

**SISTEMA MICROCOMPUTADORIZADO DE HEMODINÂMICA :
VALIDAÇÃO CLÍNICA**

por

R.M.V. Piva ¹, M.T.Brito Filho ¹, C.P.Melo ¹

RESUMO -- Visando a avaliação e a validação clínica do sistema microcomputadorizado (SISTEMA CATH) para o processamento on-line de dados hemodinâmicos de cateterismo cardíaco, foi elaborado um protocolo para a análise comparativa dos resultados de pressão obtidos de 30 estudos hemodinâmicos. Estes estudos foram realizados simultaneamente pelo sistema em teste e pelo sistema computadorizado em uso no Serviço de Hemodinâmica do InCor. Este protocolo foi o primeiro passo para a instalação do SISTEMA CATH na rotina do serviço citado, em substituição ao sistema atual.

INTRODUÇÃO

No Serviço de Hemodinâmica do Instituto do Coração (InCor) - HCFMUSP, o processamento de dados de cateterismo é, atualmente, controlado por um sistema computadorizado Hewlett-Packard (Cardiac Catheterization System 5600B), cuja tecnologia de 15 anos atrás tem acarretado problemas para o bom funcionamento do serviço. Para substituí-lo, foi desenvolvido, pelo Serviço de Pesquisa e Desenvolvimento de Projetos Especiais da Coordenadoria de Informática do InCor, um sistema microcomputadorizado de processamento de dados de hemodinâmica. As principais funções deste sistema, denominado de SISTEMA CATH, são a aquisição, a análise e o armazenamento dos sinais de pressão intracardíacas medidas durante o cateterismo cardíaco.

Para testar a operacionalidade do SISTEMA CATH e os seus algoritmos de análise das pressões, foi realizado um protocolo de medidas com dados reais de cateterismo, cujos resultados são apresentados neste trabalho.

MÉTODOS DE ANÁLISE DAS PRESSÕES INTRACARDÍACAS

Basicamente, as pressões medidas em cateterismo cardíaco se

1. Coordenadoria de Informática, Instituto do Coração - HCFMUSP.
Av Dr Eneas de Carvalho Aguiar, 44 - 2^o andar
CEP 05403 - Cerqueira Cesar - São Paulo, SP - Brasil

originam em sítios anatômicos classificados como atriais, ventriculares e arteriais. Para cada uma destas classes de pressão é determinado um conjunto de parâmetros tais como (Hewlett Packard, 1977 ; Zissermann, 1983) : pressões de onda "a", de onda "v" e média dos locais atriais; pressões sistólicas, diastólicas iniciais e finais, máximo dp/dt e frequência cardíaca, dos locais ventriculares; pressões sistólicas, diastólicas e média, dos locais arteriais.

A figura 1 mostra as formas de onda de diversos locais anatômicos com os pontos de pressão medidos indicados graficamente.

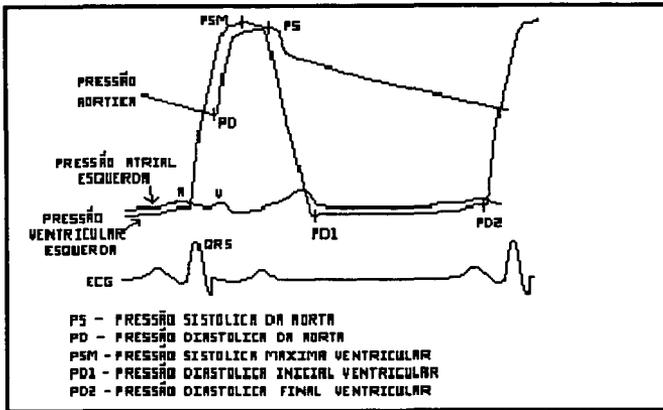


Figura 1 - Pressões medidas pelo SISTEMA CATH. Na figura são exemplificadas as curvas de ventrículo esquerdo, de átrio esquerdo e de aorta.

Em todas as análises das curvas de pressão, os complexos QRS do eletrocardiograma (ECG), que é coletado em sincronismo com os sinais de pressão, são usados como referências para a localização dos pontos de interesse nas curvas. O algoritmo de detecção dos QRS, descrito abaixo, foi implementado em tempo real, ou seja, a detecção é feita simultaneamente com a conversão A/D dos sinais.

Detecção de QRS

A aquisição de sinais de pressão e do ECG é realizada até que 11 batimentos cardíacos sejam detetados. Para isso, determina-se a derivada máxima em módulo (dm_{max}) do sinal de ECG (a derivada de um ponto é dada pela diferença entre a amostra que o sucede e a amostra que o precede) durante um tempo de aprendizado de 2 segundos. Estabelece-se um limiar de $1/8$ de dm_{max} . São denominados de complexos QRS os pontos cuja derivada, em módulo, for maior ou igual ao limiar. Quando esse critério for satisfeito, a busca por

um novo complexo QRS, só é iniciada após 150 ms (com isso pretende-se evitar detetar ondas T, como QRS).

Frequência Cardíaca

A frequência cardíaca é calculada em função do intervalo entre dois QRS.

Pressão Atrial

a) Pressão de onda "a" - é a pressão máxima detetada na região de busca da onda "a", figura 2.

b) Pressão de onda "v" - é detetada de maneira análoga à onda "a".

c) Pressão Média - é o valor médio das amostras nos 11 batimentos detetados.

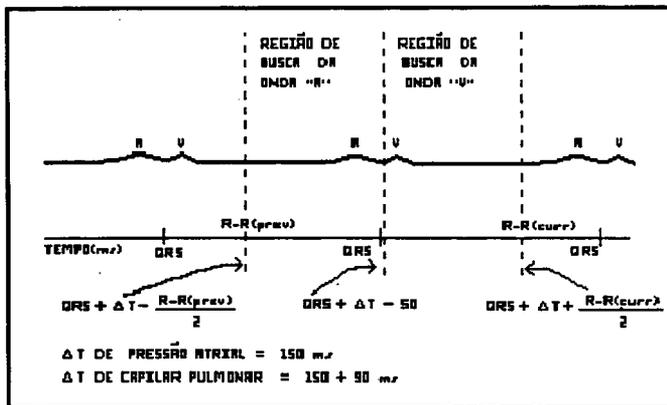


Figura 2 - Determinação das ondas "a" e "v" de pressões atriais.

Pressão Ventricular

a) Pressão Sistólica Máxima (PSM)- A pressão sistólica máxima de um dado batimento é o máximo valor do sinal encontrado entre dois complexos QRS consecutivos.

b) Máximo dp/dt (max dp/dt) - Definido com a derivada máxima do sinal entre um complexo QRS e a pressão sistólica máxima correspondente.

c) Pressão Diastólica Inicial (PDI) - A pressão diastólica inicial de um dado batimento se localiza no intervalo entre a pressão sistólica máxima e o ponto a 100 ms do próximo complexo QRS. Neste intervalo, são medidos a pressão máxima (pmax) e a pressão mínima (pmin). Iniciando no ponto médio situado entre

essas pressões, o microcomputador busca a pressão diastólica inicial que é o ponto cuja derivada é menor do que $(p_{max}-p_{min})/2$ mmHg/s. Se esse critério não for satisfeito até que o ponto de pressão mínima seja encontrado, a pressão diastólica inicial é feita igual a pressão mínima.

d) Pressão Diastólica Final (PDF) - A pressão diastólica final se localiza entre o complexo QRS - 20 ms e o máximo dp/dt no próximo batimento. Iniciando no máximo dp/dt, é feita uma busca para trás pela pressão diastólica final, que é o primeiro ponto encontrado cuja derivada é menor do que $(p_{max}-p_{min})$ mmHg/s. Para evitar escolher um ruído com PDF a busca continua por mais dois pontos, cujas derivadas devem também satisfazer o critério citado. Só então o primeiro ponto é tomado como a PDF. Caso o próximo QRS seja atingido antes do critério ser satisfeito, a PDF é definida como o ponto da curva de pressão correspondente ao QRS.

Pressão Arterial

a) Pressão Diastólica (PD) - É definida como o valor mínimo entre dois complexos QRS, que seja seguido por valores maiores do que ele durante 100 ms. Caso esse critério não seja satisfeito, considera-se como pressão diastólica o ponto correspondente ao QRS.

b) Pressão Sistólica (PS) - É o valor máximo de pressão de um dado batimento, após o ponto de pressão diastólica.

c) Pressão Média - Somando-se os valores amostrados da pressão arterial e dividindo-se pelo número de amostras obtém-se a pressão arterial média.

Valores Representativos

Os parâmetros acima são calculados para cada um dos batimentos detetados, a menos do primeiro e do último. Desta forma, após a análise tem-se 9 valores de cada parâmetro. Mas para efeito de apresentação dos resultados é utilizado o método dos batimentos representativos, no qual os 9 valores calculados são colocados em ordem crescente. Elimina-se os tres maiores e os tres menores, sendo o valor representativo igual a média aritmética dos tres valores restantes. Esse método, descrito na literatura (Meester, 1975; Stenson, 1978) é usado pois possibilita descartar as arritmias e interferências respiratórias.

PROTOCOLO DE VALIDAÇÃO CLÍNICA

Objetivos

O objetivo da realização do protocolo de validação clínica do SISTEMA CATH é, através da comparação das medidas de pressão feitas por este sistema com aquelas realizadas pelo sistema HP, aferir a sua confiabilidade em diversas situações de estudos hemodinâmicos. Pretende-se, também detetar possíveis ajustes

necessários para o desempenho ótimo do sistema microcomputadorizado e proceder modificações que permitam operá-lo de maneira simples.

Material e Método

Foram realizados 30 estudos hemodinâmicos de pacientes com diferentes patologias, com captação simultânea dos sinais de pressão pelo SISTEMA CATH e HP. Para a amplificação dos sinais de pressão e eletrocardiograma, foi utilizado o polígrafo HP em uso nas salas de cateterismo. O SISTEMA CATH foi instalado em um microcomputador XT, compatível com IBM-PC, contando com um conversor A/D comercial para a aquisição dos sinais analógicos.

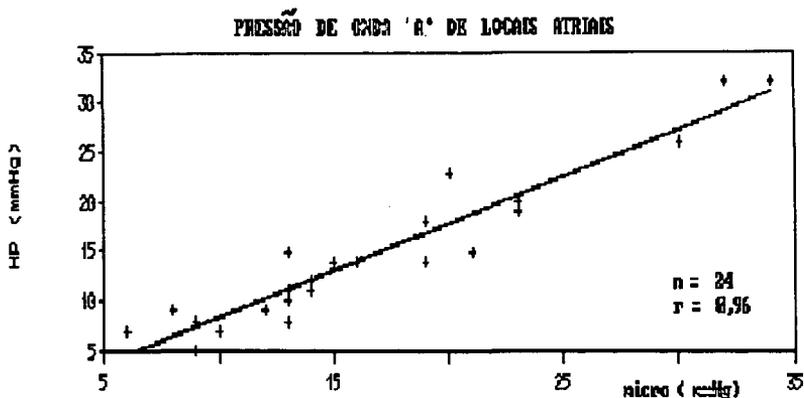
Os valores de pressão calculados pelos dois sistemas foram anotados para posterior análise de correlação.

Resultados e Discussão

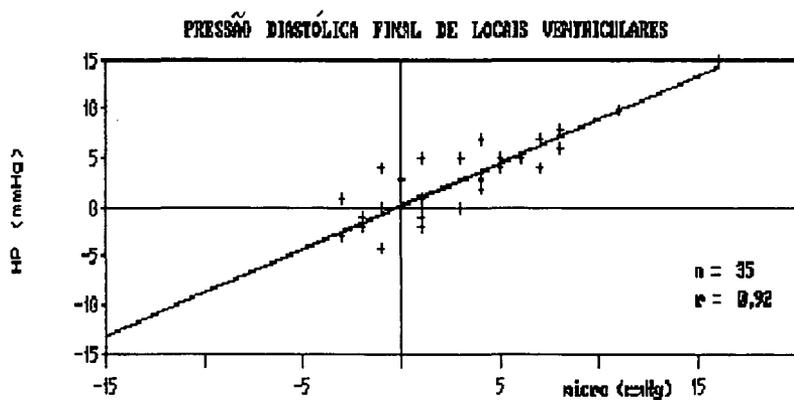
Os valores de pressão calculados pelo sistema HP foram colocados em gráficos em função dos valores fornecidos pelo SISTEMA CATH. Foram feitos 9 gráficos, visto que são calculados tres parâmetros de pressão para cada uma das tres classes de localizações antômicas cardíacas (os valores de máximo dp/dt e de frequência cardíaca não foram analisados neste protocolo). Pelo método dos mínimos quadrados foi encontrada a melhor reta que se ajustasse aos valores observados. A título de ilustração, são mostrados nas figuras 3(a) e 3(b) os gráficos para pressão de onda "a" de locais atriais e para pressão diastólica final de locais ventriculares, onde n é o número de observações e, r o coeficiente de correlação. A tabela 1 mostra os resultados gerais obtidos.

TABELA 1 - Resultados da Análise de Correlação entre os Valores de Pressão Calculados pelo SISTEMA CATH e Sistema HP.

PRESSÃO	n. de observações (n)	coef. de correlação (r)
<hr/>		
ATRIAL		
de Onda "A"	24	0,96
de Onda "V"	31	0,97
Média	34	0,95
<hr/>		
VENTRICULAR		
Sistólica Máxima	55	0,96
Diastólica Inicial	35	0,97
Diastólica Final	35	0,92
<hr/>		
ARTERIAL		
Sistólica	51	0,95
Diastólica	50	0,96
Média	51	0,97
<hr/>		



(a)



(b)

Figura 3 - Gráficos dos valores de pressão calculados pelo sistema HP em função dos valores calculados pelo SISTEMA CATH. (a) Pressão de onda "a" de locais atriais. (b) Pressão diastólica final de locais ventriculares.

Os coeficientes de correlação, (r médio em torno de 0,95), demonstram que os resultados obtidos pelo SISTEMA CATH estão em boa concordância com aqueles fornecidos pelo sistema HP. Esse fato atesta que os algoritmos implementados calculam de forma

confiável e satisfatória os parâmetros hemodinâmicos derivados das curvas de pressão.

Através deste protocolo, obteve-se também informações a respeito da operacionalidade do sistema, isto é, pode-se ter uma noção mais clara do nível de interação que ele deve manter com o usuário para que o sistema atenda às exigências, quanto à agilidade, de um estudo hemodinâmico. Com isso pode-se projetar uma versão do SISTEMA CATH mais condizente com a realidade e as necessidades de uma utilização de rotina.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados fornecidos por este protocolo concluiu-se que o SISTEMA CATH é confiável em termos da análise dos sinais de pressão, obtidos em cateterismo cardíaco, podendo ser implantado na rotina de um Serviço de Hemodinâmica. A modularidade do sistema permite que as necessidades futuras de cada serviço venham a ser atendidas por novas implementações no "software" básico.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a assistência técnico-científico prestada pelo Dr. Lincoln Assis de Moura Jr. e Aurélio José Vitorino. Gostaríamos de agradecer também a colaboração do Dr. Siguemituzo Arie, médico chefe do Serviço de Hemodinâmica do Incor, onde foi realizado o protocolo de validação clínica e o apoio financeiro da FINEP.

REFERÊNCIAS

- HEWLETT PACKARD, (1977), " Physician Guide to the HP Catheterization Data Analysis System". Massachusetts, USA. pp. p1-p8.
- MEESTER, G.T., BERNARD, N. et al. (1975), "A Computer System for Real Time Analysis of Cardiac Catheterization Data". Catheterization and Cardiovascular Diagnosis, Volume 1 : pp. 113-132.
- STENSON, R., COURSE, L. et al. , (1978), " A Time-shared Digital Computer System for On-line Analysis of Cardiac Catheterization Data". Computers and Biomedical Research, Volume 1 : pp 605-614.
- ZISSERMANN, D., STRAND, E.M., et al., (1983), " Cardiac Catheterization and Angiographic Analysis Computer Applications". Progress in Cardiovascular Diseases, Volume 25, Number 5: pp 409-434.

MICROCOMPUTER-BASED SYSTEM OF HEMODYNAMIC:

CLINICAL VALIDATION

ABSTRACT -- In order to assess and validate the microcomputer-based system (SISTEMA CATH) developed at InCor for on-line cardiac catheterization data processing, it was necessary to compare data from several patients. A procedure has been devised which performs the comparative analysis of blood pressure results obtained from 30 hemodynamic studies. These studies were performed simultaneously by the system under test and the computerized system in use at the Hemodynamic Service. The procedure was the first step towards installing SISTEMA CATH in daily routine, replacing the old system.