

# Portadores de CDI com Limiar de Desfibrilação Elevado: Evolução Clínica e Alternativas Terapêuticas

## ICD Patients with Elevated Defibrillation Threshold: Clinical Behavior and Therapeutic Alternatives

Carlos Eduardo Batista de Lima, Martino Martinelli Filho, Rodrigo Tavares Silva, Wagner Tetsuji Tamaki, Júlio Cesar de Oliveira, Daniela Cabral Martins, Silvana Angelina D'Orio Nishióka, Anísio Alexandre Andrade Pedrosa, Sérgio Freitas Siqueira, Roberto Costa

Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – Unidade de Estimulação Cardíaca Artificial, São Paulo, SP - Brasil

### Resumo

**Fundamento:** A programação ideal da energia de choque do CDI deve ser pelo menos 10 J acima do limiar de desfibrilação (LDF), necessitando de técnicas alternativas quando o LDF é elevado.

**Objetivo:** Avaliar o comportamento clínico dos portadores de CDI com LDF > 25 J e a eficácia da terapêutica escolhida.

**Métodos:** Foram selecionados portadores de CDI, entre janeiro de 2000 e agosto de 2004 (banco de dados prospectivo), com LDF > 25 J intra-operatório, e analisaram-se: características clínicas, FEVE, resgate de eventos arrítmicos pelo CDI e óbitos.

**Resultados:** dentre 476 pacientes, 16 (3,36%) apresentaram LDF > 25J. Idade média de 56,5 anos, sendo 13 pacientes (81%) do sexo masculino. Quanto à cardiopatia de base 09 eram chagásicos, 04 isquêmicos e 03 com etiologia idiopática. A FEVE média dos pacientes foi 37% e 94% utilizavam amiodarona. O seguimento médio foi de 25,3 meses. Em 02 pacientes com LDF > Choque Máximo (CM), foi necessário implante de eletrodo de choque adicional (array), sendo mantido programação com CM em zona de FV (>182bpm) nos demais. Durante o seguimento 03 pacientes apresentaram 67 terapias de choque apropriadas (TCA) com sucesso. Ocorreram 07 óbitos sendo 5 por causas não cardíacas e 2 por insuficiência cardíaca avançada. Os pacientes que foram a óbito apresentaram níveis de LDF maiores ( $p=0,0446$ ), entretanto sem relação com a causa dos mesmos tendo em vista que não ocorreram TCA sem sucesso.

**Conclusão:** Nessa coorte de pacientes com CDI, a ocorrência de LDF elevado foi baixa, implicando terapêuticas alternativas. Houve associação com disfunção ventricular grave, entretanto sem correlação com as causas de óbito. (Arq Bras Cardiol 2008;90(3):177-184)

**Palavras-chave:** Limiar de desfibrilação, desfibriladores implantáveis, morte súbita cardíaca.

### Summary

**Background:** The ideal programming of the implantable cardioverter defibrillator (ICD) shock energy should be at least 10J above the defibrillation threshold (DFT), requiring alternative techniques when the DFT is elevated.

**Objective:** To assess the clinical behavior of ICD patients with DFT > 25J and the efficacy of the chosen therapy.

**Methods:** Patients who had undergone ICD implantation between Jan/00 and Aug/04 (prospective database) and presented intraoperative DFT > 25J were selected. The analyzed variables were: clinical characteristics, LVEF, rescue of arrhythmic events from ICD and causes of deaths.

**Results:** among 476 patients, 16 (3.36%) presented DFT > 25J. The mean age was 56.5 years, and 13 patients (81%) were men. According to the baseline cardiomyopathy, 09 patients had Chagas' disease, 04 had ischemic cardiomyopathy and 03 had idiopathic cardiomyopathy. Mean LVEF was 0.37 and amiodarone was used by 94% of the patients. Mean follow-up (FU) period was 25.3 months. DFT was higher than maximum energy shock (MES) in 2 patients and it was necessary to implant an additional shock electrode (array). It was programmed MES in ventricular fibrillation zone of ICD therapy in the other patients. In the FU, 03 patients had 67 successful appropriate shock therapies (AST). There were 05 noncardiac and 02 heart failure deaths. The patients who died showed higher DFT levels ( $p=0.044$ ) without correlation with death because there wasn't unsuccessful AST.

**Conclusion:** In this cohort of ICD patients, the occurrence of elevated DFT (>25J) was low, leading to alternative therapies. There was an association with severe ventricular dysfunction, although without correlation to the causes of death. (Arq Bras Cardiol 2008;90(3):160-166)

**Key words:** Defibrillation threshold, defibrillators, implantable; death, sudden, cardiac.

Full texts in English - <http://www.arquivosonline.com.br>

**Correspondência:** Carlos Eduardo Batista de Lima •  
Rua Alves Guimarães, 408/122 – Pinheiros - 05410-000 - São Paulo, SP - Brasil  
E-mail: carlos.lima@cardiol.br, carloseduardo\_lima@yahoo.com.br  
Artigo recebido em 04/05/07; revisado recebido em 12/08/07; aceito em 29/10/07.

## Introdução

Em 1960, Zoll<sup>1</sup> demonstrou que a fibrilação ventricular (FV) poderia ser revertida com a utilização de energia elétrica, e, a partir desses princípios, Mirowski e cols.<sup>2</sup> idealizaram o cardioversor-desfibrilador implantável (CDI). Após décadas de estudos em cães, realizaram o primeiro implante de desfibrilador em humanos em 1980<sup>1,2</sup>. Desde então, vários estudos clínicos foram realizados, comprovando o benefício do CDI na redução de mortalidade arritmica e total em pacientes de alto risco para morte súbita cardíaca (MSC)<sup>3-5</sup>. Esse benefício deve estar associado a uma interação aparelho-paciente, em que o sistema implantado deve encontrar-se em perfeito estado de funcionamento com medidas de avaliação eletrônica intra-operatórias adequadas<sup>6,7</sup>.

Durante o implante do CDI, é realizado o teste do limiar de desfibrilação (LDF) por meio da indução de FV e liberação da terapia de choque do aparelho implantado, avaliando a energia necessária para uma desfibrilação eficaz. Atualmente a margem de segurança considerada adequada é de 10 J acima do LDF encontrado<sup>8</sup>. Os aparelhos de CDI atuais dispõem de uma capacidade de armazenamento e liberação de energia que varia entre 30 e 39 J, não permitindo margem de segurança adequada em alguns casos. O objetivo deste trabalho foi analisar a evolução e as condutas em portadores de CDI com LDF elevado.

## Métodos

Foram selecionados, por meio do banco de dados prospectivo do setor de Estimulação Cardíaca Artificial do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, pacientes submetidos a implante ou troca de gerador (TG) de CDI que apresentaram LDF intra-operatório elevado (>25 J) com ausência da margem de segurança de 10 J. Os portadores de CDI apresentavam indicação classe I e nível de evidência A estabelecidos em literatura científica como prevenção secundária de MSC, ou seja, aqueles com episódios de taquicardia ventricular (TV) sincopal, disfunção ventricular e TV sustentada monomórfica induzida ao estudo eletrofisiológico invasivo; episódios espontâneos de TV sustentada com instabilidade hemodinâmica e recuperados de parada cardíaca por FV ou TV sem pulso<sup>9</sup>. As variáveis analisadas foram: idade, sexo, cardiopatia de base, classe funcional de insuficiência cardíaca (New York Heart Association), FEVE ao ecocardiograma, terapia antiarrítmica e dados evolutivos, incluindo tempo de seguimento, resgate de eventos arrítmicos pelo CDI, óbitos e condutas adotadas para diminuição do LDF.

### Procedimento cirúrgico

Os implantes foram realizados na região peitoral esquerda, preferencialmente, na intenção de se obter um melhor eixo de choque decorrente da participação do gerador com carcaça ativa como pólo de choque, favorecendo uma maior chance de desfibrilação. A técnica cirúrgica dos implantes utilizada foi a transvenosa, com implante de eletrodos endocárdicos com acesso venoso obtido através de punção de veia subclávia ou dissecação de veia cefálica e implante do eletrodo ventricular

preferencialmente em região septal de ventrículo direito (VD). Em alguns casos, realizou-se implante de eletrodo atrial com aparelho de CDI de dupla-câmara a critério do médico assistente. Em casos de reoperações para otimização do sistema de estimulação cardíaca artificial com CDI em portadores de marca-passo prévio com sítio do aparelho em região peitoral direita ou abdominal, o sítio antigo de implante foi mantido, quando possível, com a finalidade de reutilização dos eletrodos antigos para função anti-bradicardia e de sensibilidade. O teste do LDF intra-operatório foi realizado seguindo o protocolo padrão da nossa instituição (fig. 1), sendo a carga do primeiro choque metade da carga máxima do aparelho implantado, seguido por choque com 10 J abaixo da carga máxima do aparelho para obter margem de segurança adequada; se insucesso, choque com energia máxima do aparelho, e, se necessário, é realizado choque externo com 360 J seguindo as normas de suporte avançado de vida em cardiologia do ACC/AHA<sup>10-12</sup>.

### Configurações e especificações dos geradores e eletrodos utilizados

Os geradores utilizados foram da empresa Biotronik Inc.: Belos VR (5) e Tachos DR (2); da empresa Medtronic Inc., Minneapolis, MN, USA: GEM DR 7271 (1), GEM III 7275 (1); da empresa Guidant Inc., St. Paul, MN, USA.: Ventak Prism 2 DR (1), Ventak Mini III 1786 (2) e Ventritex V 185C (2); da empresa St. Jude Inc.: Photon DR V230HV (2). As características do sistema de estimulação cardíaca artificial implantado estão descritas nas tabelas 1 e 2.

### Análise estatística

No grupo de pacientes com LDF elevado, foram comparadas as médias dos valores de LDF entre os pacientes que foram a óbito e pacientes vivos por meio do índice de correlação de Spearman. Um valor de  $p < 0,05$  foi considerado para significância estatística.

## Resultados

Analisaram-se dados de procedimentos realizados no período entre janeiro de 2000 e agosto de 2004, constituindo uma coorte de 476 pacientes, dos quais 16 pacientes (3,36%) foram selecionados por apresentarem LDF elevado (fig. 2). Houve predomínio do sexo masculino (81%), com idade média de  $56,5 \pm 9,33$  anos. Quanto à cardiopatia de base, 9 (56%) eram de etiologia chagásica, 4 (19%) com cardiopatia isquêmica e 3 (25%) com cardiomiopatia dilatada idiopática. A fração de ejeção de ventrículo esquerdo média (FEVE) foi de  $0,37 \pm 0,09$ . As características clínicas dos pacientes com LDF elevado estão descritas na tabela 3.

### Terapêutica antiarrítmica

A maioria dos pacientes (94%) estava em uso de amiodarona (dose diária de 200 a 300 mg) havia pelo menos dois meses antes do procedimento cirúrgico de implante ou TG de CDI, e não foram utilizados outros antiarrítmicos isolados ou em associação durante o seguimento.

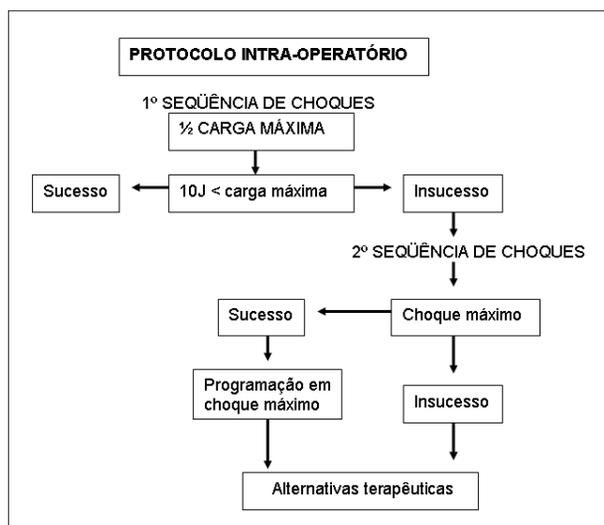


Fig. 1 - Protocolo padrão para o teste do LDF intra-operatório.

### Dados intra-operatórios

Realizaram-se oito implantes e oito TG de CDI. O sítio do gerador foi peitoral direito em dois casos, peitoral esquerdo em nove casos e abdominal em cinco. Os parâmetros eletrônicos medidos no intra-operatório e as condutas para redução do LDF estão descritos na tabela 4. A energia máxima de choque (CH) programável dos aparelhos de CDI utilizados variou de 30 a 39 J, e o LDF médio foi de 32,5 J ( $\pm 6,5$ ).

Tabela 2- Eletrodos de desfibriladores utilizados.

Fabricante	Modelos
Biotronik	Kainox SL 75/16
CPI – Guidant	Endotak C 0072
Medtronic	Sprint Fidelis 6943, SQ 6996, VCS 6937
St Jude Medical	Telectronics SPR

### Condutas alternativas na tentativa de redução do LDF

Foi realizada a inversão da polaridade do choque ( $AX > B$  p/  $B < AX$ , onde AX corresponde ao gerador com carcaça ativa associado à mola de choque proximal e B corresponde à mola de choque distal do eletrodo de VD) em quatro casos, sem sucesso na redução do LDF. O eletrodo de choque em VD foi reposicionado em quatro casos, e um foi bem-sucedido com redução do LDF de 30 para 20 J, obtendo margem de segurança adequada.

Implantou-se eletrodo de choque adicional em veia cava superior (VCS) em um caso, com redução do LDF de 30 para 20 J, e em outro caso houve insucesso no implante do eletrodo em razão da trombose de VCS. Em dois casos em que o LDF foi maior que a energia máxima do aparelho implantado, necessitando de desfibrilação externa, foi realizado implante de eletrodo de choque adicional tipo array. Esses eletrodos foram implantados em segundo tempo cirúrgico, por toracotomia lateral esquerda em um caso e

Tabela 1 - Características do sistema de estimulação cardíaca implantado.

Pacientes	Aparelho	Eletrodo ventricular	Gerador com carcaça ativa	Eletrodo ventricular – mola de choque	Local de implante	Formato da onda de choque
1	Belos VR	Kainox SL 75/16	S	D	PE	B
2	Photon DR V230HV	Endotak 0072	S	D	Abd D	B
3	Belos VR	Kainox SL 75/16	S	D	PE	B
4	Gem DR 7271	Fidelis 6943	S	M	PE	B
5	Ventak Prism 2 DR	Endotak 0072	S	D	PE	B
6	Photon DR V 230HV	TelectronicsSPR	S	M	PE	B
7	Belos VR	Kainox SL 75/16	S	D	PE	B
8	Gem III DR 7275	Endotak 0072	S	D	Abd D	B
9	Tachos DR	Kainox SL 75/16	S	D	PE	B
10	Belos DR	Kainox SL 75/16	S	D	PD	B
11	Ventak Mini III 1786	Endotak 0072	S	D	Abd D	B
12	Ventritex V 185 C	Endotak 0072	S	D	Abd E	B
13	Tachos DR	Kainox SL 75/16	S	D	PE	B
14	Ventritex V158C	Endotak 0072	S	D	PE	B
15	Belos VR	Kainox SL 75/16	S	D	PD	B
16	Ventak Mini III 1786	Endotak 0072	S	D	Abd E	B

S - sim; N - não; M - eletrodo de choque com mola única; D - eletrodo de choque com mola dupla; PE - peitoral esquerda; PD - peitoral direita; Abd - abdominal; B - formato de onda de choque bifásico.

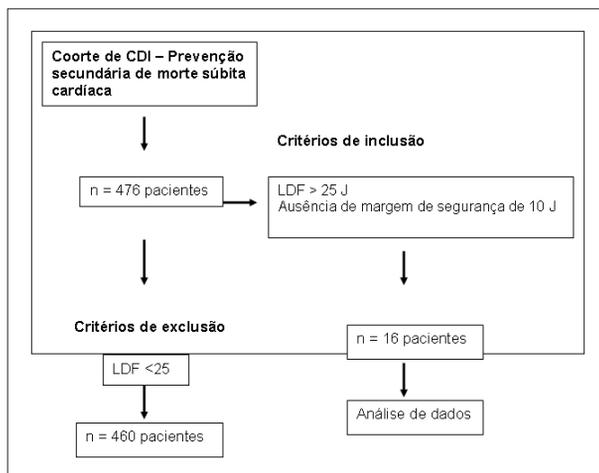


Fig. 2 - Delineamento do protocolo do estudo.

Tabela 3- Pacientes com LDF elevado: características clínicas.

	LDF elevado
Total de pacientes (n)	16
Idade (anos) (DP)	56,5 ± 9,33
Sexo masculino % (n)	81 (13)
Tempo de seguimento (meses) (DP)	25,3± 17,7
LDF médio (J) (DP)	32,5 ± 3,5
<b>Cardiopatologia de base % (n)</b>	
Isquêmica	25 (3)
Chagásica	56 (9)
Idiopática	19 (4)
<b>Classe Funcional de IC (NYHA) % (n)</b>	
I / II	63 (10)
III / IV	37(6)
FEVE (DP)	0,37±0,09
Uso de amiodarona % (n)	94 (15)

DP - desvio padrão; LDF - limiar de desfibrilação elevado; IC - insuficiência cardíaca; NYHA - New York Heart Association; FEVE - fração de ejeção de ventrículo esquerdo.

por videotoroscopia em outro. Nos dois casos os eletrodos foram, inicialmente, implantados em região subcutânea sem diminuição adequada do LDF, e obteve-se sucesso com a localização epicárdica com diminuição > 10 J no LDF, sem complicações cirúrgicas adicionais.

### Dados evolutivos

O seguimento médio foi de 25,3 ± 17,7 meses. A programação de todos os pacientes foi mantida em choque máximo em zona de taquiarritmias rápidas (> 182 bpm). As terapias apropriadas obtiveram sucesso em 100% dos casos,

e três pacientes apresentaram terapias de choque com 1 choque em um paciente, 2 choques em outro e 64 choques em outro analisados durante todo o seguimento. O índice de ocorrência de terapias de choque apropriadas foi de 18%. Ocorreram sete óbitos, sendo cinco de causa não-cardíaca, incluindo insuficiência hepática por hepatocarcinoma, falência de múltiplos órgãos, choque séptico, e dois por evolução de insuficiência cardíaca avançada. Um paciente foi submetido a transplante cardíaco, sendo analisados os dados anteriores ao transplante.

### Discussão

A incidência de LDF elevado intra-operatório durante o implante de CDI é bastante variável na literatura, sendo relatados valores entre 0% a 24%<sup>13</sup>. Uma explicação para resultados tão diferentes é que os sistemas de estimulação cardíaca utilizados foram também variados e com a melhora tecnológica dos aparelhos que atualmente dispõem de geradores com menor tamanho, permitindo o implante em região peitoral, com carcaça ativa, eletrodos transvenosos com dupla mola de choque e formato de onda de choque bifásico; o achado de um LDF elevado tem sido menos freqüente<sup>14</sup>.

A taxa de ocorrência desse problema no nosso estudo foi baixa (3,36%), talvez porque a maioria dos dispositivos utilizados para esses pacientes disponha das características supracitadas. O termo limiar de desfibrilação tem sido questionado por alguns autores, tendo em vista que não se realiza atualmente a medida real do LDF. Durante o teste do LDF, a obtenção da margem de segurança é suficiente para o sucesso do procedimento de implante do CDI, considerando-se a expressão mais adequada: “energia necessária para desfibrilação” (END)<sup>13</sup>. A obtenção rigorosa do LDF exigiria uma série de choques sucessivos para desfibrilação, podendo induzir deterioração do estado hemodinâmico do paciente<sup>13</sup>.

A manutenção do sítio cirúrgico antigo em portadores de marca-passo prévio é uma conduta adequada em alguns casos, porém pode favorecer o achado de um LDF elevado porque o gerador com carcaça ativa em região peitoral direita ou abdominal torna o eixo de choque (gerador-VCS-VD) desfavorável, não abrangendo uma grande área de miocárdio durante a terapia de choque do desfibrilador (fig. 3)<sup>15</sup>.

Alguns aparelhos dispõem de uma programação que permite inverter os pólos de choque: a mola distal de choque em ventrículo direito pode ser o pólo positivo (ânodo) e a mola proximal em VCS juntamente com a carcaça do gerador, o pólo negativo (cátodo), e vice-versa. A redução do LDF com a inversão da polaridade de choque foi descrita em alguns trabalhos, e não existe um padrão de polaridade que seja considerado melhor, pois a mola de choque distal como ânodo pode propiciar um menor LDF em alguns casos e maior em outros, devendo-se, portanto, repetir o teste de LDF após qualquer modificação da polaridade de choque<sup>13,16</sup>. Outra limitação é que a programação de inversão de polaridade de choque não está disponível em todos os aparelhos utilizados. No nosso estudo, realizamos a inversão de polaridade em três casos, porém não obtivemos sucesso com esse método.

Diante de um LDF elevado, o reposicionamento do eletrodo ventricular deve ser tentado se houver insucesso

Tabela 4- Avaliação eletrônica intra-operatória e condutas para redução do LDF

Pacientes	Limiar de estimulação de VD (V)	Sensibilidade ventricular (mV)	Impedância ventricular (Ohms)	Impedância de choque (Ohms)	LDF 1(J)	Conduta alternativa	LDF 2 (J)
1	0,7	15	569	39	30	RE	20
2	1,9	8,5	526	40	33	CM	33
3	0,3	20	770	41	30	CM	30
4	1,5	22	984		30	RE e RP S/ SUC. VCS	20
5	0,7	DEP	450	62	26	CM	26
6	1,7	9,0	600	30	33	CM	33
7	0,3	20	740	38	30	RP e RE S/ SUC. ARRAY	20
8	2,0	11	773	32	30	RP e VCS S/ SUC. -trombose. ARRAY	20
9	0,8	20	800	66	30	CM	30
10	0,8	26	550	43	30	CM	30
11	1,5	10,7	480	41	31	CM	31
12	1,3	5,5	440	50	39	CM	39
13	0,6	DEP	590	39	30	CM	30
14	1,4	7,4	420	30	38	CM	38
15	0,3	20	530	30	>30	RE e RP S/SUC. CM	30
16	1,5	8,0	410	34	31	CM	31

RE - reposicionamento do eletrodo de choque de ventriculo direito; RP - reversão de polaridade de choque; VCS - eletrodo de choque adicional posicionado em veia cava superior; CM - programação de terapia de choque em zona de taquiarritmias rápidas em choque máximo; ARRAY - eletrodo de choque adicional tipo array; S/SUC. - sem sucesso; LDF 1 - LDF no 1º teste; LDF 2 - LDF após condutas alternativas; DEP - dependente de estimulação ventricular, sem ritmo de escape.

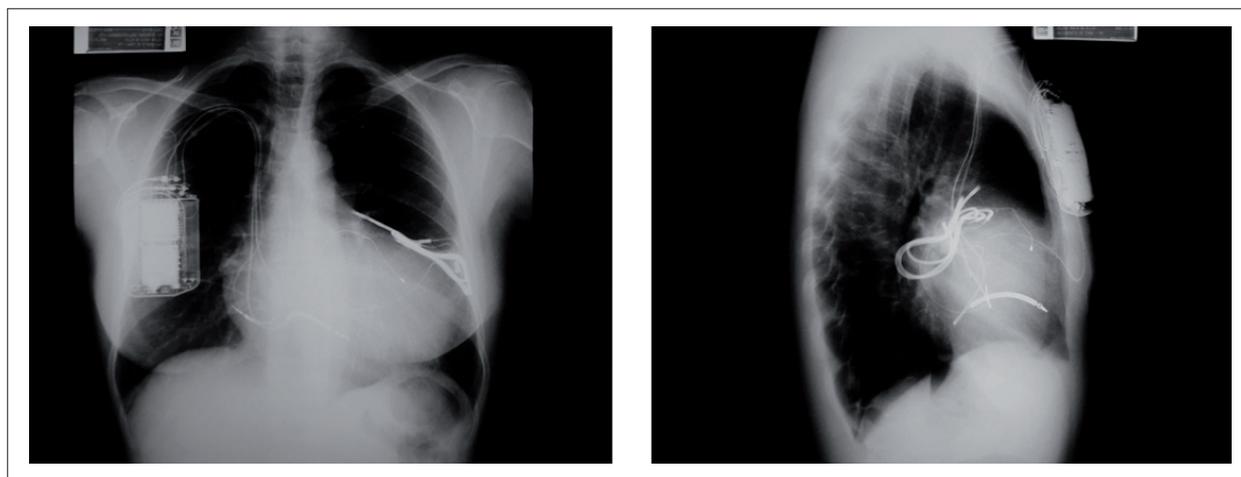


Fig. 3 - Radiografia de tórax em AP e perfil. Paciente com CDI à direita, por causa do marca-passo prévio, sendo mantido o sítio cirúrgico antigo. Apresentou LDF acima da energia máxima do aparelho implantado e necessitou de desfibrilação externa. Implante de eletrodo de choque adicional array em região epicárdica com redução do LDF em 10J.

após reversão da polaridade de choque, devendo-se observar o melhor eixo de choque com preferência para o implante em região septal de VD. Em casos de troca de gerador de CDI (reoperações), geralmente não é possível reposicionar

o eletrodo ventricular por causa do processo crônico de cicatrização e impactação do eletrodo, o que dificulta a remoção deste, principalmente em casos com mais de um ano de implante do eletrodo. Em quatro casos, foi realizado

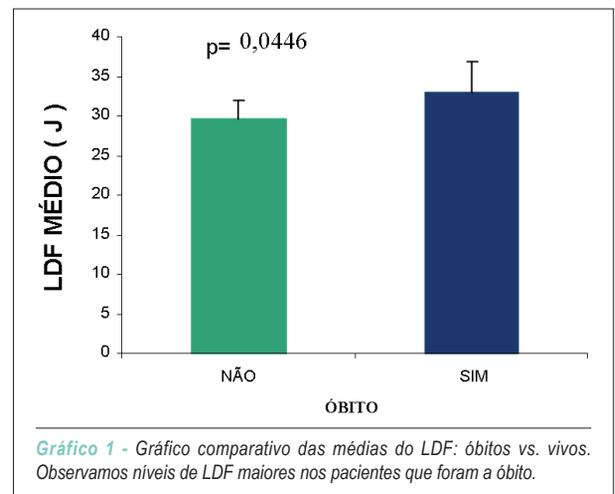
o reposicionamento do eletrodo ventricular, porém obtivemos sucesso em apenas um caso, com redução de 10 J no LDF, obtendo a margem de segurança adequada. Apesar do baixo índice de sucesso com essa conduta nessa casuística, consideramos que esta deve ser sempre realizada, se for o caso, pela facilidade de execução e em razão dos resultados satisfatórios em alguns trabalhos publicados<sup>17</sup>.

Quando o desfibrilador não for capaz de reverter a arritmia induzida (FV) com choque máximo, isto é, LDF maior que a energia máxima de terapia de choque do aparelho implantado, o implante de eletrodo de choque adicional posicionado em VCS e o eletrodo tipo *patch* ou *array* podem reduzir o LDF, pois abrangem uma maior área de massa miocárdica, otimizando o eixo de choque<sup>18,19</sup>. Neste estudo, obtivemos resultados satisfatórios com o implante de eletrodo de choque adicional posicionado em VCS, com sucesso em um caso, reduzindo o LDF em 10 J, e sem sucesso em outro, por causa da dificuldade de acesso venoso. O LDF foi maior que a energia do aparelho implantado em dois casos, e optou-se por implante de eletrodo de choque adicional tipo *array* com sucesso, reduzindo em 10 J o LDF nesses casos. Em casos em que houve reversão da FV apenas com terapia de choque máximo do aparelho implantado e pela dificuldade de realização do LDF mais rígido com possível piora do estado hemodinâmico dos pacientes com níveis pressóricos limítrofes após a indução anestésica ou por outras razões clínicas, consideramos LDF o valor da carga máxima do aparelho implantado. Nesses casos, optou-se por programação da terapia de choque em energia máxima na zona de taquiarritmias rápidas (>182 bpm) e seguimento ambulatorial mais estreito com programação para implante de eletrodo de choque adicional tipo *array* em segundo tempo cirúrgico, para obtenção de margem de segurança adequada, a fim de oferecer melhor proteção a esses pacientes.

Rattes e cols.<sup>20</sup> relatam que a porcentagem de desfibrilações bem-sucedidas, em média, é de 76,4% no nível do LDF real e que 100% de desfibrilações bem-sucedidas eram atingidas com a liberação da terapia de choque 1,2 a 1,4 vezes do LDF em estudos animais<sup>20</sup>. Alguns estudos consideram adequada uma margem de segurança no LDF de 5 J, e alguns autores consideram desnecessária até mesmo a realização do teste de desfibrilação<sup>21-25</sup>. Optou-se pela manutenção da amiodarona nesses casos com o objetivo de oferecer proteção adicional na prevenção de morte súbita arritmica, redução de arritmias e, conseqüentemente, terapias de choque do desfibrilador<sup>26</sup>. Alguns autores sugerem como conduta adequada a suspensão de antiarrítmicos, especialmente amiodarona, pelo fato de ela aumentar o limiar de desfibrilação com a utilização deste fármaco<sup>27,28</sup>. A pequena taxa de ocorrência de terapias de choque neste estudo dificulta a análise de segurança desses pacientes, porém os três pacientes que receberam choques apresentaram LDF igual ao valor da carga máxima do aparelho e estavam em uso de amiodarona e com terapia de choque programada em choque máximo, com sucesso em 100% das terapias. Nesses casos em que só houve reversão da FV com energia máxima do aparelho, a margem de segurança pode ser de 1 a 9 J, sendo necessário o implante do eletrodo de choque adicional tipo *array*.

O tempo de seguimento foi prolongado (>2 anos), e,

apesar da elevada mortalidade (43,75%) desse grupo de pacientes com LDF elevado, não ocorreram mortes por causa arritmica ou terapias de choque apropriadas sem sucesso. Ao compararmos pelo índice de correlação de Spearman os pacientes com LDF elevado que foram a óbito com os vivos, observamos que o LDF foi maior no grupo de pacientes que foi a óbito ( $p = 0,044$ ), identificando pacientes com maior mortalidade (graf. 1).



Sugerimos uma seqüência de condutas que devem ser adotadas, sempre que possível individualizando caso a caso: 1. reversão da polaridade de choque; 2. reposicionamento do eletrodo de choque; 3. eletrodo de choque adicional posicionado em VCS ou uso de eletrodo de choque tipo *array*; 4. programação em choque máximo enquanto estiver em programação cirúrgica para implante de eletrodo *array* (se LDF menor que a energia máxima do aparelho implantado, porém sem margem de segurança adequada).

Existem vários mecanismos para a ocorrência de um LDF elevado, o que torna muito difícil prever o aparecimento desse problema, porém alguns fatores associados, como influências da idade, sexo masculino, disfunção de VE e uso de drogas antiarrítmicas (principalmente amiodarona) no LDF em portadores de CDI, já foram descritos em outros estudos clínicos<sup>29-32</sup>.

A presença de LDF elevado ou energia necessária para desfibrilação (END) elevada constitui um desafio ao médico que está realizando o procedimento, já que o sucesso do implante do desfibrilador depende de uma margem de segurança adequada. No entanto, existem algumas alternativas terapêuticas para redução do LDF que devem ser individualizadas.

## Conclusão

Nessa coorte de pacientes com CDI, houve uma baixa taxa de ocorrência de LDF elevado. Além disso, houve

associação de LDF elevado com disfunção ventricular grave, sexo masculino, uso de amiodarona e posicionamento do gerador em posição peitoral direita ou abdominal. As condutas alternativas de reposicionamento de eletrodo ventricular, reversão da polaridade de choque e o implante de eletrodo de choque adicional posicionado em VCS e eletrodo tipo *array* quando individualizadas são opções terapêuticas aos casos com limiar de desfibrilação elevado sem margem de segurança adequada, assegurando a esses pacientes o benefício do CDI na prevenção da morte súbita cardíaca.

## Referências

- Zoll PM. Resuscitation of the heart in ventricular standstill by external electrical stimulation. *N Engl J Med.* 1952; 247: 768-71.
- Mirowski M, Reid PR, Mower MM, Watkins L, Gott VL, Schauble JF, et al. Termination of malignant ventricular arrhythmias with an implanted automatic defibrillator in human beings. *N Engl J Med.* 1980; 303: 322-4.
- Moss AJ, Hall WJ, Cannom DS, Daubert JP, Higgins SL, Klein H, et al. Improved survival with an implanted defibrillator in patients with coronary disease at high risk for ventricular arrhythmia. Multicenter Automatic Defibrillator Implantation Trial Investigators. *N Engl J Med.* 1996; 335: 1933-40.
- A comparison of antiarrhythmic drug therapy with implantable defibrillators in patients resuscitated from near-fatal ventricular arrhythmias. The Antiarrhythmic Versus Implantable Defibrillators (AVID) Investigators. *N Engl J Med.* 1997; 337: 1576-83.
- Siebels J, Cappato R, Ruppel R, Schneider MA, Kuck KH. ICD versus drugs in cardiac arrest survivors: preliminary results of the cardiac arrest study. The CASH Investigators. *Pacing Clin Electrophysiol.* 1993; 16: 552-8.
- Manolis AS, Tan-DeGuzman W, Lee MA, Rasteger H, Haffajee CI, Huang SKS, et al. Clinical experience in seventy-seven patients with the automatic implantable cardioverter defibrillator. *Am Heart J.* 1989; 118: 445-50.
- Winkle RA, Mead RH, Ruder MA, Gaudiani VA, Smith NA, Buch WS, et al. Long-term outcome with the automatic implantable cardioverter-defibrillator. *J Am Coll Cardiol.* 1989; 13: 1353-61.
- Marchlinski FE, Flores B, Miller JM, Gottlieb CD, Hargrove WC. 3rd. Relation of the intraoperative defibrillation threshold to successful postoperative defibrillation with an automatic implantable cardioverter defibrillator. *Am J Cardiol.* 1988; 62: 393-8.
- Zipes DP, Camm AJ, Borggrefe M, Buxton AE, Chaitman B, Forman M, et al. ACC/AHA/ESC 2006 guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death: executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the European Society of Cardiology Committee for Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines for the Management of Patients with Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death). *J Am Coll Cardiol.* 2006; 48: 1064-108.
- American Heart Association. Guidelines 2005 for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. ECC Committee, Subcommittees and Task Forces of the American Heart Association. *Circulation.* 2005; 112 (24 Suppl IV): 1-203.
- International Liaison Committee on resuscitation. 2005 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with treatment recommendations. *Circulation.* 2005; 112 (Suppl III): III-1-III-136.
- Strickberger SA, Man KC, Souza J, Zivin A, Weiss R, Knight BP, et al. A prospective evaluation of two defibrillation safety margin techniques in patients with low defibrillation energy requirements. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 1998; 9: 41-6.
- Gold MR, Olsovsky MR, Pelini MA, Peters RW, Shorofsky SR. Comparison of single and dual-coil active pectoral defibrillation systems. *J Am Coll Cardiol.* 1998; 31: 1391-4.
- Friedman PA, Rasmussen MJ, Grice S, Trusty J, Glikson M, Stanton MS. Defibrillation thresholds are increased by right-sided implantation of totally transvenous implantable cardioverter defibrillators. *Pacing Clin Electrophysiol.* 1999; 22: 1186-92.
- Kasanuki H, Takeichi K. High defibrillation energy requirements: current management. *Cardiac Electrophysiology Review.* 2001; 5: 63-6.
- Higgins SL, Rich DH, Haygood JR, Barone J, Greer SL, Meyer DB. ICD restudy: results and potential benefit from routine pre-discharge and 2-month evaluation. *Pacing Clin Electrophysiol.* 1998; 21: 410-7.
- Stajduhar KC, Ott GY, Kron J, McAnulty JH, Oliver RP, Reynolds BT. Optimal electrode position for transvenous defibrillation: a prospective randomized study. *J Am Coll Cardiol.* 1996; 27: 90-4.
- Gradaus R, Block M, Seidl K, Brunn J, Isgro F, Hammel D, et al. Defibrillation efficacy comparing a subcutaneous array electrode versus an "active can" implantable cardioverter-defibrillator and a subcutaneous array electrode in addition to an "active can" implantable cardioverter-defibrillator: results from Active Can versus Array Trials I and II. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2001; 12: 921-7.
- Kuhlkamp V, Dornberger V, Khalighi K, Mewis C, Suchalla R, Ziemer G, et al. Effect of a single element subcutaneous array electrode added to a transvenous electrode configuration on the defibrillation field and the defibrillation threshold. *Pacing Clin Electrophysiol.* 1998; 21 (12): 2596-605.
- Rattes MF, Jones DL, Sharma AD, Klein GJ. Defibrillation threshold: a simple and quantitative estimate of the ability to defibrillate. *Pacing Clin Electrophysiol.* 1987; 10: 70-7.
- Gold MR, Higgins S, Klein R, Gilliam FR, Kopelman H, Hessen S, et al. Efficacy and temporal stability of reduced safety margins for ventricular defibrillation: primary results from the Low Energy Safety Study (LESS). *Circulation.* 2002; 105: 2043-8.
- Neuzner J, Liebrich A, Jung J, Himmrich E, Pitschner HF, Winter J, et al. Safety and efficacy of implantable defibrillator therapy with programmed shock energy at twice the augmented step-down defibrillation threshold: results of the prospective, randomized, multicenter low energy Endotak trial. *Am J Cardiol.* 1999; 83: 34D-9D.
- Theuns DAMJ, Szili-Torok T, Jordaens LJ. Defibrillation efficacy testing: long-term follow-up and mortality. *Europace.* 2005; 7 (6): 509-15.
- Strickberger SA, Klein GJ. Is defibrillation testing required for defibrillator implantation? *J Am Coll Cardiol.* 2004; 44: 88-91.
- Marchlinski FE, Flores B, Miller JM, Gottlieb CD, Hargrove WC. Relation of the intraoperative defibrillation threshold to successful postoperative defibrillation with an automatic implantable cardioverter defibrillator. *Am J Cardiol.* 1988; 62: 393-8.
- Connolly SJ, Dorian P, Roberts RS, Gent M, Bailin S, Fain ES, et al. Comparison of b-blockers, amiodarone plus b-blockers, or sotalol for prevention of shocks from implantable cardioverter defibrillators. The OPTIC Study: a randomized trial. *JAMA.* 2006; 295: 165-71.
- Huang SKS, Tan de Guzman WL, Chenarides JG, Okike O, Vander Salm TJ. Effects of long-term amiodarone therapy on the defibrillation threshold and

## Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

## Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

## Vinculação Acadêmica

Não há vinculação deste estudo a programas de pós-graduação.

- the rate of shocks of the implantable cardioverter-defibrillator. *Am Heart J*. 1991; 122: 720-7.
28. Boriani G, Biffi M, Frabetti L, Maraschi M, Branzi A. High defibrillation threshold at cardioverter defibrillator implantation under amiodarone treatment: favorable effects of D, L-sotalol. *Heart Lung*. 2000; 29 (6): 412-6.
29. Epstein AE, Ellenbogen KA, Kirk KA, Kay GN, Dailey SM, Plumb VJ. Clinical characteristics and outcome of patients with high defibrillation thresholds. *Circulation*. 1992; 86: 1206-16.
30. Windecker S, Ideker RE, Plumb VJ, Kay GN, Walcott GP, Epstein AE, et al. The influence of ventricular fibrillation duration on defibrillation efficacy using biphasic waveforms in humans. *J Am Coll Cardiol*. 1999; 33: 33-8.
31. Gold MR, Higgins S, Klein R, Roosevelt FG, Harry K, Scott H, et al. Efficacy and temporal stability of reduced safety margins for ventricular defibrillation. primary results from the low energy safety study (LESS). *Circulation*. 2002; 105: 2043-8.
32. Hohnloser SH, Paul D, Roberts R, Michael G, Israel CW, Eric F, et al. Effect of amiodarone and sotalol on ventricular defibrillation threshold: the optimal pharmacological therapy in cardioverter defibrillator patients (OPTIC) trial. *Circulation*. 2006; 114: 104-9.