

Otimização do marcapasso na ressincronização cardíaca: importância da ecocardiografia

Optimization of biventricular pacing: role of echocardiography

Optimización del marcapasos en la resincronización cardíaca: importancia de la ecocardiografía

Adelino PARRO JÚNIOR ¹, Bruno C RIBEIRO ², Jose Augusto Martins MENEGHINI ³, Ilana Cristina SINCOS ⁴, Frederico Fonseca de OLIVEIRA ⁵, Ana Carolina Freua FONTES ⁶, Marta Lancia Carramona CHERUBINI ⁷, Oswaldo Tadeu GRECO ⁸

Relampa 78024-XXX

Resumo: A terapia de ressincronização cardíaca (TRC) promove benefícios clínicos para a maior parte dos pacientes com insuficiência cardíaca refratária secundária a disfunção ventricular esquerda importante e prolongada condução interventricular. Uma programação adequada do atraso atrioventricular pode ser também importante para maximizar a resposta da função ventricular esquerda. Vários métodos Doppler-ecocardiográficos têm sido relatados como de grande utilidade para determinação do intervalo atrioventricular (IAV) ideal. Esta revisão abordará os vários parâmetros Doppler-ecocardiográficos utilizados na programação do IAV ótimo em pacientes submetidos a TRC.

Descritores: Ecocardiografia, Ressincronização, Insuficiência Cardíaca

Abstract: *The cardiac resynchronization therapy (CRT) improves clinical benefits for most patients with refractory heart failure secondary to severe left ventricular dysfunction and prolonged interventricular conduction. A suitable programming of the atrioventricular delay may also be important to maximize the response of left ventricular function. Several Doppler echocardiographic methods have been reported as useful for the determination of an ideal atrioventricular interval (IAV). This review discusses the various Doppler-echocardiographic parameters used in the programming of an optimal IAV in patients undergoing CRT.*

Keywords: Echocardiography, Resynchronization, Heart Failure

Resumen: *La terapia de resincronización cardíaca (TRC) brinda beneficios clínicos a la mayor parte de los pacientes con insuficiencia cardíaca refractaria, secundaria a disfunción ventricular izquierda importante y prolongada conducción interventricular. Una programación adecuada del retraso auriculoventricular puede ser también importante para maximizar la respuesta de la función ventricular izquierda. Se han relatado distintos métodos Doppler-ecocardiográficos como de gran utilidad para la determinación del intervalo auriculoventricular (IAV) ideal. Esta revisión abordará los varios parámetros Doppler-ecocardiográficos utilizados en la programación del IAV óptimo en pacientes sometidos a la TRC.*

Descriptores: Ecocardiografía, Resincronización, Insuficiencia Cardíaca

1 - Médico especialista em Cardiologia pela AMB. Coordenador do Setor de Ecocardiografia do Instituto de Moléstias Cardiovasculares (IMC). 2 - Médico Cardiologista. Estagiário em Ecocardiografia no IMC. 3 - Médico Cardiologista. Estagiário em Ecocardiografia no IMC. 4 - Médico Cardiologista. Estagiário em Ecocardiografia no IMC. 5 - Médico Cardiologista. Estagiário em Ecocardiografia no IMC. 6 - Médico Cardiologista. Estagiário em Ecocardiografia no IMC. 7 - Médica Cardiologista com habilitação em Ecocardiografia pela AMB. Médica Assistente do Setor de Ecocardiografia do IMC. 8 - Médico Cardiologista. Doutor em Ciências da Saúde. Coordenador do Setor de Marcapasso do IMC.

Correspondência: Adelino Parro Júnior. Instituto de Moléstias Cardiovasculares - IMC. Rua Castelo d'Água, 3.030. CEP:15015-210 - São José do Rio Preto, São Paulo - Brasil

Artigo submetido 5/2012 e publicado em 09/2012.

Introdução

A programação adequada dos intervalos atrio-ventricular (IAV) e interventricular (IVV) em portadores de ressinchronizador cardíaco pode resultar em benefícios decorrentes do funcionamento pleno do dispositivo e da melhor performance sistólica do ventrículo esquerdo^{1,3}.

O IAV ótimo de um marcapasso é definido como o período de tempo que permite a conclusão da contribuição atrial para o enchimento diastólico, resultando em pré-carga favorável antes da contração ventricular. Um IAV demasiadamente curto resulta em ausência ou interrupção do componente atrial (onda "A" do fluxo mitral) devido à contração ventricular prematura e ao fechamento da valva mitral. Por outro lado, um atraso AV muito prolongado pode resultar em pré-carga sub ótima ou insuficiência mitral (IM) diastólica, podendo também permitir a condução do estímulo pelo sistema intrínseco do paciente, frustrando a finalidade da terapia de ressinchronização cardíaca (TRC)⁴.

Embora a importância da sincronia AV seja inquestionável, a necessidade de otimização do IAV pela Doppler-ecocardiografia é controversa, por indefinição quanto à abordagem ideal. Há de considerar ainda os desafios logísticos de coordenação entre o laboratório de ecocardiografia e a equipe técnica da eletrofisiologia para melhorar o desempenho do dispositivo de programação. Auricchio et al. concluíram que, embora muitas vezes o ajuste do IAV produza melhora hemodinâmica, a ressinchronização da dissinchronia intra-ventricular é o fator mais importante⁵.

Atualmente, muitos centros utilizam empiricamente configurações de IAV entre 100 a 130 milissegundos para a TRC. Outros contam com algoritmos de otimização de IAV com base em dados do ECG para aproximar o atraso AV ótimo como $PR (ms) \times 0,50$, se o QRS for > 150 ms, ou $PR (ms) \times 0,70$, se o QRS for < 150 ms⁶.

Sawhney et al.⁷ conduziram um estudo prospectivo randomizado com 40 pacientes submetidos a TRC, em que compararam intervalos AV otimizados pelo fluxo aórtico, avaliados por Doppler, com um intervalo fixo AV de 120 ms. Os casos com IAV otimizado apresentaram melhora da classe funcional NYHA e da qualidade de vida, embora sem resultados significativos na caminhada de 6 minutos ou na fração de ejeção no 3º mês após o implante.

Em outro estudo, 215 pacientes submetidos a otimização AV pelo método de Ritter ou iterativo receberam programação do IAV para obtenção de um fluxo mitral com padrão de alteração do relaxamento ($E/A < 1$). Desses, 49% já apresentavam

alteração do relaxamento (AR) no ecocardiograma basal e a reprogramação do IAV não alterou de forma significativa o fluxo mitral. Entretanto, nos casos com padrão pseudonormal (PN) ou restritivo (PR), a otimização do IAV melhorou o enchimento diastólico em 9%⁸.

Treze meses após a TRC, não se observou diferença na classe funcional ou na mortalidade entre nos grupos com IAV maior ou menor que 140 ms. Adicionalmente, a diferença entre a média do IAV basal e após a otimização mostrou-se muito reduzida (120 vs 135 ms, respectivamente), com melhora hemodinâmica em uma minoria. Os autores concluíram que os casos com padrão AR não necessitavam de otimização do IAV, enquanto aqueles com atraso na condução intra-atrial poderiam obter maior benefício do prolongamento do IAV (entre 150 e 250 ms), pois mostravam supressão importante da onda de contração atrial do fluxo mitral ao Doppler quando um IAV muito curto era programado⁸.

Métodos de mensuração do IAV ótimo ao ecocardiograma

Descrevem-se na literatura diversas maneiras de tentar atingir uma programação ideal do IAV para melhor desempenho cardíaco promovido pela TRC (Tabela 1).

O método proposto por Ritter et al. e o método iterativo utilizam o Doppler pulsátil no fluxo mitral e o Doppler pulsátil (PW) ou contínuo (CW) no fluxo aórtico para avaliar ejeção ventricular esquerda durante os ajustes do IAV^{9,11}.

Ritter et al. propuseram sincronizar o término da contração atrial com o início da sístole ventricular, o que requer uma programação com IAV curto (aproximadamente 50 ms) e longo (entre 200 e 250 ms) para avaliar o impacto no enchimento diastólico final. O atraso AV foi determinado corrigindo-se o IAV longo pela diferença do tempo no traçado Doppler entre os intervalos longo e curto (Figura 1)^{10,11}. O IAV que resultou em melhor enchimento ventricular correlacionou-se com a melhora na aceleração endocárdica máxima determinada por um sensor posicionado no ápice do ventrículo direito para mensurar a função sistólica global¹¹.

Kindermann et al. também constataram melhora do volume sistólico, avaliada por meio de cardiografia de impedância, ao comparar a programação do IAV com um IAV fixo¹². A metodologia proposta por Ritter et al. mostrou-se eficiente também para pacientes com disfunção ventricular esquerda¹³.

O método iterativo é mais simples e começa com a programação do ressinchronizador com

Tabela 01: Otimização do intervalo atrioventricular na terapia de ressincronização cardíaca

Referência	n	Método de otimização	Efeito de otimização	Tempo de otimização após implante	Atraso médio IAV(MS)	IVV otimizado	Rando-mização	Estudo cego	Seguimento (meses)	Otimização evolutiva
Sawhney et al ⁷	40	VTI Ao	+10 pontos QOL, +0,6NYHA, +4,4%VSVE	<24 hs	119+/-34	N	S	S	3	S
Meluzin et al ¹⁷	18	Fluxo Mitral	+0,2 L/MIN DC Swan Ganz	3 meses	148+/-17	N	N	S	N	
Porciani et al ⁴	21	IPM	-0,49 IPM	<24 hs	97+/-27	S	N	N	N	
Scharf et al ²⁹	36	VTI VSVE	+0,47 cm/s VTI VSVE por 10 bpm aum por 20 ms de aum IAV	Não declarou	99+/-19	N	N	S	N	
Riedlbauchova et al ²¹	19	DC VSVE	+0,6 l/min DC pela VSVE, +2,7% FE-VE, 1-NYHA	Não declarou	140	S	N	N	6	Não declarou
O Donnell et al ³²	40	Método Ritter	93% pacientes requerem reotimização	< 24 hs	126	S	N	S	9	S
Jansen et al ²³	30	1-VTI mitral, 2-DFT, 3-VTI Ao, 4-Ritter	+233 dynas/s (+32%); correlação c/ dp/dt invasivo: (1)>(2)>(3)>(4)>;	< 24 hs	120+/-26	S	N	N	N	
Kerlan et al ¹⁹	40	1-VTI Ao, 2-Método Ritter	(1)+19% VTIAo, (2)+12%VTIAo	< 24 hs	119+/-34	N	N	N	N	
Kedia et al ⁸	215	Método Ritter e iterativo	Não difere mortalidade, +9% dos pacientes ≥ 1 estágio da fx dastolica	< 30 dias	135+/-40	N	N	N	13	Não declarado
Stockburger et al ²⁵	26	1-PEP-VE, 2-IVV, 3-FT, 4-IPM	-27 ms PEP-VE, -43 ms IVV, +0,09 FT, -0,36 IPM	< 3 dias	Não declarado	N	N	N	21	Não declarado
Porciani et al ³³	22	IPM	-0,40 IPM, 82% dos pacientes requerem reotimização	< 1 semana	115+/-24	S	N	N	12	S
Morales et al ¹⁸	41	dp/dt	+0,9 NYHA, +4,6% FE-VE	2-4 meses	103	N	N	Simples	6	Não declarado
Zhang et al ³⁴	31	Método Ritter	56% dos pac. Requeretam reotimização	< 24 hs	99+/-30	N	N	S	16	S
Vidal et al ¹⁶	100	Iterativo	+0,7 L/min DC pelo VTI Ao; +56 min TC6M	24-72 hs	137	S	N	N	6	Não declarado
Hardt et al ²²	33	VTI VSVE	+26 m TC6M, -599 ng/NT pro BNP	31+/-8 semanas	Não declarado	N	N	N	43 dias	Não declarado

QOL: qualidade de vida pelo questionário de Minnesota em insuficiência Cardíaca; DC: débito Cardíaco; VTI: integral da velocidade de fluxo; dp/dt: variação máxima da pressão/variação do tempo; IVV: intervalo interventricular; VSVE: via de saída do ventrículo esquerdo; Ao: aórtico; NYHA: classe funcional de New York Heart Association; IPM: índice de performance miocárdica; PEP-VE: período de pré-ejeção do VE; TC6M: teste da caminhada de 6 min; NTproBNP: peptídeo natriurético cerebral; DFT: tempo de enchimento diastólico.

intervalos AV geralmente longos, que são gradualmente reduzidos (a cada 20 ms, por exemplo) até aproximadamente 60 ms (Figura 2). O menor IAV que permite a separação adequada das ondas “E” e “A” e o término da onda “A” aproximadamente 40 a 60 ms antes do início do próximo QRS é considerado um atraso AV otimizado, correspondendo geralmente ao grau I do padrão de disfunção dias-

tólica¹⁴. Esse método foi empregado na otimização do ressincronizador do estudo CARE-HF¹⁵ e por Vidal et al.¹⁶

Ressaltam-se alguns aspectos técnicos como o posicionamento do volume de amostragem do Doppler pulsátil do fluxo mitral pouco abaixo do ponto de coaptação dos folhetos, em direção ao átrio esquerdo, para otimizar a detecção do esta-

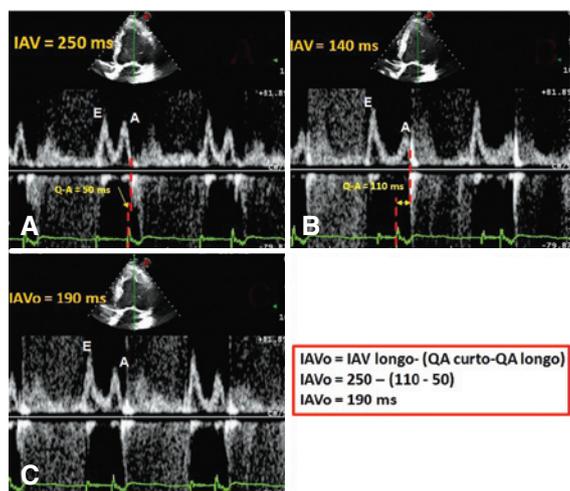


Figura 01: Cálculo do intervalo atrioventricular ótimo (IAVo) pelo método proposto por Ritter et al, onde mensura-se o intervalo de tempo entre o início do QRS e o término da onda “A” (QA) durante uma programação do marcapasso com intervalo AV longo (A) e curto (B). Utilizando a fórmula proposta pelos autores, o IAVo resultante foi 190 ms (C).

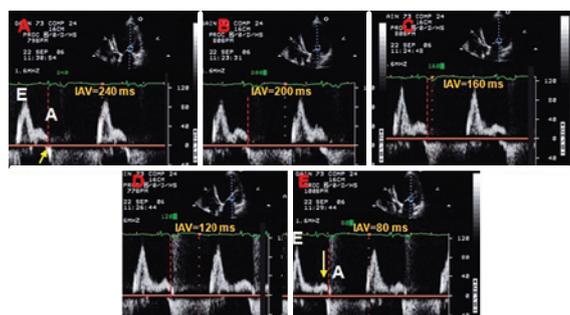


Figura 02: Imagens do fluxo mitral obtida a partir do corte apical 4 câmaras demonstrando o método iterativo de adequação do intervalo átrio-ventricular (IAV). Procedeu-se a redução gradual do IAV a partir de 240 ms até 80 ms, observando-se a melhor representação do traçado espectral pela maior velocidade da onda «A» (D) e sem o aparecimento de insuficiência mitral diastólica (A) ou interrupção precoce da onda «A» (E).

lido de fechamento mitral, além da maior velocidade de varredura do traçado, com o traçado do ECG bem visível.

Outra alternativa mais simplificada para o cálculo do IAV ótimo, proposta por Meluzin et al.¹⁷, baseou-se na obtenção desse intervalo por meio da subtração entre o IAV longo e o tempo entre o término do enchimento mitral (onda A do fluxo mitral) e o início da curva de insuficiência mitral, correspondente ao componente diastólico de baixa velocidade do refluxo (Figura 3) Haveria assim uma adequação entre o enchimento diastólico e a contração sistólica ventricular subsequente. Utilizando o cateterismo e o ecocardiograma para analisar o débito cardíaco, esses autores obtiveram melhores resultados com o IAV ótimo relativamente a um IAV com programação mais curta

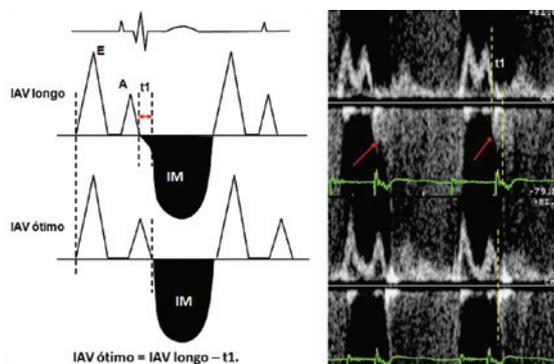


Figura 03: Esquema mostrando a correção do intervalo AV longo pelo intervalo de tempo do jato da insuficiência mitral de baixa velocidade (intervalo t1), derivando o intervalo AV ótimo. IM = insuficiência mitral; IAV = intervalo atrioventricular.

(IAV ótimo - 50 ms) ou mais longa (IAV ótimo + 28 ms em média) (4,5 + 0,7 vs 4,3 + 0,7 vs 4,4 + 0,8 l/min, respectivamente; p<0,01 para ambos). No entanto, os pacientes incluídos no estudo já faziam uso do ressinchronizador por aproximadamente três meses e a frequência cardíaca programada foi de 10 batimentos acima da frequência intrínseca do paciente, não havendo descrição das medidas ao Doppler sem o ressinchronizador ou durante ritmo atrial próprio.

A derivada positiva (dp/dt+) da curva de regurgitação mitral obtida por meio do Doppler pulsátil correlaciona-se adequadamente com a derivada positiva da curva pressão-volume obtida invasivamente e foi avaliada por alguns autores mediante a variação do IAV. Os resultados mostraram que a otimização baseada no dp/dt+ foi superior ao IAV fixo de 120 ms, definido pela resposta da fração de ejeção após seis meses de evolução¹⁸, embora tenha sido descrita ampla variação na obtenção dessa medida (> 40%) (Figura 4).

Uma variação do método iterativo utiliza o traçado do fluxo aórtico para cálculo do volume sistólico de ejeção, sendo o IAV ideal aquele que resulta em maior integral da velocidade do fluxo aórtico após aumentos progressivos do atraso AV (de 60 até 160 ms, com aumentos de 20 ms, por exemplo), intercalados por um período de espera de 10 a 15 ciclos após cada incremento^{19, 22}.

A obtenção do traçado de velocidade do fluxo aórtico pode ser realizada pelo PW ou pelo CW (Figura 5). Estudos relataram a utilidade desse parâmetro ao CW, mensurando a integral da velocidade a cada modificação do IAV e verificando o maior valor.

Em um estudo randomizado de pacientes submetidos a TRC, a programação do atraso AV pelo VTI aórtico resultou em melhoria da classe funcional NYHA e aumento da fração de ejeção

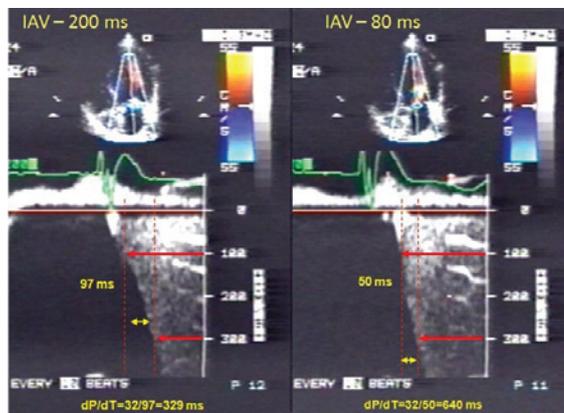


Figura 04: Imagens demonstrando o cálculo da dP/dT a partir da curva do refluxo mitral ao Doppler contínuo; obtem-se o intervalo de tempo (setas amarelas) entre os pontos da porção ascendente do traçado correspondentes às velocidades de 1 e 3 m/s (setas vermelhas), que equivalem às pressões de 4 e 36 mmHg, utilizando a equação de Bernoulli; divide-se então este tempo pela diferença das pressões nos dois pontos (32 mmHg) para derivar a dP/dT , o que resultou em maior valor (640 ms) quando sob a programação do IAV de 80 ms (versus 329 ms quando com IAV de 200 ms).

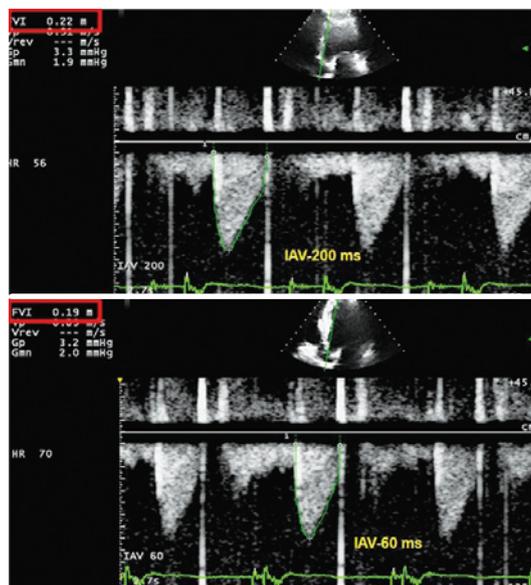


Figura 05: Imagem do fluxo de via de saída do ventrículo esquerdo demonstrando maior integral da velocidade de fluxo com o intervalo atrioventricular programado em 200 ms (22 cm), em relação ao IAV de 60 ms (19 cm).

após três meses de evolução, em comparação com um grupo com IAV fixo de 120 ms⁷. O IAV ideal que promoveu o maior VTI aórtico foi mais elevado que o IAV ótimo derivado do método de Ritter, não havendo correlação entre os métodos¹⁹. Entretanto, o tempo de enchimento diastólico aumentou significativamente, independente do método empregado.

As vantagens do CW sobre o PW são: 1) a amostragem fixa do PW pode variar com o mo-

vimento cardíaco durante a sístole; 2) o CW fornece maior demonstração da característica do fluxo devido a maior largura do feixe; 3) o CW promove maior resolução do traçado, com menor variação ciclo a ciclo.

Alguns contratempos do emprego do VTI aórtico são o tempo maior requerido para sua realização, a manutenção da posição do cursor durante as várias programações do IAV e a realização de ao menos três mensurações para a média do VTI em cada programação. Caso a média do VTI nas diferentes programações seja semelhante, pode-se empregar o pico de velocidade para determinar o mais eficiente.

Outra maneira de avaliar o resultado da modificação do IAV é pela medida da integral da curva de velocidade do fluxo mitral (Figura 6). Jansen et al.²³ verificaram melhor correlação entre esse parâmetro e a derivada positiva da curva pressão-volume no estudo hemodinâmico invasivo, comparado à integral da velocidade do fluxo aórtico ou ao método de Ritter. Entretanto, os autores não relataram o cálculo hemodinâmico do volume sistólico ou do débito cardíaco, além da obtenção da integral da velocidade do fluxo aórtico ter sido realizada sem padronização, utilizando CW ou PW.

O índice de performance miocárdica (IPM) ou índice de Tei é baseado na soma dos períodos de contração (TCIV) e relaxamento isovolumétricos (TRIV) dividida pelo tempo de ejeção ventricular (TE), sendo o valor resultante um dado combinado das funções sistólica e diastólica, que pode ser empregado como medida de função miocárdica global (Figura 7)²⁴.

Dois estudos abordaram o emprego dessa metodologia na otimização após a TRC, ambos sem randomização ou evolução clínica^{4,25}. O trabalho de Porciani et al.⁴, houve redução de 0,49 do IPM em 21 pacientes, o que denota melhora da função global, não sendo descrita avaliação evolutiva. Na investigação realizada por Stockburger et al.²⁵, também se observou redução do IMP, na comparação com o estudo basal pré-TRC, a programação padrão fixa e a otimização do IAV baseada em três parâmetros ecocardiográficos (0,98 + 0,25 vs 0,80 + 0,35* vs 0,62 + 0,22**, respectivamente; * $p < 0,05$ vs basal; ** $p < 0,001$ vs basal e $p < 0,01$ vs programação padrão). O IAV ótimo foi de 90 ms em treze pacientes, de 120 ms em 10 e de 150 ms em três, não sendo relatado remodelamento subsequente por ausência de grupo controle.

O efeito do IAV sobre o fluxo mitral ou aórtico parece ser influenciado pelo padrão do fluxo mitral prévio à TRC²⁰. Um estudo de seguimento de 40 pacientes programados para um IAV

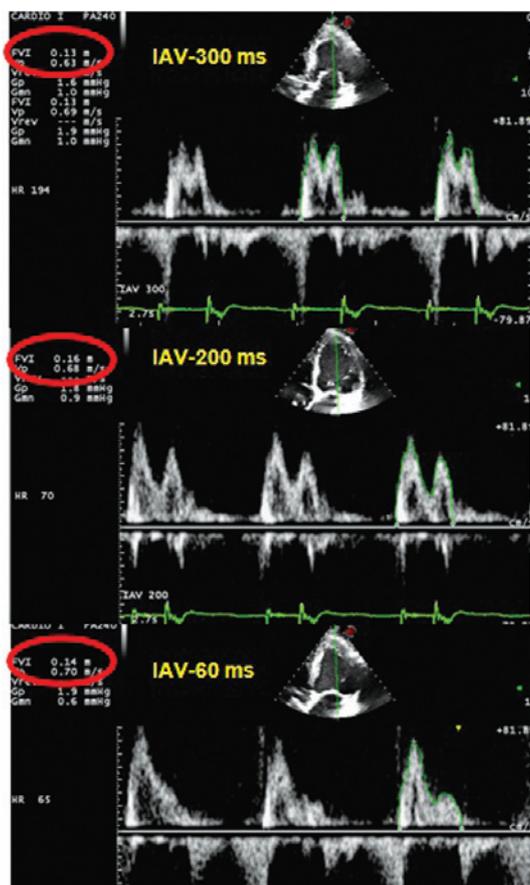


Figura 06: Imagens do fluxo mitral obtidas ao Doppler pulsátil demonstrando o cálculo da integral da velocidade nas diversas programações do intervalo atrio-ventricular, sendo o maior valor (16 cm) obtido com o IAV de 200 ms (imagem central).

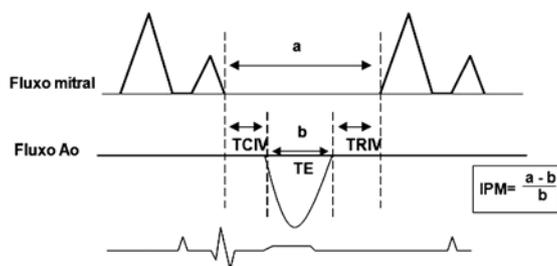


Figura 07: Esquema ilustrando o traçado do fluxo mitral e aórtico (Ao), com a coleta do intervalo de tempo "a", que abrange os períodos de contração isovolumétrica (TCIV), relaxamento isovolumétrico (TRIV) e de ejeção cardíaca (TE), e o intervalo "b" que corresponde ao TE. Para cálculo do índice de performance miocárdica (IPM) divide-se a diferença entre "a" e "b" pelo intervalo "b".

ótimo determinado pelo fluxo aórtico evidenciou melhora da função sistólica, que foi semelhante entre pacientes com padrão de AR e PN/PR²⁶. Entretanto, as medidas da função diastólica e as pressões de enchimento melhoraram somente no grupo PN/PR⁸.

Casos com fibrilação atrial, extrasístolia ventricular frequente ou prótese mitral podem não ser adequados para otimização do IAV.

Diferença dos métodos para programação do IAV ótimo

As diferenças entre o fluxo mitral e o aórtico na programação do melhor IAV devem-se a alguns fatores. Primeiro, o intervalo de tempo entre o fechamento mitral e o início da contração isovolumétrica para maximizar a melhora da dp/dt positiva pode ter um efeito variável no volume sistólico na vigência de insuficiência cardíaca congestiva (ICC). Segundo, pacientes com ICC e volumes cavitários aumentados podem requerer elevada pressão diastólica final do VE e um IAV que promova a redução dessa pressão pode diminuir o volume sistólico. Terceiro, a melhora hemodinâmica produzida pela TRC parece ser independente das mudanças na pressão diastólica final do VE.

O efeito primário da TRC é melhorar a dissinchronia e a performance sistólica. Já os efeitos sobre a função diastólica são mínimos. Portanto, a mensuração de um parâmetro que representa a performance sistólica do VE, como a VTI do fluxo aórtico, pode definir o IAV ótimo durante a TRC.

Estudo recente comparando o efeito da TRC na medida invasiva do $dp/dt+$ em várias programações do IAV mostrou melhor desempenho do VTI aórtico em relação ao método de Ritter²⁷.

Otimização do IAV sob o comando atrial

São poucos os trabalhos que abordam a avaliação do IAV ótimo em casos que requerem comando atrial durante a TRC. Berhein et al.²⁸ comparou parâmetros ecocardiográficos obtidos com o eletrodo atrial no modo sensitivo com o eletrodo comandando o átrio (modo ativo) em uma frequência superior a 10 batimentos à frequência basal dos pacientes. Com o eletrodo atrial ativo, o VTI aórtico e o tempo de enchimento diastólico do VE reduziram-se, mesmo após ajustes para a frequência cardíaca (FC), e houve piora das funções sistólica e diastólica.

Em outro estudo, uma programação com o eletrodo atrial comandando 70 ms acima do IAV ótimo previamente determinado resultou em melhora do dp/dt medido invasivamente. A determinação do IAV ótimo durante o MP atrial foi mais eficiente empregando-se o VTI aórtico em relação ao fluxo mitral²⁷.

Também foi avaliada a medida do VTI aórtico ao Doppler para determinar o IAV ótimo na TRC em situação de MP atrial ou imediatamente

após o esforço, com discreto aumento da FC, e comparado às medidas no repouso em posição sentada ou supina²⁹. Houve decréscimo do VTI aórtico com a elevação da FC durante o MP atrial e imediatamente após o esforço, sendo necessário um IAV mais prolongado para aumento do VTI aórtico com FC elevada. Contrariamente, quando programado no modo dinâmico, o MP ressincronizador encurtou o IAV com o esforço e houve aumento da FC, o que poderia ser prejudicial ao aumento do VTI aórtico.

Assim, o estímulo por MP atrial associa-se à redução do volume sistólico comparado à condução intrínseca AV e o IAV ótimo é tipicamente mais prolongado. O método de determinação do IAV pelo fluxo mitral não é superior ao VTI aórtico na presença de MP atrial e a programação dinâmica dessa modalidade pode não ser benéfica ao volume sistólico em pacientes submetidos a TRC.

Triagem simplificada para otimização AV

Visto que não há consenso para a otimização rotineira após o implante do ressincronizador, uma maneira simplificada utiliza a Doppler-ecocardiografia após a TRC, com base no padrão do fluxo mitral³⁰.

Inicialmente, otimiza-se o sinal do ECG, invertendo o complexo, se necessário. Em seguida, aperfeiçoa-se a curva de velocidade do fluxo mitral ao Doppler pulsátil utilizando velocidade alta de varredura, filtro reduzido e volume de amostragem no nível do anel mitral para obter o estalido de fechamento mitral. Examina-se então o padrão do traçado de velocidade mitral, não havendo necessidade de otimização no caso de identificação de “E” e “A” adequadas e bem separadas, término da

onda “A” ao menos 40 ms antes do início do QRS ou estalido de fechamento mitral.

O estalido valvar mitral deve estar alinhado com o ECG para que seja possível identificar o início da sístole. Um padrão consistente com a disfunção diastólica grau I no fluxo mitral não sofre muita alteração após a TRC e alguns autores julgam que a otimização AV não é necessária nesses casos⁸. A otimização AV é requerida quando um dos seguintes achados está presente: onda “A” não identificada, ondas “E” e “A” fusionadas e onda “A” truncada pelo fechamento valvar mitral.

Adicionalmente, um padrão de enchimento mitral tipo pseudonormal ou restritivo deve ser considerado para a otimização do IAV. Uma onda “A” ausente pode ser decorrente de distúrbio de condução intra-atrial e requer o prolongamento do intervalo AV, assim como os casos com onda “A” truncada. Contrariamente, uma fusão das ondas “E” e “A” pode ocorrer quando um atraso do longo IAV é programado. Em qualquer dos cenários acima, pode-se optar pelo método iterativo ou de Ritter (Figura 8).

A maioria dos grandes ensaios clínicos adotou a otimização do IAV. O MUSTIC empregou o método de Ritter³¹, enquanto o MIRACLE³² e o CARE-HF³³ realizaram a avaliação pela característica do Doppler do fluxo mitral, o que resultou em melhor separação das ondas “E” e “A” que caracterizam a fase de enchimento rápido e a contração atrial, respectivamente.

Publicações posteriores do MIRACLE^{34,35} empregaram o método de Ritter e no apêndice 8 do CARE-HF investigation plan utilizou-se o método iterativo. Com base nesses grandes estudos, a Sociedade Americana de Ecocardiografia recomenda o uso do método de Ritter ou iterativo³⁰.

Triagem simplificada para otimização AV

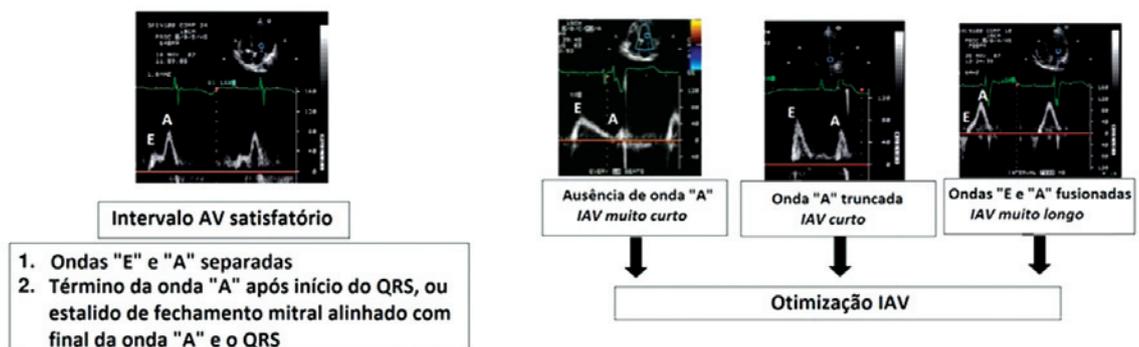


Figura 08: Triagem simplificada de determinação do intervalo atrioventricular (IAV) utilizando a velocidade do fluxo mitral ao Doppler; o volume de amostragem deve ser posicionada junto ao ponto de fechamento da valva mitral para o registro do estalido de fechamento; se as ondas “E” e “A” do fluxo mitral são bem definidas e separadas, e o término da onda “A” ocorre antes do início do QRS, ou o estalido de fechamento mitral estiver alinhado com o final da onda “A” e o complexo QRS (semelhante ao grau I da disfunção diastólica), a otimização AV pode não ser necessária; a otimização é indicada em casos com onda “A” truncada ou ausente, e quando as ondas “E” e “A” forem fusionadas; pacientes com padrão diastólico pseudonormal ou restritivo podem ser considerados para otimização AV.

Reotimização do marcapasso ressinchronizador

Vários estudos tem reportado variação do IAV ao longo do tempo, e, embora não tenha sido registrada nenhuma alteração significativa no IAV médio, mudanças individualizadas foram comuns^{36,39}. Tais variações foram avaliadas em alguns estudos que constataram a necessidade de nova otimização em 55 a 82% dos casos^{37,39}. Tais alterações são esperadas, em vista dos efeitos da TRC sobre o remodelamento e a função sistólica.

Otimização do intervalo interventricular

Os marcapassos ressinchronizadores permitem a regulagem do intervalo entre os ventrículos e o efeito benéfico da otimização desse parâmetro tem sido observado desde a descrição inicial feita por Sogaard et al.⁴⁰. Os autores relataram aprimoramento do funcionamento do ressinchronizador pela otimização do intervalo V-V em 20 casos em houve aumento adicional da fração de ejeção (22 + 6% para 30 + 5% após TRC e 34 + 6% após otimização V-V; $p < 0,01$). A regulagem desse parâmetro também promoveu redução do grau da regurgitação mitral^{41, 42}.

A otimização do IVV é feita pela variação da sequência de estimulação dos ventrículos, estimulando-se inicialmente o ventrículo esquerdo e, em seguida, o direito, reduzindo gradualmente ou aumentando o IVV (intervalos de 20 ms, por exemplo) e mensurando o maior valor da velocidade integral do fluxo aórtico. Trabalhos têm demonstrado que subgrupos de pacientes beneficiam-se agudamente da otimização do IVV, mas os resultados em longo prazo ainda não foram determinados⁴³.

Dois estudos utilizaram o Doppler tecidual para otimização do IVV. Vidal et al.¹⁶ otimizaram concomitantemente o IAV em 51 casos, sem que houvesse melhora da classe funcional da NYHA, das respostas ao questionário de qualidade de vida ou da caminhada de 6 minutos. Por outro lado, Novak et al.⁴⁴ utilizaram o strain rate para otimizar a dissincronia interventricular, obtendo aumento do débito cardíaco (4,6 + 0,3 vs 4,3 + 0,3 l/m).

Conclusão

O método Doppler pode auxiliar a programação do IAV ótimo, embasado na otimização da pré-carga para aumentar o volume sistólico pelo mecanismo de Frank-Starling. Permite avaliar o efeito da otimização sobre a função diastólica, por meio da análise do fluxo mitral, diretamente pela mudança relativa no volume sistólico ou pela observação do fluxo aórtico. Não está estabelecido se em longo prazo a otimização pelo Doppler

oferece vantagem sobre um IAV fixo em termos funcionais ou clínicos e tampouco se a reprogramação do IAV pode ser benéfica em não respondedores.

A despeito da falta de validação, a otimização do IAV foi utilizada nos grandes estudos, tendo sido avaliada por meio de Doppler transmitral. É difícil separar os benefícios da ressinchronização combinada à otimização do IAV da ressinchronização isolada. Frente a essas informações, a otimização do IAV é aconselhável após a TRC, empregando-se o fluxo mitral, e periodicamente no acompanhamento evolutivo do paciente.

Referências

1. Leclercq C, Kass DA: Retiming the failing heart: Principles and current clinical status of cardiac resynchronization. *J Am Coll Cardiol* 2002;39: 194-201.
2. Auricchio A, Stellbrink C, Block M, et al: For the Pacing Therapies for Congestive Heart Failure Study Group. Effect of pacing chamber and atrioventricular delay on acute systolic function of paced patients with congestive heart failure. *Circulation* 1999;99:2993-3001.
3. Auricchio A, Ding J, Spinelli JC, et al: Cardiac resynchronization therapy restores optimal atrioventricular mechanical timing in heart failure patients with ventricular conduction delay. *J Am Coll Cardiol* 2002;39:1163-1169.
4. Porciani MC, Dondina C, Macioce R, Demarchi G, Pieragnoli P, Musilli N et al. Echocardiographic examination of atrioventricular and interventricular delay optimization in cardiac resynchronization therapy. *Am J Cardiol* 2005; 95: 1108-1110.
5. Auricchio A, Stellbrink C, Block M, et al. Effect of pacing chamber and atrio-ventricular delay on acute systolic function of paced patients with congestive heart failure: the Pacing Therapies for Congestive Heart Failure Study Group: the Guidant Congestive Heart Failure Research Group. *Circulation* 1999;99:2993-3001.
6. Stellbrink C, Breithardt OA, Franke A. Impact of cardiac resynchronization therapy using hemodynamically optimized pacing on left ventricular remodeling in patients with congestive heart failure and ventricular conduction disturbances. *J Am Coll Cardiol* 2001;38:1957-1965.
7. Sawhney NS, Waggoner AD, Garhwal S, Chawla MK, Osborn J, Faddis MN. Randomized prospective trial of atrioventricular delay programming for cardiac resynchronization therapy. *Heart Rhythm* 2004;1:562-7.

8. Kedia N, Ng K, Apperson-Hansen C, et al. Usefulness of atrioventricular delay optimization using Doppler assessment of mitral inflow in patients undergoing cardiac resynchronization therapy. *Am J Cardiol* 2006;98: 780-5.
9. Waggoner A, Faddis M, Osborn J, et al. AV delay programming and cardiac resynchronization therapy: left ventricular diastolic filling indices and relation to stroke volume. *J Am Coll Cardiol* 2005;45(3A):99A.
10. Ritter Ph, Dib JC, Lelievre T: Quick determination of the optimal AV delay at rest in patients paced in DDD mode for complete AV block. (abstract). *Eur J CPE* 1994, 4(2):A163.
11. Ritter P, Padeletti L, Gillio-Meina L, et al. Determination of the optimal atrioventricular delay in DDD pacing: comparison between echo and peak endocardial acceleration measurements. *Europace* 1999;1:126-130.
12. Kindermann M, Frohlig G, Doerr T, et al: Optimizing the AV delay in DDD pacemaker patients with high degree AV block: Mitral valve Doppler versus impedance cardiography. *Pacing Clin Electrophysiol* 1997;20(Pt 1):2453-2462.
13. Melzer, C, Borges AC, Knebel F et al. Echocardiographic AV-interval optimization in patients with reduced left ventricular function. *Cardiovascular Ultrasound* 2004, 2:30.
14. Oh JK, Hatle L, Tajik AJ, Little WC. Diastolic heart failure can be diagnosed by comprehensive two-dimensional and Doppler echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 2006;47:500-6.
15. Cleland JG, Daubert JC, Erdmann E et al. The CARE-HF study (CArdiac RESynchronisation in Heart Failure study): rationale, design and end-points. *Eur J Heart Fail* 2001;3(4):481-489
16. Vidal B, Sitges M, Marigliano A et al. Optimizing the programming of cardiac resynchronization therapy devices in patients with heart failure and left bundle branch block. *Am J Cardiol* 2007;100(6):1002-1006
17. Meluzin J, Novak M, Mullerova J, Krejci J, Hude P, Eisenberger M, Dusek L, Dvorak I, Spinarova L. A fast and simple echocardiographic method of determination of the optimal atrioventricular delay in patients after biventricular stimulation. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2004;27: 58-64.
18. Morales M, Startari U, Panchetti L, et al: Atrioventricular delay optimization by Doppler-derived left ventricular dP/dt improves 6-month outcome of resynchronized patients. *Pacing Clin Electrophysiol* 2006;29:564-568.
19. Kerlan JE, Sawhney NS, Waggoner AD, et al: A prospective comparison of echocardiographic atrioventricular delay optimization methods for cardiac resynchronization therapy. *Heart Rhythm* 2006;3:148-154.
20. Waggoner AD, de las Fuenes L, Faddis MN, et al: Left ventricular diastolic filling prior to cardiac resynchronization therapy: implications for AV delay programming. *PACE* 2008;31:838-844.
21. Riedlbauchova L, Kautzner J, Fridl P. Influence of different atrioventricular and interventricular delays on cardiac output during cardiac resynchronization therapy. *Pacing Clin Electrophysiol* 2005;28(Suppl. 1):S19-S23.
22. Hardt SE, Yazdi SH, Bauer A, Filusch A, Korosoglou G, Hansen A, Bekeredian R, Ehlermann P, Remppis A, Katus HA, Kuecherer HF. Immediate and chronic effects of AV-delay optimization in patients with cardiac resynchronization therapy. *Int J Cardiol* 2007;115:318-325.
23. Jansen AHM, Bracke FA, van Dantzig JM, et al: Correlation of echo Doppler optimization of atrioventricular delay in cardiac resynchronization therapy with invasive hemodynamics in patients with heart failure due to ischemic or dilated cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 2006;97:552-557.
24. Tei C. New noninvasive index for combined systolic and diastolic ventricular function. *J Cardiol* 1995;26:135-6.
25. Stockburger M, Fateh-Moghadam S, Nitardy A, Langreck H, Haverkamp W, Dietz R. Optimization of cardiac resynchronization guided by Doppler echocardiography: haemodynamic improvement and intraindividual variability with different pacing configurations and atrioventricular delays. *Europace* 2006;8: 881-886.
26. Waggoner AD, Faddis MN, Gleva MJ, et al: Cardiac resynchronization therapy acutely improves diastolic function. *J Am Soc Echocardiogr* 2005;18:264-268.
27. Gold MR, Niazi I, Giudici M, et al: A prospective comparison of AV delay programming methods for hemodynamic optimization during cardiac resynchronization therapy. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2007;18:490-496.
28. Bernheim A, Ammann P, Sticherling C, et al: Right atrial pacing impairs cardiac function during resynchronization therapy. Acute effects of DDD pacing compared to VDD pacing. *J Am Coll Cardiol* 2005;45:1482-1487.

29. Scharf C, Li P, Muntwyler J, et al: Rate-dependent AV delay optimization in cardiac resynchronization therapy. *Pacing Clin Electrophysiol* 2005;28:279-284.
30. Gorcsan III J, Abraham T, Agler DA, et al. Echocardiography for Cardiac Resynchronization Therapy: Recommendations for Performance and Reporting-A Report from the American Society of Echocardiography Dyssynchrony Writing Group Endorsed by the Heart Rhythm Society. *J Am Soc Echocard* 2008;21:191-213.
31. Cazeau S, Leclercq C, Lavergne T, Walker S, Varma C, Linde C, Garrigue S, Kappenberger L, Haywood GA, Santini M, Bailleul C, Daubert JC. Effects of multisite biventricular pacing in patients with heart failure and intraventricular conduction delay. *N Engl J Med* 2001;344:873-880.
32. Abraham WT. Rationale and design of a randomized clinical trial to assess the safety and efficacy of cardiac resynchronization therapy in patients with advanced heart failure: the Multicenter InSync Randomized Clinical Evaluation (MIRACLE). *J Card Fail* 2000;6:369-380.
33. Cleland JG, Daubert JC, Erdmann E, Freemantle N, Gras D, Kappenberger L, Klein W, Tavazzi L. The CARE-HF study (CARDiac RESynchronization in Heart Failure study): rationale, design and end-points. *Eur J Heart Fail* 2001;3:481-489.
34. St.John Sutton MG, Plappert T, Abraham WT, Smith AL, DeLurgio DB, Leon AR, Loh E, Kocovic DZ, Fisher WG, Ellestad M, Messenger J, Kruger K, Hilpisch KE, Hill MR. Effect of cardiac resynchronization therapy on left ventricular size and function in chronic heart failure. *Circulation* 2003;107:1985-1990.
35. St. John Sutton MG, Plappert T, Hilpisch KE, Abraham WT, Hayes DL, Chinchoy E. Sustained reverse left ventricular structural remodeling with cardiac resynchronization at one year is a function of etiology: quantitative Doppler echocardiographic evidence from the Multicenter InSync Randomized Clinical Evaluation (MIRACLE). *Circulation* 2006;113:266-272.
36. Inoue N, Ishikawa T, Sumita S, Nakagawa T, Kobayashi T, Matsushita K, Matsumoto K, Ohkusu Y, Taima M, Kosuge M, Uchino K, Kimura K, Umemura S. Long-term follow-up of atrioventricular delay optimization in patients with biventricular pacing. *Circ J* 2005;69:201-204.
37. O'Donnell D, Nadurata V, Hamer A, Kertes P, Mohammed W. Long-term variations in optimal programming of cardiac resynchronization therapy devices. *Pacing Clin Electrophysiol* 2005;28(Suppl. 1):S24-S26.
38. Porciani MC, Dondina C, Macioce R, Demarchi G, Cappelli F, Lilli A, Pappone A, Ricciardi G, Colombo PC, Padeletti M, Jelic S, Padeletti L. Temporal variation in optimal atrioventricular and interventricular delay during cardiac resynchronization therapy. *J Card Fail* 2006;12:715-719.
39. Zhang Q, Fung JW, Chan YS, Chan HC, Lin H, Chan S et al. The role of repeating optimization of atrioventricular interval during interim and long-term follow-up after cardiac resynchronization therapy. *Int J Cardiol* 2008;211-217
40. Sogaard P, Egeblad H, Pedersen AK, et al. Sequential versus simultaneous biventricular resynchronization for severe heart failure: Evaluation by tissue Doppler imaging. *Circulation* 2002;106:2078-2084.
41. Bordachar P, Garrigue S, Lafitte S, et al. Interventricular and intra-left ventricular electromechanical delays in right ventricular paced patients with heart failure: implications for upgrading to biventricular stimulation. *Heart* 2003;89:1401-5.
42. Bordachar P, Garrigue S, Reuter S, et al. Hemodynamic assessment of right, left, and biventricular pacing by peak endocardial acceleration and echocardiography in patients with end-stage heart failure. *Pacing Clin Electrophysiol* 2000;23:1726-30.
43. Boriani G, Biffi M, Muller CP, et al. A Prospective Randomized Evaluation of VV Delay Optimization in CRT-D Recipients: Echocardiographic Observations from the RHYTHM II ICD Study. *PACE* 2009; 32:S120-S125.
44. Novak M, Lipoldova J, Meluzin J, Krejci J, Hude P, Feitova V, Dusek L, Kamaryt P, Vitovec J. Contribution to the V-V interval optimization in patients with cardiac resynchronization therapy. *Physiol Res* 2007. Epub 11 October.