

O Uso da Estimulação Cardíaca Dotada de Sensor CLS nas Arritmias Cardíacas e na Prática Clínica

Silvio Fernando Castro ROSATTI¹

Relampa 78024-473

Rosatti SFC. O uso da estimulação cardíaca dotada de sensor CLS nas arritmias cardíacas e na prática clínica. Relampa 2009;22(2):91-97.

RESUMO: O acelerômetro é um sensor com algoritmo capaz de mediar a frequência cardíaca (FC) de um marcapasso por meio da leitura da atividade corporal e o *Closed Loop Stimulation* (CLS) controla a frequência de estimulação utilizando a variação da contratilidade miocárdica. O objetivo deste estudo é avaliar o papel do modo de estimulação DDD-CLS na prevenção de arritmias cardíacas e na melhoria das condições clínicas do paciente, em comparação à estimulação DDD convencional. Dez pacientes, com idade média de 75 ± 10 anos e diagnóstico de bradicardia sintomática foram submetidos a implante de marcapasso bicameral com sensor CLS. Randomizados em dois grupos, passaram por duas avaliações que incluíram teste de caminhada de seis minutos, aferição da pressão arterial, teste de simbologia para aferir o grau de concentração e questionário de Minnessota, para avaliar a qualidade de vida. Verificou-se que o modo DDD-CLS reduziu as arritmias cardíacas (extrassístoles atriais isoladas, extrassístoles ventriculares pareadas e arritmias atriais), ajustou adequadamente a FC ao estresse intelectual e ao exercício dinâmico e proporcionou melhora clínica ao paciente, com avaliação favorável no teste de Minnessota.

DESCRITORES: qualidade de vida, estimulação DDD, arritmias cardíacas, sensor CLS.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de novos dispositivos implantáveis fez a estimulação cardíaca artificial evoluir buscando reproduzir as condições fisiológicas cardiovasculares, com o objetivo de melhorar o quadro clínico e a qualidade de vida dos pacientes. Os avanços tecnológicos permitem que marcapassos dotados de sensores modulem a frequência cardíaca (FC) de acordo com as necessidades físicas e fisiológicas de seus portadores¹⁻⁹.

Os responsáveis pela detecção dessas necessidades são os sensores, que determinam a variação da frequência de estimulação cardíaca. Podem ser baseados em variações de pH sanguíneo, intervalo QT,

saturação de oxigênio, temperatura, catecolaminas, movimento do corpo¹⁰, ventilação-minuto^{11,12} e contratilidade miocárdica¹³.

Camilli, et al.^{1,2} foram os primeiros a implantar um marcapasso unicameral com ajuste da frequência baseado no pH sanguíneo. Em 1981, Rickards, et al.³ descreveram a adaptação da frequência do marcapasso com base na variação do intervalo QT durante exercícios. No mesmo ano, Wirtzfeld, et al.⁴ fizeram uso da saturação de oxigênio para controle automático da adaptação da FC estimulada. Os sensores baseados na saturação de oxigênio e temperatura necessitavam de eletrodos específicos e sua especificidade era afetada pela impregnação de fibrina que ocorria ao longo do tempo⁵.

(1) Cirurgião Cardiovascular - CECORP - Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Carlos.

Endereço para correspondência: Rua Princesa Isabel, 35. CEP: 13561-140 - São Carlos - SP - Brasil. E-mail: silviorosatti@ig.com.br

Artigo encaminhado à **Relampa** para obtenção do título de especialista do **Deca-SBCCV**, recebido em 12/2008 e publicado em 06/2009.

Apesar de parecerem fisiológicos para o ajuste da frequência do marcapasso, os sensores que detectavam variações metabólicas de catecolaminas e pH sanguíneo revelaram-se inadequados, pois o nó sinusal depende de outros parâmetros para se adaptar à frequência de despolarização⁶.

Desenvolvidos para detectar parâmetros fisiológicos alterados pelo exercício, como o intervalo QT e a ventilação-minuto, os sensores de malha fechada com realimentação positiva resultavam em aumento excessivo da FC⁷⁻⁹.

O cristal piezoelétrico tinha a função de adaptar a frequência de estimulação aos movimentos do corpo, transformando a atividade mecânica em sinal elétrico. Ao longo do tempo, deu lugar ao acelerômetro, um sensor de malha aberta que fornece respostas mais adequadas aos exercícios.

O algoritmo de contratilidade cardíaca efetua o monitoramento dinâmico da contração do miocárdio (inotropismo) por meio da mensuração da impedância intracardíaca. Adota o conceito de estimulação em malha fechada (*Closed Loop Stimulation* - CLS), em que o marcapasso passa a fazer parte do sistema neuro-humoral responsável pelo controle da FC e da força de contração do miocárdio, atuando em função da demanda metabólica do paciente^{14,15}. Os resultados clínicos obtidos com o uso de marcapassos dotados desses sensores mostram boa confiabilidade e boa correlação com as curvas de variação da FC.

O objetivo deste estudo é avaliar o papel do modo de estimulação DDD mediado por sensor CLS na prevenção de arritmias e na melhora das condições clínicas do paciente, em comparação à estimulação DDD convencional.

MÉTODOS

Pacientes e Métodos

No período de novembro de 2006 a novembro de 2007, na Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Carlos, foram selecionados consecutivamente dez pacientes com idade média de 75±10 anos, sendo cinco homens e cinco mulheres. O projeto de pesquisa foi aprovado pela Comissão de Ética da Instituição. Para participação no estudo, os pacientes foram informados quanto ao plano de investigação, seus direitos e deveres, e foi obtido termo de consentimento informado, que deixou clara a disposição dos investigadores em realizar qualquer atendimento necessário durante o transcorrer da pesquisa. Houve exclusão de dois pacientes que deixaram de realizar o acompanhamento clínico na Instituição.

Os participantes do estudo foram submetidos a implante de marcapasso após diagnóstico de bradi-

cardia com sintomas de síncope ou tonturas¹⁶, seguindo as Diretrizes Brasileiras de Dispositivos Cardíacos Eletrônicos Implantáveis. Todos receberam marcapasso bicameral com gerador Cylos DR-T e eletrodos de fixação ativa Setrox S53 (atrial) e Setrox S60 (ventricular), fabricados pela *Biotronik* da Alemanha. A escolha do modelo do gerador e do fabricante foi compatível com o sensor CLS.

Os pacientes foram submetidos a antisepsia com clorexedina, anestesia local com lidocaína 2% e punção de veia subclávia direita para introdução dos eletrodos atriais e ventriculares. O modo inicial de estimulação foi o DDD convencional.

Na avaliação inicial e randomização, 40±15 dias após o implante, foi realizada a programação do gerador de pulso de acordo com o número de série: o modo DDD-CLS para os números pares e a manutenção do modo DDD para os ímpares. Decorridos 90±10 dias da data da randomização, realizou-se uma segunda avaliação com *crossover* (alternância nos modos DDD e DDD-CLS). Uma avaliação final foi feita 90±10 dias após a segunda.

Avaliações

Em todas as avaliações, foram medidos o retorno de ondas, a impedância dos eletrodos, os limites de estimulação atriais e ventriculares e registrados todos os dados estatísticos. Os dados de telemetria mais relevantes para o estudo foram: 1. quantidade e duração das arritmias atriais; 2. quantidade de extrassístoles atriais e ventriculares isoladas e pareadas; 3. histograma de frequência e pressão arterial média.

Após a avaliação, os geradores tiveram seus contadores de eventos zerados e foram programados nos modos DDD-CLS ou DDD, conforme a randomização dos pacientes. Foi ainda habilitada a gravação de estatística do gerador no modo contínuo de alta resolução.

Na segunda avaliação, efetuou-se a impressão de todos os dados estatísticos fornecidos pelo marcapasso e gravados desde a randomização. Nessa fase foi realizado um teste de concentração que consiste em associar símbolos a números e memorizá-los em três minutos; um teste de caminhada em local plano e sem medida de velocidade durante seis minutos e aferição da pressão arterial.

Aplicou-se ainda o teste de Minnessota, composto por um questionário com 21 itens relacionados à qualidade de vida, em que cada item é avaliado com valores de zero a cinco. Quanto maior o valor, pior a qualidade de vida.

Os testes de simbologia e caminhada de seis minutos seguiram os seguintes passos: aferição da pressão arterial média (PAM) em repouso, progra-

mação da memória de estatística do gerador para gravação em 12 minutos, realização do teste, aferição da PAM imediatamente após o teste, impressão dos dados estatísticos do gerador e nova aferição da PAM após dois minutos.

Ao término dos testes, o marcapasso era reprogramado e a gravação de estatística do gerador era habilitada no modo contínuo de alta resolução. Em seguida, o marcapasso programado no modo DDD, de acordo com a randomização, era programado em DDD-CLS e vice-versa (*crossover*).

Na avaliação final, repetia-se o processo acima descrito. Ao término dos testes, os pacientes foram questionados sobre qual o modo de estimulação preferido ou o período em que se sentiram melhor. Essa informação, em adição aos registros do marcapasso, orientou a programação definitiva dos geradores.

Análise Estatística

Foi utilizado o teste *Wilcoxon Signed Rank* no programa *GraphPad InStat* versão 3.00 para o Windows 95¹⁷ para os dados contínuos com distribuição não normal e emparelhados, obtidos por meio da impressão dos dados estatísticos do marcapasso ou gravados em CD-ROM durante as avaliações e testes. Foi definida significância estatística para valores de *p* menor ou igual a 0,05 e com tendência a significância entre 0,05 e 0,1.

Análise dos resultados

Os resultados foram obtidos mediante a análise dos dados fornecidos pela estatística do marcapasso, com vistas a comparar os modos de estimulação DDD-CLS e DDD convencional. Os dados provinham dos períodos entre as avaliações e da estatística de 12 minutos do gerador durante os testes.

Para avaliar a resposta da frequência de estimulação associada a PAM, foram realizados testes de simbologia e caminhada de seis minutos, com medida da PAM no início, imediatamente após o teste e com dois minutos de repouso. A PAM foi associada com a FC durante esses períodos e foi calculada a média da PAM e da FC de cada paciente nos dois modos.

RESULTADOS

Adequação da estimulação cardíaca

As medidas nos modos DDD-CLS e DDD foram, respectivamente: impedância atrial $385 \pm 77W$ e $377 \pm 55W$; impedância ventricular $450 \pm 56W$ e $479 \pm 113W$; amplitude da onda atrial (P) $3,2 \pm 2,2mV$ e $3,2 \pm 2,2mV$; amplitude da onda ventricular (R) $15 \pm 9mV$ e $15,9 \pm 9,2mV$; limiar atrial $0,73 \pm 0,52V$ e $0,80 \pm 0,53V$; limiar ventricular $0,70 \pm 0,18V$ e $0,73 \pm 0,29$. Não houve diferença nas medidas nos modos DDD-CLS e DDD.

Arritmias cardíacas

Os dados estatísticos referentes às arritmias cardíacas, coletados na segunda avaliação e na avaliação final, estão dispostos no quadro 1.

A comparação do número de extrassístoles atriais (ESA) isoladas entre os modos DDD-CLS (n:161.878±5.379) e DDD (n: 853.118±17.282) revelou diferença estatisticamente significativa ($p=0,031$).

Em relação às ESA pareadas, houve tendência a significância estatística ($p=0,054$), sendo que 26,67% (7.657 ± 3.660) ocorreram no modo DDD-CLS e 78,32% (18.148 ± 6.891) no modo DDD.

Não houve diferença significativa em relação à prevalência de extrassístoles ventriculares (ESV) isoladas, sendo que 26% (25.667 ± 4.110) ocorreram no modo DDD-CLS e 74% (73.488 ± 4.450) no modo DDD ($p=0,333$; ns).

Os dados referentes às ESV pareadas apresentaram tendência à significância estatística, sendo que no modo DDD-CLS ocorreram menos episódios que no modo DDD, $122,33 \pm 10$ e $683,16 \pm 194$; $p=0,0625$; ns, respectivamente.

Também foram avaliadas a quantidade e a duração das taquicardias atriais. Observou-se menor quantidade e duração das arritmias atriais no modo DDD-CLS que no modo DDD (figura 1).

A comparação da atividade intrínseca atrial nos períodos de estimulação nos modos DDD-CLS e DDD, conforme mostra figura 1, evidenciou diferença estatisticamente significativa ($P=0,0337$), sendo que a maior porcentagem de *sense* atrial ocorreu no modo DDD convencional. Os resultados obtidos (DDD-CLS

QUADRO 1
OCORRÊNCIA DE ARRITMIAS CARDÍACAS DURANTE OS PERÍODOS AVALIADOS

	DDD-CLS	DDD	Significância
Extrassístoles atriais (ESA) isoladas	161.878±5.379	853.118±17.282	0,0313
Extrassístoles atriais (ESA) pareadas	7.657±3.660	18.148±6.891	0,0544
Extrassístoles ventriculares (ESV) isoladas	25.667±4110	73.488±4.450	0,3328
Extrassístoles ventriculares (ESV) pareadas	122,33±10	683,16±194	0,0625
Quantidade de eventos de taquicardias atriais	91,85±65	1050,7±75	0,2969
Duração das taquicardias atriais (min)	1,33±0,516	55±8,5	0,2725

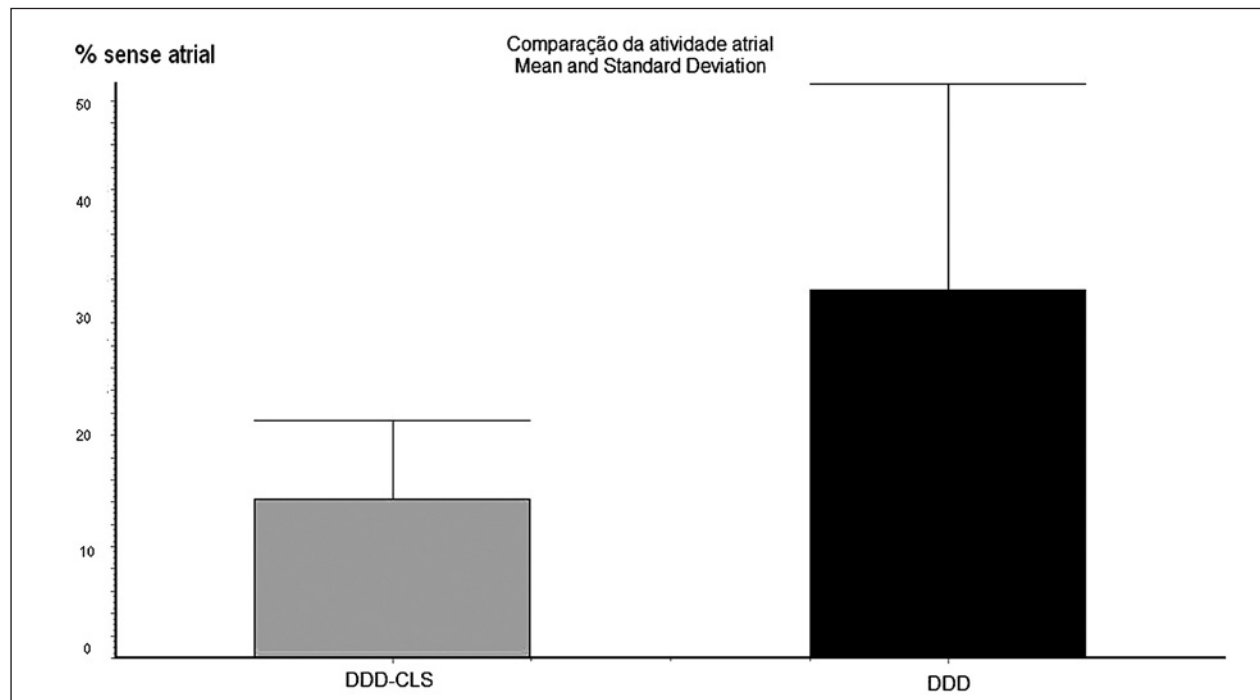


Figura 1 - Comparativo da atividade atrial intrínseca nos modos DDD-CLS e DDD

14,57±2,75%) e DDD 33,71±7,18%) permitem constatar que houve mais eventos de *sense* atrial e ESA no modo DDD que no modo DDD-CLS, sugerindo que no modo DDD não houve aumento da frequência de estimulação determinada pelo sensor e que no modo DDD-CLS houve um melhor controle atrial decorrente de uma maior taxa de estimulação atrial.

As informações relativas à aplicação dos testes de simbologia, caminhada de seis minutos e Minnessota, nos modos DDD-CLS e DDD, podem ser vistas no quadro 2.

Os dados foram coletados após a realização dos exercícios e os resultados demonstram que não houve episódios de taquicardia atrial durante os testes.

Prática Clínica

Os gráficos 1 e 2 mostram a média da PAM e da FC de cada paciente durante a caminhada de seis minutos nos modos DDD-CLS e DDD.

QUADRO 2

OCORRÊNCIA DE ARRITMIAS CARDÍACAS DURANTE OS TESTES (GRAVAÇÃO DE 12 MINUTOS) NOS MODOS DDD-CLS E DDD

	DDD-CLS	DDD	Significância
ESA isoladas	3,33±1,78	52,8±29	0,0625
ESA pareadas	0,36±0,16	10,5±6,5	0,25
ESV isoladas	1,5±1,14	13,16±10,5	0,2728
ESV pareadas	0±0	0,5±0,5	0,3632

Verifica-se nos gráficos que no modo DDD-CLS houve correlação entre a PAM e a FC, sugerindo que o sensor CLS forneceu a frequência exigida pelo paciente nos testes dinâmico e estático.

Os resultados do questionário de Minnessota não demonstraram significância estatística. Para o modo DDD-CLS, o valor médio foi 18,5±19,42 e, para o modo DDD, 22,13±19,4 (p=0,298). Vale lembrar que valores menores correspondem a melhor qualidade de vida.

No final do estudo, os pacientes foram inquiridos sobre o modo de estimulação preferido ou o período em que se sentiram melhor. Dois responderam que não sentiram diferenças na realização de suas atividades diárias e seis preferiram o modo DDD-CLS, relatando diminuição do cansaço e das palpitações, assim como maior disposição para atividades de vida diária.

DISCUSSÃO

Para ser caracterizado como fisiológico, o sensor deve propiciar a estimulação cardíaca artificial de acordo com as necessidades do paciente, tanto em movimento quanto estático, contribuindo para evitar o aparecimento de focos ectópicos que podem prejudicar a estimulação e o débito cardíaco satisfatórios^{18,19}.

Puglisi, et al.¹⁹ relataram menor taxa de recorrência de taquicardia atrial no modo DDD-CLS que nos modos DDD+ e DDDR em pacientes com síndrome bradi-taquí.

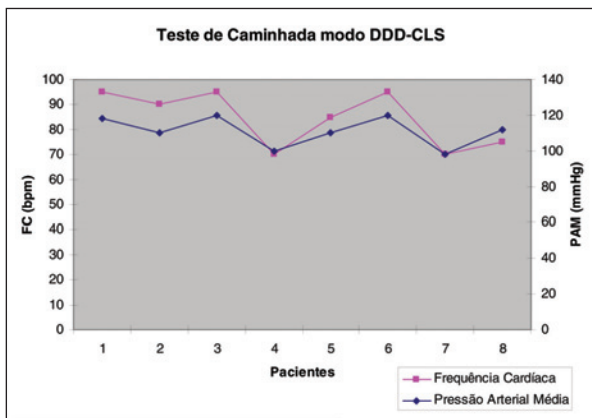


Gráfico 1 - Distribuição da FC e da PAM por paciente durante caminha de seis minutos no modo DDD-CLS.

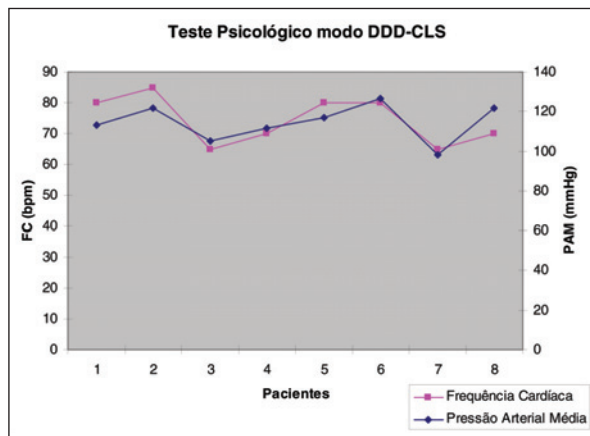


Gráfico 3 - Distribuição por paciente da FC e PAM durante teste psicológico no modo DDD-CLS.

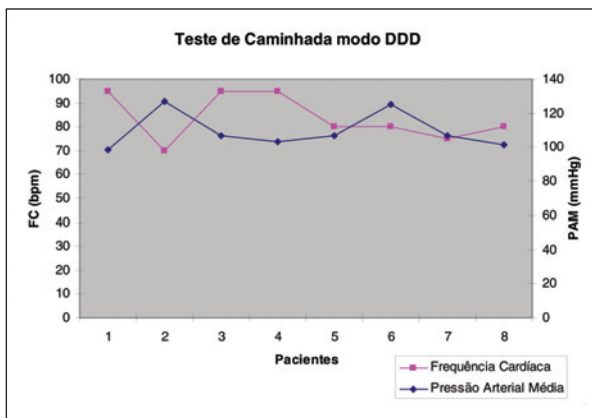


Gráfico 2 - Distribuição por paciente da FC e da PAM durante caminha de seis minutos no modo DDD.

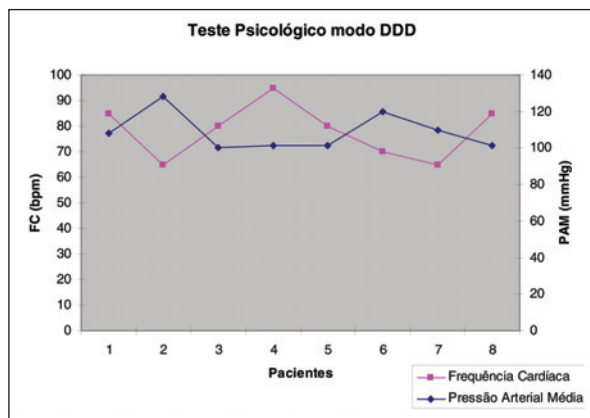


Gráfico 4 - Distribuição por paciente da FC e PAM durante teste psicológico no modo DDD.

Os gráficos 3 e 4 mostram a média da PAM e da FC de cada paciente durante o stress estático (teste de simbologia) nos modos DDD-CLS e DDD.

O marcapasso programado no modo CLS estimula o átrio com a frequência de estimulação fornecida pelo sensor, modula o intervalo AV de acordo com essa frequência, propiciando boa hemodinâmica e débito cardíaco satisfatório. No modo DDD, o nó sinusal não consegue fornecer a FC necessária para atender o aumento do débito cardíaco, sobrecarregando o miocárdio na tentativa de aumentar o volume sistólico.

Na presente investigação, o sensor CLS propiciou controle da FC de acordo com a demanda exigida pelo paciente, tanto no exercício dinâmico como no estático, resultando em diminuição das arritmias. Dessa maneira,

ra, pode-se inferir que um dos principais benefícios do sensor CLS é modular a adaptação da frequência, não apenas durante a atividade física e a alteração postural, mas também em resposta aos fatores involuntários como estresse mental e emocional.

Alguns pacientes referiram melhora clínica com o modo de estimulação DDD-CLS, apesar do questionário de Minnessota não indicar melhor qualidade de vida em nível estatisticamente significativo. Um período de acompanhamento mais prolongado e uma avaliação com maior número de pacientes poderá trazer evidências mais conclusivas, o que dever servir de estímulo para que sejam realizados novos estudos e aplicados outros testes para avaliação da qualidade de vida.

Relampa 78024-473

Rosatti SFC. The use of cardiac stimulation with CLS sensor in cardiac arrhythmias and in clinical practice. Relampa 2009;22(2):91-97.

ABSTRACT: The accelerometer is a sensor with algorithm capable of mediating the pacemaker heart rate (HR) through the body activity reading and the Closed Loop Stimulation (CLS) controls the stimulation rate using the myocardial contractility. The objective of the study is to evaluate the role of the DDD-CLS stimulation mode in the prevention of cardiac arrhythmias and in the improvement of clinical conditions, in comparison to the standard DDD stimulation. Ten patients at the mean age of 75 ± 10 years old with symptomatic bradycardia diagnosis underwent CLS sensor dual-chamber pacemaker implants. Randomized into two groups, they had two evaluations that included six-minute walk tests, blood pressure checks, symbology tests to check the level of concentration and Minnesota questionnaire to evaluate the quality of life. The DDD-CLS mode has reduced cardiac arrhythmias (isolated atrial extrasystoles, wall ventricle extrasystoles and atrial arrhythmias) has adequately adjusted HR to intellectual stress and to dynamic exercise and it has given the patient clinical improvement with favourable evaluation in the Minnesota test.

DESCRIPTORS: quality of life, DDD stimulation, cardiac arrhythmias, CLS sensor.

Relampa 78024-473

Rosatti SFC. El empleo de la estimulación cardíaca dotada con sensor CLS en las arritmias cardíacas y la práctica clínica. Relampa 2009;22(2):91-97.

RESUMEN: El acelerómetro es un sensor con algoritmo capaz de mediar la frecuencia cardíaca (FC) de un marcapasos por medio de la lectura de la actividad corporal, y el *Closed Loop Stimulation* (CLS) controla la frecuencia de estimulación utilizando la variación de la contractilidad miocárdica. El objetivo de este estudio es evaluar el rol del modo de estimulación DDD-CLS en la prevención de arritmias cardíacas y la mejoría de las condiciones clínicas del paciente, en comparación a la estimulación DDD convencional. Diez pacientes, con edad media de 75 ± 10 años y diagnóstico de bradicardia sintomática, fueron sometidos a implante de marcapasos bicameral con sensor CLS. Randomizados en dos grupos, pasaron por dos evaluaciones que incluyeron la prueba de caminata de seis minutos, la medición de la presión arterial, la prueba de simbología, para averiguar el grado de concentración, y el cuestionario de Minnesota, para evaluar la calidad de vida. Se verificó que el modo DDD-CLS redujo las arritmias cardíacas (extrasístoles auriculares aisladas, extrasístoles ventriculares pareadas y arritmias auriculares), ajustó adecuadamente la FC al estrés intelectual y al ejercicio dinámico y brindó mejora clínica al paciente, con evaluación favorable en el test de Minnesota.

DESCRIPTORES: calidad de vida, estimulación DDD, arritmias cardíacas, sensor CLS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - Cammilli L, Alcidi L, Papeschi G. A new pacemaker autoregulating the rate of pacing in relation to metabolic needs. In: Watanabe Y, editor. Proceeding of the Vth International Symposium, Tokyo: Excerpta Medica, 1976:414-9.
- 2 - Cammilli L. Initial use of PH triggered pacemaker. PACE 1989;12:1000-7.
- 3 - Rickards AF, Norman J. Relation between QT interval and heart rate: New design of physiologically adaptive cardiac pacemaker. Br Heart J 1981; 45:56-61.
- 4 - Wirtzfeld A, Goedel-Meinen L, Bock T, Heinze R, Liss HD, Munteanu J. Central venous oxygen saturation for the control of automatic rate responsive pacing. Circulation 1981;64(Suppl IV):299.(Abstract)
- 5 - Faerstrand S, Ohm OJ, Stangeland L, Heynen H. Long-term clinical performance of a central venous oxygen saturation sensor for rate adaptive cardiac pacing. PACE 1994;17:1355-72.
- 6 - Leung SK. An overview of sensors: Ideal characteristics, Sensor Combination, and Automaticity. In: Lau CP, Camm AJ. Clinical Cardiac Pacing. 2 Ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 2000:221-2.
- 7 - Winter UJ, Behrenbeck DW, Candelon B, et al. Problems with the slope adjustment and rate adaptation in rate-responsive pacemakers: Oscillation phenomena and sudden rate jumps. In: Behrenbeck DW, Sowton E, Fontaine G, Winter UJ (eds): Cardiac Pacemakers. Darmstadt, Steinkopff Verlag, 1985:107-12.
- 8 - Lau CP. Sensors and pacemaker mediated tachycardia. PACE 1991;14:495-8.

- 9 - Scanu P, Guilleman D, Grollier G, Potier JC. Inappropriate in a patient with Cheyne-Stokes dyspnea (Letter). *Pace* 1989;12:1963-89.
- 10 - Kappenberger LJ, Hergers L. Rate responsive dual chamber pacing. *PACE* 1986;9:987-91.
- 11 - Rossi P, Plicchi G, Canducci G, et al: Respiratory rate as a determinant of optimal pacing rate. *PACE* 1983; 6:502-10.
- 12 - Rossi P, Plicchi G, Canducci G, et al. Respiration as a reliable physiological sensor for the control of cardiac pacing rate. *BR Heart J* 1984;51:7-14.
- 13 - Van Woermsen J, Van Kempen L, Res JCJ, et al. Autonomic Nervous System Controlled Closed-Loop Cardiac Pacing. *PACE* 1992;15:1787-91.
- 14 - Martinelli M, Nishioka SD, Lopes H, et al. Neurohumoral Behavior in Recipients of Cardiac Pacemakers Controlled by Autonomic Nervous System-Driven Sensor. *PACE* 2000;23(Pt. II): 1778-82.
- 15 - L Griesbach, B. Gestrich, D. Wojciechowski, et al. Clinical performance of automatic closed-loop stimulation systems. *PACE* 2003;26(Pt. I):1432-7.
- 16 - Diretrizes Brasileiras de Dispositivos Cardíacos Eletrônicos Implantáveis (DCEI). *Arq Bras Cardiol* 2007; 89(6):e210-e237.
- 17 - HJ Motulsky: GraphPad InStat 3.0 User's Guide, GraphPad Software, Inc., San Diego California USA, www.graphpad.com
- 18 - Dodinot B. Confidência sobre o átrio. *Rebrampa* 1992;5: 48-51.
- 19 - Puglisi A, Altamura G, Capestro F, Castaldi B, Critelli G, Savale S, et al. Impact of Closed Loop Stimulation, overdrive pacing, DDDR pacing mode on atrial tachyarrhythmia burden in brady-tachy syndrome. *E Heart J* 2003;24:1952-61.