

# Artigo Original O Doppler Tecidual na Avaliação da Função Diastólica Regional do Ventrículo Esquerdo: Seu valor na detecção das alterações precoces e no entendimento da evolução da disfunção em pacientes com função sistólica normal

## 7

### The Tissue Doppler in the Evaluation of the Left Ventricle Diastolic Function: Its value in the detection of the early alterations and in the understanding of the evolution of the dysfunction in patients with normal systolic function

Paulo Cesar de Carvalho Studart, Luciano Herman Juaçaba Belém,  
Arnaldo Rabischoffski, Antonio Carlos Nogueira

Hospital Pró-Cardíaco (RJ)

**Objetivo:** Detectar, através do Doppler tecidual (TVI), as formas incipientes de disfunção diastólica antes mesmo de serem capazes de produzir alteração no fluxo mitral.

**Métodos:** Foram estudados 140 indivíduos de idade compreendida entre 22 e 86 anos, todos com função sistólica normal. Foi obtido o TVI dos anéis septal, lateral, anterior e inferior. De todos os anéis foram medidas as suas respectivas ondas E' e A' (E'(s,l,a,i) e A'(s,l,a,i)). Além das medidas, os anéis foram codificados conforme o aspecto normal ou anormal de sua curva, respectivamente, como "N" e "A". Os pacientes foram estratificados em grupos em função da relação E/A do fluxo mitral: E/A > 1,2NL, E/A > 1,2, 0,8 < E/A < 1,2 e E/A < 0,8.

**Resultados:** Observou-se que quanto pior a função diastólica, maior o número de anéis comprometidos. O percentual de anéis alterados foi de, respectivamente, 4,31%, 22,36%, 79,65% e 95,00% nos grupos E/A > 1,2NL, E/A > 1,2, 0,8 < E/A < 1,2 e E/A < 0,8. Os anéis septal e inferior mostraram-se os mais sensíveis. A onda E', nos vários anéis, diminuiu conforme piorou a função diastólica dos pacientes.

**Conclusões:** O estudo da função regional tem grande importância na avaliação da disfunção diastólica em suas fases iniciais. Importantes alterações diastólicas regionais foram observadas na presença de fluxo mitral com curvas normais. A curva de velocidade do fluxo mitral, em se tratando de pacientes com função sistólica preservada, apresentou baixa sensibilidade na detecção das alterações diastólicas do VE, pois somente se alterou em fase mais avançada da doença. Sua especificidade é elevada já que o aspecto de déficit do relaxamento raramente foi considerado falso-positivo. Seu valor preditivo positivo, portanto, é alto.

**Palavras-chave:** Doppler tecidual, Disfunção diastólica, Alterações diastólicas precoces

**Objective:** To detect, through the TVI, the incipient forms of diastolic dysfunction before being able to produce alteration in the mitral flow.

**Methods:** 140 individuals aged between 22 and 86 years were studied. All of them presented normal systolic function. The TVI of the septal, lateral, anterior and inferior rings were measured. Its respective waves E' and A' were measured in all rings (E'(s,l,a,i)) and A'(s,l,a,i)). The rings were codified in agreement with the normal or abnormal aspect of its curve, as "N" and "A", respectively. The patients were stratified into groups based upon the E/A relation of the mitral flow: E/A > 1,2NL, E/A > 1,2, 0,8 < E/A < 1,2 e E/A < 0,8.

**Results:** The number of compromised rings increased as the diastolic function worsened. The percentage of modified rings was respectively 4,31%, 22,36%, 79,65% e 95,00% in the E/A > 1,2NL, E/A > 1,2, 0,8 < E/A < 1,2 e E/A < 0,8 groups, respectively. The septal and inferior rings showed to be the most sensitive ones. The E' wave, in all rings, decreased as the diastolic function of the patients worsened.

**Conclusions:** The regional function study has great importance in the evaluation of early diastolic dysfunction. Important regional diastolic alterations of diastolic function were observed in the presence of normal diastolic mitral flow. Mitral flow velocity curves in patients with preserved systolic function presented low sensitivity and low negative predictive value in the detection of diastolic dysfunction of LV, for they only changed in the most advanced stage of the disease. It presents high specificity as the aspect of relaxation deficit was rarely considered false-positive. Therefore, its positive predictive value is high.

**Key words:** Tissue Doppler, Diastolic function, Early diastolic alterations

A insuficiência cardíaca é, anualmente, responsável pela internação de milhares de indivíduos acarretando altos custos sociais e econômicos. Aproximadamente 1/3 dos pacientes portadores de insuficiência cardíaca apresentam fração de ejeção normal, ou seja, função sistólica também normal. São os chamados portadores de insuficiência cardíaca diastólica<sup>1,2</sup>. Estima-se que 5% a 8% dos pacientes portadores de insuficiência cardíaca diastólica falecem por ano em comparação com 10% a 15% dos que apresentam insuficiência sistólica<sup>3,4</sup>.

As modificações da curva de velocidade do fluxo mitral têm sido largamente utilizadas na avaliação e no estadiamento das disfunções diastólicas do VE já que permitem estimar diferentes parâmetros da função diastólica, incluindo pressões de enchimento, relaxamento e rigidez do VE<sup>5-7</sup>. Quando estão associadas às alterações de fluxo de veia pulmonar e ao tempo de propagação ao módulo M colorido do fluxo mitral, constituem os mais utilizados métodos nessa avaliação.

No entanto, tais métodos pouca informação fornecem em relação aos aspectos iniciais da disfunção diastólica. O objetivo deste estudo é o de averiguar a utilidade do Doppler tecidual nos primeiros estágios da disfunção diastólica, antes mesmo que os métodos tradicionais de avaliação sejam alterados.

## Metodologia

Trata-se de um estudo observacional prospectivo, envolvendo 140 indivíduos de idade compreendida entre 22 e 86 anos, sendo 87 do sexo feminino. Os pacientes foram encaminhados para o Setor de Ecocardiografia para a complementação de avaliação cardiológica. Como o objetivo primordial foi o de detectar alterações precoces da função diastólica, foram incluídos, apenas, pacientes com função sistólica do VE normal. Foi efetuado Eco-color-Doppler convencional com os pacientes em repouso e em decúbito lateral esquerdo. Os exames foram efetuados segundo as diretrizes do Departamento de Ecocardiografia da SBC<sup>8</sup>. Foram utilizados equipamentos da marca GE, Vivid 7 ou Vivid 3, com transdutor multifrequência de 1,5MHz a 3,5MHz. As seguintes variáveis ecocardiográficas foram tabuladas: diâmetro telediastólico do VE (DDVE), diâmetro telessistólico do VE (DSVE), diâmetro e área do átrio esquerdo (AE e ÁreaAE). Da curva de velocidade do fluxo mitral, foram obtidas as velocidades das ondas E e A, a relação E/A da curva de velocidade do fluxo mitral e o tempo de desaceleração da onda E. As mesmas variáveis foram obtidas durante a fase de pressão da manobra de Valsalva.

Foi obtido o TVI dos segmentos septal, lateral, anterior e inferior do anel mitral (anéis), em cortes apicais, quatro e duas câmaras, com os cuidados de se ajustarem as imagens o mais paralelamente possível ao eixo do Doppler, para evitar falsos resultados decorrentes de angulação não adequada. De todos os anéis foram medidas as suas respectivas ondas E' e A', E'(s,l,a,i) e A'(s,l,a,i)). Além das medidas, os anéis foram codificados conforme o aspecto normal ou anormal de sua curva, respectivamente, como "N" e "A". Assim, um paciente que apresentasse todos os anéis normais ou anormais seria codificado, respectivamente como "NNNN" ou "AAAA". Caso um, dois ou três anéis apresentassem curvas alteradas, cada paciente seria codificado de acordo com a respectiva alteração de seus anéis, na seguinte ordem: "s, l, a, i" (septal, lateral, anterior e inferior). Admitiu-se que os anéis representem a resultante dos segmentos miocárdicos com eles relacionados, sendo difícil e, provavelmente, de pouca utilidade a discriminação entre os segmentos basais e mediais de um mesmo paciente.

A relação da onda E do fluxo mitral/E's do anel (E/E's) foi calculada. Os pacientes foram estratificados em grupos em função da relação E/A do fluxo mitral. Esta variável foi escolhida por ser a mais utilizada na avaliação da função diastólica. O grupo E/A > 1,2 foi constituído por pacientes cuja relação E/A no fluxo mitral foi igual ou maior que 1,2. Deste grupo, excluídos os pacientes com morbidades e com idade superior a 60 anos, foi extraído o subgrupo E/A > 1,2NL, constituído de indivíduos normais do ponto de vista clínico ou ecocardiográfico. Os grupos 0,8 < EA < 1,2 e E/A < 0,8, foram constituídos por pacientes com aquelas respectivas relações E/A no fluxo mitral.

As médias e os desvios-padrão das diversas variáveis ecocardiográficas de todos os grupos foram calculados e aplicado o teste ANOVA para a comparação de suas respectivas médias, sendo considerado estatisticamente significativo quando  $p < 0,05$ . Foi utilizado o pacote de Estatística do Excel.

O número de pacientes estudados, a sua distribuição por sexo e as comorbidades dos grupos estudados estão apresentados na Tabela 1.

## Resultados

Na Tabela 2 estão apresentados as médias e os desvios-padrão das variáveis consideradas nos diversos grupos, e os resultados estatísticos.

**Tabela 1**  
**Casuística estratificada por sexo e morbidades nos diversos grupos**

|                                 | E/A>1,2NL | E/A>1,2 | 0,8<E/A<1,2 | E/A<0,8 |
|---------------------------------|-----------|---------|-------------|---------|
| Número de pacientes             | 29        | 57      | 43          | 40      |
| Sexo feminino                   | 19        | 37      | 27          | 23      |
| Sexo masculino                  | 10        | 17      | 16          | 17      |
| Idade > 60 anos                 | 0         | 5       | 8           | 8       |
| HAS                             | 0         | 7       | 6           | 5       |
| HAS com HVE                     | 0         | 0       | 4           | 1       |
| Esclerose mitro-aórtica         | 0         | 1       | 2           | 5       |
| Necrose inferior                | 0         | 2       | 4           | 4       |
| IA leve                         | 0         | 0       | 3           | 2       |
| Diabetes                        | 0         | 0       | 2           | 1       |
| Hipertrofia septal assimétrica  | 0         | 0       | 0           | 1       |
| Miocardiopatia. em fase inicial | 0         | 0       | 0           | 1       |
| Prótese aórtica                 | 0         | 1       | 0           | 0       |
| Prolapso valvar mitral          | 0         | 2       | 0           | 0       |

HAS= Hipertensão arterial sistêmica; HAS com HVE= Hipertensão arterial sistêmica com hipertrofia do VE;

IA leve= Insuficiência aórtica leve

**Tabela 2**  
**Resultados: Idade, dimensões cardíacas, variáveis do fluxo mitral e doppler tecidual dos anéis nos diversos grupos de pacientes**

|                  | Idade     | Fluxo Mitral |            |       |             |        |             |        | E/A   | E/A Vals | E/E's |
|------------------|-----------|--------------|------------|-------|-------------|--------|-------------|--------|-------|----------|-------|
|                  |           | DDVE         | DSVE       | AE    | ÁreaAE      | Onda E | Onda A      | tdeSE  |       |          |       |
| E/A>1,2NL        | 37,31     | 48,07        | 29,66      | 32,83 | 14,64       | 0,84   | 0,51        | 205,72 |       |          |       |
|                  | 10,53     | 4,50         | 4,47       | 3,35  | 3,31        | 0,15   | 0,13        | 46,90  |       |          |       |
| E/A>1,2          | 48,30     | 48,73        | 29,58      | 34,73 | 15,79       | 0,88   | 0,59        | 227,58 |       |          |       |
|                  | 15,60     | 5,52         | 4,42       | 4,62  | 3,97        | 0,23   | 0,17        | 67,13  |       |          |       |
| E/A<0,8>1,2      | 59,88     | 49,12        | 30,09      | 34,49 | 15,92       | 0,75   | 0,78        | 240,11 |       |          |       |
|                  | 8,99      | 5,94         | 4,96       | 3,57  | 3,23        | 0,13   | 0,15        | 60,46  |       |          |       |
| E/A<0,8          | 67,77     | 52,05        | 33,50      | 36,05 | 16,27       | 0,53   | 0,80        | 300,32 |       |          |       |
|                  | 8,78      | 8,35         | 10,51      | 6,86  | 5,55        | 0,14   | 0,16        | 86,84  |       |          |       |
|                  | <0,01     | NS           | NS         | NS    | NS          | <0,01  | <0,01       | <0,01  |       |          |       |
| F                | 46,88     | 1,25         | 2,73       | 1,04  | 1,48        | 35,84  | 37,59       | 19,91  |       |          |       |
| <b>f crítico</b> | 2,66      |              |            |       |             |        |             |        |       |          |       |
|                  | DT septal |              | DT lateral |       | DT anterior |        | DT inferior |        | E/A   | E/A Vals | E/E's |
|                  | E's       | A's          | E'l        | A'l   | E'a         | A'a    | E'i         | A'i    |       |          |       |
| E/A>1,2NL        | 0,12      | 0,08         | 0,15       | 0,11  | 0,13        | 0,07   | 0,14        | 0,08   | 1,72  | 1,14     | 7,41  |
|                  | 0,03      | 0,02         | 0,04       | 0,15  | 0,04        | 0,02   | 0,04        | 0,03   | 0,52  | 0,49     | 2,31  |
| E/A>1,2          | 0,10      | 0,08         | 0,12       | 0,09  | 0,11        | 0,08   | 0,12        | 0,09   | 1,50  | 1,10     | 9,88  |
|                  | 0,03      | 0,02         | 0,04       | 0,03  | 0,04        | 0,04   | 0,04        | 0,03   | 0,25  | 0,46     | 6,04  |
| E/A<0,8>1,2      | 0,07      | 0,10         | 0,09       | 0,11  | 0,08        | 0,10   | 0,10        | 0,11   | 0,96  | 0,68     | 11,69 |
|                  | 0,02      | 0,02         | 0,03       | 0,03  | 0,03        | 0,03   | 0,13        | 0,02   | 0,12  | 0,23     | 4,33  |
| E/A<0,8          | 0,06      | 0,11         | 0,08       | 0,11  | 0,06        | 0,11   | 0,07        | 0,12   | 0,66  | 0,56     | 8,87  |
|                  | 0,01      | 0,02         | 0,02       | 0,04  | 0,01        | 0,03   | 0,02        | 0,03   | 0,13  | 0,18     | 2,99  |
|                  | <0,01     | <0,01        | <0,01      | NS    | <0,01       | <0,01  | <0,01       | <0,01  | ***** | <0,01    | <0,01 |
| F                | 43,01     | 15,3         | 38,45      | 0,15  | 42,56       | 45,72  | 39,65       | 17,24  | 24,40 | 6,8      |       |
| <b>f crítico</b> | 2,66      |              |            |       |             |        |             |        |       |          |       |

DDVE= diâmetro telediastólico do VE; DSVE= diâmetro telessistólico do VE; AE= diâmetro do átrio esquerdo; Área AE= área do átrio esquerdo; tdeSE= tempo de desaceleração da onda E

Tratando-se de pacientes com função sistólica do VE normal, os parâmetros de avaliação dessa função não mostraram diferenças estatisticamente significativas nos 4 grupos considerados. Mostraram-se com significância estatística: a idade, os componentes E e A do fluxo mitral, o tempo de desaceleração do fluxo mitral, e os componentes E' e A' das curvas dos anéis. (Tabela 2).

## Discussão

O Doppler mitral tem sido largamente utilizado na avaliação da função diastólica pela sua capacidade de se alterar em função do relaxamento ventricular, do grau de rigidez de câmara e das modificações das pressões de enchimento. No coração normal, o fluxo transmitral predominante ocorre precocemente na diástole após a abertura da valva mitral (onda E).

Conforme se altera o relaxamento ventricular, a onda E diminui de amplitude e o tempo de desaceleração se prolonga. Com maior contribuição atrial, a relação E/A se torna  $<1,0$  <sup>9</sup>.

Entretanto, o fluxo mitral sofre também modificações em consequência das alterações da volemia, da complacência do átrio esquerdo e das pressões intracavitárias que modificam os gradientes atrioventriculares. Assim, sendo pré-carga dependente, à medida que a complacência do VE diminui e as pressões de enchimento ventricular aumentam, a curva da velocidade do fluxo mitral vai adquirindo o aspecto que se assemelha ao do fluxo normal, sendo rotulado, por isso,

pseudonormal o que, conseqüentemente, dificulta a sua identificação (Tipo II). Finalmente, nas formas mais avançadas, com baixa complacência do VE e grandes pressões de enchimento, o fluxo mitral passa a ser feito, principalmente, na protodiástole e a curva de velocidade do fluxo mitral passa a ter "padrão restritivo" (nítido predomínio da onda E com tempo de desaceleração curto) (Tipo III ou IV, se reversível ou não). Tendo o fluxo mitral, portanto, resposta bimodal, o diagnóstico e a avaliação das formas avançadas, especialmente da fase de pseudonormalização, não é tarefa fácil. A utilização da manobra de Valsalva<sup>10</sup>, a observação do fluxo das veias pulmonares e o tempo de propagação utilizando o módulo M do colorDoppler, ajudam na elucidação desses casos.

Contudo, o aspecto que mais interessa e que é o objetivo desse trabalho, é como detectar as formas mais precoces de disfunção diastólica antes que se estabeleçam as conhecidas modificações do fluxo mitral, antes mesmo até que sejam exibidas as alterações de déficit do relaxamento.

O Doppler tissular, especialmente através de sua tecnologia mais simples, o TVI, tem sido utilizado na avaliação da função ventricular regional tanto sistólica quanto diastólica. O TVI mede a velocidade do tecido em relação ao transdutor durante a sístole e a diástole. Está estabelecido que esta velocidade decresce à medida que o ponto de amostragem se desloca dos anéis em relação ao ápice do coração<sup>11,12</sup>. Foi também demonstrado que o Doppler tecidual, sendo relativamente independente da pré-carga, espelha de modo mais apropriado as alterações intrínsecas da fase diastólica. Somente nas fases

**Tabela 3**  
Percentual de anormalidade de cada anel nos 4 grupos

|                  | anel septal |       | anel lateral |       | anel anterior |       | anel inferior |       |
|------------------|-------------|-------|--------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|
|                  | n           | %     | n            | %     | n             | %     | n             | %     |
| E/A>1,2NL (29)   | 2           | 6,89  | 1            | 3,44  | 1             | 3,44  | 1             | 3,44  |
| E/A>1,2 (57)     | 15          | 26,32 | 12           | 21,05 | 10            | 17,54 | 14            | 24,56 |
| 0,8<E/A<1,2 (43) | 36          | 83,72 | 31           | 72,09 | 35            | 81,40 | 35            | 81,40 |
| E/A<0,8 (40)     | 39          | 97,5  | 38           | 95,00 | 36            | 90,00 | 39            | 97,50 |

**Tabela 4**  
Percentual do número de anéis anormais nos pacientes de cada grupo

|           | E/A>1,2NL (29) |       | E/A>1,2 (57) |       | 0,8<E/A<1,2 (43) |       | E/A<0,8 (40) |       |
|-----------|----------------|-------|--------------|-------|------------------|-------|--------------|-------|
|           | n              | %     | n            | %     | n                | %     | n            | %     |
| NNNN      | 23             | 82,75 | 37           | 64,91 | 1                | 2,32  | 0            | 0     |
| 1 anel A  | 5              | 17,24 | 4            | 7,01  | 3                | 6,98  | 0            | 0,00  |
| 2 anéis A | 0              | 0     | 5            | 8,77  | 4                | 9,30  | 3            | 7,50  |
| 3 anéis A | 0              | 0     | 4            | 7,01  | 7                | 16,28 | 6            | 15,00 |
| AAAA      | 0              | 0     | 7            | 12,28 | 28               | 65,12 | 31           | 77,50 |

NNNN=Todos os anéis normais; AAAA=Todos os anéis anormais



anormais. 77,50 % dos pacientes apresentavam todos os anéis alterados (Tabela 4). Pode-se, portanto, afirmar que esse grupo de pacientes já seja portador de importante alteração diastólica. A classificação como de tipo I para pacientes desse grupo é considerada inadequada, pois, sendo do tipo I, traz a idéia de que é a mais leve das alterações diastólicas, o que não é o caso, já que, conforme foi demonstrado, as alterações diastólicas regionais a antecedem.

Finalmente o Grupo  $0,8 < E/A < 1,2$ , que é constituído por aqueles pacientes em que o fluxo mitral apresenta ondas E e A de dimensões aproximadas e que muitas vezes deixam o examinador em dúvida quanto à presença ou não de alteração diastólica. Saliente-se que no material do presente estudo, a relação E/A foi, em muitos pacientes, maior que 1,0. Nesse grupo, 83,72%, 72,09%, 81,40% e 81,40%, respectivamente, dos anéis septais, laterais, anteriores e inferiores, eram anormais (Tabela 3). Nesse grupo, apenas 1 paciente (2,33%) apresentava os quatro anéis normais e 6,98% apresentavam apenas 1 dos anéis alterados. 9,30% e 16,28% tinham alteração em, respectivamente, 2 ou 3 anéis e 65,12% dos pacientes apresentavam todos os anéis alterados (Tabela 4), permitindo inferir que as alterações do fluxo mitral podem ser pouco sensíveis na detecção de alteração diastólica. O provável é que as alterações do fluxo mitral, que são utilizadas na prática corrente, sejam alterações tardias que representem um somatório de alterações regionais, que somente se manifestam quando tais alterações regionais atingem importância considerável.

Considerando-se todos os grupos, os anéis septal e inferior mostraram-se mais sensíveis que o lateral e o anterior.

Ao se analisarem as dimensões das ondas E' dos diversos anéis, pôde-se concluir que estas se reduziram gradativamente à medida que a função diastólica piorou. Este fato ocorreu em todos os anéis.

A relação E/E's permaneceu abaixo de 12, fato indicativo de que não houve importante aumento da pressão de enchimento do VE nos grupos estudados, fato não estranhável já que se tratavam de pacientes com função sistólica normal, embora elevações da pressão telediastólica e do átrio esquerdo possam ser encontradas em indivíduos apenas com disfunção diastólica.

## Conclusão

O Doppler tissular (TVI) mostrou-se de grande utilidade na avaliação da função diastólica regional do VE. A pequena incidência de alterações nos pacientes normais e a grande incidência nos patológicos são indicativas de alta sensibilidade e alta especificidade.

À medida que a função diastólica piorou, foi maior o número de anéis comprometidos. Os anéis septal e inferior mostraram-se mais sensíveis que o lateral e anterior.

O fluxo mitral com padrão de déficit do relaxamento correlacionou-se com grandes alterações da função diastólica regional.

Importantes alterações diastólicas regionais foram observadas na presença de fluxo mitral com curvas normais.

Assim, a curva de velocidade do fluxo mitral, em se tratando de pacientes com função sistólica preservada, apresentou baixa sensibilidade na detecção das alterações diastólicas do VE, pois somente se alterou em fase mais avançada da doença. Curva de velocidade de fluxo mitral com aspecto normal tem, portanto, baixo valor preditivo. Ao contrário, a curva de velocidade do fluxo mitral com aspecto de déficit do relaxamento tem especificidade elevada, já que raramente tal aspecto de curva foi considerado falso positivo. Tem, portanto, valor preditivo positivo alto.

A onda E', nos vários anéis, diminuiu conforme piorou a função diastólica dos pacientes.

## Referências

1. Vasan RS, Benjamin EJ, Levy D. Prevalence, clinical features e prognosis of diastolic heart failure. An epidemiologic perspective. *J Am Coll Cardiol.* 1995;26:1565-574.
2. Dauterman KW, Massie BM, Gheoghiade M. Heart failure associated with preserved systolic function. A common and costly clinical entity. *Am Heart J.* 1998;135:S310-S19.
3. Setaro JF, Soufer R, Remetz MF, et al. Long term outcome of patients with congestive heart failure and intact systolic left ventricular performance. *Am J Cardiol.* 1192;69:1212-216.

4. Judge KW, Pawitan Y, Caldwell J, et al. Congestive heart failure in patients with preserved left ventricular function: Analyses of the CASS registry. *Am J Cardiol.* 1991;18:337-82.
5. Appleton CP, Hatle L, Popp RL. Relation of transmitral flow velocity patterns to left ventricular diastolic function; new insights from a combined hemodynamic and Doppler echocardiographic study. *J Am Coll Cardiol.* 1988;12:426-40.
6. Labovitz AJ, Pearson AC. Evaluation of left ventricular diastolic function: clinical relevance and recent Doppler echocardiographic insights. *Am Heart J.* 1987;114:836-51.
7. Nishimura RA, Abel MD, Hatle LK, et al. Assessment of diastolic function of the heart: background and current applications of Doppler echocardiography, II: clinical studies. *Mayo Clin Proc.* 1989;64:181-204.
8. Tasca R, Weitzel LH, Moisés VA, et al. Diretriz para Normatização dos Equipamentos e Técnicas de Exame para Realização de Exames Ecocardiográficos. *Arq Bras Cardiol.* 2004;82(Supl 2):37-48.
9. Oh JK, Appleton CP, Hatle LK, et al. The noninvasive assessment of left ventricular diastolic function with two-dimensional and Doppler echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 1997;10:246-70.
10. Dusmenil JG, Gaudreault G, Honos GN, Kingma Jr JG. Use of Valsalva maneuver to unmask left ventricular diastolic function abnormalities by Doppler echocardiography in patients with coronary artery disease or systemic hypertension. *Am J Cardiol.* 1991;68:515-19.
11. Silva CES, Ferreira LDC, Peixoto LB, et al. Estudo da velocidade de contração e relaxamento do miocárdio pela ecocardiografia com Doppler tecidual. Nova alternativa na avaliação da função ventricular segmentar. *Arq Bras Cardiol.* 2002;72(2):200-205.
12. Studart PCC, Nogueira AC, Tolentino JC, et al. Tissue-Doppler em indivíduos normais: Tecnologias, dificuldades, soluções e perspectivas. *Rev SOCERJ.* 2003;16(Supl A):19.
13. Onmen SR, Nishimura RA, Appleton CP, et al. Clinical utility of Doppler echocardiography and tissue Doppler imaging in the estimation of left ventricular filling pressures. A comparative simultaneous Doppler catheterization study. *Circulation.* 2000;102:1788-794.