

Cardiodesfibrilador implantável subcutâneo: um novo dispositivo para o tratamento da morte súbita

Subcutaneous implantable defibrillator: a new device for sudden death treatment

Genildo Ferreira Nunes¹, Carlos Albetto F. Nôvo², Fábio D'Ayala Valva³

Resumo: A morte súbita é um importante problema de saúde pública e o cardiodesfibrilador implantável (CDI) tem se mostrado mais efetivo que as drogas antiarrítmicas em seu tratamento. Apesar do grande benefício clínico dessa terapia, existem relatos de complicações relevantes relacionadas ao cabo-eletródo transvenoso. Com o propósito de as minimizar, recentemente foi lançado nos mercados europeu, neozelandês e norte-americano um CDI com sistema totalmente subcutâneo (CDI-S) que dispensa a fluoroscopia. Os resultados iniciais de estudos clínicos publicados são promissores e mostram que o CDI-S converte com sucesso episódios de taquicardia ventricular (TV) e fibrilação ventricular (FV) induzidas ou espontâneas, com taxas de complicações ou de choques inapropriados semelhantes às do CDI convencional. Parece ser uma opção atraente para pacientes pediátricos com doença cardíaca congênita, pacientes com acesso venoso obstruído ou com alto risco de infecção, bem como para jovens com doença cardíaca elétrica, tais como miocardiopatia hipertrófica e síndromes de Brugada e do QT longo. Devido à impossibilidade de estimulação cardíaca permanente, não está indicado para os que necessitam de estimulação anti-bradicardia, terapia de ressincronização cardíaca (TRC) ou com história de taquicardia ventricular monomórfica repetitiva que se beneficiariam de estimulação anti-taquicardia (ATP). Estudos clínicos em andamento irão definir com maior precisão a segurança e a eficácia em longo prazo, o custo-efetividade e o perfil ideal dos pacientes que obterão os maiores benefícios dessa nova tecnologia.

Descritores: Cardiodesfibrilador Subcutâneo Implantável, Morte Súbita, Fibrilação Ventricular, Taquicardia Ventricular

Abstract: Sudden death is an important public health problem; the implantable cardioverter defibrillator (ICD) has proven more effective than antiarrhythmic drugs in the treatment of sudden death. Despite the great clinical benefit of this therapy, there are reports of significant complications related to transvenous lead-electrode. In order to minimize these complications, recently was launched on the market in Europe, New Zealand and the United States a subcutaneous system (S-ICD) that even eliminates the need for fluoroscopy. The initial results of published clinical studies have been promising and show that ICD-S successfully converts the ventricular tachycardia episodes (VT)/ventricular fibrillation(VF), induced or spontaneous, with rates of complications or inappropriate shocks similar to conventional ICD. It seems to be an attractive option for pediatric patients with congenital heart disease that limits the implantation of transvenous leads, in cases of obstructed venous access, in patients at high risk of infection, as well as young people with electrical heart disease, such as hypertrophic cardiomyopathy, Brugada syndrome and long QT syndrome. Due to the impossibility of permanent cardiac pacing, the S-ICD is not indicated for patients that requiring anti-bradycardia pacing, or cardiac resynchronization therapy (CRT), or with a history of repetitive monomorphic ventricular tachycardia that would benefit from anti-tachycardia pacing (ATP). Ongoing clinical studies will better define its safety and long-term efficacy, cost effectiveness and better patient profile that this new technology will benefit.

Keywords: Implantable Cardioverter-Defibrillator Subcutaneous, Sudden Death, Ventricular Fibrillation, Ventricular Tachycardia

Trabalho realizado na Clínica Ritmocordis.

1 - Especialista em Cardiologia pela SBC, Área de Atuação em Eletrofisiologia Invasiva pela Sobrac/AMB. Habilitado em Estimulação Cardíaca pelo DECA/SBCCV. Chefe da Cardiologia e Coordenador do Serviço de Eletrofisiologia do Hospital Geral de Palmas. **2** - Habilitado em Estimulação Cardíaca pelo DECA/SBCCV. Diretor Clínico do Hospital Geral de Palmas e Coordenador do Serviço de Estimulação Cardíaca. **3** - Habilitado em Estimulação Cardíaca pelo DECA/SBCCV. Médico do Serviço de Estimulação Cardíaca e Eletrofisiologia do Hospital Geral de Palmas.

Correspondência: Clínica Ritmocordis (Cardiocenter). Qd. 501 Sul - Conj. 2. Rua NSA, Lt. 12. Palmas - Tocantins. CEP: 77016-008. E-mail: genildomd@yahoo.com.br

Artigo submetido em 01/2014 e publicado em 03/2014.

Introdução

No Brasil não existem dados consistentes que permitam afirmar qual a incidência estimada da morte súbita. Nos Estados Unidos, entretanto, esse evento lidera as causas de morte e estima-se uma incidência de aproximadamente 180 a 250 mil casos por ano¹.

O principal mecanismo eletrofisiológico envolvido na gênese da morte súbita cardíaca são as arritmias ventriculares, especialmente a fibrilação ventricular². Quando acontece, a morte súbita é motivo de muita comoção, pois, na maioria das vezes, ceifa vidas de pessoas jovens, que aparentemente não padeciam de doença.

Após perder um amigo por morte súbita devido à arritmia ventricular, o Dr. Michel Mirowski teve a ideia de criar um dispositivo implantável que identificasse e tratasse essas arritmias. Desenvolveu modelos experimentais em 1969, implantes caninos em 1970 e realizou o primeiro implante em humanos em 1980, no Sinai Hospital de Baltimore³. A nova tecnologia foi avaliada por vários ensaios clínicos de grande porte e o *Food and Drug Administration* (FDA) aprovou-a para uso em seres humanos em 1985.

Na evolução do dispositivo, foram agregadas várias tecnologias que permitiram redução considerável do tamanho do gerador, implante na região peitoral (inicialmente abdominal), eletrodos de desfibrilação transvenosos, desenvolvimento de algoritmos discriminadores das arritmias e outras funções de programabilidade. Atualmente é indicado para prevenção primária e secundária de morte súbita, com base em evidências consistentes, emanadas de grandes ensaios clínicos multicêntricos e randomizados⁴⁻⁶.

A despeito do grande benefício clínico decorrente do implante do CDI, existem relatos de complicações relevantes, tais como infecções do sítio cirúrgico, terapias de choques inapropriadas e complicações relacionadas ao implante do cabo-eletrodo de desfibrilação transvenoso. A imensa maioria dos CDI convencionais utiliza cabos-eletrodos de desfibrilação implantados dentro do ventrículo direito. Entretanto, os sistemas transvenosos apresentam limitações anatômicas ao implante, complicações agudas e crônicas e dificuldade de extração.

Em um estudo observacional recentemente publicado, Curtis et al.⁷ relataram um taxa de 1,5% de complicações maiores (óbito intra-hospitalar, perfuração cardíaca, lesão valvar cardíaca, hemotórax, pneumotórax, flebite profunda, ataque isquêmico transitório, acidente vascular cerebral, infarto do miocárdio, tamponamento cardíaco e fístula artério-venosa).

Em longo prazo, a incidência de defeitos intrínsecos do cabo-eletrodo de desfibrilação pode atingir uma taxa de 20% em 10 anos, principalmente por defeitos relacionados ao isolante⁸. A extração de um cabo-eletrodo de desfibrilação de implante tardio é muitas vezes uma tarefa difícil, associada a taxas de morbidade e mortalidade significativas⁹.

Com o propósito de solucionar as limitações do implante e as complicações relacionadas aos cabos-eletrodos de desfibrilação transvenosos, foi idealizado o cardiodesfibrilador subcutâneo (CDI-S), que utiliza um sistema (gerador e cabo-eletrodo de choque) implantado totalmente no subcutâneo. Após a publicação de alguns estudos por Bardy et al.¹⁰, o dispositivo foi aprovado para uso comercial na União Européia e na Nova Zelândia em 2009. Recentemente, em setembro de 2012, teve sua comercialização liberada nos Estados Unidos pelo FDA após os resultados do *IDEstudy*¹¹, publicados por Burke MC no *Heart Rhythm Society Annual Scientific Sessions* em 2012. A liberação ainda não ocorreu no Brasil.

O CDI-S é composto por um gerador (SQ-RX®/BostonScientific) e um cabo-eletrodo de choque (Q-TRAK®/BostonScientific). O gerador pesa 145 g, tem volume de 69 cm³, longevidade nominal estimada em cinco anos, com possibilidade de programação de uma ou duas zonas de terapias (170 a 250 bpm). Entrega choques de 60 a 80 J com onda bifásica, armazena eletrogramas (24 episódios de 120 segundos) e faz estimulação transtorácica após choque de 50 ppm durante 30 segundos sempre que uma pausa superior a 3,5 segundos é detectada¹². O cabo-eletrodo de choque é tripolar, tem comprimento de 45 cm, um *coil* de desfibrilação de 8 cm e diâmetro de 9 Fr¹² (Figura 1).

Técnica de implante

A técnica de implante do CDI-S dispensa a fluoroscopia e a disposição ideal do sistema foi mais bem definida com os resultados dos estudos publicados por Bardy et al.¹⁰, que avaliaram quatro configurações diferentes para o cabo-eletrodo subcutâneo em 78 pacientes submetidos a implante de um sistema totalmente subcutâneo. A configuração que obteve o menor limiar de desfibrilação foi a que implantou o gerador na posição lateral esquerda, sobre a sexta costela, entre a linha axilar média e a anterior. O cabo-eletrodo subcutâneo foi tunelizado do local de implante do gerador até uma distância de 1 a 2 cm da linha para-esternal esquerda, adjacente ao processo xifóide (posição do eletrodosensor proximal) e, em seguida, tunelizado para cima, paralelo à linha paraesternal esquerda, até a altura do manúbrio esternal,

onde foi ancorado (posição do cabo-eletrodo sensor distal). Com isso, o *coil* de desfibrilação fica posicionado em paralelo, a 1 ou 2 cm da linha para-esternal esquerda, entre o processo xifoide e o manúbrio esternal (Figura 2-A).

O ritmo cardíaco é detectado por meio do uso de um dos três vetores que são formados entre os dois anéis sensores e o gerador de pulsos (vetores B-Gerador, A-Gerador e AB), como mostra a Figura 2A. Para minimizar o risco de *oversensing*, o vetor mais adequado para detecção do ritmo é selecionado automaticamente pelo próprio dispositivo, mediante a relação mais satisfatória de ondas R/T. O teste de limiar de desfibrilação intraoperatório é obrigatório e realizado com 65 J (Figura 3).

Após o implante, se detectada taquicardiaventricular espontânea na zona de terapia, o CDI-S libera somente choques com cargas 80 J, para garantir uma margem de segurança adequada de 15 J¹⁰. Nos casos de insucesso do primeiro choque, subsequentemente podem ser deflagrados outros cinco com polaridade invertida.

Estudos que avaliaram a segurança e eficácia do dispositivo

Bardy et al.¹⁰ publicaram quatro estudos não randomizados de pequeno porte envolvendo pacientes submetidos ao implante de CDI-S com indicação formal para CDI. O primeiro deles, já citado, envolveu 78 pacientes e demonstrou o posicionamento mais apropriado do sistema subcutâneo. O segundo comparou os limiares de desfibrilação entre o sistema subcutâneo, utilizando a configuração determinada no primeiro estudo, com o sistema utilizando o cabo-eletrodo de choque transvenoso. Ambos foram implantados simultaneamente em 59 pacientes e ficou demonstrado que o CDI-S é tão efetivo quanto o CDI para reverter a fibrilação ventricular induzida, sendo que o sistema transvenoso o faz com menor carga de energia. O limiar de desfibrilação médio foi de $11,1 \pm 8,5$ J com o CDI convencional e $36,6 \pm 19,8$ J com o CDI-S ($P < 0,001$).

O terceiro foi um estudo piloto realizado na Nova Zelândia com seis pacientes que foram submetidos a implante de CDI-S. Todos os episódios



Figura 1: Eletrodo de desfibrilação subcutâneo.

Fonte: <http://www.bostonscientific.com/s-icd/technical-specifications.html>

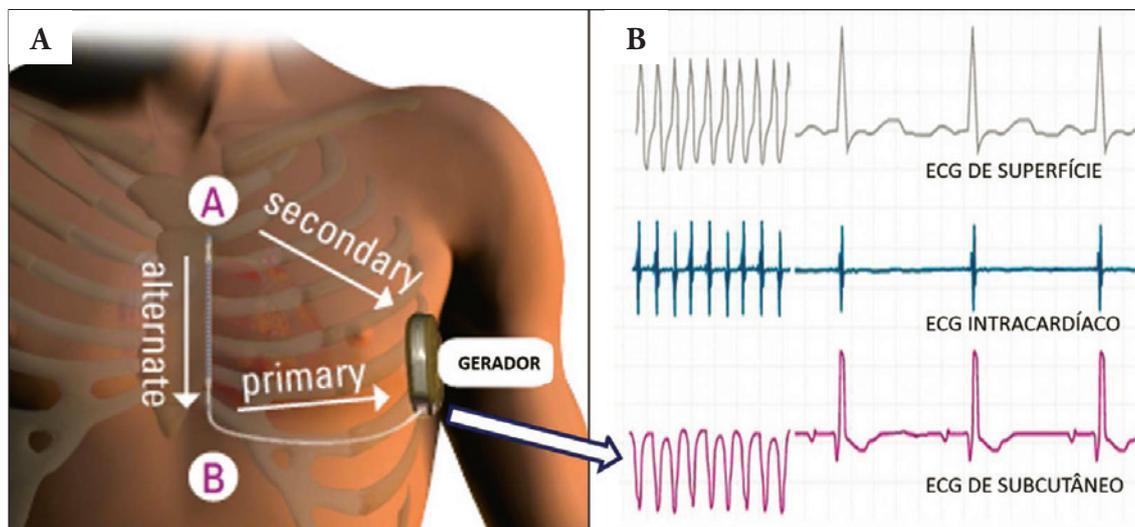


Figura 2: A imagem (A) mostra a configuração ideal do eletrodo subcutâneo no tórax, de tal forma que o ritmo cardíaco é detectado por um dos três vetores disponíveis, formados entre os dois eletrodos de detecção e o gerador de pulsos: vetor B-Gerador, vetor A-Gerador e vetor AB. A imagem (B) mostra a semelhança do ECG subcutâneo com o de superfície quando comparado com o ECG intracardiaco.

Fonte: Modificada, endereço <http://www.bostonscientific.com/s-icd/sophisticated-technology.html>

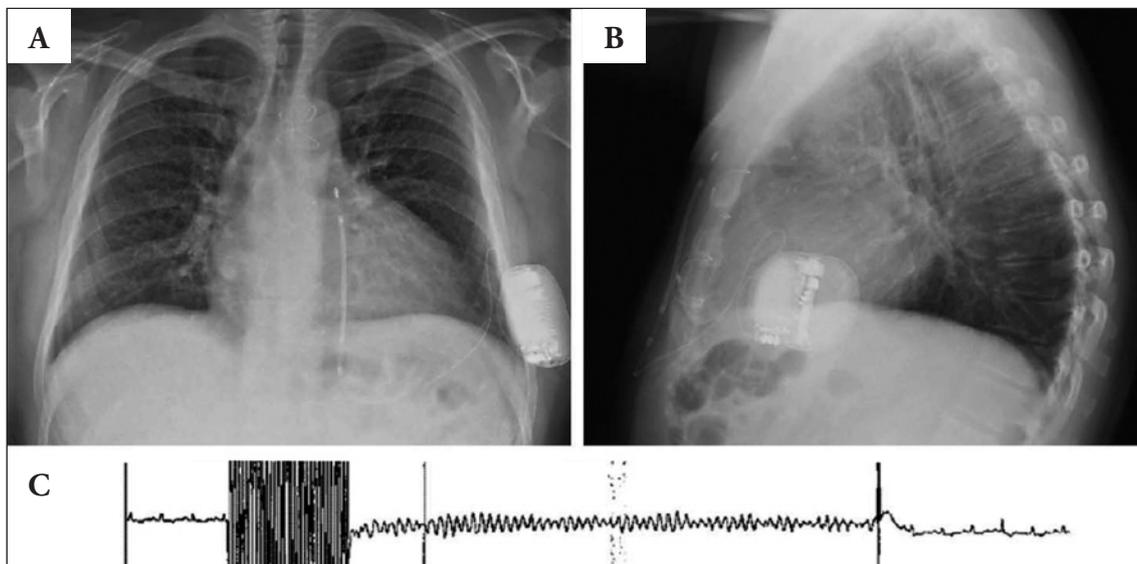


Figura 3: Paineis A e B: Raio X de tórax PA e perfil de um paciente submetido a implante de CDI-S. Painel C: Eletrocardiograma do teste de limiar de desfibrilação mostrando indução, detecção e reversão de fibrilação ventricular induzida.
Fonte: N Engl Med 2010;363:41.

de TV/FV induzidas foram bem detectados e desfibrilados pelo dispositivo. Não ocorreram arritmias espontâneas e não foram relatados complicações ou choques inapropriados no seguimento de 18 meses.

A quarta investigação, realizada na Europa, envolveu 55 pacientes submetidos a implante de CDI-S, com idade média de 56 ± 13 anos, 80% do sexo masculino, com fração de ejeção $0,34 \pm 13$ e indicação classe I e IIa para implante de CDI, 78% para prevenção primária. Foram excluídos pacientes com *clearance* de creatinina menor que 30 ml/min, TV com frequência menor que 170 bpm ou necessidade de braditerapia. O *endpoint* primário foi reverter dois episódios consecutivos de FV com choques de 65 J. Como resultado, o *endpoint* primário foi alcançado em 98% dos casos e 100% das FV induzidas foram detectadas com sucesso. Após um seguimento de 11,1 meses, o CDI-S detectou e tratou com sucesso 12 episódios de taquicardia ventricular sustentada (TVS) espontânea. Infecção na loja e deslocamento do eletrodo subcutâneo foram descritos em cinco pacientes. Também ocorreram cinco casos de *oversensing*, todos resolvidos com reprogramação do dispositivo.

O *IDE study*¹¹ foi um estudo prospectivo, não-randomizado, multicêntrico, conduzido nos Estados Unidos, Europa e Nova Zelândia, que avaliou a segurança e a eficácia do CDI-S em pacientes com idade maior que 18 anos e indicação de CDI segundo a AHA/ACC de 2008. Foram excluídos aqueles com *clearance* de creatinina menor que 30 ml/min, taquicardia ventricu-

lar sustentada elegível para estimulação de ATP e necessidade de braditerapia.

O estudo tinha dois objetivos primários: um de eficácia, avaliada por indução e conversão eficaz de FV, com taxa de sucesso $\geq 88\%$, e outro de segurança, avaliada pela taxa de livre de complicações em 180 dias $\geq 79\%$. Foram envolvidos 330 pacientes seguidos em duas coortes, uma de eficácia e outra para avaliar a segurança. O desfecho primário de eficácia foi obtido em 100% dos pacientes e o de segurança apresentou uma taxa de livre de eventos em 180 dias de 92,1%. As complicações relatadas foram: infecção do sistema, posição inadequada do gerador ou do cabo-eletrodo, desgaste prematuro do gerador, *oversensing* e choques inapropriados. As taxas de complicações foram consideradas aceitáveis e semelhantes às do sistema transvenoso.

Durante o acompanhamento médio de 321 dias, 16 pacientes apresentaram um total de 109 episódios de TV/FV espontâneas que foram revertidos com sucesso com 80 J. Choques inapropriados ocorreram em 38 (15 taquicardias atriais com frequência acima da zona de discriminação e 24 por *oversensing*). Houve necessidade de explante do sistema em 10, devido a infecção (4), *oversensing* (2), desgaste prematuro da bateria (1), necessidade de terapia de ressincronização (1), necessidade de ATP (1) e por desejo do paciente (1). Apesar de relatos de desconforto, não houve nenhum explante devido a essa queixa.

O Registro *EFFORTLESS S-ICD*¹³ é um estudo observacional não randomizado, desenvolvido em

50 centros de investigação da Europa e da Nova Zelândia, onde o dispositivo já foi aprovado para uso comercial. O objetivo principal é demonstrar a eficácia do CDI-S em curto, médio e longo prazos, além de fazer uma análise de custo-efetividade dessa terapia. Os resultados preliminares desse registro foram apresentados no *Cardiostim 2012* (Junho 13-16; Nice, França, 2012), sendo que 219 pacientes já haviam sido recrutados, 14 dos quais apresentaram 19 episódios de TV/FV que foram tratados efetivamente pelo dispositivo. As complicações relacionadas ao dispositivo e a proporção de choques inapropriados foram menores que as relatadas previamente no *IDE study*. Os dados de custo-efetividade ainda não foram publicados.

Encontra-se em andamento um importante estudo holandês, prospectivo, randomizado e multicêntrico, o *PRAETORIAN trial*⁴, que tem como *endpoint* primário comparar a não inferioridade do CDI-S com o CDI convencional, em relação a choques inapropriados e complicações relacionadas ao dispositivo. O seguimento estimado será de 30 meses e serão recrutados pacientes com indicação classes I e IIa para CDI, sem indicação de braditerapia.

Perfil de pacientes que podem se beneficiar do CDI-S

Em um centro holandês, de Bie MK et al.¹⁵ analisaram a proporção de pacientes adequados para receber um CDI-S em uma coorte submetida a implante de CDI convencional entre 2002 a 2011. A definição de pacientes adequados para CDI-S foi determinada pela taxa dos que não atingiriam o desfecho combinado (necessidade de anti-bradicardia, ATP apropriado sem necessidade de choque subsequente ou evolução para TRC) durante o acompanhamento. Dos 2.712 pacientes analisados, metade tinha indicação de anti-bradicardia no pré-operatório e foi excluída da análise. Durante um período de acompanhamento médio de 3,4 anos, 463 pacientes (34% da população total de 1.345 pacientes) atingiram o desfecho previsto. A incidência cumulativa de pacientes adequados para implante de um CDI-S foi de

55,5% após 5 anos. Os previsores de paciente inadequados para CDI-S foram: presença de classe funcional avançada, prevenção secundária e QRS alargado.

Dada a falta de informações em longo prazo sobre a segurança e a eficácia do CDI-S, comparado com o CDI convencional, pode-se somente especular sobre os prováveis perfis mais adequados para receber um CDI-S. Porém, nos grupos em que o implante do cabo-eletrodo transvenoso é tecnicamente difícil, como nas cardiopatias congênitas e nos portadores de cateteres vasculares, ou quando o procedimento tem alto risco de infecção, como nos imunossuprimidos, o CDI-S representa uma opção terapêutica interessante.

Outro grupo que pode se beneficiar de um CDI-S é composto por pacientes jovens e ativos, portadores de doenças cardíacas elétricas, como, por exemplo, síndrome de Brugada, síndrome do QT longo e cardiomiopatia hipertrófica, que têm baixo risco de bradicardia e TVS monomórficas elegível para ATP. No entanto, vale ressaltar que os dados iniciais de um estudo britânico de coorte publicado por Jarman et al.¹⁶ indicam maior taxa de choques inapropriados em indivíduos mais jovens, devido ao *oversensing* de onda T.

Por outro lado, pacientes com indicação de estimulação cardíaca não devem receber um CDI-S. Aqueles com TVS documentada com FC < 170 bpm representam outro grupo de pacientes inadequados, pois a menor frequência programável na zona de terapia desse dispositivo é 170 bpm (Quadro 1).

CONCLUSÕES

O CDI-S é um avanço tecnológico importante, que recentemente obteve aprovação comercial na Europa, Nova Zelândia e Estados Unidos. Sua proposta é evitar as complicações potenciais do procedimento de implante, assim como as de longo prazo associadas ao eletrodo transvenoso. Parece ser uma alternativa promissora para jovens ou crianças portadores de doenças cardíacas elétricas, cardiopatias congênitas e para pacientes com acesso venoso complicado que necessitem de um CDI.

Quadro 1: Perfil de pacientes adequados ou inadequados para receber um CDI-S.

Pacientes adequados para CDI-S	Pacientes inadequados para CDI-S
<ul style="list-style-type: none"> - Pacientes jovens. - Cardiopatias congênitas. - Doenças cardíacas elétricas. - Acesso venoso difícil. - Alto risco de infecção. - Portadores de cateteres vasculares. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pacientes que necessitam de estimulação anti-bradicardia ou TRC. - Taquicardia ventricular sustentada elegível para ATP.

TRC: terapia de ressincronização cardíaca; ATP: estimulação anti-taquicardia.

Estudos clínicos em andamento devem contribuir para estabelecer com maior precisão o desempenho em longo prazo, incluindo verificar a longevidade do gerador e do cabo-eletrodo subcutâneo, definir qual o melhor perfil de pacientes, determinar a não inferioridade do CDI-S quando comparado com o CDI convencional e definir o custo efetividade dessa nova tecnologia.

Referências

1. Chugh SS, Reinier K, Teodorescu C, Evanado A, Kehr E, Al Samara M, et al. Epidemiology of sudden cardiac death: clinical and research implications. *Prog Cardiovasc Dis*. 2008; 51(3):213-28.
2. Albert CM, Chae CU, Grodstein F, Rose LM, Rexrode KM, Ruskin JN, et al. Prospective study of sudden cardiac death among women in the United States. *Circulation*. 2003; 107(16):2096-101.
3. 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(6):322-4.
4. Bardy GH, Lee KL, Mark DB, Poole JE, Packer DL, Boineau R, et al.; Sudden Cardiac Death in Heart Failure Trial (SCD-HeFT) Investigators. Amiodarone or an implantable cardioverter-defibrillator for congestive heart failure. *N Engl J Med*. 2005;352(3):225-37.
5. Moss AJ, Zareba W, Hall WJ, Klein H, Wilber DJ, Cannom DS, et al.; Multicenter Automatic Defibrillator Implantation Trial II Investigators. Prophylactic implantation of a defibrillator in patients with myocardial infarction and reduced ejection fraction. *N Engl J Med*. 2002;346(12):877-83.
6. Connolly SJ, Hallstrom AP, Cappato R, Schron EB, Kuck KH, Zipes DP, et al. Meta-analysis of the implantable cardioverter defibrillator secondary prevention trials. AVID, CASH and CIDS studies. *Antiarrhythmics vs Implantable Defibrillator Study*. *Cardiac Arrest Study Hamburg*. *Canadian Implantable Defibrillator Study*. *Eur Heart J*. 2000;21(24):2071-8.
7. Curtis JP, Luebbert JJ, Wang Y, Rathore SS, Chen J, Heidenreich PA, et al. Association of physician certification and outcomes among patients receiving an implantable cardioverter-defibrillator. *JAMA*. 2009;301(16):1661-70.
8. Kleemann T, Becker T, Doenges K, Vater M, Senges J, Schneider S, et al. Annual rate of transvenous defibrillation lead defects in implantable cardioverter-defibrillators over a period of >10 years. *Circulation*. 2007;115(19):2474-80.
9. Eckstein J, Koller MT, Zabel M, Kalusche D, Schaer BA, Osswald S, et al. Necessity for surgical revision of defibrillator leads implanted long-term: causes and management. *Circulation*. 2008;117(21):2727-33.
10. Bardy GH, Smith WM, Hood MA, Crozier IG, Melton IC, Jordaens L, et al. An entirely subcutaneous implantable cardioverter-defibrillator. *N Engl J Med*. 2010;363(1):36-44.
11. Burke MC. Safety and efficacy of a subcutaneous implantable defibrillator (S-ICD). *Heart rhythm society 33rd annual scientific sessions*; 2012. May 9-12; Boston, USA; 2012.
12. Boston Scientific. S-ICD System. Technical Specifications [Acessado em 13 jan 2014]. Disponível em: <http://www.bostonscientific.com/s-icd/technical-specifications.html>
13. Lambiasi P, Barr CS, Knops RE, Murgatroyd F, Johansen JB, Boersma L. International Experience with a Subcutaneous ICD; Preliminary Results of the EFFORTLESS S-ICD Registry. *Cardiostim*; 2012. Nice: France; 2012. p.13-6.
14. Olde Nordkamp LR, Knops RE, Bardy GH, Blaauw Y, Boersma LV, Bos JS, et al. Rationale and design of the PRAETORIAN trial: a Prospective, RANdomizEd comparison of subcuTaneOus and tRansvenousImplANtablecardioverter-defibrillator therapy. *Am Heart J*. 2012;163(5):753-760.e2.
15. de Bie MK, Thijssen J, van Rees JB, Putter H, van der Velde ET, Schalij MJ, et al. Suitability for subcutaneous defibrillator implantation: results based on data from routine clinical practice. *Heart*. 2013;99(14):1018-23.
16. Jarman JW, Todd DM. United Kingdom national experience of entirely subcutaneous implantable cardioverter-defibrillator technology: important lessons to learn. *Europace*. 2013;15(8):1158-65.