

ANÁLISE DA FUNÇÃO PULMONAR/CONSTITUIÇÃO DE UM BANCO DE DADOS

J.T.F.LEITE (1), A.S.SANTOS (1), G.P. DO CARMO (1),
L.S. de Andrade Filho (2) e G.P. SOARES (3)

Resumo -- O presente trabalho reporta o desenvolvimento de um sistema automático para realização de testes espirométricos e de um banco de dados associado, visando o acompanhamento clínico de pacientes e estudos estatísticos em uma determinada população. O sistema emprega um pneumotacógrafo para obtenção dos fluxos aéreos, um microcomputador compatível IBM PC-XT com monitor de vídeo de alta-resolução (720x348), um conversor A/D 10 bits e uma unidade de disco rígido de 20 Mbytes. Todos os programas foram implementados em linguagem C.

INTRODUCAO

Apesar de bastante difundidos no exterior, os testes espirométricos automatizados continuam sendo muito pouco explorados no Brasil. Tal fato tem origem, provavelmente, na oferta bastante limitada de equipamentos nacionais confiáveis e nos altos custos associados a importações de sistemas estrangeiros. Devido a estas dificuldades, observa-se que o uso destes testes está praticamente restrito aos serviços de pneumologia, quando, seu campo de aplicação é bastante vasto, envolvendo não somente a clínica médica, como também a medicina do trabalho e a medicina esportiva.

O uso intensivo de testes espirométricos exige, normalmente, a manipulação de uma grande quantidade de parâmetros, envolvendo os dados pessoais do paciente (nome, idade, sexo, peso, quadro clínico, etc), os valores observados em cada teste, os valores teóricos relativos aos parâmetros calculados, a relação entre valores observados e valores teóricos, etc. Deste modo, é de interesse que os equipamentos destinados a realizar testes espirométricos estejam associados a banco de dados, facilitando o acompanhamento do quadro clínico do paciente e possibilitando o desenvolvimento de trabalhos de pesquisa e de estudos epidemiológicos. A inexistência de tais sistemas no mercado nacional tem dificultado o desenvolvimento de estudos na área.

Com o intuito de suprir esta deficiência e tendo em vista a atual disponibilidade no mercado de microcomputadores de baixo custo com grande capacidade de armazenamento, é objetivo deste trabalho o desenvolvimento de um espirômetro capaz de armazenar diretamente em memória de massa os parâmetros concernentes aos testes e de recuperá-los adequadamente, empregando bases de dados específicas.

-
- 1 - Núcleo de Estudos e Tecnologia em Engenharia Biomédica/CCS - Campus UFPb 58000 João Pessoa - Paraíba.
 - 2 - Laboratório de Hidráulica/CT - Campus UFPb - 58000 João Pessoa - Paraíba.
 - 3 - Laboratório de Função Pulmonar - Hospital Universitário - Campus UFPb - 58000 João Pessoa - Paraíba.

DESCRIÇÃO GERAL DO SISTEMA

O sistema atual emprega um microcomputador compatível com PC-XT um monitor de vídeo de alta-resolução (720x348), um disco rígido de 20 Mbytes, um cartão de conversão A/D 10 bits e uma impressora gráfica.

Os sinais de fluxo são obtidos a partir de um pneumotacógrafo tipo Fleisch número 3. As diferenças de pressão fornecidas pelo pneumotacógrafo, são medidas por meio de um transdutor de pressão diferencial capacitivo (Elema-Schonander EMT32), cujo sinal é amplificado, filtrado (passa-baixa ordem 2, com $f_c = 40$ Hz) e amostrado a uma frequência de 200 Hz.

O conjunto pneumotacógrafo-transdutor de pressão está localizado dentro de um gabinete próximo ao microcomputador. A jusante e à montante do pneumotacógrafo, foram acoplados dois troncos de cone idênticos, com uma das bases igual ao diâmetro externo do pneumotacógrafo (5,2cm), a outra com 2,54cm e comprimento de 6cm. Estes adaptadores foram colocados de maneira a obter uma geometria à montante e à jusante do pneumotacógrafo a mais simétrica possível, tendo em vista as variações nas curvas de calibração, verificadas devido a diferentes perfis de velocidade decorrentes de geometrias distintas (Funicane e colls. 1977). Em uma das saídas adaptou-se um tubo flexível com 100cm de comprimento e 2,54cm de diâmetro, pelo qual o paciente realiza a manobra.

Foram obtidas curvas de calibração do pneumotacógrafo nos sentidos expiratório e inspiratório, esta última obtendo-se por inversão do pneumotacógrafo em relação ao sentido do fluxo (gerador de fluxo - soprador). Para o uso corriqueiro do sistema, foram previstas calibrações frequentes (na prática, no início de cada sessão diária), empregando-se uma seringa padrão de 2 litros com a qual são provocados três ciclos inspiratórios e expiratórios (total de 6 litros em cada sentido). No sentido expiratório o cálculo do ganho leva em conta a mudança da viscosidade do gas entre a calibração (ar na temperatura ambiente, parcialmente saturado de vapor d'água) e a expiração (gas expirado, saturado em vapor d'água) (Arnould e colls. 1981).

O sistema apresenta-se para o usuário sob forma de menus e janelas gráficas. O menu principal contém as opções de entrada de dados do paciente, calibração do sistema, realização do teste da Capacidade Vital, realização do teste da Curva Fluxo x Volume, realização do teste da Ventilação Voluntária Máxima, impressão de resultados e banco de dados.

Os parâmetros calculados são os seguintes:

- Capacidade Vital (CV)
- Capacidade Inspiratória (CI)
- Volume de Reserva Expiratória (VRE)
- Ventilação Voluntária Máxima (VVM)
- Capacidade Vital Forçada (CVF)
- Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo (VEF1)
- VEF1/CVF
- Fluxo Máximo (Fmax)
- Fluxo Expiratório Forçado à 25% da CVF (FEF25)
- Fluxo Expiratório Forçado à 50% da CVF (FEF50)
- Fluxo Expiratório Forçado à 75% da CVF (FEF75)
- Fluxo Expiratório Forçado entre 25% e 75% da CVF (FEF25-75)
- Fluxo Expiratório Forçado entre 75% e 85% da CVF (FEF75-85)

Tendo em vista que os resultados obtidos com testes de função pulmonar dependem da cooperação do paciente, foi incluído um procedimento de escolha da melhor manobra realizada, permitindo-se que o teste seja realizado diversas vezes pelo paciente (Recomendações do American College of Chest Physicians, 1975). Após a realização de cada manobra, o operador deve selecionar, segundo os critérios específicos a cada teste, a melhor manobra realizada pelo paciente, escolhendo ou os resultados equivalentes à última manobra realizada, ou aqueles anteriormente selecionados. Deste modo, cada um dos menus de realização de testes possui, além da janela gráfica principal, na qual são visualizadas em tempo real as manobras ventilatórias realizadas pelo paciente, uma janela gráfica secundária, onde é apresentada a última manobra escolhida pelo operador. A figura 1 mostra o ambiente correspondente à Curva Fluxo x Volume.

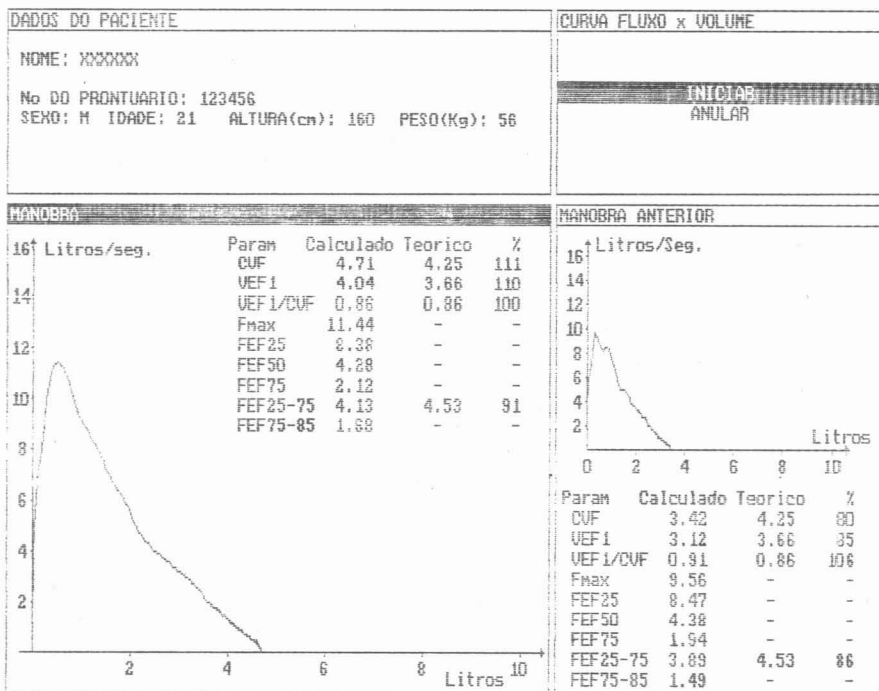


Figura 1 - Cópia do terminal de vídeo, correspondente ao menu para realização da Capacidade Vital.

Para o cálculo dos valores teóricos, foi utilizada a literatura normalmente empregada no Serviço de Pneumologia do Hospital Universitário/UFPb (Baldwin 1948, Kory 1961 e Miller 1986).

A indicação de diagnóstico é dada empregando-se os resultados obtidos com a Capacidade Vital, a relação VEF1/CVF e a Ventilação Voluntária Máxima, fornecendo-se no relatório final a conclusão de resultados dentro dos limites da normalidade ou compreendidos entre insuficiência ventilatória discreta, moderada, moderadamente grave e grave, dos tipos obstrutiva, restritiva e mista (Bhargava ,1971).

O banco de dados foi implementado a partir de uma biblioteca específica para a linguagem C e tem como objetivos manter os dados referentes aos indivíduos (dados pessoais e resultados obtidos em cada um dos testes espirométricos realizados) e fornecer meios adequados para a sua manipulação. Para uma maior flexibilidade do sistema, foi prevista a possibilidade de criação de diversas bases de dados, referentes às diversas aplicações específicas do equipamento (acompanhamento de pacientes ambulatoriais, estudos estatísticos em uma determinada população, etc).

A estruturação lógica das informações é feita a partir de duas entidades distintas: "Pacientes" e "Exames". Estas entidades estão relacionadas por meio de um atributo comum, fornecendo um elo entre o paciente e os vários exames por ele realizados e armazenados na base de dados em questão.

Com o objetivo de otimizar a relação espaço de armazenamento/tempo de acesso para cada base de dados, optou-se pela Organização Sequencial Indexada dos arquivos (Furtado e Santos, 1980), que mantém as informações ordenadas logicamente através de índices e, portanto, pode acessá-los em tempo relativamente curto. Na implementação destes índices, empregou-se o conceito de árvores balanceadas (Furtado e Santos ,1980) para organizá-los em estruturas que permitem eficiência tanto na pesquisa, quanto na manutenção. Dispõe-se, assim, de uma estrutura de acesso rápido e que não exige reorganizações a cada modificação realizada, como acréscimos ou apagamentos.

O sistema oferece ao operador, diferentes níveis de visão do banco de dados para que o mesmo tenha controle sobre suas ações e possa evitar possíveis erros ocasionais, como por exemplo gravar resultados obtidos com um paciente em uma base de dados indevida, apagamento de arquivos de uma base, etc. Estes níveis de visão são fornecidos através de informações referentes as unidades de armazenamento (unidade de disco ativa, espaço livre, etc), as bases de dados (nome, responsável, data de criação, etc), aos arquivos (número de registros, tamanho físico, etc), aos pacientes (pacientes cadastrados, exames realizados por determinado paciente ,exames realizados em determinada data, etc) e as ações diárias (acrécimos e apagamentos do dia), que podem ser impressas ou não.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

Os resultados obtidos até então têm sido bastante satisfatórios. O sistema é de fácil utilização, com amplo emprego de janelas e a precisão dos resultados nos testes metrológicos realizados está dentro da níveis esperados (erro inferior à 3%).

A parte do sistema concernente a realização dos testes foi finalizada e o anexo 1 mostra um relatório impresso obtido com o mesmo. Na atualidade, estão sendo avaliados os programas relativos ao banco de dados, para em uma etapa posterior serem iniciados os testes clínicos. Pretendemos, ini-

cialmente, constituir uma base de dados específica aos pacientes do Laboratório de Função Pulmonar e em etapa posterior, estender o uso do sistema a aplicações mais amplas.

Durante a fase dos testes clínicos pretendemos avaliar a interface operador/sistema, de maneira a tornar o modo de operação o mais simples possível, permitindo assim uma maior dedicação do operador ao paciente. Nesta fase, será também avaliada a adequação dos algoritmos desenvolvidos para a realização de testes com pacientes portadores de doenças pulmonares.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FINEP pelo suporte financeiro a este projeto, assim como ao CNPq pelo concessão de duas bolsas de Iniciação Científica.

BIBLIOGRAFIA

- ACCP Scientific Section recommendations, (1983)," Statement on spirometry - A report of the section on respiratory pathophysiology", Chest, 3,547-550.
- American College of Chest Physicians, (1975)" The assessment of ventilatory capacity - Statement of the Committees on Environmental Health and Respiratory Physiology",Chest, 67(1),95-97.
- Arnould, J.P., Marchand, M., Michaely, J.P., et Duvivier, C., (1981),"Système micro-informatisé pour enquêtes épidémiologiques respiratoires", Bull. europ. Physio-path. resp., 17,969-978.
- Baldwin, E.F., Cournand, A., Richards Jr.,D.A.,(1948),"Pulmonary Insufficiency: I. Physiological classification, clinical methods of analysis, standard values in normal subjects",Medicine, 27,243-278.
- Bhargava,R.K., and Woolf C.R.,(1971),"Relationships between ischemic heart disease and chronic diffuse pulmonary disease", Chest, 59(3),254-261.
- Funicane, K.E., Egan, B.A., and Dawson, S.V.,(1972),"Linearity and frequency response of pneumotachographs", J. App. Physiol.,32(1),121-126.
- Furtado, A.L., e Santosc C.S., (1980), Organização de banco de dados , Segunda Edição, Editora Campus Ltda.
- Kory, R.C., Callahan, R., Boren, H.G. and Syner, J.C., (1961)," The veterans administration-Army cooperative study of pulmonary function: 1. Clinical spirometry in normal men",Am. J. of Med., 30,243-258.
- Miller, A., (1986), Pulmonary function tests in clinical and occupational lung disease, Grune & Stratton, Inc.

ANEXO 1 (cont.)

