

SISTEMA BASEADO EM MICROCOMPUTADOR COMPATÍVEL COM IBM/PC PARA PROCESSAMENTO E ANÁLISE DE PROVAS DE FUNÇÃO PULMONAR

por

R.M.V.Piva¹, E.Appel¹, D.M.Calderolli¹, H.Formigone¹, U.Tachinardi¹, M.A.Gutierrez¹

RESUMO -- Neste trabalho é apresentado um sistema baseado em microcomputador compatível com IBM-PC para processamento e análise de sinais, em tempo real, de provas de função pulmonar. Este sistema permite, através de uma interface interativa com o usuário, a realização de provas de espirometria, ventilação voluntária máxima(VVM), gasometria e broncoprovocação.

INTRODUÇÃO

O emprego de microcomputadores para a automação de provas de função pulmonar não é recente e tem contribuído para agilizar e tornar mais precisos e confiáveis os cálculos envolvidos nessas provas e, conseqüentemente, para melhorar a qualidade de serviços prestados nessa área. Atualmente, estão disponíveis comercialmente alguns sistemas para a realização de testes espirométricos baseados, na sua maioria, em microcomputadores da linha Apple. Dentro desta abordagem, no Instituto do Coração, foi desenvolvido pelo nosso serviço e implantado no Serviço de Provas de Função Pulmonar (SPFP/InCor) um sistema para a realização de provas de função pulmonar (SPFP/Apple) (Tachinardi, 1987).

O SPFP/Apple possibilita a edição, cadastramento e armazenamento de dados identificativos do paciente, a realização de manobras e cálculos espirométricos, a edição, cálculos e armazenamento de dados de gasometria, manipulação de dicionários de diagnósticos, médicos e conclusões, e emissão de relatórios de resultados e conclusões. Este sistema tem suprido até hoje, de forma satisfatória, as necessidades do serviço mencionado. No entanto, o SPFP/Apple apresenta algumas limitações não só impostas pela tecnologia dos microcomputadores da linha Apple (velocidade de processamento, palavra de 8 bits e restrições de memória para programação) como também pelos recursos que oferece. Isso porque, nesse intervalo, houveram alterações das normas técnicas internacionais que padronizam as

¹-Serviço de Pesquisa e Desenvolvimento de Projetos Especiais. Divisão de Informática - Instituto do Coração - HCFMUSP. São Paulo, Brasil.

especificações de sistemas de prova de função pulmonar, bem como as próprias necessidades do serviço, ao qual atende, ampliaram-se.

Com o objetivo de suplantar essas limitações foi projetado um sistema, utilizando um microcomputador compatível com IBM-PC (SPFP/IBM-PC), que além das opções fornecidas pelo sistema SPFP/Apple, incorporou em si a tarefa de realização de prova de ventilação voluntária máxima e de protocolos de broncoprovocação. O SPFP/IBM-PC, em linhas gerais, é um sistema para determinação de valores dos parâmetros das curvas de fluxo-volume, volume-tempo, fluxo-tempo e atende a critérios padronizados pela ATS (ATS, 1987).

Uma das características básicas neste desenvolvimento foi permitir ao usuário facilidades na operação dos diversos módulos que compõem o sistema. Estas facilidades são suportadas através de uma biblioteca, especialmente implementada, para o gerenciamento de menus e telas gráficas.

MATERIAIS E MÉTODOS

As provas de função pulmonar requerem equipamentos para aquisição de sinais analógicos e para processamento digital, configurados como mostra a figura 1, além dos programas que constituem o objeto deste trabalho.

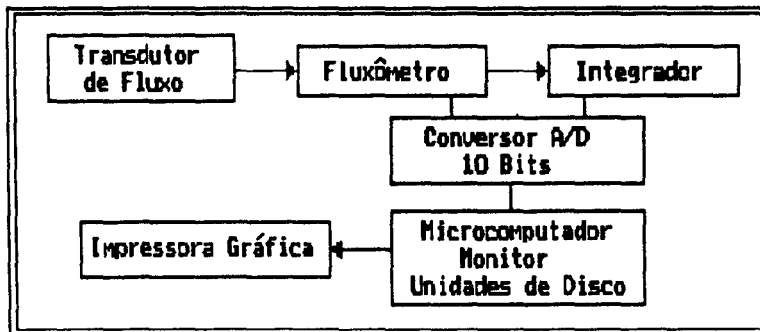


Figura 1 - Configuração de equipamentos para prova de função pulmonar

1.HARDWARE

Equipamentos Para Aquisição Analógica dos Sinais: Pneumotacógrafo; módulos de fluxo e volume (amplificadores e integrador).(Neste trabalho foram usados os módulos do fisiógrafo 21526-A da Hewlett-Packard)

Equipamentos para Processamento Digital de Sinais:

- Conversor A/D - Linx - 10 bits, 16 canais;
- Microcomputador IBM-PC-XT, 8 Mhz, 640 kBytes de RAM;
- Disco Rígido 20 MBytes. Disco Flexível 5 1/4", 360 kBytes;
- Monitor de vídeo monocromático ou EGA colorido;
- Placa Gráfica CGA ou EGA.

2. SOFTWARE

Os programas que compõem o sistema SPFP/IBM-PC foram implementados em linguagem PASCAL (Turbo v4.0, Borland International) e ASSEMBLY (Macro Assembler, v.5.0, Microsoft-Corp.). A figura 2 mostra a arquitetura de programas do SPFP/IBM-PC. "Calibração", "exame" - espirometria, VVM, gasometria, broncoprovocação- e "utilitários" - disco, dicionários - são os módulos principais do sistema. Os demais são programas ou rotinas de apoio à esses módulos.

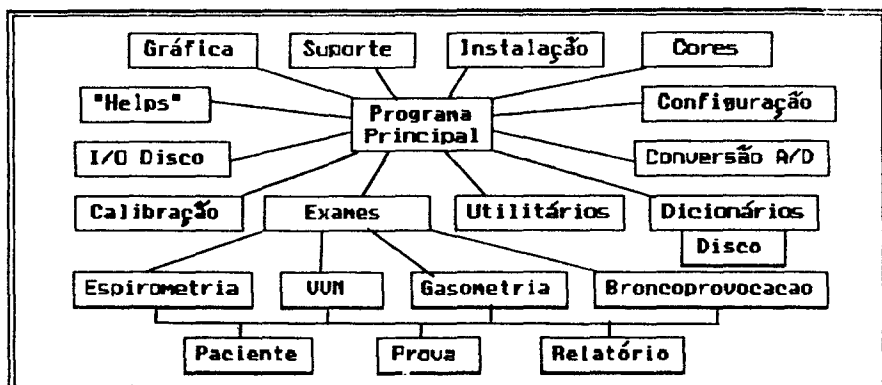


Figura 2 - Estrutura dos programas do SPFP/IBM-PC

O programa de "Instalação" deve ser executado toda vez que o SPFP/IBM-PC for instalado a primeira vez em um microcomputador e possibilita configurar o sistema em função do "hardware" disponível (existência de disco rígido, número de unidades de disco flexível, tipo de impressora). Este programa está em fase de desenvolvimento. A "Configuração" e "Help" são programas acessados através de teclas especiais e permitem a configuração de variáveis do sistema e/ou explicação sobre o que está sendo executado, sendo, portanto, contextuais ou contexto-sensitivas. A unidade "Gráfica" contém as rotinas para interface com usuário, através do gerenciamento de menus e telas gráficas. A unidade "Cores" deteta a placa gráfica acoplada ao computador fazendo o chaveamento para o modo de execução com maior número de cores e resolução. A unidade "Suporte" contém rotinas de uso comum a dois ou mais módulos do sistema, como aquelas que calculam os valores preditos de espirometria e VVM em função do sexo, idade e altura do paciente. Os valores preditos para espirometria são calculados com-base nas equações de Knudson (Knudson,1976), Morris (Morris, 1975) e Polgar (Polgar, 1971). Os valores preditos para VVM são calculados com base nas equações de Bates (Bates, 1971) e Polgar. As rotinas de "I/O em Disco" permitem a escrita e a leitura de arquivos de configuração, de calibração, de dados identificativos de pacientes, de resultados das provas e curvas de fluxo e volume.

Calibração : Os sinais de fluxo e volume devem ser calibrados para adquirirem a dimensão de litros/segundo e litros, respectivamente. Para isso, utilizando-se aparelhos adequados para calibração, é feita a leitura digital de um valor zero e de um ou mais valores conhecidos (de fluxo ou volume). A cada novo valor lido é realizado um ajuste linear aos pontos obtidos. Os coeficientes deste ajuste são armazenados em disco.

Exame : Na opção "Exame" são escolhidas as provas de espirometria, VVM, gasometria e broncoprovocação. Selecionada uma destas opções os dados identificativos do paciente (Fig.3) (nome, sexo, idade, altura, peso, tabagismo, número de exame etc.) podem ser lidos de arquivos em disco ou editados através do cadastramento de um novo paciente.

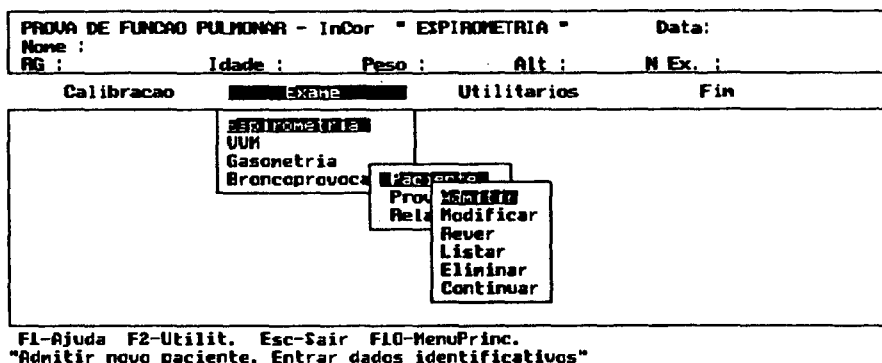


Figura 3 - Tela principal do SPFP/IBM-PC

Espirometria : Nesta prova são adquiridas e visualizadas em tempo-real as curvas de fluxo-tempo, volume-tempo e fluxo-volume. No período de aquisição dessas curvas, que pode variar entre 6 a 15 segundos, de acordo com as normas da ATS, são determinados os instantes de início e fim da manobra. A partir desses pontos são calculados os parâmetros: CVF (capacidade vital forçada), VEF1 (volume expiratório forçado durante o primeiro segundo da capacidade vital forçada), VEF1/CVF, FEF (fluxo expiratório forçado) entre 200-1200ml, 25-75%, 75-85%, do CVF, e FEF a 50%, 70%, 75%, 85% do CVF. Esses parâmetros, assim como as curvas de onde foram extraídos, podem ser armazenados em disco. O tempo de aquisição dos sinais, a visualização ou não de uma ou mais curvas durante a aquisição dos sinais de fluxo e volume, os ganhos para display das curvas, nome da droga, a ausência ou presença da droga na manobra são variáveis que possuem valores iniciais e podem ser modificados ou configurados pelo usuário em função das necessidades da prova específica que será realizada. Pode-se realizar até seis manobras espirométricas diferentes.

Ventilação Voluntária Máxima (VVM) : Por definição, VVM é o volume de ar exalado num período específico durante esforço respiratório máximo repetitivo. O VVM é expresso em litros/minuto e é calculado a partir da extrapolação para um minuto do valor da integral da parte positiva do sinal de fluxo no tempo em 3 intervalos diferentes (0 a 6, 0 a 12 e 0 a 18s) (Fig.4). Para fins de relatório é armazenado o máximo valor de VVM obtido nesses intervalos.

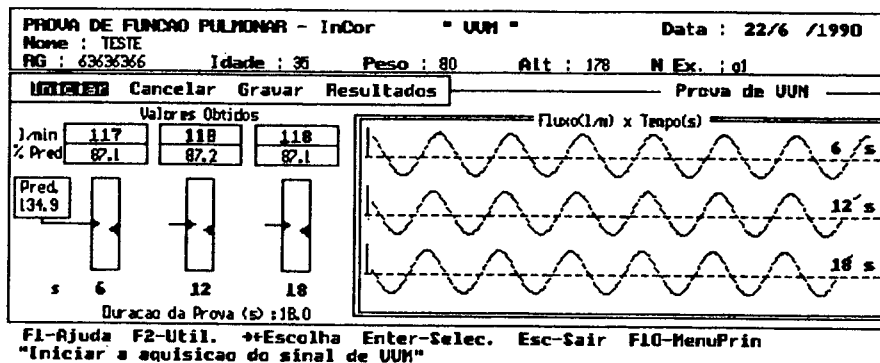


Figura 4 - Tela da Prova de VVM do SPFP/IBM-PC

Gasometria: A figura 5 mostra os dados de gasometria que são entrados manualmente. Os parâmetros VD/VT, QS/QT P(A-a)O2 ar e P(A-a)O2 O2-100% são calculados.

Broncoprovocação : Basicamente, a prova de broncoprovocação consiste de testes espirométricos realizados segundo um protocolo, onde são calculados o CVF, FEF1 e CVF/FEF1 de manobras adquiridas após a administração de diferentes concentrações de drogas para a broncoprovocação. Este módulo está em fase de desenvolvimento.

Dicionários : O SPFP/IBM-PC possui dicionários que atribuem códigos (números) aos textos referentes a conclusões, diagnósticos, médicos, drogas, observações padrões e patologias associadas. Esses dicionários podem ser editados, eliminados, listados e consultados na opção "Dicionários", que chama um programa desenvolvido em "CLIPPER". Para fins de relatório esses números são decodificados para a forma de texto.

PROVA DE FUNÇÃO PULMONAR - InCor " GASOMETRIA "				Data :	
Nome : TESTE					
RG : 6363366	Idade : 35	Peso : 80	Alt : 178	N Ex. : 01	
				Dados da Gasometria	
ARTERIAL			VENOSO	GAS EXPIRADO	
	AR	O2-100%			
pH	7.34	7.23	7.34	*****	
pCO2	45	34	23	23	mmHg
pO2	34	12	34	234	mmHg
Sat.O2	45	45	45	*****	%
HCO3	32	34	24	*****	mEq/l
B. E.	23	25	23	*****	mEq/l
B. B.	26	23	45	*****	mEq/l
P(A-a)O2	56.63	602.00	*****	*****	mmHg
Hemoglobina:	56	g/dl	Hematocrito: 70		%
QS/QT:	27.18	%	UD/UT:	0.49	

Figura 5 - Tela para edição de dados de gasometria do SPFP/IBM-PC

Disco : Essa opção permite ao usuário utilizar algumas funções do sistema operacional como, formatar discos, listar, eliminar e copiar arquivos de discos e diretórios, durante a execução dos programas do SPFP/IBM-PC.

Relatório : O SPFP/IBM-PC pode emitir relatórios de espirometria, gasometria e broncoprovocação. Os dados de VVM aparecem no relatório de espirometria, uma vez que os pacientes que fazem prova de VVM normalmente realizam também testes de espirometria. Existem dois tipos de relatório para espirometria e broncoprovocação: intermediário e definitivo. O relatório intermediário mostra os dados calculados de todas as manobras realizadas. Este é analisado pelo clínico que seleciona os dados (curvas e parâmetros) e as conclusões que serão apresentadas no relatório definitivo, juntamente com o gráfico das curvas escolhidas. Para o relatório definitivo de espirometria é possível escolher individualmente parâmetros espirométricos de manobras diferentes.

CONCLUSÕES

O sistema de prova de função pulmonar descrito encontra-se atualmente em fase de testes e implantação no Serviço de Prova de Função Pulmonar do InCor.

O projeto deste novo sistema possui como características a sua concepção para simples interface com o usuário, modularidade e configurabilidade, que possibilitam facilidade operacional, de manutenção ,de expansão e modificação. Desta forma, o sistema desenvolvido poderá encontrar utilidade tanto em situações de rotina como de pesquisa em serviços que realizam provas de função pulmonar.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN THORACIC SOCIETY (1987) - Standardization of Spirometry - 1987 Update. Amer. Rev. Respir. Dis., 136: 1285.
- BATES,D.V., MACKLEM,P.T., CHRISTIE, R.V. (1971) - Respiratory Function and Disease (2 .ed). W.B. Saunders, Philadelphia.
- KNUDSON, R.J., SLATIN, R.C., et al. (1976) - The maximal expiratory flow volume curve. Amer. Rev. Respir. Dis., 113: 578.
- MORRIS, J.F., KOSKI, A. et al. (1975) - Normal Values and evaluation of forced and expiratory flow. Amer. Rev. Respir. Dis., 775.
- POLGAR, P., PROMADHAT, V. (1971) - Pulmonary Testing in Children. W.B. Saunders, Philadelphia.
- TACHINARDI,U. FURUIE,S.S. et al. (1987) - Automação de provas de função pulmonar. Aquisição e análise da espirometria em microcomputador. Rev. Hosp. Clin. Fac. Med. S.Paulo, 42(3): 82.