.* 2007;13:346-52.

### **3 Objetivos**

#### **3.1 Objetivo primário**

Descrever o perfil clínico e evolutivo de crianças e adolescentes com marca-passo cardíaco acompanhadas no Laboratório de Estimulação Cardíaca Artificial do HC-UFG.

#### **3.2 Objetivos secundários**

São objetivos secundários deste estudo:

- avaliar a distribuição por faixa etária em que o implante de marca-passo foi realizado e o modo de estimulação do marca-passo;
- identificar as causas da indicação do implante e as principais complicações em fase precoce da vida;
- determinar, à telemetria, as médias dos limiares de estimulação atrial (LEA) e ventricular (LEV) e as médias das impedâncias dos eletrodos atrial (IA) e ventricular (IV) comparando seus valores durante o seguimento;
- avaliar a frequência de associação com cardiopatia congênita estrutural;
- verificar a sobrevida livre de eventos (complicações relacionadas ao dispositivo) durante o seguimento clínico e comparar as variáveis relacionadas às complicações.

## **4 PACIENTES E MÉTODOS**

### **4.1 Desenho do estudo**

Trata-se de estudo observacional e longitudinal, com coleta retrospectiva de dados nos prontuários eletrônicos já existentes no Laboratório de Estimulação Cardíaca Artificial do HC-UFG, nos laudos ecocardiográficos e nos prontuários clínicos da mesma Instituição, os quais foram registrados em protocolo específico para esta pesquisa (APÊNDICE 1). Tal protocolo foi elaborado como resultado de estudo prévio realizado pela autora e apresentado como monografia de conclusão do Curso de Especialização em Cardiologia Pediátrica, Faculdade de Medicina da UFG<sup>1</sup> em 23/11/2011.

### **4.2 População**

Neste estudo, foram incluídos 50 pacientes (amostra de conveniência), que foram submetidos ao implante de marca-passo cardíaco com idade entre 0 e 18 anos, no período de 1988 a 2013, e que estão em acompanhamento no Laboratório de Estimulação Cardíaca Artificial do HC-UFG.

As indicações para implante de marca-passo estão de acordo com as diretrizes da AHA, do ACC e da HRS<sup>2</sup>.

#### **4.2.1 Critérios de inclusão**

Foram incluídos no estudo pacientes submetidos a implante de marca-passo no período de janeiro de 1988 a dezembro de 2013 com idade entre 0 e 18 anos no momento do implante. Esses pacientes são regularmente acompanhados nos ambulatórios de Cardiologia Pediátrica, da Divisão de Cardiologia Pediátrica e Fetal e no Laboratório de Estimulação Cardíaca Artificial do HC-UFG.

#### **4.2.2 Critérios de exclusão**

Foram excluídos do estudo os pacientes submetidos a implante de marca-passo em outro hospital, mesmo que estivessem em acompanhamento nos ambulatórios de Cardiologia Pediátrica, da Divisão de Cardiologia Pediátrica e Fetal e no Laboratório de Estimulação Cardíaca Artificial do HC-UFMG.

#### **4.3 Variáveis**

##### **4.3.1 Variáveis de caracterização da população**

Para caracterização da população, foram consideradas as variáveis categóricas gênero, procedência e idade no momento do implante de marca-passo.

##### **4.3.2 Variáveis clínicas**

- Diagnóstico do distúrbio de condução atrioventricular

Os pacientes foram classificados de acordo com o diagnóstico do distúrbio de condução atrioventricular que motivou o implante de marca-passo. O registro foi baseado no diagnóstico que constava no prontuário clínico do paciente. Para os pacientes que vieram de outros serviços já com indicação do implante de marca-passo e que só após a realização do mesmo iniciaram acompanhamento nos ambulatórios de cardiologia pediátrica do HC-UFMG, considerou-se o diagnóstico registrado no Laboratório de Estimulação Cardíaca Artificial do HC-UFMG.

- Presença de cardiopatia congênita estrutural associada

O diagnóstico da cardiopatia congênita estrutural foi considerado de acordo com o registro dos laudos do Dopplerecardiograma. Nos casos em que não foi possível analisar esse exame, considerou-se o registro do prontuário clínico.

### **4.3.3 Variáveis relacionadas com o marca-passo**

#### **4.3.3.1 Via de acesso**

Para implante de marca-passo, foram utilizadas as vias de acesso epicárdica e transvenosa, esta com eletrodos endocavitários. Todos os pacientes receberam profilaxia com antibiótico endovenoso.

Para o acesso transvenoso, procedeu-se à punção de veia utilizada para passagem dos cabos-eletrodos após punção de acesso venoso periférico, sedação com ansiolítico e antisepsia rigorosa da região peitoral e anestesia local. As veias utilizadas, dependendo da preferência do cirurgião ou de características anatômicas, como calibre, foram: veia cefálica, axilar, acromiotorácica, jugular externa e femoral.

Para inserção do gerador, foi confeccionada uma loja acima do músculo peitoral, naqueles pacientes que apresentam tecido celular subcutâneo abundante, e abaixo da musculatura peitoral, naqueles com escasso tecido subcutâneo.

Para o acesso epicárdico, a abordagem foi realizada por toracotomia anterior extrapleural na altura da quinta costela, toracotomia subcostal ou toracotomia subxifoide por incisão longitudinal. Procedimentos mais extensos, como a esternotomia mediana ou a toracotomia anterolateral e posterolateral, foram reservados para o implante de marca-passo associado a procedimentos cirúrgicos para correção de cardiopatias congênitas, ou quando foi necessário tratar uma complicação decorrente de marca-passo infectado.

Para o implante do gerador, confeccionou-se uma bolsa de tecido celular subcutâneo da região peitoral, submamária ou abdominal, conforme a preferência do cirurgião ou o tamanho do paciente.

#### **4.3.3.2 Modo de estimulação**

Os pacientes foram submetidos a implante de marca-passo DDD ou VVI. Sempre que possível, optou-se pela estimulação bicameral, mais fisiológica. A técnica epicárdica foi restrita às seguintes indicações: presença de valvopatia tricúspide, prótese tricúspide, endocardite, anomalias venosas, lactentes ou crianças pequenas – por restrição de peso e dificuldade de via de acesso – e quando foi indicado o implante de marca-passo durante uma cirurgia cardíaca.

#### **4.3.3.3 Dados da telemetria**

No Laboratório de Estimulação Cardíaca Artificial do HC-UFMG, as telemetrias são realizadas por seis cardiologistas da área de adultos e uma cardiologista pediátrica. A periodicidade das avaliações segue padrão e métodos recomendados na literatura<sup>3,4</sup>. Os pacientes são avaliados no momento da alta hospitalar, que ocorre geralmente no primeiro dia de pós-operatório, 30 dias e 90 dias após o implante e, a partir daí, a cada seis meses ou menos, se necessário e dependendo das indicações clínicas individuais. Tal protocolo de acompanhamento está de acordo com as recomendações registradas na literatura<sup>3,5-9</sup>.

O Laboratório de Estimulação Cardíaca Artificial do HC-UFMG possui equipamentos adequados e equipe treinada para a realização de telemetria em marca-passos de diversos fabricantes. Em cada consulta, são feitas medidas dos limiares de estimulação e de sensibilidade, bem como de impedância do cabo-eletrodo e a voltagem da bateria.

Os parâmetros do marca-passo avaliados pela telemetria nesse estudo foram: modo de estimulação, LEA e LEV, IA e IV. Para os testes de limiar, registraram-se os limiares de

amplitude, medidos em volts, com largura de pulso de 0,4 ms. Foram registradas, também, a técnica de implante utilizada (item 4.3.3.1) e a presença de complicações (item 4.3.5).

#### **4.3.4 Avaliação ecocardiográfica da função ventricular**

Para avaliação ecocardiográfica da função ventricular, foram analisados os laudos dos Dopplerecardiogramas realizados no HC-UFMG e arquivados no Setor de Dopplerecardiografia deste hospital. Nos casos em que, por falha do armazenamento neste setor, não foi possível recuperar esses laudos, recorreu-se ao Serviço de Arquivos Médicos (SAME), onde foi possível analisar alguns exames. Por questões relacionadas a um incêndio ocorrido na Memovip, onde os prontuários antigos são arquivados, laudos de alguns pacientes não foram encontrados. A função sistólica do VE foi avaliada a partir da FE pelo método Teichholz<sup>10,11</sup> sendo considerada disfunção ventricular a FE menor que 54%. Ainda que existam métodos mais modernos e acurados para se fazer o diagnóstico precoce da disfunção ventricular<sup>12</sup>, grande parte dos laudos ecocardiográficos analisados nesse estudo eram antigos, o que tornou necessária uma padronização dos critérios para fins de análise estatística neste trabalho.

#### **4.3.5 Presença de complicações**

Para registro das complicações, foram consideradas as informações que constavam no banco de dados do Laboratório de Estimulação Cardíaca Artificial do HC-UFMG.

- Complicações relacionadas aos eletrodos

Foram incluídas nessa categoria as fraturas e deslocamentos de eletrodos atriais e ventriculares e disfunção dos eletrodos atriais e ventriculares – nos casos em que não foi especificada a presença de fratura.

- Complicações relacionadas à técnica de implante

Foram incluídos nessa categoria os episódios de endocardite bacteriana e trombose venosa profunda.

#### **4.4 Análise estatística**

A análise envolveu os dados registrados no arquivo eletrônico do Laboratório de Estimulação Cardíaca Artificial do HC-UFMG usados para emissão de relatório periódico de telemetria, laudos ecocardiográficos e nos prontuários clínicos.

Utilizou-se o programa SPSS 14.0 (*Statistical Package for the Social Sciences*). Os resultados foram expressos em números e proporção, para as variáveis categóricas, e em medidas de tendência central (média ou mediana) e de dispersão, para variáveis contínuas. O teste do qui-quadrado e o de Fisher, quando apropriado, foram utilizados para estudar possíveis associações entre variáveis categóricas. Para comparação entre variáveis contínuas, foram utilizados os testes de Mann-Whitney. O teste de Wilcoxon foi utilizado para comparar os parâmetros do marca-passo (LEA e LEV, IA e IV) durante o seguimento, comparando dois períodos (por ocasião do implante, na avaliação em três meses, e em um, cinco e 10 anos). Foi realizada a análise da sobrevida livre de complicações (eventos) por meio da curva de Kaplan Meier. Foi aplicado o teste de log Rank (Mantel-Cox) para comparar as curvas de sobrevida e fixado em 0,05 o nível de rejeição da hipótese de nulidade.

#### **4.5 Métodos da revisão da literatura**

O levantamento bibliográfico e a leitura crítica dos estudos comentados no *corpus* teórico e na discussão do artigo foram realizados desde a fase inicial deste trabalho e continuados ao longo de todo o seu desenvolvimento. A base de consulta da literatura pertinente a este estudo foi a MEDLINE, consultada na internet via *U.S. National*

*Library of Medicine* no seguinte endereço: [HTTP://ncbi.nlm.nih.gov/PubMed/](http://ncbi.nlm.nih.gov/PubMed/) e LILACS.

#### **4.6 Aspectos éticos e institucionais**

Esse estudo faz parte do projeto intitulado “Análise do Perfil Clínico de Crianças e Adolescentes com Marca-passo cardíaco: experiência de um serviço de estimulação cardíaca artificial”, que foi estruturado em duas fases. O projeto foi aprovado pela Câmara do Departamento de Pediatria/ Faculdade de Medicina-UFMG e pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG em 16 de fevereiro de 2011 com parecer número ETIC 0518.0.203.000-10. A primeira fase, já concluída, consistiu em coleta de dados clínicos e relacionados ao funcionamento dos marca-passos, registrados em prontuário eletrônico no Laboratório de Estimulação Cardíaca Artificial do HC-UFMG. Os resultados foram apresentados como parte da monografia de conclusão do Curso de Especialização em Cardiologia Pediátrica/Centro de Pós-graduação/Faculdade de Medicina-UFMG<sup>1</sup>. A segunda fase, que compõe o presente estudo, foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG em 24 de abril de 2014 com parecer número CAAE 24321014.2.0000.5149 (ANEXO 1).

Todos os pacientes incluídos nesta pesquisa assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Para os pacientes menores de 18 anos de idade, os pais ou responsáveis assinaram o TCLE. Pacientes com idade igual ou superior a 18 anos assinaram TCLE. Pacientes com idade inferior a 18 anos assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido, de acordo com o determinado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (APÊNDICE 2).

O exame realizado (telemetria) é feito rotineiramente no acompanhamento aos pacientes portadores de marca-passo como parte de sua assistência. Pode resultar em algum desconforto, como percepção incômoda os batimentos cardíacos, em virtude da realização da programação dos parâmetros do dispositivo.

## REFERÊNCIAS

1. Valadares LC. Análise do perfil clínico de crianças e adolescentes com marca-passo cardíaco: experiência de um serviço de estimulação cardíaca artificial. 2011. Monografia (Especialização em Cardiologia Pediátrica). Belo Horizonte - Minas Gerais: Universidade Federal de Minas Gerais; 2011.
2. Brignole M, Auricchio A, Baron-Esquivias G, Bordachar P, Boriani G, Breithardt O, Cleland J, Deharo J, Delgado V, Elliott PM, Gorenek B, Israel CW, Leclercq C, Linde C, Mont L, Padeletti L, Sutton R, Vardas PE. 2013 ESC Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy. The Task Force on cardiac pacing and resynchronization therapy of the European Society of Cardiology (ESC). Developed in collaboration with the European Heart Rhythm Association (EHRA). *Europace* 2013;15:1070-1118.
3. van Eck JW, van Hemel NM, de Voogt WG, Meeder JG, Spierenburg HA, Crommentuyn H, et al. Routine follow-up after pacemaker implantation: frequency, pacemaker programming and professionals in charge. *Europace*. 2008;10(7):832-7.
4. Silveti MS, De Santis A, Marcora S, De Santo T, Grovale N, Drago F. Circadian pattern of atrial pacing threshold in the young. *Europace*. 2008;10(2):147-50.
5. Olgun H, Karagoz T, Celiker A, Ceviz N. Patient- and lead-related factors affecting lead fracture in children with transvenous permanent pacemaker. *Europace*. 2008;10(7):844-7.
6. Ceresnak SR, Perera JL, Motonaga KS, Avasarala K, Malloy-Walton L, Hanisch D, et al. Ventricular lead redundancy to prevent cardiovascular events and sudden death from lead fracture in pacemaker-dependent children. *Heart Rhythm*. 2015;12(1):111-6.
7. Aizawa Y, Negishi M, Kashimura S, Nakajima K, Kunitomi A, Katsumata Y, et al. Predictive factors of lead failure in patients implanted with cardiac devices. *Intern J Cardiol*. 2015;199:277-81.
8. Celiker A, Ceviz N, Kucukosmanoglu O. Long-term results of endocardial pacing with Autocapture threshold tracking pacemakers in children. *Europace*. 2005;7(6):569-75.
9. Silveti MS, Drago F, Rava L. Long-term outcome of transvenous bipolar atrial leads implanted in children and young adults with congenital heart disease. *Europace*. 2012;14(7):1002-7.
10. Teichholz LE, Kreulen T, Herman MV, Gorlin R. Problems in echocardiographic volume determinations: echocardiographic-angiographic correlations in the presence of absence of asynergy. *Am J Cardiol*. 1976;37(1):7-11.
11. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellikka PA, et al. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber

Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr.* 2005;18(12):1440-63.

12. Cote AT, Harris KC, Panagiotopoulos C, Sandor GG, Devlin AM. Childhood obesity and cardiovascular dysfunction. *J Am Coll Cardiol.* 2013;62(15):1309-19.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Características gerais da população

No Laboratório de Estimulação Cardíaca Artificial do HC-UFG são acompanhados periodicamente 6326 pacientes com dispositivos eletrônicos, sendo 5197 pacientes com marca-passo, 832 com desfibrilador interno implantável (CDI), 189 com ressinchronizador e 108 com CDI e ressinchronizador. Do total de 5197 pacientes com marca-passo, 58,0 (1,1%) são crianças. O grupo de estudo foi composto por 50,0 pacientes, sendo 30,0 (60,0%) do gênero feminino. Oito crianças que são regularmente acompanhadas no Laboratório de Estimulação Cardíaca Artificial do HC-UFG não foram incluídas neste estudo, sendo duas por recusa dos pais em assinar o TCLE, quatro por terem tido marca-passo implantado em outro serviço e duas por terem sido admitidas no serviço quando a coleta de dados para este estudo já havia sido encerrada.

A média da idade no momento do implante de marca-passo foi de 81,7 meses (DP  $\pm$  67,3), com mediana de 60,0 meses, variando de algumas horas a 192,0 meses de vida. Todos os cinco pacientes cujo marca-passo foi implantado no primeiro dia de vida são pacientes do Serviço de Medicina Fetal/Unidade de Cardiologia Fetal do HC-UFG, com diagnóstico pré-natal por meio do Dopplerecardiograma fetal. Com esse exame foi possível fazer o diagnóstico intrauterino de BAVT, permitindo que a equipe cirúrgica se mobilizasse antes do nascimento para o implante de marca-passo. Quarenta e quatro por cento (22/50) dos pacientes incluídos neste estudo eram procedentes de Belo Horizonte e região metropolitana.

A distribuição das causas de indicação do implante está registrada na Tabela 1. As principais causas que levaram ao implante de marca-passo foram BAVT congênito, presente em mais da metade e BAVT no pós-operatório de cirurgias para correção de cardiopatia congênita estrutural, presente em torno de um terço dos casos. Dos 17 pacientes com BAVT diagnosticado no pós-operatório de cirurgia para correção de cardiopatia congênita estrutural, dois (11,8%) apresentaram BAVT no pós-operatório tardio, sendo o primeiro um ano e o segundo cinco anos após o procedimento.

Tabela 1- Distribuição percentual das causas que levaram ao implante de marca-passo (n=50)

Causa	Número	Percentagem (%)
BAVT congênito	27,0	54,0
BAVT pós- operatório de cirurgia cardíaca	17,0	34,0
Outras causas <sup>1</sup>	6,0	12,0
<b>Total</b>	<b>50,0</b>	<b>100,0</b>

<sup>1</sup>Doença do nó sinusal (2), ritmo juncional (1), doença de Chagas (1), BAV segundo grau Mobitz II (1) e síndrome de Kearns Sayres (1).

A presença de cardiopatia congênita estrutural foi frequente e com diagnóstico confirmado na metade da população investigada, sendo 32,0% (8/25) associada a BAVT congênito e 68,0% (17/25) corresponderam ao grupo em pós-operatório de cirurgia cardíaca para correção de cardiopatia congênita. Dos 17 pacientes que evoluíram com BAVT no pós-operatório de correção de cardiopatia congênita estrutural, 70,6% (12/17) apresentavam CIV isolada (35,3%; 6/17) ou em associação com outras malformações cardíacas (35,3%; 6/17). As Tabelas 2 e 3 apresentam a distribuição percentual dos diagnósticos das cardiopatias congênitas estruturais registradas, respectivamente, nos pacientes com BAVT congênito e pós-operatório.

Tabela 2- Distribuição percentual das cardiopatias congênitas registradas nos pacientes com bloqueio atrioventricular total (BAVT) congênito de acordo com os tipos de defeitos estruturais (n=7)

Diagnóstico	Número de pacientes	Percentual do total de cardiopatias
CIA <sup>1</sup>	1,0	14,3
PCA <sup>2</sup>	2,0	28,5
PCA + CIA	1,0	14,3
Doença de Ebstein	1,0	14,3
Tetralogia de Fallot	1,0	14,3
TGA <sup>3</sup>	1,0	14,3
<b>Total</b>	<b>7,0</b>	<b>100,0</b>

1- Comunicação interatrial ; 2- Persistência do canal arterial; 3- Transposição das grandes artérias

Tabela 3-Distribuição percentual das cardiopatias congênitas registradas nos pacientes com bloqueio atrioventricular total (BAVT) em pós-operatório de correção de cardiopatia congênita estrutural de acordo com os tipos de defeitos estruturais (n=17)

Diagnóstico	Número de pacientes	Percentual do total de cardiopatias (%)
CIA <sup>1</sup>	2,0	11,8
CIV <sup>2</sup>	6,0	35,3
DSA VT <sup>3</sup>	2,0	11,8
CIA + PCA	2,0	11,8
Tetralogia de Fallot	2,0	11,8
TGA <sup>4</sup>	2,0	11,8
Doença de Ebstein	1,0	5,7
<b>Total</b>	<b>17,0</b>	<b>100,0</b>

1- Comunicação interatrial ; 2- Comunicação interventricular; 3- Defeito do septo atrioventricular forma total; 4 Transposição das grandes artérias

## 5.2 Dados do marca-passo no momento do implante

Em relação ao modo de estimulação, 36,0% (18/50) foram submetidos a implante de marca-passo VVI e 64,0% (32/50) a implante de marca-passo DDD.

Com relação à técnica de implante dos eletrodos do marca-passo, em 52,0% (26/50) o eletrodo foi posicionado no endocárdio e em 48,0% (24/50) no epicárdio, sendo que destes, 75,0% (18/24) foram substituídos por eletrodos endocárdicos posteriormente. Neste estudo o acesso pela veia femoral foi utilizado em apenas um paciente, no qual houve dificuldades técnicas para o acesso pela veia jugular. Nesse caso, o procedimento via acesso transfemoral transcorreu sem anormalidades

Os dados dos eletrodos à telemetria no momento do implante estão demonstrados na Tabela 4. Os valores de amplitude atrial e ventricular, no momento do implante, são aqueles do fabricante, geralmente entre 3 e 3,5 volts. Após o período de cicatrização, quando os limiares se estabilizam, esses parâmetros são ajustados à telemetria, de acordo com os limiares de estimulação atrial e ventricular medidos. A largura do pulso foi de 0,4 milissegundos.

Tabela 4- Parâmetros dos eletrodos no momento do implante

	Média	Mediana	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
LEA <sup>1</sup> (volts)	0,6	0,5	0,3	0,2	1,3
LEV <sup>2</sup> (volts)	0,8	0,8	0,4	0,2	2,2
IA <sup>3</sup> (Ohms)	415,4	389,5	208,1	200,0	1310,0
IV <sup>4</sup> (Ohms)	512,8	493,5	159,1	278,0	1010,0

1-Limiar de estimulação atrial; 2- limiar de estimulação ventricular; 3-impedância atrial; 4-impedância ventricular

### **5.3 Associação de variáveis**

#### **5.3.1 Gênero**

Não houve diferença em relação às variáveis categóricas: causa do implante ( $p=0,451$ ), tipo de BAV ( $p=0,831$ ), presença de cardiopatia congênita estrutural associada ( $p=0,136$ ) e modo de estimulação ( $p=0,217$ ).

A média da idade dos pacientes por ocasião do implante foi semelhante entre os gêneros, sendo de  $75,7 \pm 68,3$  meses no gênero feminino e de  $85,9 \pm 67,5$  meses no masculino ( $p=0,457$ ).

Não houve diferença quanto às IA ( $p=0,634$ ) e IV ( $p=0,118$ ) e quanto aos LEA ( $p=0,469$ ) e LEV ( $p=0,460$ ) no momento do implante em relação ao gênero.

#### **5.3.2 Causa e idade no momento do implante**

Quanto à da idade no momento do implante de marca-passo, a análise intergrupos mostrou diferença estatisticamente significativa, com registro de pacientes mais jovens no grupo com BAVT congênito quando comparado àquele com BAVT diagnosticado no pós-operatório como complicação de cirurgia cardíaca (TABELA 5).

O implante de marca-passo ocorreu no primeiro dia de vida em cinco pacientes, correspondendo a 83,3% da amostra de recém-nascidos com BAVT.

Tabela 5- Comparação entre as idades dos pacientes de acordo com a categoria de bloqueio atrioventricular total (BAVT) no momento do implante de marca-passo (n=44)

Idade (meses)	BAVT congênito (n=27)	BAVT pós- operatório (n=17)	Valor-p <sup>1</sup>
Média	54,6	111,1	0,005
Desvio padrão	56,1	67,3	
Mínimo	0,0	23,0	
Máximo	180,0	216,0	

<sup>1</sup>Teste Mann Whitney

### 5.3.3 Modo de estimulação e técnica de implante

A análise da idade dos pacientes no momento do implante evidenciou que foi implantado marca-passo em modo VVI nos pacientes mais jovens quando comparados aos que receberam marca-passo em modo DDD, sendo essa diferença estatisticamente significativa, conforme demonstrado na Tabela 6.

Tabela 6- Associação entre modo de estimulação e idade no momento do implante (n=50)

Modo de estimulação	Número de pacientes	Idade(meses) Média	Desvio padrão	Valor-p <sup>1</sup>
DDD	30,0	98,4	56,8	0,024
VVI	20,0	65,9	63,1	

<sup>1</sup>Teste de Mann-Whitney

Analisando-se a idade no momento do implante do primeiro marca-passo, observou-se idade maior nos pacientes cujo eletrodo era endocavitário, sendo este resultado estatisticamente significativo quando comparado à idade dos pacientes com eletrodo epicárdico (TABELA 7).

Tabela 7- Associação entre idade no momento do implante e posicionamento do eletrodo (n=50)

Localização	Número de pacientes	Média	Desvio padrão	Valor-p <sup>1</sup>
Endocárdico	26,0	126,5	58,2	<0,001
Epicárdico	24,0	33,3	35,5	

<sup>1</sup>Teste Mann-Whitney

Não houve diferença estatisticamente significativa dos LEA e LEV e das IA e IV de acordo com a técnica de implante.

## 5.4 Seguimento

A média de tempo de seguimento dos pacientes no estudo foi de  $10,8 \pm 4,7$  anos (mediana 12 anos, variando de 1 a 20 anos), não havendo diferença entre os gêneros ( $p=0,349$ ).

### 5.4.1 Parâmetros do marca-passo

Do total de 50,0 pacientes do estudo, 82,0% (41/50) receberam eletrodos de fixação ativa. Em 98,0% (49/50) os eletrodos foram bipolares e 86,0% (43/50) receberam eletrodos revestidos com corticoide. Dados técnicos dos eletrodos implantados estão listados na Tabela 8.

Tabela 8- Dados técnicos dos eletrodos

Fabricante	Modelo	Polaridade	Corticoide	Fixação
Saint Jude	2088TC	Bipolar	Sim	Ativa
	1470T	Bipolar	Sim	Passiva
	1488T	Bipolar	Sim	Ativa
	1346T	Bipolar	Sim	Passiva
	1999	Bipolar	Sim	Ativa
	1688T	Bipolar	Sim	Ativa
	1888T	Bipolar	Sim	Ativa
	2088T	Bipolar	Sim	Ativa
	1699T	Bipolar	Sim	Ativa
	1646T	Bipolar	Sim	Passiva
	1388K	Bipolar	Sim	Ativa
Medtronic	5076	Bipolar	Sim	Ativa
	5054	Bipolar	Sim	Passiva
	4076	Bipolar	Sim	Ativa
	5071	Unipolar	Não	Ativa
	4068	Bipolar	Sim	Ativa
	4968	Bipolar	Sim	Passiva
Biotronic	Setrox S60	Bipolar	Sim	Ativa
	Setrox S53	Bipolar	Sim	Ativa
	Linux SD6516	Bipolar	Sim	Ativa
	Solia S53	Bipolar	Sim	Ativa
	SL6011BP	Bipolar	Sim	Ativa
	BP54	Bipolar	Sim	Ativa
Greatbatch	511212	Bipolar	Não	Ativa
Medical CPI	4285	Bipolar	Sim	Ativa

Vinte e seis por cento (13/50) dos pacientes foram submetidos a pelo menos uma troca eletiva de gerador. Eletrodos atriais foram substituídos em 14,0% (7/50) dos pacientes e eletrodos ventriculares em 10,0% (5/50).

O Gráfico 1 apresenta as médias das IA e IV no momento do implante e após três meses, um ano, cinco anos e 10 anos de seguimento. As médias dos valores referentes à IA foram 415,4 (DP±208,1); 357,2 (DP±92,2); 369,6 (DP±110,3); 582,1 (DP±675,2); 380,2 (DP±178,9) Ohms, respectivamente. As médias dos valores referentes à IV foram 512,8 (DP±159,1); 510,6 (DP±208,3); 519,7 (DP±285,4); 495,6 (DP±222,8); 464,9 (DP±168,0) Ohms, respectivamente.

Foi observada tendência de estabilidade de IV no período analisado e aumento de IA após o período de cinco anos do implante do eletrodo. Esse aumento não foi estatisticamente significativo ( $p=0,758$ ) pelo teste de Wilcoxon.

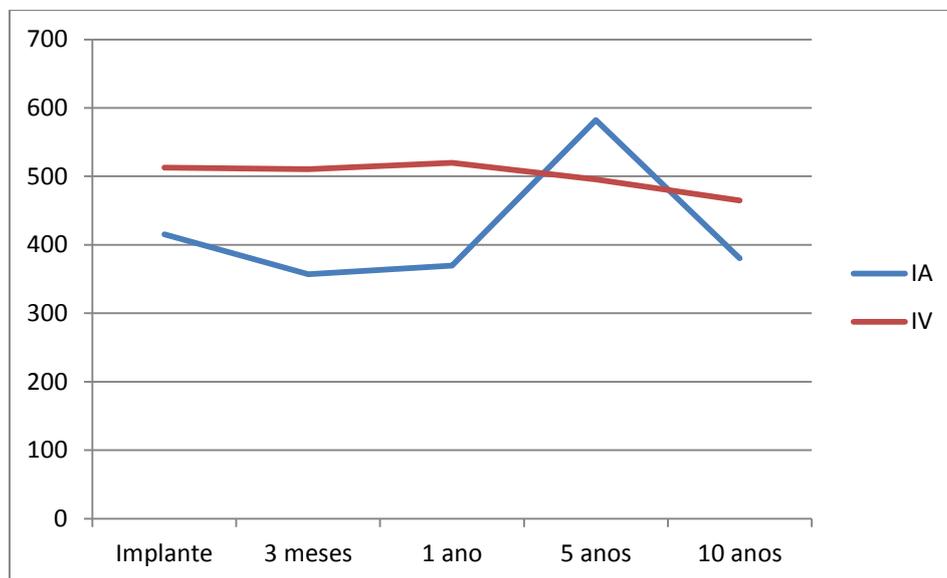


Gráfico 1- Média das impedâncias dos eletrodos atrial (IA) e ventricular (IV) em 10 anos de seguimento

O Gráfico 2 apresenta as médias de LEA e LEV no momento do implante e após três meses, um ano, cinco anos e 10 anos de seguimento. Os valores de LEA foram 0,8 (DP±0,4); 0,8 (DP±0,3); 0,8 (DP±0,3); 1 (DP±0,7); 0,8 (DP±0,3) volts, respectivamente. Os valores de LEV foram 0,6 (DP±0,3); 0,7 (DP±0,5); 0,7 (DP±0,3); 0,6 (DP±0,3); 0,9 (DP±0,9) volts, respectivamente.

Foi observada tendência de estabilidade do LEV e aumento do LEA, comparando-se as médias dos valores aos três meses e aos cinco anos do implante do eletrodo. Esse aumento foi estatisticamente significativo ( $p=0,028$ ) pelo teste de Wilcoxon.

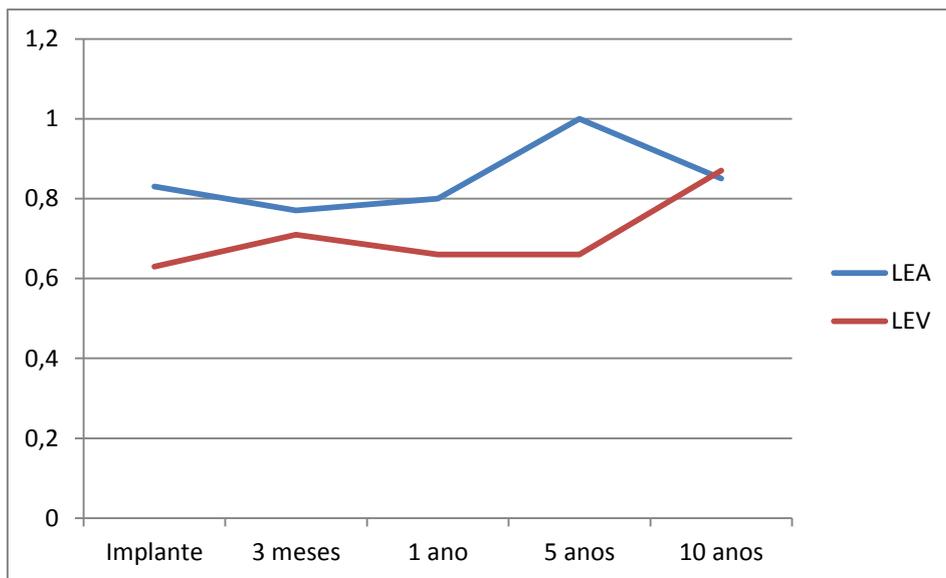


Gráfico 2- Média dos limiares de estimulação atrial (LEA) e ventricular (LEV) em 10 anos de seguimento

Houve diferença estatisticamente significativa dos LEA cinco anos após o implante de marca-passo nos pacientes com cardiopatia congênita estrutural, o mesmo não ocorrendo com LEV, conforme demonstrado nas Tabelas 9 e 10, respectivamente.

Na análise dos limiares, foram avaliados comparativamente o grupo de pacientes com BAVT sem cardiopatia congênita com o grupo com BAVT e cardiopatia congênita (incluindo o BAVT congênito e o BAVT adquirido em pós-operatório de correção de cardiopatias congênitas cirurgia cardíaca). Considerou-se, nessa análise, que no pós-operatório de cardiopatias congênitas permanecem, por algum tempo, as repercussões funcionais - como dilatação de câmaras, que existe a possibilidade de lesões residuais, que algumas intervenções objetivam correção funcional e não anatômica e, ainda, que algumas correções são realizadas com estadiamento das intervenções.

Tabela 9- Média dos limiares de estimulação atrial (LEA) cinco anos após o implante de marca-passo nos pacientes com bloqueio atrioventricular total (BAVT) de acordo com a presença ou ausência de cardiopatia congênita estrutural (n=24)

LEA	BAVT sem cardiopatia(n=11)	BAVT com cardiopatia(n=13)	Valor-p <sup>1</sup>
Média	0,5	0,8	0,011
DP	0,1	0,4	

<sup>1</sup>Teste Mann Whitney

Tabela 10- Média dos limiares de estimulação ventricular (LEV) cinco anos após o implante de marca-passo nos pacientes com bloqueio atrioventricular total (BAVT) de acordo com a presença ou ausência de cardiopatia congênita estrutural (n=44)

LEV	BAVT sem cardiopatia(n=20)	BAVT com cardiopatia(n=24)	Valor-p <sup>1</sup>
Média	1,1	0,9	0,956
DP	1,1	0,4	

<sup>1</sup>Teste Mann Whitney

#### 5.4.2 Variáveis laboratoriais

A análise dos dados ecocardiográficos foi realizada com o objetivo de detectar disfunção ventricular associada à estimulação cardíaca artificial. Entretanto, devido a dificuldades com a coleta dos dados, essa análise só foi possível em 50,0% (25/50) dos pacientes. A média da FE pelo método de Teichholz foi de 64,6% (DP 10,0; mediana 65,0%; mínimo 34,0%; máximo 77,0%) em Dopplerecardiograma realizado, em média, 8,3 anos após o implante de marca-passo (DP  $\pm$  4,3; mediana: 8,0; mínimo: 1,0; máximo: 17,0). Alguns pacientes realizaram vários exames, mas pelos motivos citados no item 4.3.4, seus dados não puderam ser analisados. Vinte e quatro por cento dos pacientes (6/25) que tiveram Dopplerecardiograma analisado neste estudo apresentaram disfunção ventricular de acordo com os critérios explicitados no item

4.3.4 sendo que, em três desses pacientes, havia apenas registro no prontuário de disfunção ventricular leve, sem registro de FE.

### 5.4.3 Complicações

Complicações ocorreram em 17 pacientes (34,0%;17/50) e, em 76,5% (13/17), elas foram relacionadas aos eletrodos. Todos os eletrodos que apresentaram complicações tinham mecanismo de fixação ativa. Complicações clínicas ocorreram em 23,5% (4/17) dos pacientes, sendo um paciente com trombose venosa profunda secundária a técnica de implante transvenoso e três pacientes com endocardite bacteriana. Quatro pacientes com complicações relacionadas aos eletrodos apresentaram quelóide, evento que ocorreu, isoladamente, em outros dois, totalizando seis pacientes.

Sete pacientes com BAVT congênito apresentaram complicações relacionadas aos eletrodos sendo que, destes, 42,8% (3/7) apresentavam cardiopatia congênita associada.

Dos pacientes estudados, 6,0% (3/50) evoluíram para óbito por questões clínicas, sendo dois com choque cardiogênico grave em pós-operatório tardio de correção de cardiopatia congênita estrutural. Nesses casos, o óbito não foi relacionado ao marca-passo. Um paciente apresentou morte súbita em casa, aos 13 anos de idade, oito anos após correção cirúrgica de CIV. Esse paciente havia sido submetido a telemetria uma semana antes do óbito e não foi registrado, ao exame, nenhum sinal de alerta de mau funcionamento do marca-passo.

A ocorrência de miocardiopatia dilatada é uma temida complicação relacionada à estimulação cardíaca artificial. Neste estudo, entretanto, considerando a ausência de Dopplerecardiograma antes do implante de marca-passo na maioria dos pacientes, bem como a elevada prevalência de BAVT congênito – que pode cursar com miocardiopatia dilatada - e, também, o elevado percentual de associação com cardiopatia congênita estrutural, esta complicação foi excluída da análise que correlaciona eventos adversos ao implante de marca-passo.

As principais complicações relacionadas aos eletrodos e ao implante de marca-passo que apresentam potencial para aumentar a morbidade e mortalidade dos pacientes estão listadas na Tabela 11, e foram as consideradas para a análise.

Tabela 11- Complicações relacionadas aos eletrodos e à técnica de implante com risco potencial de aumentar a morbidade (n=17)

Complicações	Número	Porcentagem
Fratura de eletrodo atrial	7,0	41,1
Disfunção do eletrodo atrial	1,0	5,9
Fratura do eletrodo ventricular	2,0	11,8
Deslocamento do eletrodo ventricular	2,0	11,8
Disfunção do eletrodo ventricular	1,0	5,9
Endocardite bacteriana	3,0	17,6
Trombose venosa profunda	1,0	5,9
<b>Total</b>	<b>17,0</b>	<b>100,0</b>

Com relação aos dados registrados na Tabela 11, não houve diferença estatisticamente significante de idade entre pacientes com e sem complicações (média 90,2 meses *versus* 76,6 meses;  $p=0,57$ ), nem de gênero ( $p=0,82$ ). Entre os pacientes com função ventricular avaliada após o implante, não houve associação entre a função normal ou disfunção ventricular e a presença de complicações ( $p=0,21$ ), assim como entre a FE após o implante e a presença de complicações (63,1% em pacientes sem complicações *versus* 67,1% naqueles com complicações;  $p=0,98$ ). Também, não houve associação entre os parâmetros dos eletrodos do marca-passo, seu modo de estimulação por ocasião do implante e a presença de complicações. O tempo de seguimento foi semelhante entre pacientes nos grupos com e sem complicações.

A frequência de complicações foi semelhante nos grupos de BAVT com e sem cardiopatia congênita estrutural. Na análise das complicações, foram avaliados comparativamente o grupo de pacientes com BAVT sem cardiopatia congênita e o grupo com BAVT e cardiopatia congênita (incluindo o BAVT congênito e o BAVT adquirido em pós-operatório de correção de cardiopatias congênitas cirurgia cardíaca),

pelos motivos já explicitados no item 5.4.1 por ocasião da análise dos limiares de estimulação. Os dados estão demonstrados na Tabela 12.

Tabela 12- Associação entre complicações e presença de cardiopatia congênita estrutural nos pacientes com bloqueio atrioventricular total (BAVT) (n=44)

Presença de complicação	BAVT sem cardiopatia	BAVT com cardiopatia	Total n (%)	Valor-p <sup>1</sup>
Sim	12 (27,3)	16 (36,3)	<b>28 (63,6)</b>	0,647
Não	8 (18,2)	8 (18,2)	<b>16 (36,4)</b>	
<b>Total n (%)</b>	<b>20 (45,5)</b>	<b>24 (54,5)</b>	<b>44 (100)</b>	

<sup>1</sup>Teste qui-quadrado

Analisando-se separadamente o grupo de pacientes com BAVT congênito, também não houve associação estatisticamente significativa entre a ocorrência de complicações e a presença ou ausência de cardiopatia congênita estrutural. (TABELA 13)

Tabela 13- Associação entre complicações e presença de cardiopatia congênita estrutural nos pacientes com bloqueio atrioventricular total (BAVT) congênito (n=27)

Presença de complicação	BAVT congênito sem cardiopatia	BAVT congênito com cardiopatia	Total n (%)	Valor-p <sup>1</sup>
Sim	5 (18,5)	1 (3,7)	<b>6 (22,2)</b>	0,694
Não	14 (51,9)	7 (25,9)	<b>21 (77,8)</b>	
<b>Total n (%)</b>	<b>19 (70,4)</b>	<b>8 (29,6)</b>	<b>27 (100)</b>	

<sup>1</sup>Teste de Fisher

A frequência de complicações foi semelhante entres os pacientes com BAVT congênito e pós-operatório, conforme demonstrado na Tabela 14.

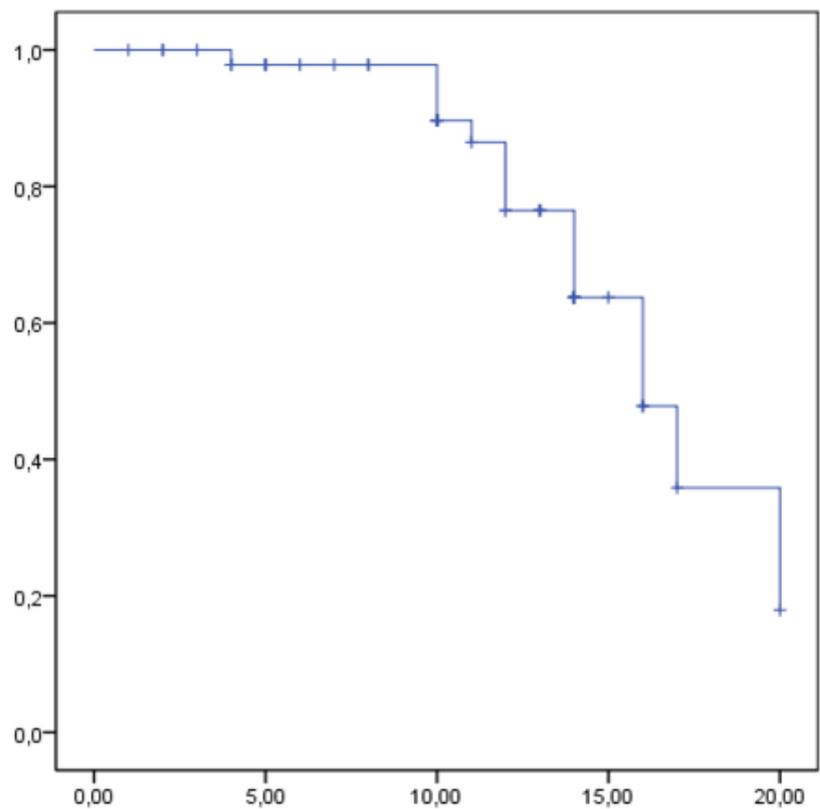
Tabela 14- Associação entre complicações e presença de cardiopatia congênita estrutural nos pacientes com bloqueio atrioventricular total (BAVT) congênito e pós-operatório (n=44)

Presença de complicação	BAVT congênito n(%)	BAVT pós-operatório n(%)	Total n (%)	Valor-p <sup>1</sup>
Sim	8 (18,2)	8 (18,2)	<b>16 (36,4)</b>	0,242
Não	19 (43,2)	9 (20,4)	<b>28 (63,6)</b>	
<b>Total n (%)</b>	<b>27 (61,4)</b>	<b>17(38,6)</b>	<b>44 (100)</b>	

<sup>1</sup>Teste qui-quadrado

Utilizando a curva de Kaplan-Meier e considerando como base prognóstica a ocorrência de eventos (complicações), foram construídas curvas de sobrevida de toda a população (Gráfico 3) e quanto à categoria de BAVT (Tabela 15 e Gráfico 4). Foi aplicado o teste de Log-Rank (Mantel-Cox) para comparar as curvas. Houve maior sobrevida livre de eventos nos pacientes com BAVT congênito quando comparados ao grupo de BAVT pós-operatório, sendo essa diferença estatisticamente significativa ( $p=0,018$ ). A razão de chance de complicações foi de 2,5 para pacientes com BAVT pós-operatório em comparação com aqueles com BAVT congênito.

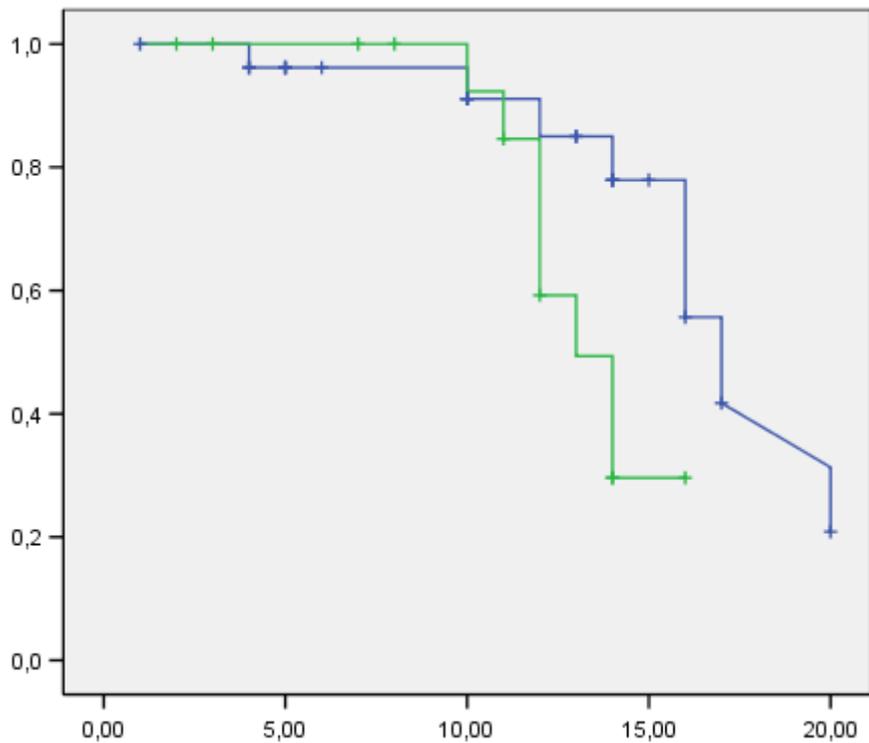
Não houve diferença de sobrevida livre de eventos entre os gêneros ( $p=0,440$ ) e entre os grupos de BAVT com e sem cardiopatia ( $p=0,647$ ) e de BAVT congênito com e sem cardiopatia ( $p=0,694$ ).



Tempo (anos)	4	10	11	12	14	16	17	20
Número acumulado de pacientes com eventos	1	4	5	8	11	13	14	15
Percentagem acumulada de sobrevida	97,8	91,3	89,1	82,6	76,1	71,7	69,6	67,4

Gráfico 3- Probabilidade acumulada de sobrevida livre de eventos dos pacientes ao longo de 20 anos de acompanhamento.

Eixo horizontal: tempo de seguimento (em anos); eixo vertical: sobrevida livre de complicações.



#### Pacientes com BAVT congênito

Tempo (anos)	4	10	12	14	16	17	20
Número acumulado de pacientes com eventos	1	2	3	4	6	7	8
Percentagem acumulada de sobrevida	96,29	92,59	88,88	85,18	77,77	74,07	70,37

#### Pacientes com BAVT pós-operatório

Tempo (anos)	10	11	12	13	14	16
Número acumulado de pacientes com eventos	1	2	5	6	7	8
Percentagem acumulada de sobrevida	94,11	88,23	70,58	64,70	58,82	52,94

Gráfico 4- Probabilidade acumulada de sobrevida livre de eventos nos pacientes com bloqueio atrioventricular total (BAVT) congênito e pós-operatório

Eixo horizontal: tempo de seguimento (em anos); eixo vertical: sobrevida livre de complicações; linha verde: BAVT pós-operatório; linha azul: BAVT congênito.

Tabela 15- Comparação da sobrevida livre de eventos entre os pacientes em relação ao tipo de bloqueio atrioventricular total (BAVT)

Variável	Eventos n(%)	Intervalo de confiança		Valor p <sup>1</sup>
		Limite inferior	Limite superior	
BAVT pós-operatório	7 (41,2%)	13,5	18,5	0,018
BAVT congênito	6 (22,2%)			

<sup>1</sup> Teste Mantel-Cox

## 6 DISCUSSÃO

O uso da estimulação cardíaca artificial permanente em crianças e adolescentes ocorre, principalmente, em casos de bloqueios atrioventriculares congênitos e pós-operatórios<sup>1</sup>, como demonstrado nos resultados desta investigação, na qual a soma percentual dessas duas condições totalizou 88% das causas que levaram ao implante de marca-passo. A prevalência de dano ao tecido de condução após a cirurgia cardíaca é de cerca de 1,0% das operações, sendo a principal causa de implante de marca-passo em crianças nas instituições que realizam procedimentos corretivos cardíacos<sup>2-6</sup> e cateterismo intervencionista para fechamento de CIA e CIV com Amplatzer®<sup>7-10</sup>, respondendo por mais da metade dos implantes, seguida do BAVT congênito<sup>3-6</sup>. Essa diferença em relação aos dados do presente estudo deve-se, provavelmente, à contribuição, na população total, de elevado percentual de pacientes com BAVT congênito oriundos do Centro de Medicina Fetal do HC-UFMG, centro de referência no estado de Minas Gerais, que inclui, entre seus diversos setores, uma Unidade de Cardiologia Fetal. Esses pacientes tiveram o diagnóstico do BAVT ainda na vida intrauterina por meio do Dopplerecordercardiograma fetal. Esse fluxo certamente permitiu o diagnóstico precoce da bradiarritmia e a programação terapêutica ainda na fase pré-natal, com implante de marca-passo tão logo fosse necessário. Considera-se, também nesse contexto, o aspecto longitudinal do acompanhamento dos pacientes nos ambulatórios da Divisão de Cardiologia Pediátrica e Fetal do HC-UFMG, após alta da Unidade de Neonatologia do mesmo hospital.

Dos 27 pacientes com BAVT congênito incluídos no estudo, 29,6% apresentavam cardiopatia congênita estrutural associada. O BAVT congênito é a principal causa de bradicardia crônica em pacientes jovens não submetidos à cirurgia cardíaca, ocorrendo, frequentemente, sem nenhuma anormalidade estrutural<sup>4,11</sup>. Entretanto, entre 16,0% e 50,0% dos casos de bloqueio atrioventricular detectados no feto estão associados com malformações cardíacas envolvendo a junção atrioventricular, principalmente coração univentricular, transposição corrigida das grandes artérias e isomerismo atrial<sup>12-15</sup>. Além da conhecida associação do BAVT congênito com as cardiopatias congênitas estruturais, a alta prevalência dessa associação nesses pacientes deveu-se, provavelmente, também ao fato de serem pacientes oriundos de hospital terciário,

referência estadual no cuidado às crianças cardiopatas, que possui atendimento a pacientes com gestação de alto risco, serviços de Medicina Fetal e de Cardiologia Pediátrica que atuam de maneira integrada no cuidado aos fetos com cardiopatia congênita e bradiarritmia. Nesse contexto, considera-se ainda a elevada prevalência de cardiopatia congênita estrutural associada ao BAVT registrada na literatura, como no trabalho de Silveti e cols.<sup>16</sup> (2008), no qual foram acompanhados prospectivamente 14 pacientes em uso de estimulação cardíaca artificial, sendo a prevalência de cardiopatia congênita estrutural de 64,0%. Esse mesmo autor, em outra série de casos com 56 pacientes, encontrou prevalência de cardiopatia congênita associada em 66,0% dos pacientes investigados<sup>17</sup>. No presente estudo, um percentual significativo dos pacientes em pós-operatório de correção de cardiopatia congênita estrutural que evoluíram para BAVT apresentavam CIV isolada (35,3%) ou em associação com outras malformações cardíacas (35,3%). Outros estudos também registraram distribuição semelhante, dentre as cardiopatias congênitas associadas a BAVT no pós-operatório com percentuais variando de 60,0 a 85,0%<sup>6,18,19</sup>. A incidência de BAV no pós-operatório precoce de fechamento de CIV varia de 0,7% a 3,0% e é causada, provavelmente, pelo ancoramento do *patch* utilizado para correção desta cardiopatia. Portanto, os riscos potenciais dessa importante complicação após o fechamento cirúrgico ou percutâneo dos defeitos septais ventriculares determinam monitoramento cuidadoso desses pacientes no pós-operatório. Além disso, o BAVT transitório no pós-operatório também implica acompanhamento rigoroso dos pacientes devido ao risco de evolução tardia para BAVT permanente<sup>6,20</sup> como ocorreu com dois pacientes no presente estudo, que apresentaram BAVT tardio com intervalos de um e cinco anos após a cirurgia. Estudo que analisou retrospectivamente 922 pacientes submetidos a cirurgia para correção de CIV (n=503), DSAV (n=197) e tetralogia de Fallot (n=222) demonstrou prevalência de 2,3% de BAVT precoce e 0,3% de BAVT tardio<sup>6</sup>. As investigações registradas na literatura mostram evolução tardia para BAVT até 10 anos após a correção dos defeitos congênitos<sup>20</sup>. Tucker e cols.<sup>21</sup> (2007), em estudo que analisou retrospectivamente os resultados cirúrgicos a curto e longo prazo de 4432 pacientes submetidos a correção cirúrgica de CIV no período de 1982 a 2003, demonstrou que 41 pacientes (1,1%) foram submetidos a implante de marca-passo no pós-operatório devido a BAV irreversível. Das variáveis analisadas no estudo (idade, peso *versus* idade, tempo de hospitalização no pós-operatório e presença de síndrome de Down), apenas a associação com síndrome de Down apresentou-se como fator de risco para a presença de BAVT com necessidade

de implante de marca-passo definitivo ( $p < 0,05$ ). Outro dado muito significativo desse estudo é que, dos 41 pacientes em que houve indicação de implante de marca-passo, em cinco (12%) a cirurgia para correção de CIV havia sido realizada há mais de quatro anos. Esse dado deve ser levado em consideração ao se programar o acompanhamento em longo prazo dos pacientes submetidos a correção cirúrgica de CIV isolada ou em associação com outros defeitos estruturais cardíacos.

No caso dos pacientes cujo implante foi realizado no pós-operatório de cirurgias cardíacas, a indicação ocorreu devido ao grande risco que os bloqueios atrioventriculares de terceiro grau têm de causar morte súbita nessa fase. Nesses casos, em acordo com as diretrizes da ACC, recomenda-se aguardar um prazo de sete dias após a cirurgia para indicar o implante de marca-passo definitivo, uma vez que pode ocorrer recuperação espontânea da função do sistema de condução nesse período<sup>22</sup>.

No presente estudo não houve diferença de gênero em relação a causa do implante, tipo de BAV, presença de cardiopatia congênita estrutural associada e modo de estimulação. Além disso, a média da idade dos pacientes por ocasião do implante foi semelhante entre os gêneros. Entretanto, Eliasson e cols.<sup>23</sup> (2015) em estudo multicêntrico que acompanhou retrospectivamente 127 crianças e adolescentes por um período de 8,7 anos, em média, constatou diferenças entre os gêneros. Nos pacientes do gênero masculino foram menores a idade no momento do implante do marca-passo, o tempo decorrido entre o diagnóstico de BAVT e o implante, a frequência cardíaca ao nascimento e a porcentagem de encurtamento ao Dopplerecocardiograma realizado antes da cirurgia. Uma possível interpretação desses achados é que o marca-passo foi implantado em idade mais precoce nos pacientes do gênero masculino porque eles tinham uma maior deterioração da função cardíaca pré-implante em comparação às pacientes do gênero feminino.

Nesta investigação, nos pacientes com BAVT congênito, o marca-passo foi implantado em idade mais precoce quando comparado aos implantes realizados por outras causas, sendo essa diferença estatisticamente significativa ( $p=0,005$ ). Gebauer e cols.<sup>19</sup> (2009), em estudo com 82 pacientes, observou que, no grupo de pacientes com BAVT pós-operatório, o marca-passo foi implantado em idade mais precoce quando comparado ao grupo de BAVT congênito, sendo essa diferença estatisticamente significativa ( $p=0,045$ ). Essa diferença pode ser explicada pelo fato de que, no presente estudo, a

maioria dos fetos com BAVT foram submetidos a Dopplerecociograma fetal e acompanhados em conjunto pelas equipes da Divisão de Cardiologia Pediátrica e Fetal e do Centro de Medicina Fetal do HC-UFMG, o que resultou, nos casos graves de bradicardia intrauterina, na programação de implante pós-natal de marca-passo ainda na fase pré-natal. Essa integração entre as equipes possibilitou o agendamento dos partos de modo que fosse possível o implante de marca-passo o mais precocemente possível, tendo o mesmo ocorrido, em alguns casos, nas primeiras horas de vida do recém-nascido.

Foi observada idade maior nos pacientes cujo eletrodo era endocavitário, sendo este resultado estatisticamente significativo quando comparado à idade dos pacientes com eletrodo epicárdico, corroborando o que foi dito anteriormente<sup>1,3</sup>.

As técnicas utilizadas para implante de marca-passo em crianças e adolescentes, epicárdica e transvenosa, mostram influência da condição anatômica ou da associação com a cirurgia cardíaca. A estimulação epicárdica está reservada para os casos em que o implante transvenoso é dificultado ou impossibilitado, pelo 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<sup>5,24</sup>. Na criança, a via de acesso preferencial tem sido a epicárdica, devido à dificuldade técnica para acesso transvenoso nessa faixa etária. A pequena dimensão das superfícies torácica e abdominal de neonatos e lactentes torna difícil o alojamento dos geradores de pulso. O reduzido calibre de suas veias torna difícil o acesso dos cabos transvenosos. A pequena elasticidade dos cabos-eletrodos não se adapta à velocidade de crescimento da criança. Assim, eles se tornam curtos em relação ao tamanho corporal, ficando sujeitos a trações<sup>25</sup>.

O acesso transfemoral, preconizado por Ellestad e cols.<sup>11</sup> (1980) para implante de marca-passo em adultos, foi adaptado por Costa e cols.<sup>26</sup> (1986) para o uso pediátrico. Essa técnica foi utilizada em apenas um paciente do presente estudo, no qual houve dificuldades técnicas para o acesso pela veia jugular. Nesse caso, o procedimento via acesso transfemoral transcorreu sem anormalidades. Dalili e cols.<sup>27</sup> (2011) relataram implante transvenoso bem sucedido pela veia cava superior esquerda persistente em duas crianças com peso inferior a 10 kg. A preferência pela estimulação cardíaca no endocárdio em relação ao epicárdio deve-se ao maior risco de complicações a médio e

longo prazos associadas a este. Com os avanços tecnológicos, as dimensões dos dispositivos são menores, o que permite seu implante em crianças pequenas e neonatos<sup>28</sup>.

Recentemente, para evitar as complicações relacionadas aos eletrodos, o desenvolvimento de marca-passo sem eletrodo, com peso de dois gramas, está sendo considerado como o início de uma nova era da terapia de dispositivos cardíacos eletrônicos. No entanto, essa alternativa foi realizada em pacientes com pelo menos 19 anos de idade, com indicação de implante de marca-passo em modo VVI. Com o advento de outros estudos, incluindo pacientes com menos de 19 anos de idade, essa alternativa de implante sem bolsa subcutânea e sem eletrodos pode ser uma perspectiva promissora para crianças e adolescentes<sup>29</sup>.

Neste estudo, a maior parte dos implantes foi motivada por BAVT. O implante de marca-passo ocorreu no primeiro dia de vida em cinco pacientes, correspondendo a 83,3% da população de recém-nascidos com BAVT, ressaltando a influência do diagnóstico precoce na programação da intervenção. Sabe-se que, em alguns casos, o implante de marca-passo em pacientes com BAVT é feito nos primeiros meses de vida, mas, na maioria dos casos, ele ocorre na adolescência ou no início da vida adulta<sup>30</sup>. O implante na adolescência e na vida adulta envolve pacientes com quadros de menor gravidade, ao contrário da indicação precoce que é relacionada com quadros graves, que têm grande risco de óbito precoce e, portanto, não atingem faixas etárias além da infância (adolescentes e adultos).

No acompanhamento dos pacientes com cardiopatia congênita estrutural deste estudo, houve aumento do LEA cinco anos após o implante de marca-passo, o mesmo não ocorrendo com o LEV. Silvetti e cols.<sup>16</sup> (2008), em trabalho com 14 pacientes consecutivos, também evidenciou alterações do LEA, porém com variação circadiana, sendo mais elevados entre 00:00h e 12:00h. Esse mesmo autor, em estudo posterior, observou um pequeno, porém significativo, aumento do LEA e uma redução da impedância atrial 10 anos após o implante. Tais alterações, entretanto, não tiveram relevância clínica<sup>31</sup>.

Apesar de existirem evidências na literatura de que via de acesso transvenosa tem apresentado os melhores resultados quanto à ocorrência de aumento do limiar<sup>1</sup>, esta investigação não comprovou essa informação, uma vez que os limiares obtidos não apresentaram diferenças significativas em relação aos implantes realizados por técnica endocárdica ou epicárdica. Avanços tecnológicos, especialmente o advento dos eletrodos revestidos por corticoide e os eletrodos bipolares, diminuíram as diferenças entre os eletrodos epicárdicos e endocárdicos no que diz respeito aos limiares de estimulação e à sensibilidade<sup>32,33</sup>.

Apesar de ser um tratamento eficaz para garantir a sobrevivência de crianças e adolescentes com bradiarritmia sintomática, o implante de marca-passo cardíaco pode apresentar uma série de complicações capazes de contribuir, sobremaneira, para a ocorrência de eventos graves, incluindo óbito, e para uma má qualidade de vida após o procedimento.

A frequência de complicações após o implante de marca-passo varia na literatura entre 10,0 a 30,0%<sup>18,32,34-40</sup>. No presente estudo, ocorreram complicações em 34% dos pacientes. A maior prevalência de complicações nesse estudo deve-se, provavelmente, a dois fatores. O primeiro, a inclusão de complicações clínicas, como trombose venosa profunda e endocardite, o que não ocorreu em estudos prévios nos quais se definiu complicação como qualquer evento adverso que requer reintervenção ou reavaliação diagnóstica com subsequente prolongamento do tempo de internação<sup>35</sup>, como fratura ou deslocamento dos eletrodos, aumento do limiar de estimulação e falha de sensibilidade ou de captura<sup>34,41</sup>. Uma vez excluídas as complicações clínicas da análise estatística no presente estudo, a prevalência de complicações cairia para 26%. O segundo, o elevado tempo de acompanhamento dos pacientes no estudo -  $10,8 \pm 4,7$  anos - em comparação a outros registros na literatura<sup>42-52</sup> os quais apresentam variação de 0,9<sup>50</sup> a 11,6 anos<sup>53</sup>.

Nesta investigação 42,8% dos pacientes com BAVT congênito, nos quais houve problemas relacionados aos eletrodos, apresentavam cardiopatia congênita associada. Fortescue e cols.<sup>54</sup> (2004) relataram que presença cardiopatia congênita estrutural e idade mais precoce são fatores que predispõem à falência de eletrodos. Estudo de Silveti e cols.<sup>17</sup> (2007) também aponta a presença de cardiopatia congênita associada como fator de risco para a presença de complicações relacionadas aos eletrodos. Em outro estudo, 72,0% dos pacientes que apresentaram complicações relacionadas aos eletrodos apresentam cardiopatia congênita estrutural associada<sup>18</sup>. Entretanto, Silveti e

cols.<sup>31</sup> (2012), em estudo que analisou retrospectivamente os resultados tardios do implante transvenoso de eletrodos atriais em 110 pacientes, apontaram a idade menor do paciente como único fator de risco para complicações relacionadas ao implante. Presença de cardiopatia congênita e mecanismo de fixação do eletrodo não foram fatores de risco.

Uma questão ainda não respondida e que se apresenta nesta discussão é a seguinte: lesões residuais de pós-operatório ou a presença de material não biológico, como *patch*, próteses e dispositivos implantados pelo cateterismo cardíaco, poderiam ser causas potenciais de complicações com eletrodos?

Em consonância com a literatura, o mecanismo de fixação ativa dos eletrodos se correlacionou positivamente com disfunção dos mesmos. No presente estudo, todos os pacientes que evoluíram com complicações relacionadas aos eletrodos apresentavam eletrodos de fixação ativa. Esses achados corroboram o que foi demonstrado no estudo de Olgun e cols.<sup>18</sup> (2008) que avaliou 264 eletrodos implantados em 184 pacientes durante média de tempo de acompanhamento de 72,8 meses ( $DP \pm 39,7$ ). Nesse estudo, o único fator que se correlacionou com risco aumentado de disfunção de eletrodo foi o mecanismo de fixação ativa. Investigação que avaliou retrospectivamente a ocorrência de perfuração miocárdica secundária ao implante de eletrodos em 1419 pacientes e na qual a prevalência desta complicação foi de 0,3% evidenciou que, em todos os casos de perfuração, os eletrodos possuíam mecanismo de fixação ativa<sup>55</sup>. Esses achados, entretanto, não foram confirmados em estudo posterior, no qual o mecanismo fixação do eletrodo não representou fator de risco para ocorrência de complicações relacionadas aos eletrodos<sup>31</sup>.

Seis por cento dos pacientes apresentaram endocardite bacteriana. Essa prevalência de endocardite é semelhante à encontrada no estudo de Silvetti e cols.<sup>31</sup> (2012), da ordem de 4,5%. Klug e cols.<sup>36</sup> (2003), em estudo retrospectivo que analisou a ocorrência de complicações em 304 pacientes, constataram que a prevalência de infecção do eletrodo foi mais comum em pacientes com menos de 40 anos de idade. Dos 304 pacientes incluídos na avaliação, 217 tinham doença cardíaca congênita, sendo 108 com defeitos estruturais e 109 com defeitos do sistema de condução, como BAVT, doença do nó sinusal e síndrome do QT longo. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos no que diz respeito à ocorrência de infecções relacionadas aos eletrodos.

Apenas um paciente apresentou trombose venosa profunda. Tal complicação ocorreu após procedimento que utilizou acesso pela veia jugular para troca de sistema de marca-passo unicameral para bicameral em paciente de oito anos de idade, do gênero masculino, com BAVT diagnosticado aos três meses de idade. Wilhelm e cols.<sup>52</sup> (2015) identificaram, como fatores de risco para a ocorrência desta complicação, idade menor que um ano, peso menor que 15 kg, gênero feminino, presença de miocardiopatia e uso de marca-passo unicameral em oposição aos sistemas bicamerais.

Possíveis explicações para a alta prevalência de complicações em pacientes jovens incluem maior frequência de manipulação do gerador de pulsos, que se desgasta mais rapidamente devido à maior frequência cardíaca usada para estimulação; maior razão entre o tamanho do gerador e a superfície corporal; e risco mais elevado de traumatismos no gerador em virtude da maior atividade física nesses pacientes quando comparados aos pacientes mais velhos<sup>36</sup>. Aizawa e cols.<sup>14</sup> (2015) postulam que o maior nível de atividade física das crianças e a perspectiva de estimulação cardíaca artificial a longo prazo são fatores que aumentam o risco de fratura de eletrodos. Os mesmos autores são otimistas ao concluir que o avanço tecnológico e a perspectiva de monitoramento remota dos eletrodos<sup>56</sup> propiciam uma detecção mais precoce dessas fraturas, colaborando para melhorar a qualidade de vida dos pacientes. Entretanto, no presente estudo não houve associação entre a idade e a presença de complicações. Esse resultado pode ser explicado pela inclusão de pacientes de até 18 anos de idade, por ocasião do implante do marca-passo, com uma mediana de idade de 60 meses, diferente dos estudos citados previamente, que incluíram pacientes com idade variando de um dia a 22 meses<sup>5</sup> ou foram incluídos pacientes adultos<sup>14,36,56</sup>.

Três dos 50 pacientes do presente estudo (6,0%) evoluíram para óbito, dois por causas não relacionadas ao marca-passo, semelhante ao relatado por Silveti e cols.<sup>17</sup> (2007), cujo estudo registou percentual de 7,1% de óbitos por causas não relacionadas ao marca-passo e por Aizawa e cols.<sup>14</sup> (2015), em cujo estudo não ocorreu nenhum óbito diretamente relacionado ao implante. No terceiro caso de óbito ocorrido neste estudo não foi possível excluir problemas relacionados ao marca-passo.

A análise das curvas de sobrevida livre de complicações demonstrou diferenças significantes entre pacientes com BAVT congênito e BAVT no pós-operatório de cirurgia para correção de cardiopatia congênita estrutural. Essa diferença não se

relacionou a fatores como idade, gênero e presença de cardiopatia. Apesar de ser uma complicação rara de cirurgias cardíacas, ocorrendo em, aproximadamente, 1 a 3% dos pacientes<sup>5,57</sup>, o BAVT é uma complicação grave. No estudo multicêntrico e retrospectivo realizado por Anderson e cols.<sup>57</sup> (2012), a prevalência de BAVT pós-operatório variou de 3,7% a 7,7% e entre 0,9% e 2,3% dos pacientes necessitaram implante de marca-passo permanente antes da alta hospitalar. Os autores observaram, ainda, aumento significativo dos custos relacionados à internação prolongada e ao dispositivo eletrônico implantado em comparação ao grupo de pacientes que não apresentou essa complicação. Em outro estudo multicêntrico no qual foram incluídos 1550 pacientes, dois por cento dos pacientes apresentaram BAVT e necessitaram implante de marca-passo permanente. Essa complicação resultou em prolongamento do tempo de internação hospitalar<sup>58</sup>. Por outro lado, Toralles e cols.<sup>5</sup> (2014) em coorte histórica que incluiu 34 pacientes com idade inferior a dois anos, constatou que pacientes com cirurgia cardíaca prévia mostravam sobrevida livre de eventos superior à dos pacientes com BAVT congênito.

Tem sido relatado que a estimulação crônica em VD e sua associação com ativação assíncrona do VE pode causar remodelamento e falência ventricular esquerda<sup>59</sup>. Neste estudo, 24,0% dos pacientes apresentaram disfunção ventricular diagnosticada em Dopplerecardiograma realizado, em média, 8,31 anos após o implante de marca-passo. Ressalta-se que essa análise se restringe à avaliação ecocardiográfica de 25 dos 50 pacientes incluídos no estudo. Dados da literatura indicam que, em crianças sem cardiopatia congênita estrutural, a estimulação crônica em VD causa disfunção ventricular esquerda em, aproximadamente, 7,0<sup>60</sup> a 20% dos casos<sup>12</sup>. A elevada prevalência de miocardiopatia dilatada no presente estudo deve-se, provavelmente, ao fato de terem sido incluídos, nesta análise, pacientes com cardiopatia congênita estrutural, pacientes com BAVT congênito autoimune e, também, ao longo tempo de seguimento dos pacientes. Vários estudos em pacientes adultos demonstraram que alta porcentagem de estimulação em ápice de VD correlaciona-se com aumento de morbidade e mortalidade por insuficiência cardíaca<sup>61-63</sup>. Entretanto, os impactos da dissincronia ventricular esquerda induzida pelo marca-passo são mais significativos em crianças, as quais tem perspectiva de estimulação cardíaca artificial muito mais prolongada, geralmente por décadas<sup>44</sup>.

As investigações na faixa etária pediátrica sobre a associação de disfunção ventricular esquerda e implante de marca-passo em VD têm demonstrado resultados controversos. Karpawich e cols.<sup>64</sup> (1999) descreveram alterações histológicas - hipertrofia miofibrilar, fibrose e depósito de gordura – e disfunção ventricular esquerda em crianças com BAVT e estimulação cardíaca em VD. Em estudo prévio, esse mesmo autor observou preservação da função ventricular esquerda quando o eletrodo estava posicionado no septo de VD, o mesmo não ocorrendo quando esse posicionamento havia sido feito no ápice desse ventrículo<sup>65</sup>. Esses resultados são semelhantes aos relatados por Tse e cols.<sup>53</sup> (2002) que, após mapearem o septo de VD para selecionar o sítio de estimulação com QRS mais estreito, constataram que, após 18 meses de estimulação cardíaca artificial, os pacientes com eletrodo posicionado no septo de VD apresentavam FE mais elevada quando comparados com o grupo no qual o eletrodo foi posicionado no ápice do VD. Em contraposição a esses achados, estudo multicêntrico que acompanhou 97 pacientes submetidos a estimulação cardíaca por, pelo menos, um ano e com média de tempo decorrido entre o implante de marca-passo e a avaliação da função ventricular de 5,4 anos, não observou diferença na FE nos casos em que o eletrodo foi posicionado no septo de VD em comparação com a posição apical. Presença de BAVT congênito e de autoanticorpos maternos, bem como idade no momento do implante, tempo decorrido de estimulação cardíaca artificial e duração do QRS não se correlacionaram de maneira significativa com a preservação da função ventricular<sup>44</sup>.

Dois estudos multicêntricos<sup>2,43</sup> relataram a ocorrência de miocardiopatia dilatada em crianças com BAVT com eletrodos de marca-passo posicionados em VD em idade precoce – mediana de 1 e 7 dias, respectivamente.

Entretanto, Gebauer e cols.<sup>19</sup> (2009) em estudo de coorte retrospectiva que incluiu 82 crianças e adolescentes demonstrou a ocorrência de disfunção ventricular esquerda em 13,0% dos pacientes após 7,4 anos de acompanhamento. Nesse estudo, o prognóstico foi pior nos pacientes com estimulação em parede livre de VD quando comparada ao ápice do mesmo ventrículo. A etiologia do BAVT, se congênito ou pós-operatório, não se correlacionou com o aparecimento de disfunção ventricular.

Nesse contexto, é importante ressaltar que a apresentação da disfunção ventricular decorrente da estimulação cardíaca artificial nos pacientes com BAVT congênito autoimune pode se confundir com a da miocardiopatia imune-mediada. Villain e cols.<sup>66</sup>

(2006) demonstraram associação entre BAVT autoimune com miocardiopatia. Janousek e cols.<sup>44</sup> (2013) não confirmaram esses achados. Em seu estudo multicêntrico com 178 pacientes, a presença de autoanticorpos maternos não foi fator de risco para disfunção ventricular. Esses dados foram confirmados pelo estudo multicêntrico de Baruteau e cols.<sup>67</sup> (2012) que avaliou retrospectivamente 141 crianças com BAVT congênito não imune. Nesse estudo, após média de tempo de acompanhamento de 11,6 anos (DP $\pm$  6,7) nenhum paciente apresentou miocardiopatia dilatada. Esses autores relataram que a média de tempo decorrida entre o diagnóstico de BAVT e a indicação de implante de marca-passo foi de 2,6 anos (DP  $\pm$  6,7). No presente estudo, a falta de acesso, na maioria dos pacientes, aos resultados dos exames Dopplerecardiográficos anteriores ao implante de marca-passo, dificultou a adequada avaliação da causa da disfunção ventricular, a qual pode ter sido decorrente do BAVT, da cardiopatia congênita estrutural associada e da estimulação cardíaca artificial.

Estudo que avaliou retrospectivamente 99 crianças com marca-passo por uma média de tempo de 53 meses (DP $\pm$ 41,4) constatou redução na fração de encurtamento em apenas seis pacientes, todos com cardiopatia congênita estrutural, demonstrando que a estimulação cardíaca artificial não está, necessariamente, associada à disfunção ventricular<sup>50</sup>.

Mais recentemente, têm sido postulados os benefícios da estimulação em ápice de VE e da terapia de ressincronização cardíaca no sentido de prevenir a falência ventricular esquerda<sup>44,68-72</sup>. Em estudo multicêntrico que avaliou o sítio mais adequado para implante do eletrodo através da avaliação da FE ao Dopplerecardiograma, os autores concluíram que a função ventricular esquerda foi significativamente afetada pelo sítio de estimulação cardíaca, sendo o ápice de VE o sítio mais adequado para implante do eletrodo. Nessa investigação a média de tempo de estimulação cardíaca foi de 5,4 anos<sup>44</sup>.

Os efeitos da estimulação ventricular crônica sobre a função diastólica ainda não são bem conhecidos. Ortega e cols.<sup>73</sup> (2015) realizaram avaliação ecocardiográfica de 29 pacientes antes e após o implante de marca-passo, durante acompanhamento de quase cinco anos. O objetivo do estudo era comparar os efeitos deletérios da estimulação em septo *versus* em ápice de VD sobre a função diastólica. Dos dois locais estudados, o septo do VD mostrou menor efeito deletério sobre a função diastólica do VE.

Vários parâmetros e métodos ecocardiográficos – FE<sup>44,45,48,74,75</sup>, porcentagem de encurtamento<sup>47,50,75</sup>, diâmetro diastólico de VE<sup>42,48,74,75</sup>, *speckle tracking*<sup>44</sup> - têm sido utilizados para avaliar a função ventricular. A variabilidade de prevalência de miocardiopatia dilatada secundária à estimulação cardíaca artificial nos diversos estudos se justifica pela diferença de sensibilidade entre os vários parâmetros na detecção da disfunção ventricular, bem como pelas diferentes faixas etárias dos pacientes incluídos em cada estudo e, ainda, pelos variados tempos de seguimento<sup>42-52</sup>, variando de 11,4 meses<sup>51</sup> a 11,6 anos<sup>67</sup>.

### **Limitações do estudo**

Esta investigação tem várias limitações. Dentre elas, citam-se o caráter retrospectivo para coleta de dados, que foram obtidos do prontuário eletrônico do Laboratório de Estimulação Cardíaca Artificial do HC-UFMG e nos prontuários clínicos. Tais registros não tem padrão uniforme, pois foram feitos, ao longo dos anos, por cardiologistas pediátricos e da clínica de adultos e, também, por alunos e médicos residentes, o que dificultou a sua transcrição. Não foi possível correlacionar o sítio onde está implantado o eletrodo do marca-passo com a presença de disfunção ventricular em razão das dificuldades encontradas na busca dos arquivos desses dados. Além disso, apesar de existirem técnicas mais acuradas para avaliação da função ventricular, o fato de parte dos laudos Dopplerecardiográficos serem antigos e, portanto, resultado de exames realizados por métodos diversos, tornou necessária a utilização exclusiva da FE como critério para definir a presença de disfunção ventricular. Ainda em relação à avaliação Dopplerecardiográfica da função ventricular, o pequeno número de exames pré-implante de marca-passo dificultou a avaliação da presença de disfunção ventricular que, em alguns pacientes, já existia previamente. Dessa forma, como o período de seguimento dos pacientes no estudo foi longo, os avanços tecnológicos e os diferentes tempos de seguimento entre os pacientes podem ter influenciado os resultados.

## REFERÊNCIAS

1. Jaeggi ET, Hamilton RM, Silverman ED, Zamora SA, Hornberger LK. Outcome of children with fetal, neonatal or childhood diagnosis of isolated congenital atrioventricular block. A single institution's experience of 30 years. *J Am Coll Cardiol.* 2002;39(1):130-7.
2. Moak JP, Barron KS, Hougen TJ, Wiles HB, Balaji S, Sreeram N, et al. Congenital heart block: development of late-onset cardiomyopathy, a previously underappreciated sequela. *J Am Coll Cardiol.* 2001;37(1):238-42.
3. Sachweh JS, Vazquez-Jimenez JF, Schondube FA, Daebritz SH, Dorge H, Muhler EG, et al. Twenty years experience with pediatric pacing: epicardial and transvenous stimulation. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2000;17(4):455-61.
4. Ward DE, Jones S, Shinebourne EA. Long-term transvenous pacing in children weighing ten kilograms or less. *Int J Cardiol.* 1987;15(1):112-5.
5. Toralles EK, Sant'Anna JRM, Teixeira Filho G, Kalil RAK, Prates PR, Sant'Anna RTS, et al. Evolução de crianças com idade inferior a 2 anos submetidas a implante de marca-passo cardíaco permanente. *Relampa.* 2014;27(1):10-5.
6. Lin A, Mahle WT, Frias PA, Fischbach PS, Kogon BE, Kanter KR, et al. Early and delayed atrioventricular conduction block after routine surgery for congenital heart disease. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2010;140(1):158-60.
7. Al-Anani SJ, Weber H, Hijazi ZM. Atrioventricular block after transcatheter ASD closure using the Amplatzer septal occluder: risk factors and recommendations. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2010;75(5):767-72.
8. Melo SL, Scanavacca MI, Pisani C, Darrieux F, Hachul D, C H, et al. Ablação com radiofrequência de arritmia na infância. Registro observacional em 125 crianças. *Arq Bras Cardiol* 2012;98(6):514-8.
9. Rohit MK, Puri K, Vadivelu R. Reversible complete atrioventricular block after percutaneous ASD device closure in a child <15 kg. *Indian Heart J.* 2014;66(3):366-9.
10. Al Akhfash AA, Al-Mesned A, Fayadh MA. Amplatzer septal occluder and atrioventricular block: A case report and literature review. *J Saudi Heart Assoc.* 2013;25(2):91-4.
11. Ellestad MH, Caso R, Greenberg PS. Permanent pacemaker implantation using the femoral vein: a preliminary report. *Pacing Clin Electrophysiol.* 1980;3(4):418-23.
12. Brucato A, Jonzon A, Friedman D, Allan LD, Vignati G, Gasparini M, et al. Proposal for a new definition of congenital complete atrioventricular block. *Lupus.* 2003;12(6):427-35.

13. Llanos C, Izmirly PM, Katholi M, Clancy RM, Friedman DM, Kim MY, et al. Recurrence rates of cardiac manifestations associated with neonatal lupus and maternal/fetal risk factors. *Arthritis Rheum.* 2009;60(10):3091-7.
14. Aizawa Y, Negishi M, Kashimura S, Nakajima K, Kunitomi A, Katsumata Y, et al. Predictive factors of lead failure in patients implanted with cardiac devices. *Int J J Cardiol.* 2015;199:277-81.
15. Eronen M, Siren MK, Ekblad H, Tikanoja T, Julkunen H, Paavilainen T. Short- and long-term outcome of children with congenital complete heart block diagnosed in utero or as a newborn. *Pediatrics.* 2000;106(1 Pt 1):86-91.
16. Silvetti MS, De Santis A, Marcora S, De Santo T, Grovale N, Drago F. Circadian pattern of atrial pacing threshold in the young. *Europace.* 2008;10(2):147-50.
17. Silvetti MS, Drago F, De Santis A, Grutter G, Rava L, Monti L, et al. Single-centre experience on endocardial and epicardial pacemaker system function in neonates and infants. *Europace.* 2007;9(6):426-31.
18. Olgun H, Karagoz T, Celiker A, Ceviz N. Patient- and lead-related factors affecting lead fracture in children with transvenous permanent pacemaker. *Europace.* 2008;10(7):844-7.
19. Gebauer RA, Tomek V, Salameh A, Marek J, Chaloupecky V, Gebauer R, et al. Predictors of left ventricular remodelling and failure in right ventricular pacing in the young. *Eur Heart J.* 2009;30(9):1097-104.
20. Liberman L, Pass RH, Hordof AJ, Spotnitz HM. Late onset of heart block after open heart surgery for congenital heart disease. *Pediatr Cardiol.* 2008;29(1):56-9.
21. Tucker EM, Pyles LA, Bass JL, Moller JH. Permanent pacemaker for atrioventricular conduction block after operative repair of perimembranous ventricular septal defect. *J Am Col Cardiol.* 2007;50(12):1196-200.
22. Brignole M, Auricchio A, Baron-Esquivias G, Bordachar P, Boriani G, Breithardt O, Cleland J, Deharo J, Delgado V, Elliott PM, Gorenek B, Israel CW, Leclercq C, Linde C, Mont L, Padeletti L, Sutton R, Vardas PE. 2013 ESC Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy. The Task Force on cardiac pacing and resynchronization therapy of the European Society of Cardiology (ESC). Developed in collaboration with the European Heart Rhythm Association (EHRA). *Europace* 2013;15:1070-1118.
23. Eliasson H, Sonesson SE, Salomonsson S, Skog A, Wahren-Herlenius M, Gadler F, et al. Outcome in young patients with isolated complete atrioventricular block and permanent pacemaker treatment: A nationwide study of 127 patients. *Heart Rhythm.* 2015;12(11):2278-84.
24. 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 pacing leads in children. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1999;117(3):523-8.
25. Taketazu M, Lougheed J, Yoo SJ, Lim JS, Hornberger LK. Spectrum of cardiovascular disease, accuracy of diagnosis, and outcome in fetal heterotaxy syndrome. *Am J Cardiol.* 2006;97(5):720-4.
26. Costa R. Implante de marca-passo endocárdico permanente pela via transfemoral em crianças - resultados tardios. 2001. 123p. Tese. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2001.
27. Dalili M, Alizadeh A, Haghjoo M. Successful Implantation of Transvenous Pacing System via Persistent Left Superior Vena Cava and Coronary Sinus in Small Children. *Indian Pacing Electrophysiol J.* 2011;10(12):551-5.
28. Gabbarini F, G A. Selective-site pacing in paediatric patients: use of the SelectSecure System and risk of vein occlusion. *Europace.* 2010;12:1286-9.
29. Reynolds D, Duray GZ, Omar R, Soejima K, Neuzil P, Zhang S, et al. A Leadless Intracardiac Transcatheter Pacing System. *N Engl J Med.* 2015.
30. Beaufort-Krol GC, Stienstra Y, Bink-Boelkens MT. Sinus node function in children with congenital complete atrioventricular block. *Europace.* 2007;9(9):844-7.
31. Silvetti MS, Drago F, Rava L. Long-term outcome of transvenous bipolar atrial leads implanted in children and young adults with congenital heart disease. *Europace.* 2012;14(7):1002-7.
32. Bakhtiary F, Dzemali O, Bastanier CK, Moritz A, Kleine P. Medium-term follow-up and modes of failure following epicardial pacemaker implantation in young children. *Europace.* 2007;9(2):94-7.
33. Roubertie F, Le Bret E, Thambo JB, Roques X. Intra-diaphragmatic pacemaker implantation in very low weight premature neonate. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2009;9(4):743-4.
34. Murayama H, Maeda M, Sakurai H, Usui A, Ueda Y. Predictors affecting durability of epicardial pacemaker leads in pediatric patients. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2008;135(2):361-6.
35. Pakarinen S, Oikarinen L, Toivonen L. Short-term implantation-related complications of cardiac rhythm management device therapy: a retrospective single-centre 1-year survey. *Europace.* 2010;12(1):103-8.
36. Klug D, Vaksmann G, Jarwe M, Wallet F, Francart C, Kacet S, et al. Pacemaker lead infection in young patients. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2003;26(7 Pt 1):1489-93.
37. Silvetti MS, Drago F, Marcora S, Rava L. Outcome of single-chamber, ventricular pacemakers with transvenous leads implanted in children. *Europace.* 2007;9(10):894-9.

38. Haug B, Kjelsberg K, Lappegard KT. Pacemaker implantation in small hospitals: complication rates comparable to larger centres. *Europace*. 2011;13(11):1580-6.
39. van Eck JW, van Hemel NM, Zuithof P, van Asseldonk JP, Voskuil TL, Grobbee DE, et al. Incidence and predictors of in-hospital events after first implantation of pacemakers. *Europace*. 2007;9(10):884-9.
40. Kiviniemi MS, Pirnes MA, Eranen HJ, Kettunen RV, Hartikainen JE. Complications related to permanent pacemaker therapy. *Pacing Clin Electrophysiol*. 1999;22(5):711-20.
41. Odim J, Suckow B, Saedi B, Laks H, Shannon K. Equivalent performance of epicardial versus endocardial permanent pacing in children: a single institution and manufacturer experience. *Ann Thorac Surg*. 2008;85(4):1412-6.
42. Janousek J, Gebauer RA, Abdul-Khaliq H, Turner M, Kornyei L, Grollmuss O, et al. Cardiac resynchronisation therapy in paediatric and congenital heart disease: differential effects in various anatomical and functional substrates. *Heart*. 2009;95(14):1165-71.
43. Udink ten Cate FE, Breur JM, Cohen MI, Boramanand N, Kapusta L, Crosson JE, et al. Dilated Cardiomyopathy in isolated congenital complete atrioventricular block: early and long-term risk in children. *J Am Coll Cardiol*. 2001;37(4):1129-34.
44. Janousek J, van Geldorp IE, Krupickova S, Rosenthal E, Nugent K, Tomaske M, et al. Permanent cardiac pacing in children: choosing the optimal pacing site: a multicenter study. *Circulation*. 2013;127(5):613-23.
45. Janousek J, Kubus P. What's new in cardiac pacing in children? *Curr Opin Cardiol*. 2014;29(1):76-82.
46. Janousek J, Tomek V, Chaloupecky V, Gebauer RA. Dilated cardiomyopathy associated with dual-chamber pacing in infants: improvement through either left ventricular cardiac resynchronization or programming the pacemaker off allowing intrinsic normal conduction. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2004;15(4):470-4.
47. Vatasescu R, Shalghanov T, Paprika D, Kornyei L, Prodan Z, Bodor G, et al. Evolution of left ventricular function in paediatric patients with permanent right ventricular pacing for isolated congenital heart block: a medium term follow-up. *Europace*. 2007;9(4):228-32.
48. Yu CM, Chan JY, Zhang Q, Omar R, Yip GW, Hussin A, et al. Biventricular pacing in patients with bradycardia and normal ejection fraction. *N Engl J Med*. 2009;361(22):2123-34.
49. Kubus P, Materna O, Gebauer RA, Matejka T, Gebauer R, Tlaskal T, et al. Permanent epicardial pacing in children: long-term results and factors modifying outcome. *Europace*. 2012;14(4):509-14.

50. Shalghanov TN, Paprika D, Vatasescu R, Kardos A, Mihalcz A, Kornyei L, et al. Mid-term echocardiographic follow up of left ventricular function with permanent right ventricular pacing in pediatric patients with and without structural heart disease. *Cardiovasc Ultrasound*. 2007;5:13.
51. Leclercq C, Sadoul N, Mont L, Defaye P, Osca J, Mouton E, et al. Comparison of right ventricular septal pacing and right ventricular apical pacing in patients receiving cardiac resynchronization therapy defibrillators: the SEPTAL CRT Study. *Eur Heart J*. 2015.
52. Wilhelm BJ, Thone M, El-Scheich T, Livert D, Angelico R, Osswald B. Complications and Risk Assessment of 25 Years in Pediatric Pacing. *Ann Thorac Surg*. 2015;100(1):147-53.
53. Tse HF, Yu C, Wong KK, Tsang V, Leung YL, Ho WY, et al. Functional abnormalities in patients with permanent right ventricular pacing: the effect of sites of electrical stimulation. *J Am Coll Cardiol*. 2002;40(8):1451-8.
54. Fortescue EB, Berul CI, Cecchin F, Walsh EP, Triedman JK, Alexander ME. Patient, procedural, and hardware factors associated with pacemaker lead failures in pediatrics and congenital heart disease. *Heart Rhythm*. 2004;1(2):150-9.
55. Sterlinski M, Przybylski A, Maciag A, Syska P, Pytkowski M, Lewandowski M, et al. Subacute cardiac perforations associated with active fixation leads. *Europace*. 2009;11(2):206-12.
56. Zartner PA, Toussaint-Goetz N, Photiadis J, Wiebe W, Schneider MB. Telemonitoring with implantable electronic devices in young patients with congenital heart diseases. *Europace*. 2012;14(7):1030-7.
57. Anderson JB, Czosek RJ, Knilans TK, Meganathan K, Heaton P. Postoperative heart block in children with common forms of congenital heart disease: results from the KID Database. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2012;23(12):1349-54.
58. Ayyildiz P, Kasar T, Ozturk E, Ozyilmaz I, Tanidir IC, Guzeltas A, et al. Evaluation of Permanent or Transient Complete Heart Block After Open Heart Surgery for Congenital Heart Disease. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2015.(no prelo)
59. Thambo JB, Bordachar P, Garrigue S, Lafitte S, Sanders P, Reuter S, et al. Detrimental ventricular remodeling in patients with congenital complete heart block and chronic right ventricular apical pacing. *Circulation*. 2004;110(25):3766-72.
60. Tantengco MV, Thomas RL, Karpawich PP. Left ventricular dysfunction after long-term right ventricular apical pacing in the young. *J Am Coll Cardiol*. 2001;37(8):2093-100.
61. Sweeney MO, Hellkamp AS, Ellenbogen KA, Greenspon AJ, Freedman RA, Lee KL, et al. Mode Selection Trial Investigators. Adverse effect of ventricular pacing on heart failure and atrial fibrillation among patients with normal baseline QRS duration

- in a clinical trial of pacemaker therapy for sinus node dysfunction. *Circulation*. 2003;107:2932-7.
62. Nielsen JC, Kristensen L, Andersen HR, Mortensen PT, Pedersen OL, Pedersen AK. A randomized comparison of atrial and dual-chamber pacing in 177 consecutive patients with sick sinus syndrome: echocardiographic and clinical outcome. *J Am Coll Cardiol*. 2003;42(4):614-23.
63. Wilkoff BL, Dual C, investigators VVIIDt. The Dual Chamber and VVI Implantable Defibrillator (DAVID) Trial: rationale, design, results, clinical implications and lessons for future trials. *Card Electrophysiol Rev*. 2003;7(4):468-72.
64. Karpawich PP, Rabah R, Haas JE. Altered cardiac histology following apical right ventricular pacing in patients with congenital atrioventricular block. *Pacing Clin Electrophysiol*. 1999;22(9):1372-7.
65. Karpawich PP, Mital S. Comparative left ventricular function following atrial, septal, and apical single chamber heart pacing in the young. *Pacing Clin Electrophysiol*. 1997;20(8 Pt 1):1983-8.
66. Villain E, Coastedoat-Chalumeau N, Marijon E, Boudjemline Y, Piette JC, Bonnet D. Presentation and prognosis of complete atrioventricular block in childhood, according to maternal antibody status. *J Am Coll Cardiol*. 2006;48(8):1682-7.
67. Baruteau AE, Fouchard S, Behaghel A, Mabo P, Villain E, Thambo JB, et al. Characteristics and long-term outcome of non-immune isolated atrioventricular block diagnosed in utero or early childhood: a multicentre study. *Eur Heart J*. 2012;33(5):622-9.
68. Gebauer RA, Tomek V, Kubus P, Razek V, Matejka T, Salameh A, et al. Differential effects of the site of permanent epicardial pacing on left ventricular synchrony and function in the young: implications for lead placement. *Europace*. 2009;11(12):1654-9.
69. Vanagt WY, Verbeek XA, Delhaas T, Mertens L, Daenen WJ, Prinzen FW. The left ventricular apex is the optimal site for pediatric pacing: correlation with animal experience. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2004;27(6 Pt 2):837-43.
70. Vanagt WY, Verbeek XA, Delhaas T, Gewillig M, Mertens L, Wouters P, et al. Acute hemodynamic benefit of left ventricular apex pacing in children. *Ann Thorac Surg*. 2005;79(3):932-6.
71. Tomaske M, Breithardt OA, Bauersfeld U. Preserved cardiac synchrony and function with single-site left ventricular epicardial pacing during mid-term follow-up in paediatric patients. *Europace*. 2009;11(9):1168-76.
72. van Geldorp IE, Vanagt WY, Bauersfeld U, Tomaske M, Prinzen FW, T. D. Chronic left ventricular pacing preserves left ventricular function in children. *Pediatr Cardiol*. 2009;30:125-32.

73. Ortega MC, Morejon AEG, Serrano GR. Função diastólica em crianças com marca-passo com defeitos cardíacos: septo VS ápice. *Arq Bras Cardiol* 2015;105(2):184-7.
74. Moak JP, Hasbani K, Ramwell C, Freedenberg V, Berger JT, DiRusso G, et al. Dilated cardiomyopathy following right ventricular pacing for AV block in young patients: resolution after upgrading to biventricular pacing systems. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2006;17(10):1068-71.
75. Yasuda K, Hayashi G, Ohuchi H, Ono Y, Yutani C, Echigo S. Dilated cardiomyopathy after pacemaker implantation in complete heart block. *Pediatr Int*. 2005;47(2):121-5.

## 7 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O BAVT congênito foi a causa mais frequente de indicação de implante de marca-passo entre os pacientes investigados.

Com relação às faixas etárias e causas de implante, o marca-passo foi implantado em idade mais precoce nos pacientes com BAVT congênito.

A associação com cardiopatia estrutural congênita foi um achado frequente entre os pacientes com BAVT congênito.

CIV isolada ou em associação com outras lesões estruturais foi a malformação mais prevalente entre os pacientes com BAVT diagnosticado no pós-operatório de cirurgia para correção de cardiopatia congênita.

À telemetria dos pacientes com cardiopatia congênita estrutural, houve aumento do LEA cinco anos após o implante de marca-passo e tendência à estabilidade do LEV.

Complicações foram frequentes e, na maioria dos pacientes, foram relacionadas aos eletrodos de fixação ativa.

Complicações relacionadas aos eletrodos foram mais comuns em pacientes com BAVT congênito e com cardiopatia congênita estrutural.

Apesar dos avanços tecnológicos e considerando-se as vias de implante utilizadas, a abordagem endovenosa ainda constituiu uma limitação nas crianças menores investigadas neste estudo.

Disfunção ventricular após o implante de marca-passo ocorreu em um quarto dos pacientes, demonstrando a importância da avaliação Dopplerecardiográfica na fase pré-implante e investigação seriada após a realização do procedimento.

Não houve óbitos diretamente relacionados ao implante de marca-passo.

Considerando-se como base prognóstica a ocorrência de complicações, ocorreu maior sobrevida livre de eventos nos pacientes com BAVT congênito, quando comparados ao grupo de BAVT pós-operatório e não se registraram diferenças no grupo de BAVT congênito com ou sem cardiopatia estrutural.

Tendo em vista suas limitações, este estudo apresentou tempo de acompanhamento prolongado, superior aos registros de outras investigações, gerando, portanto, contribuição potencial sobre a análise evolutiva a longo prazo no que tange à estimulação cardíaca artificial em crianças e adolescentes, além de gerar perspectivas de novas pesquisas nesta área.

É importante considerar as diferenças anatômicas e fisiológicas das crianças ao escolher o sistema de estimulação cardíaca, a técnica de implante, o modo de programação e a forma mais adequada para controle do marca-passo e acompanhamento desses pacientes.

O estudo mostrou a necessidade de otimizar o registro do banco de dados no Laboratório de Estimulação Cardíaca Artificial do HC-UFMG, dos prontuários clínicos, e o arquivamento dos laudos ecocardiográficos .

Espera-se que os resultados desta pesquisa possam contribuir para melhorar a qualidade da assistência a crianças e adolescentes que necessitam de estimulação cardíaca artificial.

## GLOSSÁRIO

**Amplatzer®:** dispositivo utilizado para fechamento percutâneo de CIA e CIV, desenvolvido em 1997 por Kurt Amplat.

**Captura:** ocorre quando uma espícula provoca despolarização atrial ou ventricular, correspondendo a uma despolarização tecidual artificial.

**Doppler mitral:** técnica Dopplerecardiográfica que analisa as modificações da curva de velocidade do fluxo mitral, largamente utilizada na avaliação e no estadiamento das disfunções diastólicas do VE.

**Limiar de estimulação:** quantidade mínima de energia elétrica entregue pelo marca-passo durante a diástole e que produz captura miocárdica.

**Oversensing:** mecanismo de sensibilidade exagerada no canal ventricular, gerando intervalos de estimulação superiores aos de escape após onda T espontânea ou estimulada.

**Patch:** prótese de material biológico utilizada para correção de cardiopatias congênitas, como CIA e CIV.

**Sensibilidade (*sensing*):** propriedade dos marca-passos artificiais de sentir, deflagrar e inibir-se na presença de batimentos naturais, por sensibilidade às ondas P ou aos complexos QRS. A sensibilidade pode ser programada em modo bipolar ou unipolar. A primeira é mais utilizada, por ser menos susceptível à inibição ou sensibilidade cruzada de sinais e de outras câmaras.

**Speckle-tracking:** rastreamento de pontos ao Dopplerecardiograma bidimensional. Nessa técnica, as granulações que formam a imagem das paredes miocárdicas, quando se realiza o registro bidimensional, são acompanhadas ao longo ciclo cardíaco e geram ondas de movimento, pois começam e terminam na mesma posição.

**Strain:** medida da deformação da fibra miocárdica ao Dopplerecardiograma.

**Strain rate:** taxa com que se produz a deformação da fibra miocárdica ao Dopplerecardiograma.

***Undersensing:*** incapacidade de reconhecimento da despolarização espontânea. Pode resultar de programação inadequada ou modificações na captação do sinal intrínseco.

## APÊNDICE 1

## PROTOCOLO DE PESQUISA

**Dados de identificação**

1-Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

2-Nome: \_\_\_\_\_

3-Registro: \_\_\_\_\_ 4-Naturalidade: \_\_\_\_\_ 5-Procedência: \_\_\_\_\_

6-Data de nascimento: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**Dados do marca-passo**

7-Data de implante do marca-passo: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ 8- Idade no momento do implante: \_\_\_\_\_

9-Causa do implante: ( ) BAVT congênito ( ) BAVT pós-operatório ( ) DNS

( ) outros (especificar): \_\_\_\_\_

10-Cardiopatia congênita? ( ) não ( ) sim (especificar): \_\_\_\_\_

**Dados laboratoriais:**

11-Ecodopplercardiograma: Fração de ejeção pré-implante: \_\_\_

Fração de ejeção pós-implante: \_\_\_ tempo após o implante: \_\_\_

Fração de ejeção pós-implante: \_\_\_ tempo após o implante: \_\_\_

Fração de ejeção pós-implante: \_\_\_ tempo após o implante: \_\_\_

Dissincronia ventricular? ( ) não ( ) sim

Aumento de câmaras cardíacas? ( ) não ( ) sim

12-Tipo de marca-passo: ( ) unicameral ( ) bicameral ( ) biventricular ( ) desfibrilador

13-Modo de estimulação: ( ) DDD ( ) VVI ( ) VDD ( ) Outro: \_\_\_\_\_

14-Fixação do eletrodo: ( ) ativa ( ) passiva

15-Revestimento com corticóide? ( ) sim ( ) não

16-Localização dos eletrodos: ( ) endocárdico ( ) epicárdico

17-Posicionamento dos eletrodos: ( ) ápice de VD ( ) VSVD ( ) SIV ( ) VE

18-Troca de eletrodos? ( ) não ( ) sim, data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Motivo: \_\_\_\_\_

19-Troca de gerador? ( ) não ( ) sim, data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Motivo: \_\_\_\_\_

20-Causa do implante: ( ) BAVT congênito ( ) BAVT pós-operatório ( ) Sínd. QT longo

( ) Miocardiopatia hipertrófica ( ) DNS ( ) outra: \_\_\_\_\_

- 21-Complicações: ( )fratura de eletrodo ( )deslocamento do eletrodo ( )falha de sense atrial  
 ( )falha de sense ventricular ( )falha de captura atrial ( )falha de captura ventricular  
 ( )endocardite ( )trombose venosa profunda ( )sem complicação  
 ( )outros: \_\_\_\_\_

**22-Parâmetros de estimulação (seguimento):**

Data	LEA	LEV	IA	IV	Intercorrências
__/__/__ Ao implante					
__/__/__ 3 meses após o implante					
__/__/__ 1 ano após o implante					
__/__/__ 5 anos após o implante					
__/__/__ 10 anos após o implante					

**APÊNDICE 2*****TERMO DE ASSENTIMENTO***

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa “Implante de marca-passo em crianças e adolescentes: análise evolutiva e experiência de um serviço” . Neste estudo pretendemos estudar a evolução clínica dos pacientes com marca-passo cardíaco implantado com idade entre 0 e 18 anos. O motivo que nos leva a estudar esse assunto é aumentar os conhecimentos nessa área, de modo que possamos melhorar a qualidade do atendimento que prestamos às crianças e adolescentes que têm marca-passo cardíaco.

Para este estudo adotaremos o(s) seguinte(s) procedimento(s): revisão do seu prontuário eletrônico no Laboratório de Marca-passo do Hospital das Clínicas da UFMG e do seu prontuário clínico arquivado no SAME (Serviço de Arquivo Médico) e algumas perguntas durante a consulta.

Para participar deste estudo, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido(a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelo pesquisador que irá nenhum prejuízo para o seu tratamento. Você não será identificado em nenhuma publicação. O único risco desta pesquisa é o desconforto pela entrevista durante seu atendimento, na consulta de rotina.

Após o término da pesquisa os dados coletados serão armazenados e ficarão sob a responsabilidade da pesquisadora que assume o compromisso de preservar seu anonimato (não divulgar o seu nome) e utilizá-los apenas para fins científicos. Caso queira, você também poderá solicitar quaisquer informações adicionais e a qualquer tempo, à pesquisadora responsável. Este termo encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Eu, \_\_\_\_\_, fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Belo Horizonte, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_ .

Assinatura do(a) menor:

Assinatura do pesquisador:

**Telefones e Endereços para Contato:**

Lícia Campos Valadares

Fone: 3409-9746. Endereço: Av. Professor  
Alfredo Balena, número 190 – sala 246, bairro  
Santa Efigênia, BH/MG

Comitê de Ética da UFMG: Fone: 3409-4592  
Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos 6627  
– Unidade Administrativa II (prédio da Fundep),  
Sala 2005 – 2º andar – Pampulha BH/MG.

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Você \_\_\_\_\_ está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa “Implante de marca-passo em crianças e adolescentes: análise evolutiva e experiência de um serviço” . Neste estudo pretendemos estudar a evolução clínica dos pacientes com marca-passo cardíaco implantado com idade entre 0 e 18 anos. O motivo que nos leva a estudar esse assunto é aumentar os conhecimentos científicos nessa área, de modo que possamos melhorar a qualidade do atendimento que prestamos às crianças e adolescentes que têm marca-passo cardíaco.

Para este estudo adotaremos o(s) seguinte(s) procedimento(s): revisão do prontuário eletrônico no Laboratório de Marca-passo do Hospital das Clínicas da UFMG e do prontuário clínico arquivado no SAME (Serviço de Arquivo Médico) do seu filho algumas perguntas durante a consulta.

Para você participar deste estudo, você deverá autorizar e assinar este termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. Você poderá retirar o consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer prejuízo no tratamento de seu filho(a). Você não será identificado em nenhuma publicação. O único risco desta pesquisa é o desconforto pela entrevista durante seu atendimento, na consulta de rotina. Após o término da pesquisa os dados coletados serão armazenados e ficarão sob a responsabilidade da pesquisadora que assume o compromisso de preservar seu anonimato (não divulgar o seu nome) e utilizá-los apenas para fins científicos. Caso queira, você também poderá solicitar quaisquer informações adicionais e a qualquer tempo, à pesquisadora responsável.

Eu, \_\_\_\_\_, fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e poderei modificar a decisão de permitir a participação do meu filho se assim o desejar. Recebi uma cópia deste termo assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Belo Horizonte, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20 \_\_\_\_

Assinatura do paciente:

Assinatura do pesquisador

**Telefones e Endereços para Contato**

Lícia Campos Valadares

Fone: 3409-9746. Endereço: Av. Professor Alfredo Balena, número 190 – sala 246, bairro Santa Efigênia, BH/MG

Comitê de Ética da UFMG:

Fone: 3409-4592 Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos 6627 – Unidade Administrativa II (prédio da Fundep), Sala 2005 – 2º andar – Pampulha BH/MG.

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Seu filho ou sua filha \_\_\_\_\_ está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa “Implante de marca-passo em crianças e adolescentes: análise evolutiva e experiência de um serviço” . Neste estudo pretendemos estudar a evolução clínica dos pacientes com marca-passo cardíaco implantado com idade entre 0 e 18 anos. O motivo que nos leva a estudar esse assunto é aumentar os conhecimentos científicos nessa área, de modo que possamos melhorar a qualidade do atendimento que prestamos às crianças e adolescentes que têm marca-passo cardíaco.

Para este estudo adotaremos o(s) seguinte(s) procedimento(s): revisão do prontuário eletrônico no Laboratório de Marca-passo do Hospital das Clínicas da UFMG e do prontuário clínico arquivado no SAME (Serviço de Arquivo Médico) do seu filho algumas perguntas durante a consulta.

Para seu filho participar deste estudo, você deverá autorizar e assinar este termo de consentimento. Vocês não terão nenhum custo, nem receberão qualquer vantagem financeira. Vocês serão esclarecidos em qualquer aspecto que desejar e estarão livres para participar ou recusar-se. Você poderá retirar o consentimento ou interromper a participação do seu filho a qualquer momento. A participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer prejuízo no tratamento de seu filho(a). Seu filho não será identificado em nenhuma publicação. O único risco desta pesquisa é o desconforto pela entrevista durante seu atendimento, na consulta de rotina. Após o término da pesquisa os dados coletados serão armazenados e ficarão sob a responsabilidade da pesquisadora que assume o compromisso de preservar seu anonimato (não divulgar o seu nome) e utilizá-los apenas para fins científicos. Caso queira, você também poderá solicitar quaisquer informações adicionais e a qualquer tempo, à pesquisadora responsável.

Eu, \_\_\_\_\_, fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e poderei modificar a decisão de permitir a participação do meu filho se assim o desejar. Recebi uma cópia deste termo assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Belo Horizonte, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_

Assinatura do pai, mãe ou responsável:

Assinatura do pesquisador:

**Telefones e Endereços para Contato:**

Lícia Campos Valadares

Fone: 3409-9746. Endereço: Av. Professor Alfredo Balena, número 190 – sala 246, bairro Santa Efigênia, BH/MG

Comitê de Ética da UFMG:

Fone: 3409-4592 Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos 6627 – Unidade Administrativa II (prédio da Fundep), Sala 2005 – 2º andar – Pampulha BH/MG.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP

Projeto: CAAE – 24321014.2.0000.5149

Interessado(a): Profa. Cleonice de Carvalho Coelho Mota  
Departamento de Pediatria  
Faculdade de Medicina- UFMG

#### DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 24 de abril de 2014, o projeto de pesquisa intitulado "Implante de marcapasso em crianças e adolescentes: análise evolutiva e experiência de um serviço" bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.

  
Prof. Maria Teresa Marques Amaral  
Coordenadora do COEP-UFMG