

SISTEMA MICROCOMPUTADORIZADO PARA ANÁLISE DA CINESIA DE PAREDES  
EM VENTRICULOGRAFIA ESQUERDA

por

M. Toscano, D.M. Calderolli, C.P. Melo, G.M. Bellotti

**RESUMO** -- Foi desenvolvido um método para avaliação da cinesia das paredes em ventriculografia esquerda, realizada em oblíqua anterior direita a 30°, a partir das imagens dos contornos diastólico e sistólico, de um mesmo ciclo cardíaco. Estes contornos são digitalizados por intermédio de uma mesa digitalizadora e introduzidos em um microcomputador IBM-PC compatível. O sistema quantifica o movimento das paredes em 100 pontos equidistantes e compara o ventrículo analisado com a média de 54 ventrículos normais. Um dos módulos do sistema permite ainda o cálculo dos volumes diastólico e sistólico finais e da fração de ejeção.

INTRODUÇÃO

A avaliação de cardiopatas inclui parâmetros de cinesia das paredes do ventrículo esquerdo, que historicamente tem sido feita em bases subjetivas, utilizando-se ventriculogramas contrastados, por meio de técnicas de cateterismo cardíaco. A avaliação qualitativa destas imagens tem evidenciado uma pobre reprodutibilidade (Zir e cols., 1976), o que propiciou o aparecimento na literatura de propostas de métodos quantitativos de avaliação do movimento de paredes em ventriculografia esquerda (Chaitman, Bristow e Rohimtoola, 1973; Leighton, Wilt e Lewis, 1974; Ingels e cols., 1978; Bolson, Kliman, Sheehan e Dodge, 1980).

Os diversos métodos disponíveis na literatura apresentam vantagens e desvantagens, um em relação ao outro (Virot e cols., 1984). Dentre eles, verificou-se que o método da linha média (Bolson, Kliman, Sheehan e Dodge, 1980) é o que melhores resultados apresenta na avaliação do movimento de paredes em ventriculografia esquerda, oferecendo parâmetros importantes ao clínico no acompanhamento de pacientes com obstrução coronariana (Mathey e cols, 1985; Mathey e cols, 1985; Sheehan e cols, 1983; Sheehan e cols, 1985; Sheehan e cols, 1986).

-----  
Instituto do Coração - HC/FMUSP  
Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 44 - Cerqueira César  
05403 - São Paulo/SP

No entanto, o método da linha média foi implementado em um computador de grande porte (Sheehan e cols., 1986), o que limita a sua utilização em Serviços de Hemodinâmica fora do circuito universitário, sem recursos para disporem da infra-estrutura dos grandes centros.

O sistema aqui apresentado, baseado no método da linha média, inclui algumas modificações que permitiram a sua implementação em um microcomputador IBM-PC compatível, mais próximo à disponibilidade de recursos dos diversos serviços do que um computador de grande porte.

## CONFIGURAÇÃO DE EQUIPAMENTOS PARA AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO

Da configuração básica (figura 1) fazem parte uma sala convencional de hemodinâmica, um projetor de filmes de cateterismo cardíaco, uma mesa digitalizadora ligada a um microcomputador IBM-PC compatível, com 640 KB RAM, Winchester de 10 MBytes e unidade de disco flexível, e uma impressora gráfica.

O filme de cateterismo cardíaco do paciente é projetado e são escolhidas as imagens contrastadas que melhor representam a diástole e a sístole ventricular. A partir da projeção do filme, os contornos diastólico e sistólico são transferidos para uma folha de papel. O desenho em papel é colocado na mesa digitalizadora e é feita a aquisição pelo computador.

## SISTEMA DE VENTRICULOGRAFIA

O sistema de ventriculografia é composto de vários módulos, dispostos na figura 2. Existe um programa principal que gerencia todos os módulos sequencialmente ou sob demanda, a partir de uma tela de "menu principal". É transparente para o usuário a ativação do módulo de rotinas para o comando da mesa digitalizadora, que lhe permite a aquisição dos contornos.

Feita a aquisição tem-se a opção de trabalhar com os sinais em memória e a de armazená-los em disco flexível.

Com os sinais na memória, existe a opção, no menu, de se proceder ao cálculo dos volumes diastólico e sistólico finais que permitem a determinação da fração de ejeção. Para encontrar os valores destes volumes é calculada a área de cada contorno e utilizada a proposição clássica de Dodge (elipsoide de revolução), com as modificações propostas por Kennedy para salas mono-plano.

Em termos de análise dos contornos, tem-se a da cinesia das paredes (regiões anterior, apical e inferior) em projeção oblíqua anterior direita a 30° (OAD-30°), que utiliza o método da linha média (Bolson, Kliman, Sheehan e Dodge, 1980).

Este método estabelece uma série de pontos a meia distância entre os contornos diastólico e sistólico. Perpendiculares a cada um destes pontos são traçadas e definidas as interseções com os contornos. A distância entre estes pontos de interseção em cada segmento é considerada a extensão local do movimento da parede ventricular.

Inicialmente, com os contornos digitalizados (figura 3), é realizado um alisamento no contorno diastólico, que consiste em substituir cada ponto pela média aritmética dos 16 pontos anteriores e dos 16 pontos posteriores.

A esta curva alisada são traçadas perpendiculares em cada um dos pontos e são definidas as interseções com o contorno diastólico, obtendo-se desta maneira segmentos que unem pontos deste contorno com os da curva alisada. Extensões destes segmentos vão buscar as interseções com o contorno sistólico, ali inscrito, definindo-se as cordas resultantes da primeira fase de análise.

Os pontos médios destas cordas são calculados e é definida então a linha média (figura 4), que marca o início da fase segunda e final da análise.

Esta linha média é também alisada pelo método anteriormente descrito, porém de forma mais suave, utilizando-se apenas 9 pontos anteriores e 9 pontos posteriores. São traçadas perpendiculares à curva alisada que buscam mais uma vez a interseção com os contornos diastólico e sistólico, definindo as cordas resultantes finais do procedimento de análise (figura 5).

Para possibilitar a comparação entre episódios distintos da evolução clínica de um mesmo paciente, ou ainda entre pacientes diferentes, estas cordas são interpoladas em 100 pontos equidistantes e normalizadas em relação ao perímetro do contorno diastólico. As cordas são dispostas lado a lado, sob a forma de um gráfico, como mostra a figura 6, para melhor visualização pelo usuário clínico.

Foi realizada a aquisição e análise de desenhos de contornos diastólico e sistólico de 54 indivíduos com ventrículo normal. Destes sinais foram obtidos média e desvio-padrão para cada uma das 100 cordas, o que resultou numa curva normal de movimento das paredes do ventrículo esquerdo. Cada ventrículo analisado é comparado então a esta média, conforme a figura 7. Para uma melhor definição das regiões analisadas, a média normal de cada uma das cordas é colocada na linha do zero em um gráfico em que cada uma das cordas do ventrículo analisado é medida em desvios-padrão de afastamento do valor médio normal. Este gráfico é mostrado na figura 8.

Após o procedimento de análise, tem-se a opção tanto de armazenar os valores das cordas em disco, quanto a de emitir um relatório de análise, onde constam os valores dos volumes diastólico e sistólico finais e da fração de ejeção (se foram calculados) e os gráficos das cordas resultantes da análise de cinesia, com os índices de encurtamento regional (se realizada).

## CONCLUSÃO

O sistema proposto, já com a sua padronização normal realizada, além das vantagens e aplicações do método original, apresenta a vantagem de ter sido implementado em equipamentos de custo acessível a serviços de pequeno e médio porte, possibilitando a uniformização de uma linguagem quantitativa que facilitará o contato e a troca de experiência com os grandes serviços de Hemodinâmica.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos membros do Serviço de Hemodinâmica do INCOR, pelos dados obtidos para a padronização normal, e ao CNPq pela bolsa de doutorado no País concedida.

## REFERÊNCIAS

- BOLSON, E.L., KLIMAN, S., SHEEHAN, F., DODGE, H.T. (1980), "Left ventricular segmental wall motion - a new method using local direction information", *Computers on Cardiology*, page 245.
- CHAITMAN, B.L., BRISTOW, J.D., ROHIMTOOLA, S.H. (1973), "Left ventricular wall motion assessed by using fixed external reference system", *Circulation*, volume 48, page 1043.
- INGELS, N.B.Jr., MEAD, C.W., DAUGHTERS, G.T.II, STINSON, E.B., ALDERMAN, E.L. (1978), "A new method for assesement of left ventricular wall motion", *Computers on Cardiology*, page 57.
- LEIGHTON, R.F., WILT, S.M., LEWIS, R.P. (1974), "Detection of hypokinesia by a quantitative analysis of left ventricular cineangiograms", *Circulation*, Volume 50, page 121.
- MATHEY, D.G., SCHOFER, J., SHEEHAN, F.H., BECKER, H., TILSMER, U., DODGE, H.T. (1985), "Intravenous urokinase in acute myocardial infarction", *American Journal of Cardiology*, Volume 55, page 878.
- MATHEY, D.G., SHEEHAN, F.H., SCHOFER, J., DODGE, H.T. (1985), "Time from onset of symptoms to thrombolytic therapy: a major determinant of myocardial salvage in patients with acute transmural infarction", *Journal of American College of Cardiology*, Volume 6, page 518.
- SHEEHAN, F.H., MATHEY, D.G., SCHOFER, J., KREBBER, H.J., DODGE, H.T. (1983), "Effect of interventions in salvaging left ventricular function in acute myocardial infarction: a study of intracoronary streptokinase", *American Journal of Cardiology*, Volume 52, page 431.
- SHEEHAN, F.H., MATHEY, D.G., SCHOFER, J., DODGE, H.T., BOLSON, E.L. (1985), "Factors determining recovery of left ventricular function after thrombolysis in patients with acute myocardial infarction", *Circulation*, Volume 71, page 1121.
- SHEEHAN, F.H., BOLSON, E.L., DODGE, H.T., MATHEY, D.G., SCHOFER, J., WOOD, H.W. (1986), "Advantages and applications of the center line method for characterizing regional ventricular function", *Circulation*, Volume 74, page 293.
- VIROT, P., MACCARIO, J., DOUMEIX, J.J., BLANC, P., CUISIMIER, Y., LASKAR, M., BENSALID, J., BLANC, G. (1984), "Comparaison de 14 méthodes d'analyse de la cinétique segmentaire du ventricule gauche par cineangiographie", *Archives de Maladies du Coeur*, Volume 4, page 433-441.
- ZIR, L.M., MILLER, S.W., DINSMORE, R.E., GILBERT, J.P., HARTHOME, J.W. (1976), "Interobserver variability in coronary angiography", *Circulation*, Volume 53, page 627.

MICROCOMPUTER SYSTEM FOR ASSESSMENT OF LEFT VENTRICULAR  
WALL MOTION

ABSTRACT -- This paper describes the method we have developed for the assessment of left ventricular wall motion. The systolic and diastolic contours obtained at RA0-30 are input to an IBM-PC compatible microcomputer by means of digitiser tablet. The system measures wall motion along 100 evenly-distributed chords and compares the results with a template obtained from 54 normal subjects. The system also computes end-diastolic volume, end-systolic volume and ejection fraction.

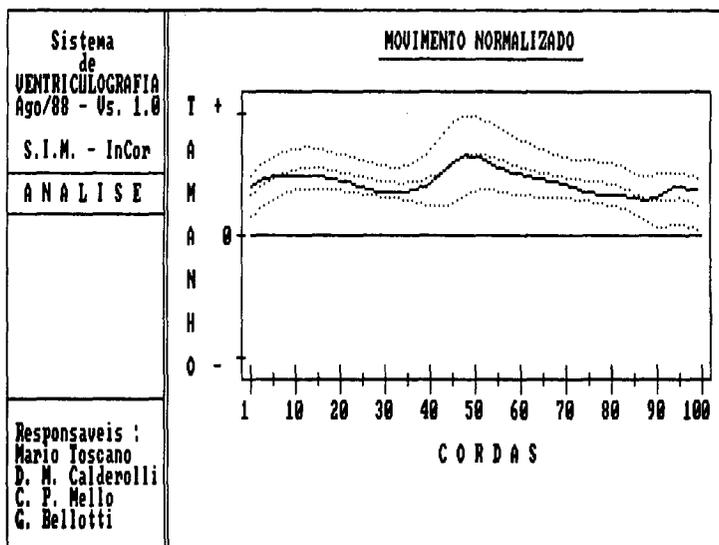


Figura 7. Gráfico do movimento normalizado. A linha cheia representa o ventrículo em análise e as pontilhadas representam a média + 2 DP dos 54 ventrículos normais.

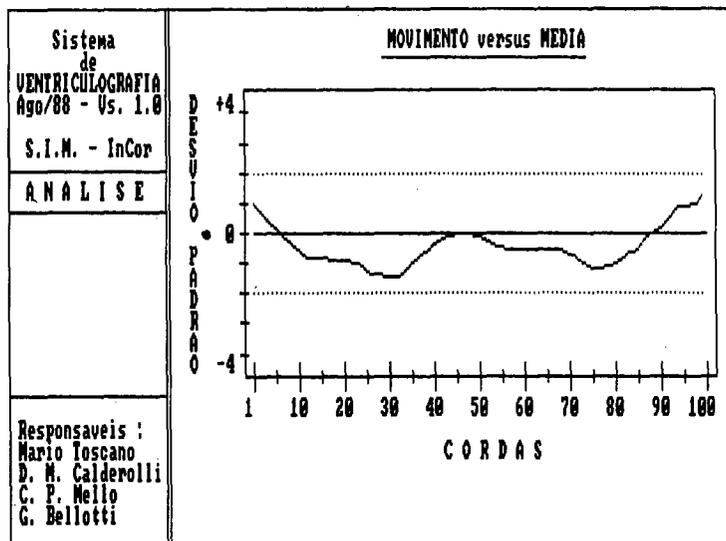


Figura 8. Gráfico do movimento versus média. A linha cheia representa o ventrículo em análise e as pontilhadas representam + 2 DP dos 54 ventrículos normais.

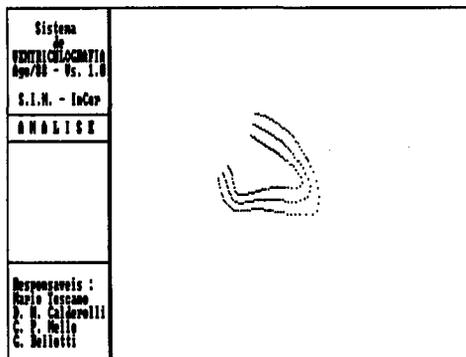


Figura 4. Contornos diastólico e sistólico e a linha média

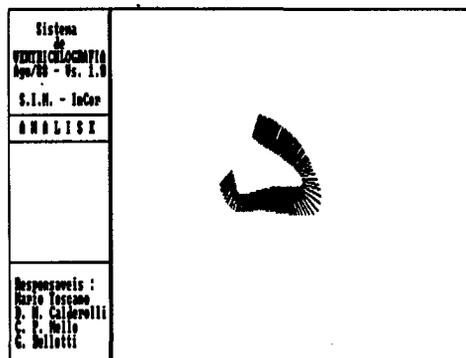


Figura 5. Cordas resultantes finais

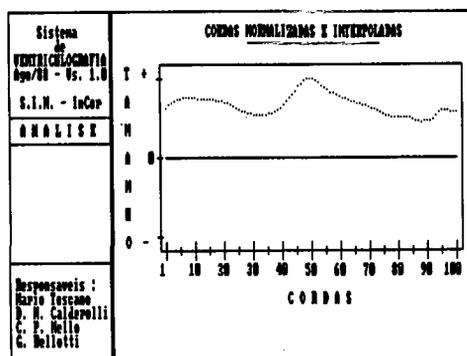


Figura 6. Gráfico das cordas normalizadas e interpoladas

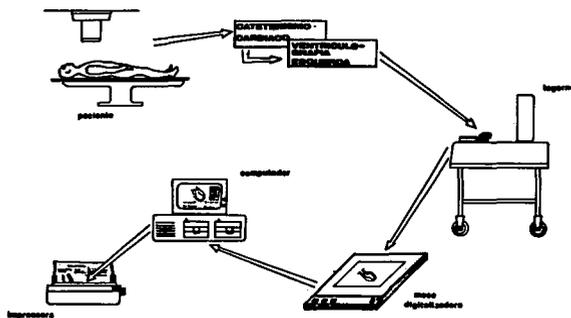


Figura 1. Configuração de equipamentos para aquisição e processamento

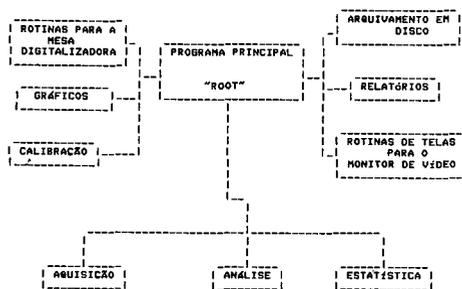


Figura 2. Diagrama de blocos do sistema de ventriculografia

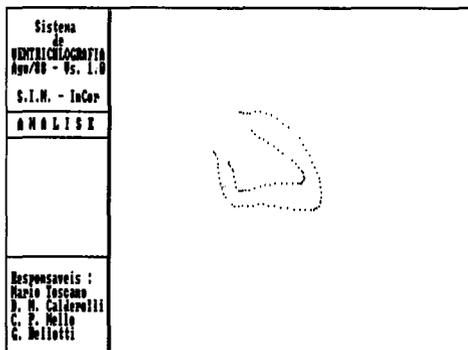


Figura 3. Contornos diastólico e sistólico

MICROCOMPUTER SYSTEM FOR ASSESSMENT OF LEFT VENTRICULAR WALL MOTION

ABSTRACT -- This paper describes the method we have developed for the assessment of left ventricular wall motion. The systolic and diastolic contours obtained at RA0-30 are input to an IBM-PC compatible microcomputer by means of digitiser tablet. The system measures wall motion along 100 evenly-distributed chords and compares the results with a template obtained from 54 normal subjects. The system also computes end-diastolic volume, end-systolic volume and ejection fraction.