

COMPARAÇÃO DAS MEDIDAS DE PRESSÕES RESPIRATÓRIAS MÁXIMAS (PIMÁX, PEMÁX) AFERIDAS ATRAVÉS DE MANUVACUÔMETRO E SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS (SAQDADOS)

ANTONIO FERNANDO BRUNETTO^{1, 2}

GUILHERME A. F. FREGONEZI¹

ELAINE PAULIN^{1, 3}

¹ Universidade Estadual de Londrina - UEL - CNPq

² Universidade Norte do Paraná - UNOPAR

³ Universidade Paranaense - UNIPAR

resumo

O presente estudo tem como objetivos avaliar a força dos músculos respiratórios através de um equipamento com feedback visual (SAqDados) e verificar sua validade quando comparado com os resultados das medidas de pressões respiratórias máximas obtidas pelo manovacuômetro analógico em pacientes portadores de Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC). Foram analisadas 100 provas (50 PImáx e 50 PEmáx), de 10 pacientes (4 mulheres e 6 homens) portadores de DPOC com $64,6 \pm 5,7$ anos, submetidos a tratamento fisioterapêutico. Foram utilizados para avaliação dois equipamentos distintos, manovacuômetro aneróide (RECORD ± 150 cmH₂O) e sistema de aquisição de dados (SAqDados ± 450 mmHg). O SAqDados é composto por um computador 486DX2 com software de aquisição de dados; uma placa conversora análogo digital (Lynx); um amplificador e processador para sinais de pressão (Lynx); um transdutor digital de pressão (Lynx) e uma interface ar/líquido. A PImáx no manovacuômetro encontrada foi de $78,8 \pm 22,1$ cm H₂O, e no SAqDados foi de $74,6 \pm 23,1$ cm H₂O. A PEmáx obtida no manovacuômetro foi $122,6 \pm 33,9$ cm H₂O e no SAqDados foi de $120,1 \pm 33,7$ cmH₂O. Não apresentando diferença significativa entre os dois sistemas apesar do estímulo visual oferecido pelo SAqDados. Concluímos que o SAqDados é um equipamento válido para avaliar a força dos músculos respiratórios.

PALAVRAS-CHAVE: Pressões Respiratórias, Músculos Respiratórios, Manovacuômetro.

COMPARATION BETWEEN MAXIMAL RESPIRATORY PRESSURE MEASUREMENT (MIP, MEP) THROUGH MANOMETER AND DATA ACQUISITION SYSTEM

abstract

The present study has the purposes to assess respiratory muscle force through a new accurate equipment with visual feedback (Data Acquisition System) and to verify its validity comparing its result of respiratory pressure measurement with manometer in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. A sample 100 tests of respiratory pressure (50MIP and 50 MEP), of 10 elements (4 woman and 6 men) with COPD, $64,6 \pm 5,7$ years old. All patients were submitted to physiotherapy treatment. We have two different equipments, a manometer (RECORD ± 150 cmH₂O) and a Data Acquisition System composed by an 486DX2 computer with a hardware and software of data acquisition (Lynx) with selected 100Hz rate, a pressure transducer, an analog-digital converter (Lynx), an amplifier and a signal pressure processor (Lynx), an interface air/liquid(water) of 64 cm², a rubber windpipe not band with 1 meter of lenght and 2 cm of diameter. The MIP recorded by the manometer was $78,8 \pm 22,1$ cm H₂O and MIP recorded by Data Acquisition System was $74,6 \pm 23,1$ cm H₂O. The MEP manometer found was $122,6 \pm 33,9$ cm H₂O and MEP to Data Acquisition System was $120,1 \pm 33,7$ cmH₂O. There were no significant differences between manometer and Data Acquisition System. We have been concluded that Data Acquisition System is a valid device to evaluate the force of the respiratory muscles.

KEY WORDS: Respiratory Pressure, Respiratory Muscles, Manometer

INTRODUÇÃO

As pressões respiratórias máximas positivas e negativas e sua relação com o volume pulmonar foram descritas primeiramente (JACQUET, 1908), (BERNOUILLI, 1911), (ROHRER, 1916), (SENNER, 1921) e (RAHN et al., 1946). Todos estes trabalhos com semelhantes objetivos, procuram elucidar e compreender através de diagramas as pressões respiratórias máximas positivas e negativas realizadas através de esforços voluntários em diferentes volumes pulmonares. (COOK et al., 1964) estudaram valores pressóricos de crianças e adultos analisando duas diferentes técnicas realizadas através de máximo esforço, envolvendo completa ou parcial obstrução bucal e a análise de volumes e pressões através da compressão de gases em vasilhames de diferentes tamanhos. RINGVIST et al, em 1966 mensuraram pressões respiratórias máximas, através de manômetros estudando a relação entre as forças inspiratórias e expiratórias em homens e mulheres de diferentes faixas etárias através da insuflação pulmonar em volumes diferentes. BLACK & HYATT (1969) descreveram um método simplificado, de fácil realização e de resultado reprodutível para mensurar pressões respiratórias máximas, através de manovacúmetro anaeróide, cuja técnica é utilizada até o presente momento.

A medida das pressões respiratórias geradas a partir de esforços inspiratórios e expiratórios máximos representam um procedimento de grande utilidade para avaliação funcional dos músculos respiratórios, pois possibilitam quantificar a força destes músculos (CAMELO et al., 1985). Atualmente as mensurações das pressões respiratórias é o método mais rápido, simples, seguro e não invasivo para quantificar a força destes músculos (VINCKEN et al., 1987), (WEN et al., 1987), (NEDER et al., 1999), que podem estar diminuída por condições fisiológicas, como envelhecimento, sedentarismo ou mesmo doenças neuromusculares e respiratórias.

Os músculos respiratórios apresentam uma função essencial para a vida e, assim como os músculos esqueléticos axiais, aumentam sua capacidade de contração em resposta ao treinamento (REID & DECHMAN, 1995). A aferição da força destes músculos representa uma necessidade para que profissionais da saúde e do esporte possam avaliar freqüentemente a resposta mus-

cular ao treinamento.

A mensuração da força dos músculos respiratórios é de extrema importância para avaliar a evolução do tratamento fisioterapêutico e a qualidade dos exercícios que estes pacientes estão sendo submetidos. Uma vez que, nos portadores de DPOC, uma carga excessiva sobre os músculos respiratórios pode levar à fadiga muscular. Atualmente a mensuração da força dos músculos respiratórios é realizada através da medida da pressão na boca através de um manovacúmetro anaeróide, que é um método amplamente aceito desde sua descrição feita por (BLACK & HYATT, 1969).

OBJETIVO

A proposta deste trabalho é verificar a validade da medida das pressões respiratórias (pressão expiratória e inspiratória máxima) realizadas através do Sistema de Aquisição de Dados, comparar os resultados com os valores obtidos pelo manovacúmetro anaeróide e discutir as vantagens da utilização do Sistema de Aquisição de Dados sobre o manovacúmetro anaeróide.

METODOLOGIA

Grupo experimental: foram estudados 10 pacientes (6 homens e 4 mulheres) portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) com graus de obstruções moderado a grave (conforme características do Tabela 01). Os pacientes foram previamente encaminhados ao Ambulatório de Fisioterapia Respiratória do Hospital Universitário do Norte do Paraná, sendo inicialmente avaliados através do teste espirométrico para possibilitar a obtenção do seu grau de comprometimento pulmonar. Após esta análise, foram selecionados 10 pacientes para serem submetidos as mensurações das pressões respiratórias tanto com o manovacúmetro anaeróide quanto com o Sistema de Aquisição de Dados.

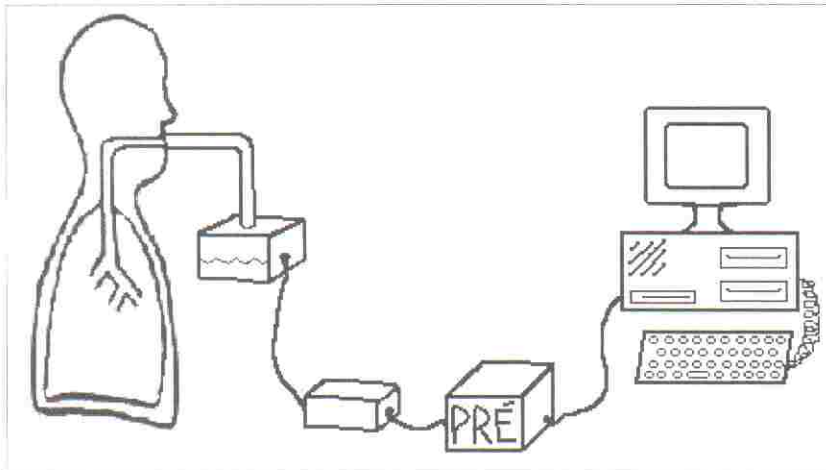
Foram avaliadas 100 provas de pressões respiratórias (50 PImáx e 50 PEmáx) realizadas por 10 pacientes portadores de DPOC (4 mulheres e 6 homens) submetidos a tratamento fisioterapêutico no Ambulatório de Fisioterapia Respiratória do Hospital Universitário Regional do Norte do Paraná.

Equipamentos:

a) **Sistema de Aquisição de dados:** é composto por um computador 486DX2 dotado de um software de aquisição de dados (Lynx) com frequência selecionada em 100Hz; uma placa conversora análogo digital (Lynx); um amplifica-

dor e processador para sinais de pressão (Lynx); um transdutor digital de pressão (Lynx); uma interface ar / líquido de 64 cm²; uma traquéia inextensível de 1 metro de comprimento e 2 cm de diâmetro.

FIGURA 01. Esquema do equipamento Sistema de Aquisição de dados (SAqdados)

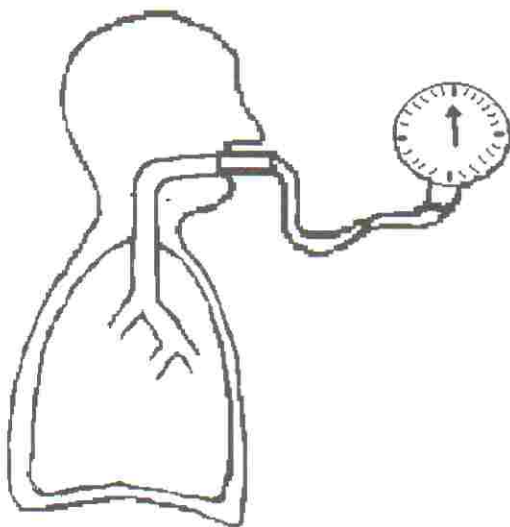


b) **Manovacuômetro:** é composto por um manovacuômetro analógico (RECORD ± 150 cm H₂O) sensível a variações de pressões positivas e negativas, acoplado a uma mangueira inextensível de 38 cm de comprimento por 0,5 cm de diâmetro.

Ambos os equipamentos foram calibrados utilizando uma coluna de mercúrio de variação de 0 a 300 mmHg. O SAqDados foi calibrado a cada experimento, e o manovacuômetro previamente ao estudo por um técnico capacitado.

Em todos os experimentos foram utilizados bocais descartáveis de 1,8 cm de diâmetro com um orifício lateral de aproximadamente 2 mm de diâmetro com a finalidade de evitar que a pressão excessiva na boca provocasse o fechamento da glote (FIZ et al., 1990).

FIGURA 2. Figura esquemática do manovacuômetro



Técnica utilizada:

a) **Pressão Expiratória Máxima (PE_{máx}):** foi realizada solicitando ao indivíduo insuflar os pulmões até capacidade pulmonar total e após realizar uma expiração forçada sustentando a pressão máxima por aproximadamente 1 segundo (BLACK & HYATT, 1969).

b) **Pressão Inspiratória Máxima (PI_{máx}):** foi realizada solicitando ao indivíduo exalar todo volume pulmonar até volume residual e após realizar um esforço inspiratório máximo sustentando a pressão por aproximadamente 1 segun-

do (BLACK & HYATT, 1969).

As provas foram realizadas com o indivíduo em posição sentada (FIZ et al., 1990) com flexão de quadril de 90°, e com um clipe nasais para evitar vazamento de ar pelas narinas. Durante a realização das provas de PEmáx foi realizada compressão dos lábios e bochechas dos pacientes com objetivo de impedir a obtenção de uma pressão extra pelo uso do músculo bucinador e evitar o extravasamento de ar para fora do bocal (FIZ et al., 1992).

Todos os pacientes foram previamente treinados no mínimo 9 vezes para eliminar o efeito do aprendizado (FIZ et al., 1989). O grupo experimental foi acompanhado por aproximadamente 8 meses onde foi realizada uma média de 5 avaliações de pressões respiratórias em cada um dos pacientes. Em cada prova foram aferidas três medidas consecutivas onde o melhor resultado foi incluso no estudo. Os valores obtidos através do sistema de aquisição de dados foram convertidos de mmHg para cmH₂O utilizando-se para conversão a multiplicação do valor obtido pela constante de conversão 1,31.

Para análise estatística foi utilizado estatística descritiva (média e desvio padrão) e estatística inferencial (teste t de Student). O nível mínimo de significância foi de $p < 0,05$ (LEVIN, 1995). Além disso foi analisada a correlação entre os dados para analisar se a variabilidade das amostras ocorre com a mesma intensidade.

RESULTADOS

Um registro típico obtido pelo SAqDados pode ser visto nas **Figuras 03 e 04**. Os resultados obtidos com a medida de pressões respiratórias através do manovacuômetro analógico foram registrados manualmente em tabelas para posterior estudo, enquanto que os resultados obtidos através do SAqDados foram registrados em arquivos.

A PImáx obtida no manovacuômetro foi de $78,82 \pm 22,05$ cmH₂O, e a PImáx SAqDados foi de $74,61 \pm 23,10$ cmH₂O não demonstrando nenhuma diferença entre as médias e uma correlação significativa de $r = 0,93$ entre si,

FIGURA 3. Gráfico típico de Pressão Expiratória máxima (PEmáx) obtidos pelo SAqDados, com freqüência 100 Hz.

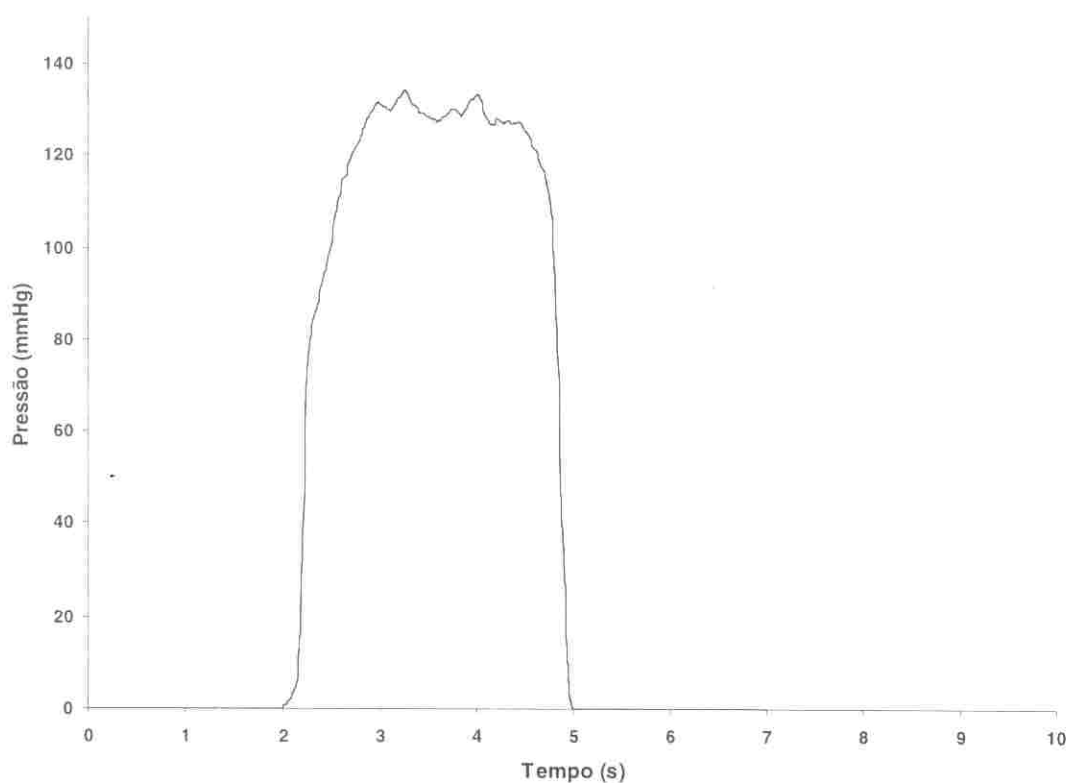
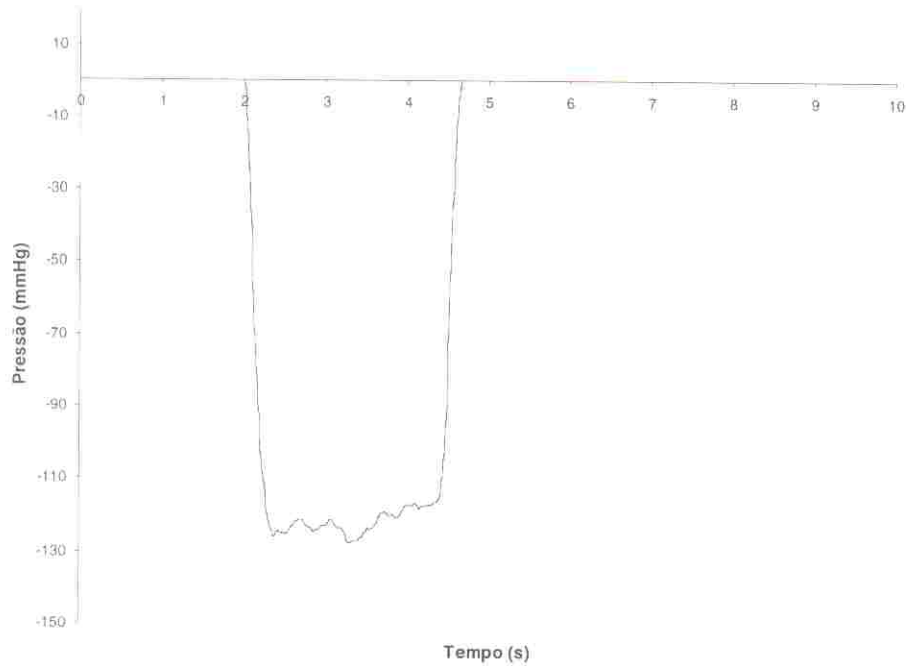


FIGURA 04 - Gráfico típico de Pressão Inspiratória máxima (PI_{máx}) obtidos pelo SAqDados com frequência 100 Hz.



demonstrando que ambas as amostras variam de forma bem similar. A PE_{máx} obtida no manuvacuômetro foi de $122,58 \pm 33,94$ cmH₂O e a PE_{máx} no SAqDados foi de $120,15 \pm 33,71$ cmH₂O, também sem apresentar diferenças entre as médias e com uma correlação significati-

va de $r = 0,84$. Os valores comparativos entre os equipamentos manuvacuômetro e SAqDados de PI_{máx} e PE_{máx} foram feitos graficamente através do software Microsoft Excel e estão demonstrados nas Figuras 05 e 06.

FIGURA 05 - Valores obtidos através manuvacuômetro e SAqDADOS das Pressões Inspiratórias máximas (PI_{máx}).

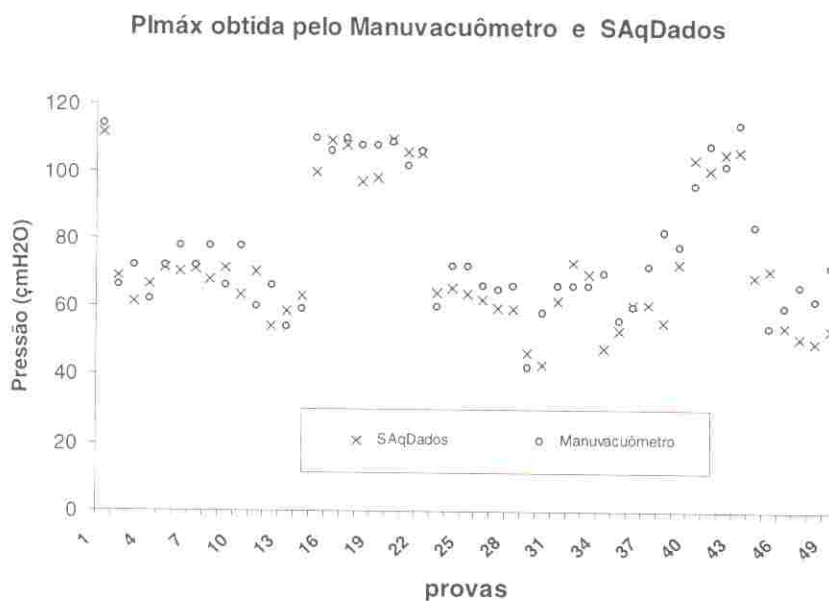
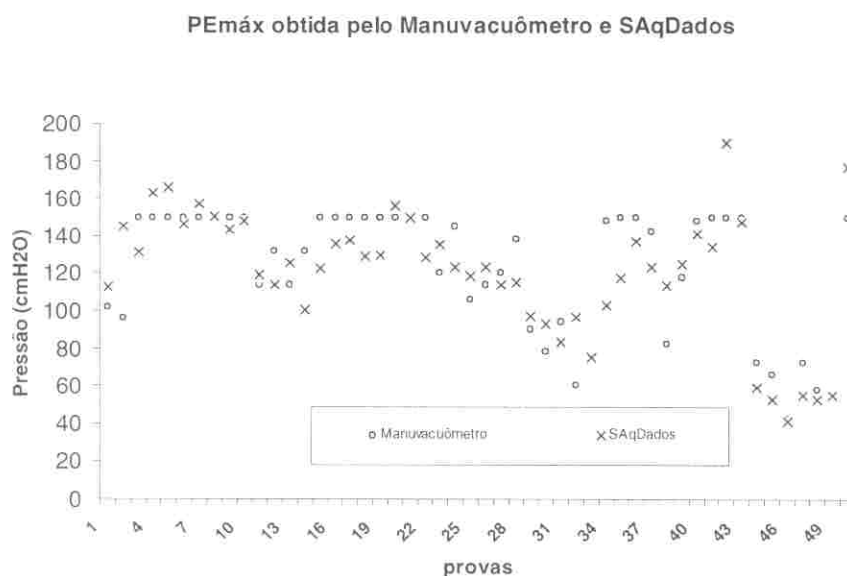


FIGURA 06. Valores obtidos pelo manovacuumetro e SAqDADOS das Pressões Expiratórias máximas (PE_{máx}).



DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Os resultados das P_{Imáx} e P_{Emáx} obtidos neste estudo são condizentes com os valores esperados para este grupo experimental, levando-se em conta os valores de referência para a população brasileira (NEDER et al., 1999) onde a P_{Imáx} apresenta-se aproximadamente em 100 cmH₂O e os valores de P_{Emáx} aproximadamente 110 cmH₂O. Estes resultados vêm reafirmar a alta aplicabilidade e reprodutibilidade das provas pressóricas para medida de força dos músculos respiratórios, desde que os equipamentos sejam calibrados e a técnica seja executada corretamente.

Os estudos dos músculos respiratórios feitos por ROUSSOS & MACKLEM, em 1977 enfocam que os músculos respiratórios podem fadigar-se. GONÇALVES, em 1991 aponta para uma maior ocorrência da fadiga em portadores de doenças respiratórias. No caso de portadores de DPOC geralmente é observado depressão do estado nutricional que pode estar relacionado ao gasto energético excessivo. Segundo LEWIS & BELMAN, em 1988, pacientes com DPOC desenvolvem um estado de hipermetabolismo, caracterizado por um aumento do gasto energético basal. Segundo achados de DECRAMER & AUBIER, em 1997 o gasto energético elevado pode estar associado a elevado consumo de oxigênio

pelos músculos respiratórios devido ao aumento de sua carga de trabalho. Além destes fatores a desnutrição determina destruição excessiva de proteínas musculares esqueléticas e atrofia seletiva de fibras do tipo II. Este estado provoca diminuição da massa dos músculos (FIZ et al., 1989), (FIZ et al., 1990) que, associado a sobrecarga do trabalho muscular e à redução da duração dos níveis inspiratórios (DECRAMER & AUBIER, 1997), isso torna a musculatura respiratória mais susceptíveis à fadiga muscular respiratória. Para o estudo mais aprofundado de fadiga muscular é necessário que se registre a contração muscular e a sua capacidade de suportar carga. O uso do SAqDados permite o estudo do registro da pressão gerada pelo sistema respiratório, permitindo vários cálculos posteriores, inclusive comparações com futuros registros do mesmo paciente para verificar a evolução do comportamento pressórico gerado pelo paciente.

A aplicação do SAqDados, onde o paciente pode visualizar a realização da prova, poderia favorecer a obtenção de resultados mais altos atribuídos ao biofeedback visual, mas isso não se confirmou conforme verificamos nos resultados.

A principal vantagem do SAqDados é de armazenar os dados da pressão gerada em relação ao tempo, numa frequência de 100Hz, e através deste, fazer um estudo aprofundado de toda a

curva pressórica possibilitando quantificar o tempo necessário para o paciente atingir o pico máximo de pressão ou mesmo do tempo de relaxamento. Estas vantagens são importantes para aprofundar o conhecimento da fisiologia dos músculos respiratórios tanto em indivíduos saudáveis e atletas como em portadores de doenças respiratórias ou mesmo neuromusculares. Não minimizamos a importância, a eficácia e a validade do manovacuômetro anaeróide que, além de ser um equipamento de fácil utilização, apresenta baixo custo e a conveniência de ser portátil. Para uso ambulatorial o equipamento SAqDados apresenta alguns inconvenientes como

a dificuldade de locomoção do equipamento e o alto custo, pois envolve um conjunto de equipamentos eletrônicos já descritos, sendo mais adequada o seu uso em laboratórios de pesquisa que visem estudar os comportamentos dos músculos respiratórios.

O sistema de aquisição de dados - SAqDados é um equipamento eficaz, preciso e de resultados reprodutíveis similares aos resultados obtidos pelo manovacuômetro que permite, além da mensuração da força dos músculos respiratórios, medidas do tempo de sustentação da contração, velocidade de contração e relaxamento, trabalho e resistência muscular.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNOUILLI, E. *Arch. F. Exper. Path.*, 66:313, 1911. APUD- RAHN, H.; OTIS, A. B.; CHAOWICK, L. E.; FENN, W. O.. The pressure-volume diagram of the thorax and lung. *American Journal Physiology*, n.146, p.161, 1946.
- BLACK, L. F.; HYATT, R. E. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *American Review Respiratory Disease*. n. 99, p. 696-702, 1969.
- CAMELO JR., J. S.; TERRA FILHO, J.; MANSO, J. C. Maximal respiratory pressures in normal adults. *Jornal de Pneumologia*, v.11, n.4, p.181-184, 1985.
- COOK, C. D.; MEAD, J.; ORZALES, M. M. Static volume-pressure characteristics of the respiratory system during maximal efforts, *Journal Apply Physiology*. n.19, p.1016, 1964.
- DECRAMER, M.; AUBIER, M.. The respiratory muscles: cellular and molecular physiology. *European Respiratory Journal*, n.10, p.1943-1945, 1997.
- FIZ, J. A.; CARRERES, ROSELL, A.; MONTSERRAT, J. M.; RUIZ, J.; MORERA, J. Measurement of maximal expiratory pressure: effect of holding the lips. *Thorax*, n.47, p.961-963, 1992.
- FIZ, J. A.; MONTSERRAT, J. M.; PICADO, C.; PLAZA, V.; AGUSTI-VIDAL, A. How many manouvres should be done to measure maximal inspiratory mouth pressure in patients with chronic airflow obstruction? *Thorax* n.44, p.419-421, 1989.
- FIZ, J. A.; TEXIDÓ, A.; IZQUIERDO, J.; RUIZ, J.; ROIG, J.; MORERA, J. Postural variation of the maximum inspiratory and expiratory pressures in normal subjects. *Chest* n.97: 2, 1990.
- GONÇALVES, J. L. *Ventilação Artificial*. Paraná: Editora Lovise, 1991.
- JAQUET, A. *Arch. F. Exper. Path. U. Pharmakol. Suppl.* pg 309, 1908. APUD - RAHN, H.; OTIS, A. B.; CHAOWICK, L. E.; FENN, W. O.. The pressure-volume diagram of the thorax and lung. *American Journal Physiology*, n. 46, p.161, 1946.
- LEVIN, J. *Estatística aplicada a ciências humanas*. 2ª edição, São Paulo: Editora Harbra, 1985.
- LEWIS, M.; BELMAN, M. Nutrition and the respiratory muscles. *Clinics in chest medicine*, v.9, n. 2, p.337-348, 1988. APUD - Piva, A. L.; Teló, L. A. M.; Ribeiro, E. C. Estado nutricional e doença pulmonar: uma revisão Bibliográfica. *Fisioterapia em Movimento* v. 8, n.2 VIII(2), out/março, 1996.

- NEDER, J. A.; Andreoni, C.; Perez, C. e Nery, L. E. Reference values for lung function tests II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Brazilian Journal of Medical Research* v.32, n.6, p.719-728, 1999.
- RAHN, H.; OTIS, A. B.; CHAOWICK, L. E.; FENN, W. O. The pressure-volume diagram of the thorax and lung. *American Journal Physiology*, n. 46, p.161, 1946.
- REID, W. D.; DECHMAN, G. Considerations when testing and training the respiratory muscles. *Physical Therapy*. n.75, p.971-982, 1995.
- RINGQVIST, T. The ventilatory capacity in healthy subjects: an analysis of causal factors with special reference to the respiratory forces. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.*. n18 (supplement 88, p.1), 1966.
- ROHRER, F., *Pflüger's Arch.*, 165:419,1916. APUD - RAHN, H.; OTIS, A. B.; CHAOWICK, L. E.;
- ROUSSOS, C., MACKLEM, P. T. Diaphragmatic fatigue in man. *J. Appl Physiol : Respiratory Environmental Exercise Physiology*, n.43, p.189-197, 1977. APUD - DECRAMER, M.; AUBIER, M.. The respiratory muscles: cellular and molecular physiology. *European Respiratory Journal*, n.10, p.1943-1945, 1997.
- SENNER, W. *Pflüger's Arch* 190:97, 1921. APUD - RAHN, H.; OTIS, A. B.; CHAOWICK, L. E.;
- FENN, W. O. The pressure-volume diagram of the thorax and lung. *American Journal Physiology*, n.146, p.161, 1946.
- VINCKEN, W.; GHEZZO, H.; COSIO, M. G. Maximal static respiratory pressure in adults: normal values and their relationship to determinants of respiratory function. *Bull. Eur. Physiopathol. Respir.*, n.23, p.435-439, 1987.
- WEN, A., S.; WOO, S. M.; KEENS, T. G. How many maneuvers are required to measure maximal inspiratory pressure accurately. *Chest* 111, 3:802807, 1987.

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:

Prof. Antonio Fernando Brunetto
Hospital Universitário Regional do Norte do Paraná – HURNP/UUEL
Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Pulmonar - LFIP
sala 530 do CCS
Av. Robert Koch, 60, Vila Operária, Londrina - Pr CEP 86 035 000
Fone: (0xx43) 371-2477 e-mail: brunetto@uel.br