

CARMÉLIA BOMFIM JACÓ ROCHA

**AVALIAÇÃO DAS PRESSÕES RESPIRATÓRIAS MÁXIMAS
EM PACIENTES RENAIIS CRÔNICOS SUBMETIDOS
À HEMODIÁLISE**

CAMPINAS

Unicamp

2008

CARMÉLIA BOMFIM JACÓ ROCHA

**AVALIAÇÃO DAS PRESSÕES RESPIRATÓRIAS MÁXIMAS
EM PACIENTES RENAIIS CRÔNICOS SUBMETIDOS
À HEMODIÁLISE**

Tese de Doutorado apresentada à Pós-Graduação da
Faculdade de Ciências Médicas da Universidade
Estadual de Campinas para obtenção do título de
Doutor em Cirurgia, área de concentração em
Pesquisa Experimental

ORIENTADOR: PROFº DR. SEBASTIÃO ARAÚJO

CAMPINAS

Unicamp

2008

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS DA UNICAMP**

Bibliotecário: Sandra Lúcia Pereira – CRB-8ª / 6044

R582a Rocha, Carmélia Bomfim Jacó
Avaliação das pressões respiratórias máximas em pacientes renais crônicos submetidos à hemodiálise / Camélia Bomfim Jacó Rocha. Campinas, SP : [s.n.], 2008.

Orientador : Sebastião Araújo
Tese (Doutorado) Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Médicas.

1. Insuficiência renal crônica. 2. Hemodiálise. 3. Força muscular. 4. Mecânica respiratória. I. Araújo, Sebastião. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Médicas. III. Título.

Título em inglês: Evaluation of maximum respiratory pressures in chronic renal patients undergoing hemodialysis

Keywords: • Chronic renal failure
• Hemodialysis
• Muscular strength
• Respiratory mechanics

Titulação: Doutor em Cirurgia

Área de concentração: Pesquisa experimental

Banca examinadora:

Prof. Dr. Sebastião Araújo

Profa. Dra. Ilka de Fátima Santana Ferreira Boin

Profa. Dra. Desanka Dragosavac

Prof. Dr. José Meciano Filho

Prof. Dr. Mário Augusto Paschoal

Data da defesa: 16 - 12 - 2008

Banca examinadora da tese de Doutorado

Carmélia Bonfim Jacó Rocha

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Araújo

Membros:

1. Prof^a. Dr^a. Ilka de Fátima Santana Ferreira Boin

2. Prof. Dr. Mário Augusto Paschoal

3. Prof^a. Dr^a. Desanka Dragosavac

4. Prof. Dr. José Merciano Filho

5. Prof. Dr. Sebastião Araújo

Curso de pós-graduação em Cirurgia da Faculdade de Ciências Médicas
da Universidade Estadual de Campinas.

Data: 16/12/2008

DEDICATÓRIA

Ao Lucas, meu filho querido, ao João Kennedy, exemplo de marido, pela força, compreensão, apoio e muita paciência durante este período de ausência e ansiedade.

Aos meus Pais, José Luciano e Ieda, por sempre me proporcionarem condições para ir em busca do saber.

Enfim, àqueles que sempre estiveram e estão ao meu lado, enchendo-me de amor e prazer, e fazendo de cada objetivo por mim alcançado uma vitória de todos.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter possibilitado esta oportunidade, dando-me força e coragem para realizar este sonho.

Ao Prof. Dr. Sebastião Araújo, por ter acreditado, incentivado-me e orientado-me de forma serena e compreensiva.

Ao meu querido Prof. Dr. Norair Salviano dos Reis, por ter trilhado meu caminho desde o princípio e por continuar a acreditar no meu trabalho.

Ao Prof. Dr. Francisco Lello dos Santos, chefe do serviço de hemodiálise do Hospital Universitário Alzira Velano (HUAV), e à equipe de enfermagem, pelo apoio e calorosa receptividade durante a realização do estudo.

Aos pacientes portadores de insuficiência renal crônica, em tratamento hemodialítico, por terem participado de forma gentil neste trabalho.

O otimismo, como a esperança, significa uma forte expectativa de que, em geral, tudo vai dar certo na vida, apesar dos reversos e das frustrações.

Inteligência Emocional

Daniel Goleman

	PÁG.
RESUMO.....	<i>xiii</i>
ABSTRACT.....	<i>xv</i>
1- INTRODUÇÃO	17
1.1- Doença renal crônica.....	19
1.2- Diálise crônica.....	20
1.3- Hemodiálise crônica.....	20
1.4- Alterações respiratórias no paciente urêmico.....	22
1.5- Influência da hemodiálise na função respiratória.....	23
1.6- Força da musculatura respiratória.....	25
1.7- Pressões respiratórias.....	26
1.8- Pressões respiratórias máximas: elementos determinantes.....	27
1.9- Mensurações das pressões respiratórias máximas e suas limitações....	28
1.10- Valores de referências e limites das pressões respiratórias máximas.....	29
2- JUSTIFICATIVA E HIPÓTESE.....	32
3- OBJETIVOS.....	34
4- SUJEITOS E MÉTODOS.....	36
4.1- Aspectos éticos.....	37
4.2- Local e data da realização do estudo.....	37
4.3- Tipo de estudo.....	37
4.4- População estudada.....	37
4.5- Critérios de inclusão.....	37
4.6- Critérios de exclusão.....	38
4.7- Equipamentos.....	38

4.8- Procedimentos.....	38
4.9- Análise estatística.....	40
5- RESULTADOS.....	43
6- DISCUSSÃO.....	51
6.1- Características demográficas da população.....	52
6.2- Influência deletérica da insuficiência renal crônica na função pulmonar e nas pressões respiratórias máximas.....	53
6.3- Análise da metodologia utilizada frente à literatura.....	55
6.3.1- Postura corporal.....	55
6.3.2- O horário da realização das manobras.....	56
6.3.3- O equipamento e o método utilizado na mensuração das pressões respiratórias máximas.....	57
6.3.4- O efeito aprendido na mensuração das pressões respiratórias máximas.....	58
6.4- Comparação dos resultados obtidos no presente estudo com aqueles da literatura.....	59
6.5- Limitações do presente estudo.....	64
6.6- Considerações finais.....	65
7- CONCLUSÃO.....	67
8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
9- APÊNDICES.....	79
Apêndice 1- Termo de consentimento livre e esclarecido.....	80
Apêndice 2- Formulário de coleta de dados	81
Apêndice 3- Modelo de relatório de vacuometria.....	82
Apêndice 4- Planilha dos resultados de todos os pacientes.....	83

LISTA DE ABREVIATURAS

ATP	Adenosina trifosfato
cmH₂O	Centímetros de água
CPT	Capacidade pulmonar total
CRF	Capacidade residual funcional
CV	Capacidade vital
CVF	Capacidade vital forçada
DCLO	<i>Diffusing Capacity of the Lung for Carbon Monoxide</i> (Capacidade de difusão pulmonar do monóxido de carbono)
DM	Diabete melito
DP	Desvio padrão
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica
DRC	Doença renal crônica
EUA	Estados Unidos da América
FEF₂₅₋₇₅ %	Fluxo expiratório forçado de 25 a 75% da capacidade vital
GHz	Gigahertz
GNC	Glomerulonefrite crônica
HAS	Hipertensão arterial sistêmica
HD	Hemodiálise
HO	Hipótese nula
HUAV	Hospital Universitário Alzira Vellano
K	Depuração de uréia
MMEFR	<i>Maximum midexpiratory flow rate</i> (Taxa de fluxo expiratório máximo)

MVD300	Manovacuômetro digital
PEFR	<i>Peak expiratory flow rate</i> (Taxa de pico expiratório máximo)
PE_{máx}	Pressão expiratória máxima
PE_{máx} CPT	Pressão expiratória máxima medida ao nível de CPT
P_I	Pressão de retração elástica dos pulmões
PI_{máx}	Pressão inspiratória máxima
PI_{máx}VR	Pressão inspiratória máxima medida ao nível de VR
Prs	Pressão de retração elástica
Pw	Pressão de retração elástica da caixa torácica
t	Tempo (duração da sessão de hemodiálise)
VEF₁	Volume expiratório forçado no 1º segundo
VR	Volume residual
V_{UR}	Volume de distribuição de uréia no organismo
VVM	Ventilação voluntária máxima

LISTA DE TABELAS

	PÁG.
Tabela 1- Equações de referência elaboras por Black e Hyatt (1969).....	30
Tabela 2- Características (idade, peso-pré, peso-pós, tempo de hemodiálise) da população estudada.....	44
Tabela 3- Distribuição das doenças de base que causaram a DRC segundo o sexo dos pacientes.....	44
Tabela 4- Valores das pressões respiratórias máximas (PI _{máx} e PE _{máx} ; cmH ₂ O) preditos, pré- e pós- hemodiálise.....	45
Tabela 5- Coeficiente de correlação de Spearman entre a diferença de peso e as diferenças das pressões respiratórias máximas pós- vs pré-hemodiálise.....	47

LISTA DE FIGURAS

	PÁG.
Figura 1- Manovacuômetro digital MVD300®	40
Figura 2- Manovacuômetro digital MVD300® . Portas de conexão.....	41
Figura 3- Visualização gráfica do teste.....	41
Figura 4- Manovacuômetro digital MVD300® acoplado ao <i>notebook</i>	42
Figura 5- Valores das pressões inspiratórias máximas: prevista, pré- e pós hemodiálise.....	46
Figura 6- Valores das pressões expiratórias máximas: prevista, pré- e pós hemodiálise.....	47
Figura 7- Correlação entre a diferença de peso e as diferenças das pressões inspiratórias máximas pós- vs pré-hemodiálise.....	48
Figura 8- Correlação entre a diferença de peso e as diferenças das pressões expiratórias máximas pós- vs pré-hemodiálise.....	49
Figura 9- Comportamento da PImáx pós-hemodiálise nos subgrupos de pacientes com valores pré-hemodiálise menores ou maiores que 60 cmH ₂ O.....	50

RESUMO

JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS: As medidas das pressões inspiratória e expiratória máximas (PI_{máx} e PE_{máx}) são utilizadas para avaliar a integridade da musculatura respiratória medindo sua força. Em pacientes renais crônicos, o efeito da hemodiálise sobre essas variáveis ainda não se encontra bem estabelecido na literatura. O objetivo do estudo foi avaliar a influência da hemodiálise nos valores de PI_{máx} e PE_{máx}. **MÉTODO:** Foi realizado um estudo prospectivo, transversal, em uma amostra de conveniência, em que foram avaliados 35 indivíduos renais crônicos (26 homens e 9 mulheres), com idade entre 21 e 81 anos, no serviço de hemodiálise do Hospital Universitário Alzira Vellano, em Alfenas-MG. Os pacientes realizaram as medidas das PI_{máx} e PE_{máx}, na posição sentada (90°), utilizando um manovacuômetro digital (MVD 300[®]) acoplado a um microcomputador para a leitura e armazenamento dos dados obtidos, antes e após a hemodiálise. **RESULTADOS:** Tanto a PI_{máx} como a PE_{máx} foram menores que as preditas nos momentos pré- e pós-hemodiálise ($p < 0,0001$). Quando foram comparados os valores pré- e pós-hemodiálise, a PI_{máx} apresentou discreta melhora ($p = 0,0420$), sendo evidente apenas naqueles pacientes com valores pré-hemodiálise menores que 60 cmH₂O (Wilcoxon; $p = 0,0480$). A PE_{máx} pós-hemodiálise não foi diferente daquela pré-procedimento ($p = 0,4987$). **CONCLUSÃO:** Pacientes renais crônicos apresentam evidente comprometimento da função muscular respiratória e apenas uma sessão de hemodiálise não foi suficiente para melhorar de forma significativa suas pressões respiratórias, exceto por uma discreta melhora na força inspiratória observada naqueles que apresentavam uma PI_{máx} abaixo de 60 cmH₂O antes do procedimento.

Palavras chave: Pressões Respiratórias Máximas; Insuficiência Renal Crônica; Hemodiálise.

ABSTRACT

BACKGROUND AND OBJECTIVES: Maximal inspiratory and expiratory pressures (P_Imax e P_Emax) are used to evaluate the integrity of respiratory muscles by measuring their strength. The effects of hemodialysis on these variables in chronic renal failure (CRF) patients are not yet well established in the literature. The objective of this study was to evaluate the influence of hemodialysis on P_Imax and P_Emax values. **METHODS:** A prospective, transversal study was done in a convenience sample of 35 CRF patients (26 men and 9 women), aged between 21 and 81 years, at the Nephrology Division of the Alzira Vellano University Hospital of Alfenas/MG/Brazil. The patients had their P_Imax and P_Emax taken in the seated position (at 90°) by using a digital manovacuometer (MVD 300®) attached to a notebook for reading and recording data obtained before and after the hemodialysis session. **RESULTS:** P_Imax and P_Emax were found to be lower than those predicted at any moment (pre- and post-hemodialysis) ($p < 0.0001$). By comparing the values obtained pre-hemodialysis with those observed post-hemodialysis, P_Imax showed a slight improvement ($p = 0.0420$), particularly in those patients with pre-hemodialysis values lower than 60 cmH₂O (Wilcoxon; $p = 0.0480$). P_Emax values post-hemodialysis were not different from those observed pre-hemodialysis ($p = 0.4987$). **CONCLUSION:** CRF patients have serious impairment of their respiratory muscle function, and only one isolated hemodialysis session was not able to significantly improve their maximal respiratory pressures, except for a light improvement of inspiratory strength observed in those who had presented a P_Imax lower than 60 cmH₂O before the procedure.

Key Words: Maximal Respiratory Pressures; Chronic Renal Failure; Hemodialysis.

1- INTRODUÇÃO

A doença renal crônica (DRC) é atualmente um problema de saúde pública. O aumento da sua incidência vem sendo observado e decorre, principalmente, da maior expectativa de vida e do aumento na prevalência de diabetes melito e de hipertensão arterial na população. As estimativas para o ano de 2010 nos EUA alcançam cifras da ordem de 520.000 pacientes em diálise e 178.000 pacientes transplantados, com um aumento na população de pacientes renais crônicos projetados em 4,1% ao ano (Xue et al., 2005).

Dados do censo realizado em 2006 pela Sociedade Brasileira de Nefrologia mostraram uma prevalência de 383 pacientes em tratamento dialítico por milhão de habitantes no Brasil. Destes, 90,7% estão em programa de hemodiálise (HD) e 10,3%, em programa de diálise peritoneal. É notável o crescimento de pacientes em diálise no período de 2000 a 2006 (Sociedade Brasileira de Nefrologia, 2006).

A prevalência da DRC na fase não dialítica também é elevada e preocupante. No Brasil, estima-se que cerca de 1,4 milhão de indivíduos apresentem algum grau de disfunção renal (Romão et al., 2003; Oliveira et al., 2005).

Dos pacientes com DRC em terapia dialítica, a hemodiálise é a modalidade mais empregada (90,7%) (Sociedade Brasileira de Nefrologia, 2006). Essa intervenção é realizada normalmente três vezes por semana, três a quatro horas por sessão. Apesar de os avanços na HD terem melhorado a sobrevida dos pacientes, tal tratamento, isoladamente, não garante a preservação da qualidade de vida (Cheema e Singh, 2005).

Têm sido demonstradas importantes alterações na qualidade de vida de pacientes em HD (Cheema e Singh, 2005; Oh-Park et al., 2002). A capacidade funcional desses pacientes tem se mostrado reduzida, incluindo diminuição da atividade física, fraqueza muscular, anemia, disfunção ventricular, alterações metabólicas e hormonais diversas (Oh-Park et al., 2002). Estudos têm revelado que pacientes em HD são profundamente descondicionados fisicamente (Cheema e Singh, 2005).

As influências de diferentes fatores sobre a mecânica respiratória e as trocas gasosas pulmonares têm sido motivos de estudos há várias décadas, tanto em indivíduos normais como em pacientes com as mais variadas doenças acometendo o sistema respiratório, primária ou secundariamente, como a doença pulmonar obstrutiva crônica,

pós-operatórios de toracotomias, de laparotomias e cirurgias gerais, obesidade mórbida, insuficiência respiratória aguda e insuficiência renal crônica, além daqueles em uso de suporte ventilatório mecânico (Schaanning e Refsum, 1976; Sasaki et al., 1977; Seaton et al., 1979; Russel, 1981; Fiz et al., 1991; Ries, 1992; Mynster et al., 1996; Kim et al., 2002; Bark et al., 2002).

O desempenho de qualquer músculo pode ser avaliado por sua força, *endurance* e resistência à fadiga. A mensuração dessas características permite a obtenção de índices significativos para a avaliação funcional da musculatura respiratória (Schot e Jan, 2003).

Assim, as medidas das pressões respiratórias máximas [pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) e pressão expiratória máxima (PE_{máx})], realizadas rotineiramente à beira do leito com o auxílio de um manovacuômetro portátil, são procedimentos simples e úteis na avaliação de pacientes graves, podendo ser aplicados numa ampla gama de situações clínicas (Meade, 2001).

1.1- Doença renal crônica

A doença renal crônica (DRC) é uma síndrome clínica caracterizada pela perda lenta e irreversível da função renal. Segundo os guias norte-americanos de conduta em aspectos da DRC (NKF/DOQI – *National Kidney Foundation / Clinical Practices Guidelines for Chronic Kidney Disease*), a DRC caracteriza-se pela presença de dano renal ou redução da função renal por um período igual ou superior a três meses, independente de sua etiologia (*National Kidney Foundation*, 2002; Romão et al., 2004).

Em indivíduos normais, a taxa de filtração glomerular é da ordem de 110 a 120 ml/min, correspondendo à somatória da função individual de filtração de cerca de 2.000.000 de néfrons (glomérulos e túbulos renais). Em pacientes com DRC a filtração se reduz, podendo chegar, em casos avançados, até 10-5 ml/min, quando o tratamento dialítico ou o transplante renal se tornam necessários. A consequência bioquímica dessa redução funcional se traduz pela retenção, no organismo, de inúmeros solutos tóxicos, geralmente provenientes do metabolismo protéico, que podem ser avaliados indiretamente pelas dosagens da uréia e creatinina plasmáticas, que se elevam progressivamente (Draibe e Ajzen, 2001).

São várias as causas de DRC, destacando-se, dentre as mais comuns: glomerulonefrite crônica, nefropatia túbulo-intersticial crônica (pielonefrite), necrose cortical renal, hipertensão arterial grave, processos renais obstrutivos crônicos, diabetes, amiloidose, lúpus eritematoso disseminado, doenças hepáticas e outras, tais como rins policísticos e síndrome de Alport (Prado et al., 2001).

O quadro clínico de uremia só se desenvolve em fases muito tardias da DRC e o diagnóstico de síndrome urêmica estabelecida é por si uma indicação de iniciar terapia de reposição da função renal. Por esse motivo, o diagnóstico de DRC deve ser o mais precoce possível, pois só assim pode-se mudar sua história natural e retardar sua progressão, sobretudo nos casos secundários a uma causa reversível (obstrução urinária, drogas, infecção etc) (Schor e Srougi, 1998).

1.2- Diálise crônica

Como resultado do intenso desenvolvimento científico pelo qual a nefrologia passou nessas últimas cinco décadas, os pacientes renais crônicos e aqueles que por qualquer motivo sofreram perda aguda e irreparável das funções renais podem dispor de três métodos eficazes de tratamento para se manterem vivos: diálise peritoneal, hemodiálise e transplante renal. Em todo o mundo, centenas de milhares de pacientes são atualmente mantidos vivos graças à diálise crônica, seja peritoneal ou hemodiálise. No Brasil, há atualmente entre 30.000 e 35.000 pacientes sendo tratados, e estima-se que no mínimo 80 novos pacientes/10⁶ habitantes/ano passem a necessitar de tal procedimento, muitos optando livremente pela hemodiálise crônica, mantendo-se socialmente integrados e adaptando-se perfeitamente à nova condição de vida (Draibe e Ajzen, 2001).

1.3- Hemodiálise crônica

A aplicação clínica da hemodiálise teve início há mais de meio século. Quando do seu surgimento, era indicada apenas para o tratamento da insuficiência renal aguda, com o intuito de manter o paciente vivo o tempo suficiente para a recuperação da função renal.

A hemodiálise como tratamento da uremia crônica difundiu-se a partir da década de 60, mudando o curso natural de uma doença até então inexoravelmente fatal. A popularização da hemodiálise se deveu a avanços tecnológicos que incluem o aprimoramento de máquinas e dialisadores mais eficientes e seguros e também ao desenvolvimento de técnicas cirúrgicas de confecção de acessos vasculares permanentes, permitindo que mais de um milhão de pessoas no mundo tenham suas vidas mantidas na ausência de um órgão vital, graças à terapia renal substitutiva (Lysaght, 2002).

A hemodiálise crônica é a modalidade de tratamento dialítico mais aceita universalmente. Os pacientes renais crônicos podem submeter-se à hemodiálise como primeira escolha, ou, então, após certo período de tratamento em diálise peritoneal. A situação clínica do paciente e as disponibilidades materiais da instituição hospitalar constituem fatores importantes a serem considerados na escolha do método dialítico a ser empregado (Draibe e Ajzen, 2001).

Para a realização da hemodiálise são necessários vários equipamentos, locais apropriados e equipe especializada, sendo por isso de alto custo operacional. Nos países desenvolvidos esse custo é reduzido pela realização de diálise em domicílio ou em centros não hospitalares. Geralmente, uma fístula artério-venosa criada cirurgicamente em membro superior ou inferior serve de acesso à circulação. Duas a três vezes por semana, durante um período de quatro a seis horas, realiza-se uma sessão de hemodiálise, estabelecendo-se, a partir da fístula, a circulação extra-corpórea do sangue do paciente, que passa pelo dialisador, módulo que permite a troca de solutos entre o plasma urêmico e o banho de diálise (Draibe e Ajzen, 2001).

Desde os primórdios da hemodiálise buscou-se definir um parâmetro que pudesse medir a eficácia do tratamento e que também tivesse correlação com o risco de complicações e mortalidade. A avaliação laboratorial mais exaustivamente estudada e que guarda estreita correlação com o risco de mortalidade é o Kt/V de uréia (Gotch e Sargent, 1985; Held et al., 1996).

A eficiência da hemodiálise pode ser avaliada a cada sessão calculando-se o Kt/V de uréia, onde K = depuração da uréia do dializador (ml/min), t = duração da sessão (min) e V = volume de distribuição de uréia no organismo ($V = 0,6 \times \text{peso corporal}$),

em ml). Uma sessão de diálise crônica de boa eficiência resulta em Kt/V igual ou maior que 1,2; quando abaixo de 0,8 é considerada de baixa eficiência. Esses valores foram definidos para pacientes submetidos a três sessões semanais de hemodiálise. Nessas condições, o tempo mínimo de duração da sessão de hemodiálise seria aquele necessário para obter Kt/V igual a 1,2 (Draibe e Ajzen, 2001).

O tempo semanal da hemodiálise tem sido reduzido com a realização de “hemodiálise de alto desempenho”, que usa membranas de alta permeabilidade, banho de diálise contendo bicarbonato e equipamentos mais modernos.

1.4- Alterações respiratórias no paciente urêmico

A uremia se refere à síndrome clínica traduzida por uma profunda perda da função renal, quer aguda ou crônica. O estado urêmico representa a falência não apenas da excreção renal, mas também do metabolismo renal/função endócrina, frequentes em vários órgãos do corpo. A disfunção pulmonar pode ser resultado direto das toxinas da circulação urêmica ou pode resultar indiretamente do aumento da volemia, anemia, supressão imune, calcificação extra-óssea ou má-nutrição (Hopps e Wissler, 1955; Fabris et al., 1982; DiPrado et al., 1984).

Em contraste com outros órgãos, o sistema pulmonar é afetado duplamente: pela doença (uremia) e pelo tratamento (hemodiálise ou diálise peritoneal) (Prezant et al., 1990).

Expressões comuns do pulmão urêmico são edema pulmonar, fibrose, hipertensão pulmonar, hemossiderose e efusão pleural (Nidus et al., 1969; Bush e Gabriel, 1985).

Berger et al. (1975) descreveram 14 pacientes com insuficiência renal crônica e efusão pleural atribuída à síndrome urêmica e não à congestão pulmonar. Em 10 dos 14 pacientes, o líquido pleural foi sero-sanguinolento ou hemorrágico e tinha características de exudato. Biópsia pleural na autópsia mostrou uma pleurite fibrinosa. Acredita-se que a efusão hemorrágica seja secundária ao uso de heparina durante a hemodiálise e que a pleurite fibrinosa com restrição pulmonar possa ocorrer a longo prazo.

A existência de um “pulmão urêmico” é controversa. Esta denominação refere-se ao achado radiológico de uma opacificação (congestão) pulmonar bilateral que se estende do hilo para a periferia, poupando os ápices ou bases. Alguns autores atribuem o achado a uma insuficiência ventricular esquerda, e também postula-se a existência de uma toxina urêmica que aumenta a permeabilidade capilar pulmonar, causando transudação do líquido (Riella e Percoit-Filho, 2003). O tratamento dialítico com remoção de volume usualmente resolve o quadro. A hiperventilação secundária à acidose expandiria preferencialmente os alvéolos e evitaria a coleção de líquido perifericamente. A acidose também pode levar à constrição das arteríolas periféricas do pulmão (Riella e Percoit-Filho, 2003).

Exames histoquímicos de biópsia muscular de pacientes urêmicos revela atrofia de fibras tipo II. Os sintomas de envolvimento muscular se traduzem por fadiga, fraqueza, atrofia, irritabilidade e câimbras (Riella e Percoit-Filho, 2003).

Em pacientes com falência renal crônica, sem evidências clínicas ou radiológicas de doenças cardiopulmonares, também é comum encontrar manifestações de limitação ao fluxo aéreo em pequenas vias aéreas (Prezant et al., 1990).

A doença pulmonar restritiva que ocorre em um paciente urêmico pode ser devida à calcificação pulmonar extraóssea, vasculite, infecção e/ou efusão pleural (Lawton et al., 1968; Pillay e Schwartz, 1972).

1.5- Influência da hemodiálise na função respiratória

A falência renal crônica e seu séquito de alterações metabólicas podem resultar em uma variedade de condições fisiopatológicas que favorecem o desenvolvimento de fraqueza muscular respiratória. Entretanto, muito pouco é conhecido sobre o desempenho dos músculos respiratórios e os efeitos agudos da hemodiálise nestes.

Paltiel et al. (1997) realizaram uma investigação da *performance* dos músculos inspiratórios em pacientes com DRC submetidos a tratamento dialítico. Foram determinadas a pressão estática máxima inspiratória e a resistência dos músculos em 21

pacientes (13 homens e 8 mulheres), antes e depois da diálise. A força muscular inspiratória antes da diálise mostrou-se significativamente reduzida em todos os sujeitos ($P_{Imax} = 52,9\%$ do previsto), exceto em um deles. Depois da diálise, a P_{Imax} aumentou em 18 pacientes, diminuiu em um e ficou inalterada em dois. A resistência do músculo inspiratório era quase normal antes da diálise. Depois da diálise a resistência do músculo aumentou em 13 pacientes, diminuiu em cinco e ficou inalterada em três. Os autores concluíram, então, que em pacientes com falência renal crônica recebendo hemodiálise de manutenção existe uma redução pré-diálise na força do músculo inspiratório e uma redução menos significativa na resistência muscular. Após a hemodiálise, ambos, força e resistência do músculo inspiratório, aumentaram significativamente na maioria dos sujeitos, mas não em todos.

Saiki et al. (1980) relataram também diminuição da força dos músculos expiratórios e inspiratórios pré-diálise em seus pacientes, resultado similar ao encontrado por Paltiel et al. (1997), e até mesmo uma diminuição maior após a diálise. Esses resultados também foram encontrados por Back et al. (1988).

Davenport e Williams (1988) relataram decréscimo de 13% da taxa de pico de fluxo expiratório depois de 30 minutos de hemodiálise usando a membrana de diálise *cuprophane*.

A falência renal crônica pode resultar em uma variedade de condições, tais como neuropatia e miopatia, levando à fraqueza do músculo. Ademais, pacientes com falência renal crônica recebendo tratamento dialítico estão sujeitos a mudanças rápidas no volume e na composição bioquímica dos fluidos corporais, o que pode afetar adversamente a função muscular respiratória (Jabsen et al., 1967; Floyd et al., 1974).

Outras disfunções respiratórias também foram observadas em pacientes com uremia submetidos à hemodiálise. Rossing et al. (1986) utilizaram pletismografia de indutância respiratória para demonstrar que a diminuição na ventilação-minuto durante a hemodiálise resulta da redução no volume corrente, mais do que da frequência respiratória, enquanto DeBacker et al. (1987) demonstraram um decréscimo similar no volume corrente e numerosas apnéias de origem central durante a hemodiálise.

1.6- Força da musculatura respiratória

A força da musculatura respiratória depende do comprimento do músculo e de sua velocidade de encurtamento. No sistema respiratório, a relação força-comprimento pode ser expressa indiretamente como curva pressão-volume, enquanto a relação força-velocidade é descrita em termos de pressão-fluxo. Essas curvas descrevem o comportamento geral da bomba ventilatória, porém não oferecem informações diretas sobre as propriedades intrínsecas de grupos musculares respiratórios isolados (Derrene et al., 1978).

Na confirmação desses princípios, mostrou-se experimentalmente que a pressão inspiratória máxima diminui com o aumento do volume pulmonar, enquanto a pressão expiratória máxima aumenta (Rahn et al., 1946).

A força de contração da musculatura respiratória está diretamente relacionada com as propriedades fisiológicas intrínsecas dos músculos. As pressões geradas no sistema respiratório dependem das forças geradas durante a contração muscular e das propriedades elásticas do pulmão e da parede torácica. Sendo assim, a força da musculatura respiratória foi definida como a pressão máxima ou mínima desenvolvida dentro do sistema respiratório num volume pulmonar específico (Bird e Hyatt, 1968; Cook et al., 1964).

A contração muscular tem como sua principal fonte de energia o trifosfato de adenosina (ATP), que é produzido por fosforilação oxidativa. Os principais combustíveis para esse processo são os carboidratos (glicogênio e glicose) e os ácidos graxos livres. Em repouso, quantidades iguais de energia são derivadas dos carboidratos e gorduras. A contribuição dos ácidos graxos livres ocorre durante baixos níveis de exercício, mas, à medida que o exercício progride, são derivadas maiores quantidades de energia dos carboidratos. O trabalho máximo depende quase que exclusivamente dos carboidratos, e o desenvolvimento de exercícios de resistência está diretamente relacionado à taxa em que os depósitos de carboidratos são depurados (Cenachi-Coelho e Rodrigues-Machado, 2008).

As forças dos músculos inspiratórios e expiratórios são determinadas pelas mensurações das pressões estáticas máximas inspiratória (P_{Imax}) e expiratória (P_{Emax}), respectivamente. Ambas são medidas como as pressões estáticas desenvolvidas na boca em um dado volume pulmonar (Leith e Bradley, 1976).

1.7- Pressões respiratórias

As pressões inspiratórias máximas (PI_{máx}) e expiratórias máximas (PE_{máx}) produzidas na boca durante esforços estáticos são consideradas como um reflexo da força dos músculos respiratórios. As relações entre essas pressões estáticas máximas com a idade, sexo e desenvolvimento muscular geral foram descritas por Black e Hyatt (1969) e por Arora e Rochester (1982), assim como a influência do volume pulmonar em que as medidas foram feitas (Rahn et al., 1946; Cook et al., 1964; Kacmarec et al., 1989; Ringqvist et al., 1966).

O teste mais amplamente utilizado para a avaliação da força global dos músculos inspiratórios e expiratórios é o de mensuração das pressões estáticas máximas em nível da boca (Hamnegard et al., 1994). Esses testes têm a vantagem de serem não-invasivos, e valores normais encontram-se bem estabelecidos em adultos (Black e Hyatt, 1969; Bruschi et al, 1992; Neder et al., 1999) e crianças (Gauthier e Zioman, 1983).

Uma PI_{máx} alta (> 80 cmH₂O) ou uma PE_{máx} alta (> 90 cmH₂O) excluem fraqueza inspiratória ou expiratória clinicamente importante (Polkey et al., 1995).

A PI_{máx} e a PE_{máx} são influenciadas pela idade (Black e Hyatt, 1969; Wilson et al., 1984), sexo (Hamnegard et al., 1994), postura (Koulouris et al., 1989), volume pulmonar e tipo de bocal utilizado no equipamento de mensuração (Moxham e Goldstone, 1994; Kacmarek et al., 1989; Ringqvist et al., 1966), envelhecimento (Ermini, 1976), padrão respiratório durante as medições (Zakynthinos et al., 1999) e *drive* neural do paciente (Neder et al., 1999).

Elas são preferencialmente medidas na posição sentada, usando um bocal padrão (Hamnegard et al., 1994).

Convencionalmente, a PI_{máx} é medida a partir do volume residual (VR) e a PE_{máx} a partir da capacidade pulmonar total (CPT), com o uso de um clipe nasal. A mais alta pressão registrada e mantida por um segundo representa a PI_{máx} ou PE_{máx} (Syabbalo, 1998).

Essas pressões são mensuradas utilizando um aparelho aneróide denominado manovacuômetro, capaz de medir pressões negativas e positivas (Gilbert et al., 1978; Neder et al., 1999). No momento em que o executor dá a ordem de comando o indivíduo realiza uma inspiração profunda, gerando, dessa forma, uma pressão negativa máxima inspiratória (PImáx). Partindo de uma inspiração máxima, quando ele faz uma expiração forçada mede-se a pressão positiva máxima expiratória (PEmáx). Em sua extremidade, um tubo oco, com diâmetro variando de 1,5cm a 10,5cm e o comprimento de 6,5 a 25,0cm, ligado a uma peça bucal de borracha, plástico ou silicone, servirá de interface entre o aparelho e o indivíduo. Essa peça bucal cilíndrica, de calibre que pode variar de 3,2 a 4,0mm, é colocada dentro da boca e deve ser firmemente ocluída com os lábios (superior e inferior) para que não ocorram vazamentos (Cook et al., 1964; Rubinstein et al., 1988; Neder et al., 1999).

1.8- Pressões respiratórias máximas: elementos determinantes

Mensurações de PImáx e PEmáx são testes rotineiros, rápidos e de caráter não-invasivo para se avaliar a função dos músculos respiratórios, podendo, inclusive, serem realizados à beira do leito com equipamentos portáteis (Hamnengard et al., 1994). A mensuração da PImáx ainda é o único teste mais utilizado para a avaliação da força dos músculos inspiratórios, assim como a da PEmáx também é o único teste amplamente disponível para avaliar a força dos músculos expiratórios (Syabbalo, 1998). Quando o volume de ar contido nos pulmões é igual à capacidade residual funcional (CRF), a pressão de retração elástica do sistema respiratório (Prs) é nula, significando que o sistema respiratório encontra-se em equilíbrio, perdendo o poder de expansão e retração. Quando os volumes pulmonares encontram-se acima da CRF, como ocorre em nível de capacidade pulmonar total (CPT), a Prs é positiva, ou seja, o sistema tende a se retrair produzindo expiração. Quando os volumes pulmonares encontram-se abaixo da CRF, como ocorre em nível de volume residual (VR), a Prs é negativa, e o sistema tende a se expandir produzindo a inspiração (Souza, 2002).

As aferições das pressões respiratórias máximas dependem basicamente de dois grandes fatores: o entendimento das manobras a serem realizadas e a vontade do sujeito em cooperar durante o procedimento, realizando, dessa forma, movimentos e esforços respiratórios realmente máximos. Confirmadas a compreensão das manobras e a efetiva colaboração do sujeito, os valores de $PI_{máx}$ e da $PE_{máx}$ dependem não só da força dos músculos respiratórios, mas também do volume pulmonar em que foram feitas as mensurações e do correspondente valor da pressão de retração elástica do sistema respiratório (Prs), que resulta da soma algébrica das pressões de retração elástica dos pulmões (P_I) e da caixa torácica (P_W) (Souza, 2002).

1.9- Mensurações das pressões respiratórias máximas e suas limitações

Mensurações da $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$ são testes volitivos que dependem da compreensão e da colaboração dos sujeitos avaliados. Esforços submáximos podem resultar em valores baixos, e, não obstante, reproduzíveis (Aldrich e Spiro, 1995).

Alguns sujeitos saudáveis, quando submetidos a essas mensurações, acham-nas difíceis, cansativas ou desconfortáveis. Isso explica, em parte, a excessiva amplitude das faixas de normalidades disponíveis. Tal amplitude diminui a sensibilidade das mensurações para identificar os pacientes com fraqueza dos músculos respiratórios. Nos idosos, nos indivíduos com fraqueza ou paralisia dos músculos da face (nos quais vazamentos peri-orais podem falsear os resultados) e nas pessoas com debilidade muscular dos membros, a dificuldade da realização dos testes aumenta (Souza, 2002).

A interpretação dos resultados é uma outra questão delicada. Valores elevados de $PI_{máx_{VR}}$ (superiores a 80cmH₂O) (Polkey e Green, 1995) e de $PE_{máx_{CPT}}$ (superiores a 90cmH₂O) (Syabbalo, 1998) permitem afastar a presença de fraqueza muscular respiratória clinicamente significativa, mas valores baixos podem ser difíceis de interpretar se não forem corrigidos em função dos volumes pulmonares (Moxham, 1996). Para a realização dessa correção, deve ser feita a mensuração dos volumes pulmonares estáticos, exame mais demorado, mais complexo e mais dispendioso. Além disso, a correção em função dos volumes pulmonares é influenciada pelos valores de referência escolhidos para a $PI_{máx_{VR}}$, $PE_{máx_{CPT}}$ e para a CPT (Souza, 2002).

1.10- Valores de referência e limites das pressões respiratórias máximas

Vários pesquisadores avaliaram as pressões respiratórias máximas em indivíduos saudáveis, de ambos os sexos, nas diversas faixas etárias (compreendidas em geral entre 20 e 80 anos), e publicaram seus achados sob a forma de tabelas ou equações de regressão para os cálculos dos valores de referência (Souza, 2002).

Os valores de referência mais usualmente citados são aqueles publicados por Black e Hyatt (1969). Os autores mediram a PImáx e a PEmáx em 120 indivíduos sadios (60 homens com idade entre 20 e 80 anos e 60 mulheres com idade entre 20 e 86 anos). Nenhum indivíduo apresentava sintomas respiratórios e/ou anormalidades nas radiografias de tórax ou qualquer tipo de disfunção neuromuscular. Havia sim, fumantes, e alguns indivíduos mais familiarizados com a técnica do exame, tais como médicos e técnicos de laboratório. Na tabela 1 encontram-se os valores de PImáx e PEmáx relatados por Black e Hyatt (1969).

Todavia, notam-se habitualmente grandes discordâncias entre os valores tradicionais de referência da literatura e aqueles obtidos na prática ou em ensaios clínicos, o que tem levado alguns autores a admitirem que talvez não sejam válidos para todas as populações ou diferentes circunstâncias metodológicas, recomendando que valores normais de referência apropriados para cada população, laboratório ou aparelhos devam ser estabelecidos para a obtenção de conclusões válidas nos diferentes estudos (Ordiales Fernandez et al., 1995; Neder et al., 1999).

Tabela 1- Equações de referência elaboradas por Black e Hyatt (1969).

Sexo	Idade (anos)	Equação
Homens	Todas as idades	$P_{Imáx} = 143 - 0,55 A$ $P_{Emáx} = 268 - 1,03 A$
	20 – 54	$P_{Imáx} = 129 - 0,13 A$ $P_{Emáx} = 229 + 0,08 A$
	55 – 80	$P_{Imáx} = 120 - 0,25 A$ $P_{Emáx} = 353 - 2,33 A$
Mulheres	Todas as idades	$P_{Imáx} = 104 - 0,51 A$ $P_{Emáx} = 170 - 0,53 A$
	20 – 54	$P_{Imáx} = 100 - 0,39 A$ $P_{Emáx} = 158 - 0,18 A$
	55 – 86	$P_{Imáx} = 122 - 0,79 A$ $P_{Emáx} = 210 - 1,14 A$

A = idade em anos; $P_{Imáx}$ = pressão inspiratória máxima(cmH₂O); $P_{Emáx}$ = pressão expiratória máxima (cmH₂O).

A força contrátil desses músculos pode estar modificada em diferentes situações patológicas que levam a alterações nas pressões inspiratórias. Essas alterações das pressões inspiratórias podem ser classificadas em fraqueza muscular quando a $P_{Imáx}$ for inferior a 20cmH₂O, sendo esta situação não reversível com o repouso, e em fadiga muscular, que representa a incapacidade ao músculo em manter atividade por determinado tempo, podendo a força estar normal, mas o músculo não tem resistência para se manter em atividade. A fadiga dos músculos é reversível com períodos de repouso de 24 horas. Os músculos com fraqueza têm maior facilidade à fadiga (Carvalho et al., 2004).

Clinicamente, a mensuração da $P_{Imáx}$ tem maior importância porque é indicativa de capacidade ventilatória, do desenvolvimento da insuficiência respiratória e determinante do volume corrente. Situações como desordens neuromusculares, lesões da musculatura respiratória (diafragma e músculos acessórios), hiperventilação e má formação torácica grave comprometem a $P_{Imáx}$. A mensuração da $P_{Emáx}$ é importante para diagnosticar desordens neuromusculares, mas não é tão significativa como a $P_{Imáx}$ para avaliar a capacidade ventilatória (Alexandre et al., 2008).

Para se determinar se um indivíduo apresenta uma PImáx baixa, esse valor tem que estar abaixo de 60% do valor predito. Este valor predito é baseado em variáveis como sexo e idade (Neder et al., 1999), peso corporal (Wilson et al., 1984) e altura (Kera e Maruyama, 2005).

Valores acima de 60 cmH₂O excluem clinicamente a fraqueza dos músculos respiratórios (Polkey et al., 1995) e já é consenso que pacientes com $P_{Imáx} \leq 60$ cmH₂O necessitem de treinamento específico da musculatura respiratória (Alexandre et al., 2008).

2- JUSTIFICATIVA E HIPÓTESE

Nos centros de hemodiálise, é comum encontrarmos pacientes debilitados e espoliados antes, durante e após as sessões de hemodiálise.

Dessa maneira, considerando a condição clínica dos pacientes renais crônicos como sendo crítica, é esperado que eles apresentem redução da eficiência de seus músculos respiratórios, com alto risco de apresentarem complicações pulmonares durante sua evolução.

Sendo as medidas da PImáx e PEmáx de fácil obtenção, e levando-se em conta que os valores obtidos permitem uma avaliação relativamente precisa da situação funcional dos músculos respiratórios, seria importante avaliar não só o seu grau de comprometimento em condições basais, mas também qual a influência da sessão hemodialítica sobre ela.

Assim, esta investigação clínica foi justificada pelo fato de a literatura não ser clara sobre o assunto. A hipótese nula (H_0) da presente investigação é que, em pacientes com doença renal crônica terminal, a sessão hemodialítica, isoladamente, não influencia de modo significativo os valores das pressões respiratórias máximas.

3- OBJETIVOS

- 1) Avaliar a força muscular respiratória em pacientes com doença renal crônica por meio de medições das pressões respiratórias máximas (PImáx e PEmáx) e comparar os valores obtidos com os padrões normais descritos em literatura.
- 2) Avaliar a influência da sessão hemodialítica nos valores das pressões respiratórias máximas (PImáx e PEmáx) nestes pacientes.

4- SUJEITOS E MÉTODOS

4.1- Aspectos éticos

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade José do Rosário Vellano, sob o parecer nº 106/2005, e um termo de consentimento livre e esclarecido, por escrito, foi obtido de cada paciente, antes de sua inclusão na investigação.

4.2- Local e data da realização do estudo

A coleta de dados foi realizada de agosto a setembro de 2005, no setor de hemodiálise do Hospital Universitário Alzira Vellano, em Alfenas, MG.

4.3- Tipo de estudo

Tratou-se de um estudo prospectivo, descritivo, transversal, em uma amostra de conveniência.

4.4- População estudada

Foram incluídos no estudo 35 pacientes de ambos os sexos, com DRC secundária a variadas doenças de base, submetidos rotineiramente a sessões de hemodiálise.

4.5- Critérios de inclusão

Pacientes com idade ≥ 18 anos, com DRC de qualquer etiologia, em terapêutica hemodialítica há mais de um mês e que estavam conscientes e colaborativos.

4.6- Critérios de exclusão

Pacientes com idade < 18 anos, gestantes ou em lactação, em tratamento hemodialítico há menos de um mês, pouco colaborativos ou que se recusassem a assinar o termo de consentimento livre e esclarecido.

4.7- Equipamentos

Foi utilizado um equipamento microprocessado (manovacuômetro digital, modelo MVD300[®], fabricado por MDI Produtos e Sistemas Ltda, com número de série 00000043) (**Figuras 1 e 2**). Este aparelho possui certificado de calibração número 0016/2005, e tem como características a unidade de medida em cmH₂O, com resolução de 1 cmH₂O, e capacidade de medição até 500 cmH₂O. O padrão utilizado para a calibração estava codificado como MVD300[®] n/s 14, calibrado em 27/07/2005, com validade até 26/11/2005, certificado DIMCI 1984/2004, expedido pelo INMETRO.

Além da verificação das pressões, o equipamento fornece, através de programa específico, gráficos e valores previstos para cada paciente de acordo com o sexo, idade, peso e altura, baseado em artigo científico que avaliou e estabeleceu valores para a população brasileira (Neder et al., 1999). Esses dados foram visualizados *on line*, lançados no programa do aparelho (*software* versão 1.4, *hardware* versão 1.27) e analisados posteriormente (**Figura 3**).

O computador ao qual foi acoplado o MVD300 foi um *notebook* Toshiba, Pentium 1.6 GHz, com tecnologia Intel-Centrino (**Figura 4**).

4.8- Procedimentos

Os sujeitos voluntários foram primeiramente orientados sobre os procedimentos do estudo, sendo-lhes explicado minuciosamente a técnica a ser utilizada, salientando seu caráter não-invasivo e a virtual ausência de contra-indicações.

Todos os sujeitos, ainda em jejum, foram pesados, medidos, os dados vitais foram aferidos, sendo então submetidos a avaliações das pressões respiratórias máximas (PI_{máx} e PE_{máx}), procedimentos que, dependendo da compreensão e cooperação dos mesmos, tiveram duração média em torno de 15 minutos. Após as medições, os pacientes foram direcionados ao refeitório para receberem alimentação e, logo em seguida, foram colocados na máquina de hemodiálise. O tempo total entre a pesagem e o início da hemodiálise ficou estimado em cerca de 30 minutos. Ao término da sessão hemodialítica, logo após a sua desconexão da máquina, os pacientes foram imediatamente pesados e novamente submetidos às aferições das pressões respiratórias máximas, sendo logo após reencaminhados ao refeitório.

Os sujeitos foram orientados a realizar respirações conectados ao MVD300[®] por meio de uma linha de pressão e de um bocal individual. O material, além de ser individualizado, foi todo submetido à esterilização com óxido de etileno pelo serviço do HUAV.

Não houve contato prévio do examinador com os pacientes antes do dia do exame, a técnica foi não-invasiva e somente foi explicado aos sujeitos os padrões respiratórios necessários para cada medida específica, sendo feito um breve ensaio antes que as medidas válidas fossem registradas, com a finalidade destes se familiarizarem com a técnica.

Para medir a PI_{máx}, um clipe nasal foi posicionado e o sujeito orientado a colocar o bocal de conexão ao manovacuômetro. Em seguida, era-lhe solicitado que esvaziasse os pulmões, assoprando o máximo possível, em nível de VR, e realizasse então uma inspiração máxima até o nível de CPT, mantendo-a por um segundo. Essa manobra foi repetida três vezes e teve seus valores registrados pelo equipamento. O maior valor registrado foi aquele utilizado para a análise.

Para medir a PE_{máx}, foi solicitado ao sujeito que enchesse os pulmões de ar o máximo possível, até o nível de CPT, fazendo uma inspiração forçada, e depois, com o clipe nasal e o bocal de conexão ao manovacuômetro corretamente posicionados, que realizasse uma expiração máxima até o nível de VR, mantida por um segundo. Essa

manobra também foi realizada três vezes e seus valores registrados pelo equipamento. O maior valor registrado foi aquele utilizado para a análise.

Em seguida, foi analisado o histórico do paciente com os valores obtidos pelos testes e os valores de referências previstos para cada sujeito.

4.9- Análise estatística

A avaliação da normalidade de distribuição dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk. Para a comparação das pressões preditas inspiratórias e expiratórias nos momentos pré- e pós-hemodiálise foi utilizado o teste *t* de Student pareado e o teste de Wilcoxon. O coeficiente de Spearman foi utilizado para verificar a existência ou não de correlação entre as diferenças de pressões inspiratórias e expiratórias com as diferenças de peso pré- e pós-hemodiálise. Os resultados foram considerados estatisticamente significativos quando $p < 0,05$.



Figura 1- Manuvacuômetro utilizado no experimento (MVD-300[®]).



Portas de conexão

Figura 2- Portas de conexão do manovacuômetro MVD-300®.

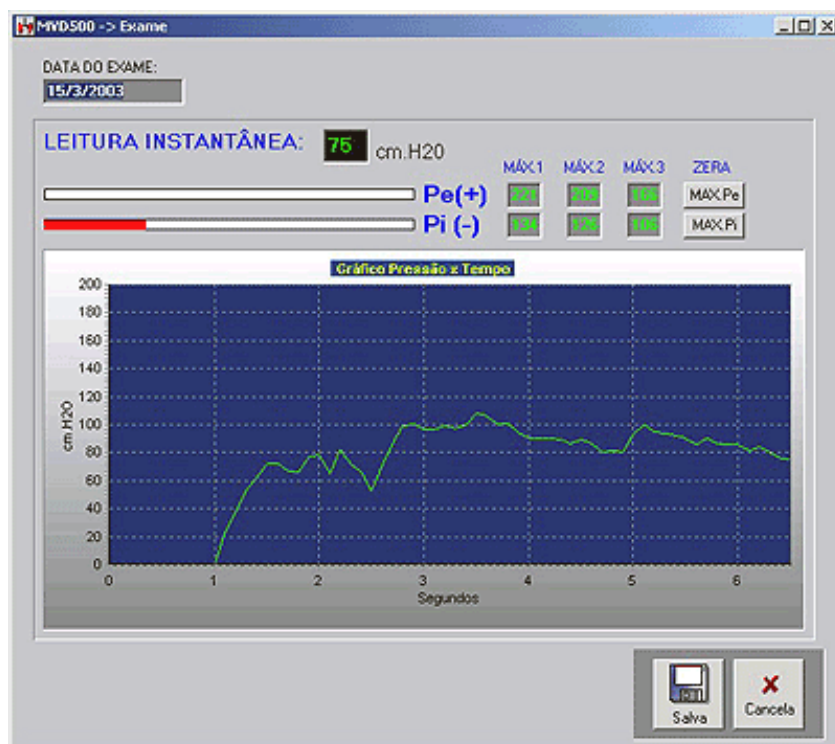


Figura 3- Exemplo de visualização gráfica do teste.



Figura 4- MDV300[®] acoplado ao notebook

5- RESULTADOS

Com relação a algumas características descritivas da população estudada, observou-se uma idade média de 51,7 anos, peso médio pré-hemodiálise de 62,0 kg e pós-hemodiálise de 60,0 Kg e um tempo médio em tratamento hemodialítico até a data do exame de 654,0 dias (**Tabela 2**).

Tabela 2- Características descritivas (idade, peso-pré, peso-pós, tempo de hemodiálise) da população estudada (n = 35).

Variáveis	Média	DP	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	51,7	14,7	21,0	81,0
Peso pré-hemodiálise (kg)	62,0	12,3	37,0	88,0
Peso pós-hemodiálise (kg)	60,0	12,0	36,0	86,0
Tempo de tratamento dialítico (dias)	654,0	357,3	46,0	1265,0

Dentre os pacientes, 74,3 % eram homens, e das doenças de base que levaram à DRC, o diabetes melito foi a principal causa, estando presente 40,0 % deles (**Tabela 3**).

Tabela 3- Distribuição das doenças de base que levaram à DRC segundo o sexo dos pacientes (n = 35).

Sexo	Doença de base			Total
	DM	GNC	HAS	
Feminino	2	4	3	9
Masculino	12	8	6	26
Total (%)	14 (40)	12 (34)	9 (26)	35 (100)

DM = diabetes melito; GNC = glomerulonefrite crônica; HAS = hipertensão arterial sistêmica

Os valores da PImáx e da PEmáx, tanto os preditos como os registrados pré- e pós-hemodiálise, assim como suas diferenças nos dois períodos de mensuração, e os pesos pré- e pós- seguiram aproximadamente uma distribuição normal (Shapiro-Wilk; $p > 0,1000$). Já as variáveis: diferença de peso (pós- vs pré-hemodiálise), pressão arterial (sistólica e diastólica), frequências cardíaca e respiratória pré- e pós-hemodiálise, não apresentaram uma distribuição normal (Shapiro-Wilk, $p < 0,1000$). Os valores das pressões respiratórias máximas encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4- Valores das pressões respiratórias máximas (PI_{máx} e PE_{máx}; cmH₂O) preditos e pré- e pós-hemodiálise (n = 35).

Pressão	PI _{máx}				PE _{máx}			
	Média	DP	Mínimo	Máximo	Média	DP	Mínimo	Máximo
Predita	105,5	15,0	78,0	131,0	112,5	18,4	75,0	141,0
Pré-	67,5	31,4	20,0	145,0	76,9	31,1	30,0	162,0
Pós-	73,2	30,7	30,0	143,0	79,0	36,7	24,0	158,0

Utilizando-se teste-*t* pareado na avaliação comparativa das pressões respiratórias máximas nos momentos pré- e pós-hemodiálise (**Figura 5 e 6**) observou-se que tanto a PI_{máx} como a PE_{máx} em ambos os tempos mostraram-se significativamente inferiores àquelas preditas para uma população normal com características demográficas semelhantes ($p < 0,0001$). Quando foram comparados os valores pré- e pós-hemodiálise de cada pressão respiratória máxima, a PI_{máx} mostrou leve, mas significativa melhora no período pós-procedimento ($p = 0,0420$), mas não a PE_{máx} ($p = 0,4987$).

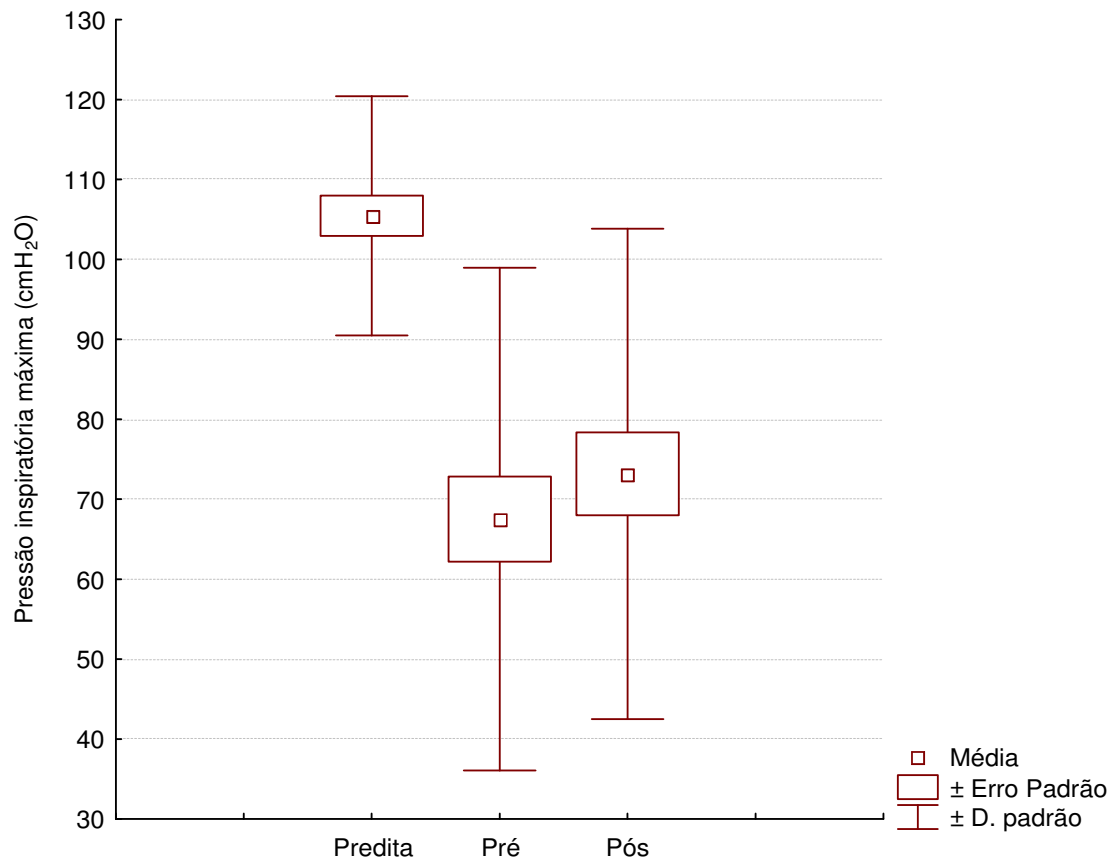


Figura 5- Valores da pressão inspiratória máxima: predita e pré- e pós-hemodiálise (n = 35). PImáx pré- e pós-hemodiálise menores que a predita ($p < 0,0001$); PImáx pós-hemodiálise maior que PImáx pré- ($p = 0,0420$).

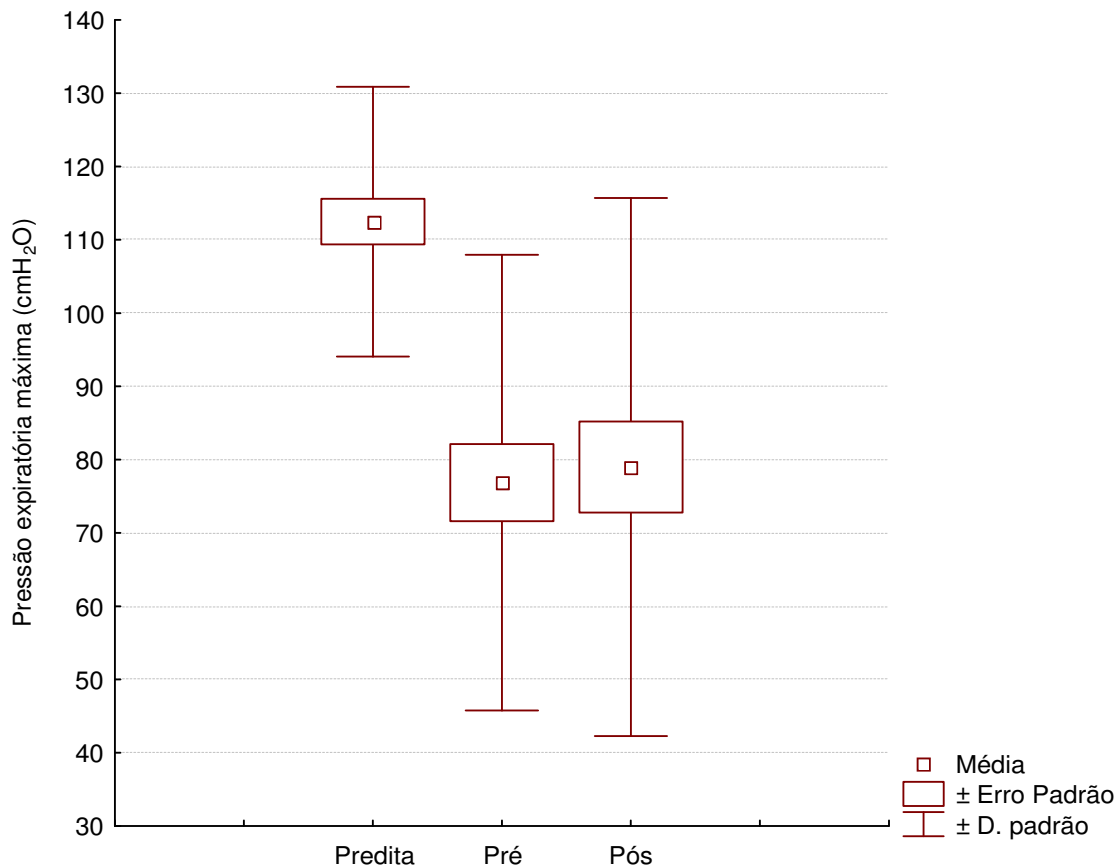


Figura 6- Valores da pressão expiratória máxima: predita e pré- e pós-hemodiálise (n = 35). PEmáx pré- e pós-hemodiálise menores que a predita ($p < 0,0001$); PEmáx pós-hemodiálise similar à PEmáx pré- ($p = 0,4987$).

Não foram observadas correlações entre a diferença do peso pós- vs pré-hemodiálise com as diferenças dos valores das respectivas pressões respiratórias máximas (coeficiente de correlação de Spearman; $p > 0,3$) (**Tabela 5 e Figuras 7 e 8**).

Tabela 5- Coeficiente de correlação de Spearman entre a diferença de peso e as diferenças das pressões respiratórias máximas pós- vs pré-hemodiálise (n = 35).

Correlação	Spearman	p-level
Diferença Pressão Inspiratória e Diferença de Peso	0,1658	0,3410
Diferença Pressão Expiratória e Diferença de Peso	0,0682	0,6972

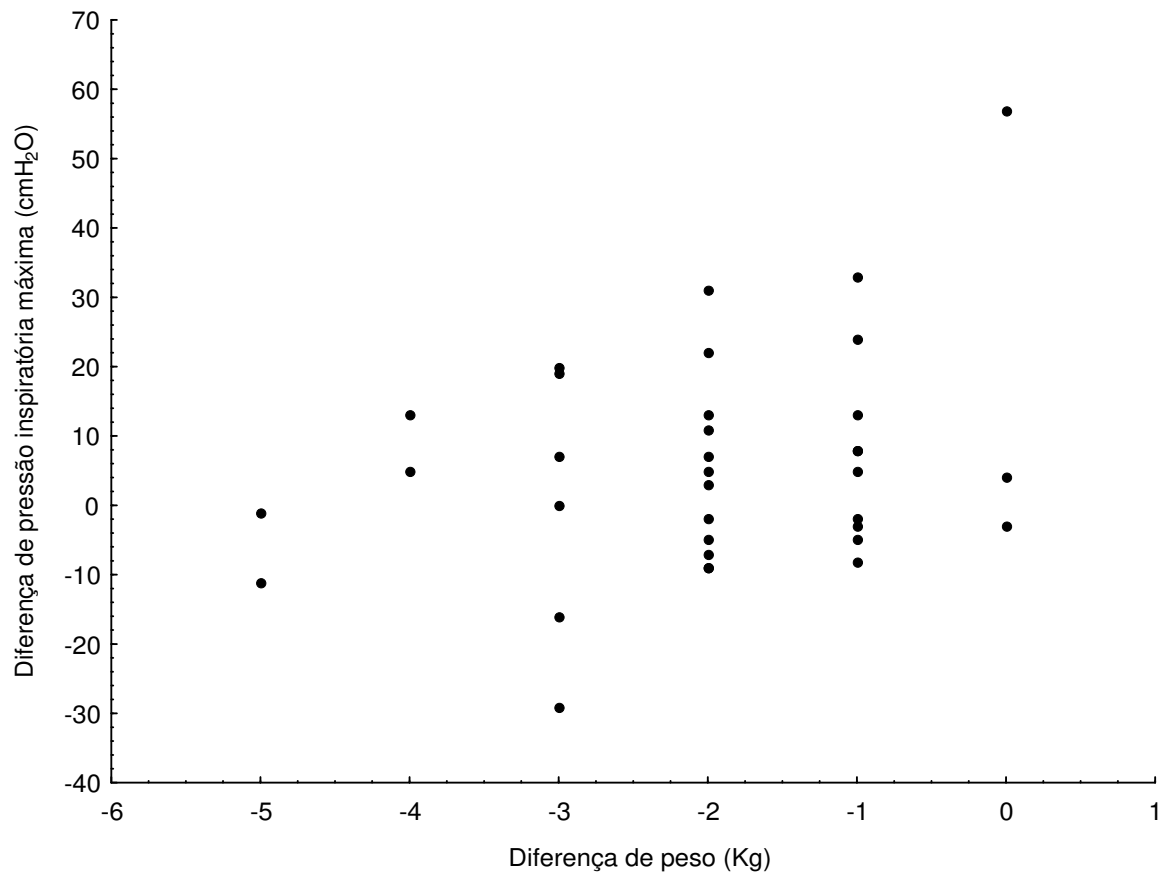


Figura 7- Correlação entre a diferença de peso e as diferenças das pressões inspiratórias máximas pós- vs pré-hemodiálise ($r = 0,1658$; $p = 0,3410$).

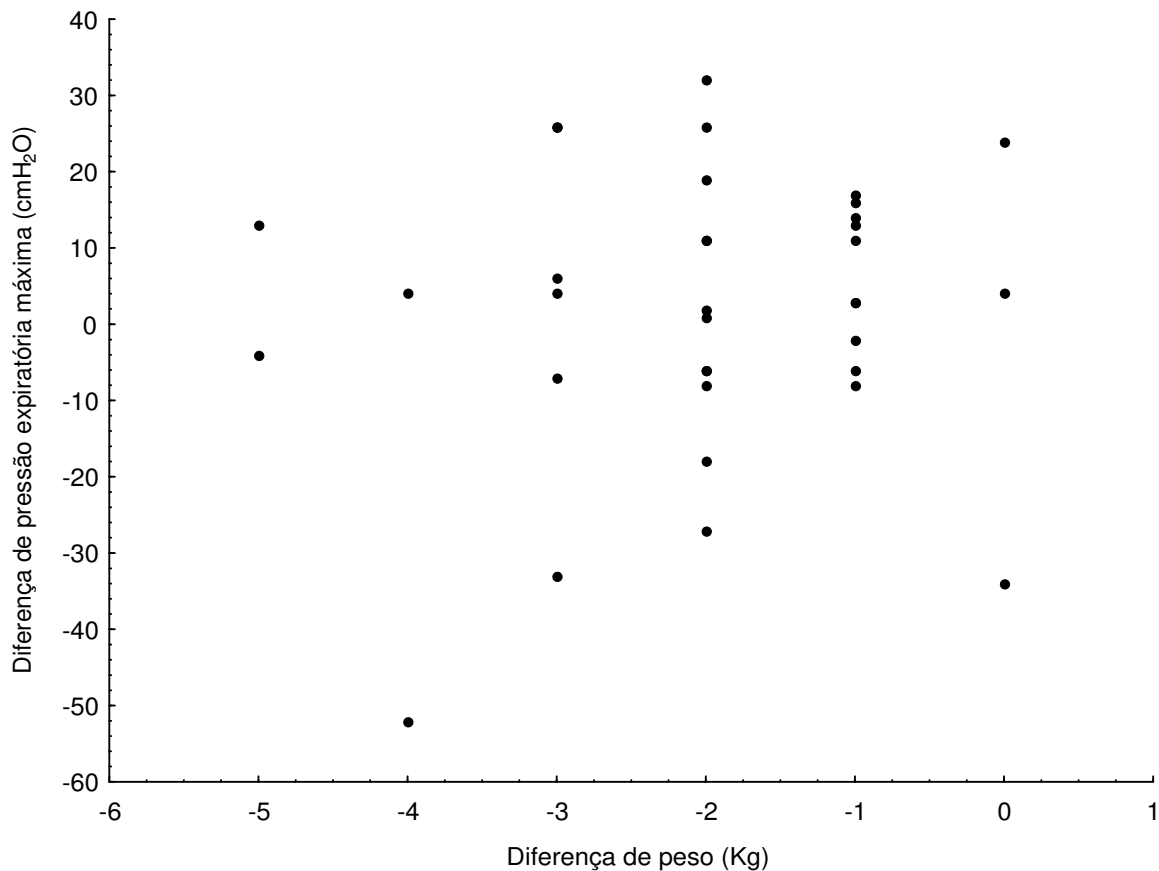


Figura 8- Correlação entre a diferença de peso e as diferenças das pressões expiratórias máximas pós- vs pré-hemodiálise ($r = 0,0682$; $p = 0,6972$).

Os valores da PImáx pré- e pós-hemodiálise apresentaram uma distribuição aproximadamente normal (Shapiro-Wilk; $p > 0,1787$) para os pacientes com valores maiores que 60 cmH₂O. No entanto, os valores desta variável pós-hemodiálise não seguem esta distribuição (Shapiro-Wilk, $p = 0,0082$) para os pacientes com valores menores que 60 cmH₂O.

Aplicando-se o teste-*t* pareado na comparação da PImáx nos momentos pré- e pós-hemodiálise, não foram encontradas diferenças ($p = 0,4669$) nos pacientes com valores desta variável maiores que 60 cmH₂O. No entanto, aplicando-se o teste de Wilcoxon,

observou-se um aumento discreto, mas significativo ($p = 0,0480$), na PImáx pós-hemodiálise para os pacientes com valores menores que 60 cmH₂O no período pré-procedimento (**Figura 9**).

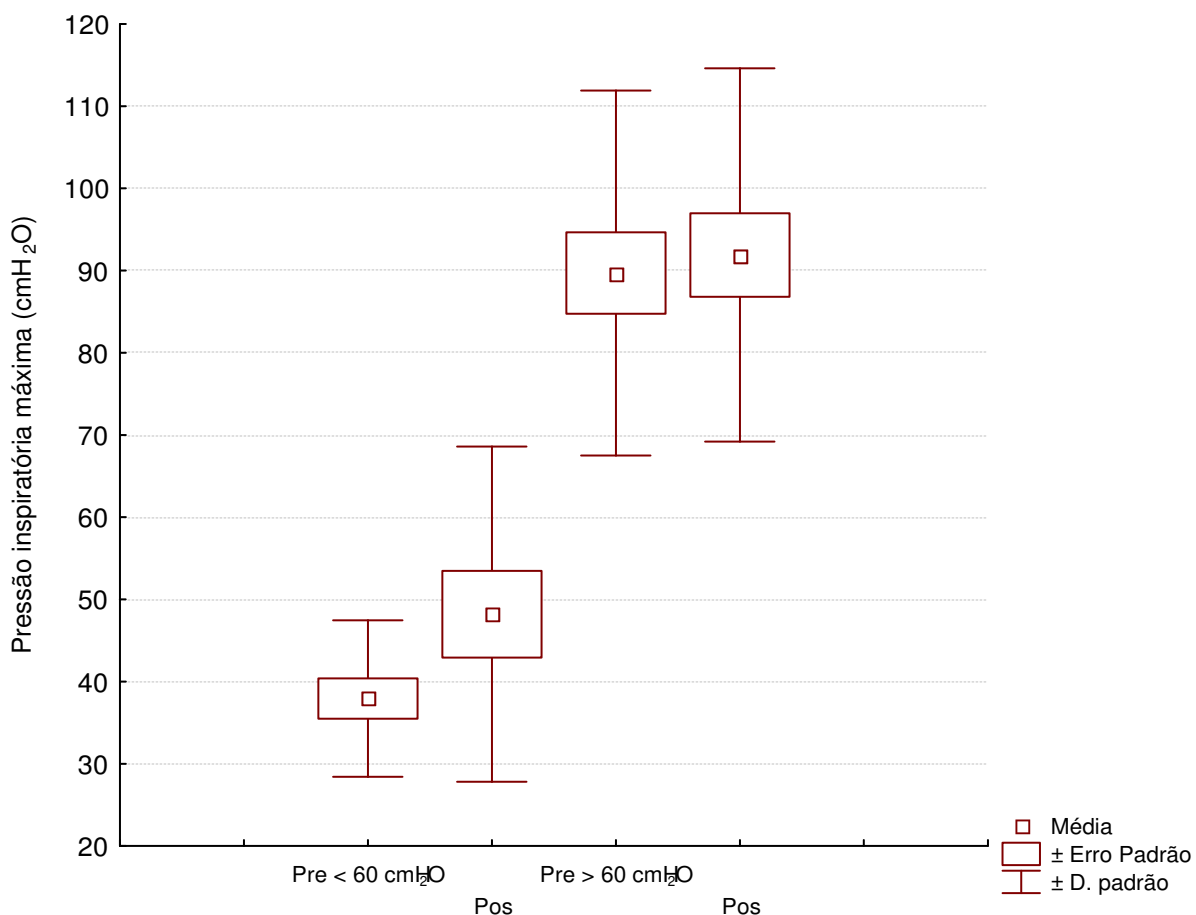


Figura 9- Comportamento da PImáx pós-hemodiálise nos subgrupos de pacientes com valores pré-hemodiálise menores ou maiores que 60 cmH₂O. Aumento estatisticamente significativo (pós- vs pré-) foi observado no grupo com valores pré-hemodiálise menores que 60 cmH₂O ($p = 0,0480$).

6- DISCUSSÃO

6.1- Características demográficas da população

As aferições das pressões respiratórias máximas foram realizadas por diversos autores, onde pessoas saudáveis, pertencentes à faixa etária de 20 a 80 anos, foram avaliadas. Essas medidas foram publicadas na forma de tabelas ou equações de regressão para o cálculo de valores referenciais. No entanto, ocorrem grandes discrepâncias entre essas tabelas e equações, que podem ser atribuídas aos distintos procedimentos utilizados para a seleção das amostras, ao número insuficiente de indivíduos incluídos em algumas amostras e às diferenças nos equipamentos e técnicas adotadas. A grande maioria dos autores relaciona o sexo e a idade aos valores das pressões respiratórias. Outros fatores deveriam ser abordados durante as medições das pressões, tais como: peso do paciente, condicionamento físico de cada indivíduo, força de diferentes grupos musculares, mecânica do aparelho respiratório e estado nutricional (McElvaney et al., 1989; Chen H-I et al., 1989; Gaultier C., 1995; Leech et al., 1983; Rendas et al., 1996; Shardonofsky et al., 1989; Vincken et al., 1987).

Neder et al. (1999), num estudo randomizado, avaliaram as pressões respiratórias máximas e a ventilação voluntária máxima (VVM) em 100 indivíduos da população brasileira. Os resultados evidenciaram relevante discrepância entre os grupos em relação ao sexo e à idade. Com relação a esta última, as diferenças observadas podem ser explicadas pelo processo de envelhecimento, de acordo com Enright et al. (1994), que o associam à redução das massas musculares do diafragma e dos músculos acessórios da respiração, assim como à diminuição da força de trabalho diante de uma mesma estimulação neural.

O compartimento abdominal em idosos apresenta complacência aumentada, o que pode dissipar a pressão gerada na expiração forçada, causando redução nas pressões estáticas máximas. Associado a essa característica, ainda se encontram em idosos o aumento do volume residual (VR) e a diminuição da capacidade pulmonar total (CPT), o que contribui ainda mais para a diminuição dessas pressões (Neder et al., 1999).

Na maioria dos trabalhos realizados para as mensurações das pressões respiratórias, os valores encontrados no sexo masculino são mais elevados. Isto pode ser explicado pela relação entre as pressões respiratórias máximas e o índice de massa

corpórea, que correlaciona o peso e a altura do paciente, e que em geral são mais elevadas no homem (Neder et al., 1999).

Na amostra deste trabalho, também encontramos diferenças nas pressões respiratórias máximas relacionadas com a idade e o sexo, como citado por Neder (1999). Com o aumento da idade ocorreu uma diminuição tanto na PImáx como na PEmáx pré-hemodiálise. Em relação ao sexo, encontramos também pressões respiratórias máximas (PImáx e PEmáx) superiores no sexo masculino, porém como o número de pacientes do sexo feminino foi muito pequeno, seria necessário aumentar o tamanho da amostra para uma melhor comparação entre os sexos em cada faixa etária em pacientes com DRC avançada.

Neste estudo, os pacientes apresentaram uma idade média de 51,7 anos, peso médio pré-hemodiálise de 62 kg e pós-hemodiálise de 60 kg e um tempo médio em hemodiálise até a data da mensuração das pressões respiratórias máximas de 654 dias. Destes pacientes, 74,3% eram homens e entre as doenças de base que levaram à DRC, o DM acometeu o maior número de pacientes (40% da amostra), dados estes que estão de acordo com os relatados por Prado et al. (2001).

6.2- Influência deletéria da doença renal crônica na função muscular esquelética e respiratória

A fraqueza muscular é uma complicação da falência renal crônica (Floyd et al., 1974; Lázaro e Kisshner, 1980; Savica et al., 1983), e a perda de massa muscular é o mais significativo preditor de mortalidade nos pacientes em hemodiálise (Cheema et al., 2005). A causa é desconhecida, mas tem sido relacionada à deficiência de carnitina (Savica et al., 1983), deficiência de vitamina D (Gomez-Fernandez et al., 1984), excesso de hormônio paratireóideo (Gomez-Fernandez et al., 1987), toxicidade por alumínio (Bautista et al., 1983) e outras toxinas urêmicas (Back et al., 1988; Mallette et al., 1975; Quintanilha et al., 1984).

A uremia causa atrofia de fibras musculares do tipo II (Bautista et al., 1983) e alterações da ATPase miofibrilar, com importante redução na utilização de energia pelo músculo, na fosforilação da creatina e na sua contratilidade (Broyer et al., 1974; Hort et al., 1978).

Fahal et al. (1997) estudaram as anormalidades fisiológicas do músculo esquelético em pacientes dialisados. Esses investigadores analisaram o quadríceps femoral em termos de força, curva força-frequência e velocidade de relaxamento do músculo em 49 pacientes dialisados e em 27 sujeitos saudáveis. Foram realizadas também avaliação nutricional, hematológica, bioquímica e histológica, além da análise de geração de força, para se chegar ao entendimento dos possíveis mecanismos que levam à fraqueza observada. Os autores concluíram que o único indicador significativo da perda de força muscular e da anormalidade no relaxamento nesse estudo foi o estado nutricional, sugerindo que uma avaliação regular deste se faz necessária para garantir sua adequação no sentido de prevenir as anormalidades observadas nos músculos esqueléticos.

Poucos são os estudos envolvendo a investigação da função dos músculos respiratórios em pacientes com falência renal crônica (Paltiel, 1997). Saiki et al. (1980) demonstraram redução da força dos músculos expiratórios e inspiratórios em seus pacientes, e até mesmo uma diminuição maior após a diálise.

Susanne et al. (2006) investigaram o efeito agudo da hemodiálise na função pulmonar de pacientes com doença renal em estágio terminal correlacionando-a com a biocompatibilidade de membranas distintas (membrana dialisadora de celulose e membrana dialisadora sintética de alto fluxo). Essa investigação comparativa demonstrou que a hemodiálise com membranas de diferentes biocompatibilidades não teve efeito adverso agudo na função pulmonar na população heterogênea de pacientes dialisados, até mesmo na presença de alterações pré-existentes da função pulmonar que sugeriam doença restritiva na maioria dos casos.

Todas essas alterações conhecidas na uremia provocam, então, a redução das pressões respiratórias (P_{Imáx} e P_{Emáx}) conforme já descrito por autores anteriormente citados.

6.3- Análise da metodologia utilizada nesta investigação frente à literatura

A coleta de dados deste trabalho iniciou-se com a identificação geral do paciente como o nome, endereço, sexo, idade, altura e aferição do peso, da pressão arterial, frequência cardíaca e frequência respiratória. O sujeito da pesquisa foi orientado a permanecer em jejum antes da coleta de dados e a realizar as mensurações das pressões respiratórias máximas antes e após a hemodiálise. Estes dados foram armazenados no programa e calculado, a partir deles, a PImáx e a PEmáx predita para cada paciente. A refeição do paciente (desjejum ou almoço) foi servida imediatamente após os testes.

O procedimento foi explicado ao paciente para que houvesse a conscientização e aprendizado da forma exata da realização dos testes, e breves ensaios prévios também foram feitos para que o paciente se familiarizasse com o aparelho e com a técnica antes da obtenção e registro das pressões respiratórias máximas.

A padronização da técnica é essencial para a obtenção de resultados fiéis e possíveis comparações entre os vários trabalhos publicados na área. Segundo Souza (2002), os resultados obtidos na mensuração das pressões são nitidamente influenciados pelo aprendizado, sendo o comando verbal fundamental nesse momento. Tais orientações foram seguidas durante o procedimento, sendo o paciente incentivado através do comando verbal do pesquisador e guiado pelo *feed-back* visual de seu esforço visto na tela do microcomputador.

6.3.1- Postura corporal

A postura corporal adotada para a realização das medidas foi a posição sentada, estando o tronco num ângulo de 90° com as coxas, como realizado na maioria dos trabalhos. A escolha desta posição foi adotada com base em relatos da literatura.

Assim, Koulouris et al. (1989), após examinarem o efeito da postura na geração das pressões respiratórias em diferentes posições corporais, como a sentada, semi-supina e supina, concluíram que a postura em decúbito supino reduzia significativamente as pressões respiratórias geradas na boca em relação à posição sentada. A justificativa dos pesquisadores para esses achados é o fato de que a posição sentada proporciona uma maior

força dos diferentes grupos musculares, sendo estas submáximas na posição de decúbito supino.

Também Ng e Stokes (1991) confirmaram esses resultados quando avaliaram pressões na posição sentada e semi-supina a 40° com o eixo horizontal.

A escolha da posição sentada, com o tronco formando um ângulo de 90° com as coxas, além de ser baseada na posição que proporciona maior força muscular, como relatado (Koulouris et al., 1989; Ng e Stokes, 1991), também facilitou a realização do teste, uma vez que os pacientes, durante seus esforços máximos, podiam visualizar na tela do microcomputador o gráfico realizado por eles, tendo um *feedback* visual dos seus esforços, o que ajudou na obtenção de resultados mais fiéis, pois levou-os a realizar esforços máximos.

6.3.2- O horário de realização das manobras

O horário para a realização dos exames teve que ser adequado àqueles agendados para as sessões de hemodiálise, de acordo com a rotina do Hospital Universitário Alzira Vellano. Um grupo de pacientes foi atendido no período da manhã e outro no período da tarde. Os testes no grupo da manhã foram realizados antes da hemodiálise, no início do dia, por volta das 07:30 horas, e os testes pós-hemodiálise no final da manhã, por volta de 11:00 horas. O grupo da tarde iniciou os testes pré-hemodiálise no início desta, por volta das 13:30 horas, realizando o segundo teste (pós-hemodiálise) por volta das 17:00 horas. Os grupos da manhã e da tarde não tiveram o mesmo tempo de hemodiálise, pois este era determinado de acordo com o peso ganho previamente por cada paciente.

Estudos de Souza et al. (2002) demonstraram que o exame para mensuração das pressões respiratórias máximas pode ser realizado a qualquer hora do dia e da noite, sem que tenha havido alterações nos valores de PImáx e PEmáx.

Aquilar et al. (1996) avaliaram os valores de PImáx e PEmáx em 16 indivíduos jovens (idade = $26 \pm 32,2$ anos), não fumantes e sadios, em horários distintos de um mesmo dia (08:00h, 14:00h e 21:00h), não observando diferenças estatisticamente significante entre eles.

Dessa forma, apesar dos pacientes incluídos nesta pesquisa serem portadores de doença renal crônica e seus estados clínicos gerais oscilarem muito entre os momentos pré- e pós-hemodiálise, o fator circadiano (hora do exame) por si só, levando-se em conta os relatos dos autores anteriormente citados, não teria sido um importante fator de influência nessas medidas.

6.3.3- O equipamento e o método utilizados na mensuração das pressões respiratórias máximas

O equipamento utilizado neste estudo foi um manovacuômetro digital modelo MDV 300[®], fabricado por MDI Produtos e Sistemas Ltda, com larga amplitude de mensuração pressórica, variando de zero a 500 cmH₂O e resolução de 1 cmH₂O. Este equipamento diferiu daqueles utilizados em diversos estudos da literatura por ser mais moderno e digital, contando com adequada calibração e certificado do INMETRO, o que nos permite total confiabilidade nos dados obtidos. O MDV300[®] foi acoplado ao microcomputador e os testes realizados em tempo real, sendo os dados do paciente armazenados juntamente com todas as outras variáveis anotadas, utilizando-se um *software* que acompanha o equipamento para posterior comparação de dados. O programa elabora um laudo do paciente que permite ao profissional avaliar o efeito das intervenções clínicas com gráficos, valores absolutos e percentuais. As equações utilizadas para a predição de valores de PImáx e PEmáx neste equipamento foram baseadas nos estudos de Neder et al. (1999), que avaliaram uma amostra representativa da população brasileira para estabelecer valores de pressões respiratórias máximas em nosso meio. Foram lançados no programa a idade, o sexo, o peso e a altura do paciente e, a partir desses dados, foram estimadas as pressões preditas para cada indivíduo de acordo com tais características.

O paciente iniciou as medições das pressões respiratórias realizando três manobras, sempre com um intervalo de um minuto de repouso entre cada medida para sua recuperação, como preconizado na literatura (Koulouris et al., 1989; Bruschi et al., 1992; Fiz et al., 1992; Neder et al., 1999). Os valores das medidas foram armazenadas e visualizadas, sendo a PIMáx e a PEmáx de maior valor aquela escolhida para estabelecer as

pressões máximas absolutas e o percentual do predito que elas representavam, de acordo com o programa do equipamento.

O paciente foi conectado ao MDV300[®] através de uma linha de pressão oca e flexível com 38,5 cm de comprimento e 0,5 cm de diâmetro. Entre a linha de pressão e a peça bucal foi conectado um filtro e um rescal (peça para adaptação). O filtro protege o equipamento da contaminação bacteriana, evita a entrada de umidade no transdutor de pressão e possibilita a desinfecção apenas do bocal. Não há passagem de fluxo pelo mesmo, apenas a transmissão de pressão, de acordo com o manual do aparelho. O bocal utilizado foi do tipo tubular de plástico rígido e diâmetro interno de 2 cm, como o utilizado no trabalho de Tully et al. (1997), e com um orifício de fuga de 2 mm para dissipar as pressões da musculatura orofacial evitando a interferência desta nas medições de PImáx e PEmáx, conforme preconizado por Ringqvist (1966).

Durante as medições das pressões foram utilizados nasoclipes com a finalidade de impedir o escape de ar durante o exame, como descrito na maioria dos trabalhos citados, com exceção de Wilson et al. (1984) que não fizeram referência a esse artefato, não excluindo, porém, sua utilização.

Assim, na presente investigação, o método de mensuração das pressões respiratórias máximas esteve de acordo com aqueles descritos em diversos trabalhos da literatura. Dessa forma, a PImáx e da PEmáx foram medidas com o emprego de uma metodologia mundialmente padronizada e aceita, obtendo-se resultados teoricamente fidedignos e comparáveis com aqueles de outros autores.

6.3.4- O efeito aprendido na mensuração das pressões respiratórias máximas

O efeito aprendido tem sido considerado um importante fator de influência na obtenção dos reais valores das pressões respiratórias máximas. Dessa forma, um número maior de manobras realizadas em sequência poderia resultar em maiores valores destas.

Dentro dessa ótica, Fiz et al. (1992) preconizam um número mínimo de nove manobras, pois em 20 manobras realizadas encontraram os maiores valores de PImáx e PEmáx na 9ª e 10ª, sugerindo fortemente a influência do efeito aprendizagem/treino nos valores reais das pressões respiratórias máximas.

O número de manobras utilizadas neste trabalho, embora menor que o preconizado por Fiz et al. (1992), está de acordo com Enright et al. (1994). Estes autores utilizaram uma média de três a cinco manobras, selecionando as duas melhores medidas, e que não apresentassem uma diferença inferior ou igual a 10% entre si, como aquelas representativas das pressões respiratórias máximas reais. Os autores verificaram um efeito de aprendizado até a 5ª manobra, não sendo este efeito significativo nas manobras subseqüentes (Enright et al., 1994).

Hammegard et al. (1994) sugeriram que as manobras de mensuração das pressões respiratórias máximas fossem limitadas a um pequeno número (cerca de cinco) em ensaios clínicos, por ser impraticável, em doentes, realizar um número elevado de manobras. Tal justificativa foi levada em consideração no presente estudo, uma vez que os pacientes participantes da investigação apresentavam uma doença crônica e grave, além de complicações clínicas variadas e condições emocionais e físicas que poderiam interferir de forma relevante na vontade e capacidade de realizar tais medidas. Assim, um número reduzido de manobras, mas reproduzível, de acordo com a literatura, motivava os pacientes, conseguindo-se, assim, uma cooperação maior dos mesmos para completar os testes.

6.4- Comparação dos resultados obtidos no presente estudo com aqueles da literatura

Os resultados deste estudo mostraram que pacientes com falência renal crônica em tratamento hemodialítico apresentaram reduções nas pressões respiratórias máximas (PImáx e PEmáx) em comparação aos valores preditos para uma população brasileira saudável com características demográficas (sexo e idade) similares (Neder et al., 1999).

Os pacientes apresentaram diminuição da média tanto de PImáx como de PEmáx em relação aos valores preditos para eles nos momentos pré- e pós-hemodiálise. Tanto a PImáx como a PEmáx pré- e pós-hemodiálise mostraram valores médios

significativamente inferiores aos preditos ($p < 0,0001$), denotando um importante comprometimento da força muscular respiratória neste grupo de pacientes.

Nas medições da pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) pré- e pós-hemodiálise observou-se que estas seguiram uma distribuição aproximadamente normal para os pacientes com valores basais superiores a 60 cmH₂O, que é considerado o limite inferior de normalidade. No entanto, a PI_{máx} pós-hemodiálise não obedeceu esta distribuição para os pacientes com valores basais inferiores a 60 cmH₂O, o que reflete uma heterogeneidade deste subgrupo de pacientes com relação ao grau de comprometimento da função respiratória induzida pela DRC.

Quando foram comparados os valores da PI_{máx} nos momentos pré- e pós-hemodiálise aplicando-se o teste-*t* pareado, não foram observadas diferenças nos pacientes com valores basais superiores a 60 cmH₂O ($p = 0,4669$). Porém, com a aplicação do teste de Wilcoxon, observou-se um ligeiro aumento da PI_{máx} pós-hemodiálise em relação ao período basal (pré-hemodiálise), diferença esta significativa ($p = 0,0480$).

Contudo, quando se compararam os valores pré- e pós-hemodiálise de cada pressão respiratória máxima (ou seja, inspiratória e expiratória), a PI_{máx} pós-hemodiálise melhorou ligeiramente e de modo significativo em relação ao período basal ($p = 0,0420$), não sendo observado o mesmo comportamento com a PE_{máx} ($p = 0,4987$). Ademais, como já referido anteriormente, ao subagrupar os pacientes verificou-se que as sessões de hemodiálise influenciaram no aumento da PI_{máx} apenas nos pacientes que apresentavam valores basais desta variável inferiores a 60 cmH₂O, indicando que os pacientes mais gravemente acometidos parecem beneficiar-se de forma mais intensa com o procedimento hemodialítico.

Paltiel et al. (1997) e Back et al. (1988), em seus trabalhos, demonstraram que os pacientes com DRC apresentavam uma diminuição significativa da PI_{máx}, apresentando melhora significativa dessas pressões após a hemodiálise. Esses resultados são parcialmente concordantes com aqueles obtidos na presente investigação, em que se observou um comprometimento significativo dos valores de PI_{máx} nos pacientes com DRC quando comparados a uma população normal. Porém, em nosso estudo, o efeito da sessão

hemodialítica, isoladamente, na P_{Imáx}, não foi significativa, à exceção de uma discreta melhora no subgrupo de pacientes com comprometimento mais severo desta variável.

Ainda com relação a este aspecto, Saiki et al. (1980) encontraram que pacientes com DRC apresentavam uma diminuição significativa dessas pressões em relação a uma população normal, o que está de acordo com nossos dados. Mas contrariamente aos achados desta investigação e àqueles relatados por outros pesquisadores (Patiel et al., 1997; Back et al., 1988), os autores relataram uma piora dessas medidas após a hemodiálise. Esses pesquisadores basearam-se nas rápidas mudanças induzidas pela diálise na concentração de cálcio no meio intra e extracelular para explicar as alterações das funções musculares.

No presente estudo, não foi encontrada correlação significativa entre a diferença do peso nos momentos pós- e pré- hemodiálise com as variações nas pressões respiratórias máximas ($p > 0,3000$), ressaltando que apenas este efeito benéfico (redução da volemia) de uma sessão hemodialítica não é suficiente por si só para influenciar a *performance* da musculatura respiratória.

Com relação a esse aspecto, alguns autores (Karacan et al., 2004; Myers et al., 1975; Stanescau et al., 1974) investigaram a função pulmonar por meio de espirometria em pacientes submetidos cronicamente à diálise renal e também não encontraram nenhuma alteração em capacidade vital (CV), volume expiratório forçado no 1º segundo (VEF1) e no volume expiratório forçado em 25-75% da capacidade vital (FEF₂₅₋₇₅) quando comparados os valores obtidos antes e ao final da sessão de diálise. Tais pacientes foram dialisados usando membranas biocompatíveis.

Ainda dentro do aspecto relacionado à redução do grau de edema induzido pela hemodiálise, os estudos de Alves et al. (1989) em 61 pacientes em tratamento hemodialítico crônico encontraram apenas uma fraca correlação ($r = 0,6$; $p < 0,03$) entre a redução do excesso de peso corporal ($-3,6\% \pm 0,2$) e os parâmetros da função pulmonar.

No estudo de Paltiel et al. (1997), foi investigada a força dos músculos inspiratórios em 21 pacientes (13 homens e 8 mulheres) com falência renal crônica e idade variando de 27 a 78 anos, em tratamento hemodialítico crônico. Os autores encontram que a

força muscular inspiratória (PI_{máx}) estava significativamente diminuída em todos os sujeitos, exceto em um, antes da sessão de hemodiálise, quando comparada aos valores de referência previstos. Após a diálise, houve um aumento significativo da PI_{máx} (de $52,9 \pm 3,5$ para $60,7 \pm 3,7\%$ do previsto; $p < 0,0001$). Contudo, na análise dos dados individuais, os resultados mostraram que não houve correlação significativa entre a força muscular inspiratória antes da hemodiálise e o tempo em tratamento hemodialítico.

Comparando os métodos utilizados no presente estudo e aquele descrito por Paltiel et al. (1997), as seguintes diferenças merecem destaque quanto a dois aspectos relacionados às medidas das pressões respiratórias máximas no tempo pós-hemodiálise: os últimos autores aferiram as medidas de PI_{máx} e PE_{máx} cerca de duas horas após três sessões seguidas de hemodiálise. Este período mais longo e o fato de os pacientes terem sido submetidos a três sessões seguidas de hemodiálise pode ter sido a razão pela qual os pacientes estudados por Paltiel et al. (1997) tenham apresentado pressões respiratórias máximas melhores no período pós-procedimento em comparação ao encontrado no presente estudo, em que os pacientes foram avaliados cerca de 15 minutos após uma única sessão de hemodiálise.

Back et al. (1988) avaliaram o efeito da insuficiência renal crônica na força do músculo respiratório em pacientes com função pulmonar normal recebendo hemodiálise. Esses autores avaliaram 10 pacientes não fumantes, que recebiam tratamento hemodialítico devido à DRC, comparando-os com 10 voluntários saudáveis com idade, sexo, peso e altura similares. A pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) e a pressão expiratória máxima (PE_{máx}) foram significativamente inferiores no grupo com DRC [$58,2 \pm 24,9$ e $50,8 \pm 24,2\%$ do predito, respectivamente ($p < 0,005$ e $p < 0,01$)]. No presente estudo também foram registradas médias de PI_{máx} e da PE_{máx} abaixo do valor predito, tanto no tempo pré- como no tempo pós-hemodiálise, em concordância com os achados relatados por Back et al. (1988). Também em relação aos métodos empregados, a diferença entre o estudo de Back et al. (1988) e a presente investigação foi que nós avaliamos o efeito imediato de apenas uma sessão de hemodiálise no comportamento das pressões respiratórias máximas, enquanto os primeiros autores mensuraram essas variáveis (PI_{máx} e PE_{máx}) em dias alternados com as sessões de hemodiálise, ou seja, avaliaram o

comportamento geral dessas pressões entre as sessões dialíticas. Dessa forma, uma comparação precisa e segura entre os resultados obtidos nos dois estudos fica prejudicada pelas diferenças de métodos empregados.

Saiki et al. (1980) realizaram um estudo com método semelhante ao empregado na presente investigação com relação aos momentos de medidas da força muscular. Em 10 pacientes em tratamento hemodialítico crônico, os autores mensuraram a *performance* do músculo quadríceps e a força de preensão da mão antes e 30 min após a hemodiálise. Em sete desses pacientes as pressões respiratórias máximas (PI_{máx} e PE_{máx}) foram determinadas de modo similar aos métodos utilizados por Black e Hyatt (1969) e por nós. Os resultados dessa investigação mostraram que a força do músculo quadríceps melhorou em seis pacientes, diminuiu em três e permaneceu inalterada em um deles. A força de preensão da mão aumentou em cinco pacientes, diminuiu em três e permaneceu a mesma em um deles. A PI_{máx} diminuiu em seis pacientes e aumentou em um e a PE_{máx} diminuiu em quatro pacientes, aumentando em três deles. A PI_{máx} foi de $52,14 \pm 19,70$ cmH₂O antes da diálise e $45,0 \pm 19,80$ cmH₂O depois da diálise ($p < 0,02$). Os valores para a PE_{máx} foram de $81,43 \pm 33,40$ e $75,0 \pm 33,72$ cmH₂O, respectivamente ($p = NS$).

Apesar do método utilizado nos estudos de Saiki et al. (1980) e neste em relação às medidas das pressões respiratórias máximas ter sido semelhante, os resultados são conflitantes. Os valores de PI_{máx} pós-hemodiálise obtidos pelos primeiros autores (Saiki et al., 1980) mostraram uma diminuição significativa em relação ao momento pré-hemodiálise ($p < 0,02$), ao passo que na presente investigação estes valores aumentaram ($p = 0,0480$), embora isto tenha sido expressivo apenas naqueles pacientes com PI_{máx} pré-hemodiálise menor que 60cmH₂O, ou seja, naqueles pacientes com maior prejuízo da força muscular inspiratória. Em relação à PE_{máx}, os resultados de ambos os estudos são concordantes, não mostrando diferenças estatisticamente significativas nos momentos pré- e pós-hemodiálise. O tamanho da amostra também foi diferente. Avaliamos 35 sujeitos enquanto Saiki et al. (1980) avaliaram somente sete pacientes, o que pode explicar a diferença de resultados.

Poucos são os estudos que avaliaram a *performance* dos músculos respiratórios em pacientes com DRC em tratamento dialítico contínuo, mas praticamente todos são unânimes em postular que o tratamento dialítico, embora vital para esses pacientes, parecem causar nenhum efeito ou até mesmo efeitos adversos na *performance* de diferentes grupos musculares (Saiki et al., 1980; Boelens et al., 1970).

Em suma, os resultados obtidos na presente investigação, somados àqueles disponíveis na literatura, deixam evidente que a hemodiálise isoladamente parece exercer efeitos variáveis na função muscular respiratória, sendo observadas desde evidente melhora, nenhuma influência significativa ou até piora da mesma (Saiki et al., 1980). Este conflito de resultados indica que mais estudos, agora com populações e métodos comparáveis, ainda são necessários para clarear esta questão.

6.5- Limitações do presente estudo

A não padronização da técnica de mensuração das pressões respiratórias máximas tem dificultado uma avaliação comparativa entre os diversos relatos existentes na literatura.

Os testes de P_{Imáx} e P_{Emáx} são volitivos, pois dependem da compreensão e colaboração dos indivíduos participantes. Portanto, o aprendizado da técnica pode ter um efeito determinante positivo sobre os resultados a serem alcançados.

Para a realização dos testes é necessário que o sujeito aprenda a técnica por meio de treinamento prévio, e, dessa forma, favorecer a obtenção de valores mais reais das pressões respiratórias máximas. Isto é conseguido à medida que o indivíduo realiza esforços sucessivos, obtendo um aumento do valor médio das medidas.

Realizou-se neste trabalho três medidas e o maior valor obtido foi considerado como a melhor pressão, tanto inspiratória quanto expiratória. Somadas aos ensaios que precederam as manobras, cerca de cinco manobras foram realizadas pelos pacientes, sendo difícil afirmar com absoluta certeza que este número tenha sido o ideal.

Outros fatores limitantes nesta pesquisa incluem algumas características particulares dos sujeitos investigados. A maioria deles apresentavam idade elevada, baixo grau de instrução e cooperação, estado geral bastante comprometido e cansaço físico, pois muitos eram procedentes de cidades vizinhas, deslocando-se em viaturas públicas, com pouco conforto, além de serem obrigados a levantar bem mais cedo que o habitual, permanecerem longo tempo em jejum e, com isso, acumular grande período de espera, o que certamente levou a um aumento desse cansaço e a uma maior indisposição geral.

Devido a essas características e ao fato de que mudanças intensas e muitas vezes rápidas ocorrem no estado clínico desses pacientes, para obtermos valores mais fiéis das pressões respiratórias nesta população seria prudente aplicar este método de medida não apenas em um único dia, mas em mais de uma ocasião, como em dias alternados, e por um período mais longo (como por exemplo, duas a quatro semanas), no sentido de obter um número mais significativo de valores para avaliarmos mais claramente se há outros fatores de influência, além do procedimento de hemodiálise em si e da variação do peso corpóreo induzido pelo procedimento.

6.6- Considerações finais

Os resultados deste trabalho mostraram que houve uma melhora estatisticamente significativa, porém discreta, na PImáx, mas não na PEmáx, nos momento pós- vs pré-hemodiálise, reforçando os achados de alguns pesquisadores de que uma única sessão de hemodiálise não parece ser suficiente para influenciar positivamente essas variáveis do ponto de vista clínico.

Contudo, durante a pesquisa, foi possível perceber o intenso comprometimento clínico e emocional desses pacientes e postular que sua piora clínica progressiva é um fato certo. Muitos são os órgãos comprometidos em decorrência da falência renal crônica, e o pulmão é um deles, senão um dos mais importantes.

Mensurar e monitorar a função dos músculos respiratórios através das medidas de PImáx e PEmáx nesses pacientes, além de outros exames de avaliação da função pulmonar, é uma forma simples e importante para se planejar intervenções que possam

beneficiá-los, reduzindo a morbi-mortalidade e melhorando sua qualidade de vida. Em situações de fraqueza da musculatura respiratória, principalmente da inspiratória ($P_{Imax} < 60 \text{ cmH}_2\text{O}$), pode-se iniciar um protocolo de fortalecimento muscular precoce dessa musculatura na tentativa de evitar problemas maiores como, por exemplo, uma insuficiência respiratória por déficit de ventilação.

Muito embora não tenha sido objetivo do presente estudo, vale aqui algumas palavras sobre o efeito do transplante renal na função respiratória. Esta é uma terapêutica empregada há mais de quatro décadas, e, muito embora os efeitos do transplante renal na função pulmonar ainda não se encontrem plenamente investigados, os dados disponíveis na literatura parecem indicar uma rápida e positiva influência desse tratamento na *performance* respiratória dos pacientes submetidos a esse tratamento, já bastante evidente dentro dos primeiros três meses após a cirurgia.

Dentro dessa ótica, Guleria et al. (2005) analisaram a expansão torácica, a presença de dispnéia, as pressões inspiratórias e expiratórias máximas, a capacidade vital forçada (CVF), a taxa de fluxo expiratório máximo (MMEFR), a taxa de pico de fluxo expiratório máxima (PEFR), o VR, a CI e a capacidade pulmonar de difusão do monóxido de carbono (DLCO) antes e após o transplante renal em pacientes com DRC. O resultado da pesquisa mostrou melhora significativa desses parâmetros 90 dias após a cirurgia, mas os pesquisadores acreditam que num tempo pós-operatório mais longo essas variáveis talvez se aproximem ainda mais daqueles preditos como normais. Esses resultados, diante da inexorável e progressiva piora da função pulmonar observada em pacientes submetidos à diálise crônica, reforçam a importância de se incrementar os programas de transplantes, visando não só o aumento da sobrevida, mas sobretudo da qualidade de vida dos doentes renais crônicos.

7- CONCLUSÃO

- 1) Pacientes renais crônico em tratamento hemodialítico apresentam alterações importantes das pressões respiratórias máximas, tanto inspiratórias quanto expiratórias, que se encontram significativamente reduzidas em relação aos padrões normais de referência.

- 2) A hemodiálise isoladamente, numa única sessão, influenciou de maneira discreta, positiva e significativa a PImáx, mas não a PEmáx, em relação aos valores registrados no período basal (pré-diálise). Esta influência positiva na PImáx foi mais evidente naqueles pacientes que apresentavam um comprometimento mais acentuado dessa variável antes do procedimento dialítico.

8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar X, Fiz JA, Texido A, Vilalta P, Abad J, Richant C et al. Maximum inspiratory and expiratory pressures have no daytime variation in healthy men. *Respir Med* 1996; 90:231-233.

Aldrich T, Spiro P. Maximal inspiratory pressure: does reproducibility indicate full effort? *Thorax* 1995; 50:40-43.

Alexandre BL, Araújo SG, Rodrigues-Machado MG. Pressões respiratórias máximas. *In*: Maria da Glória Rodrigues Machado. Bases da fisioterapia respiratória: terapia intensiva e reabilitação. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. pp.111-124.

Alves J, Hespanhol V, Fernandes J, Marques EJ. Spirometric alterations caused by hemodialysis. Their relation to changes in the parameters commonly used to measure hemodialysis efficiency. *Acta Med Port* 1989; 2:195-198.

Arora NS, Rochester DF. Effect of body weight and musculature on human diaphragm muscle mass thickness and area. *J Appl Physiol* 1982; 52: 64-70.

Back H, Heimer D, Chaimovitz C, Mostoslavski M. Effect of chronic renal failure on respiratory muscle strength. *Respiration* 1988; 54:153-161.

Bark C, Elkins MR, Ellis ER. The effects of body position on maximal expiratory pressure and flow. *Aust J Physiother* 2002; 48:95-102.

Bautista J, Gil-Necija E, Castilla J, Chinchon I, Rafel E. Diálisis myopathy. Report of 13 cases. *Acta Neuropathol* 1983; 61:71-75.

Berger HW, Rammohan G, Neff MS, Buhain WJ. Uremic pleural effusion. A study in 14 patients on chronic dialysis. *Ann Intern Med* 1975; 82:362-364.

Bird RB, Hyatt LL. Maximal respiratory pressures in obstructive lung disease. *Am Rev Respir Dis* 1968; 98: 848-856.

Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationships to age and sex. *Am Rev Respir Dis* 1969; 99:696-702.

Boelens PA, Norwood W, Kjellstrand C, Brown DM: Hypophosphatemia with muscle weakness due to antacid and hemodialysis. *Amer J Dis Child* 1970; 120: 350-353.

Broyer M, Delaporte C, Maziere B. Water electrolytes and protein content of muscle obtained by needle biopsy in uremia children. *Biomedicine* 1974; 38:278-285.

Bruschi C, Cerveri I, Zoia MC. Reference values of maximal inspiratory mouth pressures: a population based study. *Am Rev Respir Dis* 1992; 146:790-793.

Bush A, Gabriel R. The lungs in uraemia: a review. *J R Soc Med* 1985; 78: 849-865.

Carvalho LV, Roncati VLC, Junior MR. Treinamento muscular respiratório. *In: Knobel E. Terapia intensiva: pneumologia e fisioterapia respiratória.* São Paulo: Editora Atheneu; 2004. pp.137-146.

Cenachi-Coelho C e Rodrigues-Machado MG. Treinamento específico dos músculos respiratórios. *In: Maria da Glória Rodrigues Machado. Bases da fisioterapia respiratória: terapia intensiva e reabilitação.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. pp.111-124.

Chemmanur BSB, Singh MAF. Exercise training in patients receiving maintenance hemodialysis: A systematic review of clinical trials. *Am J Nephrol* 2005; 25:352-364.

Chemmanur BSB, Smith BC, Singh MA. A rationale for intradialytic exercise training as standard clinical practice in ESRD. *Am J Kidney Dis* 2005; 45:912-916.

Chen H-I, Kuo C-S. Relationship between respiratory muscle function and age, sex and other factors. *J Appl Physiol* 1989; 66 (2):943-948.

Cook CD, Mead J, Arzalesi MM. Static volume-pressure characteristics of the respiratory system during maximal efforts. *J Appl Physiol* 1964; 19:1016-1021.

Davenport A, Williams AJ. Fall in peak expiratory flow during haemodialysis in patients with chronic renal failure. *Thorax* 1988; 43:693-696.

DeBacker WA, Heyman RM, Wittesaele WM et al. Ventilation and breath patterns during hemodialysis-induced carbon dioxide unloading. *Am Rev Respir Dis* 1987; 136:406-410.

Derrene J-PH, Macklen PT, Roussos C. The respiratory muscle: mechanics, control, and pathophysiology. *Am Rev Respir Dis* 1978; 118:581-601.

DiPado N, Pula G, Broncristiani V et al. Respiratory function in CAPD. *Int J Artif Organs* 1984; 7:67-72.

Draibe SA, Ajzen H. Insuficiência renal crônica *In*: Prado FC, Ramos J. Valle JR. Atualização terapêutica. 20ª ed. São Paulo: Artes médicas; 2001. p.745-749.

Enright PL, Kronmal R, Manollo TA, Schenker MB, Hyatt RE. Respiratory muscle strength in the elderly: correlates and reference values. *Am J Respir Care Med* 1994; 149: 430-438.

Ermini M. Aging changes in mammalian skeletal muscle. *Gerontology* 1976; 22:301-316.

Fabris A, Biasoli S, Chiaramonte C et al. Buffer metabolism in continuous ambulatory peritoneal dialysis: relationship with respiratory dynamics. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 1982; 28:270-274.

Fahal IH, Bell JM, Bone and Edwards RHT. Physiological abnormalities of skeletal muscle in dialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 1997; 12:119-127.

Fiz JA, Aguilar X, Carreres A, Barbany M, Formiguera X, Izequiero J et al. Postural variation of the maximum inspiratory and expiratory pressure in obese patients. *Int J Obes* 1991; 15:655-659.

Fiz JA, Carreres A, Roseel A, Monserrat JM, Ruiz J, Morera JM. Measurement of maximal expiratory pressure: effect of holding the lips. *Thorax* 1992; 47:961-963.

Floyd M, Ayyar DR, Barwick DD, Hudgson P, Weightman D. Myopathy in chronic renal failure. *Q J Med* 1974; 43:509-524.

Gauthier C, Zioman R. Maximal static pressures in children. *Respir Physiol* 1983; 51: 45-61.

Gauthier C. Respiratory muscle function in infants. *Eur Respir J* 1995; 8:150-153.

Gilber R, Auchincloss JH, Bleb S. Measurement of maximum inspiratory pressure during routine spirometry. *Lung* 1978;155:23-32.

Gomez-Fernandez P, Sanchez-Agudo L, Miguel JL, Almarez M, Vila Pupla MJ. Effect of parathyroidectomy on respiratory muscle strenght in uremic myopathy. *Am J Nephrol* 1987; 7:466-469.

Gomez-Fernandez, P, Sanchez-Agudo L, Calatrava JM, Escuin F, Selgas R, Martinez ME, Montero A, Sanchez-Sicilia L. Respiratory muscle weakness in uremic patients under continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Nephron* 1984; 36:219-223.

Gotch FA, Sargent JA. A mechanistic analysis of the National Cooperative Dialysis Study (NCDS). *Kidney Int* 1985;28:526-354.

Guleria S, Agarwal RK, Guleria R, Bhowmik D, Agarwal SK, et al. The effect of renal transplantation on pulmonary function and respiratory muscle strength in patients with end-stage renal disease. *Transplant proc* 2005; 37:664-665.

Hamnergad CH, Wragg S, Kyroussis D, Aquilina R, Moxham J, Green M. Portable measurement of maximum mouth pressures. *Eur Respir J* 1994; 7:398-401.

Held PJ, Port FK, Wolfe RA, Stannard DC, Carrol CE, Daugirdas JT, et al. The dose of hemodialysis and patient mortality. *Kidney Int* 1996;50:550-556.

Hopps HC, Wissler RW. Uremic pneumonitis. *Am J Pathol* 1955; 31:261-273.

Hort, WH, Sperling J, Heidland A. Enhanced glycogen turnover in skeletal muscle of uremic rats: cause of uncontrolled actomyosin ATPase. *Am J Clin Nutr* 1978;31: 1861-1864.

Jabsen RH, Tenckhoff H, Honet JC. Natural history of uremic polyneuropathy and effects of dialysis. *New Eng J Med* 1967; 277:327-333.

Kacmarec RM, Cycyk MC, Chapman BS, Young PJ, Palozzo BS, Romagnoli DM. Determination of maximal inspiratory pressure: a clinical study and literature review. *Respir Care* 1989; 34:868-78.

Karacan O, Tatal E, Uyar M, Eyuboglu FO, Sezer S, Ozdemir FN. Pulmonary function in uremic patients on long-term hemodialysis. *Ren Fail* 2004; 26: 273-278.

Kera T, Maruyama H. The effects of posture on respiratory activity of the abdominal muscle. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci* 2005; 24:259-265.

Kim MJ, Hwang HJ, Song HH. A randomized trial on the effects of body position on lung function with acute respiratory failure patients. *Int J Nurs Stud* 2002; 39:549-555.

Koulouris N, Mulvey DA, Larocha CM, Goldstone J, Moxham J, Green M. The effects of posture and abdominal binding on respiratory pressures. *Eur Respir J* 1989; 2:961-965.

Lawton RL, Gulesserian HP, Rossi NP. Surgical problems in patients on maintenance dialysis. *Arch Surg* 1968; 97: 283-290.

Lazaro RP, Kisshner HS. Proximal muscle weakness in uremia. Case reports and review of the literature. *Arch Neurol* 1980; 37:555-558.

Leech JA, Ghezze H, Stevens D, Bechlake MR. Respiratory pressures and function in young adults. *Am Rev Respir Dis* 1983; 128:17-23.

Leith DE, Bradley M. Ventilatory muscle strength and endurance training. *J Appl Physiol* 1976; 41: 508-516.

Lysaght MJ. Maintenance dialysis population dynamics: current trends and long-term implications. *J Am Soc Nephrol* 2002; 13:S37-S40.

Mallette LE, Pattern BM, Engel K. Neuromuscular disease in secondary hyperparathyroidism. *Ann Intern Med* 1975; 82:474-483.

McElvaney G, Blackie S, Morrison NJ, Wilcox PG, Fairbairn MS, Pardy RL. Maximal static respiratory pressures in the normal elderly. *Am Rev Respir Dis* 1989; 139:277-281.

Meade M, Guyatt G, Cook D, Griffith L, Sinuff T, Kergl C et al. Predicting success in weaning from mechanical ventilation. *Chest* 2001; 120:400S-424S.

Moxham J, Goldstone J. Assessment of respiratory muscle strength in the intensive care unit. *Eur Respir J* 1994; 7: 2057-2061.

Moxham J. Respiratory muscle testing. *Arch Chest Dis* 1996; 51: 483-488.

Myers BD, Rubin AE, Schey G, Bruderman I, Pokroy NR, Levi J. Functional characteristics of the lung in chronic uremia treated by renal dialysis therapy. *Chest* 1975; 68:191-194.

Mynster T, Jensen LM, Jensen FG, Kehlet H, Rosenberg J. The effect of posture on late postoperative oxygenation. *Anaesthesia* 1996; 51:225-227.

National Kidney Foundation Kidney Disease Outcome Quality Initiative. Clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification. *Am J Kidney Dis* 2002; 39 (2 suppl 1):S1-266.

Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function test II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res* 1999; 32:719-727.

Ng GY, Stokes MJ. Maximal inspiratory and expiratory mouth pressures in sitting and half-lying positions in normal subjects. *Respir Med* 1991; 85:209-211.

Nidus BD, Matalon R, Catacuzino D, Eisinger RP. Uremic pleuritis: a clinicopathological entity. *N Engl J Med* 1969; 281:255-256.

Oh-Park M, Fast A, Gopal S, Lynn R, Frei G, Drenth R, et al. Exercise for the dialyzed. Aerobic and streng training during hemodialysis. *Am J Δys Med Rehabil.* 2002;81: 814-821.

Oliveira MB, Romão JE Jr, Zatz R. End-stage renal disease in Brazil: epidemiology, prevention and treatment. *Kidney Int* 2005; 97[Suppl]:S82-86.

Ordiales Fernandes JJ, Fernandez Moys A, Colubi Colubi L, Nistal de Paz F, Allende Gonzalez J, Alvarez Asensio E et al. Maximal static respiratory pressures. The importance of the study of normal references values. *Arch Bronconeumol* 1995; 31:507-511.

Paltiel W, Fawaz Z, Hilkiahu BZ. Hemodialysis treatment may improve inspiratory muscle strength and endurance. *Isr J Med Sci* 1997; 33:134-138.

Pillay UKG, Schwartz FD. Restrictive lung disease in maintenance hemodialysis. *S Afr Med J* 1972; 46:1199-1201.

Polkey A, Green M, Moxham J. Measurement of respiratory muscle strength. *Thorax* 1995; 50: 1131-1135.

Prado FC, Ramos J, Valle JR. Atualização terapêutica. 20ª ed. São Paulo: Artes médicas;2001. p.745-749.

Prezant DJ, Aldrich TK, Karpel JP, Lynn RI. Adaptation in the diaphragm's in-vivo force-length relationship in patients on continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Am Rev Respir Dis* 1990; 141:1342-1349.

Quintanilla AP, Sahgal V. Uremic myopathy. *Int J Artif Organs* 1984; 7:239-243.

Rahn H, Otis AB, Chadwick LE, Fee WO. The pressure-volume diagram of the thorax and lung. *Am J Physiol* 1946; 146:161-178.

Rendas AB, Gamboa T, Ramilo T, Botelho AS, Bárbara C, Mota Carmo M. Respiratory muscle function in physically active elderly women. *Arch Gerontol Geriatr* 1996; 22: 123-130.

Riella MC, Percoits-Filho. Insuficiência renal cônica: fisiopatologia da uremia. *In: Riella, MC. Princípios de nefrologia e distúrbios hidroeletrólitos*. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. p.661-668.

Ries AL, Kaplan RM, Chang J. Effect of posture on arterial oxygenation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respiration* 1992; 59:317-321.

Ringqvist T. The ventilator capacity in healthy subjects: An analysis of causal factors with special references to the respiratory forces. *Scand J Clin Invest* 1966;18[Suppl]: 87-93.

Romao JEJ, Pinto SWL, Canziani ME, Praxedes JN, Santello JL, Moreita JCM. Informações epidemiológicas das unidades de diálise do Brasil. *J Bras Nefrol* 2003; 25:188-199.

Romao JEJ. Doença renal crônica: definição, epidemiologia e classificação. J Bras Nefrol 2004; 3(Supl 3):1-3.

Rossing TH, Saari AF, Lazurus J, Woodrow-Weiss J. The effects of passive CO₂ removal on breathing pattern in humans. Respiration 1986; 49:109-113.

Rubinstein I, Slutsky AS, Rebuck AS, McClean PA, Boucher R, Szeinberg A, Zamel N. Assessment of maximal expiratory pressure in healthy adults. J Appl Physiol 1988; 64:2215-2219.

Russel WJ. Position of patient and respiratory function in immediate postoperative period. Br Med J 1981; 283:1079-1080.

Saiki JK, Varizi ND, Naeim F, Neshkinpour H. Dialysis-induced changes in muscle strength. J Dialysis 1980; 4:191-201.

Sasaki H, Hida W, Takishima T. Influence of body position on dynamic compliance in young subjects. J Appl Physiol 1977; 42:706-710.

Savica V, Bellinghieri G, DiStefano C, Corvaja E, Consolo P, Corsi M et al. Plasma and muscle carnitine levels in haemodialysis patients with morphological-ultrastructural examination of muscle samples. Nephron 1983; 35:232-236.

Schaanning J, Refsum HE. Influence of posture on pulmonary gas exchange and heart rate in chronic obstructive lung disease. Scand J Respir Dis 1976; 57:12-16.

Schor N, Srougi M. Nefrologia e urologia clínica. 2ª ed. São Paulo: Sarvier, 1998. p.510.

Scot I, Jan ST. Fisioterapia cardiopulmonar. 3ª ed., São Paulo: Manole, 2003. p.318-333.

Seaton D, Lapp NL, Morgan WK. Effect of body position on gas exchange after thoracotomy. Thorax 1979; 34:518-522.

Shardonofsky FR, Perez-Chada D, Camuerga E, Milic-Emili J. Airway pressures during crying in health infants. Pediatr Pneumonol 1989; 6:14-18.

Sociedade Brasileira de Nefrologia. Censo SBN – 2006 [acesso em 21 maio 2008]. Disponível em: <http://www.sbn.org.br/centso/2006/censosbn2006.ppt>.

Sociedade Brasileira de Nefrologia. Censo SBN 2006 [acesso em 15 abr 2007]. Disponível em: <http://www.sbn.org.br/centso/2006/centsoSBN2006.ppt#2>.

Souza RB. Pressões respiratórias estáticas máximas. *In*: Pereira CAC, Neder JA. Diretrizes para testes de função pulmonar. J Pneumol 2002; 28:155-65.

Stanescau DC, Veriter C, De Plaen JF, Frans A, Van Ypersele DS, Brasseur L. Lung function in chronic uraemia before and after removal of excess of fluid by hemodialysis. 98. Clin Sci Mol Med 1974; 47:143-151.

Susanne ML, Anja B, Rainald F, Rudolf MH, Helmut S. Acute effects of hemodialysis on lung function in patients with end-stage renal disease. Wien Klin Wochenschr 2006; 118:108-113.

Syabbalo N. Assessment of respiratory muscle function and strength. Postgrad Med J 1998; 74:208-15.

Tully K, Kokey K, Garshick E, Lieberman SL, Tun CG, Brown R. Maximal expiratory pressures in spinal cord injury using two mouthpieces. Chest 1997; 112:113-116.

Vincken GH, Ghezze H, Cosio MG. Maximal static respiratory pressures in adults: normal values and their relationship to determinants of respiratory function. Bull Eur Physiopath Respir 1987; 23:435-439.

Wilson SH, Cooker NT, Eduard RHT, Spiro SG. Predicted normal values for maximal respiratory pressures in caucasian adults and children. Thorax 1984; 39:535-538.

Xue JL, Ma JZ, Louis TA, Collins AJ. Forecast of the number of patients with end-stage renal disease in the United States to the year 2010. J Am Soc Nephrol 2005; 16: 1164-1165.

Zakynthinos S, Vassilakopoulos T, Mavrommatis A, Roussous C, Tzelepis G. Effects of different expiratory maneuvers on inspiratory muscle force output. Am J Resp Crit Care Med 1999; 159:892-895.

9- APÊNDICES

APÊNDICE 1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TÍTULO: Avaliação das pressões respiratórias máximas através de vacuomanometria digital (MVD 300®) em pacientes submetidos a hemodiálise no Hospital Universitário Alzira Velano.

Eu, _____, declaro que fui informado sobre o conteúdo da pesquisa e estou de pleno acordo em participar deste projeto para conclusão de tese de doutorado de Carmélia Bomfim Jacó Rocha que será desenvolvido no Hospital Universitário Alzira Velano em Alfenas MG, através da Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Médicas, no Departamento de Cirurgia.

O objetivo desta pesquisa é avaliar as pressões respiratórias máximas (PI_{máx} e PE_{máx}), de forma não-invasiva, simples, para analisar se esses valores antes e após a hemodiálise apresentam ou não melhora.

Declaro também que sei do caráter não-invasivo e da inexistência de riscos e de contra-indicações deste procedimento, uma vez que terei apenas que realizar tipos de respirações que me serão ensinados.

Serei acompanhado pelo fisioterapeuta durante o exame e terei a garantia do sigilo, privacidade e confidencialidade dos resultados obtidos durante a pesquisa, e poderei abandonar o estudo em qualquer tempo, sem ter minha assistência médica comprometida.

Alfenas, _____ de _____ de 2005

Assinatura do Participante ou de seu responsável ou impressão digital

Pesquisadora: Carmélia Bomfim Jacó Rocha

Tel.: (035) 3857-1094 / (35) 9976-8630
Orientador: Prof. Doutor Sebastião Araújo

APÊNDICE 2

FORMULÁRIO DE COLETA DE DADOS

Paciente: _____

Sexo: _____ Altura: _____ Data de nascimento _____

CPF: _____ RG: _____

Endereço: _____

Cidade: _____ UF _____

País: _____

Telefones

fixo: _____ Celular: _____

Causa da doença renal crônica: _____

VARIÁVEIS DE CONTROLE

	Pré-Diálise	Pós-Diálise
Posição		
PiMáx		
PeMáx		
FC		
FR		
PA		
SatO ₂		

APÊNDICE 3

Relatório de Consultas do Paciente

Nome: Jose Ricardo dos Santos

Referências p/ Idade 60, Sexo M, 88Kg: Pe: 116 cm.H2O, Pi: 107 cm.H2O *

Data:	PRESSÃO DE EXPIRAÇÃO				PRESSÃO DE INSPIRAÇÃO				Observações:
	Máx1	Máx2	Máx3	Predito	Máx1	Máx2	Máx3	Predito	
12/10/2005	65	65	64	56%	80	77	68	74%	PA=16 x 8 FC=64 FR=16

TABELAS DE NORMALIDADE:*

MPI = Máxima Pressão de Inspiração; MPE = Máxima Pressão de Expiração

TABELA PEDIÁTRICA (07 a 19 anos)					
Grupo(n)	Idade(anos)	Altura(cm)	Peso(Kg)	MPE (cm.H2O)	MPI (cm.H2O)
Meninos(137)	11.1 (2.2)	149 (15)	41 (12)	96 (23)	75 (23)
Meninas(98)	11.6 (2.5)	147 (16)	40.5 (12)	80 (21)	63 (21)

ADULTOS Idade (anos)	Indivíduos Masculinos		Indivíduos Femininos	
	MPI (cm.H2O)	MPE (cm.H2O)	MPI (cm.H2O)	MPE (cm.H2O)
20-29	129.3 ± 17.6	147.3 ± 11.0	101.6 ± 13.1	114.1 ± 14.8
30-39	136.1 ± 22.0	140.3 ± 21.7	91.5 ± 10.1	100.6 ± 12.1
40-49	115.8 ± 87.0	126.3 ± 18.0	87.0 ± 9.1	85.4 ± 13.6
50-59	118.1 ± 17.6	114.7 ± 6.9	79.3 ± 9.5	83.0 ± 6.2
60-69	100.0 ± 10.6	111.2 ± 10.9	85.3 ± 5.5	75.6 ± 10.7
70-80	92.8 ± 72.8	111.5 ± 21.0	72.7 ± 3.9	69.6 ± 6.7

APÊNDICE 4

Pac	Idade	Sexo	DB	Hemodialise		PIMAX Predita	PEMAX Predita	PIMAX			PEMAX			PESO		PA		FC		FR	
				INICIO	FIM *			PRE	POS	% I.V.A.	% I.V.A.	PRE	POS	PRE	POS	PRE	POS	PRE	POS	PRE	POS
1	46	M	GNC	5/6/2002	30/9/2005	118	128	32%	3.25%	3.39%	50.32%	4	55	54	17x10	17x10	96	80	24	28	
2	44	M	GNC	2/12/2003	30/9/2005	120	129	55%	6.31%	3.28%	3.133%	4	54	61	16x11	16x11	60	60	20	16	
3	50	F	GNC	4/10/2003	8/10/2005	85	85	23%	2.38%	3.35%	3.028%	2	50	48	13x8	15x10	68	80	16	20	
4	49	M	DM	15/6/2005	8/10/2005	116	125	125%	14.123%	14.197%	122.100%	12	73	72	14x8	14x9	68	88	20	20	
5	30	M	HAS	20/5/2005	22/9/2005	131	141	71%	9.70%	9.46%	6.555%	7	69	64	15x8	15x10	68	88	16	16	
6	49	M	GNC	7/2/2003	12/10/2005	116	125	93%	10.85%	9.89%	112.115%	14	62	60	14x8	15x10	68	88	16	20	
7	35	M	DM	3/10/2002	13/10/2005	127	136	92%	11.83%	10.119%	165.116%	15	78	73	19x9	16x9	100	100	20	20	
8	59	F	HAS	19/5/2003	8/10/2005	81	79	102%	8.100%	8.73%	5.87%	6	47	45	13x9	10x7	84	80	16	20	
9	41	M	HAS	1/1/2005	7/10/2005	122	132	76%	9.81%	10.65%	8.85%	11	55	52	15x8	17x10	64	60	20	20	
10	39	M	DM	1/3/2004	1/10/2005	124	133	18%	2.17%	3.27%	3.28%	3	62	60	13x8	13x8	60	60	18	18	
11	31	M	DM	1/2/2005	23/9/2005	130	140	86%	11.96%	12.72%	10.82%	11	45	44	11x7	10x7	90	100	16	16	
12	38	M	GNC	13/9/2002	23/9/2005	124	134	57%	7.61%	7.82%	11.183%	11	55	53	16x7	11x8	71	80	16	16	
13	67	M	DM	5/3/2003	1/10/2005	101	111	30%	3.37%	3.45%	5.29%	3	52	50	14x8	14x8	76	72	20	24	
14	50	M	HAS	15/4/2002	1/10/2005	115	124	44%	5.30%	3.50%	6.545%	5	45	42	13x9	13x11	72	96	20	16	
15	57	M	GNC	26/9/2003	7/10/2005	109	119	55%	6.62%	6.89%	10.87%	10	66	65	17x9	14x7	88	80	16	16	
16	58	M	HAS	29/8/2003	8/10/2005	108	118	61%	6.78%	8.70%	8.392%	10	72	69	14x8	12x8	72	80	20	20	
17	63	M	DM	20/10/2004	12/10/2005	104	114	97%	10.104%	10.56%	6.870%	8	68	67	14x11	13x8	100	88	20	16	
18	60	M	DM	10/6/2004	12/10/2005	107	116	74%	8.95%	10.60%	6.78%	9	88	86	16x8	15x7	64	72	16	16	
19	40	F	DM	8/8/2005	23/9/2005	90	91	106%	9.111%	10.108%	9.110%	10	59	59	14x8	13x9	88	88	16	16	
20	63	M	DM	2/6/2004	13/10/2005	104	114	27%	2.40%	4.36%	4.40%	4	71	67	18x8	16x8	96	96	16	16	
21	81	M	HAS	29/8/2003	13/10/2005	90	99	46%	4.54%	9.51%	5.175%	7	71	71	10x5	12x8	90	72	16	20	
22	81	M	DM	13/8/2003	20/9/2005	90	99	32%	2.35%	3.57%	5.49%	4	88	86	18x8	15x7	65	56	20	24	
23	76	M	DM/HAS	14/3/2003	8/10/2005	94	103	43%	4.64%	6.61%	6.329%	3	70	67	13x7	15x8	92	100	20	20	
24	41	F	GNC	1/2/2005	8/10/2005	90	90	48%	4.54%	4.51%	4.655%	5	48	47	15x9	16x9	64	68	16	20	
25	52	F	HAS	4/8/2003	23/9/2005	84	83	53%	4.92%	7.80%	6.84%	7	60	59	14x8	12x8	72	80	12	12	
26	40	F	HAS	2/14/2005	8/10/2005	90	91	51%	4.47%	4.63%	5.626%	2	41	41	14x8	12x8	88	80	20	24	
27	66	F	DM	18/4/2004	30/9/2005	78	75	60%	4.60%	4.57%	4.362%	4	67	64	18x7	17x7	96	80	16	16	
28	36	F	GNC	4/3/2005	30/9/2005	92	93	70%	6.104%	9.96%	9.108%	10	58	56	17x10	16x10	72	68	16	16	
29	71	M	DM	2/12/2004	8/10/2005	98	107	92%	9.109%	8.122%	13.144%	10	65	63	12x7	15x9	64	80	20	24	
30	45	M	GNC	10/6/2002	7/10/2005	119	128	93%	11.89%	10.74%	9.86%	11	55	54	15x10	16x10	80	80	12	16	
31	21	F	GNC	3/1/11/2003	7/10/2005	100	102	67%	6.64%	6.76%	7.870%	7	37	36	19x11	19x8	88	80	28	24	
32	62	M	DM	6/5/2004	1/10/2005	105	115	65%	6.70%	7.86%	10.41%	4	64	60	20x11	19x9	64	72	24	20	
33	67	M	GNC	14/5/2004	13/10/2005	101	111	46%	4.70%	7.90%	10.1106%	11	71	70	15x9	16x10	80	100	20	20	
34	46	M	GNC	21/5/2003	30/9/2005	118	128	30%	3.26%	3.39%	5.35%	4	59	57	16x10	15x10	80	120	16	20	
35	56	M	DM	2/5/2002	1/10/2005	110	119	89%	9.82%	9.93%	11.109%	13	80	78	11x6	12x7	27	128	16	16	

	% - Percentual V.A. - Valor Absoluto DRP - Doença Proliférica Renal	FC - Frequência cardíaca FR - Frequência respiratória PA - Pressão arterial
GNC - Glomerulonefrite Crônica		
DM - Diabetes Mellito		
HAS - Hipertensão Arterial Sistêmica		