

## COMPORTAMENTO DAS MEDIDAS DE VOLUME, MASSA, COMPLACÊNCIA, VELOCIDADE DE ENCURTAMENTO, ÍNDICES DE CONTRATILIDADE E ESFORÇO (ESTRESSE) DO VENTRÍCULO ESQUERDO NA INSUFICIÊNCIA MITRAL CRÔNICA

EDISON C. SANDOVAL PEIXOTO, LÚCIA FERNANDES RODRIGUES, CLOVIS M. BARROS FILHO, LÚCIA CRISTINA MORGADO, JOSÉ MÁRIO G. DE SÁ, CELSO ABRAÃO, PAULO SÉRGIO DE OLIVEIRA, IVAN GONÇALVES MAIA, J. GERALDO DE C. AMINO, PAULO CÉSAR DE C. STUDART

*Estudou-se a função ventricular esquerda de 13 pacientes portadores de insuficiência mitral crônica (IM) e comparou-se com um grupo-controle com 15 pacientes. Todos os pacientes foram cateterizados e os resultados obtidos, respectivamente, nos grupos-controle normal e IM: índice de volume diastólico final (IVDF)  $54 \pm 11$  e  $107 \pm 22$   $\text{cm}^3/\text{m}^2$  ( $p < 0,001$ ), índice de volume sistólico final (IVSF)  $15 \pm 3$  e  $96 \pm 22$   $\text{cm}^3/\text{m}^2$  ( $p < 0,001$ ), fração de ejeção (FE)  $72 \pm 5$  e  $58 \pm 13\%$  ( $p < 0,01$ ), espessura diastólica da parede ventricular  $0,705 \pm 0,116$  e  $0,863 \pm 0,164$  cm ( $p < 0,01$ ), espessura sistólica da parede ventricular  $1,427 \pm 0,245$  e  $1,682 \pm 0,281$  cm ( $p < 0,02$ ), índice de massa (I. Massa)  $51 \pm 11$  e  $99 \pm 28$   $\text{g}/\text{M}^2$  ( $p < 0,001$ ), velocidade circunferencial de encurtamento médio (VCF)  $1,58 \pm 0,33$  e  $1,09 \pm 0,43$  circ/s ( $p < 0,01$ ), complacência específica (CE)  $0,44 \pm 0,26$  e  $0,18 \pm 0,09$  mmHg ( $p < 0,01$ ) 1 a derivada máxima de pressão ventricular (dP/dt)  $1641 \pm 341$  e  $1401 \pm 511$  mmHg/s ( $p < 0,20$ ), velocidade máxima de encurtamento de fibra à carga zero (Vmax)  $1,73 \pm 0,29$  e  $1,29 \pm 0,29$  circ/s ( $p < 0,01$ ) pressão diastólica inicial (pd1)  $1 \pm 3$  e  $9 \pm 5$  mmHg ( $p < 0,10$ ) ns, pressão diastólica final (pd2)  $9 \pm 2$  e  $14 \pm 6$  mmHg ( $p < 0,02$ ) pressão sistólica inicial (PSI)  $73 \pm 10$  e  $78 \pm 2$  mmHg ( $p < 0,50$ ), pressão sistólica final (PSF),  $97 \pm 13$  e  $97 \pm 28$  cm ( $p < 0,90$ ), estresse diastólico final circunferencial (SDFC)  $36 \pm 10$  e  $54 \pm 26$  g/cm ( $p < 0,05$ ), estresse diastólico final longitudinal (SDFL)  $21 \pm 7$  e  $32 \pm 15$  g/cm ( $p < 0,05$ ), estresse sistólico máximo circunferencial (SSMC)  $282 \pm 60$  e  $302 \pm 77$  g/cm ( $p < 0,50$ ), estresse sistólico máximo longitudinal (SSML)  $162 \pm 41$  e  $179 \pm 45$  g/cm ( $p < 0,90$ ), estresse sistólico final circunferencial (SSFC)  $105 \pm 27$  e  $124 \pm 46$  g/cm ( $p < 0,30$ ) e estresse sistólico final longitudinal (SSFL)  $44 \pm 15$  e  $58 \pm 26$   $\text{g}/\text{cm}^2$  ( $p < 0,20$ ).*

*Conclui-se que as medidas de volume e massa ventricular, FE, VCF, CE e pd2 estavam todas alteradas de forma estatisticamente significativa. Dos índices de contratilidade apenas a Vmax diminuída de forma significativa poderia demonstrar diminuição de contratilidade. Finalmente, quanto ao estresse ou esforço, os índices diastólicos estavam aumentados de forma significativa, enquanto os sistólicos, embora aumentados não apresentavam diferenças significativas.*

O estudo da função ventricular é e sempre foi extremamente importante no conhecimento da repercussão das doenças sobre o coração<sup>1-9</sup>. Assim, é possível verificar a evolução das várias doenças sobre o coração, à medida que, na evolução de suas histórias naturais, temos o progressivo aparecimento de sinais e sintomas relacionados com as alterações do funcionamento dos ventrículos direito, esquerdo ou ambos. Pode-se evidenciar nítida correlação entre a deterioração da função ventricular e o agravamento clínico

do paciente<sup>9,11</sup> e mais ainda, pois se pode ter uma forma mais racional para a indicação cirúrgica em cardiopatias susceptíveis a esse tipo de tratamento<sup>12</sup>, como, por exemplo, a insuficiência mitral crônica pois, por ser sua história natural longa e limitada a duração de vida útil das próteses nos doentes assintomáticos ou oligossintomáticos, com insuficiência mitral severa, não se antecipa a cirurgia mas segue-se avaliando a função ventricular. A intervenção cirúrgica, quando a função ventricular

está muito deteriorada, tem mortalidade maior e persistência de sintomas pós-operatórios. Daí, não poder a operação nem ser precoce nem tardia. Anteriormente já tínhamos procurado estudar a função ventricular esquerda na insuficiência mitral<sup>5,6,13</sup>. No presente trabalho, procuramos estudar o comportamento das variáveis de volume, massa, complacência, velocidade de encurtamento, índices de contratilidade e esforço (estresse) na insuficiência mitral crônica, como trabalho inicial para posterior correlação com os dados clínicos, resultados cirúrgicos e evolução à medida que o número dos pacientes no protocolo de estudo de insuficiência mitral aumente e tenhamos maior seguimento sobre eles, mas fica dessa introdução a importância prática do estudo da função ventricular esquerda na insuficiência mitral crônica.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudados dois grupos de pacientes. O 1.º, um grupo-controle normal, era composto de 15 indivíduos não cardiopatas, sendo 6 do sexo masculino e 9 do feminino, com idades variando entre 17 e 55 anos ( $41 \pm 12$ ). O 2.º grupo era constituído de 13 pacientes portadores de insuficiência mitral crônica (IM) isolada, sendo 6 do sexo masculino e 7 do feminino, com idades variando entre 11 e 72 ( $31 \pm 17$ ). Em nenhum paciente do grupo portador de IM havia gradiente médio diastólico significativo entre capilar pulmonar e ventrículo esquerdo ou gradiente telediastólico.

Todos os pacientes incluídos no trabalho foram submetidos a estudo hemodinâmico.

A coronariografia, realizada em todos os pacientes com idade superior a 30 anos, foi feita com cateter Sones 8F. Para o registro das pressões, os cateteres estavam conectados a um transdutor Hewlett-Packard modelo 1280, tomando-se como nível zero de referência o nível da linha axilar média. As pressões basais foram todas medidas antes de qualquer procedimento angiográfico.

O primeiro procedimento angiográfico foi sempre a ventriculografia esquerda realizada em oblíqua anterior direita (OAD) a 30.º, tendo sido a distância entre a mesa e o intensificador de imagens e a ampola do raio X pré-fixadas. À ventriculografia esquerda seguiu-se uma aortografia em oblíqua anterior esquerda, e a ela, a coronariografia nos pacientes com idade superior a 30 anos. As imagens de todos os procedimentos angiográficos foram obtidas através de intensificador de imagem Philips de césio e filmadas à razão de 30 quadros por segundo, através de uma câmara Arritecno.

O sistema de computação era composto por um computador Hewlett-Packard 5600 B microprogramável 2100 S, sendo a ele acoplados os dois terminais de registro e um terminal de análise de volume Vanguard. Fazia parte do sistema um "plotter", que é um sistema de desenho automático.

Índices de contratilidade - O cálculo dos índices da fase

de contração isovolumétrica que atestam o estado contrátil ventricular, velocidade do elemento contrátil no seu pico máximo (VPM) e velocidade do elemento contrátil extrapolada para a carga zero (Vmax) é feito pelo computador, calculando-se inicialmente a velocidade do elemento contrátil (VCE) através da fórmula  $dP/dt/KP$ , onde K é uma constante de elasticidade conhecida, que no nosso sistema tem o valor de 30 e P é a pressão instantânea em relação ao momento da obtenção da curva de velocidade de elevação das pressões ventriculares ( $dP/dt$ ). A seguir, é feita a "plotagem" da VCE assim obtida com a pressão total desenvolvida, conseguindo-se a curva de velocidade do elemento contrátil, cujo pico máximo representa a VPM, que é o VCE máxima. O sistema calcula também a Vmax, traçando uma tangente ao ramo descendente da curva da VCE em direção ao ponto correspondente à carga (pressão) zero (ou seja por extrapolação linear).

Variável volumétrica - Os cálculos de volume são efetuados através do método área-comprimento monopiano em OAD de Kasser e Kennedy e col.<sup>15</sup>, modificando o método de Sandler e col.<sup>16</sup> para ântero-posterior, admitindo-se que o ventrículo esquerdo corresponde a um elipsóide de revolução. O volume calculado é corrigido por meio de equações de regressão apropriadas para adultos ou crianças, conforme o caso, sendo então determinados os volumes verdadeiros.

O volume real ou verdadeiro é obtido através da equação de regressão de Kasser e Kennedy<sup>14</sup>, para método monopiano em OAD a 30.º.

Volume verdadeiro = 0,788. Volume calculado + 8,4 cm<sup>3</sup>.

$$FE(\%) = \frac{\text{Volume de ejeção}}{\text{VDF}} \cdot 100$$

A fração de ejeção (FE) foi obtida pela fórmula:

A massa ventricular foi obtida pela fórmula de Rackley e col.<sup>17</sup>: Massa = 1,05. volume da parede.

A complacência específica (CE) foi obtida pela fórmula:

$$CE \text{ (mmHg}^{-1}\text{)} = \frac{\text{VDF} - \text{VSF}}{(\text{pd2} - \text{pdl}) \text{ VSF}}$$

A velocidade circunferencial de encurtamento média (VCF) foi obtida também com a introdução do traçado dos volumes diastólico e sistólico finais e o fator de correção, bem como o número de fotografamas (frames) a uma velocidade de 30 quadros por segundo. Simultaneamente, eram colocadas a pdl e pd2 e obtida a complacência específica (CE).

Os dados de esforço (estresse) foram obtidos DO programa que fornece volumes, FE e massa ventricular, com a introdução, durante o cálculo, das variáveis de pressão sistólica inicial e final. Foi ainda traçada a espessura da parede ventricular esquerda no início da sístole, que é a mesma do final da diástole e espessura da parede no final da sístole. Com esses dados o sistema calculava os estresses.

Variáveis analisadas - As variáveis analisadas no presente estudo foram: índice de volume diastólico

final (IVDF), índice de volume sistólico final (IVSF), ao de ejeção (FE), espessura diastólica da parede ventricular esquerda (ESPDIAS), espessura sistólica da parede ventricular esquerda (ESP. SIST), índice de massa (I. MASSA), velocidade circunferencial de encurtamento média (VCF), complacência específica (CE), curva de velocidade de elevação da pressão ventricular esquerda ou 1.<sup>a</sup> derivada máxima de pressão (dP/dt), velocidade máxima de encurtamento de obra a carga zero (Vmax), pressão diastólica inicial (pd1), pressão diastólica final (pd2), pressão sistólica inicial (PSI), pressão sistólica final (PSF), estresse diastólico final circunferencial (SDFC), estresse diastólico final longitudinal (SDFL), estresse

sistólico máximo circunferencial (SSMC), estresse sistólico máximo longitudinal (SSML), estresse sistólico final circunferencial (SSFC) e estresse sistólico final longitudinal (SSFL).

A análise estatística foi feita através do teste t não emparelhado de Student<sup>18,21</sup>, comparando-se as médias das variáveis estudadas do grupo controle normal com as do grupo portador de IM e considerou se nível de significância 0,05.

## RESULTADOS

Os valores de IVDF, IVSF, FE, ESP. DIAS., ESP. SIST., I. MASSA, VCF, CE, dP/dt e Vmax dos 13 pacientes portadores de IM estudados encontram-se na tabela I.

**TABELA I - Valores de volumes, FE, massa, VCF, complacência e índice de contratilidade dos pacientes com insuficiência mitral.**

| Paciente | IVDF<br>(cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) | IVSF<br>(cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) | FE<br>(%) | Esp. diast.<br>(cm) | Esp. sist.<br>(cm) | I. massa<br>(g/m <sup>2</sup> ) | VCF<br>(circ/seg) | CE<br>(mmHg <sup>-1</sup> ) | dP/dt<br>(mmHg/seg) | Vmax<br>(circ/seg) |
|----------|--|--|-----------|---------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------|
| 1        | 85   | 46   | 46        | 1,024               | 1,488              | 107                             | 0,54              | 0,28                        | 1399                | 1,50               |
| 2        | 113  | 64   | 43        | 0,974               | 1,924              | 112                             | 0,85              | 0,07                        | 899                 | 1,06               |
| 3        | 91   | 33   | 64        | 0,937               | 1,623              | 111                             | 0,65              | 0,37                        | 891                 | 1,07               |
| 4        | 148  | 108  | 27        | 1,241               | 1,625              | 176                             | 0,93              | 0,14                        | 785                 | 1,13               |
| 5        | 115  | 33   | 72        | 0,826               | 1,420              | 96                              | 0,99              | 0,14                        | 1916                | 1,67               |
| 6        | 104  | 46   | 55        | 0,795               | 1,879              | 88                              | 0,77              | 0,09                        | 1289                | 1,54               |
| 7        | 104  | 43   | 59        | 0,745               | 1,765              | 71                              | 1,04              | 0,17                        | 1424                | 1,27               |
| 8        | 140  | 53   | 62        | 0,658               | 1,234              | 88                              | 0,81              | 0,13                        | 1353                | -                  |
| 9        | 81   | 22   | 71        | 0,798               | 1,903              | 67                              | 1,38              | 0,17                        | -                   | -                  |
| 10       | 128  | 60   | 53        | 0,873               | 1,615              | 118                             | 0,76              | 0,10                        | 2394                | -                  |
| 11       | 77   | 28   | 63        | 0,968               | 2,329              | 96                              | 2,09              | 0,31                        | 1860                | -                  |
| 12       | 96   | 35   | 64        | 0,680               | 1,462              | 70                              | 0,95              | 0,18                        | 837                 | 0,82               |
| 13       | 110  | 32   | 71        | 0,701               | 1,599              | 77                              | 1,42              | 0,22                        | 18525               | 1,56               |
| M        | 107  | 96   | 38        | 0,863               | 1,682              | 99                              | 1,09              | 0,18                        | 1401                | 1,29               |
| DP       | ± 22                                       | ± 22                                       | ± 13      | ± 0,164             | ± 0,281            | ± 28                            | ± 0,43            | ± 0,09                      | ± 511               | ± 0,29             |

CE = complacência específica de ventrículo esquerdo; DP = desvio padrão: dP/dt = 1.<sup>a</sup> derivada máxima de pressão ventricular esquerda; Esp. diast. = espessura diastólica da parede ventricular esquerda; Esp. sist. = espessura sistólica da parede ventricular esquerda; FE = fração de ejeção do ventrículo esquerdo; I. massa = índice de massa ventricular esquerda; IVDF = índice de volume diastólico final do ventrículo esquerdo; IVSF = índice de volume sistólico final do ventrículo esquerdo; M = média; VCF = velocidade circunferencial de encurtamento médio do ventrículo esquerdo; Vmax = velocidade máxima de encurtamento de fibra a carga zero do ventrículo esquerdo.

**TABELA II - Valores de pressão e estresse ou esforço dos pacientes com insuficiência mitral.**

| Paciente | PDI<br>(mmHg) | PDZ<br>(mmHg) | PSI<br>(mmHg) | PSF<br>(mmHg) | SDFC<br>(g/cm <sup>2</sup> ) | SDFL<br>(g/cm <sup>2</sup> ) | SSNIC<br>(g/cm <sup>2</sup> ) | SSML<br>(g/cm <sup>2</sup> ) | SSFC<br>(g/cm <sup>2</sup> ) | SSFL<br>(g/cm <sup>2</sup> ) |
|----------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1        | 2             | 5             | 63            | 79            | 21                           | 12                           | 279                           | 160                          | 112                          | 50                           |
| 2        | 6             | 17            | 71            | 79            | 50                           | 27                           | 280                           | 155                          | 108                          | 50                           |
| 3        | 8             | 16            | 66            | 73            | 51                           | 30                           | 274                           | 164                          | 169                          | 29                           |
| 4        | 7             | 15            | 71            | 86            | 58                           | 37                           | 294                           | 196                          | 158                          | 76                           |
| 5        | 3             | 16            | 80            | 96            | 35                           | 35                           | 355                           | 221                          | 134                          | 63                           |
| 6        | -1            | 7             | 65            | 82            | 19                           | 12                           | 167                           | 96                           | 85                           | 40                           |
| 7        | 1             | 11            | 83            | 107           | 37                           | 21                           | 283                           | 160                          | 148                          | 65                           |
| 8        | 1             | 13            | 72            | 81            | 74                           | 41                           | 379                           | 210                          | 149                          | 75                           |
| 9        | 4             | 20            | 116           | 138           | 90                           | 50                           | 482                           | 275                          | 127                          | 52                           |
| 10       | 14            | 28            | 128           | 169           | 91                           | 60                           | 347                           | 225                          | 233                          | 123                          |
| 11       | -6            | 5             | 60            | 80            | 15                           | 11                           | 223                           | 152                          | 50                           | 21                           |
| 12       | 5             | 15            | 66            | 103           | 78                           | 43                           | 285                           | 153                          | 144                          | 67                           |
| 13       | 8             | 16            | 69            | 86            | 64                           | 37                           | 283                           | 158                          | 99                           | 41                           |
| M        | 9             | 14            | 78            | 97            | 54                           | 32                           | 302                           | 179                          | 124                          | 58                           |
| DP       | ± 5           | ± 6           | ± 21          | ± 28          | ± 26                         | ± 15                         | ± 77                          | ± 45                         | ± 46                         | ± 26                         |

DP = desvio padrão; M = média; pd1 = pressão diastólica final do ventrículo esquerdo; pd2 = pressão diastólica final do ventrículo esquerdo; PSI = pressão sistólica inicial do ventrículo esquerdo; SDFC = estresse diastólico final circunferencial; SDFL = estresse diastólico final longitudinal; SSFC = estresse sistólico final circunferencial; SSFL = estresse sistólico final longitudinal; SSMC = estresse sistólico máximo circunferencial; SSML = estresse sistólico máximo longitudinal.

Os valores de pd1, pd2, PSI, PSF, SDFC, SDFL, SSMC, SSML, SSFC e SSFL encontram-se na tabela II.

Quando se comparam as médias dos valores das variáveis estudadas do grupo- controle normal com as

do grupo portador de IM, houve diferença estatisticamente significativa de: IVDF, IVSF, ESP DIAST, ESP SIST, I. MASSA, todos aumentados e para FE, VCF e CE diminuídas em relação ao controle. Dos índices da fase de contração isovolumétrica, a dP/dt estava diminuída, sem que a diferença fosse significativa e a Vmax estava diminuída de maneira significativa. Dos dados de pressão, pd1 e PSI estavam aumentados de

forma não significativa, pd2 estava aumentado de forma significativa e PSF era igual nos dois grupos. Finalmente, quanto aos estresses, SDFC e SDPL encontravam-se aumentados, sendo o aumento estatisticamente relevante, enquanto SSMC, SSML, SSFC e SSFL estavam também aumentados sem que houvesse, entretanto, significado estatístico para o aumento encontrado (tab. III).

**Tabela III - Comparação dos valores médios do grupo controle com o grupo com Insuficiência mitral dos parâmetros de avaliação da função ventricular esquerda.**

| Parâmetros                              | Normais       | n  | IM            | n  | t      | D         |
|---|---------------|----|---------------|----|--------|-----------|
| IVDF (cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) | 54 ± 11       | 13 | 107 ± 22      | 13 | 7,8105 | < 0,001   |
| IVSF (cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) | 15 ± 3        | 13 | 96 ± 22       | 13 | 5,0177 | < 0,001   |
| FE (%)                                  | 72 ± 5        | 13 | 58 ± 13       | 13 | 3,6385 | < 0,01    |
| Esp. diast. (cm)                        | 0,705 ± 0,1n6 | 13 | 0,863 ± 0,164 | 13 | 2,8354 | < 0,01    |
| Esp. sist. (cm)                         | 1,427 ± 0,245 | 13 | 1,682 ± 0,261 | 13 | 2,4679 | < 0,02    |
| I. massa (g/cm <sup>2</sup> )           | 51 ± 11       | 13 | 99 ± 28       | 13 | 5,5354 | < 0,001   |
| VCP (circ/seg)                          | 1,58 ± 0,33   | 13 | 1,09 ± 0,43   | 13 | 3,2708 | < 0,01    |
| CE (mmHg <sup>-1</sup> )                | 0,44 ± 0,26   | 13 | 0,18 ± 0,09   | 13 | 3,4291 | < 0,01    |
| dP/dt (mmHg/seg)                        | 1641 ± 341    | 13 | 1401 ± 511    | 12 | 1,3904 | < 0,20 ns |
| Vmax (circ/seg)                         | 1,73 ± 0,29   | 12 | 1,29 ± 0,29   | 9  | 3,4965 | < 0,01    |
| Pd1 (mmHg)                              | 1 ± 3         | 15 | 9 ± 5         | 13 | 1,7244 | < 0,10 ns |
| pd2 (mmHg)                              | 9 ± 2         | 15 | 14 ± 6        | 13 | 2,7257 | < 0,02    |
| PS1 (mmHg)                              | 73 ± 10       | 13 | 78 ± 21       | 13 | 0,7254 | < 0,50 ns |
| PSF (mmHg)                              | 97 ± 13       | 13 | 97 ± 28       | 13 | 0,0090 | > 0,90 ns |
| SDFC (g/cm)                             | 36 ± 10       | 13 | 54 ± 26       | 13 | 2,3589 | < 0,05    |
| SDFL (g/cm)                             | 21 ± 7        | 13 | 32 ± 15       | 13 | 2,3610 | < 0,05    |
| SSMC (g/cm)                             | 282 ± 60      | 13 | 302 ± 77      | 13 | 0,7560 | < 0,50 ns |
| SSML (g/cm)                             | 162 ± 41      | 13 | 179 ± 45      | 13 | 0,9738 | < 0,90 ns |
| SSFC (g/cm)                             | 105 ± 27      | 13 | 124 ± 46      | 13 | 1,2727 | < 0,30 ns |
| SSFL (g/cm)                             | 44 ± 15       | 13 | 58 ± 26       | 13 | 1,6298 | < 0,20 ns |

CE complacência específica; dP/dt = 1.ª derivada máxima de pressão; Esp. diast. = espessura diastólica, da parede ventricular; Esp. sist. espessura sistólica da parede ventricular; FE = fração de ejeção; IM = insuficiência mitral crônica; I. massa = índice de massa ventricular; IVDF = índice de volume diastólico final; IVSF = índice de volume sistólico final; n = número de pacientes; pd1 = pressão diastólica, inicial; pd2 = pressão diastólica final; PSP = pressão sistólica final; PSI = pressão sistólica Inicial; SDIPC = estresse sistólico final circunferencial; SDFL = estresse diastólico final longitudinal; SSFC = estresse sistólico final circunferencial; SSFL = estresse sistólico final longitudinal; SSMC = estresse sistólico máximo circunferencial; SSML = estresse sistólico máximo longitudinal; VCF = velocidade circunferencial de encurtamento médio; Vmax = velocidade máxima de encurtamento de fibra a carga zero.

## DISCUSSÃO

As alterações impostas ao desempenho mecânico do ventrículo esquerdo pela IM incluem duas principais, evidenciadas na curva de pressão volume<sup>22</sup> A 1.ª é a perda da fase de contração isovolumétrica devida à imediata regurgitação de sangue no átrio esquerdo, seguindo-se ao início da contração ventricular. Isso leva a um grande débito sistólico e a regurgitação pode ser quantificada ao subtrair-se do débito sistólico angiográfico o débito sistólico efetivo. A 2.ª alteração é o precoce enchimento diastólico ventricular esquerdo, devido em parte à grande regurgitação para o átrio esquerdo, que leva a uma elevada pressão de enchimento ventricular esquerdo.

Hawley e col.<sup>7</sup> calcularam o volume atrial esquerdo em pacientes com IM. Observaram em todos cujo volume atrial esquerdo era superior a 36cm<sup>3</sup> que havia IM com grande variações cíclicas de volume e mudanças do volume atrial esquerdo por batimento igual ou maior que o débito sistólico efetivo.

O estresse diastólico final e o estresse sistólico máximo têm estado em faixa normal em pacientes com sobrecarga volumétrica crônica de ventrículo esquerdo e FE normal<sup>23</sup>.

A pd2 normal sugere novamente que, em presença de sobrecarga crônica de volume e dilatação ventricular, a complacência permanece normal<sup>24</sup>.

Pacientes com descompensação ventricular exibem frequentemente alteração de forma do ventrículo esquerdo<sup>25</sup>. Em paciente com sobrecarga de volume descompensada e desempenho ventricular esquerdo extremamente deprimido o ventrículo torna-se mais esférico tanto em diástole quanto em sístole. Essa alteração da forma do ventrículo esquerdo correlaciona-se com a depressão da função ventricular. Tem sido dito que o contorno esférico da parede ventricular pode ser um mecanismo compensatório, o qual resulta na melhor distribuição do estresse sistólico<sup>26</sup>. Os estresses circunferencial e longitudinal são similares nas estruturas esféricas, enquanto no elipsóide o estresse circunferencial é significativamente maior que o estresse longitudinal. Hood e Rollet<sup>27</sup> compararam o encurtamento dos eixos menor e maior em pacientes com doença crônica do coração e observaram que o ventrículo insuficiente assume uma forma arredondada. Vokonas e col.<sup>28</sup> calcularam a excentricidade em pacientes com IM compensada e descompensada. A FE estava relacionada com a forma

globular do ventrículo e a IM descompensada associada com um ventrículo mais esférico.

Graham e col.<sup>29</sup> estudaram, entre outros, um grupo de 15 pacientes com IM predominante e encontraram IVDF variando entre 121 e 322 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> com média de 214 cm<sup>3</sup>, IVSF variando entre 40 e 260 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> com média de 101 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, FE variando entre 0,19 e 0,77 e dP/dt; variando entre 400 e 1380 mmHg/s com média de 976 mmHg/s.

Segundo Dodge e col.<sup>30</sup>, na IM com significado hemodinâmico há sempre aumento do IVDF e do débito sistólico total do ventrículo esquerdo. Os valores contrastam com os dos pacientes com insuficiência aórtica crônica, que têm um valor médio do IVDF mais elevado. O débito sistólico do ventrículo esquerdo é também menor que o dos pacientes com insuficiência aórtica. Como o IVDF e o débito sistólico aumentam habitualmente na mesma proporção, a FE resultante está na faixa normal em 75% dos pacientes. Na IM, o ventrículo esquerdo expele uma parte do débito sistólico no átrio esquerdo, cavidade de baixa pressão, ao invés de lançá-lo na aorta. Isso reduz a pós-carga e o trabalho de ventrículo esquerdo e faz com que a IM seja mais sobrecarga de volume que a insuficiência aórtica, que também é sobrecarga de volume. Tem sido mostrado que a sobrecarga de volume da IM é melhor tolerada pelo ventrículo esquerdo que a do IAO.

Dodge e Baxley<sup>3</sup> encontraram, em um grupo de 29 pacientes com IM, aumento do IVDF, do débito sistólico, do I. Massa e diminuição da FE em comparação aos valores de Kennedy e col.<sup>32</sup>.

Peixoto e col.<sup>33</sup> encontraram, em um grupo de 7 pacientes com IM, IVDF, IVSF, espessura da parede e I. Massa aumentados, em relação ao grupo controle normal, e FE, dP/dt e CE diminuídas ( $p < 0,05$ ).

Braunwald<sup>34</sup> acentua o valor do IVSF na avaliação da função ventricular na IM considerando-o melhor que a FE pré-operatória, que o IVDF ou ainda que a pd2 na previsão do resultado cirúrgico. Para qualquer nível de IVSF, os pacientes com IM tendem a ter maior disfunção ventricular esquerda que os pacientes com insuficiência aórtica.

Pacientes com IM severa podem exibir pequenas elevações da FE e da VCF quando compensados<sup>35,36</sup>. Quando os pacientes se tornam sintomáticos, as VCF máxima e média habitualmente diminuem<sup>37</sup>, sendo esses achados encontrados habitualmente na IM aguda. Na IM, persistindo a tendência para a regurgitação WR local de baixa impedância, aumentando encurtamento miocárdico, contrapõe-se a disfunção ventricular esquerda. Mesmo em pacientes com insuficiência cardíaca declarada secundária, a insuficiência valvar, FE e a velocidade circunferencial de encurtamento podem ser normais ou quase normais<sup>28</sup>. Assim, valores normais para os índices da fase de ejeção em pacientes com IM severa podem representar disfunção ventricular, enquanto valores moderadamente diminuídos (FE entre 40 e 50%) geralmente significam ejeção não severa e não moderada. Uma FE abaixo 40% em pacientes com IM indica disfunção

ventricular esquerda severa sobrecarga de volume e pressão da insuficiência aórtica<sup>31</sup>.

Em animais de experimentação, sobrecarga agudas de volume devidas a IM resultam em pequeno aumento do consumo de oxigênio. Entretanto, a crônica leva à hipertrofia ventricular esquerda com um aumento associado do consumo de oxigênio total do ventrículo esquerdo. Nesse estudo, a extensão da hipertrofia em pacientes com IM era menor que a observada no grupo com insuficiência aórtica. Não ficou claro se a diferença encontrada entre essas duas sobrecargas de volume era uma característica das lesões ou se as diferenças eram meramente reflexos de uma regurgitação mais severa, maiores débitos sistólicos e maiores IVDF no grupo com insuficiência aórtica crônica. A relação do IVDF com o I. Massa é semelhante nos grupos com insuficiência aórtica e IM<sup>30</sup>.

Em virtude da diminuição da pós-carga na IM, a FE pode não representar a função ventricular esquerda de uma forma precisa, como ocorre nas lesões aórticas. Um limite normal inferior da FE, em pacientes com IM, pode indicar disfunção ventricular esquerda. Além do mais, FE abaixo dos valores normais, em presença de IM, pode indicar uma deterioração da função ventricular esquerda mais acentuada do que quando o IM está ausente<sup>30</sup>.

O I. Massa está aumentado na maioria dos pacientes com regurgitação significativa<sup>15</sup>. O grau de hipertrofia ventricular esquerda é habitualmente apropriado ao grau de dilatação do ventrículo esquerdo, resultando uma relação I. Massa/IVDF normal. Um aumento nessa relação sugere associação de doenças com obstrução da via da saída do ventrículo esquerdo, hipertensão arterial ou miocardiopatia. Uma redução da relação I. Massa/IVDF, por outro lado, indica dilatação ventricular esquerda não acompanhada de hipertrofia, o que é visto na IM aguda. Em 20 pacientes com IM crônica, o I. Massa foi de  $164 \pm 82$  g/m<sup>2</sup> ou seja, duas vezes o valor normal. A relação I. Massa/IVDF foi de  $1,16 \pm 0,6$  g/cm<sup>3</sup> nos mesmos pacientes e esses pacientes podem não apresentar mais melhora palpável, após a troca valvar, talvez por causa do aumento da pós-carga quando se abole a regurgitação<sup>38</sup>.

Osbakken e col.<sup>39</sup> estudaram a movimentação e a velocidade de encurtamento regionais na IM em pacientes com insuficiência cardíaca e assintomáticos. Nos normais, a FE foi de  $62 \pm 3\%$ , entre os mitrais assintomáticos foi de  $68 \pm 2\%$  e, entre os mitrais com insuficiência cardíaca, foi de  $51 \pm 5\%$ , diminuída de forma significativa. O estudo regional foi feito por ventriculografia biplana e quatro regiões foram estudadas, a saber: anterior, inferior, pósterolateral e septal. Na IM com insuficiência cardíaca, o encurtamento anterior e pósterolateral estavam diminuídos de forma significativa, enquanto o encurtamento inferior e o septal eram normais. A velocidade média de encurtamento mostrou variações regionais semelhantes às do encurtamento, enquanto a velocidade máxima de encurtamento não estava reduzida na IM

com insuficiência cardíaca em comparação com os normais. No grupo com IM assintomática, o encurtamento e a velocidade média de encurtamento estavam normais, enquanto a velocidade máxima de encurtamento estava aumentada.

Carabello e col.<sup>40</sup> estudaram 21 pacientes com IM severa sintomática para determinar os dados hemodinâmicos e angiográficos que fossem de valor no prognóstico cirúrgico e quando os dados estudados foram submetidos à análise discriminada, o único dado que predisse independentemente o resultado cirúrgico foi a relação estresse sistólico final/IVSF.

No presente trabalho, os dados de volumes aumentados e os dados de I. Massa e espessura da parede também aumentados estão de acordo com a alteração hemodinâmica presente. A IM é uma doença que sobrecarrega o ventrículo esquerdo em volume, de forma crônica, levando à dilatação da cavidade; a hipertrofia da musculatura ventricular é a resposta da mesma cavidade no sentido de compensar a alteração hemodinâmica existente. A diminuição da FE e da VCF mostra o comprometimento da função ventricular nos pacientes estudados, embora seja conhecido que a alteração da função ventricular esquerda na IM é sempre maior do que a expressa pela FE, falsamente maior por haver um refluxo para cavidade de baixa pressão (átrio esquerdo), o que tende a trazer a FE para valores mais perto dos valores normais. A CE encontra-se diminuída, o que também foi por nós encontrado na insuficiência aórtica crônica. A  $dP/dt$  mostrou-se diminuída, mas sem apresentar significado estatístico, enquanto a  $V_{max}$  estava importantemente diminuída. A  $pd_2$  aumentada reflete a diminuição da complacência da musculatura hipertrofiada associada à sobrecarga de volume existente, representada pelo importante aumento do IVDF. Os PSI e PSF são semelhantes no grupo com IM e no grupo controle.

Estudaram-se também neste trabalho seis tipos de estresses e encontraram-se os estresses diastólicos finais circunferencial e longitudinal aumentados significativamente, o que pode ser explicado por não ter sido a hipertrofia da parede ventricular capaz de compensar o aumento da tensão na cavidade, causado pelo aumento do volume no final da diástole. Já os estresses máximo e sistólico final, circunferenciais e longitudinais estavam aumentados mas os aumentos não apresentavam significado estatístico.

#### SUMMARY

Left ventricular function in a group of 13 patients with chronic mitral insufficiency (MI) was studied and compared with a normal control group of 15 subjects. All patients were submitted to cardiac catheterization. The results of the control and MI group were, respectively: end diastolic volume index  $.54 \pm 11$  and  $107 \pm 22 \text{ cm}^3/\text{m}^2$  ( $p < 0.001$ ), end systolic volume index  $.15 \pm 3$  and  $96 \pm 22 \text{ cm}^3/\text{m}^2$  ( $p < 0.001$ ), ejection fraction (EF)  $.72 \pm 5$  and  $58 \pm 13\%$  ( $p < 0.01$ ), left ventricular diastolic wall thickness  $0.705 \pm$

$0.116$  and  $0.863 \pm 0.164 \text{ cm}$  ( $p < 0.01$ ), ventricular systolic wall thickness  $1.427 \pm 0.254$  and  $1.682 \pm 0.281 \text{ cm}$  ( $p < 0.02$ ), left ventricular mass index  $.51 \pm 11$  and  $99 \pm 28 \text{ g}/\text{m}^2$  ( $p < 0.001$ ), mean circumferential fiber shortening velocity (VCF)  $.1.58 \pm 0.33$  and  $1.09 \pm 0.43 \text{ circ}/\text{s}$  ( $p < 0.01$ ), ventricular specific compliance (SC)  $.0.44 \pm 0.26$  and  $0.18 \pm 0.09 \text{ mmHg}^{-1}$  ( $p < 0.01$ ), peak  $dP/dt$   $1641.341$  and  $1401 \pm 511 \text{ mmHg}/\text{s}$  ( $p < 0.20 \text{ NS}$ ),  $V_{max}$ ,  $1.73 \pm 0.29$  and  $1.29 \pm 0.29 \text{ circ}/\text{s}$  ( $p < 0.01$ ), initial diastolic pressure ( $pd_1$ )  $-1 \pm 3$  and  $9 \pm 5 \text{ mmHg}$  ( $p < 0.10 \text{ NS}$ ), end diastolic pressure ( $pd_2$ )  $-9 \pm 2$  and  $14 \pm 6 \text{ mmHg}$  ( $P < 0.02$ ), initial systolic pressure  $-73 \pm 10$  and  $78 \pm 21 \text{ mmHg}$  ( $p < 0.50 \text{ NS}$ ), end systolic pressure  $-97 \pm 13$  and  $97 \pm 28 \text{ cm}$  ( $p < 0.90 \text{ NS}$ ), end diastolic stress hoop  $.36 \pm 10$  and  $54 \pm 26 \text{ g}/\text{cm}^2$  ( $p < 0.05$ ), end diastolic stress meridional  $-.21 \pm 7$  and  $32 \pm 15 \text{ g}/\text{cm}^2$  ( $p < 0.05$ ), maximum systolic stress hoop  $-282 \pm 60$  and  $302 \pm 77 \text{ g}/\text{cm}^2$  ( $p < 0.50 \text{ NS}$ ), maximum systolic stress meridional  $-162 \pm 41$  and  $179 \pm 45 \text{ g}/\text{cm}^2$  ( $p < 0.90 \text{ NS}$ ), end systolic stress hoop (ESSH)  $-105 \pm 27$  and  $124 \pm 46 \text{ g}/\text{cm}^2$  ( $p < 0.30 \text{ NS}$ ) and end systolic stress meridional  $-44 \pm 15$  and  $58 \pm 26 \text{ g}/\text{cm}^2$  ( $p < 0.20 \text{ NS}$ ).

The parameters relating to ventricular volume and mass (EF, VCF, SC and  $pd_2$ ) were altered and the differences were statistically significant. The isovolumic contractile index ( $V_{max}$ ) was diminished and probably meant deterioration of left ventricular contractile function. Diastolic stress and systolic stress indices, although augmented, were not statistically significant, which could mean at first that left ventricular hypertrophy diminishes systolic stress levels to the normal range, or that these parameters were not sensitive enough to show the hemodynamic repercussion of the illness, then that significant differences were not observed as the MI patients group was not separated. This could be the reason for the normal systolic stress levels between the non symptomatic patient groups and the increased levels among the symptomatic patients with cardiac failure, as is usually reported.

#### REFERÊNCIAS

1. Ferreira, M. C.; Peixoto, E. C. S.; Nunes, C. Y. M.; Studart P. C. C.; Amino, J. G. C.; Abraão C.; Duarte, E. P.; Maia, I. G.; Brito, A. H. X.; Dohmann, H. J. F. - Função ventricular direita. *Arq. Bras. Cardiol.* 32 (supl. I): 88. 1979.
2. Kennedy, J. W.; Yarnall, S. R.; Murray, J. A.; Figley M. M. Quantitative angiocardiology: IV Relationships of left atrial and ventricular pressure and volume in mitral disease. *Circulation.* 41: 817, 1970.
3. Dodge, H. T.; Kennedy, J. W.; Petersen, J. L. - Quantitative angiocardiology methods in the evaluation of valvular heart disease. *Prog. Cardiovasc. Dis.* 16: 1 1973.
4. Peixoto, E. C. S.; Morgado, L. C.; Feres, J. G. F.; Studart P. C. C.; Amino, J. G. C.; Abraão C.; Duarte, E. P.; Villela R. A.; Maia, I. G.; Graça, C. A. T.; Dohmann, H. J. F. Brito, A. H. X. - Estudo clínico, eletrocardiográfico, radiológico e da função ventricular esquerda na insuficiência coronária crônica. *Arq. Bras. Cardiol.* 37 (supl. I) 120, 1981.
5. Peixoto, E. C. S. - Função ventricular: Estenose pulmonar, estenose mitral, insuficiência mitral, insuficiência aórtica e

- coronariopatia. Análise crítica dos parâmetros utilizados. Rio de Janeiro. 1983 (Tese de doutorado. UFRJ).
6. Morgardo, L. C.; Peixoto, E. C. S.; Feres, J. G. F.; Amino, G. C.; Studart, P. C. C.; Abraão, C.; Duarte, E. P.; Vilela, R. A.; Maia, I. G.; Graça, C. A. T.; Dohmann, H. J. F.; Brito, A. H. X. - Estudo da função ventricular esquerda nas lesões mitrais: Estenose mitral e insuficiência mitral. *Arq. Bras. Cardiol.* 38 (supl. I): aórtica: Função ventricular. *Arq. Bras. Cardiol.* 34 (supl. 1): 101, 1982.
  7. Hawley R. R.; Dodhe, H. T.; Graham, T. P. - Left atrial volume and its changes in heart disease. *Circulation.* 34: 989, 1966.
  8. Kennedy, J. W.; Twiss, R. D.; Blackman, J. R.; Dodge, H. T. Quantitative angiocardigraph III Relationships of left ventricular pressure volume and mass in aortic valve disease. *Circulation,* 38: 838, 1968.
  9. Feild, B. J.; Russell, Jr., R. °; Dowlings, J. T.; Rackley, C. E. - Regional left ventricular performance in the year following myocardial infarction. *Circulation.* 46: 679. 1962.
  10. Peixoto, E. C. S.; Rodrigues, L. F.; Barros Filho C. M.; Morgado, L. C.; Amino, J. G. C.; Abraão, C.; Duarte, E. P.; Oliveira, P. S.; Santos, M. A.; Feres, J. G. F.; Dohman, H. J. F.; Studart, P. C. C. - Insuficiência mitral crônica. Função ventricular esquerda. *Arq. Bras. Cardiol.* 41 (supl. D): 171, 1983.
  11. Osbakken, M.; Bove, A. A.; Spann, J. F. . Left ventricular function in chronic aortic regurgitation with reference to end-systolic pressure volume and stress relations. *Am. J. Cardiol.* 47: 193. 1981.
  12. Braunwald, E. - Valvular heart disease in Braunwald E.: Heart Disease. W. B. Saunders Company. Philadelphia. London. Toronto, 1980. p. 1095.
  13. Barros Filho, C. M.; Peixoto, E. C. S.; Rodrigues, L. P.; Morgado, L. C.; Amino, J. G. C.; Abrão, C.; Brito, A. H. X.; Dohmann, H. J. F.; Duarte, E. P.; Oliveira, P. S.; Maia, I. G.; Studart, P. C. C. . Insuficiência 122. 1981.
  14. Kasser, I. S.; Kennedy, J. W. - Measurement of left ventricular volume in man by single- plane cineangiography *Investv. Radiol.* 4: 83 1969.
  15. Kennedy, J. W.; Trenholme, S. E.; Kasser, I. S. Left ventricular volume and mass from single-plane cineangiograms: A comparison of antero-posterior and right anterior oblique methods, *Am Heart J.* 80: 343. 1970.
  16. Sandler, H.; Hawley, R. R.; Dodge, H. T.; Baxley, W. A. - Calculation of left ventricular volume from single-plane angiograms. *J. Clin. Invest.* 44: 1094. 1965.
  17. Rackley, C. E.; Dodge, H. T.; Coble, Jr. Y. D.; Hay, R. E. A method for determining left ventricular mass in man *Circulation.* 29. 666., 1964.
  18. Lamotte, M. - Estatística Biológica. Principios Fundamentais. Torayo Masson S.A . Barcelona. 1965 p.91.
  19. Mello, F. J. Utilização de Medidas Estatísticas em Biologia, Medicina e Saúde Pública. Edição do Serviço Nacional de Educação Sanitária, Rio de Janeiro, 1944. p. 67.
  20. Schwartz, D.; Lagar, P. - Eléments de Statistique Médicale et Biologique. 2ème ed. Editions Medicales Flammarion. Paris, 1964, p. 129.
  21. Carvajal, S. S. R. - Elementos de Estatística. Instituto de Matemática. Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza. UFRJ. Rio de Janeiro 1979. p. 138.
  22. Rackley, C. E. - Valve of ventriculography in cardiac function and diagnosis. In Brest. A. N.. F. A. Davis Company Philadelphia, 1975. p. 283.
  23. Hood Jr., W. P.; Rackley, C. E.; Rollet, C. E. - Wall stress in the normal and hypertrophied left ventricle. *Am. J. Cardiol.* 22: 550. 1968.
  24. Rackley, C. E. - Quantitative evaluation of left ventricular function by radiographic techniques. *Circulation,* .54: 832, 1976.
  25. Rackley C. E.; Hood Jr., W. P. - Quantitative angiographic evaluation and pathophysiological mechanisms in valvular heart disease. *Prog. Cardiovasc. Dis.* 15: 427, 1973.
  26. Dodge, H. T.; Frimer, M.; Stewart, D. K. - Functional evaluation of hypertrophied heart in man. *Circ. Res.* 34 e 35 (supl. III): II 1122, 1974.
  27. Hood Jr.; W. P.; Rollet, E. L. - Patterns of contraction in the human left ventricle. *Circulation.* 39 (supl. III): III . 109. 1969.
  28. Vokonas, P. S.; Gorin, R.; Cohn, P. F.; Herman, M. V.; Sonnemblick, E. H. - Dynamic geometry of the left ventricle in mitral regurgitation. *Circulation,* 48: 786. 1973.
  29. Graham, A. H.; Miller. B. M.; Kirklin, J. W.; Swan, H. JC. - Myocardial function and left ventricular volumes in acquired valvular insufficiency. *Circulation,* 3n: 374. 1965.
  30. Dodge, H. T.; Kennedy, J. W.; Petersen, J. L. - Quantitative angiocardigraphic methods in the evaluation of valvular heart disease. *Prog. Cardiovasc. Dis.* 16: 1, 1973.
  31. Dodge, H. T. Baxley, W. A. - Left ventricular volume and mass and their significance in heart disease. *Am. J. Cardiol* 23: 528, 1969.
  32. Kennedy, J. W.; Barley, W. A.; Figley, M. M.; Dodge, H. T.; Blackman, J. R. .- Quantitative angiocardigraphy. The normal left ventricle in man. *Circulation,* 34: 272, 1966.
  33. Peixoto, E. C. S.; Amino, J. G. C.; Studart, P. C. C.; Feres, J. G. F.; Abrão, C.; Morgado, L. C.; Vilella, R. A.; Duarte, E. P.; Dohmann, H. J. F.; Mans, I. G.; Brito, A. H. X. - Função ventricular esquerda nas lesões mitrais. *Revista do 6.º Congresso Brasileiro de Hemodinâmica e Angiocardigrafia.* Maceió, 1981, p. 28.
  34. Braunwald, E. - Valvular heart disease. In Braunwald, E.: Heart Disease, W. O. Saunders Company, Philadelphia, London. Toronto, 1980, p. 1095.
  35. Sasayama, S.; Takahashi, M.; Osakada, G.; Hirose, K.; Hamashima, H; Nishmura, E.; Kawal, C. - Dynamic geometry of the left atrium and left ventricle in acute mitral regurgitation *Circulation,* 60: 177, 1979.
  36. Rosenblatt, A.; Clark, R.; Burgess, J.; Cohn, K. - Echocardiographic assessment of the level of cardiac compensation in valvular heart disease. *Circulation.* 54: 509, 1975.
  37. Ronan Jr., J. A.; Steelman, R. B.; De Leon Jr., A. C. Waters, T. J.; Perloff, J. K.; Harvey, W. P. - The clinical diagnosis of acute severe insufficiency. *Am. J. Cardiol.* 27: 284, 1971.
  38. Schuler, G.; Peterson, K. L.; Johnson, A.; Francis, G.; Deenosh, G.; Utley, J.; Daily, P.; Ashburn, W.; Ross Jr., J. Temporal response of left ventricular performance to mitral valve surgery. *Circulation.* 59: 1218, 1979.
  39. Osbakken, M. D.; Bove, A. A.; Spann, J. F. - Left ventricular regional wall motion and velocity of shortening in chronic mitral and aortic regurgitation *Am. J. Cardiol.* 47: 1005, 1981.
  40. Carabello, B. A.; Nolan, S. P.; McGuire, L. B. - Assessment of preoperative left ventricular function in patients with mitral regurgitation. Value of the end systolic wall stress end systolic volume ratio. *Circulation,* 64: 1212, 1981.